

**ALLGEMEINE  
MASCHINENLEHR  
E: EIN LEITFADEN  
FÜR VORTRÄGE,  
SOWIE ZUM...**

---

Moritz Rühlmann









**Dr. Moritz Rühlmann:**

# **Allgemeine Maschinenlehre.**

Vierter Band.



# Allgemeine Maschinenlehre.

Ein Leitfaden für Vorträge,

sowie zum Selbststudium des heutigen Maschinenwesens,  
mit besonderer Berücksichtigung seiner Entwicklung.

Für

angehende Techniker, Cameralisten, Landwirthe und  
Gebildete jeden Standes.

Von

**Dr. Moritz Rühlmann,**

Professor an der königl. preuss. polytechnischen Schule in Hannover, Ritter des hannoverschen Guelphenordens dritter Classe und des Ordens der französischen Ehrenlegion, Officier des öffentlichen Unterrichtes in Frankreich, Ehrenbürger der Residenzstadt Hannover, Ehrenmitglied des sächsischen Ingenieur- und Architekten-Vereins, des polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern etc., correspondirendes Mitglied des niederöstrerr. Gewerbe-Vereins in Wien etc. etc.

4  
Vierter Band.

Dampfschiffe, Dampfschiffsmaschinen, sowie Hebmachines für feste Körper, Rammmaschinen, Baggermaschinen, Wasserförderungsmaschinen und Maschinen zum Comprimiren und Fortschaffen atmosphärischer Luft.

Mit 549 Holzschnitten.

Braunschweig,  
O. A. Schwetschke und Sohn.

(M. Bruhn.)

1875.

L. E.

THE NEW YORK  
PUBLIC LIBRARY  
536730 A  
ASTOR, LENOX AND  
TILDEN FOUNDATIONS  
R 1931 L

NEW YORK  
PUBLIC LIBRARY  
ASTOR, LENOX AND  
TILDEN FOUNDATIONS



## Vorrede.

---

Mit gegenwärtigem vierten Bande glaubt der Verfasser sein im ersten Bande gegebenes Versprechen erfüllt zu haben, ein Werk über ein grosses Gebiet des Maschinenwesens zu schreiben, welches der Bedeutung dieser Disciplin für einen bestimmten Leserkreis in geschichtlicher, literarischer und technischer Beziehung entspricht, d. h. so verfasst und derartig ausgedehnt ist, dass dasselbe nicht nur künftigen Fachmännern, den Studirenden des Maschinen- und Ingenieur-Wesens, den Cameralisten, Landwirthen etc., sondern auch Gebildeten jeden Standes nützlich werden kann.

Ob und wie der Verfasser dieses Ziel erreicht hat, muss er gerechten, vorurtheilsfreien Beurtheilern überlassen, versichern kann er jedoch, dass ihm namentlich die geschichtliche und literarische Seite des Werkes grosse Mühe bereitet und oft dem Gedanken Raum gegeben hat, es sei für einen einzigen Menschen unmöglich, den gestellten Anforderungen zu entsprechen und den colossalen Stoff zu gewältigen.

Bin ich auch zunächst Gott Dank schuldig für die mir geschenkte Kraft und Gesundheit, so doch auch nicht minder den vielen vortrefflichen Menschen, die bereitwillig, wohlwollend und gütig die Ausführung der Arbeit unterstützten.

Ganz besonders fühle ich mich Herrn Carstens Waltjen in Bremen und den Ingenieuren des von diesem Herrn begründeten „Weser-Maschinenbau-Etablissements“, den Herren Midendorf und Overbeck verpflichtet, ferner dem Director der Godefroy'schen Schiffs- und Maschinenbau-Anstalt Herrn Ferber

in Hamburg, den Herren Maschinendirector Kirchweg er und Bau-  
rath Hagen in Hannover, sowie den Herren Civilingenieur Kley  
in Bonn, Nagel & Kämp in Hamburg, Salbach in Dresden,  
Riehn in Görlitz u. m. A.; dann, bei Abfassung der geschichtlichen  
Abschnitte, dem Herrn Geheim-Archivrathe Grotefend in Han-  
nover, dem Aegyptologen Prof. Dr. Dümichen in Strassburg  
und dem gründlichen Kenner des Schiffsbauwesens der Alten,  
Herrn Dr. Graser in Berlin.

Weiter gebührt noch sehr grosser Dank dem Bibliotheksecretär  
Herrn Rommel am hiesigen königlichen Polytechnikum, der mit  
ebenso grossem Interesse als ungewöhnlicher Geduld mich beim  
Aufsuchen literarischer Quellen unterstützte und mir mit beson-  
derer Nachsicht die Benutzung der reichhaltigen Bibliothek mög-  
lich machte.

Nicht genug rühmen kann ich ferner, in Bezug auf gegen-  
wärtigen vierten Band, bei Anfertigung der Skizzen, den Eifer und  
die Ausdauer des Herrn Ingenieur Frese, Assistenten des Ma-  
schinenfaches, ebenfalls am hiesigen Polytechnikum, sowie die Be-  
mühungen zweier Correctoren, des Herrn Ingenieur Richard,  
Assistenten der mechanischen Technologie am Polytechnikum, und  
einer hochgeachteten Dame, die leider hier ungenannt bleiben will.

Schliesslich kann ich auch nicht unterlassen, dem Herrn Ver-  
leger zu danken, dass er zur Anfertigung der zahlreichen Abbil-  
dungen keine Kosten scheute und das ganze Werk würdig aus-  
stattete.

Hannover, Ende August 1874.

**Rühlmann.**

# Inhaltsverzeichnis.

## Zweite Abtheilung.

### Maschinen zur Verrichtung nützlicher mechanischer Arbeiten.

#### Siebenter Abschnitt.

#### Maschinen zur Ortsveränderung der Körper.

##### Drittes Capitel.

#### Dampfschiffe und Geschichtliche Einleitung, Schiffe überhaupt betreffend.

§.		Seite
1.	Allgemeines . . . . .	1
2.	Aelteste Geschichte der Schifffahrt . . . . .	6
	Aegypter. — Phönicië. — Griechen. — Karthager. — Römer.	
3.	Die Schifffahrt von der christlichen Zeitrechnung an bis zur Erfindung des Dampfschiffes . . . . .	52
4.	Vom Papin'schen Dampfschiff an bis zur Gegenwart . . . . .	72
	Jonathan Hull. — Symington. — Fulton.	
5.	Die Dampfschiffs-Propeller der Gegenwart . . . . .	158
	Ruderrad. — Schraube. — Reactionspropeller. — Kette und Seil.	
6.	Dampfmaschinen . . . . .	187
7.	Kriegsdampfschiffe . . . . .	196
8.	Schiffsdampfmaschinen . . . . .	224
	Maschinen für Ruderraddampfer . . . . .	224
	Maschinen für Schraubendampfer . . . . .	254
	Oberflächencondensatoren . . . . .	276
9.	Schiffsdampfkessel . . . . .	284
10.	Berechnung der widerstehenden und bewegenden Arbeiten bei Dampfschiffen . . . . .	294
11.	Einiges über den Bau eiserner Dampfschiffe . . . . .	302

##### Viertes Capitel.

#### Maschinen zum Heben und Senken fester Körper.

12.	Geschichtliche Einleitung . . . . .	315
13—25.	Maschinen der Gegenwart zum Heben und Senken fester Körper	370
13.	I. Die einfachsten Heb- und Senkmaschinen etc. . . . .	370
14.	II. Flaschenzüge als Heb- und Senkmaschinen . . . . .	379
15.	III. Direct wirkende Winden . . . . .	387

	Seite
16. IV. Winden mit Benutzung von Seilen, Ketten oder Riemen . . .	393
17. V. Fördermaschinen für Bergwerke und Verkehrszwecke . . .	417
A. Maschinen zur Verticalförderung . . . . .	418
18. B. Maschinen zum Transporte auf stark geneigten Ebenen . . .	443
Förderung auf Drahtseilbahnen . . . . .	457
19. VI. Krahne. A. Feststehende Krahne . . . . .	462
20. B. Transportable Krahne . . . . .	469
21. Winden auf fahrbaren Hochgerüsten . . . . .	479
22. Die sogenannten Scheeren-Krahne . . . . .	488
23. VII. Rammmaschinen . . . . .	492
24. VIII. Baggermaschinen . . . . .	511
Geschichtliches . . . . .	511
25. Specielles über Dampfbagger der Gegenwart . . . . .	527

#### Fünftes Capitel.

#### Maschinen zum Fördern (Schöpfen und Heben) des Wassers.

26. Geschichtliche Einleitung (älteste Zeit) . . . . .	544
27. Desgleichen (mittlere Zeit) . . . . .	567
Classification der Wasserfördermaschinen . . . . .	585
28. Die neueren Wasserfördermaschinen . . . . .	592
29. Wasserwerke . . . . .	627
Pumpwerke zur Wasserversorgung der Städte und für gewerbliche Zwecke einschliesslich der Federspritzen.	
Das Wasserwerk des Herrn F. Krupp in Essen . . . . .	655
30. Feuerlöschspritzen . . . . .	658
I. Handspritzen . . . . .	660
II. Dampfspritzen . . . . .	665
31. Pumpenanordnungen zur Wasserförderung für Bergwerke und für Salinenzwecke (Wasserhaltungsmaschinen) . . . . .	669
32. Maschinenwerke zur Ent- und Bewässerung von Ländereien . . .	684
Die Entwässerungsanlage im Bremer Blocklande . . . . .	693
Entwässerungswerke mit Centrifugalpumpen von Nagel & Kämp in Hamburg . . . . .	695
33. Pumpwerke für Latrinestoffe und Schmutzwasser . . . . .	698
34. Pumpwerke für Bauzwecke . . . . .	706
35. Pumpwerke für springende Strahlen (Fontainen-Pumpwerke) . .	712

#### Sechstes Capitel.

#### Lufttransportmaschinen.

##### Bläser und Sauger.

36. Geschichtliche Einleitung . . . . .	723
37. Die Gebläse der Gegenwart . . . . .	740
I. Cylindergebläse . . . . .	740
II. Gebläse mit rotirenden Flügeln oder Kolben . . . . .	745
38. Zusatz, betreffend einige besondere Apparate und Maschinenwerke zum Comprimiren der atmosphärischen Luft für Transmissions- und Arbeitszwecke . . . . .	752
39. Die Saugmaschinen (Exhaustoren) der Gegenwart . . . . .	758
Nachträge zu S. 754 . . . . .	765

Zweite Abtheilung.

**Maschinen zur Verrichtung mechanischer Arbeiten.**

Siebenter Abschnitt.

Maschinen zur Ortsveränderung der Körper.

Drittes Capitel.

**Dampfschiffe,**

nebst einer geschichtlichen Einleitung Schiffe überhaupt betr.

 §. 1.

Die Geschichte der Schifffahrt umfasst einen der wichtigsten und wesentlichsten Theile des Völkerverkehrs wie der Ausbildung der Civilisation, und ist demgemäss auch die Bedeutung der Schifffahrt für friedliche und kriegerische Zwecke zu keiner Zeit unterschätzt worden. Noch heute gilt wenigstens theilweise der Ausspruch Lemierre's:

„Le trident de Neptune est le sceptre du monde.“<sup>1)</sup>

Die gewaltigste Revolution, welche die Geschichte der Schifffahrt aufzuweisen hat, beginnt aber erst mit dem Anfange dieses Jahrhunderts, wo dem menschlichen Geiste die Erfindung wirklich brauchbarer Dampfschiffe gelang, womit Fortlauf, Steuerung und Manöverirung der Schiffe von der Unbeständigkeit, Laune und Veränderlichkeit des Windes in Bezug auf Kraft und Richtung unabhängig und der Mensch (beinahe) völlig zum Herrn des Oceans gemacht wurde.

---

1) Bouvet de Cressé, Histoire de la Marine de tous les peuples. Paris 1824. — Brommy, Die Marine. Unter Berücksichtigung der Fortschritte der Gegenwart etc. neu bearbeitet vom k. k. österr. Fregatten-Capitän Littrow. Berlin 1865.

In der That übersteigen die kolossalen Dampfschiffe der Gegenwart, nach Gewicht und Volumen, jedes Beispiel des Wasser- und Landtransports aller Zeiten, selbst wenn man nicht bloss das als Ausnahme zu bezeichnende Riesenschiff *Great Eastern* <sup>1)</sup> von 27000 Tonnen Totalgewicht oder *Displacement* (Gewicht des verdrängten Wassers) bei 30 Fuss Tiefgang aufführt, sondern einfach als Beispiel das schon vor mehreren Jahren vom Stapel gelassene amerikanische Packetdampfschiff „*Great Republic*“, von 5900 Tonnen Lastigkeit, Tragfähigkeit <sup>2)</sup>, oder das englische Panzerkriegsschiff *Hercules*, dessen *Displacement* 8600 Tonnen, seine Lastigkeit aber 5226 Tonnen beträgt <sup>3)</sup>, oder endlich die norddeutsche Panzerfregatte „*König Wilhelm I.*“ von 9900 Tonnen Totalgewicht und 5938 Tonnen Lastigkeit in Betracht zieht <sup>4)</sup>.

1) Bourne, *A Treatise on Screw Propeller*. New edition (1867), p. 342, versichert, die oft falschen Angaben über Maasse und Gewicht des *Great Eastern* richtig notirt zu haben. Demnach hat dies Schiff 691 Fuss engl. Decklänge, 680 Fuss Länge zwischen den Perpendicularen, 82 Fuss Maximalbreite und 58 Fuss Höhe im Lichten (Tiefe im Raum). Das Gewicht der eisernen Schale dieses Schiffes beträgt 8000 engl. Tonnen (à 20 Ctnr. = 2240 Pfd.), sein Totalgewicht (das Gewicht des verdrängten Wassers) ist 17000 Tonnen bei 20 Fuss Tiefgang und 27000 Tonnen bei 30 Fuss Tauchung. Nach anderen Angaben (*Ztschr. des Vereins deutscher Ingen.*, 1861, Bd. V, S. 20) wiegt der völlig ausgerüstete *Great Eastern* ohne Ladung: 12375 Tonnen und geht dabei 22 Fuss tief.

Bei der Legung des transatlantischen Kabels zwischen Irland und Newfoundland (Nordamerika) im Jahre 1865, wo das am Bord befindliche Kabel (von über 2000 Seemeilen Länge) 4000 Tonnen wog und 7000 Tonnen Kohlen an Bord genommen waren, soll das Totalgewicht (einschl. Maschinen, Passagiere, Provision etc.) circa 24000 Tonnen betragen haben (nach Dr. Schellen's werthvollem Buche: *Das atlantische Kabel*, S. 81. Braunschweig 1867).

2) Oesterreichischer officieller Bericht über die Pariser Ausstellung von 1867, Lieferung 2, Heft 5, S. 20; ferner *Archiv für Seewesen* 1866, S. 433.

3) *Archiv für Seewesen* 1868, S. 16 und 1869, S. 26. 29. — Der *Hercules* ist 325 Fuss lang, 59 Fuss breit, hat voll belastet (darunter acht 18 Tonnen schwere Geschütze, welche 800pfündige Geschosse werfen, eine 12 Tonnen schwere Kanone mit 250pfündigem Geschosse etc. etc.) 23 Fuss Tiefgang vorn und 26½ Fuss hinten, sein Panzer ist 9 Zoll dick etc. Bei einer Probefahrt entwickelten die Dampfmaschinen eine Arbeit von 8528 Indicator-Pferdekräften, während der Fortlauf des Schiffes mit einer Geschwindigkeit von 14,7 Knoten oder circa 17 engl. Landmeilen pro Stunde erfolgte.

4) Die Panzerfregatte *König Wilhelm I.* lief am 25. April 1868 auf der Werft der *Thames Iron Works* vom Stapel. Dieselbe hat 355 Fuss 10 Zoll Länge, 60 Fuss Breite, 24½ Fuss Tiefgang vorn und 26½ Fuss Tiefgang hinten, führt nicht weniger als 23 Stück 300pfündige Krupp'sche Gussstahlkanonen und hat 8

Beachtet man hierbei, dass die Fortlauf-(Fahr-)geschwindigkeit dieser kolossalen Massen 13 bis 14 Knoten <sup>1)</sup> pro Stunde <sup>2)</sup>, also 15 bis 16 engl. Landmeilen <sup>3)</sup> pro Stunde betragen kann, so ergibt sich die geleistete mechanische Arbeit zu:

$8600 \times 15 = 129000$  Meilen-Tonnen für das Dampfschiff „Hercules“ und zu

$9900 \times 15 = 148500$  Meilen-Tonnen für „König Wilhelm“.

Zoll dicke Eisenpanzer. Bei der Probefahrt betrug die Fahrgeschwindigkeit im Mittel: 14,723 Knoten und die Zahl der Indicator-Pferdekräfte der Dampfmaschine ergab sich im Durchschnitt zu 8345. Archiv für Seewesen 1867, S. 406, 1868, S. 256 und 1869, S. 98, sowie ganz besonders in Graser's „Norddeutschlands Seemacht“. Leipzig 1870, S. 196.

1) Knoten ist der Name des allgemein angenommenen Geschwindigkeitsmaasses für den geraden Lauf der Schiffe, wobei man die Seemeile (=  $\frac{1}{60}$  eines Aequatorgrades =  $\frac{1}{4}$  geographische Meile =  $\frac{7420,402}{4}$  Meter = 1855,1005 Meter = 6086,40 engl. Fuss) zum Wege und die Stunde zur Zeiteinheit angenommen hat. Die Schnur oder das dünne Seil (die Logleine), an dessen Ende das zum Messen der Geschwindigkeit eines segelnden Schiffes angebrachte Log (abgebildet in Rühlmann's Hydromechanik, S. 286) befestigt ist, wird in Abtheilungen getheilt, welche man ebenfalls Knoten nennt und deren gegenseitiger Abstand =  $\frac{1}{120}$  einer Seemeile (= 15,46 Meter = 50,72 Fuss engl.) ist. Da ferner zum Messen der Zeit ein Logglas (eine Sanduhr) angewandt wird, welches in 30 Sekunden (=  $\frac{1}{2}$  Minute =  $\frac{1}{120}$  Stunde) abläuft, so ergibt sich von selbst der Satz.

„So viel Knoten das Schiff von der Logleine während der halben Minute ablaufen macht, so viel Seemeilen durchläuft es selbst in einer Stunde.“

2) 13 bis 14 Knoten sind lange nicht die grössten Geschwindigkeiten, womit die Dampfschiffe der Gegenwart regelmässige Fahrten ausführen. So läuft z. B. Ihrer Majestät (der Königin von England) Dampf-Yacht Victoria Albert (nach Murray's Ship-Building in Iron and Wood, Sec. Edit. 1863, p. 143) mit 17 Knoten, also mit 17 Seemeilen oder über  $19\frac{1}{2}$  engl. (Statute) Landmeilen (à 5280 engl. Fuss) pro Stunde und das Dampfschiff Leinster der New Holyhead Mail-Packets Compagnie, welches den Postdienst zwischen Holyhead und Kingston (Hafen von Dublin) besorgt, mit 17,797 Knoten oder circa  $20\frac{1}{2}$  engl. (Statute) Meilen pro Stunde (Murray a. a. O., S. 144). Nach Armstrong im XVI. Bande der Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers (in London) Seite 348 soll derselbe Weg von 63 Statute Meilen Länge in 3 Stunden, also mit einer Geschwindigkeit von 21 St. Meilen (Landmeilen) pro Stunde, oder mit 18,26 Knoten (Seemeilen) zurückgelegt werden. Bei rubigem Wasser sollen die besten Dampfschiffe sogar bis 25 Landmeilen pro Stunde, oder fast 20 Knoten zurücklegen.

3) Das genauere Verhältniss von  $\frac{\text{Seemeile}}{\text{engl. Landmeile}}$  ist:  $\frac{6086,4}{5280,0} = 1,2527$ .

Rakine setzt in seinem Werke: „Shipbuilding“, London 1866, S. 22, wie er sagt, für praktische Zwecke, dies Verhältniss = 1,1509.

Da ferner als die stärkste Arbeitsleistung eines Locomotiv-Eisenbahnzuges nach Bd. 3, S. 419 der Transport von 1656,47 Tonnen pro Stunde 12,17 engl. Meilen weit, d. h.

$$1656,47 \times 12,17 = 20159 \text{ Meilen-Tonnen,}$$

gerechnet werden kann, so erhellt, dass beim Wassertransport mittelst der neuesten Dampfschiffe (den Great Eastern wiederum ganz unbeachtet gelassen) ungefähr das Sechsfache an mechanischer Arbeit von dem geleistet wird, was man bis jetzt bei Eisenbahnzügen zu beobachten Gelegenheit hatte.

Nimmt man an, dass künftig ein Seedampfschiff mit einer Geschwindigkeit von 12 bis 13 Knoten fährt <sup>1)</sup>, also täglich circa 300 Seemeilen oder fast 346 englischen Landmeilen zurücklegt, so wird ein solches in Zukunft die Reise um die Welt, einen Weg von circa 24300 Seemeilen <sup>2)</sup>, in etwa 80 Ta-

1) In Zukunft wahrscheinlich mehr allgemein wie gegenwärtig, wo es noch ausnahmsweise.

2) Nach bemerkten (grösstentheils der neuesten Ausgabe von Berghaus, Chart of the World, entnommen) Entfernungen waren hierbei massgebend:

	Seemeilen.
Bremen — Southampton . . . . .	430
Southampton — St. Thomas . . . . .	3570
St. Thomas — Colon . . . . .	1023
Colon — Panama . . . . .	40
Panama — Acapulco . . . . .	1410
Acapulco — San Franzisko . . . . .	1850
San Franzisko — Kanagawa . . . . .	4520
Kanagawa — Shanghai . . . . .	2035
Shanghai — Hongkong . . . . .	800
Hongkong — Singapore . . . . .	1430
Singapore — Point de Galle . . . . .	1504
Point de Galle — Aden . . . . .	2135
Aden — Suez . . . . .	1308
Suez — Port Saïd . . . . .	100
Port Saïd — Alexandria . . . . .	254
Alexandria — Malta (Valette) . . . . .	820
Malta — Gibraltar . . . . .	973
Gibraltar — Southampton . . . . .	1160

Summa: 24362

Nach Professor Dr. Neumann (in Behm's geograph. Jahrbuche von 1870, S. 472) beträgt die Entfernung von Southampton aus gerechnet:

	nach	um das Kap Seemeilen.	durch den Suezcanal Seemeilen.	Differenz.	
				Seemeilen.	Tage für Dampfer zu 200 Seemeilen.
Zanzibar . . . . .		8000	6040	1960	10
Bombay . . . . .		10740	5940	4800	24



gen <sup>1)</sup> zurücklegen, vorausgesetzt, dass man den Suezcanal benutzt und der höchstens 40 engl. Meilen lange Dariencanal, von Caledonienbay oder Puerto de los Escocés nach dem Golf von St. Miguel vollendet sein wird, wodurch die Tour um das Cap Horn herum ganz wegfällt und die gesammte Reise sich um circa 14000 engl. (See-) Meilen verkürzt.

Nachtheilige Concurrenz kann der Dampfschiffahrt durch Eisenbahnen, wo letztere überhaupt möglich sind, nur in Bezug des Personenverkehrs und für den Transport leichter Güter, nicht aber für schwere Güter (Holz, Kohlen, Steine, Erze etc. etc.) erwachsen, da der Wassertransport im Allgemeinen wohlfeiler ist <sup>2)</sup> und das Fortschaffen grösserer Massen bequemer geschehen kann, als auf Eisenbahnen.

Daher werden selbst dann, wenn ausser der nun eröffneten

nach	um das Kap Seemeilen.	durch den Suezcanal Seemeilen.	Differenz.	
			Seemeilen.	Tage für Dampfer zu 200 Seemeilen.
Point de Galle . . . . .	10500	6580	3920	19
Calcutta . . . . .	11600	7080	3920	19
Singapore . . . . .	11780	8070	3710	18
Sunda-Strasse . . . . .	11300	8280	3020	15
Hongkong . . . . .	13180	9500	3680	18
Melbourne . . . . .	11140	11200	60	1/3

In derselben Quelle beträgt (nach Zenker) die Reise von Southampton

nach	um das Kap mittelt Segels.	durch den Suez- canal mittelst Dampfers.	Ersparniss.
	Tage.	Tage.	Tage.
Zanzibar . . . . .	80	33	47
Bombay . . . . .	100	33	67
Point de Galle . . . . .	100	37	63
Calcutta . . . . .	103	42	61
Singapore . . . . .	103	44	59
Sunda-Strasse . . . . .	100	45	55
Hongkong . . . . .	110	53	57

1) Der grösste Umfang der Erde (am Aequator) beträgt bekanntlich 5400 geographische oder 21600 Seemeilen. Natürlicher Umwege zufolge erhöht sich diese Zahl bei Fahrten mit Dampfschiffen zu der oben angegebenen.

2) Hagen, Handbuch der Wasserbaukunde. Th. 2, Bd. 3, S. 447 „Vergleichung der Canäle mit Eisenbahnen“. Noch ausführlicher und mit Beachtung jüngerer Erfahrungen wird dieser Gegenstand vom Prof. Treuding in der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieurvereins, Bd. XIII (1867), S. 35 in einem Aufsatz behandelt, welcher die Ueberschrift trägt: „Bemerkungen über die Anlage von Land- und Wassercommunicationen“.

Bahn, welche New-York mit San Franzisko in Californien durch die 3287 engl. Meilen (713 geographische oder deutsche Meilen) lange Great-Pacific-Bahn verbindet, sondern auch die Euphrat-Tigris-Bahnen und die Eisenbahnen Sibiriens vollendet sein werden, die Dampfschiffe immer noch der Hauptträger des Welthandels bleiben, wodurch der Austausch zwischen Production und Consumption der fünf Erdtheile vermittelt wird.

## §. 2.

Die Geschichte <sup>1)</sup> vom Ursprunge der Schifffahrt, die Erfin-

---

1) Literatur über Geschichte des Schiffbaues und der Schifffahrt. Le Roy, *La Marine des anciens Peuples*, Paris 1177; und *Les Navires des Anciens*, Paris 1782. Zwei Bücher, die als die ersten der neueren Zeit genannt werden müssen, worin die Schiffe der Alten besprochen sind. Leider sind beide sehr oberflächliche Arbeiten, ohne Quellenangaben und reich an Absurditäten. Die beigefügten Abbildungen sind nicht Originalzeichnungen, sondern Darstellungen, wie sich Le Roy die Schiffe und Zubehör dachte. — Berghaus, *Geschichte der Schifffahrtskunde bei den vornehmsten Völkern des Alterthums*. Leipzig 1792. 2 Octavbände mit 8 Kupfertafeln und einer Landkarte. Dieses weitläufige Werk behandelt die Schifffahrtskunde der ältesten Völker der Erde, insbesondere aber der Aegypter, Phönizier und Griechen (nicht der Römer), mit höchst anerkennungswerther (deutscher) Gründlichkeit. Der Verfasser (wahrscheinlich Philolog) lässt eine fast beispiellose Belesenheit erkennen, so dass fast jede Seite der beiden starken Bände mit einer Reihe von Citaten ausgerüstet ist, von deren Richtigkeit sich der Verfasser selbst überzeugt haben will. Leider ist anzunehmen, dass er auch jeden Missgriff und Unsinn seiner Vorgänger treulich aufbewahrt hat. Das Berghaus'sche Werk macht das Studium der ältesten Schriftsteller im Fache, wie Bayf (1537), Ryves (1633), Scheffer (1654) und selbst Le Roy beinahe überflüssig, sowie der Freund von Quellenstudien überdies dem 2. Bande eine 49 Octavseiten umfassende Literatur angehängt findet. Die beigegebenen Kupfertafeln sind ebenso schlecht gezeichnet wie ausgeführt, obwohl der Verfasser besonders hervorhebt, dass er sie den vortrefflichsten Mustern in Scheffer, Witsen (1671), Van Yk (1697) u. A. entlehnt habe. — Charnock, *History of Marine Architecture*. London 1800—1803. Drei starke Quartbände. Das ausführlichste und beste Werk, welches mit viel Sachkenntniss (wenn auch nicht überall hinreichend technisch) den Schiffbau aller Nationen von den ältesten Zeiten an bis Ende des 18. Jahrhunderts behandelt. Zahlreiche gut ausgeführte Abbildungen, auf grossen Kupferplatten, dienen zur Erläuterung, wobei allerdings die älteren Schiffe weniger zuverlässigen Quellen als die neueren entlehnt sind. — Bouvet de Cressé, *Histoire de la marine de tous les peuples, depuis la plus haute antiquité jusqu'à nos jours*. Paris 1824. Zwei Octavbände. Der Verfasser bezeichnet sich als Professeur de Belles-Lettres und behandelt in solcher Eigenschaft auch den Stoff, aus welchem für gegenwärtige Zwecke nur wenig zu entnehmen war, um so mehr, als auch keine Abbildungen beigegeben sind. — Jal, *Archéologie navale, publiée par ordre du roi*. Paris 1840. Zwei Octavbände. Der gelehrte Verfasser

dung der Schiffe, verliert sich in die Vorzeit der Fabel und Mythologie.

macht seiner Stellung (Historiographe de la Marine) alle Ehre, indem wir beispielsweise kein grösseres deutsches Werk besitzen, in welchem die Marine der ältesten Zeit bis zum Mittelalter in gleicher Vollständigkeit, wenn auch nicht überall mit hinlänglicher Treue, Gewissenhaftigkeit und voller technischer Sachkenntnis bearbeitet ist. Durch reiches Quellenstudium gelangte der Verfasser dennoch zu sehr übersichtlichem Text, dem sehr viele Abbildungen (vortreffliche Holzschnitte) beigelegt sind. — Bökh, Urkunden über das Seewesen des Attischen Staates. Berlin 1840. In diesen Urkunden, welche ein glücklicher Zufall (in jüngster Zeit, 1834) aus dem Schoss der Erde wieder hat auftauchen lassen, sieht man Flotte und Arsenal der Athener gleichsam vor unseren Augen ausgebreitet. Beigegeben sind 18 grosse Blätter, welche die Abschriften der vom Prof. Ross in Athen aufgefundenen Tafeln (auf Steinplatten) enthalten. — Creuze, Treatise on the theory and practice of naval architecture. Edinburgh 1848. Ein dünner Octavband, worin sich eine kurze, aber recht gut verfasste Geschichte des Schiffbaues (naval architecture), so weit es möglich war auszugsweise nach Charnock, vorfindet. Die neueste (nach Creuze's Tode erschienene zweite) Auflage ist von Andrew und Robert Murray verfasst und 1863 ebenfalls in Edinburgh erschienen. In dieser Ausgabe reicht die Geschichte bis zum Jahre 1862. — Smith, Ueber den Schiffbau und die nautischen Leistungen der Griechen und Römer im Alterthum. Eine antiquarische Abhandlung. Aus dem Englischen übertragen von Dr. H. Thiersch. Marburg 1851. Eine kurze (53 Octavseiten), gewissenhaft und mit Sachkenntnis nach den vorzüglichsten klassischen Quellen verfasste Abhandlung, die in der Originalsprache die Ueberschrift trägt: „On the ships of the Ancients“ und einem grösseren Werke „The Voyage and Shipwreck of St. Paul“, London 1848, entlehnt ist. — Steinitz, The Ship, its Origin and Progress; being a general history from its first invention to the latest improvements etc. etc. Illustrated with 24 Plates, representing the ships of all kinds and times etc. London 1849. Der Titel dieses 641 Quartseiten umfassenden Werkes verspricht viel mehr, als es in Wahrheit enthält. Die Technik des Schiffbaues ist fast ganz vernachlässigt, während die Seekriege, insbesondere die von Engländern geführten, oft so ausführlich geschildert sind, als es in einem Buche nur geschehen sollte, welches speciell Kriegsgeschichte zum Gegenstande hat. Die meisten der beigegebenen lithographirten Tafeln sind schlecht ausgeführt. — Fincham, A history of naval architecture etc., with 58 illustr. plates. London 1851. Ein sehr empfehlenswerthes (einen Octavband umfassendes) Werk, das mit Sorgfalt übersichtlich geschrieben ist, wobei man jedoch den Wunsch nicht unterdrücken kann, dass der Verfasser auch andere, als vorzugsweise englische Quellen hätte benutzen sollen. — Jal, La Flotte de César etc. Paris 1861. Ein kleines interessantes aber auch viele Unrichtigkeiten enthaltendes Werkchen des als Historiographen der kaiserl. franz. Marine bekannten Verfassers, welches vorzugsweise dem Auftrage an Dupuy de Lôme, für das Werk des Kaisers Napoleon III. über Cäsar eine möglichst genaue Triere zu Stande zu bringen, sein Entstehen verdankt. — Sein, Histoire de la Marine de tous les Peuples, depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours. Paris 1863. Der Verfasser dieses Werkes (Professeur à l'Ecole Navale Impériale), wovon dem Referen-

### Alte und neue Dichter haben sehr oft das Glasboot oder

ten jedoch nur der erste Theil zu Gebote stand, sagt in der Vorrede, dass seine Arbeit die Früchte mehrjähriger Studien und zahlreicher Forschungen sei, er jedoch dabei vorzugsweise die Jugend (ein Schulbuch) im Auge gehabt habe. Von den 93 eingedruckten Holzschnitten stellen die meisten Pläne von Seeschlachten dar, während die übrigen Abbildungen von Schiffen (von den ältesten Zeiten bis zum 16. Jahrhundert) enthalten, die nicht klassischen Quellen entnommen, sondern vorhandenen Beschreibungen nachgeahmt sind. — Yonge, *The History of the British Navy, from the earliest period to the present time. In two volumes in 8<sup>o</sup>. London 1863.* Ein lesenswerthes Werk, wovon ein Band 716 Octavseiten, der andere 809 solcher Seiten umfasst, welches speciell die Thaten der englischen Kriegsmarine nach vortrefflichen Quellen und Actenstücken beschreibt, dabei aber doch auch viele technische Notizen über Schiffsbau, sowohl der Engländer als anderen Nationen, enthält. Die beigegebenen 10 lithogr. Tafeln enthalten nur Pläne der bedeutendsten von den Engländern gewonnenen Seeschlachten. — Graser, *De veterum re navali.* Berolini 1864. Der gelehrte Philolog hat in diesem einige 90 Quartseiten umfassenden Buche die Construction der antiken Schiffe, nach den vorzüglichsten klassischen Quellen, mit einer technischen Sachkenntniß im Schiffbaue, der Takelage und der Schiffsführung behandelt, wie wenigstens dem Referenten kein Beispiel von Männern desselben wissenschaftlichen Kreises bekannt ist. Ergänzt wird dies Buch durch eine in deutscher Sprache geschriebene Abhandlung desselben Verfassers im dritten Supplementbande der Zeitschrift „Philologus“ (Göttingen 1865, S. 135—286), welche die Ueberschrift trägt: „Untersuchungen über das Seewesen des Alterthums.“ — Dr. Johannes Dümichen, *Aegyptologen* in Berlin: Imperialfolioformat. Leipzig 1866, Hinrichs Buchhandlung. „Die Flotte einer ägyptischen Königin aus dem 17. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung, und altägyptisches Militär im festlichen Aufzuge auf einem Monumente aus derselben Zeit abgebildet; beides zum ersten Male veröffentlicht nach einer vom Herausgeber im Terrasentempel von Dêr-el-bacheri genommenen Copie, mit theilweiser Reconstruction; nebst einem Anhang, enthaltend die unterhalb der Flotte als Ornament angebrachten Fische des rothen Meeres in der Originalgröße des Denkmals, eine chronologisch geordnete Anzahl von Abbildungen altägyptischer Schiffe und einige Darstellungen und Inschriften aus verschiedenen Tempeln und Gräbern, die auf das Vorstehende Bezug haben. Als ein Beitrag zur Geschichte der Schifffahrt und des Handels im Alterthume herausgegeben. Dieses ausgezeichnete Werk, ein wahres Monument deutschen Fleisses, deutscher Gründlichkeit und Ausdauer enthält nicht nur 135 altägyptische Schiffsdarstellungen, sondern es wird darin auch der Beweis geliefert, dass nicht die Phönicier die ersten Lehrmeister für den Bau, den Gebrauch und die Benutzung von Seeschiffen waren, sondern dass dieser Ruhm den Aegyptern gebührt. — Dr. Bernhard Graser: „Das Seewesen der alten Aegypter“, Berlin 1869, abgedruckt in Dr. Johannes Dümichen's Werke: „Resultate der auf Befehl Sr. Majestät des Königs Wilhelm I. von Preussen im Sommer 1868 nach Aegypten entsendeten Archäologisch-Photographischen Expeditionen“. Theil I. Diese abermals ausgezeichnete Arbeit Dr. Graser's, des bedeutendsten Forschers auf dem Gebiete des antiken Seewesens, bildet eine vortreffliche Ergänzung der von Dümichen gelieferten Abbildungen, indem sich der Verfasser die Aufgabe gestellt und gelöst hat, die technische Anordnung, Gestalt, Takelage

Papierboot (Argonauta) <sup>1)</sup>, als dasjenige Seethier besungen, welches den Menschen auf die Idee der Schifffahrt gebracht haben soll.

Leider ist an diesem lieblichen Bilde nichts Wahres! <sup>2)</sup> Vielmehr ist anzunehmen, dass das Schiff an mehreren Stellen der Erde zugleich erfunden wurde und dass wahrscheinlich ein auf dem Wasser schwimmender Baumstamm die erste Veranlassung zu seiner Erfindung gegeben hat. Thatsache ist es, dass die Pri-

etc. etc. der altägyptischen Schiffe mit grosser Sachkenntniss und Zuverlässigkeit zu erörtern. Eine andere höchst interessante Arbeit, welche wahrscheinlich den Director (?) des Königlichen Museums zu Berlin zum Verfasser hat, erschien 1866 in Berlin (ohne Angabe eines Verlegers, jedoch mit der Bemerkung: Gedruckt in der Königl. Geheimen Ober-Hofbuchdruckerei) unter dem Titel: „Das Modell eines athenischen Fünfreihschiffes Pentere aus der Zeit Alexanders des Grossen im Königlichen Museum zu Berlin.“ Mit vier photographischen Abbildungen. Dies Modell wurde nach den Vorschlägen und Anordnungen Dr. Graser's erbaut, seine Takelage aber, ebenfalls nach Graser's Angaben, auf der Königl. Werfte zu Danzig, unter Oberaufsicht des Schiffskapitäns Weickmann, angefertigt. Dasselbe ist gegenwärtig das einzige Bauwerk, an welchem sich von den Ruderkriegsschiffen des Alterthums mit ihrer inneren Einrichtung und äusseren Ausrüstung wirklich eine richtige Vorstellung gewinnen lässt. — Dr. Bernhard Graser: „Die ältesten Schiffsdarstellungen auf antiken Münzen, namentlich die Altpersischen und die Phönizischen im Vergleich mit den Griechischen und den Römischen Darstellungen.“ Berlin 1870. Mit 4 Tafeln in Kupfer radirter Abbildungen. Der unübertrefflich fleissige, rastlose, gelehrte Arbeiter hat nach Musterung von drei berühmten Münzsammlungen (Berlin, Breslau, Paris), in Summa mit 43600 Exemplaren, die Zahl von 2106 Schiffsmünzen herausgefunden, die jedoch fast alle nur auf einer Seite Schiffsdarstellungen zeigten, indess genüigten, um vielfache werthvolle (ganz neue) Anschlüsse über Gestalt und Takelage antiker Schiffe geben zu können. — Noch andere Quellen für Geschichtsstudien, in welchen sich (allerdings nur an geeigneten Stellen) zuverlässige (mit Abbildungen begleitete) Beschreibungen antiker Schiffe vorfinden, sind die Werke von Wilkinson (The ancient Egyptians), Weiss (Kostümkunde), Guhl und Koner (Das Leben der Griechen und Römer), Weisser und Kurz (Lebensbilder aus dem klassischen Alterthum) und ganz besonders Rich (Illustr. Wörterbuch der römischen und griechischen Alterthümer), Arbeiten, welche sämmtlich bereits im dritten Bande der Maschinenlehre (Artikel „Strassenfabrikerwerke“) citirt und benutzt wurden.

1) Hartwig, Das Leben des Meeres. Frankfurt a. M. 1859, S. 247 u. 248. An letzterer Stelle mit schönen Abbildungen begleitet.

2) Woodcroff in seinem vortreflichen Buche: A Sketch of the origin and progress of Steam Navigation etc., London 1848, stellt als Titelblatt-Vignette einen auf dem ruhigen Meere schwimmenden Argonauten dar, der zwei seiner flossenartig sich erweiternden Fangarme als Segel aufgerichtet hat, während die (sechs) anderen Arme im Wasser rudern und der Kiel seiner zierlichen Muschel die Wasserfläche durchschneidet. Illustriert wird diese Darstellung durch den Shakespeare'schen Ausspruch: „The Art itself is Nature“.

mitivform der Schiffe ein ausgehöhlter Baumstamm oder die Vereinigung mehrerer Stämme zu einem Flosse gewesen ist<sup>1)</sup>.

Auf die Idee des Fortbewegens und Lenkens solcher auf dem Wasser schwimmenden Körper haben vielleicht gewisse Wasservögel und Amphibien, sowie die Fische geführt, welche beziehungsweise ihre Füsse, Arme, Flossen, Schwänze, Häutchen etc. als Ruder und Steuer gebrauchen.

Wahrscheinlich hat die Schwimmblase der Fische<sup>2)</sup> auf den Gedanken gebracht, Bretterflösse mit untergebundenen und mit atmosphärischer Luft erfüllten Schläuchen zu versehen<sup>3)</sup>.

1) Movers in seinem vortrefflichen klassischen Werke: „Das phönizische Alterthum“. Dritter Theil, erste Hälfte (Handel und Schifffahrt), Berlin 1856, gehört erfreulicher Weise nicht zu denen, welche den Phöniziern die Erfindung der Schiffe zuschreiben und bezeichnet diese Behauptung höchstens als eine Sage. U. A. heisst es daselbst (S. 149):

„Die Mythe der Tyrier knüpft den ersten Versuch, das Meer zu beschiffen, an das zu Tyrus gefeierte Fest der „Wiedererweckung des Herakles“. Als einst die Waldungen an der Stätte des continentalen Tyrus bei einem Wetter in Brand geriethen, hatte Uso mit einem Baume, dessen Zweige er abgehauen, aufs Meer sich gewagt und, nach Inseltyrus übersetzend, hier den Winden und dem Feuer Säulen errichtet etc. etc.“

An anderer Stelle (S. 150) wird von Nonus erzählt, wie der tyrische Herakles die erdgebornen Menschen unterwiesener habe, ein Floss von zusammengeführten Fichtenstämmen zu zimmern und darauf nach der schwimmenden Insel Tyrus zu schiffen. Damit verbindet Nonus noch eine andere ohne Zweifel ebenfalls tyrische Mythe, wonach sich die ersten Schiffer von Fischen und Kranichen belehren liessen; von den Fischen nämlich, die Baumstämme schwimmen zu lassen; die Kraniche aber, welche auf ihren Zügen einen Stein tragen, um nicht vom Winde verschlagen zu werden, nachahmten, indem sie durch aufgelegte Steine dem wankenden Flosse Haltung und Gleichgewicht gaben. Weiss in seiner (Bd. III. unserer Maschinenlehre vielfach citirten) „Kostüm und e“, erste Abtheilung, S. 509, führt an, dass die Flusskähne der Indier entweder aus Rohr oder nur aus einem (ausgehöhlten) Baumstamme bestanden. Auch Herodot (3. Buch, §. 98) erwähnt bei seiner Beschreibung indischer Sitten und Gebräuche die zum Fischfange benutzten Rohrkähne, die man mit Fellen überspannt hatte. Die Babylonier sollen Schiffe aus Leder verfertigt haben (Herodot, 1. Buch, §. 194).

2) Die Fische können die mit Luft erfüllte Schwimmblase durch eine besondere Muskel zusammendrücken und erweitern, wodurch der Umfang (das Volumen) ihres Körpers vermindert oder vergrößert wird, so dass der Fisch im ersten Falle im Wasser sinkt, im zweiten steigt.

3) Von den Assyriern und Babyloniern erzählt Weiss (a. a. O. S. 226 und 240), dass sie den Transport zu Wasser (wie noch gegenwärtig) auf grossen Bretterflössen mit untergebundenen luftgefüllten Schläuchen ermöglichen. Dasselbe berichtet Layard in seinem Werke „Nineveh und Babylon“, übersetzt von Zenker,

Rittlings auf einem Baumstamme sitzend und mit den Händen rudern, befährt noch heute der Australier das Meer <sup>1)</sup>. Noch gegenwärtig sollen die Chinesen sogenannte Rundböte besitzen, die man durch die in das Wasser getauchte flache Hand fortbewegt <sup>2)</sup>.

Zur Gewissheit ist es durch die neueren Ausgrabungen und Studien bildlicher Darstellungen in monumentalen Ueberresten Oberägyptens geworden, dass, wie alle höhere menschliche Cultur von den Völkern am Mittelländischen Meere ausgegangen ist, auch (für diesen Theil der Erde) die Erfindung derjenigen Wassertransportmittel, welche im heutigen Sinne des Worts den Namen „Schiffe“ verdienen, von den Aegyptern gemacht wurde <sup>3)</sup>. Allerdings ist wenigstens nicht ganz bestimmt zu behaupten, ob die Fahrzeuge flachbödig oder auf Kiel gebaut waren <sup>4)</sup>, sowie ferner auch nicht aus den gefundenen Figuren die Grössenverhältnisse überall mit völliger Gewissheit entnommen werden können <sup>5)</sup>. Dagegen sind aus den Abbildungen viele Details, sowie charakteristische Eigenthümlichkeiten der Schiffe zu erkennen, sowie erwiesen ist, dass die Aegypter zum Fortbewegen ihrer Schiffe sowohl Ruder als Segel benutzten, auch die Steuerung durch zwei oder mehrere schaufelförmige Ruder (Stichruder) bewirkten. Endlich ist es ebenfalls zweifellos, dass das Hauptgerüst ihrer

S. 337. Ebendasselbst S. 174 wird von Männern erzählt, welche auf aufgeblasenen Schläuchen über die Flüsse schwammen. Abbildungen auf Tafel XI, Fig. B, Basreliefs entnommen, dienen zur Erläuterung.

1) Weiss a. a. O. S. 11.

2) *Abridgements of the Specifications relating to Marine Propulsion, Part I; p. 2. London 1857.*

3) Die wirkliche Geschichte keines Volkes reicht so weit (circa 10000 Jahre vor Christo) zurück, wie die der Aegypter, wenigstens für unsere wissenschaftliche Erkenntniss.

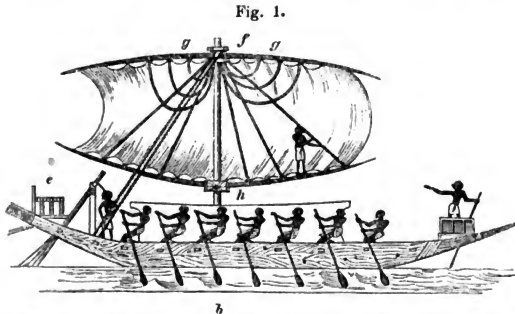
4) Kiel, ein langer unter der Längachse des Schiffes hinlaufender Balken, welcher die Grundlage der ganzen Construction bildet.

5) Abbildungen ägyptischer Handels- und Kriegsschiffe finden sich sowohl bei Weiss als namentlich bei Wilkinson: „A popular account of the Ancient Egyptians“. London 1854. Vol. I. p. 412 und 414, sowie Vol. II. p. 120. 124. 128. 167 (an letzterer Stelle Lustboote der Könige mit bemalten und gestickten Segeln). Das Ausgezeichnetste seiner Art liefern die bereits oben citirten Werke von Dümichen und Graser. Dümichen verdanken wir allein die treue Darstellung von 143 ägyptischen Schiffen, sowie Graser die sorgfältige technische Erklärung der Abbildungen.

Schiffe ein Rippenwerk<sup>1)</sup> war, welches man mit Papyrusschilf, Leder (später wohl nur mit Holz) zu bekleiden und überdies auch zu dichten verstand<sup>2)</sup>.

Demgemäss hatten auch die Aegypter bereits verschiedene Gattungen von Schiffen (und zwar sowohl Fluss- als Seeschiffe) für den Fischfang, zum Transporte von Lasten, zur Kriegsführung und zur Lustschiffahrt.

Fig. 1 zeigt eines der Nilboote (nach Wilkinson II. 128), wie sie, auf Steinornamenten dargestellt, in oder nahe bei Theben gefunden wurden. Der



Körper dieses Bootes hat mit unseren jetzigen Fluss- (Last-) Schiffen die grösste Aehnlichkeit. Der nicht ganz in der Mitte angebrachte Mastbaum<sup>3)</sup> ist mit Raaen (Segelstangen) gh ausgestattet, sowie überhaupt alles Tauwerk, welches zum Halten des Mastes und Regieren der Segel dient (die Takelage) ziemlich vollständig zu erkennen ist. Der Mann am Vordertheile des Schiffes führt einen Staken zum Fortschieben des Schiffes, wenn es die Wassertiefe

1) Wilkinson sagt Vol. II. p. 126 wörtlich: „That the ancient Egyptians boats were built with ribs, like those of the present day, is sufficiently proved by the rude models discovered in the tombs of Thebes.“

Ferner bemerkt derselbe: „It is probable that they had very little Keel, in order to enable them to avoid the sandbanks, and to facilitate their removal from them they struck; and indeed, if we may judge from the models, they appear to have been flat-bottomed.“

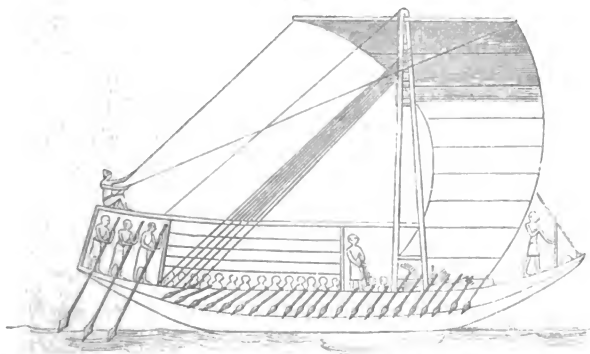
2) Die ältesten ägyptischen Schiffe scheinen aus Papyrusstauden (als Planken) zusammengesetzt worden zu sein, die man mittelst Papyrusbast als Banden zusammenhielt. Auch Herodot (II, 96) berichtet, dass die Lastschiffe ohne Rippen erbaut wurden. Beschreibung und Abbildung dieser Papyrusböte giebt Wilkinson Vol. II. p. 120. Ganz ausführlich handelt hierüber Graser in Dümichen's bereits citirten Resultaten S. 7 ff. Die ältesten Lastschiffe der Aegypter beschreibt auch Herodot (Buch V. §. 96) ziemlich ausführlich.



erlaubt, oder er ist mit einem Bootshaken zum Sondiren und Abstossen versehen<sup>1)</sup>. Jedenfalls setzte er sich jederzeit mit dem Führer der Steuer-schaukel in Rapport, der seinen Sitz in *e* hatte. Die Ruderer (Rojer) sitzen mit dem Rücken gegen das Vorderschiff, um ihr Schlagruder zu ziehen und nicht stossen zu müssen (wie letzteres auf den venetianischen Gondeln geschieht).

Fig. 2 ist eine Nilgaleere, wie man sie auf einem Grab-Basrelief zu

Fig. 2.



Kom Ahmar oberhalb Minieh (Wilkinson I. 414) dargestellt vorfand. Hier werde vor Allem hervorgehoben, dass diejenigen Theile, welche die altägyptische Schiffsform am meisten charakterisiren, die Steven sind, d. h. es ist vorn wie hinten (achter) derjenige Balken, welcher an beiden Enden aufwärts gehend die Fortsetzung des Kiels und mit letzterem den Grat, die Hauptstütze des ganzen Baues vom Längenprofile durch die Mitte des Schiffes bildet.

Oftmals sind die Vordersteven in Form von Thierköpfen gestaltet, wie dies beispielsweise Fig. 3 erkennen lässt, wobei jedoch bemerkt werden muss, dass die altägyptischen Schiffe niemals einen Schnabel, eine Spitze etc. (Rostrum) zum Anrennen feindlicher Fahrzeuge hatten, da diese Kampfweise erst später aufkam<sup>2)</sup>.

Der Mast (Mastbaum) besteht bei diesen grossen Fahrzeugen nicht aus einem Baume, sondern aus zwei nach oben convergirenden Stämmen, deren Füsse von einander etwas abstehen, während die Spitzen zusammenlaufen und eng mit einander zu einem massiven Top verbunden sind. Oben in Fig. 2 unter dem Top bemerkt man zwischen beiden Maststämmen eine Anzahl Querstäbe, welche Leitersprossen ähnlich sind<sup>3)</sup> und die Bestimmung haben (be-

1) Graser in Dümichen's „Resultaten“, S. 4 ff.

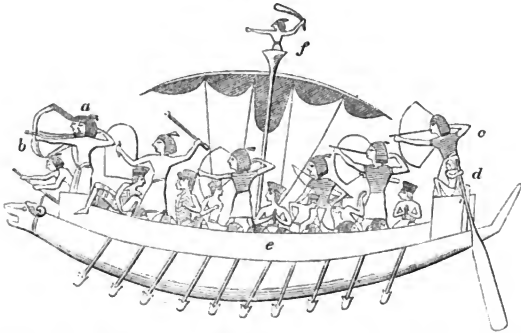
2) Graser in Dümichen's Resultaten, S. 3.

3) Graser bezeichnet a. a. O. S. 10 diese Leitersprossen als etwas ganz Neues für die Periode der fünften ägyptischen Dynastie.

sondere) Halttaue (Wanttaue) am Mast nach der Seite hin anbringen zu können.

Sehr wenig unter dem Top, der Mastspitze, ist die Raa, die horizontale, auf beiden Seiten des Mastes gleich lange Segelstange befestigt, natürlich

Fig. 3.



so, dass sie sich drehen und am Mast auf- und niedergehen kann. Das Segel ist hier, wie stets bei den ägyptischen Schiffen ein Raasegel<sup>1)</sup>, d. h. ein rechtwinklig viereckiges, in normaler Lage querschiffs stehendes Segel, dass bei den Flussschiffen (wie noch heute bei unseren Elbschiffen)<sup>2)</sup> doppelt so hoch als breit ist. Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, dass das Segel in unserer Fig. 2 ganz aufgezogen (gehisst) ist. Die beiden Taue, welche die oberen Ecken des Segels regieren, an beiden Enden der Raa fest und von da direct zum Deck geleitet sind, werden die Brassen genannt, während andere Taue den Mast gegen die Schwankungen des Schiffes und den Segel-  
druck zu halten haben<sup>3)</sup>.

Wie noch bei den Schiffen der Gegenwart, so finden sich bei den grösseren altägyptischen Flussschiffen dreierlei Taue, um den Mast zu stützen. Die eine Art hält namentlich den oberen Theil des Mastes nach hinten und wird heute „Pardun“ genannt (in Fig. 2 als im Top befestigt sichtbar). Die andere Art heisst bei uns Stag, hält den Mast nach vorn und ist am

1) Graser, Ebendaselbst S. 5.

2) Graser giebt im Philologus, 3. Supplementband, S. 182, die Mastenhöhe der heutigen Elbschiffe im Mittel zu 105 bis 110 Fuss Höhe an.

3) Unter den Tauen einer Schiffstakelage unterscheidet man das laufende und das stehende Tauwerk (Taugut). Ersteres (das laufende) dient nur zur Lenkung und Richtung der Segel, während das letztere (das stehende) blos zur Befestigung des Mastes dient. Letzteres ist für ein Seeschiff von solcher Wichtigkeit, dass es zu keiner Zeit hat fehlen können.

Vorderstevenkopfe in Fig. 2 nur im unteren Theile sichtbar, während der obere Theil vom Segel verdeckt wird. Die dritte Art des stehenden Tauguts hält den Mast nach beiden Seiten, nach Steuerbord und Backbord<sup>1)</sup> (rechts und links) und wird bei uns Wanten genannt. Die letzteren sind aber bei den altägyptischen Schiffen nicht genau querschiffs vom Mast gespannt, sondern meist mehr nach rückwärts (wie in unserer Abbildung Fig. 2), um einerseits dem Segeldruck besser zu widerstehen und andererseits das Stellen der Raa nicht zu hindern<sup>2)</sup>.

Was die in Fig. 2 sichtbaren Mannschaften betrifft, so erkennt man ohne weiteres, dass die Zahl der Rojer auf jeder Seite 22, also überhaupt 44 beträgt, wobei jedoch zu bemerken ist, dass diese hier (im Gegensatze des Gewöhnlichen und auch zu Fig. 1) mit dem Gesichte nach dem Vorderschiffe, statt (sonst) nach dem Hinterschiffe gewandt sind<sup>3)</sup>. Am Vordertheile steht wieder der Bootsmann mit dem Bootshaken, während am Hintertheile, ausser dem auf dem Deckhause sitzenden Mann, der die Brassens überwacht, drei Ruderbesteuerer am Steuerbord mit langen Sticherudern mit lanzen- oder pfeilartigen Enden zum Steuern sichtbar sind. Schliesslich dürfte noch darauf aufmerksam zu machen sein, dass in Fig. 2 die Sticheruder, frei in der Hand der Besteuerer ruhend, frei über Bord geführt werden, während in Fig. 1 der Schaft des Steuerruders in einem besonderen Pfosten (Ruderpfosten) drehbar gemacht ist, um das Steuern bequemer, sicherer und mit geringerer Kraftäusserung ausführen zu können<sup>4)</sup>.

Fig. 3 zeigt ein altägyptisches (rund gebautes) Kriegsschiff (Wilkinson I, 412 Ueberresten in Theben entlehnt). Beide Steven steigen hier in geschwungener Curve auf, der Vorderstevan in einen Löwenkopf auslaufend, der Hinterstevan erhebt sich am äussersten Ende fast rechtwinklig. Das Raasegel des einzigen Mastes (mit einer an den Enden nach unten gekrümmten Raa) ist während des Kampfes unter Ruderarbeit eingebunden oder aufgepeect (in Bauschen aufgenommen). Der Top des Mastes trägt ein kelchförmiges Gefäss (einen Mars), das zur Aufnahme von Bogenschützen oder Steinwerfern dient.

Am Vordertheile des Schiffes (unter dem Buchstaben *b*) ist der Mann mit dem Bootshaken sichtbar, am Hintertheile der Führer *d* des Steuerruders (Ruderbesteuerer).

Nach unten hin hat das Steuerruder die Gestalt eines Blattes, während sein Schaft (nach oben hin) in geeigneter Weise (wie bemerkt am Ruderpfosten) drehbar gemacht ist. Bogenschützen *a*, *b*, *c* sind der ganzen Schiffslänge nach

1) Steuerbord wird stets die rechte Seite eines Schiffes, Backbord stets dessen linke Seite genannt.

In den Abbildungen Fig. 15. 2 ist also dem Beschauer die rechte (Steuerbord-) Seite des Schiffes, in Fig. 3 dagegen die linke (Backbord-) Seite zugekehrt.

2) Auch die beiden grossen Schiffsabbildungen Tab. IV. und V., welche den Dümichen'schen „Resultaten“ beigegeben und Darstellungen aus den Pyramidengräbern von Synara entnommen sind, zeigen diese Anordnung der Wanten.

3) In den soeben (Note 2) citirten ähnlichen Abbildungen Tab. IV. und V. der Dümichen'schen „Resultate“ blicken sämmtliche Rojer nach hinten.

4) Man sehe deshalb auch Graser in den Dümichen'schen „Resultaten“ S. 16 bei der Beschreibung von Nilschiffen mit Takelage aus dem 17. Jahrh. v. Chr.

vertheilt kampfbereit aufgestellt. Die Rojer werden durch starke Wände *e* gegen feindliche Geschosse gedeckt. Endlich erkennt man auch (ausser dem mit Commandostab und Schild ausgestatteten Schützenhauptmanne) mehrere Kriegsgefangene, die mit Handschellen gebunden sind<sup>1)</sup>.

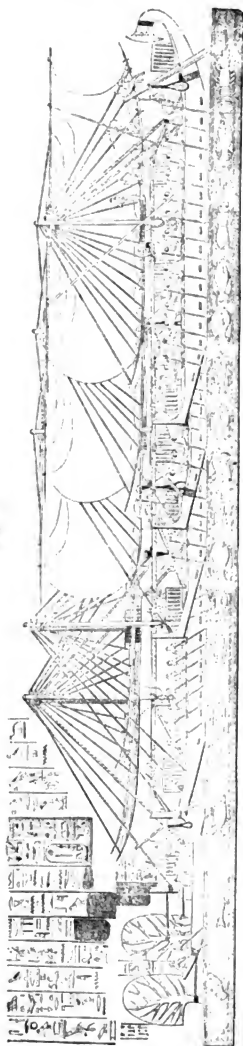
Altägyptische Seeschiffe (vorzugsweise zum Befahren des rothen Meeres bestimmt) hat uns zuerst der wackere Dümichen in seinem bereits wiederholt citirten Werke (die Flotte einer ägyptischen Königin<sup>2)</sup> aus dem 17. Jahrh. vor unserer Zeitrechnung, d. h. der Zeit der 17. Dynastie, Thutmosiszeit) zur Anschauung gebracht. Unter den von ihm gelieferten 26 Seeschiffsdarstellungen wählten wir in nachstehender Fig. 4 diejenige Tafel, welche fünf Schiffe der ägyptischen Flotte gedachter Königin zeigen, die nach der Fahrt auf dem rothen Meere, von Aegypten aus im Punierlande ankommen, d. h. an der arabischen Seite des rothen Meeres anlangen, woselbst damals die Phönicier wohnten. Von den fünf Schiffen sind zwei bereits gelandet und drei im Momente der Ankunft dargestellt, die drei rechten Schiffe unter Segel, die zwei zur Linken mit gestrichenen (niedergelassenen) Raaen. Ausserdem bemerkt man einen Kahn (ein Lichterboot), der mit Stricken bereits am Ufer befestigt ist.

1) Weiteres über derartige Schiffe aus dem 13. Jahrh. v. Chr. findet man in Dümichen-Graser'schen „Resultaten“ S. 23.

Die Abbildung eines altägyptischen Kriegsschiffes, welche Graser in seiner Schrift: „Die ältesten Schiffsdarstellungen auf antiken Münzen“, Tafel A, Fig. 2i giebt, ist fast dieselbe wie unsere Fig. 3. Graser hebt dabei (S. 21) hervor, dass man sie Gräberüberresten des Ramses in Medinet Habu entlehnt habe.

2) Ramaka-Hatscheptu, Gemahlin Thutmosis III. und später regierende Königin.

Fig. 4.



Die Steven dieser Schiffe <sup>1)</sup>, beide von gleicher Länge, steigen wieder in ganz gerader Linie sehr schräg auf <sup>2)</sup>; der Kopf des Vorderstevens ist bei allen scharf senkrecht abgeschnitten und zugleich nach oben um das Dreifache seiner Dicke erhöht, so dass er fast die Form eines Winkelmaasses annimmt, dessen innerer Winkel abgerundet ist. Der Hinterstevan dagegen krümmt sich plötzlich in die Form eines nach dem Vorderschiff hin offenen Halbkreises und lässt dessen oberes Ende mit einer gerade nach vorn gewandten Lotosblüthe (Contour einer nach vorn gewandten Belschneide) abschliessen, deren Stiel oder Hals kurz vorher mit einer dreifachen Tauschnürung (Tauszurrung, in Analogie mit den Papyrusbooten) umwunden ist.

In jeder Schiffswand zeigen sich 16 Lichtpforten (sehr niedrige, aber lange Fenster), die auf Wohnräume oder Kajüten unter Deck schliessen lassen. Ueber dem Bord ist eine Planke (als Dollbord) aufgesetzt, an welcher die Strophen (Tauschleifen für die Riemen der Rojer) befestigt sind. Durch die Strophen erscheinen an jeder Flanke 15 Riemen (Ruder) gesteckt, so dass jedes dieser Schiffe überhaupt mit 30 Rojer (Ruderer) bemannt war. Die Rojer selbst sehen (richtig) nach dem Hinterschiffe und sind (bei den drei noch unter Segel begriffenen Schiffen) aufgestanden, um sich zum Anholen des Riemgriffs mit der vollen Wucht des Körpers nach hinten zu werfen.

Von den beiden am Hintertheile sichtbaren Steuerrudern (an der Steuerbordseite) sind die Blätter ganz eingetaucht; ihre Stiele, starken Balken ähnlich, scheinen viereckig zu sein. Jedes dieser Steuerruder ist an dem Bordrande mit einem starken Stropp (Tauschliche) und ausserdem mit seinem oberen Schafttheil an einem Pfosten (Steuerruderpfosten) befestigt <sup>3)</sup>.

Zwischen Steuerruder und Ruderpfosten liegt um den Hinterstevan eine vierfache starke Tauszurrung und eine gleiche liegt (wenigstens beim zweiten Schiffe erkennbar) um den Hals des Vorderstevens. Von einer dieser Tauschnürungen zur andern geht ein starkes Tau, das wie das Tau für Seiltänzer von den Enden schräg emporsteigt, und dann in mehr als Kopfböhe über Deck von vier Gabelstützen getragen, über der Mittellinie des Schiffs (längsschiffs) horizontal hin läuft. Graser glaubt, dass dieses Tau dazu bestimmt ist, die weit über das Wasser ragenden Enden des Schiffs emporzubalten, d. h. den Längenverband des Schiffes zu stärken. Endlich sind vom Schiffsrumpf noch die würfelförmigen Halbedecke am Vordertheile (Back genannt) und am Hintertheile (Schanze) zu erwähnen, nämlich offene Kästen mit durchbrochenen

<sup>1)</sup> Die aus 13 verticalen Zeilen (links oben in unserer Fig. 4) bestehende hieroglyphische Inschrift lautet nach Dr. Dümichen's Uebersetzung also: „Die Fahrt auf dem Meere, das Erreichen des schönen Zieles in dem heiligen Lande, die glückliche Ankunft der ägyptischen Soldaten in dem Punierlande, gemäss der Anordnung des Götterfürsten Ammon, des Herrn der irdischen Throne in Theben, um herbeizuführen für ihn die Kostbarkeiten des ganzen Landes in einer ihm erwünschten Menge.“

<sup>2)</sup> Nach Graser's „Das Seewesen der Alten“ in Dümichen's Resultaten, Seite 17.

<sup>3)</sup> Viel ausführlicher wie hier erörtert Graser diese Steuerruderanordnung in der angegebenen Quelle.

Wänden, derart, dass diese Wände aus senkrechten Latten, wie bei den Viehwagen unserer Eisenbahnen, gebildet sind, welche oben und unten durch entsprechende Leisten unter einander verbunden und zusammengehalten werden. Der Zweck dieser Halbdecke ist kein anderer, als den Leuten, welche an den Enden des Schiffes postirt sind, freiere, ungestörtere Umsicht zu verschaffen. In der Back stehen stets zwei Leute, von denen einer ein säbelförmiges Holz als Commandostab beziehungsweise zum Zeichengeben hält, während dem andern die Ueberwachung des Schiffes, das Lothen mit Senklei und Handhaben des Bootshakens obliegt.

Was die Takelage anbelangt, so besteht dieselbe aus einem Maste mit einem Raasegel. Der Mast besteht hier nicht, wie in Fig. 2, aus zwei, sondern nur aus einem Stamm, um dessen unteren Theil ein starkes Tau in mehreren sich kreuzenden Windungen geschlungen und bis zum Deck herabgehend erscheint. Graser ist der Ansicht, dass dieses Tau dieselbe Bestimmung hat, wie das an den Steuerruderpfosten sichtbare dicke Tau, und zwar um so mehr, als hier die Wanten fehlen, welche sonst den Mast nach den Seiten (Flanken) hin halten.

Das Segel, nur bei den ersten drei Schiffen (rechts), welche noch herans segeln, sichtbar und hier vom Winde stark geschwellt, ist mehr breit als hoch. Oben wird das Segel von einer horizontalen, mit den überragenden Enden (Nacken) kaum merklich abwärts gekrümmten Raa getragen, welche aus zwei Stücken gebildet ist. Diese (obere) Raa wird zu beiden Seiten am Mast durch sogenannte Toppenants, Taue zum Heben der Raaenden, gehalten, so wie sich auch hier drei Hülftoppenants finden, welche vom Mars (Gerüst auf der Mastspitze) nach drei verschiedenen Punkten der Raa gehen und dort festgemacht sind. Bei den drei noch segelnden Schiffen sind diese Hülftoppenants nicht in Function, nicht angezogen, sondern sie hängen schlaff, während das Tau zum Heben der Raa in der Mitte (das Fall) und die Brassens an beiden Seiten die Raa in ihrer Lage halten; dagegen treten sie sofort in Function, sobald die Raa gestrichen (niedergelassen) und das Segel in Bauschen zusammengenommen ist. (Beim vierten und fünften Schiffe sind diese Segelbauschen deutlich sichtbar.)

An der Unterkante der Segel sieht man, wie bei den Flussschiffen dieser Periode, eine Unterleicksraa <sup>1)</sup>, deren ebenfalls überragende Enden aufwärts gebogen sind.

Nach Graser sind die sogenannten Schooten, d. i. diejenigen Taue, welche die Enden der Unterleicksraa nothwendig regiert haben müssen, nicht mit dargestellt, wogegen man beim ersten Schiffe deutlich Brassens sieht, welche die obere Raa regieren, aber nicht von den Enden, sondern von der Mitte ihrer beiden Hälften nach dem Deck herabfahren. Ganz oben ist der Mast mit einer Tauschnürung (Kragen) umwunden, von der ein dünnes äusseres Stag (Halttau des Mastes nach vorn) nach dem Vorderstevenkopf führt. Dicht unter dem Kragen der Mastspitze (Top) ist das Mars befestigt, ein Gerüst für den Ausguck und vielleicht auch (wie in Fig. 3) für Bogenschützen in der Zeit des Gefechts: es entspricht somit ganz dem Mars unserer und dem Mastkorb der mittelalterlichen Seeschiffe.

<sup>1)</sup> Unterleick wird der untere Saum des Segels genannt.

Unter dem Orte, wo man den Mars placirte, ist der Mast an sechs über einander liegenden Stellen zur Aufnahme von Rollen für die betreffenden Taue durchbohrt, dann aber auch durch daselbst umgelegte Ringe verstärkt (die durch die Bohrung veranlasste Schwächung ausgeglichen).

Ganz links in unserer Fig. 4 erblickt man das schon oben erwähnte Seeboot, das Vorräthe von den bereits festliegenden Schiffen an die arabische Küste schafft, wo die Aegypter offenbar für einige Zeit ein Lager aufschlagen wollen.

Dies Boot hat nur ein Steuer und ist mit Tauen an einem Baum des Ufers mit dem Vordersteven festgebunden. Die beiden Rojer am Vordersteven, richtig nach hinten schauend, haben die Arbeit eingestellt, während sich zwei andere Leute mit den Vorräthen zu schaffen machen. Was die Mannschaft der Seeschiffe angeht, so haben auch die Rojer des vierten Schiffes die Arbeit eingestellt und sitzen ruhig; die des dritten und des zweiten legen sich sitzend aus, um die Riemen anzuholen, und die des fünften strengen sich an, unter Commando des ganz vorn stehenden Mannes jene einzuholen, indem sie aufstehen und sich mit ganzer Macht in die Riemen werfen, während vier Matrosen, an den Tauen sich haltend, auf der Unterleicksraa stehen oder sitzen.

Die unter unserer Fig. 4 sichtbaren Seefische im Wasser charakterisieren das rothe Meer. Dümichen fand die Originale (Wandsculpturen in einer Terrassen-Tempel-Colonnade) überall in dieser Weise ausgestattet, weshalb auch wir keine Ursache erkannten, diese auf unserer photographischen Copie wegzulassen<sup>1)</sup>.

Dümichen's vorerörtere Forschungen lehren ganz entschieden, dass es falsch ist, wenn man die Phönizier als diejenigen bezeichnet, welche zuerst die See mit Schiffen befuhren, vielmehr zeigen sie ganz bestimmt, dass die Aegypter schon Seereisen unternommen haben, bevor sich die Phönizier am Mittelmeere niedrliessen. Daher sind wahrscheinlich die Aegypter auch im Gebiete des Schiffbaues und Seewesens die Lehrmeister der Völker des Alterthums gewesen.

Zweifellos scheint es indess nach Graser<sup>2)</sup> zu sein, dass sich die phönizische Schiffsform nicht aus der ägyptischen, sondern selbstständig neben letzterer entwickelte, sowie es ebenfalls die Phönizier gewesen sind, welche mit ihren Schiffen zuerst das weite Mittelmeer (die Thalassa) befuhren, sich also zuerst auf die hohe See hinaus wagten, nachdem sie ihren ersten (bereits er-

1) Die hier erwähnten Sculpturen verherrlichen überhaupt eine von Aegypten aus nach der arabischen Küste des rothen Meeres unternommene (friedliche) Seeexpedition. Dümichen hat seine gesammten hierauf bezüglichen Schätze in drei grossen Imperialfoliotafeln zusammengestellt. Nach der ersten Tafel ist unsere Fig. 4 photographirt und sodann in Holz geschnitten. Die zweite Tafel führt das interessante Bild der Belastung zweier Schiffe vor Augen. Die dritte Tafel endlich giebt die glücklich von ihrer Reise nach Arabien in Thebais (Oberägypten) zurückkehrende Flotte, und zwar reich beladene Schiffe derselben.

2) „Die ältesten Schiffsdarstellungen auf antiken Münzen etc.“ Seite 6.

wähnten) Aufenthaltsort, die arabische Küste des rothen Meeres aufgegeben und sich am Mittelmeere, in Kanaan, im Lande der Palmen oder im rothen Lande niedergelassen hatten<sup>1)</sup>. Naturgemäss waren daher die Phönizier gezwungen, ihre Schiffe zu vervollkommen, überhaupt die Nautik und die dazu gehörigen Kenntnisse, sowie namentlich die Sternkunde zu cultiviren<sup>2)</sup>.

Auch Plinius (Naturgeschichte V, 13) bezeichnet die Phönizier nicht als die Erfinder der Seeschiffe, sondern als berühmte, weil sie in der Schiffskunst sehr geschickt waren<sup>3)</sup>.

Was die Entstehung und Fortbildung der Schiffahrt in Phönizien vorzüglich beförderte, war (abgesehen von der günstigen Lage ihres Gebiets) der zugleich für dessen Weltstellung so wichtige Umstand, dass das Land in reicher Fülle und bester Güte Alles darbot, was zum Schiffsbau erforderlich war, namentlich treffliches Bauholz in den Waldungen des Libanon, die in der Urzeit noch bis an die Meeresküste herabreicheten. Ihre Kriegsschiffe, die sogenannten langen Schiffe, die in alter Zeit auch gegen Seeräuber und Strandüberfälle Schutz gewähren mussten, wurden auf Kiel gebaut<sup>4)</sup>, wovon die Geschichtsschreiber nach-

1) Das eigentliche Phönizien war selbst in seinen blühendsten Zeiten eines der kleinsten Länder der alten Welt. Es begriff den Theil der syrischen Küste von Tyrus bis nach Aradus, einen schmalen Landstrich, der etwa 25 Meilen in der Länge von Süden nach Norden und vielleicht nirgends über 4 bis 5 Meilen in der Breite hatte. Aradus war die nördlichste Grenzstadt Phöniziens, südlicher lag Sidon und an der Südgrenze endlich Tyrus, die Königin aller phönizischen Städte. (Ausführlicher in Heeren's „Ideen über die Politik, den Verkehr und den Handel der vornehmsten Völker der alten Welt“. Göttingen 1815. Th. 1, Abth. 2, S. 7 ff.)

2) Movers, „Das phönizische Alterthum“. Berlin 1856. Dritten Theiles erste Hälfte, S. 152 und besonders S. 185. Die Phönizier sollen auf ihren nächtlichen Fahrten zur Richtungsbestimmung ihrer Schiffe den Lauf der Gestirne zuerst sorgfältig beobachtet, den Sternbildern ihren Namen gegeben und deren Zahl festgestellt haben. Wahrscheinlich haben sie auch die Wichtigkeit des Polarsterns für ihre Seereisen zuerst erkannt, da es Thatsache ist, dass dieser Stern bei den Griechen gewöhnlich der „phönizische Stern“ genannt wurde. Boussole und Astrolabium fehlten den Phöniziern.

3) Für unsere technischen Zwecke wird es genügen, wenn wir nur diejenigen Völker berücksichtigen, welche in der Geschichte der Schiffahrt eine ganz besonders wichtige Rolle spielen, also in der Zeitreihenfolge die Aegypter, Phönizier, Griechen, Karthager, Perser und Römer.

Abbildungen assyrischer und babylonischer Schiffe finden sich u. A. bei Weiss (Kostümkunde), Abtheil. 1, S. 239. Ferner in Layard's Werken: „Niniveh und seine Ueberreste“. Deutsch von Dr. Meissner. Leipzig 1850 (insbesondere Fig. 64, 65a und 67), sowie in „Niniveh und Babylon“. Deutsch von Dr. Zenker. Tafel XI und XII.

4) Movers a. a. O. S. 156.

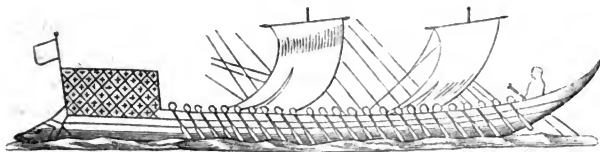


weisen, dass solche Cedernholzkiele gewöhnlich aus einem einzigen Baume bestanden, der zuweilen 130 Fuss Länge und einen Umfang hatte, dass drei Männer ihn nicht umspannen konnten. Auch zu den Mastbäumen wurde Cedernholz verwandt, zu den Rudern bediente man sich des festeren Eichenholzes, welches in vorzüglicher Güte die berühmten Eichen des basanatischen Hochwaldes lieferten, worüber auch in der Bibel Bericht erstattet wird <sup>1)</sup>.

Vor dem achten Jahrhundert scheinen die Kriegsschiffe der Phönizier vorzugsweise Pentekontoren, d. h. Fünfzigrunderer, dabei aber immer nur Fahrzeuge mit nur einer Reihe von Rudern, moneris, gewesen zu sein.

Fig. 5 stellt einen solchen (zweimastigen) Fünfzigrunderer (gewöhnlich 24 bis 25 Rojer auf jeder Langseite) dar, wo die steilere

Fig. 5.



Stevenform, die kolbige (oder eckige) Back (Halbdeck auf dem Vorschiffe), sowie ganz besonders der metallene Schnabel (am Vordertheile) oder das Rostrum zum Anrennen oder Löcherstossen in feindliche Schiffe als charakteristische Merkmale recht wohl zu erkennen sind <sup>2)</sup>.

Im Allgemeinen waren es sehr kräftig gebaute Flachsiffe (Galeeren), worauf die Ruderer auf Querbänken sassen und jedes Ruder oft von mehreren Männern zugleich erfasst und bewegt wurde, wie dies auf den Galeeren des Mittelländischen Meeres im 15., 16. und 17. Jahrhundert noch der Fall war.

Später baute man Kriegsschiffe von grösserer Ruderkraft. Erst sogenannte Biremen, d. h. Schiffe mit zwei Reihen von Ruderern auf jeder Seite in horizontalen Ebenen, aber in schiefer

1) Prophet Hesekiel, Cap. 27, Vers 6: „Und deine Ruder aus Eichen von Basan.“

2) Ausführlicher mit Abbildungen begleitet in Graser's „Die ältesten Schiffsdarstellungen auf antiken Münzen“. Unsere Fig. 5 ist den oben citirten Werken von Weiser-Kurz und Guhl-Koner entnommen.

Stellung oder in diagonaler Richtung über einander <sup>1)</sup>, dann Triremen (Trieren), wo man drei Reihen von Ruderern (gewöhnlich  $3 \cdot 50 = 150$  Mann, zuweilen auch mehr) in eben solcher Weise über einander angebracht hatte.

Schon gegen 704 vor Christo werden die Trieren in Korinth und bei den Saniern erwähnt, und giebt es Schriftsteller, welche deshalb die Erfindung dieser dreireihigen Ruderschiffe den Korinthern beilegen, wovon aber das Gegentheil Mover's <sup>2)</sup> beweist. Letzterer (klassischer) Schriftsteller schreibt die Erfindung der Triere den Sidoniern zu, dabei bemerkend, dass die Schiffsform, aus welcher die Triere hervorgegangen ist, in Vorderasien sehr alt sei. Allerdings wird schon die Arche Noahs als ein Dreidecker oder als ein mit drei Verdecken versehenes, zellenförmig gebautes Schiff beschrieben <sup>3)</sup>, wobei wir aber nicht genug vor der Verwechslung mit Dreiruderern warnen können, da es gewiss ist, dass die Trieren keine Dreidecker, sondern offene Schiffe mit drei Ruderreihen über einander waren und eine Decke zwischen den Ruderreihen zu den Unmöglichkeiten gehörte, wie sich später (bei den Trieren der Griechen) bestimmt herausstellen wird.

In den ältesten Zeiten waren auch die Kauffahrteischiffe der Phönizier mit kriegerischer Mannschaft besetzt, wofern sie nicht etwa Kriegsschiffe zum Geleite hatten <sup>4)</sup>. Darauf deutet Ezechiel hin, dessen Tarsisschiff die Schilde und Helme der tyrischen Soldtruppen schmücken <sup>5)</sup>, ganz so, wie auch auf den phönizischen Schiffen von Khorsabad die Schilde ausgehängt sind <sup>6)</sup>.

Das gewöhnliche phönizische Kauffahrteischiff war ein vorn

1) Ausführlich bei Movers a. a. O. S. 179. Abbildungen einer später gebauten (römischen) Bireme, nach einem Marmor-Basrelief gezeichnet, findet sich später S. 48 nach Rich's „Illustrirtem Wörterbuche der römischen Alterthümer“ (deutsch von C. Müller). Leipzig 1862, S. 80 und 427. Noch andere Quellen (Layard, Wilkinson etc.) giebt Movers im dritten Theile S. 179 an.

2) A. a. O. Theil 3, S. 177.

3) Im 1. Buch Mosis, Cap. 6, Vers 16 heisst es vom Baue der Arche u. A.: „Und soll drei Boden haben, einen unten, den anderen in der Mitte und den dritten in der Höhe.“

4) Movers a. a. O. S. 167.

5) Ezechiel (Hesekiel) Cap. 27, Vers 8 bis 10.

6) Layard, „Niniveh und seine Ueberreste“. Deutsch von Meissner (Leipzig 1850), S. 382, Fig. 65a und 67.

und hinten rundförmiger hochgewölbter Bau, weshalb man ein solches Schiff auch *Gaulos* (Trog, Wanne) nannte <sup>1)</sup>.

Obwohl es kleinere oder grössere *Gauloi* gab, so bezeichnete man doch noch kleinere Waarenschiffe mit dem Namen *Cymba* (bei den Römern später ein kleiner Nachen). Diese hatten einen flachen Kiel und geringen Tiefgang, um die Küsten befahren zu können.

Als phönizischen Ursprungs wird ferner die *Barke* (*barca*), das *Boot*, bezeichnet, welches zur Ausschiffung der Waaren diente <sup>2)</sup>.

Grosse Waarenschiffe der Phönizier hatten grössere Ruderschiffe zur Begleitung, die unseren Schaluppen und, was Grösse und Form betrifft, den mittelalterlichen Galioten entsprachen. Dahin gehören die *Lembi* und die *Dromen* (Läufer), deren Hauptbestimmung die Befahrung der Küsten war, beide wegen ihrer Schnelligkeit berühmt <sup>3)</sup>.

Für weite Seefahrten zu Handelszwecken bedienten sich die Phönizier nach Herodot <sup>4)</sup> weder der grossen und schwerfälligen *Gauloi* noch der *Trieren* wegen ihres Tiefganges, sondern der

1) *Movers* a. a. O. S. 158. Es ist durchaus falsch, wenn man von dem lateinischen Worte *galea* (Helm) den Namen der (späteren) flachen Ruderschiffe mit niedrigem Bord, der bereits oben (S. 13 und 21) erwähnten Galeeren ableiten will, deren Bauart gerade das Gegenteil von dem hochbordigen *Gaulos* war. Ausführlich hierüber handelt der recht gut geschriebene Artikel „Galeere“ in *Ersch und Gruber's Encyclopädie*, Section 1, Theil 52 (1851), S. 316 ff.

Nach *Lucian* führt *Movers* (a. a. O. S. 47) als Beispiel von der Grösse der *Gauloi* das grosse phönizische Getreideschiff *Isis* an, das 120 Ellen (180 Fuss) lang und 30 Ellen (45 Fuss) breit gewesen sein soll.

2) *Movers* a. a. O. S. 170 leitet das Wort *Barke* vom Hebräischen „beugen“, „krümmen“ her, was auf die gewölbte Form hindeutet, die den phönizischen Handelsschiffen eigen war.

3) *Movers* a. a. O. S. 170. In der Bibel findet sich der Name „Läufer“ für ein schnell segelndes Schiff im Buche *Hiob*, Cap. 9, Vers 25, wo es heisst: „Meine Tage sind schneller gewesen denn ein Läufer; sie sind geflohen und haben nichts Gutes erlebt.“

In Beziehung der Geschwindigkeit des Fortlaufes standen die Seefahrten der Alten nicht so weit zurück als man zuweilen anzunehmen pflegte. *Movers* widmet letzterem Gegenstande (a. a. O. S. 190 bis 199) neun gedruckte Octavseiten, wovon wir u. A. nur hervorheben wollen, dass man bei gutem Winde mit den Ruderschiffen in drei Tagen von *Alexandria* nach *Kandia* (*Cypern*) segelte.

4) Erstes Buch, §. 163: „Sie fuhren aber nicht auf runden Kaufahrtschiffen, sondern auf Funfzigruderern.“

schon erwähnten leichtgebauten, mit Ruderern und Segelwerk versehenen (dazu mit Kriegsmannschaften ausgerüsteten) Pentekontoren. Aus solchen Schiffen scheinen auch (etwa um das Jahr 1250 vor Christo) die Expeditionen bestanden zu haben, womit sie den Versuch der Umschiffung Afrikas vom rothen Meere aus machten (?) (ebenfalls nach Herodot <sup>1)</sup>), wobei sie zurück durch die Säulen des Herkules (Strasse von Gibraltar) fuhren und nach Aegypten gelangten, Handel (besonders des Zinns wegen) mit England trieben <sup>2)</sup>, bis in die Ostsee zum Bernsteinlande (an die preussische Küste) <sup>3)</sup> und selbst nach Schweden (namentlich der Pelze etc. wegen) <sup>4)</sup> kamen.

Auch den Israeliten (Hebräern) waren die Phönizier Muster im Schiffsbaue und verdankte ihnen auch König Salomo die Ausrüstung und theilweise Bemannung der Flotte, die er mit dem König von Phönizien Hiram (Hirom) zur Entdeckung Indiens (Ophir) ausgesandt hatte <sup>5)</sup>.

Naturgemäss besuchten die Phönizier noch viel früher die damaligen griechischen Inseln und die Küsten des Festlandes, entweder als Räuber oder Kaufleute, je nachdem sich die Gelegenheit dargeboten haben mag, wobei die Griechen begreiflicher Weise auch Gelegenheit fanden, phönizische Schiffe kennen zu lernen <sup>6)</sup>.

Das Sinken der phönizischen Herrschaft begann im 10. und 9. Jahrhundert v. Chr., als im Osten sich Griechenland und das griechische Kleinasien in Cultur und Seeverkehr zu heben anfang, im Westen dagegen die (885 v. Chr.) gegründete phönizi-

1) Viertes Buch, §. 42. Man sehe auch Büchele's „Geschichte des Welt-handels“, S. 26 ff. Stuttgart 1867.

2) Wilkinson, A popular Account of the ancient Egyptians. Vol. II. p. 132.

3) Fischer, Geschichte des deutschen Handels. Hannover 1785, Theil 1, S. 113, „Bernsteinhandel an der preussischen Seeküste“. — Heeren, Ideen über die Politik, den Verkehr und den Handel der vornehmsten Völker der alten Welt. Ersten Theiles zweite Abtheilung, S. 77 und 78. Heeren kritisirt auch a. a. O. S. 87 die Sage von der Umschiffung Afrikas durch die Phönizier.

4) Nielson, Die Ureinwohner des skandinavischen Nordens. Hamburg 1866, S. 66 und 74.

5) 1. Könige, Cap. 9, Vers 26 bis 28.

6) Heeren a. a. O. Theil 1, Abtheilung 2, S. 70: „Ueber den Handel der Phönizier mit den Griechen.“

sche Colonie Karthago, selbstständig geworden, sich rasch entwickelte.

Die Art und Weise des Schiffsbaues bei den alten Griechen charakterisiren u. A. die Homerischen Gesänge <sup>1)</sup>. Die deutlichste Vorstellung von der Bearbeitung und Zurüstung der einzelnen Theile eines Schiffes liefert ganz besonders die lebensvolle Schilderung von der Zurichtung eines Schiffes, das sich Odysseus nach Angabe der Calypso herstellte.

Nachdem die Göttin den Odysseus mit einem ehernen zweischneidigen Beile und einer geschliffenen Axt ausgestattet und dieser sich Erlen, Pappeln und Tannen gefällt, letztere gezimmert und mittelst Bohrer, Nägel und Klammern eine Art Grundwerk (Kiel) geschaffen hatte, setzte er, nach des Dichters Angabe, seine Arbeit folgendermaassen fort <sup>2)</sup>:

„Bohlen sodann zum Bord, an häufigen Rippen befestigt,  
Stellt er umher und schloss des Verdecks weitreichende Bretter.  
Drinne erhob er den Mast, mit der kreuzenden Raue gefüget,  
Auch ein Steuer daran bereitet' er, wohl zu lenken.  
Jetzo mit Weidengeflechte verstopft' er es tüchtig nach aussen  
Gegen die rollende Fluth; und füllte den Boden mit Ballast.  
Leinwand brachte sodann die erhabene Göttin Calypso,  
Segel davon zu bereiten; und kunstreich fertigt' er die auch.  
Band die Taue des Mastes und segelwendenden Seile;  
Und nun wälzt er mit Hebeln den Floss in die heilige Meeresfluth.“

Dass das griechische Seewesen in der ersten Zeit seiner Ausbildung noch sehr unvollkommen gewesen sein mag, zeigen namentlich die Nachrichten über den Zug gegen Troja (1194 bis 1184 v. Chr.) <sup>3)</sup>, wobei die Schiffe nur eine Reihe Ruderer auf jeder Seite, nur einen Mast und Segel und 50, höchstens 120 Mann Besatzung hatten <sup>4)</sup>, überhaupt aber in keiner Weise für den Seekrieg, sondern nur zum Transporte der Landmacht eingerichtet

1) Homer lebte (?) etwa 1000 Jahre vor Christo. Sein Geburtsort scheint Smyrna oder Chios gewesen zu sein.

2) Odyssee, 5. Gesang, Vers 251.

3) Die Zahl der Schiffe, welche (1184? vor Christi Geburt) vor Troja lagerten, wird von Weiss (a. a. O. S. 443), von Beck (Geschichte der Griechen und Römer. Hannover 1858, S. 49) u. A. zu 1186 angegeben. Indess waren diese Schiffe verhältnissmässig klein, so dass die Besatzung eines jeden wohl nicht viel mehr als 120 Mann betrug (Ilias, 2. Gesang, Vers 509 und 510).

4) Ilias, 2. Gesang, Vers 510.

waren <sup>1)</sup>. Völlig anders hatten sich die Kriegsschiffe beim Beginn der Perserkriege (550 bis 449 v. Chr.) gestaltet, indem zu dieser Zeit bereits die Dreiruderer (Trieren) den Kern der Flotten und zwar sowohl bei den Griechen wie bei den Persern bildeten. Nach Duncker <sup>2)</sup> soll im zweiten Zuge der Perser gegen Griechenland (490 v. Chr.) eine Flotte von 600 Trieren und ebenso viel Transportschiffen im ägäischen Meere erschienen sein <sup>3)</sup>.

Griechische Trieren entschieden die von dem athenischen Strategen Themistokles veranlasste Seeschlacht bei Salamis (480 v. Chr.) <sup>4)</sup>, wobei ausdrücklich erwähnt wird, dass die Phönizier

1) Von hier ab wurde mehrfach ein vortrefflich (wahrscheinlich von Dr. Graser) geschriebener Aufsatz in der von Cotta verlegten Zeitschrift „Das Ausland“, Jahrgang 1863, S. 657, benutzt, welcher überschrieben ist: „Der antike Dreiruderer nach der Construction Napoleons III. und nach den Zeitgenossen des Alterthums.“

2) Geschichte des Alterthums IV, S. 664.

3) Es dürfte gleich nützlich wie interessant sein, hier eine passende Stelle aus Graser's Schrift: „Die ältesten Schiffsdarstellungen auf antiken Münzen“, S. 11 ff., wieder zu geben, indem hier Nachstehendes gesagt wird:

„Die Perser waren kein Seevolk, wie dies ja auch der Natur ihres Landes nach nicht möglich war; eine wirklich persische Seemacht entwickelte sich erst, als die nach Westen vordringenden persischen Landheere Küstengegenden besetzt hatten, in welchen eigentliche Seevölker wohnten, welche durch die Natur ihres Landes und die Tradition ihrer Geschichte auf Seehandel und Seezüge hingewiesen waren. Das erste Volk dieser Art, auf welche die Perser trafen, waren die Phönizier: es war also nicht mehr als natürlich, dass man die, wie wir sehen, nun sofort entstehende persische Seemacht auf der Grundlage der in Phönizien vorhandenen Elemente organisirte und hierbei auch die Technik und den Schiffsbau derselben ebenso adoptirte, wie später die Römer ihre ersten grösseren Kriegsschiffe anerkanntermaassen nach karthagischem Muster bauten. Wenn die Perser nachher auch das asiatische Griechenland und Aegypten ihrem Reiche einverleibten und die Flotten dieser Länder in ihrem Interesse verwandten, so konnte dies doch nichts mehr an der einmal eingeschlagenen Entwicklung der persischen Marine ändern; überdies dominirte die phönizische Seemacht auch dann noch immer durch ihre Grösse innerhalb der persischen Marine.“

4) Die Seemacht des Xerxes soll im dritten Zuge der Perser gegen Griechenland (481 bis 480 v. Chr.) nach Herodot (VII, 184) aus 1207 grösseren Kriegsschiffen (Trieren?) und aus 3000 Pentekontoren (50 Ruderern) als Lastschiffe, in Summa also aus 4207 Schiffen bestanden haben. Plötz (Auszug etc. S. 59) giebt dagegen an, dass die persische Flotte (vor der Schlacht bei Salamis) über 1300 Trieren gezählt habe. Letztere Geschichtsquelle hebt hervor, dass in der Schlacht bei Salamis die persische Flotte nur noch 750 Schiffe stark gewesen sei, die Anzahl der griechischen Schiffe aber 375 betragen habe. Letzteres stimmt auch mit Herodot (VIII, 82), der überhaupt eine sehr vollständige Beschreibung dieser für die Griechen so glorreichen Seeschlacht giebt. Dies Salamis, Eleusis gegenüber, ist nicht mit Salamis auf Cypern zu verwechseln.

(der persischen Flotte) die besten Segler gestellt hätten und von diesen wieder die Sidonier <sup>1)</sup>. Ebenfalls Trieren waren es, womit Cimon die syrischen Seeräuber züchtigte und die Seeschlachten am Eurymedos (469 v. Chr.) und bei Salamis auf Cypern (449 v. Chr.) über die persische (phönizisch-cilicische) Flotte gewann. Nachdem das nun seemächtige Griechenland seine unter persischer Flagge vereinigten Flottenrivalen niedergeworfen hatte, legte es bekanntlich in Anspannung aller seiner Kräfte den Grund zu seiner höchsten Blüthe, um bald darauf unter Perikles (444 bis 429 v. Chr.) das ganze Becken des Mittelmeeres zu beherrschen, während seine Colonien in Unteritalien sich bis zum westlichen Becken des Mittelmeeres in den Bereich von Karthago vorschoben.

Lange vor dieser Zeit hatten sich die Karthager <sup>2)</sup>, als natürliche Erben der phönizischen Seemacht, mit der Verbesserung der Seeschiffe beschäftigt, so dass sie schon im ersten Kriege gegen die Griechen auf Sicilien (480 v. Chr.) eine aus 200 Trieren und 300 Transportschiffen bestehende Flotte (unter Hamilkar) nach Sicilien senden konnten.

Nach Heeren <sup>3)</sup> besaßen die Karthager auch schon Schiffe mit fünf Ruderreihen übereinander, kurzweg Fünfruderer (Penteren, Quinqueremis) genannt, und demgemäss wahrscheinlich auch Schiffe der dazwischen liegenden Gattung, d. h. solche mit vier Ruderreihen über einander, Vierruderer (Tetreren, Quadriremis), ohne welche Mittel es Karthago unmöglich gewesen wäre, seiner Zeit als die erste Seemacht des Westens gelten zu können.

Bei den Griechen blieb die Triere noch lange das gewöhnlichste oder gebräuchlichste Kriegsschiff. In der That waren

1) Herodot VII, 96.

2) Nach der gewöhnlichen Zeitrechnung wurde Karthago, das „London der alten Welt“, im Jahre 878 vor Christo durch Tyrier erbaut und wurde zerstört 146 vor Christo. Es stand also überhaupt 732 Jahre. Karthago war eine der vielen Colonien, die Tyrus und andere phönizische Staaten an der Nordküste von Afrika stifteten. Die Stadt selbst lag auf einer kaum  $\frac{1}{2}$  Meile breiten Landzunge in dem Golf des heutigen Tunis. Das Stammland Phönizien ward 586 vor Christo von Nebukadnezar oder Nabuchodonosor erobert (Prophet Hesekeel, Cap. 26 und 27). Ausführlich hierüber berichtet Movers a. a. O. zweiten Bandes erster Theil, S. 427.

Ueber Bildung und Zustand des karthagischen Gebiets in Afrika, über Handel und Kriegsmacht der Karthager handelt wohl am ausführlichsten Heeren a. a. O. Theil I. Abth. I, S. 29 ff.

3) Heeren a. a. O. S. 229 ff. (Karthagische Kriegsmacht).

Trieren die Beherrscher der See in dem furchtbaren peloponnesischen Kriege (431 bis 404), der mit der athenischen die griechische Seemacht in ihrer Blüthe knickte; der Umschwung aber erfolgte durch die unglückliche sicilische Expedition (415 bis 413) an eben jener Grenze des westlichen und des östlichen Mittelmeeres, wo Griechenlands Colonien, neue Erweiterungen nach Westen hin anstrebend, mit Karthagos Gebiet zusammentrafen. Doch nicht blos in politischer Hinsicht, auch für die technische Vervollkommnung der Schiffsbaukunst ist Griechisch-Sicilien, jenes Centrum des Mittelmeeres, von grosser Wichtigkeit: in Syrakus, am Hofe der beiden Dionyse (413 bis 340), waren karthagische und griechische Schiffbaumeister vereint, hier berührte sich eng die Technik der entgegengesetzten Theile des Mittelmeeres, so dass ihre Verschiedenheit nur unbedeutend sein konnte.

Wie sahen denn aber eigentlich alle die Schiffe aus, welche in der Geschichte der um das Mittelmeer herum wohnenden Völker so wichtige Rollen gespielt hatten? Wie war ihre Gestalt? welches waren ihre Dimensionen? was hatten sie für Takelage? Diese Fragen konnten mit einiger Sicherheit aus den Abbildungen von Schiffen auf Münzen, Gemmen, Grabmälern etc. nicht beantwortet werden und würden wahrscheinlich noch heute unbeantwortet sein, hätte man nicht (1834) beim Ausgraben von Fundamenten eines königlichen Magazins im Piräeus jene Urkunden auf grossen Marmorplatten entdeckt, welche bereits Seite 7 (in der Literaturnote) als lebendige Zeugen charakterisirt wurden, wodurch man Flotte und Arsenal der Athener gleichsam vor unseren Augen sich ausbreiten sieht, zwar nicht in dem Zustande, wie sie im Zeitalter des Perikles (465 bis 429 v. Chr.) gewesen sein mögen, wohl aber wie sie zur Zeit des Demosthenes (385 bis 322 v. Chr.) aussahen, wo Athens Flotte kaum geringer, jedenfalls aber immer noch bedeutend genug war, um Athen unter die ersten Seemächte jener Zeit zählen zu können <sup>1)</sup>.

Mit einer bei einem Philologen wahrscheinlich noch nie dagewesenen Sachkenntniss im Baue der Schiffe und der Anordnung

---

1) Was Böckh, der Herausgeber der Urkunden jener vom Prof. Ross in Athen entdeckten Denkmäler des Seewesens des attischen Staates, noch unerörtert, oder was derselbe hinsichtlich der Beantwortung technischer Fragen noch übrig liess, hat Dr. Graser in seinem (ebenfalls S. 8 genannten) Werke: „De veterum re navali“ und im Philologus Supplem. 1865, III. in der ausgezeichnetsten Weise ergänzt.

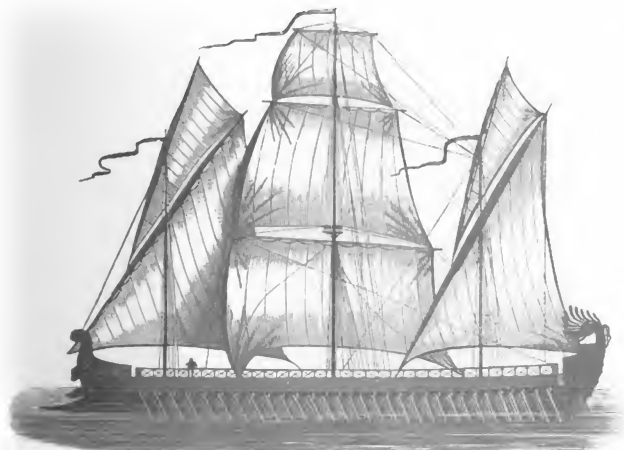


ihrer Takelage, mit Scharfsinn und auffallend praktischem Verständniss hat Dr. Graser aus den Daten der Seeurkunden die verschiedenen Risse der hauptsächlichsten Schiffsklassen in ihren einzelnen Theilen darzustellen sich bemüht und namentlich die mancherlei Zweifel gelöst, welche bisher über die Anordnung der Ruderreihen über einander bestanden.

So weit es hier Zweck und Raum erlaubt, soll übersichtlich über diese ausgezeichneten Arbeiten Graser's berichtet werden, jedoch mit der Bemerkung, dass, um hinlänglich rasche Einsicht in Gestalt, Takelage und Ruderanordnung der antiken Schiffe zur Zeit des Demosthenes und Alexanders des Grossen zu bekommen, unsere Betrachtung vorzugsweise der Triere, dem äusseren Eindrucke nach, sodann aber der Pentere (nach dem Modelle im königlichen Museum zu Berlin), besonders mit Bezug auf den Rumpfbau, gewidmet sein soll, woran sich dann die Ruderanordnungen für beide Schiffsgattungen und noch andere hierher gehörige technische Dinge reihen mögen.

Die von Graser selbst entworfenen Totalansichten des attischen Dreiruders unter vollen Segeln und Riemen sind in der Seitenansicht Fig. 6 und Fig. 7 in der Vorderansicht dargestellt.

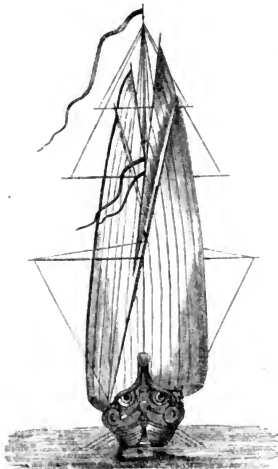
Fig. 6.



Der Rumpf des Schiffes zeigt sich in der Längenrichtung als ein graciös schlanker Bau, mit elegant geschnittenem Bug (vordere äussere Fläche des ganzen Schiffes, Fig. 7), schöner Vordervolute als schmückender Abschluss des äusseren Vorderschiffs (Gallionbild am Schiffsschnabel der jetzigen Schiffe), die beiden als Augen geformten Klüsen oder Klüsgate (die beiden Oeffnungen

für das Durchgehen der Ankertau zu beiden Seiten des Vorderstevens), darunter der eiserne Widderkopf, theils als Ornament, theils als Schutz für das

Fig. 7.



Oberwerk des Schiffs beim Anrennen und als nothdürftiger Ersatz beim etwaigen Abbrechen des Schnabels gebraucht, welcher letztere seit der grossen athenischen Expedition in der Wasserlinie angebracht wurde, so dass durch das gestossene Leck das Wasser sogleich in das feindliche Schiff eindringen musste. Am Achterschiff bemerkt man über Deck das Steuerhaus, die den Abschluss bildende Volute, die von einem prächtigen Federornamente gekrönt wird. Tiefer unten erkennt man eine der beiden Steuerschaukeln etc.

Die Takelage<sup>1)</sup> der altattischen Ruderkriegsschiffe war nach dem Ausweis der Seerunden viel weiter ausgebildet und viel complicirter, als man gewöhnlich angenommen hat. Jedes altattische Ruderkriegsschiff hatte, wie auch unsere Abbildungen erkennen lassen, drei Masten, einen Grossmast (nicht genau in der Mitte)<sup>2)</sup>, quer getakelt (A in Fig. 8), und zwei „Bootsmasten“ (B in Fig. 8), lateinisch getakelt.

Am Hauptmast finden wir zunächst (an Querraaen) zwei Raasegel, wovon wir heute den unteren mit dem Namen Grosssegel und den nächst höheren als „Grossmarssegel“ bezeichnen würden. Ueber den beiden genannten Raasegeln führt aber der Grossmast (in unserer Abbildung und überhaupt sehr oft) noch ein drittes Raasegel, das wir als Bramsegel oder Grossbramsegel bezeichnen würden. Letzteres ist (hier) zugleich das Topsegel.

An den beiden Bootsmasten finden wir je zwei lateinische (dreieckige, längsschiffs stehende) Segel über einander<sup>3)</sup>.

1) Die Fortsetzung des Graser'schen Werkes: „De veterum re navali“ im Philologus, dritter Supplementband, S. 135 ff., ist besonders der Takelage der antiken Schiffe gewidmet und müssen wir für den Zweck genauerer Studien auf diese (vortreffliche) Quelle verweisen. In letzterer Arbeit hebt Graser S. 275 noch gewissenhaft hervor, dass er keineswegs Anspruch auf Richtigkeit der Zeichnungen in allen Einzelheiten macht.

2) Interessant sind die Bemerkungen über die Maststellungen im Philologus a. a. O. S. 186.

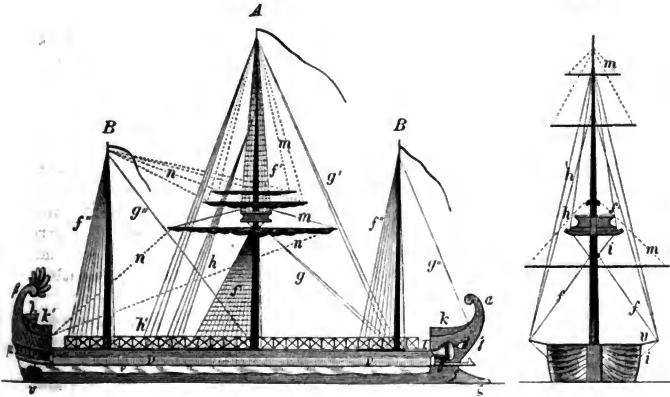
3) Die Raasegel haben hauptsächlich die Bestimmung, das Schiff in seinem Mittelpunkt vorwärts zu schieben, während die Boots- oder lateinischen Segel als sogenannte Schratssegel (d. h. längsschiffs stehende Segel) besonders bei Seiten-

Graser ist der Ansicht <sup>1)</sup>, dass die Takelage der Trieren am ähnlichsten der unserer heutigen mittelländischen Barken, Dreimaster, war, bei denen der Mittelmast Raasegel führt, vorn dagegen ein überhängender, das Bugspriet ersetzender Mast mit lateinischem Segel steht, während der hinterste Mast, auch ein lateinisches, unserem Besahn entsprechendes Segel hat.

Zur noch besseren Einsicht in die Anordnung der attischen Dreiruderer entlehnen wir Graser <sup>2)</sup> noch die hier folgenden Figuren 8 und 9, wovon

Fig. 8.

Fig. 9.



erstere die Längensicht einer Triere mit gestrichenen Raanen und abgenommenen Ruthen, sowie mit eingenommenen Riemen (Rudern), und letztere das stehende Taugut derselben von hinten gesehen darstellt.

Von den am Schiffsrumpfe bemerkbaren (griechischen) Buchstaben bezeichnet  $\alpha$  die hintere Volute des äusseren Achterschiffs,  $\chi$  die Back oder das (heutige) Vorkastell,  $\gamma$  das Klüsgat (augenartige Oeffnung für das Ankertau) und  $\zeta$  den Schnabel (das Rostrum).

Ferner ist mit  $\beta$  das Federornament der hinteren Volute bezeichnet, mit  $\kappa'$  (die heutige Schanze) das Hinterkastell oder das Quarterdeck, mit  $\lambda$  das Steuerhaus, mit  $\mu$  die Hintergalerie und mit  $\nu$  das eine der Steuerruder zu beiden Seiten des Achterschiffes. Aufmerksam zu machen

wird nützlich sind, um das Schiff, namentlich so lange Schiffe, wie die antiken Ruderkriegsschiffe waren, bequemer und schneller zu wenden, besonders da sie den Enden des Schiffs so nahe stehen. Natürlich sind die Bootssegel auch vor dem Winde (wenn dieser von hinten her steht), die Raasegel auch beim Winde (wenn dieser von der Seite her steht) mit hohem Nutzen zu gebrauchen.

1) Philologus a. a. O. Seite 187.

2) Ebendasselbst Tab. V.

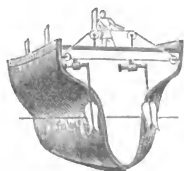
ist ferner noch auf die sogenannten mit  $\nu\nu$  bezeichneten Laufplanken, Seitengänge zu beiden Seiten des Oberdecks, aber etwas tiefer als dieses und dicht über den obersten Rojeforten.

Dieser Seitengang ist der dem Wasser nächste gangbare Raum des ganzen äusseren Schiffs und als solcher für die Matrosen und Seesoldaten als Hilfsrojer von höchstem Werth. Tiefer unten ist das sogenannte Hypoblem<sup>1)</sup> (der Unterwurf) mit  $\varrho$  bezeichnet, d. i. eine lange Leinwand, die, wenn die Riemen (Ruder) eingenommen waren, die Rojeforten deckte.

Von den lateinischen Buchstaben unserer Figuren 8 und 9 bezeichnet  $A$  den Grossmast,  $BB$  die beiden Bootsmaste und vom sogenannten stehenden Taugut  $f$  die Wanten (Tae, welche den Mast nach beiden Seiten halten),  $f'$  die (Gross-) Steugenwanten,  $f''$  Bootsmastwanten,  $gg'g''$  die Stagen, welche die Masten nach vorn halten,  $hh'$  die Pardunen, welche auch bei uns paarweise nach hinten laufend den Mast nach hinten halten.

Vom laufenden (zur Stellung und Regierung der Segel erforderlichen) Taugute sind die Toppenants (mit dem Fall und Rack<sup>2)</sup> der Tae zum Regieren der Raa bestimmt) in unseren Figuren mit  $mm$  bezeichnet, mit  $nn$  aber die Brassan (nebst den Schoten und Halsen)<sup>3)</sup>, Tae zum Regieren der Segel und zwar an den Enden der Raa befestigt, von da nach hinten zum Deck herabfahren, um die Raa in horizontaler Lage drehen und gegen den Wind stellen zu können. Endlich sind mit  $ii'$  die Puttingstae und mit  $u$  die Rüsten bezeichnet.

Fig. 10.



Graser hat auch versucht<sup>4)</sup>, nach den Bökh'schen Urkunden über das Seewesen des attischen Staates, die Anordnung der Steuer der damaligen Schiffe zu zeichnen und ist die nebenstehende Fig. 10 eine Copie aus gedachter Quelle.

Nach Bökh u. A.<sup>5)</sup> hatten die Schiffe der Alten in der Regel zwei schaufelförmige Steuer, eins links, eins rechts der Schanze, zu deren gemeinschaftlicher Lenkung jedoch ein Tau (das Steuerrep oder Zügel) erforderlich

- 1) Graser, Philologus a. a. O. S. 275.
- 2) Recht ausführlich in der 1866 in Berlin erschienenen Schrift: „Das Modell eines athenischen Fünfreienschiffs (Pentere) etc.“ Seite 20.
- 3) Ebendasselbst Seite 21.
- 4) De veterum re navali §. 82, Fig. 19.
- 5) Smith in seiner antiquarischen Abhandlung: „Ueber den Schiffsbau etc. der Griechen und Römer im Alterthum“ sagt S. 9: Kein Seeschiff hatte weniger als zwei Steuerruder. Nach demselben Verfasser (a. a. O. S. 11) kommt das heutige in Angeln hängende und darin drehbare Steuer erst in der Mitte des vierzehnten Jahrhunderts auf den Goldmünzen Eduards des III. (!1312, † 1377) vor. Am Ende des dreizehnten oder zu Anfang des vierzehnten Jahrhunderts muss die Veränderung vor sich gegangen sein.

war <sup>1)</sup>, wie vorstehende Abbildung hinreichend erkennen lässt. Das Steuerrep bildete ein Tau ohne Ende, was quer im Schiff so über vier Blöcke (Rollen im Gehäuse, oder Flaschen, Rollenzüge) lief, dass ein Theil desselben über Deck ging und durch den Steuermann (Ruderbesteuerer) gezogen und gelenkt werden konnte, während ein anderer Theil unter Deck lief und die an ihn befestigten Pinnen (horizontale Querstäbe zur Handhabung des Steuers) der beiden Steuer gleichmässig regierte, womit sich auch die Steuer selbst gleichmässig weit um ihre verticale Achse drehen liessen. Ihr Stiel konnte dabei nicht ausweichen und nicht wackeln, weil er in der durchbohrten, verstärkten und wohl mit Metall ausgefüllten Schiffswand sich wie in einer Hülse um eine verticale Achse drehte.

Vor unserem jetzigen einzigen am Hinterstegen angebrachten Steuer hatten diese Steuer der antiken Schiffe den Vortheil voraus <sup>2)</sup>, dass sie weiter von der Längsachse entfernt lagen und deshalb mehr Drehungskraft entwickelten, auch ausserdem nicht durch die Wölbung des Schiffsrumpfes der Wasserwirkung entzogen wurden, dafür aber bei schwerem Seegange nicht die Sicherheit der Befestigung hatten, wie die unsrigen. Das Blatt der Steuer wurde übrigens durch seinen Stamm nicht in zwei gleiche Theile (wie Fig. 10 vermuthen lassen könnte), sondern in zwei Theile von ungleicher Grösse getheilt, von denen der vordere Theil kleiner war als der hintere, so dass also, nach dem Princip der Windfabne, das Steuerblatt nie ganz herumschlagen konnte. Hierdurch wurde bei der Drehung des Steuers auch ein grosser Theil des hinteren Flügels durch den vorderen contrabalancirt, so dass nur der Ueberschuss an Fläche bei dem hinteren Flügel durch den Steuernden zu drehen war, ein Princip, das neuerdings bei den englischen „balanced rudder“ wieder zur Anwendung gekommen ist und das Steuern ungemein erleichtert, während die steuernde Wirkung der Ruderfläche nicht im Mindesten beeinträchtigt wird <sup>3)</sup>.

Um noch Einiges über Form und Construction des Rumpfes antiker Schiffe berichten zu können, entlehnen wir der wiederholt citirten Beschreibung des Penteren-Modells im königlichen Museum zu Berlin das hierzu Erforderliche, dabei erwähnend, dass man dort zur Darstellung das „Fünfreienschiff“ deshalb gewählt hat, weil erstens hierbei die Construction der Schiffe mit mehr als drei über einander angeordneten Ruderreihen schon vollständig deutlich zur Anschauung kommt, zweitens aber auch deshalb, weil derartige Schiffe (Penteren) die grössten Schiffe sind, welche in den Seeurkunden und in der Mittelmeerflotte Alexanders des Grossen († 356, † 323 v. Chr.) vorkommen, sowie sie auch die gewöhnlichen Schlachtschiffe der punischen Kriege (264 bis 241 v. Chr.) <sup>4)</sup> waren.

1) Graser, Philologus (dritter Supplementband) 1865, S. 266 u. 267.

2) Das Modell eines attischen Fünfreienschiffes etc. S. 14.

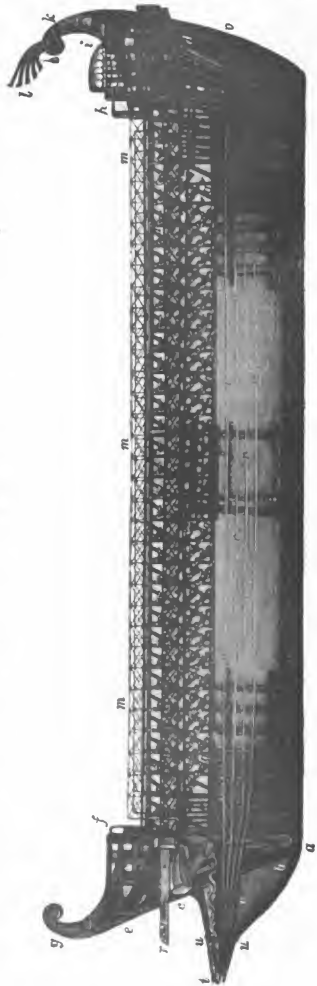
3) Ausführlicheres über „balancirte“ Steuerruder der Gegenwart findet man u. A. im Archiv für Seewesen, Bd. IV. (1868), S. 551, und in Graser's „Norddeutschlands Seemacht“ (1870), S. 180.

4) Beiläufig bemerkt, stellt das Berliner Museumsmodell die Pentere in  $\frac{1}{24}$  der wahren Grösse dar.

Fig. 11 ist eine (verkleinerte) Copie der Penteren-Abbildungen in der bereits wiederholt citirten Modellbeschreibung, und zwar von Tafel II, den Anblick darstellend, welchen das Schiff vor Ablauf vom Stapel zeigte, wobei noch bemerkt werden muss, dass dem Beschauer die linke (Backbord-) Seite zugekehrt ist.

Hinsichtlich der (von uns) eingeschriebenen Buchstaben bezeichnet *a* den Kiel (ganz gerade und aus mehreren Stücken zusammengesetzt), an dessen vorderem Ende, etwa 69 Grad nach vorn hinaus sich neigend, der Vorderstevan *ac* emporragt, während der Hinter- oder Achterstevan *d*, nach hinten hinaus sich neigend, sichtbar ist<sup>1)</sup>. Diese drei Haupttheile der mittleren, gleichsam den Grat bildenden Kante des Schiffskörpers sind nun noch im Längenschnitt verstärkt durch parallel laufende Balken von durchaus gleicher Breite und ebenso entsprechender Länge, aber verschiedener Dicke. Unter dem eigentlichen Kiel, weniger hoch als dieser, ist der Loose Kiel, auch Falscher Kiel genannt, angebolzt, und zwar theils behufs Erzielung besseren Widerstandes gegen den Segeldruck, theils um den Kiel vor Beschädigung beim Aufstossen auf den Grund oder beim Auflegen zu bewahren (in unserer Figur als unterster Theil zu sehen). Auf dem eigentlichen Kiel dagegen liegt das Kolschwinn, ein Balken, der über dem Kiel in seiner ganzen Ausdehnung fest aufgebolzt liegt und in seine Kerben die Spanten (Rippen des Schiffs) aufnimmt. Auf dem Kolschwinn befindet sich auch die Mastspur, d. h. ein Loch, welches

Fig. 11.



1) Der Verfasser folgt von hier ab (auszugsweise) der wiederholt citirten Schrift: „Das Modell eines athenischen Fünfruderers etc.“

den untersten (viereckigen) Theil des Mastes (Mastfuss) aufnimmt. Die Spanten, welche vom vorderen bis hinteren Ende des Kolschwins reichen, sind, der von der Mitte nach den Enden hin scharf zulaufenden Schiffsform wegen, sämtlich unter einander verschieden gewölbt. Auch der Stärke nach sind die Spanten der antiken Schiffe unterhalb der Wasserlinie nicht alle gleich, sondern in der (längsschiffs gemessenen) Breite verschieden als Hauptspanten und Füllspanten, wobei immer zwischen zwei Hauptspanten drei Füllspanten liegen. Von der Wasserlinie an nimmt dagegen die Breite der Hauptspanten ab. In der Höhe der untersten Rojeforten (Ruderlöcher), 3 Fuss über Wasser und von hier bis zum Deck hinauf, haben sie genau dieselben Dimensionen, wie die Füllspanten, so dass auch die Lücken zwischen allen Spanten gleich sind. Letzteres ist durchaus nothwendig wegen der zwischen *pp* und *qq* anzubringenden Rojeforten, deren Anordnung mit dem System der Spanten und ihrer Abstände in der engsten Wechselwirkung steht. Die oberen Enden der beiden Rippen, welche einen Spann bilden, sind der Festigkeit halber durch einen geraden Querbalken verbunden, welcher gewöhnlich zum Tragen eines Decks bestimmt wird und deshalb Deckbalken heisst.

Die Verbindung jedes Deckbalkens mit dem Spann ist innen in dem untern Winkel durch ein Knie verstärkt, dessen innere Ecke ausgefüllt ist, das also Keilform zeigt und deshalb Keilknie genannt wird.

Von jedem der beiden äussersten Spanten ab, nach dem Ende des Schiffes zu, sind, bei den Alten das Vorderschiff und das Achterschiff bildend <sup>1)</sup>, die Bugstücke oder Bughölzer *d* und *e*, nämlich starke Rippen von sehr bedeutender Höhe, mit den Füssen aufrecht eingezapft, die ein ganzes Stück weit über das Oberdeck hinausragen und nicht mehr rechtwinklig gegen den Längenschnitt des Schiffes stehen. Zwischen je zwei solchen Bughölzern, die sich gegenüberstehen, liegen ebenfalls, wie zwischen den Rippen anderer Spanten, Unterdecksbalken und Oberdecksbalken; noch weiter oben aber, zwischen den höchsten über das Oberdeck emporragenden Enden, liegen genau über den Oberdecksbalken querschiffs die Halbdecksbalken, welche noch ein kleines Halbdeck tragen und mit diesem und den oberen Enden der Bughölzer zusammen an jedem Ende des Schiffes eine Art Verschlag bilden, wovon das vordere *f* (Fig. 11) ganz unserer Back (Vordercastell), das hintere *hi* ganz unserer Schanze (Hintercastell, Quarterdeck) entspricht. Beide sind somit zugleich Erhöhungen der Bordwand und Erhöhungen, auf welchen sich die Mannschaft bewegen kann, hauptsächlich als Platz für die Seesoldaten bestimmt. Die Bughölzer ragen mit ihren obersten Enden noch über die Halbdecke

1) Bei den Alten war das Constructionsprincip für das Vorderschiff und das Hinterschiff dasselbe; auch nöthigte ja nicht die Anbringung eines Steuers am Hintersteven, wie bei uns, zu besonders scharfem Bau des untern Hinterschiffs, da die beiden Steuerruder zu beiden Seiten lagen, und die Form des Hinterschiffs ist somit trotz der Rücksicht auf den Wasserdruck nicht schärfer und ebenso stark als die des Vorderschiffs. Die Form des antiken Schiffes, von beiden Enden gesehen, zeigte sich hinsichtlich der unterhalb des Wasserspiegels liegenden Theile, äusserst scharf, woraus sich auch die grosse, unseren besten Dampfrennen wenig nachgebende Fortlaufgeschwindigkeit der antiken Ruderschiffe erklärt.

weg um Brüstungshöhe und dienen hier der massiven Schanzkleidung oder Bastionirung von Back und Schanze zum Halt als Bastionirungsstützen, während das durchbrochene Geländer *mm* des niedriger gelegenen Oberdecks in der Mitte des Schiffs mit seinen senkrechten Stützen unserer Regelung mit den Regelungsstützen entspricht.

Die massive Schanzkleidung jedes Halbdecks aber verbindet sich von beiden Seiten her mit den oberen Stevenenden und den Endvoluten *g* und *k*, welche letztere (die hintere Volute) von dem Federornamente *l* als äusserer, schmückender Abschluss gekrönt wird. Die hintere Volute enthält auch zwischen ihren beiden Knien auf dem Halbdeck das zeltartige, inwendig aus einem Gerüst von Reifen gebildete Steuerhaus *i*, in welchem auf einer erhöhten Bank der steuernde Matrose (der Steuermann) sitzt.

Das System der Spanten und der Bughölzer mit ihren Deckbalken und Keilknien bildet den Querverband des Schiffs, während der bei den Alten verhältnissmässig noch stärkere Längenverband von den Planken, den Berghölzern und den Hypozomen (Untergürtungen, Tauumgürtungen) gebildet wird.

Die Planken, 2 bis 3 Zoll dicke, nicht sehr breite Bretter, welche auf der äusseren Spantenfläche festgenagelt sind, bildeten zunächst den äusseren Längenverband. Ausserdem lagen noch aussen um den über Wasser befindlichen Theil des Schiffs starke horizontale Holzgürtel, Berghölzer oder Barkhölzer genannt, je ein Gürtel unter jeder Ruderpfortenreihe, also bei der Pentere fünf an der Zahl. Die Untergürtungen *vvv*<sup>1)</sup> (Fig. 11) sind plattgeflochtene Tawe, welche mit dem einen Ende an der Backbordseite des ehernen Schiffsschnabels *ut* festgemacht, von da aus ziemlich horizontal, aber in verschiedener Höhe, jedoch in gleichen Abständen, an der unter Wasser befindlichen Schiffswand angelegt, rings um das ganze Schiff laufen, bis sie mit dem andern Ende wieder an dem Schnabel, und zwar an seiner Steuerbordseite, befestigt sind. Anscheinend brauchte man unter Wasser keine solche Verstärkungen, da schon durch den Wasserdruck die Spanten genügend zusammengedrückt werden, während über Wasser ein entsprechender Längenverband durch die vorher beschriebenen Berghölzer hergestellt war: und dennoch war dieselbe ausserordentlich wichtig. Bei hohem Seegang nämlich kam der unter Wasser befindliche Theil der Schiffe aus diesem heraus und brauchte namentlich bei der grossen Länge dieser hölzernen Schiffe dringend eine Verstärkung<sup>2)</sup>.

Von den sonst in Fig. 11 sichtbaren Theilen des antiken Schiffes werde schliesslich noch auf die beiden als Augen geformten Oeffnungen *e* (die Klüsen) für den Durchgang der Ankertaue zu beiden Seiten des Vorderstevens aufmerksam gemacht; ferner auf den ehernen Widderkopf *r*, der (wie schon früher erwähnt) theils ein Ornament bildete, theils wohl auch zum Schutze für

1) Nach Böckh, Seeurkunden S. 136, lagen die Hypozome in der Regel im Zeughause und wurden erst bei der Ausrüstung des Schiffes gegeben; man nahm sogar welche mit, um sie erst, wenn es nöthig schien, anzulegen.

2) Unsere jetzigen Schiffe von verhältnissmässig gleicher Länge sind alle von Eisen und unsere Holzschiffe verhältnissmässig nie so lang.



das Schiffsoberwerk beim Anrennen an ein feindliches Schiff diene und wohl auch einen nothdürftigen Ersatz beim etwaigen Abbrechen des Schnabels (Schiffssporns) *t* abgeben konnte.

Zur Bildung des Schnabels sind starke Balken *u, u* mit ihren hinteren Enden fest in die Hölzer des Bugs eingezapft, während ihre vorderen Enden in eine Spitze in der Wasserlinie zusammenlaufen. Eine aus Erz getriebene auf gedachte Spitze gesetzte sehr starke Kappe bildete den eigentlichen Schnabel, welcher meistens vorn in drei massive stumpfe Zacken *t* auslief. Dass man diese Zacken stumpf und zugleich ungleich lang machte, hatte seinen guten Grund darin, dass dann der Schnabel sich nicht so leicht im Rumpfe des feindlichen Schiffes festbohren und hängen bleiben konnte.

Was nun die Rudereinrichtungen der antiken Schiffe betrifft (über welche vor Auffindung der Urkunden über das Seewesen des attischen Staates die meisten divergirenden Ansichten und Zweifel herrschten), so haben Böckh<sup>1)</sup>, namentlich aber Graser<sup>2)</sup>, darüber vollständigen Aufschluss gegeben.

Die Ruderanordnungen den Querprofilen nach lassen zunächst Fig. 12 bei den Trieren und Fig. 13 bei den Penteren erkennen, während die eigen-

Fig. 12.

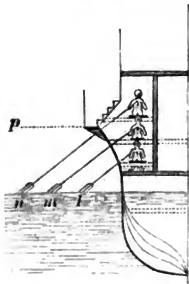
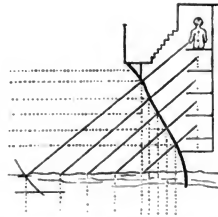


Fig. 13.



thümliche Uebereinandersetzung mehrerer horizontaler Ruderreihen auf jeder Seite des Fahrzeugs aus den Längenprofilansichten Fig. 14 und Fig. 15 erhellt. Man erkennt hierbei sofort, dass man die Raumersparniss, im gegebenen Profile möglichst viele Ruderer (Rojer) unterzubringen, durch eine Art „Ineinanderhineinsitzen“ erreichte. Es betrug nämlich demzufolge auf jeder Längenprofilfläche der Raum, welcher für die Projectionsfläche eines sitzenden Ruderers nebst dem Spielraum für seinen Rudergriff durchaus nöthig war, nur 8 Quadratfuss<sup>3)</sup>, indem, wie Fig. 16 erkennen lässt, an ein Rechteck

1) Urkunden S. 117 ff.

2) De veterum re navali, Tab. I. und II.

3) Graser: De veterum re navali §. 7 und §. 14, und (wahrscheinlich von demselben Verfasser) in der Zeitschrift „Das Ausland“, Jahrgang 1863 (Nr. 28 vom 8. Juli), S. 659 ff. Ferner (auszugsweise aus letzterer Quelle) in der „Hansa“, Zeitschrift für deutsches Seewesen, Nr. 7, Jahrg. I. 1864, S. 55.

ed von 2 Fuss Höhe und 3 Fuss Länge sich hinten nach oben 1 Quadratfuss *a* für den Kopf und vorn nach unten ebenfalls 1 Quadratfuss *b* für die Füße anschliesst. So bieten sich bei 4 Fuss Höhe für den sitzenden Ruderer

Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 16.



3 Fuss Länge des Profils, völlig genügend, wenn der Mann (wie in Fig. 14) sich nicht bewegt. Neigt er sich aber rudern rückwärts (wie in Fig. 15)<sup>1)</sup>, so wird er weder durch eine materielle Schranke, noch durch die übrigen Ruderer behindert, da letztere gleichzeitig dieselbe Bewegung machen und somit ausweichen, wie noch heute auf allen Ruderbooten. Die Sitzbänke aber ragten aus einer Holzconstruction weiter im Innern des Schiffs frei in den Ruderraum hinein, so dass sie die Ruderer nicht hinderten (und die Füße eines solchen der oberen Reihe fanden auf einer Art Lehne zu beiden Seiten des vor ihm tiefer sitzenden Ruderers ihre Stütze). Setzt man nun, den Andeutungen der Alten folgend, 2 Fuss höher als das beschriebene Profil ein zweites eben solches und in der aus den Fig. 14 und 15 erkennbaren Weise, ebenfalls vor das zweite 2 Fuss höher ein drittes, so zeigen diese drei Profile eine schräg von unten nach oben gehende Reihe, und mehrere solche schräg aufsteigenden Profilvereihe, unmittelbar hinter einander gesetzt, füllen dann die senkrechte, der Längenrichtung des Schiffes folgende Fläche mit Ruderprofilen gänzlich aus, indem sie bei grösster Raumerparniss möglichst viel Ruderer an der Schiffsseite vereinigen. Die Höhe dieser Anordnung ist aber sehr gering, da die drei horizontalen Reihen 4 Fuss hoher Ruderprofile der Trierer zusammen nur 8 Fuss hoch sind und die Gesamthöhe des Schiffes über Wasser sich nur auf 11 Fuss stellt, indem die untersten Ruderer 2 Fuss über Wasser sitzen, damit ihre Ruderpforten 3 Fuss über der Wasseroberfläche, wie auf allen Ruder-schiffen, vor den Wellen gesichert sind.

Die Länge der obersten Ruder *n*, Fig. 12, bestimmt sich aus Böckh's Seurkunden<sup>2)</sup> auf  $13\frac{1}{2}$  bis  $14\frac{1}{4}$  Fuss, und da die übrigen Ruder unter demselben Winkel ins Wasser tauchten, dabei aber ein Drittel eines jeden vom Unterstützungspunkte in der Schiffswand aus einwärts liegt, so ergiebt sich die verticale, oben nach aussen sich krümmende Wölbung der Schiffswand (man sehe auch Fig. 10) aus der Lage jener Unterstützungspunkte. Die inneren Endpunkte der Ruder hatten nach der oberen Profilconstruction 2 Fuss senkrechte Distanz von einander, aber indem die Ruder schräg ins Wasser tauchten

1) Viel weiter vorwärts als bis zum ursprünglichen Platze neigt man sich nicht.

2) A. a. O. S. 123, wo es also heisst: Die Ruder der Trierer hatten zum Theil eine Länge von 9 oder  $9\frac{1}{2}$  Ellen, d. i., da die Elle  $1\frac{1}{2}$  Fuss betrug,  $\frac{27}{2}$  oder  $\frac{57}{4}$  Fuss.

verringerte sich diese Distanz beim Austritt der Ruder aus der nach aussen gewölbten Schiffswand auf nur  $1\frac{1}{4}$  Fuss senkrechte Distanz, eine Entfernung, die man (früher) auf allen Monumenten für verzeichnet gehalten hat, während sie sich so als vollkommen begründet herausstellt.

Aus der Zahl der in einer Längereihe (parallel zur Kiellinie) sitzenden Ruderer lässt sich leicht die Länge des Schiffs bestimmen.

Es sassen bei der Triere (in der Regel)<sup>1)</sup>

in der untersten Reihe (die sogenannten Thalamiten) auf jeder Seite 27, also auf beiden Seiten 54 Ruderer,

in der mittelsten Reihe (die sogenannten Zygiten) auf jeder Seite 29, also auf beiden Seiten 58 Ruderer,

in der obersten Reihe (die sogenannten Thraniten) auf jeder Seite 31, also auf beiden Seiten 62,

wonach sich die Summe von 174 Ruderern (Rojern) für eine Triere herausstellt und für die Thraniten eine Länge von mindestens  $31 \times 4 = 124$  Fuss gefordert werden musste. Da sich nun aber die Decklänge einer Triere zu 149 Fuss nachweisen lässt<sup>2)</sup>, so konnte die Placirung der Ruderer keine Schwierigkeit bereiten.

Beiläufig bemerkt, stellt sich die Breite der Triere (zur Zeit des Demosthenes) auf 14 bis 18 Fuss, die Tiefe auf  $10\frac{1}{2}$  Fuss und die Gesamthöhe auf  $19\frac{1}{2}$  Fuss bei  $8\frac{1}{2}$  Fuss Tiefgang heraus. Nach der gewöhnlichen englischen Aichmethode berechnet sich die Lastigkeit (Builder's tonnage) derselben auf 232 Tonnen. Hiernach sind die antiken (griechischen) Trieren also ganz unseren neuen Schraubenkanonenbooten zu vergleichen<sup>3)</sup>.

Ausser den 174 Ruderern gab es auf den Trieren noch (Schiffsvolk) 20 Matrosen und 10 Seesoldaten, so dass mit Einschluss des Stabes und der Officiere etwa 225 Mann auf eine voll bemannte Triere kamen, deren Ruderkraft etwa 24 Pferdekräften gleich war.

Gar nicht viel verschieden waren nach den Seurkunden der Vierruderer (Tetieren, Quadriremis) und der Fünfruderer (Pentere, Quinqueremis).

Die Tetieren hatten etwa 158 Fuss Länge<sup>4)</sup>, 16 bis 22 Fuss Breite, 23 Fuss Höhe, 10 Fuss Tiefgang, 365 Tonnen Lastigkeit und bei 240 Ruderern ungefähr 30 Pferdekräft (Arbeitsleistung) und etwa 300 Mann Gesamtbesatzung.

Die Penteren dagegen (die gewöhnlichen Kriegsschiffe der punischen Kriege) hatten etwa 168 Fuss Länge, 18 bis 26 Fuss Breite,  $26\frac{1}{2}$  Fuss Höhe, fast 12 Fuss Tiefgang, 534 Tonnen Lastigkeit, bei 310 Ruderern circa 42 Pferdekräfte als Triebkraft und eine Gesamtbesatzung von 375 Mann, welche letztere in den punischen Kriegen durch die starke Vermehrung der Seesoldaten auf über 420 Mann wuchs, ohne den Stab.

1) Graser: De veterum re navali, §. 51, S. 41, und „Ausland“, a. a. O. S. 660.

2) Der Verfasser folgt hier ganz dem technisch bei weitem mehr eingeweihten Dr. Graser, während Böckh in den Seurkunden S. 119 bemerkt, dass die drei Ruderreihen der Triere zur vollständigen Besetzung nur 170 Rojer erforderten hätten.

3) Graser: „Norddeutschlands Seemacht“, S. 21.

4) Graser: De veterum re navali, §. 51, S. 41.

Von der Grösse der damaligen athenischen Kriegsflotte erhält man eine Idee, wenn man beachtet, dass nach Böckh <sup>1)</sup> die Gesamtzahl der grösseren Schiffe im Jahre 330 v. Chr. (Olymp. 112, 3) betrug: 392 Trieren und 19 Tetreren, zusammen mit fast 97600 Tonnen Lastigkeit. Nur wenige Jahre später (Olymp. 113, 4) giebt Böckh die Zahl der grösseren Schiffe derselben Flotte zu 360 Trieren, 50 Tetreren und 3 Penteren an, eine Flotte von über 102500 Tonnen Lastigkeit. Die gesammte preussische oder norddeutsche Dampf- flotte zählte im Jahre 1867 (einschliesslich der Panzerfregatte Wilhelm I.) 42 Fahrzeuge mit 36140 Tonnen Lastigkeit <sup>2)</sup>. Hierzu kommen noch 10 Segel- fahrzeuge mit zusammen 6685 Tonnen, so dass die Gesamtlastigkeit nicht mehr als 42825 Tonnen ausmachte, d. h. noch nicht einmal halb so viel wie die athenische Flotte zur Zeit des Demosthenes.

Alexander der Grosse, zur Zeit unserer Seeurkunden, wusste an der Spitze Griechenlands mit solchen Flotten das östliche Mittelmeerbecken zu unterwerfen und soll auch in dieser Periode, als die höchste Blüthe antiker Schiffsbaukunst, in der letzten Zeit seines Lebens in Babylon Schiffe bis zu zehn Ruder- reihen erbaut haben. Noch höher verstiegen sich Alexanders Nachfolger, u. A. Hiero II. von Syrakus (! 268, † 214 v. Chr.), der ein Prachtschiff (die „Syrakosia“, später in „Alexandreia“ umgetauft) mit zwanzig Ruderreihen über einander bauen liess <sup>3)</sup>, welches später aber noch von einem wahren Wunderwerke des Ptolomäus Philopator (! 241, † 204 v. Chr.), in ägyptischer Vorliebe für grosse Dimensionen, einem 40 Ruderreihenschiffe (Tessarakontore) weit übertroffen wurde. Graser <sup>4)</sup> hat die Construction dieses Vier- zigreihenschiffes vollständig entwickelt und namentlich die Möglichkeit des Unterbringens seiner 4000 Ruderer (genauer 4054) bestimmt nachgewiesen. Zeigte sich dieses Weltwunder auch schliesslich seeuntüchtig, so bietet dasselbe doch mancherlei In- teresse, namentlich hinsichtlich der Anordnung einer so unge- heuern Zahl von Ruderern, in welcher letzterer Beziehung die Existenz eines solchen Schiffes sogar mehrfach bezweifelt wurde <sup>5)</sup>.

1) Urkunden S. 79.

2) Archiv für Seewesen, III. Bd. (1867), S. 362.

3) Eine ausführliche Beschreibung dieses schwimmenden Winterpalastes Hiero's, welcher unter Archimedes Aufsicht gebaut sein soll, giebt Berghaus im zweiten Bande seiner Geschichte der Schifffahrt, S. 74, sowie auch Krünitz im 50. Theile seiner Encyclopädie, S. 279.

4) De veterum re navali §. 61 bis 70; ferner Berghaus a. a. O. S. 109, und Krünitz a. a. O. S. 281, nach Athenäus Plutarch, Witsenect.

5) Jal in seinem Buche: „La Flotte de César“. Auch in der Zeitschrift „Das Ausland“, Nr. 28 (8. Juli) 1863, S. 658.

Nach Graser unterliegt es jedoch keinem Zweifel, dass die Construction des Ruderwerkes an diesem 40-Reihenschiffe (welches Athenäus am vollständigsten beschreibt) nicht bloß möglich, sondern auch höchst geeignet und passend angeordnet war.

In der That belehren namentlich die auf Tafel IV des Graser'schen Hauptwerkes über die Schiffe der Alten gelieferten Quer- und Längenprofile der Tessarakontore des Ptolomäus Philopator in einer Weise, dass diese Darstellung eine ganz vollkommen genant werden muss.

Indem wir hinsichtlich vieler werthvollen Details dieses merkwürdigen Schiffes auf die bezeichnete Quelle verweisen, erwähnen wir noch Nachstehendes:

Die Decklänge der Tessarakontore betrug 420 Fuss engl. (280 Cubitos), die Länge in der Wasserebene 386 Fuss. Die Totalhöhe des Schiffes betrug 64 Fuss, wovon sich 20 Fuss unter dem Wasserspiegel befanden und 44 Fuss darüber lagen. Von der ganzen Verdecklänge waren 367 Fuss mit und 53 Fuss ohne Ruderpforten construiert. Die grösste Breite des Schiffes betrug 76 Fuss, die Breite in der Wasserebene aber nur 57 Fuss, so dass das Verhältniss der letzteren Breite zur Totallänge  $\frac{420}{57}$ , d. i. fast 7 war <sup>1)</sup>.

Die Ruderlängen in den 40 über einander befindlichen Reihen variirten von 9 Fuss (am Wasserspiegel) bis 57 Fuss am Deck. Von letzterer Länge blieben  $16\frac{1}{4}$  Fuss innerhalb des Schiffes, die übrigen  $40\frac{3}{4}$  Fuss ausserhalb. Um ein solches Ruder durch einen einzigen Mann regieren zu können, war der kürzere (innere) Theil durch Blei schwerer gemacht <sup>2)</sup>.

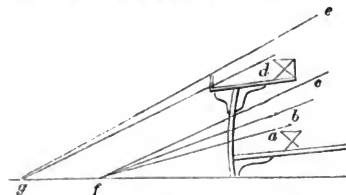
1) Graser macht ganz besonders (§. 69 a. a. O.) aufmerksam, dass diese Dimensionen wunderbar mit den vorzüglichsten Erzeugnissen des heutigen Schiffbaues übereinstimmen, indem u. A. die englische (eiserne) Panzerfregatte „Warrior“ ebenfalls 420 Fuss Länge und 58 Fuss Breite hat, also nur um einen Fuss breiter ist als jene Tessarakontore.

2) In §. 64 derselben Quelle macht Graser darauf aufmerksam, dass seiner

Zeit auf den Marseiller Galeeren Ruder von  $40\frac{1}{2}$  Fuss Länge benutzt wurden. Jäl behauptet sogar, dass auf anderen Galeeren Ruder von 57 Fuss Länge existirt hätten, wovon sich  $\frac{1}{4}$  der Länge innerhalb,  $\frac{3}{4}$  ausserhalb des Schiffes befand.

Nicht ohne Interesse dürfte es sein, der Rudereinrichtung der Penteren zu gedenken, wie solche Smith in seiner Abhandlung „Ueber den Schiffsbau der Griechen und Römer im Alterthume“ S. 49 darzuthun bemüht ist.

Auf dem für die Thraniten *d* und *e* bestimmten Deck oder (richtiger) Fuss-



Die Gesamtbesatzung der völlig ausgerüsteten Thessarakontore giebt Graser zu 7500 Mann an, ihre Lastigkeit zu 11320 Tonnen<sup>1)</sup>.

Die Zeit der Erbauung solcher Schiffe war der Höhepunkt der griechischen Schiffsbaukunst<sup>2)</sup>; von da ab sank sie rasch, indem bald Rom in die Kämpfe um den Vorrang im Mittelmeere siegreich eintrat, zuerst in den punischen Kriegen mit Karthago (264 bis 146 v. Chr.) um die Herrschaft des westlichen, dann mit dem gräcisirten Syrien (192 bis 189 v. Chr.) um die des östlichen Beckens kämpfend. Durch das Eintreten Roms in den Seekrieg änderte sich die seither (wenigstens in der Blüthezeit Griechenlands) gebräuchliche Kampfweise — wo das Schiff selbst mit seinem furchtbaren Schnabel (Rostrum) die eigentliche Kampfmaschine gewesen war und dabei natürlich die möglichst grosse Schnellig-

boden sollten noch die Bänke einer dritten Ruderreihe *c* mehr nach der Mitte hin aufgestellt, von den beiden unteren Reihen aber die Männer der mit *a* bezeichneten Ruder, auf dem Boden des Unterdecks sitzend, unmittelbar hinter der Schiffswand placirt werden und die zu *b* gehörigen auf derselben Decke erhöhte Sitze einnehmen. Die Länge des längsten Ruders sollte dabei nicht mehr als 20 Fuss betragen.

1) Graser hat zweifellos diese Lastigkeit = *T* nach der älteren englischen Methode (Builder's old measurement tonnage, abgekürzt geschrieben: b. o. m. oder Tons O. M.) berechnet, welche der Formel entspricht:

$$T = \frac{(L - \frac{3}{5}B) \frac{B^2}{2}}{94},$$

worin *L* die Decklänge des Schiffs und *B* dessen grösste Breite bezeichnet. Nach Smith, S. 13, sollen 94 Cubikfuss einer Tonne Gewicht entsprechen.

Für die oben genannte Tesseractore ergibt sich demnach:

$$T = \frac{(420 - \frac{3}{5} \cdot 76) \frac{76^2}{2}}{94} = \frac{374,4 \cdot 5776}{188} = 11502 \text{ Tonnen,}$$

statt der 11320 Tonnen, welche Graser (S. 41 des *re navali*) angiebt, jedoch mit Beifügung eines Fragezeichens.

Man vergleiche hiermit die Lastigkeit des „Königs Wilhelm I.“ S. 2 und des „Great Eastern“ ebendasselbst.

Ueber die Herleitung dieser älteren englischen Methode zur Bestimmung der Lastigkeit eines Schiffes giebt u. A. Rankine Auskunft in seinem Werke: *Shipbuilding*, London 1866, S. 41. Ueber dies ältere und ebenfalls über das neuere Verfahren der Engländer, den Tonnengehalt (die Lastigkeit) eines Schiffes (nach Register Tons) zu berechnen, ertheilt ferner Hildebrandt in seinem „Praktischen Lehrbuche für junge Seeleute“.

2) Von hier ab folgt der Verfasser dem bereits wiederholt citirten Artikel in der Zeitschrift „Das Ausland“.

keit und Beweglichkeit des Schiffes eine hochwichtige Rolle spielte — in das System des Enterns der Schiffe um.

Hatten die Römer auch bereits 262 v. Chr. den Bau einer grossen Kriegsflotte und zwar nach dem Muster einer gestrandeten karthagischen Pentere begonnen und auch in kurzer Zeit eine grosse Zahl von Kriegsschiffen vollendet, so erkannten sie doch ebenso bald, dass ihnen jede seemännische Tüchtigkeit abging und sie sich mit der Annahme eines dem zeitherigen griechischen ganz entgegengesetzten Gefechtssystem helfen mussten. Sie übertrugen daher den Landkampf auf die Seeschlacht, suchten die taktische Ueberlegenheit der Gegner durch Entervorrichtungen zu paralyisiren und dann in dem auf den Enterbrücken sich entspinrenden Landkampfe den Feind durch eine fast zehnfach (gegen früher) verstärkte Besatzung von Seesoldaten zu erdrücken, ein Versuch, der zum Nachtheile der Karthager auch vollkommen gelang <sup>1)</sup>, indem bekanntlich Dulus in solcher Weise (260 v. Chr.) den ersten Seesieg über die karthagische Flotte bei den liparischen Inseln erkämpfte <sup>2)</sup>.

In diese Zeit (die des ersten punischen Krieges) fällt auch ein Ereigniss, welches für die Geschichte der Dampfschiffe von nicht geringer Wichtigkeit ist. Es scheint nämlich sicher zu sein, dass der Consul Appius Claudius, als er (263 v. Chr.) in dunkler Nacht, die Wachsamkeit der karthagischen Flotte täuschend, die römische Armee nach Sicilien auf Schiffen übersetzte welche statt der Ruder Schaufelräder hatten, die von Ochsen (wahrscheinlich an einer Art Göpel arbeitend) in Umdrehung gesetzt wurden <sup>3)</sup>.

1) Das erste Erscheinen einer römischen Kriegsflotte datirt übrigens aus der Zeit des zweiten Krieges gegen die Samniter (309 v. Chr.), als die letzte mit den Samnitem verbündete Stadt Campaniens, Nuceria, von den Römern (siegend) zu Wasser und zu Lande angegriffen wurde.

2) Der Seehandel blieb dessenungeachtet noch lange in den Händen der Karthager. Bekanntlich standen bei den Römern Handel und Gewerbe nie in grosser Achtung und waren im Betriebe von Selaven und Freigelassenen; ein eigenes Gesetz, die *lex Flamina*, verbot den Patriciern ausdrücklich, sich mit dergleichen zu befassen. Man sehe u. A. Büchele, „Geschichte des Welthandels“, S. 46 ff. Stuttgart 1867.

3) Stuart in seinen „Anecdotes of the Steam Engine“, Vol. I, p. 97. London 1827; ferner hieraus Woodcroft in dem Werke: „A Sketch of the origin and progress of Steam Navigation“, p. 1, London 1848, sowie endlich in den *Abridgements of Patent Specifications*, Part I (1857), p. 5. An letzterer Stelle wird

In der furchtbaren Seeschlacht bei Eknomos (Südküste Siciliens), durch welche sich M. Atilius Regulus (256 v. Chr.) den Weg nach Afrika bahnte, fochten (nach Heeren) <sup>1)</sup> 350 karthagische Schiffe, mit 150000 Mann Besatzung, gegen 330 römische, welche 140000 Mann trugen <sup>2)</sup>.

Ward auch nachher die römische Flotte bei den Rückfahrten aus Afrika und von Sicilien nach Italien mehrmals vom Sturme fast ganz vernichtet, auch von den Karthagern geschlagen, und entsagte der Senat auch wiederholt (254 und 249 v. Chr.) dem Seekriege, so erbauten die Römer doch immer wieder neue Flotten, bis endlich mit einer solchen der Consul Lutatius Catulus den entscheidenden Seesieg bei den ägatischen Inseln über die karthagische Flotte unter Hanno (241 v. Chr.) erfocht, welche den Römern die Herrschaft über das Mittelmeer fortan sicherte.

Nach der Zerstörung Karthagos (146 v. Chr.) durch die Römer vernachlässigten letztere ihr Kriegsseewesen derartig, dass ein vollständig organisirtes Corsarenwesen (dessen Hauptsitze Kreta und Cilicien waren) das Mittelmeer bis zu den Säulen des Herkules beherrschte, welches erst (67 v. Chr.) von Pompejus vernichtet werden konnte <sup>3)</sup>.

Verschwanden auch nach und nach die scharf und fein gebauten, reich getakelten Kriegsschiffe (nach griechischen Mustern) immer mehr und mehr und unterlagen den später meist nur einmastigen römischen Schiffen, so fand dies Sinken der Marine bei den Römern doch nicht derartig schnell statt, dass die römischen Schiffe zu den Zeiten des Julius Cäsar (! 102, † 44 v. Chr.) den griechischen nicht mehr zu vergleichen gewesen wären; im Gegen-

---

zugleich (unter Anführung geschichtlicher Quellen) behauptet, die Chinesen hätten bereits in sehr alten Zeiten Schiffe gehabt, welche man durch Ruderräder zu beiden Seiten (der Schiffe) zum Fortlauf gebracht hätte.

1) Ideen über die Politik, den Verkehr und den Handel der vornehmsten Völker der alten Welt. Zweiter Theil (afrikanische Völker). Erste Abtheilung, S. 260.

2) Die keilförmig gestellte Flotte der Römer durchbrach die der Karthager, deren Stellung (auf die Geschwindigkeit und Beweglichkeit ihrer Schiffe bauend) auf das Ueberfüßeln berechnet war. In der Schlacht wurden über 50 karthagische Schiffe in den Grund gebohrt und 64 von den Römern durch Entern genommen. Ueber 30000 Menschen kamen dabei ums Leben. Was sind hiernach selbst unsere grösseren Seeschlachten gegen die jener Zeiten!

3) Pompejus nahm 1300 Piratenfahrzeuge, tödtete 10000 Seeräuber und nahm 20000 derselben gefangen. (Plötz, Geschichtsauszug.)



theil, es lässt sich mit Bestimmtheit nachweisen, dass sie, wenn auch später bis zu vollkommener Unähnlichkeit fortschreitend, damals ihren griechisch-karthagischen Mustern noch fast ganz treu geblieben waren und dass man sich dieselben mit dem aus dem attischen Seewesen genommenen Bilde am besten vergegenwärtigen kann.

Recht bedauert muss es werden, dass der von Napoleon III. (zu dessen Werke: „Das Leben Cäsars“) dem Historiographen der kaiserlichen Marine, August Jal, ertheilte Auftrag, die Construction eines alten Dreireihenschiffes (einer antiken Triere), und zwar eines römischen aus der Zeit Cäsars, zu ermitteln, um darnach in natürlicher Grösse ein wirkliches Schiff dieser Art zu erbauen — nur unvollständig ausgeführt worden ist. Obwohl sich Jal Mühe gegeben hatte, aus den Angaben der alten Schriftsteller und den Abbildungen von Schiffen auf antiken Denkmälern, Gestalt und Anordnung einer solchen Triere zu ermitteln <sup>1)</sup>, so hat er doch die einzig hierzu brauchbar gewesenen Quellen <sup>2)</sup>, die Seerkunden, weder gekannt noch studirt.

Das Ergebniss der Jal'schen Untersuchungen führte dazu, dass dem französischen Ingenieurconstructeur, dem allbekannten Dupuis de Lôme (dem Erbauer des französischen Muster-Schraubenlinienschiffes „Napoleon III.“ und der berühmten ersten Panzerfregatte „La Gloire“), die Ausführung einer Triere nach Jal's Angaben übertragen und diese Aufgabe auch in der Weise gelöst wurde <sup>3)</sup>, wie die nachstehende Abbildung (Fig. 17) erkennen lässt <sup>4)</sup>.

Wie Graser zuerst entschieden nachgewiesen hat, sind die meisten Verhältnisse und Einrichtungen dieser französischen Triere unbegründet oder unrichtig <sup>5)</sup>.

Ursprünglich hatte Jal sogar, im Widerspruche mit den bestimmtesten Zeugnissen des Alterthums, die feste Meinung gefasst, dass die Alten nur sehr

1) Das der Ausführung vorhergegangene Resultat der Jal'schen Forschungen ist das bereits früher citirte (ebenfalls auf Kosten des Kaisers Napoleon III. herausgegebene) Werk: „La Flotte de César“. Etudes sur la marine antique, Paris 1861.

2) Nach eigenem Geständniss war Jal der griechischen Sprache völlig unkundig! Graser etc. re navali, p. 75, Note 1. Demgemäss darf man sich auch nicht wundern, dass Jal die Vorstellung von der Existenz einer mehr als dreifachen Rangordnung der Ruder auf antiken Kriegsschiffen gänzlich verwirft. Man sehe deshalb auch den 19. Band des Philologus (1863), Seite 571 ff.

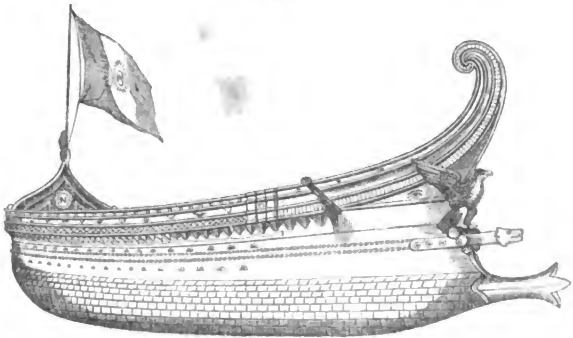
3) Die Ausführung geschah auf einer Schiffswerfte in Clichy an der Seine bei Paris. Graser etc. re navali, p. 76, §. 77, von wo aus das Schiff später nach Cherbourg geschafft wurde, woselbst es sich noch heute befinden soll.

4) Dem Dublin Quarterly Journal of Science, Jan. 1864, entnommen.

5) De veterum re navali, p. 76. Statt der richtigen Trierenlänge von 149 Fuss rheinl. nahm Jal 125½ Fuss (= 39¼ Meter), ebenso statt 14 Fuss Breite die grössere von 17½ Fuss oder 5½ Meter, statt der Tiefe von 10½ Fuss nur 7 Fuss oder 2⅓ Meter. Die grössten Ruderlängen (der Thraniten) betragen nach den Seerkunden 13½ Fuss, während Jal dafür 23 Fuss oder 7,2 Meter nahm. Für die Zahl 174 der Ruderer substituirte Jal 130 etc.

langsame Segler gewesen seien <sup>1)</sup>, und hatte in Folge dessen auch dieser Trireme einen plumpen Bau geben wollen <sup>2)</sup>. Nur den Bemühungen Dupuis de Lôme's gelang es, dem Schiffe vorn eine Form zu geben, welche der schlanken

Fig. 17.



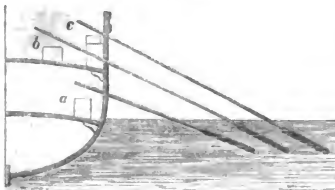
eleganten Gestalt der antiken Dreiruderer ziemlich entspricht. Auch die durch den Marinemaler Morel Fatio ausgeführte Ausschmückung des Schiffes wird als geschmackvoll und den Zeugnissen der Alten ziemlich entsprechend bezeichnet <sup>3)</sup>.

1) Hätte Jal mindestens des Engländers Smith's wiederholt citirtes Werkchen: „Ueber den Schiffsbau der Griechen und Römer im Alterthume“ (Marburg, in deutscher Uebersetzung, 1851 erschienen) studirt, so würde er S. 35 den Nachweis gefunden haben, dass schnelle Seefahrten im Alterthume nicht selten waren und 8 Knoten (Seemeilen) per Stunde mehrfach erreicht wurden. Graser's Einwendungen gegenüber Jal bestätigen sich namentlich noch durch die beiden athenischen Basreliefs, worüber Graser im Philologus, dritter Supplementband, S. 278, berichtet.

2) Die Zeitschrift „Das Ausland“ vom 8. Juli 1863, Seite 660.

Die in der Schrift: „Das Modell eines athenischen Fünfreihschiffes (Pentere) aus der Zeit Alexanders des Grossen“, S. 29, ausgesprochene Behauptung, dass das Berliner Penterenmodell gegenwärtig das einzige ist, an welchem sich von

Fig. 18.



den Ruderkriegsschiffen des Alterthums mit ihrer inneren Einrichtung und äusseren Ausrüstung wirklich eine richtige Vorstellung gewinnen lässt, ist wohl zweifellos.

3) Im 19. Jahrgange des Philologus (Göttingen 1863, S. 569) unternimmt es Heller in Berlin, die falsche Ruderanordnung Jal's dahin zu verbessern, wie Fig. 18 erkennen lässt.

Dass zu Cäsars Zeit die grössten römischen Kriegsschiffe *Penteren* waren, erhellet u. A. aus Graser's Notizen über den bedeutenden Tiefgang dieser Schiffe<sup>1)</sup>. Eine sehr empfehlenswerthe Arbeit über die Kriegsschiffe Cäsars hat Heller in Berlin, nach Cäsars Commentarien im *Philologus*, 19. Jahrgang, Seite 490 ff., geliefert, worin u. A. auch nachgewiesen ist, dass Cäsar zu seiner Ueberfahrt nach Britannien (55 u. 54 v. Chr.) sowohl eigentliche Kriegsschiffe (*constratae*) als auch Last- oder Transportschiffe (*naves longae*) benutzte. Die zweite Landung in Britannien soll Cäsar mit mehr als 800 Schiffen bewirkt haben<sup>2)</sup>.

Nach Cäsar sank das Seewesen unter der Herrschaft der Römer noch tiefer. Der Hauptumschlag und Umschwung aber trat nach der Schlacht bei Actium (31 v. Chr.) ein.

Die griechisch-ägyptische Flotte des Antonius bestand aus mächtig grossen, durch Verdecke und Thürme erhöhten Schiffen mit reichem Ruderwerke und schwerer Takelage, während die Flotte des Augustus (Octavian) von kleinen, leichten Schiffen der Liburner, einer illyrischen, viel Seeraub treibenden Völkerschaft gebildet wurde<sup>3)</sup>. Diese beweglichen, rasch zu wendenden, von geschickten Seeleuten bedienten Schiffe, mit gewöhnlich nur zwei Ruderreihen über einander, einem Mast und einem Raasegel — waren es vorzüglich, welche die völlige Vernichtung der viel mächtigeren Flotte<sup>4)</sup> des Antonius und der Kleopatra veranlassten. Die Niederlage bei Actium war aber nicht bloß eine politische Niederlage des Antonius<sup>5)</sup>, sondern auch eine technische Niederlage des griechischen Ruder- und Segelsystems, das sich nach und nach zu meist unbehülflichen Schiffskolossen verstiegen hatte. Von jetzt ab ward die römische Flotte reorganisirt nach dem Muster der Liburnen, deren Namen nun die gewöhnlichen Kriegsschiffe

1) *Philologus*, dritter Ergänzungsband, S. 183, Note.

2) In deutscher Sprache abgefasst finden sich Cäsars Leistungen zur See und im Gebiete der Schifffahrt (recht gut nach mehreren alten Quellen bearbeitet) in Krünitz' Encyclopädie, Theil 143, S. 588 ff.

3) Graser im *Philologus*, dritter Supplementband, S. 190 ff.

4) Ueber die Zahl der Schiffe beider kämpfenden Theile sind sich die Gelehrten nicht einig. Man sehe deshalb u. A. Krünitz Encyclopädie, 143. Theil, S. 594 (Artikel „Schifffahrt“).

5) Erst nach Vernichtung der ägyptischen Flotte konnten die Römer recht eigentlich und wahr das Mittelmeer „*nostrum mare*“ nennen. Man sehe deshalb Dr. Böttger's (Professor zu Dessau) interessantes Werk „Das Mittelmeer“, was vorzugsweise nach Rear-Admiral Smith „*The Mediterranean*“ und anderen vortrefflichen Quellen bearbeitet und bei Gustav Meyer in Leipzig 1859 erschienen ist.

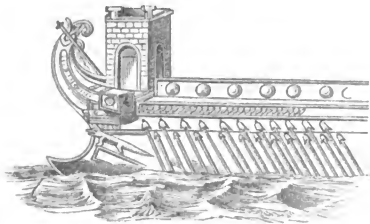
führten. Später allerdings stieg man in der Zahl der Ruderreihen wieder auf, behielt aber dessenungeachtet die weniger vollkommene, plumpe, aber niedrige und leichte Einrichtung der Liburnen-Takelage bei, sowie auch das starke Ausschliessen der Steven und ihrer Wölbung etc. <sup>1)</sup>.

Als Schluss dieses Paragraphen lassen wir noch einige Abbildungen von Schiffen und deren Theilen aus letzterer Römerzeit folgen, welche bildlichen Darstellungen auf Münzen, Gemmen, Reliefs, Fresken etc. entnommen sind.

Fig. 19.



Fig. 20.



Darstellungen auf Münzen, Gemmen, Reliefs, Fresken etc. entnommen sind.

So zeigt Fig. 19 eine römische, dem illustrierten Wörterbuche der römischen und griechischen Alterthümer entlebte Liburna mit einer einzigen Reihe Ruder, daher uniremis (moneris) genannt, die nach vorstehenden Erörterungen jede Erklärung überflüssig machen dürfte; ferner lässt Fig. 20 eine Biremis erkennen, die einem marmornen Basrelief der Villa Albani in Rom nachgebildet ist. In unserer Quelle wird dabei erwähnt, dass man beim Kampfe mit einem derartigen Schiffe von dessen Thurme Geschosse geschleudert habe etc. Ebenso zeigt Fig. 21 eine Triremis (Triere), die einem alten Frescogemälde in den Farnesischen Gärten zu Rom entnommen sein soll.

Fig. 22 findet sich in Smith's Werkchen über den Schiffbau der Griechen und Römer im Alterthume, Seite 8, und zeigt ein Frachtschiff (navis oneraria), dem Grabmal der Návoleja entlehnt und einen pompejanischen Kauf-

<sup>1)</sup> Ausführlich hierüber Graser im eben citirten Supplementbande des Philologus S. 191 ff.

fahrer darstellend. Derartige Schiffe wurden meistens als Segelschiffe und ohne irgend andere als Steuerruder benutzt. Unser Beispiel endet am Hintertheile mit dem Kopfe und Halse eines Wasservogels (als Ornament) während das Vordertheil mit dem Haupte der Minerva geschmückt ist.

Fig. 21.

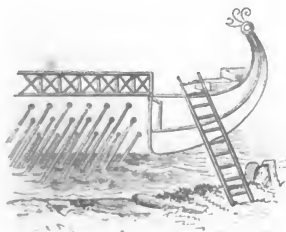


Fig. 23 ist dem Artikel „Actuarus“ in Rich's Wörterbuche entlehnt und lässt ein offenes, durch Ruder und Segel bewegtes römisches Kriegsschiff erkennen, welches vorzugsweise als Avisoschiff<sup>1)</sup> oder von Seeräubern gebraucht wurde, überhaupt in allen Fällen, wo man besonderer Schnelligkeit bedurfte. Unsere Abbildung stammt aus dem vaticanischen Virgil.

Fig. 22.

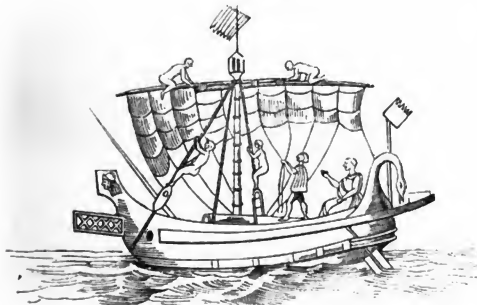


Fig. 24 soll einem pompejanischen Gemälde, die Flucht des Theseus vor der Ariadne darstellend, entnommen sein<sup>2)</sup>, wobei von Rich bemerkt wird,

1) Wie die heutigen Avisos (Schraubendampfer, als Schooner und Brieggs, also mit zwei Masten getakelt), die zum Ueberbringen von Nachrichten und Befehlen an die grösseren Kriegsschiffe und Stationen gebraucht werden. Man sehe deshalb Graser's Werk: „Norddeutschlands Seemacht“, S. 16.

2) Rich, Artikel „Supparum“, d. i. ein Tau (Schoote), womit die untere Ecke eines Segels angespannt und nach hinten gezogen wurde. Graser (Phil. Suppl. §. 102) versteht unter Supparum ein dreieckiges (in späterer Römerzeit gebräuchliches) Segel mit nur einer Schoote in der grössten Mastenhöhe angebracht, als ein Topsegel.

dass die Schiffer zwei solche dreieckige (lateinische) Segel nur dann aufgezogen hätten, wenn sie so schnell als möglich fahren wollten.

Fig. 23.



Von den wenigen Darstellungen antiker Schiffe mit mehr als einem Segel verdienen folgende zwei noch Erwähnung.

Fig. 25 ist ein Schiff, „Corbita“ genannt, ein Kauffahrer (ein sogenanntes rundes Schiff), oder genauer ein Fahrzeug, welches nur mit Getreide befrachtet und so genannt wurde, weil es an der Mastspitze einen Corbis (geflochtenen Korb in Form eines Kegels) trug. Derartige Schiffe waren

Fig. 24.



Fig. 25.



gross und schwer und stets mit zwei Masten ausgestattet. Unsere Abbildung ist (nach Rich) einer Medaille des Commodus (192 bis 180 v. Chr.) entlehnt, die zum Andenken daran geprägt wurde, dass er eine Anzahl Schiffe befrachtete, die aus Afrika und Aegypten Getreide nach Rom brachten <sup>1)</sup>.

Fig. 26 endlich zeigt ein Schiff, auf dem ausser einem grossen viereckigen

Fig. 26.



1) Graser (im Philolog. Supplement 3, S. 181, Note 42) sagt hierzu Folgendes: Der Name Corbita soll nach Festus daher kommen, dass diese Schiffe als Signal einen Korb hielten (ähnlich wie wir bei den Eisenbahntelegraphen). Aus der Benennung Corbita scheint der Name unserer Corvetten entstanden zu sein.

Segel (Raasegel) ein zweites kleineres Segel (der Klüver) am Vordertheile und zwar am Bugspriet<sup>1)</sup> angebracht ist. Die Abbildung ist einem Marmorrelief der Borghesischen Sammlung zu Rom entnommen<sup>2)</sup>. Grösse und Stellung beider Segel sind anschaulich gegeben, nur ist der Hauptmast offenbar dem Bug zu nahe gestellt<sup>3)</sup>.

Von den bereits erwähnten Schiffstheilen<sup>4)</sup> lässt Fig. 27 das antike Hintertheil (der Römerzeit), den Stern oder die Puppis, Fig. 28 aber das

Fig. 27.

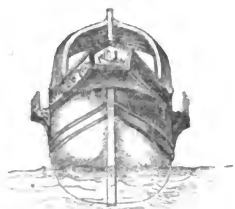
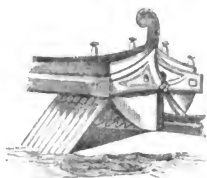


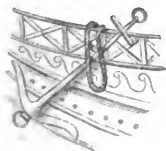
Fig. 28.



Vordertheil, den Bug oder die Prora, erkennen. Erstere Figur entspricht einer Zeichnung, welche von der königlichen antiquarischen Gesellschaft zu Neapel

mit Hilfe verschiedener Andeutungen auf alten Kunstwerken entworfen wurde, während die Abbildung des Vordertheils (nach Rich) einem antiken Gemälde entlehnt ist, welches sich im Museum Borbonico zu Neapel aufbewahrt findet.

Fig. 29.



Von Schiffsgeschäften liefern wir in Fig. 29 noch die Abbildung eines Ankers, wie er in Rom auf der Säule des Trajan zu finden ist<sup>5)</sup>. Man erkennt sofort, dass dieser Anker von den heutigen

1) Bugspriet, eine vornaus liegende Art Mast, hat vom Bug (der vorderen gebogenen Fläche des Vorschiffs) seinen Namen; es ist ein Spriet, welches am Bug angebracht ist und aus diesem herauslehnt, eine schräg liegende, das Segel in der Diagonale ausspannende Stange.

2) Rich, Wörterbuch, Artikel „Dolon“.

3) Graser (Philol. Suppl. 3, S. 176, Note 3) bemerkt, dass die Liburnen der römischen Kaiserzeit ein nicht vor dem Bug hervorragendes Bugspriet mit einem kleinen (viereckigen) Raasegel gehabt hätten (unserer ehemaligen Blinde entsprechend), während er später in derselben Quelle (S. 205) das bei den Alten am Bugspriet angebrachte Segel als ein kleines, sehr starkes Schratsegel bezeichnet und solches für das antike Artemon hält. Hierbei erörtert Graser (S. 202) sehr ausführlich das auf den Strandläufen des Schiffes, welches den Apostel Paulus nach Rom bringen sollte (Apostelgeschichte, Cap. 27, Vers 40 und 41).

4) Man sehe deshalb besonders Graser's bereits mehrfach citirte Abhandlung: „Die ältesten Schiffsdarstellungen auf antiken Münzen“.

5) Sehr zahlreiche und schöne antike Ankerformen finden sich namentlich abgebildet auf Tafel D der letzten Graser'schen Schrift.

wenig verschieden ist, nur fehlen an den äussersten Enden der Arme <sup>1)</sup> die jetzt gewöhnlichen Schaufeln oder dreieckigen Platten, Hände oder Spaten genannt <sup>2)</sup>).

Nach unserer Abbildung wird (wie jetzt überall) der Anker vom Vordertheile des Schiffes ausgeworfen, während noch ältere Abbildungen erkennen lassen, dass manche Schiffe auch darauf eingerichtet waren, vom Hintertheile (der Puppis) Anker zu werfen <sup>3)</sup>. Auch das Schiff, welches den Apostel Paulus nach Rom bringen sollte, hat (nach der Bibel) <sup>4)</sup> diesem Gebrauche entsprochen.

### §. 3.

Als das Christenthum sich an den Gestaden des Mittelmeers ausgebreitet hatte und das Römerreich durch die grosse Bewegung der Völker von Osten her erschüttert wurde, endlich zunächst der weströmische oder eigentlich römische Theil (476 nach Christo) in Trümmer fiel (während der oströmische oder byzantinische Theil noch lange, eigentlich bis 1453, fortbestand), und die wilden Söhne der arabischen Wüsten unter der Fahne des Propheten <sup>5)</sup> hervorbrachen — sanken fast alle Reiche Vorderasiens

1) Die ältesten Anker sollen einarmig gewesen sein, wie in einem Artikel der „Hansa“ (Nr. 48, S. 384), welcher überschrieben ist: „Die Anker und Kabel der Seevölker des Alterthums“ — behauptet wird. Indessen sagt der sonst so sorgfältige Smith (Schiffsbau der Griechen und Römer im Alterthume) hierüber gar nichts und bemerkt vielmehr (S. 27), dass die Anker der Alten von den heutigen wenig verschieden waren.

Auch auf den schönen Abbildungen der Graser'schen Schiffsdarstellungen auf alten Münzen kann ich keine einarmigen Anker entdecken. In der citirten „Hansa“ wird in einer Note (von der Redaction) bemerkt, dass die chinesischen Dschunken noch heute einarmige hölzerne Anker haben, deren Flüe (Flügel) mit Eisen beschuht sind.

2) An dem heutigen Anker lassen sich sechs Theile unterscheiden: der Schaft (der gerade Stamm), das Kreuz, d. i. der Uebergang zu den beiden Pflügen oder Flügeln (Flüe), die Spaten (Widerhaken an den äussersten Enden der Flügel), der Stock, ein rechtwinklig zur Flügelebene gerichteter Stab am freien Ende des Schaftes (um den Anker, wenn er in den Grund eingegriffen, in seiner Lage zu erhalten) und endlich der Ring oder Schäkkel (am äussersten Schaftende), um die Ankerketten befestigen zu können. Ausführlich belehrt über Alles hierher Gehörige besonders gut Hildebrandt's „Praktisches Lehrbuch für junge Seelente“, S. 161 ff. Danzig 1866.

3) Smith, „Schiffsbau im Alterthume“, S. 27.

4) Apostelgeschichte, Cap. 27, Vers 29, wo es also heisst: „und warfen hinten vom Schiffe vier Anker“.

5) Mohamed, geb. 568, gest. 632 nach Christo.



vor ihnen in den Staub und befuhren ihre Schiffe den grössten Theil der alten Thalassa. Gleichzeitig waren es im Norden die Normänner, welche diesen Theil Europas aus der Mythe in die historische Wirklichkeit einführten und die Schifffahrt und deren Vervollkommnung vertraten <sup>1)</sup>).

Während letztere die Ufer der Nordsee und des Atlantischen Meeres brandschatzten, plünderten die Araber namentlich das wehrlose Italien, wobei sich ihre Raubzüge durch das Adriatische Meer hinauf bis in die Nähe Venedigs (846), Genuas (934) und Pisas (1005) erstreckten. Erst als diese drei Städte den Entschluss fassten, das Uebergewicht der Saracenen im Mittelmeere zu brechen, und ihre Anstrengungen mit Erfolg gekrönt wurden, gelangten Handel und Seemacht zu einem nicht geahnten Aufschwunge, der auch der gesammten romanischen Völkerwelt zu Gute kam <sup>2)</sup>).

Einen hochwichtigen Abschnitt in der Vervollkommnung der Schifffahrt bildet die Einführung des Compasses (auch Boussole genannt), wodurch der Schiffer in den Stand gesetzt wurde, die Richtung des Fortlaufes seines Schiffes (nach dem jedesmaligen Stande der Magnetnadel) anzugeben, um sich sowohl bei Nacht als bedecktem Himmel vor gefährlichen Stellen zu schützen und möglichst sicher das Ziel seiner Fahrt zu erreichen. Wem die Erfindung des Kompasses zuzuschreiben ist, wurde niemals genau ermittelt, nur so viel ist gewiss, dass er im 14. Jahrhundert (wahr-

1) Nach Fischer (Geschichte des teutschen Handels, Theil 1, S. 161) begriff man unter dem Namen „die Normänner“ alle Anwohner der Ostsee (dem Mittelländischen Meere des Nordens), also auch die Sachsen oder Teutschen. Ferner erzählt derselbe Autor (a. a. O. S. 111 und 112), dass sich manchmal mehr Normänner auf der See als auf dem Lande befunden hätten, ja dass es im Baltischen Meere Könige (Seekönige) gegeben habe, die keinen Fussbreit Land ihr Eigenthum nennen und doch über grosse Völkerschlagten gebieten konnten.

Im Jahre 1001 sollen die Skandinavier von Grönland aus Nordamerika beschifft haben (Fischer a. a. O. S. 109). Die damaligen Schiffe waren bald allein mit Ruderbänken, bald allein mit Segeln, oft mit beiden versehen. Sie konnten mit ganzem und halbem Winde segeln und es hatte hiernach ihre Schifffahrt einen grossen Vorzug vor der griechischen und römischen. In den nordischen Sagen stehen eine Menge Nachrichten von der Geschicklichkeit der teutschen Seeleute, sich jedes Windes zu bedienen (a. a. O. S. 105).

2) Ausführlich in der hier benutzten Abhandlung des Prof. Heyd in Stuttgart: „Die Handelscolonien der Italiener im Oriente“. Enthalten in der Zeitschrift für die gesammte Staatswissenschaft. Tübingen 1858 bis 1864.

scheinlich 1302) von den Italienern Gioja und Giri verbessert wurde<sup>1)</sup>, sowie nach Humboldt im Jahre 1436 schon der magnetischen Abweichung Erwähnung geschehen sein soll<sup>2)</sup>. Zu noch anderen in dieser Zeit im Gebiete der Nautik wichtigen Fortschritten, welche nach und nach die Seefahrer zur Lösung der schwierigsten Probleme vorbereiteten, gehört die Beschaffung brauchbarer Seekarten, zunächst für das Gebiet des Mittelmeers. Nach den Angaben des Spaniers Capmani wurden solche Karten von den spanischen Seefahrern schon 1286 benutzt, sowie derselbe es auch als eine feststehende Thatsache berichtet, dass 1359 die arragonischen Galeeren amtlich mit Karten versehen wurden<sup>3)</sup>. Das Verdienst, bei der Entwerfung solcher Karten ein eigentliches Projectionssystem zu Grunde gelegt zu haben, wird gewöhnlich dem berühmten Infanten Heinrich, dem Sohne des Königs Johann I. von Portugal, zugeschrieben<sup>4)</sup>.

Bereits im 14. Jahrhundert scheinen die Italiener Schiffe erbaut zu haben, die vorzugsweise als Segelschiffe benutzt wurden<sup>5)</sup>. Dass diese Schiffe hinsichtlich ihrer Takelage immer noch nicht wieder auf die Stufe der Ausbildung gelangt waren, welche be-

---

1) Fischer a. a. O., Theil 1, S. 107, erwähnt, „dass man den Compass auf den zwei steinernen Wachtthürmen am Helgosunde (die der heilige Klaus, König in Norwegen, erbaute) ganz deutlich abgebildet gefunden habe, daher er die Teutschen für die Erfinder des Compasses halte und zwar um so mehr, weil seine 32 Punkte von allen europäischen Nationen in deutscher Sprache geschrieben und genannt wurden.“ Rotteck (Allgemeine Geschichte, Bd. 7, S. 26 Note) bemerkt nicht nur, dass die Chinesen schon 1000 Jahre vor unserer Zeitrechnung den Compass angewandt hätten, sondern hebt auch hervor, dass wahrscheinlich die alten Phönizier, Griechen und Römer den Compass wenigstens schon dunkel kannten.

2) Brommy, „Die Marine“, S. 37, wobei auch hervorgehoben wird, dass der Compass ganz gewiss schon im 12. Jahrhundert in Frankreich unter dem Namen *Marinette* bekannt war und an Bord der Schiffe benutzt wurde. Ebenso scheint es Thatsache zu sein, dass die ersten Missionäre die Magnetnadel schon bei ihrer Ankunft in China vorfanden.

3) Dr. Böttger, „Das Mittelmeer“ (Leipzig 1859), S. 893 ff. Ferner Dr. Hoffmann, „Die Geschichte des Handels“ (Leipzig 1844), S. 136, behaupten, dass sich die Castilianer und Majorkaner schon lange vor 1286 der Seekarten bedient hätten.

4) Heinrich der Seefahrer (geb. 1396, gest. 1463) zeichnete sich im Gebiete der Mathematik, Sternkunde und der Schiffbaukunst sehr bedeutend aus und erreichte dadurch seinem Vaterlande zu grossem Nutzen. Es wird ihm auch ein grosser Antheil an der Erfindung des Astrolabiums zuerkannt.

5) Creuze-Murray, *Ship-building etc.* p. 6.

reits oben S. 26 von den Griechen nachgewiesen wurde, geht u. A. auch aus einer Stelle bei Graser <sup>1)</sup> hervor, die also lautet: „Die Galeeren der Venetianer entbehrten aller Eigenschaften, welche (bei den griechischen Schiffen) die Stabilität beförderten, indem sie flacher im Wasser gingen (3 Fuss, 3½ Fuss u. s. w.), nicht so scharf gebaut waren, die Ruder (rojer) nicht so in der Mitte, sondern mehr am Bord hatten, keine so gewölbten Seitenwände besaßen und doch mit Masten von 60 bis 70 Fuss versehen waren, wobei der höchste Punkt ihrer Segelfläche noch weit höher lag, da sie lateinische Segel führten und zwar mit Ruthen von 95 Fuss bei nur 85 Fuss Kiellänge.“

Dass man um diese Zeit auch hochbordige Schiffe (runde Schiffe, *Vaisseaux ronds*) mit mehr oder weniger erhöhten Vorder- und Hintertheilen (mit Kastellen) erbaute, dürften namentlich die Abbildungen von Schiffen bestätigen, welche sich in der 1486 erschienenen Reisebeschreibung Breitenbach's nach dem gelobten Lande, namentlich auf dem grossen Holzschnitte vorfinden, welcher die Stadt Venedig darstellt und dem nachstehende Fig. 30 entlehnt wurde.

Fig. 30.



Zu dieser Zeit war auch bereits das in Angeln am äussersten Ende des Hinterschiffs drehbare Steuer (Steuerruder) an die Stelle der beiden Steuerschaukeln getreten <sup>2)</sup>, sowie man auch ange-

1) Philologus. 3. Supplementband (1865), S. 185.

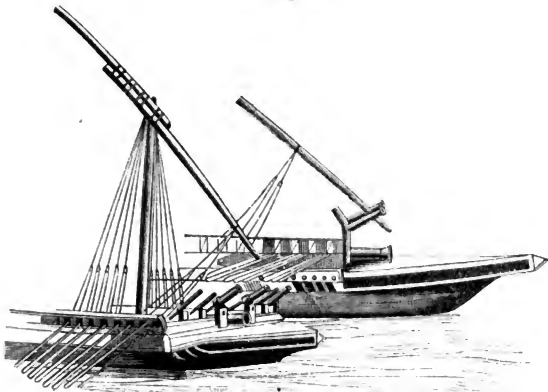
2) Smith (a. a. O. S. 11) bemerkt, dass sich in der Mitte des 14. Jahrhunderts das in Angeln hängende Steuer bereits auf den Goldmünzen Eduard's III. (geb. 1312, gest. 1377) vorfinde.

fangen hatte, das Vordertheil des Schiffes mit einem Bugspriete (d. h. mit einem schräg über das Vorschiff hinausragenden Mast) zu versehen <sup>1)</sup>.

Im 14. Jahrhundert finden sich auch die ersten Spuren der Verwendung von Kanonen auf den Kriegsschiffen <sup>2)</sup>.

Die älteste zuverlässige Abbildung von Vordertheilen italienischer mit Kanonen ausgerüsteter Galeeren dürfte die sein, welche sich im 1. Bande (p. 294) der Jal'schen Archeologie findet, wovon die hier folgende Fig. 31 eine Copie ist und woselbst

Fig. 31.



ausdrücklich bemerkt wird, dass sie aus dem 15. Jahrhundert stammt und einem Kupferstiche der königlichen Bibliothek entlehnt wurde <sup>3)</sup>.

1) Creuze-Murray, Ship-building p. 6 (hier wird als früheste Zeit der Einführung des Bugspriets ebenfalls die Regierung Eduard's III. bezeichnet).

2) In Steinitz's „The Ship, its origin and progress“, p. 137 wird angegeben, dass Kanonen zuerst 1372 auf den Schiffen der spanischen Kriegsflotte in Anwendung gebracht sein sollen.

3) Es dürfte hier der Ort sein zu erwähnen, dass eine besonders grosse Gattung venetianischer Galeeren (nach Jal Archéologie navale, Tome I. p. 420 ff.) bereits 1337 unter dem Namen „Bucentarii“ vorkommt und dass es demnach falsch ist, wenn manche Schriftsteller der Ansicht sind, man hätte mit diesem Namen nur ein gewisses (ein einziges) Schiff (den Bucentoro Bucentaure), und zwar dasjenige

Im Jahre 1472 veröffentlicht R. Valturius die Abbildung zweier Galeeren, die durch Schaufelräder an beiden Seiten des Schiffes statt durch Ruder bewegt werden sollten<sup>1)</sup>. Die Zahl der Räder wird zu fünf Paaren angegeben, die durch eine gekröpfte Welle in der Mitte und unter Mithilfe von Seilen entsprechend zur gemeinsamen Action vereinigt wurden<sup>2)</sup>.

Die Bemühungen der Portugiesen während des ganzen 15. Jahrhunderts, mit ihren Schiffen bis jenseits des Aequators vorzugehen<sup>3)</sup>, hatten die Nothwendigkeit immer dringender gemacht, nicht furchtsam die Küsten zu verfolgen, sondern mit Hülfe des gestirnten Himmels (einschliesslich Sonne und Mond) die hohe See zu suchen. König Johann II. bildete (1482) in Lissabon eine Commission, welche den Auftrag erhielt, Declinationstafeln für die Sonne zu berechnen und die Seeleute in der Kunst zu unterrichten, nach dem Höhenstande der Sonne zu schiffen, vor Allem aber ein Astrolabium zu construiren, das man während der Fahrt eines Schiffes gebrauchen konnte. Letzteres scheint insbesondere einem Mitgliede gedachter Commission, einem als Mathematiker, Astronom und Kaufmann gleich berühmten Deutschen (einem gebornen Nürnberger), dem nachherigen Ritter Behaim (oder Böheim) im Jahre 1482 gelungen zu sein<sup>4)</sup>.

---

bezeichnet, welches als reich verziertes Paradeschiff den Dogen am Himmelfahrtstage jeden Jahres auf das Adriatische Meer fuhr, um sich durch das Werfen eines goldenen Ringes in das Meer mit demselben zu vermählen und dadurch seine Herrschaft zur See anzudeuten. Die beste Abbildung dieses Bucentoros dürfte die in Charnock's „History of Marine Architecture“, Vol. I. p. 353 sein.

1) Sein (a. a. O. p. 25) hat nach Stevechius versucht, eine Liburne mit drei Ruderrädern an jeder Seite abzubilden. Die Bewegungsmaschinen sind Göpelwerke, woran man Ochsen gespannt hat.

2) Sowohl in Woodcroft's „Origin and Progress of Steam Navigation“, p. 1 und 2 als in den später (1857) erschienenen Abridgements of Patent Specifications, p. 6, wird als Quelle dieser Angabe notirt: „De re militari“, Lib. XI. p. 2. Veronae 1472.

3) Erst durch den Infanten Heinrich, nach dessen 1460 erfolgtem Tode, durch Alphons V., sowie nachher auch durch Johann II.

4) Fischer (a. a. O. S. 109) bemerkt, Behaim habe das Astrolabium auf Befehl Königs Johanns II. von Portugal verbessert. Dr. Hoffmann (a. a. O. S. 141) erwähnt, dass man Behaim's Astrolabium eigentlich nur für eine vereinfachte Nachahmung des Instruments von Regimontanus halte, der, ebenfalls ein Deutscher, durch seine berühmten Ephemeriden (1474), im Voraus für die Jahre 1475 bis 1506 berechnet, bereits die Aufmerksamkeit der ganzen gebildeten Welt auf sich gezogen hatte. Martin Behaim war auch durch seine im Jahre 1492 verfertigte Weltkugel berühmt.

Alle diese Fortschritte der Nautik, wenn auch lange noch nicht zur erforderlichen Höhe gelangt, befähigten doch zur Lösung des dem Seefahrer schwierigsten Problems, zur Beschiffung des Oceans, zur Auffindung der neuen Welt, wohin kein Schiffen an den Küsten (wie selbst die Fahrt längs Afrika nach Indien war) oder von Insel zu Insel führen konnte.

Christoph Columbus der Genuese (geb. 1436, gest. 1506) befuhr 1492 bis 1493 zum ersten Male den Atlantischen Ocean und entdeckte Amerika, wodurch der ganze Welthandel verändert zum grossen Seehandel wurde und nach und nach alle weiten Meere den Zielpunkt der kühnen Seefahrer bildeten <sup>1)</sup>.

Auf die Verbesserung der Schiffe und deren Ausrüstung hatte dies wichtige Ereigniss den Einfluss, dass man sich nicht mehr vorzugsweise auf die Kraft der Ruderer, sondern viel mehr auf die Macht der Segel stützen musste und dabei auch zu lernen hatte, dem Winde die erforderliche Druckfläche an Leinwand nicht durch sehr grosse, sondern durch viele kleine Segel abzugewinnen, die sich durch eine geringe Anzahl Matrosen gehörig verändern und regieren liessen.

Die drei Schiffe, welcher sich Columbus bei seiner ersten Reise bediente, waren sogenannte Caravellen, vergleichbar an Grösse etwa unseren modernen Kriegsbriggs von 12 bis 16 Kanonen, mit viereckigen (nicht dreieckigen lateinischen) Segeln, mit denen pro Stunde im Mittel  $7\frac{1}{2}$  Seemeilen zurückgelegt werden konnten. Es scheint überhaupt erwiesen, dass es falsch ist, wenn Schriftsteller (um Columbus' Ruhm zu erhöhen) behaupten, seine Schiffe wären weder kräftig gebaut, noch entsprechend schnelle Segler gewesen <sup>2)</sup>.

---

1) Allerdings hatten die Portugiesen (unter Johann II.) die Linie bereits 1471 mit ihren Schiffen durchschnitten und die Sterne der südlichen Halbkugel geschaut, auch sah Diaz 1486 die südlichste Spitze von Afrika (erst das Vorgebirge aller Angst, nachher das Vorgebirge der guten Hoffnung genannt), allein erst Vasco de Gama unter Emanuel dem Grossen gelang es, um das genannte Vorgebirge nach Indien zu segeln. Am 7. Juli 1497 fuhr Vasco de Gama mit drei zwar ebenfalls kleinen (aber festen) Schiffen aus dem Hafen von Lissabon, gelangte am 22. Mai 1498 nach Calicut (auf der malabarischen Küste) und kehrte am 19. Juli 1499 zurück. Die ganze, für Erdkunde, Schiffahrt und Handel gleich wichtige Reise währte 2 Jahre 11 Tage (man vergl. hiermit was S. 3 und 4 über die Fahrzeiten der neueren Dampfer mitgetheilt wurde).

2) In Bannasch, „Vorlesung über den Stand der Nautik zu Zeiten des Columbus“, Königsberg 1843, wird S. 22 über die oben behandelte Frage wie folgt

Jal<sup>1)</sup> hat keine zuverlässige Abbildung einer der Coulomb'schen Caravellen auffinden können, theilt jedoch eine Abbildung mit, welche aus dem 16. Jahrhundert stammt und wovon die umstehende Fig. 32 eine Copie ist<sup>2)</sup>.

Von ähnlicher oder wohl gar gleicher Construction sind wahrscheinlich die fünf kleinen Schiffe gewesen, womit der Portugiese

berichtet: „Erstaunenswerth sind die unbeträchtlichen Zurüstungen, welche der neuen Welt Entdeckung kostete. Zwei der ausgerüsteten Schiffe waren leichte Barken, Caravellen genannt, nicht grösser, als man sie heute zu Strom- und Küstenfahrt verwendet. Der Admiral wählte absichtlich diese kleinen Fahrzeuge wegen ihres geringen Tiefganges als besonders tauglich für ein unbekanntes Meer und fremde Küsten. Diese Schiffe hatten vorn und hinten nur ein Halbverdeck und nur das Admiralschiff, die Santa Maria, ein volles Deck. Die Tragfähigkeit dieses letzteren Schiffes soll 65 bis 80 Lasten (130 bis 160 engl. Tonnen) betragen haben.

Bannasch giebt nicht an, aus welchen Quellen er seine Behauptungen und Angaben geschöpft hat, wir können daher deren Werth nicht anders bemessen, als dass wir ihm die Nachrichten gegenüberstellen, welche Jal im 2. Bande seiner „Archéologie“ veröffentlicht hat, die jedoch anders lauten. Insbesondere heisst es hier p. 236: „De tout ce qu'on vient de lire sur les caravelles de Coulomb, il me semble que l'on peut conclure, contre une opinion trop généralement répandue, que ces navires étaient bons, solides, et propres à l'entreprise que le pieux Génois voulait mener à fin; qu'ils n'étaient pas mauvais voiler; enfin qu'ils ne ressemblaient en rien à ces barques infirmes, non pontées, delabrées et pour ainsi dire dépourvue de tout, que l'imagination de quelques biographes avait créées pour faire encore plus périlleuse, et par conséquent plus glorieuse qu'elle ne l'est, l'entreprise de l'amiral Ferdinand Christophe Coulomb ne manqua de rien pour son premier voyage.“

— Die Dimensionen dieser Caravellen giebt Jal (a. a. O. p. 229) zu 27,77 Meter Länge und zu 8,12 Meter Breite an.

Höchst unbedeutend waren dagegen die Hilfsmittel an Seekarten und Instrumenten, deren sich Columbus bedienen konnte. Die Karte, nach der er die Reise unternahm, soll eine Plankarte und von ihm selbst oder von Toscanella entworfen gewesen sein und sich auf den Wahn gegründet haben, dass der Weg nach Westen ihn an Asiens Ostküste führen müsse. Seekarten mit ebener Projection, wobei die Meridiane alle parallel mit einander laufen und mit wachsenden Breitegraden (Mercators System), wodurch erreicht wird, dass die Linie des Schiffscurses einen gleichen Winkel mit allen Meridianen bildet, die von ihm durchschnitten werden, was die Schiffsrechnung bedeutend vereinfacht, datiren aus einer späteren Zeit (1556), da sie erst von dem Flamänder Mercator (geb. 1511, gest. 1598) erfunden und erst noch später (1599) von dem Engländer Wright so verbessert worden (indem Wright das wahre Verhältniss der wechselnden Breitengrade lehrte), wie man sie noch heute überall benutzt. Zur annäherungsweise Bestimmung des ungefahren Schiffsortes im jedesmaligen Mittage, bediente sich Columbus des Behaim'schen Astrolabiums. (Weiteres hierüber bei Bannasch a. a. O. S. 37.)

1) A. a. O. Tome II. p. 233.

2) Nach einem Foliomanuscripte des J. Devaulx in Havre-de-Grâce.

(in spanischen Diensten) Fernando Magellan (Magalhaës)<sup>1)</sup> vom 20. September 1519 ab begann, die Erde zu umsegeln, indem er

Fig. 32.



seinen Weg um die Südspitze Amerikas durch die nachher mit seinem Namen benannte Strasse nahm und in das weite Meer gelangte, das er, wegen der Stille und Annehmlichkeit seiner Fluth, das Stille Meer nannte.

Schiffe für Kriegszwecke mit Stückpforten für Kanonen (port-holes) sollen zuerst von einem Schiffsbauer Namens Descharges etwa im Jahre 1500 unter der Regierung Ludwigs XII. erbaut worden sein<sup>2)</sup>.

Zuverlässige und der Aufnahme hier werthe Abbildungen von Kriegsschiffen mit Stückpforten für Kanonen aus dieser Zeit (dem Anfange des 16. Jahrhunderts) vermochte der Verfasser in allen ihm zu Gebote stehenden und bis jetzt citirten Quellen nicht auf-

1) Hoffmann a. a. O. S. 428 und Beer a. a. O. Abth. 2, S. 18.

2) Murray - Creuze a. a. O. p. 10; ferner Yonge, „The History of the British Navy“. Vol. I. p. 20.



zufinden <sup>1)</sup>, indess scheint Gestalt und allgemeine Anordnung derselben nicht wesentlich von den Schiffen verschieden gewesen zu sein, welche Jal nach jedenfalls treuen Abbildungen (S. 204 und 205 seiner *Archéologie navale*, Tome II.) als aus dem Ende des 16. Jahrhunderts stammend mittheilt und wovon nachstehende Figur 33 eine Copie ist <sup>2)</sup>.

In diese Zeit fallen auch die ersten Verbesserungen bezüglich der Manöverirkunst der Schiffe, welche darin besteht, durch das Wenden der Segel und die entsprechende Stellung derselben auf die leichteste, sicherste und einfachste Weise die mannigfachsten Bewegungen des Schiffes hervorzubringen und sich selbst ungünstige Winde zu Nutze zu machen. Bromy (a. a. O. S. 7) bezeichnet den Sehelden und Dogen von Genua, Andrea Doria (geb. 1468, gest. 1560) als den, welchem es vorbehalten war, diese Verbesserungen anzubringen und wofür ihn der Aberglaube seiner Zeit der Zauberei beschuldigt haben soll.

Ungeachtet aller Fortschritte konnte man sich jedoch lange nicht von den flachen Galeeren trennen, wahrscheinlich weil die damaligen Geschütze nicht weit trugen und bei Angriffen auf Landbefestigungen der geringe Tiefgang der Galeeren vortheilhaft war. So soll die bekannte Seeschlacht von Lepanto (7. October

1) Charnock a. a. O. Vol. II. p. 32 giebt zwei Abbildungen eines grossen Kriegsschiffes von 80 Kanonen (unter Anordnung von Stückpforten), das 1515 in England erbaut sein und den Namen Henry Grace de Dieu oder The Great Harry geführt haben soll.

Dass derartige Schiffe weder den Kriegs- noch Handelszwecken dienen konnten, sondern hierzu die besseren italienischen Muster (von denen auch Portugiesen, Spanier u. A. ihre Formen entlehnten) herbeigeht werden mussten, dürfte sich dadurch erklären, dass Charnock in demselben Bande seines Geschichtswerkes, nur ein paar Seiten weiter als da, wo von dem Great Harry gehandelt wird, besonders hervorhebt, dass sich Heinrich VIII. (geb. 1491, gest. 1547) auch dadurch um die Verbesserung der englischen Schiffe verdient gemacht habe, dass er italienische Schiffsbauer in sein Land berief. Derselbe Fürst schuf auch die Dockyards von Woolwich, Deptford und Chatham.

2) Jal bemerkt (a. a. O. S. 137), dass man dieser grossen und kräftigen Gattung von Schiffen den Namen „Nefs“ (navi) gegeben habe, die an Gestalt und Anordnung nicht sehr verschieden von denen waren, welche die Portugiesen „Carnacks“ nannten. Von letzterer Schiffsgattung giebt Charnock Vol. II. p. 7 eine Abbildung (die auch Fincham a. a. O. p. 42, Pl. 13 copirt hat), wobei behauptet wird, es sei dies Schiff 1542 erbaut. Jal (a. a. O. II. p. 215) zeigt dagegen, dass dessen Erbauung 100 Jahre zu früh angegeben sei und dafür das Jahr 1642 gesetzt werden müsse.

1571) auf Morea zwischen der italienisch-spanischen Flotte (unter Juan d'Austria) und den Türken vorzüglich mit durch die Schnel-

Fig. 33.



ligkeit und Schussfertigkeit der venetianischen grossen hochbordigen Kanongaleeren (Galeassen) und wohl auch durch die überlegene Manöverkunst der Christen entschieden worden sein <sup>1)</sup>.

Im Mittelmeere vertraten die Galeassen Jahrhunderte hindurch die Stelle der Linienschiffe <sup>2)</sup>. Die Abbildung einer mit Rudern und Segeln ausgestatteten Kanongaleere der Armada

1) Sein, „Histoire de la Marine de tous les Peuples. Tome I. p. 480 (wobei auch die Aufstellung der beiden feindlichen Flotten durch eine Zeichnung erläutert wird).

2) Bei Charnock, Vol. II. p. 22 und bei Fincham p. 38 findet man gute Abbildungen von Galeassen aus der Zeit der Schlacht von Lepanto.

und zwar nach einer gewirkten Tapete des alten englischen Oberhauses, findet sich bei Charnock<sup>1)</sup>.

Einige Zeit lang ist das 16. Jahrhundert als für die Erfindung der Dampfschiffe wichtig bezeichnet worden. Es sollte nämlich ein spanischer Seecapitän, Blasco de Gary mit Namen, im Jahre 1543 vor Kaiser Karl V. im Hafen von Barcelona mit einem Schiffe Versuchsfahrten angestellt haben, was weder durch gewöhnliche Ruder (Handruder), noch durch Segel (Wind), sondern durch zwei an den Seiten angebrachte unterschlägige Wasserräder, zum Fortlauf angetrieben und wobei der Wasserdampf als Motor benutzt worden sei<sup>2)</sup>.

Begründet wurde diese Behauptung durch eine Nachricht, welche der Oberaufseher des spanischen Staatsarchivs zu Simancas, Tomas Gonzaley im Jahre 1826 in Zach's monatlicher Correspondenz veröffentlichte<sup>3)</sup>. Hiernach wollte der spanische Archivar unter den Staatsschriften von Catalonien die Bestätigung des gedachten Versuches finden, der unter Zuziehung von Zeugen vorgenommen wurde<sup>4)</sup>.

Zweifelten auch verständige Geschichtsschreiber bereits früher an der Richtigkeit dieser Nachricht<sup>5)</sup>, besonders deshalb, weil eine so wichtige Erfindung, die man als gelungen bezeichnete, unmöglich vollständig ohne nützliche Verwendung bleiben und gänzlich wieder verloren gehen konnte, so hat sich die ganze Angelegenheit doch erst in jüngster Zeit (als Missverständniss) aufgeklärt, nachdem der Engländer Mac-Gregor vom Temple zu London sich entschloss, lediglich dieser fraglichen Erfindung wegen, im Jahre 1857 Spanien zu bereisen und nach den von Gonzaley bezeichneten Quellen zu forschen<sup>6)</sup>.

1) Vol. II. p. 24, Fig. 2 (hieraus copirt bei Fincham p. 36, Pl. 10). Nach Jal (Archéologie naval, Tome I. p. 387) soll die grösste Länge dieser Galeassen (grossen Galeeren) 149 Fuss, ihre Breite 24 bis 25 Fuss und ihre ganze Höhe 9 bis 10 Fuss betragen haben.

2) Dingler's Polytechn. Journal Bd. 24 (Jahrg. 1827), S. 93.

3) Vollständig abgedruckt findet sich der von Gonzaley an Zach gesandte Brief u. A. bei Fincham, p. 276. 277.

4) Das Schiff mit Namen „Trinidad“ sollte 200 Tonnen Tragfähigkeit besitzen haben und mit einer Geschwindigkeit doppelt so gross als die gewöhnlichen Galeeren gefahren sein.

5) Woodcroft, „The Origin etc. of Steam Navigation“, p. 2.

6) Abridgements on the Specification relating to Marine Propulsion. Part II. (1858), p. 105. 106.

Im Nationalarchive zu Simancas bei Valladolid gestattete man Mac-Gregor, nach Einholung königlicher Erlaubniss, Einsicht (nicht Abschrift) zweier Briefe, welche von Blasco de Gary in spanischer Sprache geschrieben und wohl erhalten waren. Einer derselben war aus Malaga, der andere aus Barcelona adressirt, während beide die Jahreszahl 1543 trugen. In diesen Briefen handelt es sich um Experimente mit zwei verschiedenen Schiffen, welche beide Ruderräder als Triebapparate hatten, jedoch von Menschen in Bewegung gesetzt wurden. Eins dieser Schiffe, von 500 spanischen Tonnen Tragfähigkeit, sollen 25 Mann (mittelst Ruderräder an beiden Seiten des Schiffes) zum Fortlauf getrieben haben, während an dem anderen (ebenso angeordnet) 40 Mann als bewegende Kraft erforderlich waren. Die dabei erlangte Geschwindigkeit soll eine spanische League (circa  $3\frac{1}{2}$  engl. Meilen) pro Stunde betragen haben. Mac-Gregor erwähnt ausdrücklich, dass er und sein Begleiter, der englische Capitän Usher, diese Briefe höchst sorgfältig durchlesen, beide jedoch nirgends auch nur eine Andeutung über die Verwendung von Dampfkraft gefunden hätten. Der betreffende Archivbeamte, Don Manuel Garcia, versicherte dabei ferner, dass ihm andere Schriften nicht bekannt wären, welche über Blasco de Gary und seine fragliche Erfindung Auskunft zu geben im Stande wären.

Weitere Forschungen in Barcelona und an anderen Orten (die unsere Quelle sorgsam aufführt) waren in gleicher Weise vergeblich.

Thatsächlich bedeutsam für Verbesserung der Schiffe waren die Bemühungen, womit Elisabeth von England (geb. 1533, gest. 1603) bald nach ihrer Thronbesteigung (1558) Handel und Schifffahrt empor zu bringen bestrebt war, so dass ein vollständiger Umschwung in dem gesammten materiellen Leben der englischen Nation eintrat und bald überall Spuren der thätigen und energischen königlichen Persönlichkeit wahrgenommen wurden. Es war keine blosse Schmeichelei, wenn man nach Fincham<sup>1)</sup> die Königin bezeichnete als „the restorer of the glory of shipping, and Queen of the Northsea.“

Gekrönt wurden diese Bemühungen u. A. durch Drake's 1577 unternommene, in jeder Beziehung, für Schifffahrt, Handel und

---

1) A. a. O. S. 44.

Ansehen der Engländer erfolgreiche Reise um die Welt<sup>1)</sup> und durch die Vernichtung der unüberwindlich geglaubten Armada Philipp's II. im Jahre 1588<sup>2)</sup>. Die spanischen Schiffe waren noch schwerfällig und unbeholfen gebaut, verstanden auch die Manöverkunst weniger gut wie die vereinigten Engländer (unter Lord Howard, Drake, Hawkins und Frobisher) und Holländer (unter Graf von Nassau) und führten namentlich noch hochbordige Kanonengaleeren wahrscheinlich mit schlechten Segeln, aber bis zu 300 Rudern<sup>3)</sup>, während solche bei den Engländern (und wahrscheinlich auch Holländern) bereits fast gänzlich ausser Gebrauch gekommen waren<sup>4)</sup>.

Letzteres war (nach Yonge) gewiss 1600 bei den fünf (kleinen) Schiffen der Fall, womit Admiral Lancaster seine erste Fahrt nach Ostindien glücklich ausführte<sup>5)</sup>.

Im Anfange des 17. Jahrhunderts lernte man Mastbäume aus mehreren Stücken (übereinander) zusammensetzen und bemühten sich namentlich die englischen und holländischen Schiffsbauer, die Gestalt der Schiffskörper zu verbessern, die Böden nach dem Kiele hin spitzer zu gestalten, den Schiffen eine grössere Geschwindigkeit beim Segeln zu geben und sie damit folgeweise regerbar und lenksamer zu machen<sup>6)</sup>.

Ein besonderes Ereigniss in der Geschichte des Schiffbaues bildete seiner Zeit überall der 1637 vollendete erste Drei-

1) Hoffmann a. a. O. S. 527. Ausführlich aber bei Yonge in dessen „History of the British Navy“, Vol. I. p. 25. Drake's Schiffe waren sämmtlich sehr klein, so dass Yonge von dem, womit er selbst die Reise glücklich vollendete, „vom Golden Hind,“ sagt: „that little bark had put a girdle round the earth.“

2) Yonge a. a. O. p. 31.

3) Ebend. p. 49.

4) Steinitz a. a. O. p. 201 giebt eine illustrierte Darstellung der entweichenden spanischen Armada und der verfolgenden englischen Flotte.

5) 1600 erhielt auch eine Gesellschaft von Kaufleuten von Elisabeth den ersten Freibrief, worin dieser der ostindische Handel ausschliesslich zugesichert wurde.

6) Yonge a. a. O. Vol. I. p. 48: „Improvements in naval architecture under James I. (geb. 1566, gest. 1625).“ Zu dieser Zeit veröffentlichte auch Sir Walter Raleigh, der zuerst Handelsbeziehungen mit Amerika anknüpfte, seine beiden für die Fortschritte im Schiffsbau und Seewesen nicht unwichtigen Abhandlungen: „The invention of Shipping“ und „The Royal Navy and Seaservice.“ Steinitz a. a. O. p. 227 giebt als Zeit der Veröffentlichung das Jahr 1650 an, was im Widerspruche mit Fincham (a. a. O. p. 49, Note 4) steht, wozu noch kommt, dass Raleigh bereits 1618 hingerichtet wurde.

Rühlmann, Maschinenlehre. IV.

decker<sup>1)</sup> der englischen Kriegsmarine, der „Sovereign of the Seas“, ein Schiff mit 112 Kanonen und einer Tragfähigkeit von 1637 Tonnen (gleich der Jahreszahl der Vollendung).

Als ein bedeutsamer Wink für fernere Fortschritte im Schiffsbau wurde bei dem „Sovereign of the Seas“ (damals das feinste und dauerhafteste Schiff der Welt) der Umstand richtig aufgefasst, dass der Baumeister desselben Phinias Pett (der sich bereits durch den Bau anderer Schiffe einen Namen gemacht hatte) kein gewöhnlicher Empiriker, sondern ein mathematisch gebildeter Mann aus der Cambridger Schule war<sup>2)</sup>.

Nach Charnock<sup>3)</sup> betrug die Totallänge des Schiffes auf dem Decke gemessen 232 engl. Fuss, seine grösste Breite 48 Fuss, seine Kiellänge 128 Fuss.

Statt weiterer Beschreibungen entlehnen wir Charnock die folgende Totalansicht des Schiffes, Fig. 34, sowie dem Fincham'schen Buche<sup>4)</sup> die Fig. 41 und 42 beziehungsweise Galion (Head) und Hintertheil (Stern) des Schiffes und Fig. 43 und 44 die hauptsächlichsten Querprofile (Spantenschnitte) und die Horizontalprojectionen von vier verschiedenen Schnitten darstellend. Letztere sind der Schwimmbene des Schiffes parallel genommen, wobei die äussere Begrenzung des Schiffes von den sogenannten Wasserlinien gebildet werden, woraus man u. A. auch erkennt, dass das Schiff vorn stumpfer als hinten gebaut war<sup>5)</sup>.

1) Der allererste je gebaute mit Kanonen ausgerüstete Dreidecker soll das spanische Kriegsschiff „Philip“ gewesen sein, welches schon 1591 bei den Azoren gegen die Engländer gekämpft haben und von Sir W. Raleigh beschrieben worden sein soll. Näheres über dies Schiff findet sich bei Fincham p. 54.

2) Yonge a. a. O. p. 49. Fincham schreibt: „The great workmaster in building this ship was master Phinias Pett, gentleman, some time master of arts at Emmanuel college, Cambridge.“

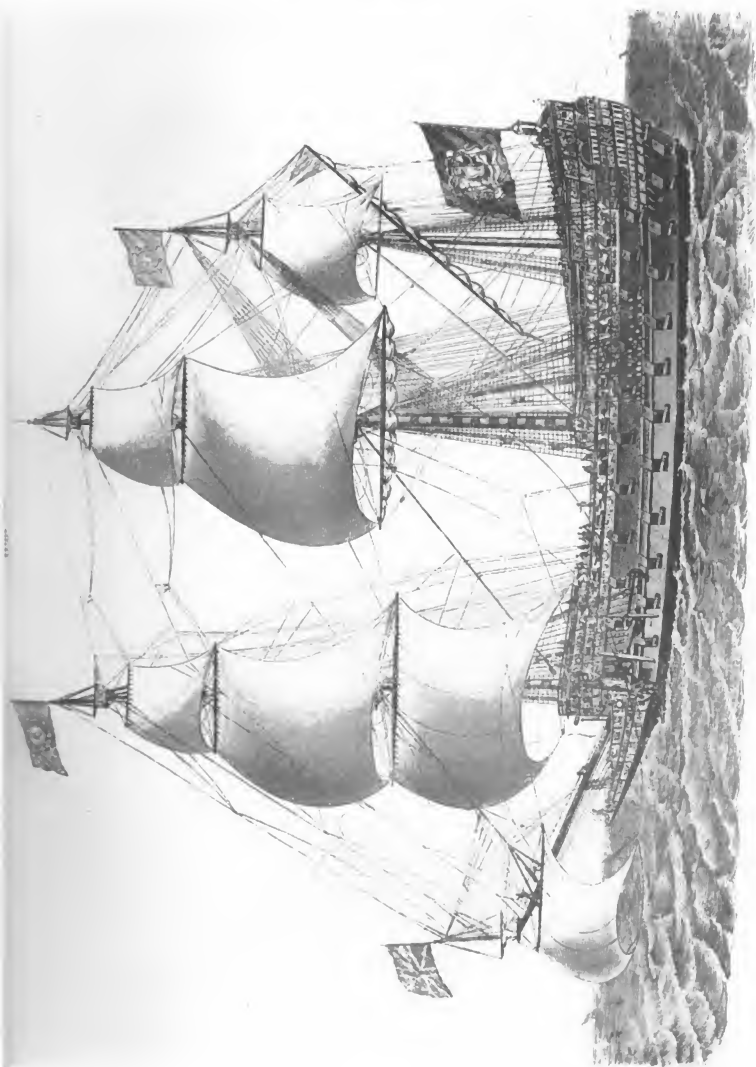
3) Vol. II. p. 283.

4) A. a. O. p. 54.

5) Beim Anblick der Holzschnitte Fig. 34 und 36 fällt sofort der kolossale Aufbau des Hinterschiffes und das grosse Galion (die vordere Spitze), Fig. 35, sowie die reichen Verzierungen um das ganze Schiff herum in die Augen. Die Takelage hat von den in der Gegenwart gebräuchlichen Takelungsarten viel weniger Abweichendes. Denn wenn auch jetzt die Anordnung des Bugspriets, sowie die des stehenden und laufenden Tauwerks wesentlich einfacher ist, so hat sich doch die allgemeine Anordnung der Hauptsegel bis auf den heutigen Tag erhalten (die Nebensegel der Gegenwart wie die Klüver, Vorstengstagssegel etc. etc. fehlen).

Von den in Fig. 34 gezeichneten „beigesetzten“ Segeln ist der Treiber (Wassersegel) vorn am Bugspriet, jetzt nicht mehr gebräuchlich, indem dies Segel nur bei sehr ruhiger See anwendbar ist, bei einigem Seegange aber unter Wasser kommt. Von den Segeln der Masten Folgendes:

Am Vock oder Fock (Vorder-) Mast bemerkt man unten die „Vock“ oder Fock,



In Fig. 38 lässt der linke Theil der Figur die Gestalt der Achterspanen

Fig. 35.

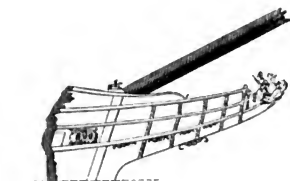
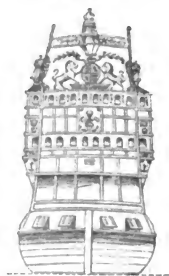


Fig. 36.



dann in der Mitte das „Vormarssegel“ und drittens das „Vorbramsegel“. Am Gross- (Mittel-) Mast findet sich zuerst an der Raee festgemacht (zusammenggezogen, festgeschnürt) das grosse Segel, dann das Grossmarssegel und als drittes (oberstes) das Grossbramsegel. Am Besahn (Hinter-, Achter-) oder Kreuzmast findet man an tiefster Stelle das Beginnsegel an der Raee festgemacht, dann folgt das Kreuzsegel (Kreuzmarssegel) und darüber (festgemacht) das Kreuzbramsegel.

Hervorzuheben dürfte jetzt noch sein, dass unsere Abbildungen Fig. 34 bis 38 ein Kriegsschiff darstellen und dass die Takelage der Kauffahrteischiffe verschieden von derselben ist. Ohne speciell auf letzteren Gegenstand einzugehen, benutzen wir die Gelegenheit zu erwähnen, dass unsere gegenwärtigen Hauptschiffsarten der Handelsmarine nach der Zahl der Masten folgendermaassen benannt werden:

Vollschiff oder Fregattschiff (voll getakeltes Schiff) heisst jedes Schiff, wobei alle drei Masten je vier bis fünf Raasegel führen, der hinterste Mast einen Gaffelsegel (von trapezoidischer Form) trägt und vorn am Bugspriete auch die Klüver oder Vorstagssegel (dreieckige Segel) vorhanden sind.

Bark heisst das Schiff, wenn der vorderste und mittlere Mast Raasegel, der hintere bloss ein Gaffelsegel hat und wobei vorn auch die Klüver nicht fehlen.

Dreimast-Schooner (Schoonerbark) heisst das Fahrzeug, wenn bloss der vorderste Mast Raasegel hat, die beiden anderen Masten aber mit Gaffelsegeln ausgestattet sind.

Schooner wird (bei den nordischen Seevölkern) ein Schiff mit zwei Masten genannt, wenn bei demselben bloss der vordere Mast Raasegel, der hintere dagegen bloss das Gaffelsegel (oder auch zwei solche Segel über einander) hat, während sich am Bugspriet die Klüver befinden. Die Schooner haben meist eine Lastigkeit von 150 bis 300 Tons.

Brigg nennt man (in der nordischen Seesprache ein zweimastiges Schiff, welches ausser den genannten Segeln am Hintermast noch Raanen, also jeder der beiden Masten mehrere (drei bis vier, oder auch fünf) Raasegel über einander führt. Die Lastigkeit der Briggs beträgt gewöhnlich 250 bis 500 Tons.

Kutter heisst endlich jedes Schiff mit einem Mast, an welchem sich ein Raasegel oder mehrere solche über einander befinden, das aber zugleich hinten noch ein Gaffelsegel und vorn mehrere Klüver führt.

(Ausführlicher in unserer Quelle: Graser's „Norddeutsche Seemacht“, S. 6 u. 7.)



und der rechte Theil die Gestalt der Vorderspanen erkennen. Ort und Abstand der betreffenden Profilschnitte ergeben sich aus dem Verdeckgrundrisse

Fig. 37.



Fig. 38.

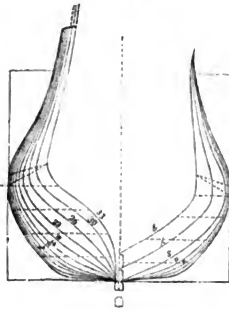


Fig. 37, sobald man die correspondirenden Ziffern und Buchstaben gehörig aufsucht und zusammenstellt.

Die vier Wasserlinien der Grundrissfigur 37 entsprechen den vier Horizontalschnitten in Fig. 38 beziehungsweise zum Achter- und Vorderschiff gehörig.

Wir sind jetzt in unserer Geschichte zu der Zeit gelangt, wo die Holländer (nachdem sich bereits 1579 die sieben vereinigten Provinzen von Spaniens Herrschaft losgesagt hatten) anfangen, allen seefahrenden Nationen den Rang streitig zu machen, wo sie sich namentlich in Ostindien auszubreiten suchten und endlich in der Mitte des 17. Jahrhunderts den ersten Handelsstaat und die erste Seemacht der Erde bildeten.

Ungeachtet aller Anstrengungen der Holländer und der harten Schläge und Verluste, welche ihre unsterblichen Seehelden (van Tromp und de Ruyter) den Engländern (von 1652 bis 1673) beibrachten und trotz der Bürgerkriege zur Zeit Cromwells (geb. 1599, gest. 1658), schritt dennoch England

in der Entwicklung seines Seewesens derartig stetig fort, dass es nach und nach den ersten Rang unter den Handels- wie Kriegsmarinen einnahm und behaupten konnte <sup>1)</sup>.

Eine Zeit lang (von 1660 bis 1692), als Ludwig XIV. (geb. 1638, gest. 1715) am politischen Himmel aufgetreten war, schien es allerdings, als wollte die französische Marine sich über alle anderen erheben, namentlich von da an, wo der talentvolle, redliche und überaus thätige Colbert (geb. 1619, gest. 1683) seine auf Frankreichs Wohlstand und Grösse überhaupt gerichtete Wirksamkeit (als Seeminister) auch dieser Richtung energisch zuwandte <sup>2)</sup>, ja selbst später noch als der vortreffliche Admiral Tourville bei Dieppe (1690)<sup>3)</sup> einen glänzenden Sieg über die vereinigte holländische und englische Flotte erstritt. Allein schon zwei Jahre darauf erlitten die Franzosen durch die Seeschlacht bei La Hogue (29. Mai 1692) eine so vollständige Niederlage, dass fortan Englands Uebermacht zur See entschieden war.

Für die Fortschritte im Schiffsbaue und Seewesen überhaupt waren dennoch die unter Ludwig XIV. gemachten Anstrengungen <sup>4)</sup> nicht nur für Frankreich, sondern eigentlich für alle seefahrenden Nationen von grossem Nutzen. Man erkannte nach Frankreichs Vorgänge die Nothwendigkeit, Navigationsschulen zu errichten, überhaupt den Schiffsbau und die Manöverkunst in Regeln zu bringen, auf wissenschaftliche Grundlagen zu basiren und das rein empirische Verfahren so weit als nur möglich zu verlassen.

In Frankreich war es namentlich der geniale Baumeister Renault, der wesentlich die Construction der Schiffe verbesserte; sowie er auch die sogenannten Bombengallioten erfand, mit denen Frankreich die verschiedenen Barbareskenstaaten demüthigte.

Colbert gewann auch für Frankreich den italienischen Astronomen und Geographen Cassini (geb. 1625, gest. 1712), dessen Arbeiten ebenfalls der Schifffahrt direct und indirect nützten und

1) Im Jahre 1660 erfand auch der Engländer Lock das bereits S. 3 besprochene Log oder den Apparat, womit man die Geschwindigkeit des Fortlaufs eines Schiffes (wenigstens annäherungsweise) zu messen im Stande ist.

2) Becker, Allgemeine Geschichte des Welthandels. Abth. 2. Wien 1862. S. 239 ff.

3) Rotteck, Allgemeine Geschichte (13. Ausgabe), Bd. 7, S. 87.

4) Bouvet de Cressé a. a. O. Tome II. p. 102 erörtert in einer Note ausführlich Ludwig's XIV. und namentlich Colbert's Verdienste um das französische Seewesen etc.

in welcher Beziehung nur die 1668 von Cassini veröffentlichten „Ephemeriden der Jupitertrabanten“ erwähnt werden mögen, vor deren Erscheinen man keine richtige Vorstellung über die Bewegung und Finsternisse der Jupiter-Monde hatte.

Im Jahre 1700 gab Guillaume Delisle <sup>1)</sup> seine Weltkarte, nebst den Karten von Europa, Asien und Afrika heraus und ward der eigentliche Schöpfer der heutigen Geographie.

Von den Engländern, die sich in der gedachten Richtung Verdienste erwarben, ist vor Allem Newton (geb. 1642, gest. 1727) zu nennen. Abgesehen von den Ausbildungen, welche die zur wissenschaftlichen Behandlung des Schiffsbaues und der Schifffahrt überhaupt erforderliche reine und angewandte Mathematik von diesem eminenten Geiste erfuhr <sup>2)</sup>, verdankt man Newton die Idee der Reflexions- oder Spiegelwerkzeuge <sup>3)</sup> und die erste (mathematische) Theorie vom Widerstande der Mittel, sowie zu deren Begründung angestellte Versuche, wodurch er nachzuweisen bemüht war, „dass der Widerstand eines in flüssiger Materie (Wasser und Luft) bewegten Körpers dem Quadrate der Bewegungsgeschwindigkeit proportional sei.“ <sup>4)</sup> Noch heute spielt dieser Satz (unverändert) bei der Berechnung des Widerstandes auf dem Wasser bewegter Schiffe eine sehr wichtige Rolle.

1) Hoffmann, Die Geschichte des Handels etc., Seite 441.

2) In Newton's Geburtsstube zu Woolsthorpe, einem kleinen Dorfe in Lincolnshire, befindet sich ein von Pope verfasster Ausspruch über die Bedeutsamkeit des grossen Gelehrten, der also lautet:

„Nature and Nature's laws lay hid in night;

God said: „Let Newton be,“ and all was Light!“

(Littrow. Whewell, Gesch. der inductiven Wissenschaften Bd. 2, S. 56).

3) Die Spiegelwerkzeuge (Sextanten, Quadranten etc.) bedürfen ihrer Natur und Construction nach keiner Aufstellung auf festem Boden (keiner unbeweglichen Unterlage), weshalb sie besonders von den Schiffern zur Bestimmung der Lage der Oerter auf dem Meere, durch Messung der Gestirnhöhen oder Mondsdistanzen angewandt werden können.

Im Jahre 1731 legte der Engländer Hadley der Londoner Society die erste Beschreibung der nach ihm benannten Sextanten vor und wird deshalb (gewöhnlich) als der Erfinder der Spiegelinstrumente angesehen. Man sehe deshalb Gehler's Physikalisches Wörterbuch Bd. VI, S. 26, und Bd. VIII, S. 781.

4) *Philosophiae naturalis principia mathematica*. Lib. II. oder in das Englische übersetzt von Motte und Chittenden unter dem Titel: „The mathematical principles of natural philosophy.“ Newyork 1850.

## §. 4.

Von 1618 an finden sich in England die ersten Patente <sup>1)</sup> auf verschiedene mechanische Mittel und Combinationen, um Schiffe ohne Handruder und Segel zum Fortlauf zu bringen, wobei die Namen Ramsey, Grent, Lind, Ford und auch der bereits (Bd. 1, S. 397) erwähnte <sup>2)</sup> Marquis of Worchester bemerkt zu werden verdienen, hinsichtlich deren Ausführung und Anwendung jedoch niemals etwas bekannt geworden ist. 1681 wurde von der Royal Society of London ein von (dem aus der Geschichte der Dampfmaschinen-erfindung, Bd. I, S. 398, rühmlichst bekannten) Dr. Papin geschriebenes Buch veröffentlicht, welches unter anderen physikalischen und technischen Vorschlägen auch den enthielt, ein Schiff durch geeignete Verwendung der Dampfkraft zum Fortlauf zu bringen.

Die hier ausgesprochenen Ideen brachte Papin später, nachdem er (1687) Professor der Physik in Marburg geworden war, wirklich zur Ausführung, und ist es völlig zweifellos, dass Papin am 27. September 1707 mit einem von ihm angegebenen Ruderradschiffe, wobei der Wasserdampf als bewegende Kraft benutzt wurde, auf der Fulda von Cassel nach (Hannoversch) Münden gefahren ist.

Der Nachweis dieser Thatsache findet sich in den (zur Zeit) noch ungedruckten Handschriften des grossen Leibniz (in der königlichen Archivbibliothek zu Hannover), wobei der Briefwechsel von besonderem Werthe ist, welchen Papin mit Leibniz deshalb führte, um von den hannoverschen Behörden die besondere Erlaubniss (gewisser Privilegien der Mündener Schiffer wegen) auszuwirken, mit seinem Dampfschiffe in Münden von der Fulda in die Weser gelangen zu können <sup>3)</sup>. Papin beabsichtigte nämlich,

1) Abridgements on the Specification relating to Marine Propulsion. Part I, London 1857, p. 10.

2) Woodcroft: The Origin and Progress of Steam Navigation. London 1848, p. 5.

3) Der Verfasser hat mehrere dieser Briefe zuerst veröffentlicht und zwar im Notizblatte des Architekten- und Ingenieurvereins für das Königreich Hannover (August 1851), Bd. 1, S. 7 ff.

Zwei derselben mögen hier Platz finden:

I. Schreiben von Leibniz an den Churfürstlich Hannoverschen  
Geheimen Rath.

Dyonisius Papin, Rath und Medicus bei des H. Landgrafen zu Cassel Durchl., auch Professor Matheseos zu Marburg, ist begriffen ein Schiff von sonderbarer in-

mit diesem Schiffchen nach England überzusetzen, um seine Erfindung (als Mitglied der Royal Society) der Königin Anna von England vorzuführen und dadurch sich und der Schifffahrt nützen zu können.

Nach anderen in französischer Sprache geschriebenen Briefen <sup>1)</sup> ist Papin wirklich am 27. September 1707 mit seinem Dampfschiffe in Münden angekommen und scheint er, da ihm die Regierungserlaubniss zum Passiren desselben nicht ertheilt worden war, den Durchgang mit Gewalt versucht zu haben, wobei ihm die dortigen Schiffer (nach einem Schreiben des Amtmanns Zeuner an Leibniz) <sup>2)</sup> sein Fahrzeug zerstörten <sup>3)</sup>.

Leider erhellt aus keinem dieser Briefe, welche Art von Dampfmaschine Papin zur Bewegung benutzte. Höchst wahrscheinlich war es aber eine von Papin verbesserte Savery'sche Maschine, hydraulische Dampfmaschine genannt <sup>4)</sup>, auf welche

---

vention die Weser herab nacher Bremen zu schicken. Weil er aber vernimmt, dass die Schiffe so von Cassel oder sonst aus der Fulda kommen, insgemein nicht in die Weser gehen, sondern zu Münden ausgeladen werden und also einige Schwierigkeit besorget, gleichwohl es mit solchem Schiffe eine besondere Bewendniss hat, und solches auf keine wahren angesehen.

So bittet er unterthänigst, es möchte solche gnädigste verordnung ergehen, dass solch schiff alda und überall in Churfürstl. Landen diess mahls herab passiren möge; weswegen ich auch sein verlangen in unterthänigkeit ansuche sollen.

Hannover, den 13. Juli 1707.

G. W. Leibniz.

Pro Memoria unterthänigst

die passirung eines Schiffes aus der Fulda in die Weser betr.

## II. Antwortschreiben des Geheimen Rathes an Leibniz.

Die H. G. Räte haben jedoch ohne sich zu expliciren worin es bestehe, mir gesaget und zu berichten aufgetragen, dass bei obigen petiti ein völliges bedenken gefunden werde, und es daher von C. F. D. abgeschlagen sei.

Hannover, den 25. Juli 1707.

H. Reiche.

A Monsieur Monsieur de Leibnitz Conseiller  
privé de Justice de S. A. E.

1) Veröffentlicht a. a. O. S. 11.

2) Ebendasselbst.

3) Weitere Bestätigung dieses Missgeschicks findet sich in einer Randnote, die ein Brief eines gewissen Hattenbach's an Leibniz enthält, welcher vom 20. October 1717 datirt ist und welcher folgendermaassen lautet: „Le pauvre Papin a été obligé de laisser son bateau à Münden, n'ayant jamais pu obtenir de l'emmener.“

4) Abgebildet und beschrieben in der „Allgemeinen Maschinenlehre“, Bd. 1, S. 399.

Papin leider, nachdem ihm Savery's Erfindung bekannt geworden war, mehr Aufmerksamkeit als auf seine eigene Idee, die der Kolbenmaschine <sup>1)</sup>, verwandte. Besonderen Grund zu dieser Vermuthung giebt die ebenfalls 1707 von Papin veröffentlichte Schrift: „Ars Nova etc.“, in welcher sich Abbildung und Beschreibung einer von ihm verbesserten Savery'schen Maschine vorfindet.

Durch das Mündener Unglück scheint Papin derartig entmuthigt worden zu sein, dass'er alle weiteren Versuche aufgab. Bereits 1710 erfolgte sein Tod.

Auch Savery hatte in seiner 1698 veröffentlichten Schrift: „Navigation Improved“ auf die Möglichkeit hingewiesen, die Dampfmaschinen zur Schiffsbewegung zu benutzen; indess ist von einer Verwirklichung der hier ausgesprochenen Ideen niemals die Rede gewesen <sup>2)</sup>.

Hiernach gebührt also Papin allein der Ruhm, das erste durch Dampfkraft zum Fortlauf getriebene Schiff angegeben und in Thätigkeit gesetzt zu haben.

Im Jahre 1736 nahm der Engländer Jonathan Hull ein Patent auf die Verwendung der atmosphärischen (Newcomen'schen) Dampfmaschine (Allgem. Maschinenlehre, Bd. 1, S. 402) zur Umdrehung von Ruderrädern, welche Schiffe zum Fortlauf nöthigen sollten. Tredgold <sup>3)</sup> und Fincham <sup>4)</sup> liefern Abbildungen der von Hull getroffenen Anordnungen, um die abwechselnd auf- und niedergehende Bewegung des Kolbens der atmosphärischen Dampfmaschine in eine continuirlich nach derselben Richtung drehende der Ruderradwelle umzusetzen. Unsere Abbildung des Hull'schen Maschinencomplexes, Fig. 39, ist Tredgold entlehnt und wird (a. a. O. S. 15) folgendermaassen erklärt: Es sind *a*, *b* und *c* drei Seilscheiben, die man zugleich auf derselben Welle befestigt hat; ferner sind *d* und *e* eben solche Scheiben, die jedoch lose auf der Parallelwelle *AB* sitzen, dabei aber derartig mit Sperrrädern und Klinken verbunden sind, dass sie die Welle

1) Allgemeine Maschinenlehre Bd. 1, S. 398.

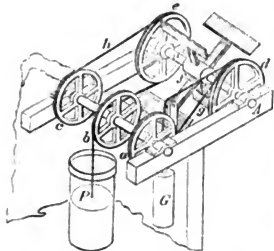
2) Woodcroft a. a. O. S. 9. In dieser Quelle wird auch (S. 10) bemerkt, dass nach dem „Recueil des Machines approuvées par l'Académie Royal les Sciences“ I. p. 173, schon 1699 der Franzose Duquet in Marseille und Havre Versuche im Grossen mit Schiffen angestellt habe, welche mittelst rotirender Ruder fortgetrieben wurden.

3) The Steam Engine, Vol. I. p. 14.

4) A History of Naval Architecture, p. 278.

$AB$  nur vorwärts bewegen oder von rechts nach links drehen.  $h$ ,  $f$  und  $g$  sind drei Seile, wovon  $h$  die Scheibe  $c$  mit der  $e$ , ebenso  $g$  die Scheibe  $a$  mit jener  $d$  verbindet und das Seil  $f$  mit der Scheibe  $d$  vereinigt an seinem freien Ende ein Gewicht  $G$  trägt.

Fig. 39.



Ein noch anderes Seil ist an der Mittelscheibe  $b$  befestigt, während an seinem zweiten Ende, gleichwie an einer elastischen Stange, der Kolben  $P$  der atmosphärischen Dampfmaschine hängt.

Wenn der Kolben  $P$  vom Drucke der atmosphärischen Luft zum Niedergange genöthigt wird, werden alle drei Scheiben  $a$ ,  $b$  und  $c$  zum

Vorwärtsgange (zur Drehung von rechts nach links) veranlasst, während die Seile  $h$ ,  $f$  und  $g$  es vermögen, dass die Scheibe  $e$  gleichfalls vorwärts, die  $d$  aber rückwärts bewegt (von links nach rechts gedreht) wird <sup>1)</sup>, wobei die Scheibe  $d$  das Seil, woran das Gewicht  $G$  hängt, aufwickelt, also  $G$  zum Aufwärtssteigen nöthigt.

Beginnt dagegen der Kolben  $P$  seinen Aufgang und setzt diesen fort, so sinkt das Gewicht  $G$  niederwärts, dreht mithin  $d$  von rechts nach links, und weil letztere Scheibe bei ihrer Drehung (vermöge der Art ihrer Sperrklinkenverbindung) <sup>2)</sup> die Welle  $AB$  in gleicher Richtung mit herumnimmt, so wird auch das auf  $AB$  festgekeilte Ruderrad des betreffenden Schiffes noch in demselben Sinne (d. h. von rechts nach links) gedreht, wie dies vorher beim Niedergange des Kolbens  $P$  der Fall war.

Von einer Ausführung und wirklichen Anwendung dieser Hull'schen Anordnung zum Treiben von Schiffen ist nirgends eine Spur zu finden, obwohl Fincham <sup>3)</sup> eine schöne Abbildung liefert, wo man Hull's Maschinerie auf einem Dampfschleppboote (das Ruderrad am Hintertheile angebracht) erkennt, welches sich

1) Diese Tredgold'sche Zeichnung ist insofern falsch, als das Seil  $g$ , welches die Scheiben  $d$  und  $a$  mit einander verbindet, unten von  $d$  aus nach oben von  $a$  hin und nicht (wie unrichtig gezeichnet) vom oberen Umfange der Scheibe  $d$  nach dem unteren Theile der Scheibe  $a$  laufen muss.

2) Allgemeine Maschinenlehre, Bd. 1, S. 38.

3) A. a. O. S. 278, Platte 33.

bereits zum Bugsiren eines Kriegsschiffes von 26 Kanonen in Thätigkeit gesetzt hat.

Daniel Bernoulli in seiner 1738 in Strassburg (Argento-rati) erschienenen Hydrodynamica, schlägt zuerst vor, Schiffe durch die Reaction des Wassers in der Art zu bewegen, dass das betreffende Schiff vermittelt an seinem Hintertheile unter dem Wasserspiegel ausströmenden Wassers, nach Art einer Rakete, vorwärts getrieben wird. Allerdings behauptet man, dass zur Zeit (1727), als Bernoulli in St. Petersburg <sup>1)</sup> an seiner Hydrodynamik arbeitete, ein Dr. Allen in England sich (1729) dasselbe Triebmittel für Schiffe als auch ein Verfahren habe patentiren lassen, „das Wasser durch eine Feuermaschine zu heben“ <sup>2)</sup>.

Bernoulli erinnerte wieder an diese Methode in seiner 1753 von der Pariser Akademie der Wissenschaften gekrönten Preisschrift, über den besten Propeller zum Treiben von Schiffen ohne Anwendung des Windes, gab aber dabei einer Art Schraube den Vorzug, die ähnlich einem Windrade construiert werden sollte. Dabei hielt er für angemessen, dass man sowohl an jeder Seite des Schiffes als auch am Hintertheile desselben ein solches aus schiefen Flächen gebildetes Windmühlenrad placirte. Zur Umdrehung dieses vollständig unter Wasser getauchten (Schrauben-) Propellers rieth Bernoulli, Dampfmaschinen oder Pferde (an einer Art Göpel arbeitend) in Anwendung zu bringen <sup>3)</sup>.

Die ersten Versuche mit Dampfschiffen wurden in Frankreich, reichlich zwanzig Jahre nachher, und zwar auf der Seine bei Paris angestellt.

Der erste Versuch geschah im Jahre 1774 von dem Artilleriecapitän Auxiron (gebürtig aus Besançon), der zweite ein Jahr später (1775) von einem in der Sache mehr befähigten Manne, einem gewissen Constantin Périer, welch letzterer später in

---

1) 1725 aus Basel (unmittelbar nach dem Tode Peter des Grossen von der Kaiserin Katharina I.) dahin berufen, verblieb er in St. Petersburg bis 1733, wo Leonhard Euler seine Stelle einnahm. Man sehe hierüber auch des russischen Akademikers Hamel fleissige und sorgsame Arbeit: „Rückblick auf die Einführung der Dampfschiffahrt in Europa“, in Förster's Allgemeiner Bauzeitung, Jahrg. 31, 1866, S. 87.

2) Ausführlich bei Woodcroft, S. 10.

3) Weiteres hierüber findet sich bei Woodcroft S. 12, ferner in J. Bourne's Werke: „A Treatise on the Screw Propeller.“ (Neue Auflage.) London 1867, p. 9.



Compagnie mit seinem Bruder in ihrer Pariser Maschinenfabrik die erste „Pompe à feu“ (zur Wasserversorgung von Paris), nämlich die am Quai de Billy, zu Stande brachte <sup>1)</sup>. Sowohl das Dampfboot Auxiron's als auch das Périer's liefen viel zu langsam, als dass diese Versuche etwas Lust und Muth zur weiteren Verfolgung der Sache hätten liefern können <sup>2)</sup>.

Als die bedeutsamste Persönlichkeit in der Geschichte der Erfindung eines wirklich brauchbaren Dampfschiffes wird von den Franzosen gewöhnlich der (aus der Franche-Comté gebürtige) Marquis Claude Joffroy bezeichnet.

Bereits im Jahre 1776 soll Joffroy zu Baume les Dames auf dem Flusse Doubs (Departement des Doubs) ein kleines Dampfboot (mit einer von einem dortigen Schmied verfertigten Dampfmaschine) in Gang gebracht haben <sup>3)</sup> und zwar mit Propellern, welche sich jalousiefensterartig öffneten und schlossen <sup>4)</sup>, indess scheint dieser Versuch weiter keinen Erfolg gehabt zu haben, als Joffroy zur Fortsetzung seiner Bemühungen zu er-muthigen. In der That hatte er sieben Jahre später, also 1783, ein grösseres Dampfboot auf der Saône bei Lyon erbauen lassen, womit es ihm auch gelungen sein soll, eine kurze Zeit hindurch gegen den Strom zu fahren. Der betreffende Dampfmaschinen-complex bestand aus zwei unter 30 Grad gegen den Horizont geneigten Cylindern, von welchen aus die Bewegung mittelst Ketten auf die Ruderradwelle übertragen wurde.

Ein Gesuch Joffroy's um Unterstützung zu ferneren Versuchen, sowie gleichzeitig um ein dreissigjähriges Privilegium für Dampfboote an den König Ludwig XVI., wurde abgewiesen <sup>5)</sup>.

1) Hamel in dem auf voriger Seite (Note 1) citirten Artikel über Dampfschiffahrt in Förster's Bauzeitung, S. 103.

2) Der chronologischen Reihenfolge nach wird von Woodcroft (a. a. O. S. 14) für das Jahr 1776 ein amerikanischer Ingenieur Bushnell als Erfinder des ersten unter Wasser laufenden Schiffes (unterseeischen Bootes, sub-marine vessel) bezeichnet. Der Propeller soll eine Art Schraube gewesen sein.

3) Hamel a. a. O. S. 104.

4) Abridgements etc., Part I. p. 31.

5) Hamel ebendasselbst. Das betreffende Antwortschreiben vom 31. Januar 1784 an Joffroy (dem eine Begutachtung der ganzen Sache durch die Akademie der Wissenschaften vorausgegangen war), des damaligen Ministers Calonne, lautete folgendermaassen:

„Der Versuch mit dem Dampf scheint nicht genügend. Wenn es Ihnen aber gelingen wird, auf der Seine ein mit dreihundert Milliers befrachtetes Fahr-

Erst 1816 gelang es ihm, eine Compagnie zu bilden, ein Brevet (Patent) zu erhalten und ein Boot zu bauen, welches im August vom Stapel gelassen wurde. Allein auch dies Unternehmen schlug fehl und man hörte nichts mehr von dem Marquis, der schliesslich in Armuth lebte und im Jahre 1832 im Hôtel der Invaliden zu Paris endete.

Ungeachtet aller dieser misslungenen Unternehmungen wurde Joffroy noch 1839 und 1840, selbst in der Pariser Akademie der Wissenschaften, als Erfinder der Dampfschiffe bezeichnet und 1841 sogar von einem französischen Biographen behauptet: „Alle bestehenden Dampfschiffe wären mehr oder weniger „servile“ Copien des Bootes, welches der Marquis Joffroy 1783 auf der Saône producirte.“ Schliesslich wird hinzugefügt: „Künftig wird weder Amerika noch England Frankreich die Priorität der Erfindung der Dampfschiffahrt streitig machen.“ Hamel ergänzt diese Behauptung durch die Bemerkung: „La France en à la gloire!“

Die allerersten Dampfboote Grossbritanniens entstanden in Schottland.

Den Impuls zum ersten derselben gab Patrick Miller, ein Mann, der als Banquier in Edinburg reich geworden war und sich mit Plänen zur Verbesserung im Schiffsbau beschäftigte. Bereits im Jahre 1787 wurde von Miller auf dem Firth des Forthflusses bei Leith mit einem Doppelboote (von 60 Fuss Decklänge), bewegt von zwei durch Handhaspel umgedrehten Ruderrädern (beide hinter einander liegend), eine Wettfahrt mit einem schnellsegelnden Boote (a custom-house boat<sup>2</sup>) angestellt, wobei letzteres Fahrzeug geschlagen wurde und Miller's Ruderradboot Sieger blieb. Eine dem Woodcroft'schen Werke entlehnte Abbildung dieses Doppelbootes lässt Figur 40 erkennen.

Nach diesem gelungenen Versuche will dem Miller ein gewisser James Taylor,<sup>3</sup>) welcher seit 1785 als Lehrer der zwei

---

zeug mittelst einer Pompe à feu einige Lieus gegen den Strom gehend zu machen, und wenn der gute Erfolg dieser Versuche in Paris so bescheinigt sein wird, dass kein Zweifel mehr über die Vortheile ihrer Einrichtung nachbleiben, so können Sie darauf rechnen, dass man Ihnen ein auf fünfzehn Jahre beschränktes Privilegium ertheilen wird.“

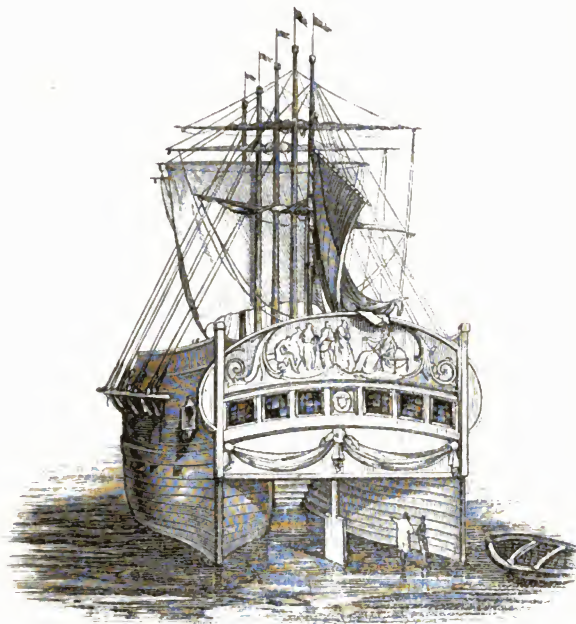
1) Förster's Bauzeitung, Jahrg. 1866, S. 104.

2) Ganz ausführlich behandelt in Woodcroft's bereits wiederholt citirtem Werke: The Origin and Progress of Steam Navigation, p. 32 ff.

3) Ebendaselbst p. 31 ff.

jüngeren Söhne Miller's im Hause des letzteren wohnte, zuerst den Rath ertheilt haben, statt der an einem Haspel arbeitenden Menschen, eine Dampfmaschine zur Umdrehung der Ruderräder

Fig. 40.



in Anwendung zu bringen. Wie dem auch sein mag, Thatsache ist, dass Miller den Bergwerksmechaniker Symington aufforderte, ihm eine kleine Dampfmaschine für eins seiner zu Lustfahrten bestimmten Doppelboote (von 25 Fuss Länge) zu besorgen, ferner eine geeignete Anordnung zu treffen, um damit zwei hinter einander, zwischen den Booten liegende Schaufelräder in Bewegung setzen und damit den Fortlauf des Doppelschiffes bewirken zu können.

Nachdem Symington diese kleine Maschine, deren Kraft er (bei 4 Zoll Cylinderdurchmesser) der eines Pferdes gleich schätzte,

auf dem Miller'schen Lust-Doppelboote mit den Schaufelrädern des letzteren in gehörige Verbindung gebracht hatte, wurde dasselbe am 14. October 1788 auf einem kleinen See bei Miller's Landhause zu Dalswinton in Dumfriesshire zum ersten Male in Bewegung gesetzt. Diese Fahrt eines Schiffes war in der That die allererste, welche in Grossbritannien durch Dampfkraft bewirkt wurde.

Dies Resultat war so aufmunternd, dass Miller noch weitere Versuche in grösserem Maassstabe anzustellen beschloss und dem Symington mit der Fabrikation einer zweicylindrigen Dampfmaschine beauftragte, woran der Kolben einer jeden 18 Zoll Durchmesser hatte und dieser Maschinencomplex überhaupt ausreichen sollte, um eine bewegende Arbeit von mindestens 12 Pferden auf zwei Schaufelräder zu übertragen. Letzteres Dampfschiff wurde 1789 vollendet und noch im November zu einer Versuchsfahrt auf den Clyde-Kanal gebracht <sup>1)</sup>. Leider brachen hierbei die Schaufeln der Ruderräder eine nach der andern ab, welches Miller, der dies vorher prophezeit hatte, derartig ärgerte, dass er gar nichts mehr mit der Sache zu thun haben wollte.

Während dieser Zeit hatten auch in Nordamerika zwei verschiedene Männer, nämlich Fitch und Rumsey, den Bau von Dampfbooten versucht und beide im Jahre 1788 Patente auf Schiffe genommen, welche ohne Verwendung von Segel und Ruder in Bewegung gesetzt werden sollten <sup>2)</sup>.

Fitch brachte sein erstes mit einer Schraube als Propeller <sup>3)</sup> ausgestattetes Dampfboot, „Perseverance“ genannt, 1787 zu Stande und machte bereits am 1. Mai 1787 eine erste Excurtionsfahrt auf dem Delaware <sup>4)</sup>.

1) Der 1768 unter Smeaton's Leitung begonnene Clyde-Kanal verbindet die See der Ostküste Schottlands durch den Forth mit der des Westens durch die Clyde und erspart Schiffen den grossen, beinahe 1000 englische Meilen betragenden Umweg um den Norden Schottlands.

2) Ausführlich in Hamel's Rückblick auf die Einführung der Dampfschiffahrt in Europa, S. 108 bis 111.

3) Vorher soll er Ruderräder in Anwendung gebracht haben, die er durch Schaufeln mit langen Stielen ersetzte. — Von einem Boote (mit zwölf Stielrudern) liefert Woodcroft eine deutliche Abbildung a. a. O. S. 47.

4) Auf Schrauben als Schiffspropeller, die am Hintertheile des Schiffes (unter Wasser) angebracht wurden, hatte bereits 1785 Joseph Bramah ein englisches Patent (Nr. 1478) erhalten. Abbildungen in Bourn: Treatise on the Screw Propeller, p. 11.

Rumsey gelangte mit einem solchen Boote erst im December 1787 zu Ende, dessen Eigenthümlichkeit darin bestand, dass es das „sonderbare Mittel“ Daniel Bernoulli's, die Reactionskraft aus Röhren fließenden Wassers als Propeller zu benutzen, verwirklicht hatte. Bereits im Frühjahr 1788 wurde in Philadelphia eine Rumsey-Gesellschaft (Rumseian Society) gebildet, welche es unternahm, für Rumsey Privilegien auswirken zu helfen. Diese Gesellschaft bestand aus nicht weniger als 25 Personen, wobei an der Spitze der Liste stand: His Excellency Benjamin Franklin, Esqr.

Rumsey reiste bald darauf nach England, um auch dort seine Erfindung auszubeuten. Bereits vorher war er mit Fitch in einen Privilegienprocess (in Betreff der Dampfschiffsmechanismen) verwickelt worden, der für beide Theile auf die Weiterführung der ersten Dampfschiffsversuche in Amerika höchst nachtheilig wirkte.

Rumsey arbeitete in England sehr lange an der Vollendung seines Bootes mit der zur Reactionswirkung des Wassers erforderlichen Pumpe <sup>1)</sup>, und als es endlich 1793 auf der Themse probirt werden sollte, starb er in London. Nach Woodcroft fuhr Rumsey's Dampfschiff mit Reactionspropeller gegen Wind und Fluth mit einer Geschwindigkeit von fünf Knoten pr. Stunde.

Fitch war theils durch die Rumsey'sche Opposition, theils durch Hindernisse und Unglücksfälle verschiedener Art <sup>2)</sup> in Amerika ganz unthätig geworden, reiste 1792 nach Frankreich und 1793 nach London. An letzterem Orte liess er ein auf die Schifffahrt Bezug habendes Traktätchen drucken, hatte aber nirgend in keiner Weise Erfolg und kehrte deshalb 1794 nach Amerika zurück.

1) Ein anderes Project (ebenfalls in Rumsey's englischem Patente von 1790 erwähnt), nämlich Staken oder Stangen (poles) derartig zu bewegen, dass sich diese (unter Voraussetzung flachen Fahrwassers) wie Flüsse oder Beine gegen den Flussboden stemmen und dadurch das Schiff zum Fortlauf nöthigen, scheint gar nicht zur Ausführung gelangt zu sein. — Abbildungen von J. Rumsey's Steam Boats finden sich namentlich bei Woodcroft (a. a. O. S. 48 und 49). Speciellere Beschreibungen in den Abridgments Part I. p. 40 und 41.

2) Fitch hat (nach Hamel a. a. O. S. 111) sein Hauptleiden selbst sehr bündig folgendermaassen geschildert: „Es giebt,“ sagt er, „zwei Uebel, die auf einen Mann von Gefühl äusserst peinigend wirken: das eine ist eine ungestüme Frau und das andere, Dampfboote erfinden. Ist nun ein Mann von beiden gequält, so muss er als der unglücklichste Mensch auf der ganzen Welt angesehen werden.“

Hier beschäftigte er sich namentlich mit der Construction eines Schiffsmodells <sup>1)</sup>, was mit zwei verschiedenen Propellern, Ruderrädern an den Seiten und einer Schraube am Hintertheile, zugleich arbeiten sollte, wie dies thatsächlich in ganz jüngster Zeit an dem bereits Seite 2 erwähnten Riesendampfschiffe „Great Eastern“ verwirklicht wurde. Fitch starb 1798 in Kentucky.

Während derselben Zeit scheint Miller in Schottland, der grossen Geldausgaben für betreffende Versuche müde <sup>2)</sup>, die Hoffnung, den Dampf als Motor für Schiffe vortheilhaft gebrauchen zu können, aufgegeben zu haben, wie dies mindestens aus dem Inhalte eines 1796 in England genommenen Patentes (Nr. 2127 Patent Specification) erhellt, indem es sich hier wieder um Ruderräder handelt, die durch Menschenkraft, unter Einschaltung eines geeigneten Mechanismus (Capstan, Winde) umgedreht werden sollen <sup>3)</sup>.

Symington war inzwischen wieder zu seiner früheren Beschäftigung als Maschinist bei den Bleibergwerken zu Wanlockhead in Dumfriesshire zurückgekehrt und das Dampfbootproject verblieb wenigstens in Schottland, ohne dass irgend etwas geschah, bis zum Jahre 1800, wo man sich wieder an Symington wandte, um ein Dampfschleppschiff für den Forth- und Clyde-Kanal herzustellen. Vorher hatte der Director und Hauptactionär der Kanalcompagnie, Lord Dundas, zu geeigneten von Symington anzustellenden Versuchen gehörige Mittel hergegeben, welche nach Woodcroft <sup>4)</sup> schliesslich die Summe von 7000 Pfd. Sterl. betragen haben sollen und deren Gesamtergebniss (vom Januar 1801 bis April 1803) das erste praktische Dampfboot, die „Charlotte Dundas“, war, so genannt zu Ehren der Tochter des Lord Dundas.

Dieses in nachfolgenden Figuren (Fig. 41 äussere Ansicht, Fig. 42 Längendurchschnitt in vergrössertem Maassstabe) dargestellte Boot war mit einer doppeltwirkenden Watt'schen Dampfmaschine ausgestattet, von welcher aus die Bewegung durch Kurbel und Lenkstange auf ein Ruderrad am Hintertheile des

1) Hamel a. a. O. S. 111.

2) Nach einer noch 1825 gemachten Angabe des Sohnes Miller's sollen bei sämtlichen Versuchen nicht weniger als 30000 Pfd. Sterl. aufgewandt worden sein.

3) Auszugsweise bei Woodcroft a. a. O. S. 42 und 43.

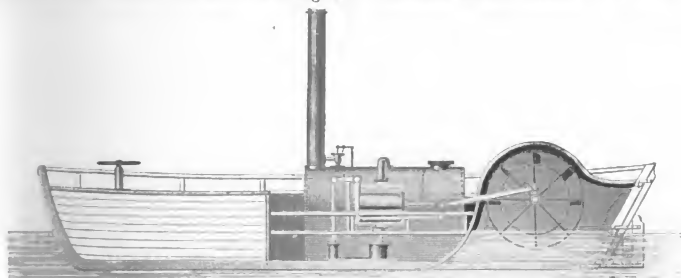
4) Steam Navigation etc. p. 53.

Dampfschiffes nach Miller's Construction übergetragen wurde. Mit diesem Dampfschiffe schleppte Symington im März 1802 zwei Kanalböte und zwar zu einer Zeit, wo andere Schiffe wegen

Fig. 41.



Fig. 42.



widrigen Windes nicht fahren konnten, mit einer Geschwindigkeit von  $3\frac{1}{4}$  englischen Meilen pr. Stunde <sup>1)</sup>.

Diese Fahrt ist insofern bemerkenswerth, als sie die erste war, wo Dampfkraft auf einem Wasserfahrzeuge zu einem commerciellen Zwecke, obschon eigentlich nur versuchsweise, angewendet wurde.

Ueberhaupt dürfte aber Symington das Verdienst zuzuschreiben sein, zum ersten Male solche Verbes-

1) Woodcroft, Steam Navigation etc. p. 54.

serungen mit einander vereinigt zu haben, welche die Basis des heutigen Systems der Dampfschiffe bilden.

Auf Dundas's Verwendung beim Herzog von Bridgewater <sup>1)</sup> erhielt Symington zwar die Ordre, acht Schleppdampfschiffe ähnlich wie die „Charlotte Dundas“ zu bauen <sup>2)</sup>; allein Bridgewater's (1803) erfolgter Tod und nachher die Besorgniss, dass die Kanalufer durch den von den Ruderrädern der Dampfschiffe erzeugten, allerdings nicht unbedeutenden Wellenschlag zu grossen Schaden leiden dürften, machten die Sache rückgängig und selbst die „Charlotte Dundas“ blieb ferner unbenutzt liegen.

Im Jahre 1804 stellte J. Stevens in Amerika Versuche mit einem von ihm erbauten Dampfschiffe an, dessen Propeller eine Schraube war, die er anfänglich von einer Dampfmaschine mit rotirendem Kolben (Bd. I, S. 418), nachher aber von einer doppeltwirkenden Watt'schen Maschine mit geradlinig hin und her gehender Kolbenbewegung in Umdrehung setzte <sup>3)</sup>. In demselben Jahre will auch der in der Geschichte des Maschinenwesens Amerikas rühmlichst bekannte Olivier Evans <sup>4)</sup> mit einem von ihm zum Reinigen der Docks in Philadelphia erbauten Dampfschiffe Versuche angestellt haben, die jedoch ebenso erfolglos blieben, wie die des vorerwähnten Stevens.

Ganz entschieden über alle seine Vorgänger glücklich mit der Herstellung brauchbarer Dampfschiffe war jedoch erst der Nordamerikaner Robert Fulton, weshalb wir uns mit diesem etwas länger beschäftigen wollen.

Fulton wurde 1767 in Pennsylvanien geboren, kam zu einem Goldschmied in die Lehre und zeigte hier Talent und Geschmack im Zeichnen. Letzterer Umstand war Veranlassung, dass ihm einer seiner Landsleute Mittel verschaffte, sich 1786 nach London zu begeben, um sich daselbst zum Maler auszubilden. Nach einigen Jahren fleissigen Studiums war er selbst mit seinen Fortschritten so unzufrieden, dass er alle Hoffnung aufgab, je ein berühmter Maler zu werden und sich einem anderen Fache, der

1) Dieser Herzog von Bridgewater war derselbe, welcher 1766 durch den Baumeister Brindley den noch heute nach ihm benannten Kanal zur Vereinigung der Trent mit der Severn erbauen liess.

2) Hamel a. a. O. S. 92.

3) Woodcroft a. a. O. S. 58 und 59.

4) Allgemeine Maschinenlehre Bd. I. S. 423 und 435, ferner Bd. II. S. 28, Note 1, und endlich Bd. III. S. 132.



mechanischen Technik, zuwandte, worin ihn sein bereits vorhin erwähnter, damals in London lebender Landsmann Rumsey kräftig unterstützte. Mit dem Studium der Mechanik beschäftigt, bewog ihn ein anderer Landsmann, Barlow (nachher Gesandter der nordamerikanischen Staaten in Frankreich), nach Paris zu kommen und da an einem Panorama zu arbeiten. Diese Arbeit verschaffte ihm Ansehen und Verdienst; er konnte sich mehr den mechanischen Studien widmen und den Umgang ausgezeichneter Gelehrter (der Akademie der Wissenschaften) und französischer Ingenieure pflegen, wodurch überhaupt der Kreis seiner Ideen erweitert und die mancherlei Erfindungen zur Reife gebracht wurden, wodurch er sich mehr oder weniger der Menschheit nützlich machte <sup>1)</sup>.

Fulton's Hauptbestrebungen gingen später dahin, das Meer zum Gemeingut aller Nationen zu machen, was er gewöhnlich durch den Wahlspruch bezeichnete: „The Liberty of the Sea will be the Happiness of the Earth“ <sup>2)</sup>. Sein Project, mit einem Taucherfahrzeuge (Nautilus) und mit unter Wasser explodirenden Bomben (Torpedos) Kriegsschiffe zu zerstören, welches man zweimal unter dem Directorium in Frankreich sowie auch in Holland zurückgewiesen hatte, war im Jahre 1801 auf des ersten Consuls Bonaparte Befehl einer aus Laplace, Monge und Volney gebildeten Commission zur Prüfung übergeben worden und Fulton war nicht nur im Juli des genannten Jahres, sondern den ganzen Sommer hindurch bei Brest und anderwärts an der französischen Küste bemüht, englische Schiffe in die Luft zu sprengen, die sich freilich (leider) hüteten, in die erforderliche Nähe zu kommen. Um dieselbe Zeit (1801) war Robert Livingston aus Amerika als Gesandter nach Paris gekommen, der sich seit 1797 in Amerika bemüht hatte, auf dem Hudsonflusse Dampfboote zu etabliren.

Letzterer Umstand wurde bald Veranlassung zu einer Verbindung mit Fulton und dem gemeinsamen Beschlusse, die Einführung der Dampfschiffe recht ernstlich zu betreiben. Indem

---

1) Hervorzuheben sind besonders: 1) Eine Mühle, um Marmor zu sägen und zu poliren. 2) Ein System, die Kanäle schiffbar zu machen (London 1796, 4. mit 17 Kupfern). 3) Eine Maschine zur Fabrikation von Seilen und Tauen. 4) Ein Boot, womit man unter dem Wasser schwimmen kann. 5) Torpedos, Vorrichtungen, um im Wasser befindliche Schiffe in die Luft zu sprengen.

2) Hamel a. a. O. S. 95. Die Angaben dieses russischen Akademikers sind im Nachfolgenden fast ausschliesslich benutzt worden.

der Eine Geld, der Andere (Fulton) den Kopf und das Talent zur Construction von Dampfschiffsmodellen und geeigneten Versuchen hergab, gelangte man endlich zu einem Dampfboote, was im August 1803 auf der Seine bei Paris seine ersten Versuchsfahrten machte, jedoch nicht zu den erwünschten Resultaten führte, indem es sich namentlich zu langsam bewegte. Besonders gestört scheint jedoch eine weitere Fortsetzung der Versuche durch den 1803 von Neuem wieder zwischen Frankreich und England ausgebrochenen Krieg worden zu sein, welche Unterbrechung Fulton veranlasste, 1804 an eine Uebersiedelung nach England zu denken <sup>1)</sup>.

Vor Ausführung der letzteren reichte Fulton bei der französischen Regierung einen grossartigen Plan ein, der sich auf nichts Anderes bezogen haben kann, als auf die Verwendung von Dampfmaschinen zur Bewegung von Wasserfahrzeugen, womit man, unabhängig von Wind und Wetter, die Landung einer Armee in England zu bewirken im Stande sein sollte.

Es ist durchaus falsch, wenn behauptet wird, Napoleon habe Fulton's Vorschlag wegen Dampffahrzeuge für seine Flotille mit Verachtung behandelt, vielmehr befahl derselbe, eine Commission zur Prüfung des Projectes aus Mitgliedern des Institutes (Akademie der Wissenschaften) zu bilden <sup>2)</sup>. Leider erklärte diese Com-

1) Hier dürfte die Stelle sein, um eine Behauptung der Engländer (u. A. Woodcroft a. a. O. S. 64) zu widerlegen, nämlich die: „Fulton sei 1802 nach Schottland gereist, habe dort Symington's Dampfboot besucht, selbst einige Fahrten auf dem Forth-Clyde-Kanal mitgemacht, und nachdem er sich alles Nöthige notirt, sei er nach Frankreich zurückgekehrt, wo er dann sein erstes Dampfboot gebaut habe.“

Der russische Akademiker Hamel hat in seiner bereits vielfach citirten und benutzten Abhandlung hierüber vollkommene Aufklärung gegeben, indem er a. a. O. S. 95 ff. zeigt, dass nicht Fulton, sondern der Engländer Bell (wahrscheinlich unter Fulton's Namen) 1802 das Symington'sche Dampfboot besuchte, Fulton in dieser Zeit Frankreich nicht verlassen hatte, sondern erst 1804 nach London ging etc. etc.

2) Napoleon's I. desfallsiger Brief, von Boulogne aus an den damaligen Minister des Innern, Champagny, gerichtet, worin letzterer beauftragt wurde, Fulton's Dampfschiffsprojecte prüfen zu lassen, lautete nach Charles Dupin's Rapport der VIII. Jury (Architecture Navale), „Travaux de la Commission Française sur l'Exposition Universelle de 1851“ Tome III. Seconde Partie, p. 39, folgendermaassen:

„Monsieur de Champagny, je viens de lire la proposition du citoyen Fulton, que vous m'avez adressée beaucoup trop tard, en ce qu'elle peut changer la face

mission und zugleich auch der Marineminister (Herzog Decrès) Fulton's Plan für unausführbar, wovon übrigens noch die Anzeige unterdrückt worden sein soll <sup>1)</sup>.

Schon im Mai 1804 reiste Fulton nach London ab, dort seine Pläne (nachdem Pitt Premierminister geworden war) zur Führung unterseeischer Kriege (mittelst Nautilus und Torpedos) zur Ausführung zu bringen. Obwohl Fulton im Herbst 1805 durch die Wirkung explodirender Torpedos (an der Südküste Englands, auf der Rhede von Walmer) eine alte dänische Brigg vollständig zersprengte, so gelangte er mit allen übrigen Plänen doch zu keinem Ziele, wozu noch Anfangs 1806 Pitt's Tod kam, dessen Nachfolger das Nautilus- und Torpedoproject nicht weiter betreiben lassen wollte. Noch in demselben Jahre (December 1806) begab sich Fulton nach Amerika zurück, wo es ihm mit Livingston's thätigster Unterstützung gelang, ein vollständig brauchbares Dampfboot zu Stande zu bringen, zu dem er, vor seiner Abreise von England, in der Maschinenfabrik von Bulton und Watt in Soho die Betriebsdampfmaschine bestellt hatte.

Bereits am 7. October 1807 machte Fulton's Dampfschiff seine erste Fahrt auf dem Hudsonflusse von Newyork nach Albany, eine Distanz von 150 englischen Land- oder 120 Seemeilen in 32 Stunden stromaufwärts und in 30 Stunden stromabwärts <sup>2)</sup>, was einer Maximalgeschwindigkeit von 5 englischen Land- oder von 4 Seemeilen (4 Knoten) pro Stunde entsprechen würde. Dies Schiff, dem Wohnorte des Kanzlers Livingston zu Ehren der „Clermont“ genannt, hatte 140 Fuss engl. (42,67 Meter) Länge <sup>3)</sup>,

---

du monde. Quoi qu'il en soit, je désire que vous en confiez immédiatement l'examen à une commission composée de membres choisis par vous dans les différentes classes de l'Institut. C'est là que l'Europe savante doit chercher des juges pour résoudre la question dont il s'agit... Aussitôt le rapport fait, il vous sera transmis et vous me l'enverrez. Tâchez que tout cela ne soit pas l'affaire de plus de huit jours. Et, sur ce, je prie Dieu, Monsieur de Champagny, de vous avoir en sa digne garde. — De mon camp de Boulogne, 21 Juillet 1804.“

1) Hamel a. a. O. S. 101.

2) Marestier: „Mémoire sur les Bateaux à Vapeur des États-Unis d'Amérique“, Paris 1824, p. 38 und besonders p. 152 ff.

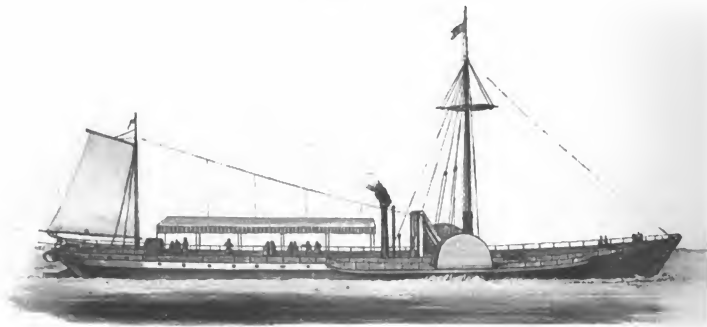
Woodcroft berichtet p. 61 aus einem Briefe Fulton's dasselbe. Die Fahrt stromabwärts ging wegen der ankommenden Fluth verhältnissmässig langsam.

3) Diese und die folgenden Dimensionen sind Marestier a. a. O. S. 42 und 51 entlehnt. Die von Woodcroft a. a. O. S. 61 und 78 weichen wieder

15 Fuss (4,57 Meter) Breite, also die  $9\frac{1}{3}$ fache Breite zur Länge, ferner eine Höhe (creux, depth) von 7,38 Fuss (2,25 Meter) und 2 Fuss (0,61 Meter) Tauchung oder Tiefgang <sup>1)</sup>. Die bereits erwähnte und (im Eingange des folgenden Abschnitts abgebildete) 20pferdige Dampfmaschine hatte 2 Fuss (0,61 Meter) Cylinderdurchmesser und 4 Fuss (1,22 Meter) Kolbenhub. Die beiden an der Seite placirten Ruderräder hatten 15 Fuss Durchmesser und machten 20 Umläufe pr. Minute; die acht Schaufeln eines jeden hatten 3,936 Fuss (1,20 Meter) Breite, ferner 1,968 Fuss (0,60 Meter) Höhe <sup>2)</sup>. Die Lastigkeit des Schiffes soll 160 Tons betragen haben <sup>3)</sup>. Der Dampfkessel (wahrscheinlich ein sogenannter Watt'scher Kofferkessel) <sup>4)</sup> war 20 Fuss lang, 7 Fuss hoch und 8 Fuss breit.

Nachstehender, dem Woodcroft'schen Werke entlehnter Holzschnitt (Fig. 43) giebt ein Bild von dem stattlichen Dampfschiffe Fulton's.

Fig. 43.



etwas davon ab. Leider ist aber auch hinsichtlich der Länge wiederum nicht angegeben, ob damit die Länge in der Schwimmebene, zwischen den Perpendicularen, oder endlich die des Decks gemeint ist.

- 1) Woodcroft a. a. O. S. 78.
- 2) Ausführlicher bei Marestier a. a. O. S. 152 ff.
- 3) Die Tonne als Maass eines cubischen Inhaltes (als Raummaass) wird in England gewöhnlich zu 94 Cubikfuss gerechnet.
- 4) Allgemeine Maschinenlehre Bd. 1, S. 420 ff.

Nach der Versuchsfahrt benutzte man den „Clermont“ sofort als Passagierboot zwischen Newyork und Albany und vergrösserte ihn im folgenden Jahre (1808) auf 150 Fuss Länge und 16 Fuss Breite.

Sonach ist der „Clermont“ das erste Dampfschiff, welches nicht nur anfang, sondern auch fortfuhr, für praktische Zwecke zu dienen, und „Fulton hat das Verdienst, den Dampf zum wirklichen dauernden Nutzen der Schifffahrt eingeführt zu haben, wenn er auch nicht der Erfinder des Systems war, welches das Schiff überhaupt bildete, da die Dampfmaschine von Watt, die Ruderräder nach Miller, die Combination ersterer beiden ähnlich Symington ausgeführt, und endlich die Gestalt des Schiffskörpers, vorzugsweise auf Beaufoy's <sup>1)</sup> Versuche gestützt, bestimmt worden war.“

In Amerika fand demgemäss die Anwendung der Dampfschiffe so rasche Verbreitung, dass bereits 5 Jahre später als der „Clermont“ seine regelmässigen Fahrten begann, also 1812, mehr als fünfzig in Nordamerika erbaute Dampfschiffe, und zwar von nicht geringer Grösse, die dortigen grossen Flüsse befuhren <sup>2)</sup>.

Von den bemerkenswerthesten dieser Schiffe giebt Mares-

1) Nachdem vor jetzt bald 100 Jahren die französischen Akademiker d'Alembert, Bossut und Condorcet, der schwedische Admiral Chapmann u. A. Versuche über den Widerstand des Wassers gegen kleine Schiffchen angestellt hatten, wovon die ersteren in den Memoiren der Pariser Akademie von 1778, letztere in Chapmann's Architectura navalis (und in Lemonnier's französischer Uebersetzung von Pfeiffer im 30. Bande der Description des Arts et Metiers veröffentlicht, im Auszuge vom preussischen Bauconducteur Clemens 1797 wiedergegeben) sich abgedruckt vorfinden, wurden von 1793 bis 1798 in London unter Leitung des Obersten Marc Beaufoy weit vielseitigere, vollständigere Versuche in grösserem Maassstabe auf der Greenlanddock angestellt, die noch heute (in England) als das Ausgezeichnetste seiner Art betrachtet werden.

Precht hat bereits im 11. Bande (1827) der von ihm seiner Zeit redigirten Jahrbücher des k. k. polytechn. Institutes, S. 56 bis 75, nach betreffenden englischen Quellen Mittheilungen über diese Beaufoy'schen Versuche gemacht, während die ganze Versuchsreihe erst 1834 in London unter dem Titel: „Nautical and hydraulic experiments etc.“ veröffentlicht wurde.

Die vollständigste Zusammenstellung fast aller (namentlich französischer) betreffenden Versuche findet sich in Bourgois „Mémoire sur la résistance de l'eau au mouvement des corps et particulièrement des bâtiments de mer.“ Paris 1867.

2) Abridgments of the Specifications relating to Marine Propulsion, Part. III. London 1858, Appendix B, p. 307.

tier in seinem mehrfach citirten Werke über die ersten Dampfschiffe der Vereinigten Staaten Nordamerikas Beschreibungen, Dimensionen und von einigen derselben, sowie von ihren Dampfmaschinen und Kesseln sogar Abbildungen, worauf wir im folgenden Abschnitte unseres Buches zurückzukommen nicht verfehlen werden. Erwähnt werde nur noch, dass Marestier (a. a. O. S. 149 ff.) die Schiffe in der Ordnung der Hauptstädte bespricht, woselbst sich der Eigenthümer oder der Sitz der betreffenden Dampfschiffsgesellschaft befindet, und deshalb von den Dampfschiffen Bostons, Newyorks, Philadelphias, Baltimores, Norfolks, Neworleans etc. etc. berichtet.

Das erste Dampfschiff, was 1812 den Riesenfluss Mississippi befuhr, war die 1811 in Pittsburg erbaute „Neworleans“. Im Jahre 1822 befuhren den Mississippi bereits über 70 Dampfschiffe <sup>1)</sup>.

Bis zum Jahre 1813 erbaute man alle nordamerikanischen Dampfschiffe flachbödigg, ohne sorgfältiges Abrunden des Schiffskörpers und ohne zugeschärfte Vorder- und Hintertheile, d. h. man gab ihnen die Gestalt gewöhnlicher Flussprahmen und Fähren. Das erste in letzterer Beziehung bessere Schiff, mit ebenso guten Formen wie die (damaligen) Segelschiffe, war der 1813 in Newyork erbaute „Fulton“ von 40,54 Meter Länge, 8,84 Meter Breite und 1,90 Meter Tiefgang, welches Schiff dann auch von Segeln Gebrauch machte, sobald günstiger Wind solches gestattete <sup>2)</sup>.

Die Fortlaufgeschwindigkeit dieses Schiffes bei der Fahrt auf dem Hudson von Newyork nach Albany giebt Marestier zu 6,4 Seemeilen (Knoten) an.

Welche ungeheuren Vorthelle die Dampfschiffahrten schon damals den Nordamerikanern boten, dürfte aus dem einen Beispiele erhellen <sup>3)</sup>, dass ehemals die Ohioländer alle ihre Bedürfnisse aus dem Osten beziehen mussten und ein Schiff aus Neworleans bis an die Ohioatarakten 3 bis 4 Monate Zeit bedurfte,

1) Bernoulli, Handbuch der Dampfmaschinenlehre, Stuttgart 1833, S. 431. Marestier (a. a. O. S. 167 ff.) macht genaue Angaben von 65 Mississippidampfschiffen, welche von 1811 bis 1820 erbaut wurden, und bemerkt dabei, dass in seiner Liste mehr als ein Dutzend der Schiffe damaliger Zeit fehlen, so dass sich schon für 1820 die Bernoulli'sche Zahl 70 auf 80 erhöhen würde.

2) Marestier a. a. O. S. 67 mit Abbildungen auf Pl. II, Fig. 6 und 7.

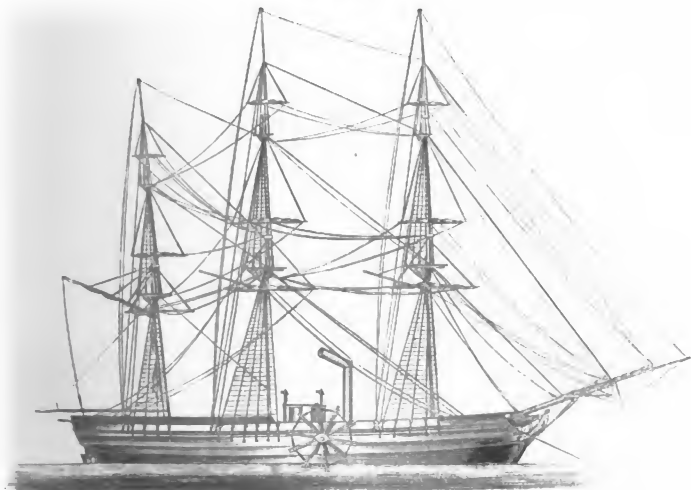
3) Bernoulli, Dampfmaschinenlehre (Ausgabe von 1833) S. 432 ff.

um einen Weg von 1650 engl. Meilen zurückzulegen, wozu ein Dampfschiff nicht mehr als 12 bis 15 Tage brauchte.

Wie die Flüsse, Ströme und Meeresküsten befuhren die Dampfschiffe auch recht bald die nordamerikanischen inneren Seen, wovon sich bei Marestier <sup>1)</sup> die Schiffe des Georg-Sees (Saint-Sacrament), des Champlain-Sees, des Erie-Sees u. A. besprochen finden.

Das erste nordamerikanische Dampfschiff, welches den atlantischen Ocean durchkreuzte, war die in Newyork erbaute und am 22. April 1818 vom Stapel gelassene „Savannah“, für die Tour Newyork, Liverpool und St. Petersburg bestimmt. Ein für seine Zeit schönes dreimastiges, in Fig. 44 dargestelltes Schiff von

Fig. 44.



30,48 Meter Länge, 7,92 Meter Breite und 4,27 Meter Tiefgang, wenn es mit circa 300 Tonnen Gewicht belastet wurde. Der Cylinder seiner Betriebsdampfmaschine war in geneigter Lage placirt, hatte 1,035 Meter, Durchmesser und der Kolben 1,50 Meter

1) Marestier a. a. O. S. 71 ff.:

Hub <sup>1)</sup>. Die Ruderräder an den beiden Langseiten des Schiffes hatten 4,90 Meter Durchmesser etc. etc.

Unserer Abbildung werde noch die Bemerkung beigelegt, dass das Schiff Fregatten-Takelage hat und dass die Mastenhöhe zur Schiffslänge (wenn überhaupt richtig) ganz ungewöhnlich gross ist.

Die „Savannah“ vollendete ihre erste Fahrt über den atlantischen Ocean (vom Savannahhafen bis Liverpool) in 26 Tagen, wobei man sich der Dampfmaschine nur während 18 Tage bediente, die übrigen 8 Tage aber ausschliesslich die Segelkraft benutzte.

Mit ganz besonderer Energie und Ausdauer, aber auch mit Erfolg, bemühten sich die amerikanischen Ingenieure, die Fahrgeschwindigkeit ihrer Dampfschiffe zu erhöhen und zwar durch vortheilhaftere Gestalt der Schiffskörper, der Verbesserung der Betriebsdampfmaschinen, der Dampferzeuger (Dampfkessel) etc. etc. <sup>2)</sup>.

Eines der besten derartig gelungenen Schiffe war seiner Zeit der zwischen Newyork und Newport fahrende „Präsident“ <sup>3)</sup> von 32½ Fuss Breite (wahrscheinlich über 200 Fuss Länge) <sup>4)</sup>, 9 Fuss Tiefgang, mit Ruderrädern von 22 Fuss Durchmesser, welche normal pr. Minute 21 Umläufe machten, mit zwei Dampfmaschinen (Cylinderdurchmesser 4 Fuss (Kolbenhub 7 Fuss) etc. Nach Renwick's Angaben soll dies Schiff durchschnittlich mit einer Geschwindigkeit von 12 engl. Landmeilen pr. Stunde, d. i. mit mehr als 9½ Knoten oder mit 17,6 Fuss engl. pr. Secunde gelaufen sein.

Noch grössere Geschwindigkeit erlangte man mit dem (allerdings später erbauten) Newyorker Dampfschiffe „Rochester“, welches sich in Duval's französischer Uebersetzung der Abhandlungen über amerikanische Dampfschiffe von Hodge, Renwick

1) In der zweiten Abtheilung des gegenwärtigen Abschnittes findet sich eine Abbildung dieser Dampfmaschine.

2) Reisebericht aus dem Jahre 1825, abgedruckt in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen, fünfter Jahrgang (1826), S. 225.

3) Speciell in Prof. Renwick's Abhandlung: „On the Steam Boats on the United States of America“, in dem Appendix (und zwar Nr. VI) des Tredgold'schen Werkes: „The Steam Engine“, Ausgabe von 1838.

4) In unserer Quelle fehlt die Längenangabe.



und D. Stevenson abgebildet und ausführlich beschrieben vorfindet <sup>1)</sup>).

Dieses für die Fahrt auf dem Hudson zwischen Newyork und Albany bestimmte Schiff hatte bei 200 Fuss Länge, 25 Fuss Breite,  $3\frac{3}{4}$  Fuss Tauchung, Ruderräder von  $23\frac{1}{2}$  Fuss Durchmesser (welche 28 Umläufe pr. Minute machten) mit nur einer Dampfmaschine von 43 Zoll Kolbendurchmesser und 10 Fuss Hub. Nach D. Stevens eigenen Beobachtungen bedurfte der „Rochester“ zur reinen Fahrzeit von Albany nach Newyork nicht mehr als 10 Stunden 1 Minute <sup>2)</sup>, was, wegen der Distanz von 120 Seemeilen (oder 150 engl. Landmeilen), eine Geschwindigkeit von fast 10 Knoten, d. h. eine solche geben würde, mit der noch heute selbst sonst gute Dampfschiffe zu fahren pflegen.

Im Jahre 1823 scheint Nordamerika bereits über 300 Dampfschiffe (ohne die Dampfahrböte) besessen zu haben <sup>3)</sup>; etwa 8 Jahre später (1831) wurde von Stevens die Zahl der blos am Mississippi erbauten Schiffe zu nicht weniger als 348 angegeben <sup>4)</sup>, so dass die (runde) Zahl von circa 700 amerikanischen Dampfschiffen für das Jahr 1839 in einer anderen Quelle <sup>5)</sup> wohl nicht als unrichtig zu bezeichnen sein wird. Allerdings diene die Mehrzahl dieser Dampfschiffe zum Befahren der Flüsse.

Der allgemeine (äussere) Charakter dieser damaligen nordamerikanischen (grösseren) Flussdampfschiffe auf dem Mississippi, mit ihren hoch über Deck aufgebauten Passagierräumen etc. erhellt aus nachstehender Abbildung <sup>6)</sup> (Fig. 45), die wir der bereits wiederholt citirten Duval'schen Uebersetzung entnommen haben <sup>7)</sup>.

1) „Des Machines à Vapeur aux Etats-Unis d'Amerique“, Paris 1842, p. 6 ff.

2) Duval's Uebersetzung des vorher citirten Werkes, S. 17.

3) Beuth in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen, dritter Jahrgang (1824), S. 178.

4) Duval, Stevens etc. a. a. O. S. 20.

5) Notizblatt des hannoverschen Architekten- und Ingenieurvereins, Bd. 1 (1851—1852), S. 18.

6) Zeichnungen und Beschreibungen der zugehörigen Dampfmaschinen, namentlich der mit weit über Deck herausragenden Balanciers, der Dampfkessel etc., werden im zweiten Abschnitte dieser Abtheilung folgen.

7) Ein allerdings nicht genug zu rügender abschreckender Uebelstand dieser (damaligen) amerikanischen Dampfschiffe waren die häufigen, oft furchtbaren Kesselexplosionen derselben, von denen bei Dodge-Stevens schon bis zum Jahre 1831 sich verzeichnet finden: 13 Explosionen (mit 115 Todten und 51 Verwundeten) von

Der eigentliche (nicht wieder unterbrochene) Anfang der Dampfschiffahrt in Europa datirt aus den Jahren 1812 und 1813 und zwar waren es die Schotten Bell, Thomson und Robertson, denen es zuerst gelang, Dampfboote

Schiffen mit Hochdruckdampfkesseln, ferner 27 Explosionen (mit 95 Todten und 29 Verwundeten) von Schiffen mit Niederdruckdampfkesseln und 10 Explosionen (mit 46 Todten und 21 Verwundeten) bei Schiffen mit nicht genau specificirten Dampf-kesseln. Uebertriebene Anspannung und leichtsinniges Warten und Pflegen der Kessel scheinen neben schlechtem Material, unrichtiger Construction und nachlässiger Ausführung derselben die Hauptursachen dieser Explosionen gewesen zu sein. Dr. Lardner in seiner *Railway Economy* (London 1858) behauptet (S. 382), dass die Maschinen der Mississippi-dampfboote nicht selten mit Dampf von 200 Pfd. Druck pr. Quadratzoll (d. i. mit über 13 Atmosphären Dampfspannung) arbeiteten.

Fig. 45.

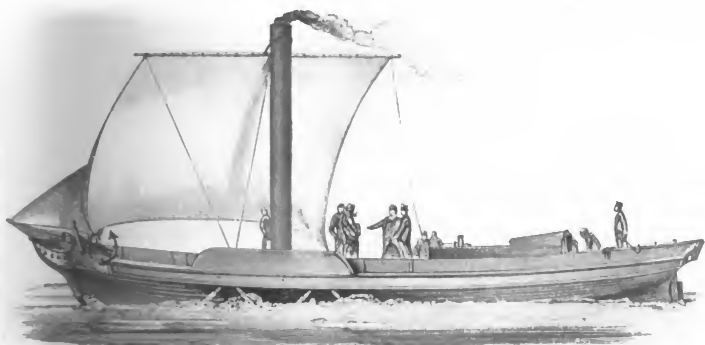


ins Leben zu rufen, deren Erfolge derartig zweifellos waren, dass sie dazu dienten, zum Schaffen von Nachkommen zu ermuthigen <sup>1)</sup>).

Das erste derartige Boot verdankt seine Entstehung Henry Bell in Helensburg, einem Seebadeorte am rechten Ufer der Clyde, an der Mündung dieses Flusses ins irische Meer <sup>2)</sup>. Im Monat Juli 1812 machte dasselbe seine ersten Versuchsfahrten von Port Glasgow (Helensburg gegenüber) quer über den daselbst zwei (englische) Meilen breiten Clydefirth nach dem Ufer von Candross, und Anfang des Monats August (1812) ging es zum ersten Male mit Passagieren von Helensburg den Clydefluss aufwärts nach Glasgow.

Nachstehende Abbildung (Fig. 46) dieses Dampfschiffes, der „Comet“ genannt, entlehnten wir Woodcroft und bemerken dabei, dass seine Länge (Kiellänge) 40 Fuss, seine Breite  $11\frac{1}{2}$  Fuss <sup>3)</sup>

Fig. 46.



1) Die ausgezeichnetste und sehr viele Irrthümer der Vorgänger berichtigende Arbeit über die Einführung der Dampfschiffahrt in Europa hat der russische Akademiker Hamel geliefert und zwar an der bereits wiederholt citirten Stelle, nämlich in Förster's „Allgemeiner Bauzeitung“, 31. Jahrgang, 1866, S. 87 bis 145.

2) Helensburg ist ungefähr 25 englische Meilen von Glasgow entfernt.

3) Hamel a. a. O. S. 116 giebt obige Zahl für die Schiffsbreite, wogegen Woodcroft (Steam Navigation) S. 81 dafür 10 Fuss 6 Zoll setzt. Bei Hamel ist ausdrücklich hervorgehoben, dass der (hölzerne) Schiffskörper des „Cometen“ auf der Werft der Firma John Wood u. Co. in Port Glasgow (gegenüber Helensburg, am linken Ufer der Clyde) erbaut sei. Der Name „Comet“ wurde dem Boote deshalb gegeben, weil man seinen Bau im Cometenjahre 1811 begann.

betrug, dass es eine Dampfmaschine mit verticalstehendem Cylinder von 11 Zoll Durchmesser hatte und die Arbeitskraft dieser Maschine zu 3 Maschinenpferden geschätzt wurde. Als Propeller benutzte Bell vier Ruderräder, wovon an jeder Seite des Schiffs zwei hinter einander angebracht waren. Der „Comet“ hatte keinen Mast, doch wurde in der Regel ein Segel am Schornsteine des Kessels aufgezogen, wie auch unsere Abbildung erkennen lässt. Die Lastigkeit (burden) des Schiffs giebt Woodcroft zu 30 Tons, die Fahrgeschwindigkeit Fincham <sup>1)</sup> (sehr gering) zu fünf (engl.) Landmeilen pr. Stunde an <sup>2)</sup>.

Streng genommen war Bell eigentlich nur der Bauunternehmer und Eigenthümer des „Cometen“, indem (wie in einer Note bereits erwähnt) das Schiff an sich von Wood in Port Glasgow erbaut, die Dampfmaschine von John Robertson in Glasgow <sup>3)</sup> und der Dampfkessel von Napier <sup>4)</sup> ebendasselbst geliefert wurde. Ausserdem scheint es auch zweifellos, dass Bell anfänglich (1811) John Thomson zur Einrichtung seines Bootes gebraucht hatte <sup>5)</sup>.

Zuerst (1812) diente der „Comet“ als Personenschiff für den Verkehr zwischen Glasgow und Greenock. Später jedoch, als sich hier andere, schneller laufende Dampfschiffe (von Thomson und Robertson) einfanden, benutzte Bell sein Boot zu Fahrten nach den schottischen Hochlanden, ging dort bis zum südlichen Terminus des am Caledonien-Kanal befindlichen Forts William hinauf, scheiterte aber auch 1821, von letztgenanntem Fort kommend, an der Landecke Craighnish, nördlich vom Jura-Sund, nicht weit vom Crinan-Kanal, und endete hier völlig in einem Alter von 8 Jahren und ungefähr vier Monaten.

Thomson (von Bell verlassen) begann mit dem Baue des zweiten schottischen Dampfbootes dieser Erstzeit, „Elisabeth“ genannt, im Jahre 1812, und machte mit demselben am 9. Mai 1813 seine erste Fahrt auf der Clyde.

---

1) In seiner History of Naval Architecture, S. 288.

2) Später entfernte man auf Robertson's Rath das hintere Rad an jeder Seite des Schiffes, so dass es (wie fast alle heutigen Ruderraddampfschiffe) nur mit einem Rade an jeder Langseite arbeitete, wodurch ein etwas schnellerer Gang erzielt wurde.

3) Hamel a. a. O. S. 116.

4) Der Onkel des nachher hochberühmten Dampfschiffbauers Robert Napier in Glasgow.

5) Hamel a. a. O. S. 128.

Die „Elisabeth“ (ebenfalls von Wood erbaut) war 55 Fuss lang, 12 Fuss (?) breit und hatte eine Dampfmaschine von 19 Zoll Cylinderdurchmesser, wobei dieser Motor eine Kraft von 10 Maschinenpferden entwickelt haben soll <sup>1)</sup>. Wegen schlechter Finanzzustände musste Thomson dies Boot (1815) nach Liverpool verkaufen, woselbst es zu Fahrten auf dem Merseyflusse, namentlich zu der Tour Liverpool-Runcorn, verwandt wurde, folglich in der Geschichte als das erste Liverpoolsche Dampfschiff verzeichnet werden muss.

Als Bell's „Comet“ kaum sechs Wochen lang seine Fahrten begonnen hatte, entschloss sich auch John Robertson, bei Wood ein Dampfschiff bauen zu lassen. Es war dies das dritte Boot der neuen Periode. Dasselbe wurde am 8. Mai 1813 zuerst in Bewegung gesetzt und machte seine erste Fahrt mit Passagieren auf dem Clyde am 8. Juni desselben Jahres zwischen Glasgow und Greenock. Dies „Clyde“ genannte Dampfboot war 65 Fuss lang, 13 Fuss breit und hatte eine 19zöllige Dampfmaschine, die eine Arbeit von 10 Maschinenpferden entwickeln sollte. Die beiden als Propeller dienenden Ruderräder hatten 9 Fuss Durchmesser etc. etc. <sup>2)</sup>.

Im Jahre 1814 liess Robertson bei James Smart in Dundee das Dampfschiff „Caledonia“ erbauen und mit einer von ihm selbst construirten Dampfmaschine (mit 19zölligen Cylindern) ausstatten. Dieses Boot von 63 Fuss Länge und 13 Fuss Breite war für England und namentlich für den Humber (zwischen York und Lincolnshire) und den Trent (in der letztgenannten Grafschaft) bestimmt, um auf diesem Flusse Fahrten zwischen Hull und Gainsborough zu machen. Hiernach ist also das Robertsonsche Dampfboot „Caledonia“ mit der von ihm verfertigten Dampfmaschine das erste in Europa, welches eine Reise zur See gemacht hat <sup>3)</sup>.

1) Hamel a. a. O. S. 128.

2) Ebendasselbst S. 123.

3) Nicht uninteressant ist der Vergleich, betreffend die verhältnissmässig rasche Entwicklung der Grösse unserer Dampfschiffsmaschinen, indem Miller's erstes Dampfboot, welches (wie oben erzählt) 1788 auf einem Teiche in Schottland fuhr, eine Dampfmaschine von 4 Zoll Cylinderdurchmesser hatte, Bell's Schiffsdampfzylinder schon einen Durchmesser von 11 Zoll besass, Robertson seinen ersten Schiffsdampfmaschinen (für die „Clyde“ und für die „Caledonia“) 19 Zoll Durchmesser gab und 1853 das für die Fahrt zwischen New-York und Fall's River bestimmte Dampfschiff „Metropolis“ einen Cylinderdurchmesser von 105 Zoll (damals der

Bereits vom October 1813 an war ein anderer Glasgower Mechaniker, Robert Buchanan (der nachherige Verfasser des berühmten Werkes: „Practical essays on mill work and other machinery“), bemüht, etwas weit Besseres wie Bell sowohl als Thomson und Robertson im Dampfschiffsbaue zu leisten, indem er James Mann in Greenock zum Schiffsbauer wählte und den Dampfmaschinenapparat von Bulton und Watt in Soho (Bd. 1, S. 406) bezog, vor Allem aber, indem er sogenannte Ruderäder mit „Feathering paddles“ <sup>1)</sup> anbringen liess, deren Schaufeln nicht nur immer in verticaler Richtung aus- und eintraten, sondern auch in dieser Lage durch das Wasser gingen.

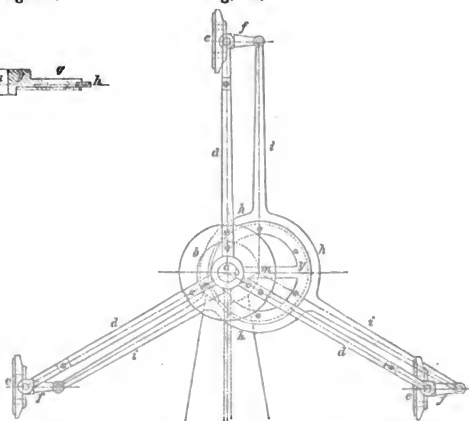
Fast radial gestellte (nicht drehbare) Schaufeln im Ruderrade treten, besonders wenn sie etwas tief eintauchen, sehr schräg ins Wasser ein, wodurch das letztere nicht bloß horizontal, sondern auch vertical auf- und abwärts auf das Schiff zurückwirkt, demzufolge nicht nur eine unvollkommene Kraftbenutzung statt hat, sondern auch das Schiff in zitternde Bewegung versetzt wird.

Durch die in Fig. 47 und 48 abgebildete Anordnung drehbarer Schaufeln *e, e, e* beseitigte Buchanan diese Uebelstände. Auf die Welle *a* des Ruderrades wurde eine sogenannte Rosette *b* befestigt und an diese die steifen ra-

Fig. 47.



Fig. 48.



grösste Dampfeylinder in der Welt) erhielt, und beiläufig gesagt dieser Cylinder 13 Fuss und 8 Zoll Länge hatte.

1) Patent Specification No. 3741 (18. October 1813).

dialen Arme  $dd$  geschraubt. Jede der Schaufeln  $e$  wurde mit einer Achse versehen, die in die Enden der radialen Arme  $d$  drehbar eingelegt war. Mit  $e$  zu einem Ganzen vereinigt, hat man ferner kurze Arme  $f$  angebracht und deren äusserstes Ende mit Schubstangen  $i$  in Verbindung gesetzt, welche zu einem Kreisringe  $h$  gehören. Letzterer Ring umgiebt, wie besonders noch aus dem Durchschnitte dieser Theile (Fig. 48) erhellt, eine excentrische Scheibe  $g$ , welche ebenfalls auf der Ruderradwelle oder (wie in Fig. 50) ausserhalb derselben befestigt ist. Diese Anordnung hat zur Folge, dass sämtliche Schaufeln stets eine verticale Stellung erhalten und folglich auch in dieser Stellung durch das Wasser gehen<sup>1)</sup>. Bei etwas genauerer Betrachtung erkennt man bald, dass letzteres erreicht wird, wenn man die Excentricität an der Scheibe  $g$  vollkommen gleich der Länge der kurzen Schaufelarme  $f$  macht und letztere sämtlich durch Schub- oder Leukarme  $i$  (welche wiederum an Länge den Steifarmen  $d$  gleich sind) mit dem Ringe  $h$  verbindet. Diese Anordnung hat leider das Uebel, dass die Schaufeln beim Ein- und Austritte in der normalen Richtung nicht so zweckmässig auf das Wasser wirken, als wenn dies unter einem bestimmten Winkel geschieht, weshalb man sie gewöhnlich auch durch eine von Galloway und Morgan ersonnene Construction ersetzt, von welcher nachher die Rede sein wird.

Buchanan's erstes Dampfschiff<sup>2)</sup>, die „Prinzess Charlotte“ (von 70 Fuss Länge und  $14\frac{1}{2}$  Fuss Breite), welches im Mai 1814 seine erste Fahrt mit Passagieren von Glasgow nach Greenock machte, war mit solchen beweglichen Ruderradschaufeln ausgestattet. Leider musste man dieselben bald durch feste Schaufeln ersetzen, weil die excentrischen Mechanismen zu oft beschädigt wurden. Nicht viel glücklicher war Buchanan mit seinen beweglichen Schaufeln bei einem zweiten (etwas grösseren) Dampfschiffe, „Prince of Orange“ (später „Greenock II.“ genannt<sup>3)</sup>).

Namentlich durch die einträglichen Fahrten der Robertson'schen Dampfschiffe ermuthigt, entschlossen sich 1813 auch zwei Bewohner Glasgows, W. Anderson und J. M. Cobbin, beim Schiffsbauer Mac Lachlan in Dumbarton ein Dampfboot von 58 Fuss Länge und von nur 12 Fuss Breite zu bestellen. Die

1) Ausführlich wird von den Ruderrädern mit beweglichen Schaufeln in folgenden Werken gehandelt:

Tredgold: The Steam Navigation etc. Appendix p. 146 unter dem Titel: Paddle Wheels with floats turning on horizontal axes etc.

Weisbach: Ing. Mechanik Bd. 3, S. 770 ff.

Redtenbacher: Die Bewegungsmechanismen. Erste Abtheilung. Tab. LVIII. Im Texte unter der Ueberschrift: „Ruderräder mit beweglichen Schaufeln für Dampfschiffe.“

2) Hamel a. a. O. S. 135.

3) Ebendasselbst S. 137.

Dampfmaschine hierzu lieferte J. Cook in Glasgow <sup>1)</sup>. Bereits im Juli 1814 begann dies Schiff, nach Anderson's Tochter „Margery“ genannt, seine regelmässigen Fahrten zwischen Glasgow, Greenock und Helensburg. Dies Schiff hat insofern eine gewisse Berühmtheit erlangt, als es nicht nur eine bedeutendere Seereise als Robertson's „Caledonia“ ausführte, sondern auch die Ehre hatte, das **allererste** auf der Themse bei London wirklich zu regelmässigen Fahrten gebrauchte Dampfboot zu sein, und schliesslich sogar die Tuilerien in Paris begrüssen zu können.

Im Jahre 1814 wurde nämlich die „Margery“ an eine in London zur Einführung von Dampfbooten auf der Themse gebildete Compagnie verkauft. Der geringen Breite des Schiffes wegen konnte dasselbe durch die Schleusen des Forth- und Clyde-Kanals geführt, zum Forth gebracht und längst der Ostküste von Schottland und England zur Themse geführt werden. Nach einer Art von Ausstellungsfahrt (am 15. December 1814) auf der Themse, bei welcher sich der Lordmayor und mehrere Aldermen von London befanden, begann die „Margery“ ihre regelmässigen Fahrten am 23. Januar 1815, wobei sie einen Tag von den Wapping Old Stains in der Nähe der London Docks hinab nach Milton (etwas unterhalb Gravesend) fuhr und am folgenden Tage immer wieder zurückkehrte. Bei Gravesend (wo sich jetzt täglich viele Londoner Dampfschiffe mit Vergnügungsreisenden einfinden) durfte die „Margery“ nicht anlegen, weil die dortigen Bootsleute ein Privilegium besaßen, demzufolge Niemand als sie auf der Themse Passagiere führen durfte.

Hierdurch entmuthigt, verkaufte die Compagnie die „Margery“ an ein Pariser Haus <sup>2)</sup>, welches sich zur Zeit, als man in London die Einführung von Dampfbooten auf der Themse betrieb, in Paris um Privilegien für die Ausübung der Dampfschiffahrt in Frankreich beworben hatte.

Die „Margery“ (nunmehr in „Elisa“ umgetauft) vollzog am 17. und 18. März 1816 die Fahrt von Newhaven nach Havre de Grace, und als die „Corvette Elisa“ am 28. März von Havre die

1) A. a. O. S. 138.

2) Pierre-Andriel, Pajol u. Comp. Die hierauf gebildete Pariser Compagnie liess sich im Pariser Adressbuche bezeichnen als: Inventeurs des procédés de construction de bâtiments de navigation combinés avec des machines à vapeur.



Seine herauf nach Paris kam, begrüßte sie die Tuilerien mit Kanonenschüssen, wurde vom König Ludwig XVIII. mit einem Besuche beehrt und ging sodann nach Rouen zurück.

Im December desselben Jahres (1816) machte auch das bereits oben (S. 78) erwähnte Jouffroy'sche Dampfboot („Charles Philippe“ genannt) seine erste Fahrt auf der Seine von der Barrière de la Râpée nach Charenton und zurück, jedoch ohne weiteren Erfolg, wie schon an der citirten Stelle berichtet wurde.

Schliesslich verdient noch ein anderes schottisches Dampfschiff dieser Erstzeit, nämlich der „Duke of Argyle“, Erwähnung, welches bereits im Sommer 1814 zwischen Glasgow und Greenock fuhr und bald das beliebteste Dampfboot auf der Clyde wurde. Dies (1813) in Port Glasgow auf der Alexander Martin u. Co. gehörigen Schiffswerft erbaute Dampfboot hatte 70 Fuss Länge und 15 Fuss Breite. Die Dampfmaschine zu demselben lieferte (wie für die „Margery“) J. Cook in Glasgow. Letztere hatte einen Kolben von 22 Zoll Durchmesser, Ruderräder von beinahe 9 Fuss Höhe etc. etc.<sup>1)</sup>.

1815 wurde der „Argyle“ für 2200 Pfd. Sterl. von einer Londoner Compagnie gekauft, welche Fahrten auf der Themse zwischen der Metropolis und Margate einzuleiten beabsichtigte. Da dies Schiff zu breit war, um durch die Schleusen des Forth- und Clyde-Kanals zu gehen, so musste es zum Clyde-Firth hinaus auf die See und durch den Nord-Kanal, die irische See, sowie den St. George-Kanal der Südwestecke von Cornwall zugeführt werden, dann aber um Lands-End herum und durch den englischen Kanal gehen. Es begann seine Fahrt am 17. Mai, steuerte in der irischen See hinüber nach Dublin, dampfte um Lands-End herum, setzte die Seemänner von Plymouth und Portsmouth, die noch kein Schiff mit hohem Schornstein gesehen hatten, in Erstaunen, ging weiter um die Ostecke von Kent herum nach Margate und fuhr endlich am 12. Juni die Themse hinan bis nach Limehouse, wo im Jahre zuvor (am 15. December) der Lordmayor von London eine erste Dampfschiffsexcursion auf der „Margery“ gemacht hatte.

Im Jahre 1818 wurde die erste regelmässige Dampferlinie zwischen Greenock und Belfast ins Leben gerufen. David Napier in Glasgow hatte hierzu das Dampfschiff „Rob Roy“ von

1) Hamel a. a. O. S. 140 u. 141.

90 Tonnen Lastigkeit erbaut und mit einer Maschine von 30 Pferdekräften versehen <sup>1)</sup>, ein Schiff, was nachher zum Postdienste zwischen Dover und Calais verwandt wurde.

Die Nützlichkeit und die Vortheile des Dampfschiffes als Verkehrsmittel auch für englische (europäische) Verhältnisse war nach diesen Erfolgen bestimmt entschieden und lehren zuverlässige statistische Angaben, dass Ende 1815 in England und Schottland die Zahl der mehr oder weniger rentabeln, im Gange befindlichen Dampfboote bereits zwanzig betrug, wenigstens liefert Marestier ein genaues Verzeichniss (mit Dimensionsangaben von so viel Schiffen) in seinem bereits oben mehrfach citirten Memoire <sup>2)</sup>.

Nach Beuth's Angaben <sup>3)</sup> betrug die Zahl der bis 1823 in England gebauten Dampfschiffe über 160. Ueber Tonnenzahl, Dampfmaschinen und Arbeitsgrösse der letzteren liefert Beuth ein genaues Verzeichniss. Hamel <sup>4)</sup> weist nach, dass in der Beuth'schen Liste mehrere bemerkenswerthe Dampfschiffe fehlen.

Die ersten Dampfschiffsfahrten auf deutschen Flüssen datiren aus dem Jahre 1816 und zwar wurden dieselben von englischen Schiffen ausgeführt.

Den Rhein befuhr zuerst das mit zwei horizontalliegenden Cylindern ausgestattete Dampfboot „Défiance“ <sup>5)</sup>. Von Margate aus ging dies Schiff im Mai 1816 zur Insel Walchern und dann nach Rotterdam. Später fuhr es den Rhein hinauf und befand sich am 12. Juni 1816 vor Köln.

Auf die Elbe gelangte zuerst das schottische Dampfschiff „Lady of the Lake“, auch begann dasselbe am 17. Juni 1816 regelmässige Fahrten von Hamburg nach Cuxhafen <sup>6)</sup>. Leider wurden diese jedoch nur bis August 1817 fortgesetzt, indem man pecuniär schlechte Geschäfte machte.

Die Donau wurde erst später und zwar von 1830 an mit Dampfschiffen befahren. Das erste derartige Schiff (mit einer von Bulton u. Watt gelieferten 60pferdigen Dampfmaschine

1) Fincham: „A History of Naval Architecture“, p. 292.

2) Note troisième p. 176.

3) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen, dritter Jahrgang, 1824, S. 178 bis 182.

4) A. a. O. S. 136 und S. 141.

5) Hamel a. a. O. S. 144.

6) Ebendasselbst S. 133 und S. 144.

versehen) scheint „Franz I.“, der Donau-Dampfschiffahrtsgesellschaft (in Pest und Wien) gehörig, gewesen zu sein <sup>1)</sup>.

Als Zeit des dauernden Anfanges der Dampfschiffahrt in Frankreich wird gewöhnlich das Jahr 1820 bezeichnet <sup>2)</sup> und ferner erwähnt, dass es 1821 schon sechs Dampfschiffe in Bordeaux gegeben habe <sup>3)</sup> und andere nach Martinique und Senegal gesandt worden wären.

Eine allgemeine Einführung der Dampfschiffahrt in Frankreich scheint jedoch erst nach Marestier's und Montgerry's (auf Kosten der Regierung nach Nordamerika zum Studium der dortigen Dampfschiffe ausgeführten) Reisen und deren Berichte über den Zustand, die Verhältnisse und den Erfolg der Dampfschiffe als Verkehrsmittel gelungen zu sein.

Dupin in seinem officiellen Berichte über die erste internationale Ausstellung zu London (1851) <sup>4)</sup> bezeichnet das Jahr 1823 als solches, in welchem man zuerst mit dem Baue von Kriegsdampfschiffen in Frankreich begann. Ein berühmtes (französisches) Dampfschiff der damaligen Zeit war der „Sphinx“, wozu M. Fawcett in Liverpool die Maschinen lieferte, welche nachher lange Zeit als Modelle für in Frankreich selbst erbaute Dampfschiffmaschinen dienten <sup>5)</sup>. Von den französischen Maschinenfabrikanten, welche sich schon in dieser Zeit um den Bau von Dampfschiffmaschinen verdient machten, sind namentlich Cavé, Cochot, Hallette, Pauwels etc. in Paris, ferner Gengembre in Indret u. m. A. zu nennen <sup>6)</sup>.

In England wurde 1825 die erste grössere Dampfschiffahrts-

1) Széchenyi: „Ueber die Donauschiffahrt“, Ofen 1836, S. 16. Im Jahre 1834 besass die Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft bereits drei Schiffe: die „Pannonia“, für die Strecke Pressburg-Pest, „Franz I.“, zwischen Pest und Moldova, und „Argo“, zwischen Skela Gladowa und Galaz. (Von Galaz bis Pressburg, beläufig gesagt 235 geographische Meilen auf dem Wasser gerechnet.)

2) Armengaud aîné: „Traité théorique et pratique des moteurs à vapeur.“ Tome deuxième. Paris 1862, p. 269.

3) Bernoulli: „Handbuch der Dampfmaschinenlehre“. Erste Auflage, Stuttgart und Tübingen 1833, S. 433.

4) Exposition Universelle de 1851. Travaux de la Commission Française, T. III. Seconde Partie p. 110.

5) Armengaud aîné: Ebendasselbst. Ferner Fréminville in seinem „Cours de Machines à Vapeur Marines“, p. 21.

6) Armengaud: „Publication Industrielle des Machines, Outils et Appareils“, T. II. p. 170.

gesellschaft, die „General Steam Navigation Company“, durch William Joliffe gegründet, deren Schiffe noch heute zu den besten gehören, welche eine regelmässige Verbindung zwischen London und Ostende, sowie Antwerpen, Rotterdam, Hamburg, Hull, Havre, Calais etc. unterhalten. Bei den Schiffen dieser Gesellschaft wurde auch den Schiffskörpern grössere Aufmerksamkeit geschenkt und stieg das Verhältniss der Breite zur Länge von vorher 1 : 4 auf 1 : 5, wobei die Schiffe eine Geschwindigkeit von 9 Seemeilen pro Stunde erreicht haben sollen <sup>1)</sup>.

In demselben Jahre wagte sich auch ein englisches Schiff, der „Falcon“, nach Calcutta, was den Dampf jedoch nur zur Aushülfe seiner Segelkraft benutzte, eine Methode, die man auch in jüngster Zeit mehrfach verfolgte, schliesslich aber doch nicht so praktisch fand, wie solches auf den ersten Blick erschien. Eigentlich hat die Dampfschiffahrt zwischen Europa und Ostindien erst das englische Dampfschiff „Enterprise“ eröffnet. Dies von Gordon gebaute Schiff hatte 122 Fuss (Kiel-) Länge, 27 Fuss Breite, Ruderräder von 15 Fuss Durchmesser, eine Betriebsdampfmaschine (aus der Fabrik von Maudslay u. Field in London) von 120 Pferdekräften und eine Ladungsfähigkeit von 470 Tons <sup>2)</sup>. Es vollendete seine Fahrt von England um das Cap der guten Hoffnung herum in 113 Tagen (vom 16. August bis 7. December 1825), wovon jedoch nur 103 auf die eigentliche Fahrt, die übrigen 10 Tage aber auf die Zeit kommen, welche das Anlegen zur Aufnahme frischer Kohlen etc. erforderte. Die Fahrgeschwindigkeit betrug bei vereinter Dampf- und Segelkraft durchschnittlich  $9\frac{1}{8}$  Seemeilen pro Stunde.

Besonders bemerkenswerth für das Jahr 1829 ist Galloway's Patent <sup>3)</sup> auf ein Ruderrad mit beweglichen Schaufeln, als eine Verbesserung des bereits oben (S. 98) erwähnten Buchanan'schen Rades für gleiche Zwecke. Galloway giebt den Schaufeln nicht überall die verticale Stellung, sondern ändert ihre Lage derartig, dass der Ein- und Austritt möglichst vortheilhaft geschieht, wobei die verticale Lage jeder Schaufel erst nach dem Eintritte in das Wasser, beim Zuge durch letzteres in wünschens-

1) Dietze: „Die Dampfschiffahrt von ihrer Entstehung bis zur heutigen Zeit.“ Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 5, 1861, S. 17.

2) Fincham a. a. O. S. 294.

3) Specification No. 5805 (vom 2. Juli 1829).

werther Weise erreicht wird. Galloway's Patent kaufte ein gewisser Morgan (der auch einige Constructionsdetails verbessert haben soll), dessen Namen diese Ruderradgattung gewöhnlich auch führt <sup>1)</sup>.

Die folgenden Abbildungen (Fig. 49 und 50) lassen die Art der Ausführung der Galloway-Morgan-Räder hinlänglich erkennen. Es wird kaum

Fig. 49.

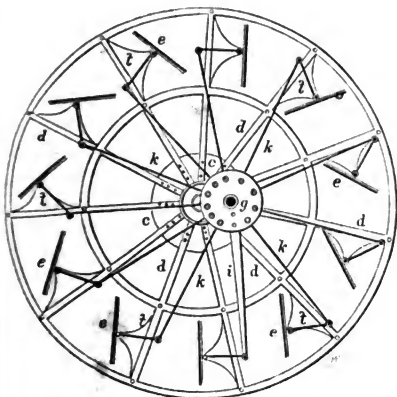
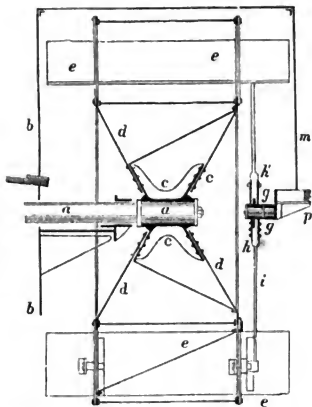


Fig. 50.



der Erwähnung bedürfen, dass *a* die Ruderradwelle ist, auf welcher man die Rosette *c* befestigt hat, dass die steifen Radarme mit *d* bezeichnet sind und die wünschenswerthe Verdrehung der Radschaufeln *e* um je eine horizontale Achse wieder durch ein Excentrik *g* und geeignete Schubstangen bewirkt wird. Während das Lager der Ruderradwelle *a* an der äusseren Schiffswand direct befestigt ist, lagert man die Excentrikwelle *g* in einer Art festem Gehänge *m p*, welches das Rad übergreift, jedoch ebenfalls mit der Schiffswand fest vereinigt ist. Die Excentricität steht horizontal und ist etwas kleiner als die Länge der Dreharme *t* an den Schaufeln *e*. Ein Ring *h*, welcher die excentrische Scheibe in bekannter Weise umgibt, ist mit einem steifen Arme *i* ausgestattet, der

1) Ausführlich wird über Galloway-Morgan's Rad mit beweglichen Schaufeln gehandelt in Tredgold's „Steam Engine“ (Ausgabe von 1838), Appendix, S. 156.

Ebenaselbst wird auch Oldham's Ruderrad mit drehbaren Schaufeln besprochen, welcher ausser den excentrischen Scheiben und Schubstangen noch Zahnräder einschaltet. Schöne Zeichnungen der Oldham'schen (eigentlich besser zum Stellen der Flügel eines Windrades passeud) Anordnung finden sich in Redtenbacher's Werke: „Die Bewegungsmechanismen“, Tafel LVIII.

aussen in einem der Schaufelarme eingehängt ist. Alle übrigen Schaufelarme  $t$  sind durch Stangen  $kk$  an den Ring  $h$  gehängt, aber die Verbindung dieser Stangen  $k$  mit  $h$  ist keine steife, sondern eine gegliederte. Durch diese Anordnung gelangt die Ebene jeder Schaufel  $e$  nur dann in eine verticale Stellung, wenn die Achse der betreffenden Schaufel den tiefsten Stand erreicht hat.

Das grösste vor 1830 erbaute Dampfschiff war „United Kingdom“ von 160 Fuss Länge,  $26\frac{1}{2}$  Fuss Breite, mit Maschinen von 200 Pferdekräften. Das Schiff baute Steele in Greenock, die Maschinen lieferte David Napier in Glasgow, seine Fahrlinie war London-Leith (Hafen von Edinburg).

Der von dieser Zeit anhebende schnelle Fortschritt im Gebiete der Dampfschiffahrt <sup>1)</sup> dehnte sich auch sehr bald auf die Kriegsmarinen aus, so dass man in England schon 1830 den Beschluss zum Baue einer Dampfflotte fasste, während die englische Regierung bis dahin nur Postdampfschiffe besessen hatte, die nach Lissabon, Gibraltar und dem Mittelmeere fuhren. Das erste (von Lang gebaute) englische Kriegsdampfschiff, die Fregatte „Medea“, lief im September 1833 vom Stapel. Ihre Länge betrug 206 Fuss, ihre Breite 46 Fuss, sie war mit Maudslay-Field'schen Dampfmaschinen ausgestattet, welche eine Gesamtarbeit von 110 Pferdekräften entwickelten. Es wird behauptet <sup>2)</sup>, dass die Leistungen dieses Schiffes (von 807 Tons Lastigkeit) und die Fähigkeit, 360 Tonnen Kohlen an Bord zu nehmen, die Möglichkeit erst vollständig entschieden hätte (auch ohne Mithülfe der Segelkraft, wie bei der „Savannah“, S. 91), die Reise über den atlantischen Ocean (über 3000 Seemeilen) mittelst eines Dampfschiffes zu vollenden.

Wir dürfen jetzt die Entwicklung der Dampfschiffahrt in den dreissiger Jahren nicht weiter verfolgen, bevor wir nicht eines Ereignisses oder einer Erfindung gedacht haben, wobei deutsches Talent und unermüdliches Streben eine nicht unwichtige Rolle spielen. Es ist dies die Thatsache, dass es im Hochsommer des Jahres 1829 einem Manne deutscher Abkunft, dem Oester-

---

1) Busk in seinem (populär geschriebenen) Buche: „The Navies of the World“, London 1859, giebt S. 133 an, dass England im Jahre 1830 bereits 315 Dampfschiffe mit einer Lastigkeit von 33444 Tons besessen habe, und dagegen fünf Jahre später, also 1835, die Zahl der Dampfschiffe bereits auf 538 mit 60520 Tons Lastigkeit gestiegen sei.

2) Dietz, Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. V, 1861, S. 16.

reicher Joseph Ressel (dessen Vater aus Sachsen stammte) <sup>1)</sup>, gelang, ein Dampfschiff zu Stande zu bringen, welches mit solchem Erfolge von einer Schraube als Propeller getrieben wurde, dass man dies Ereigniss mit Recht als den ersten Schritt zur nachhaltigen Verwendung der Schraube als Triebmechanismus der Schiffe betrachtet.

Allerdings haben auch wir im Vorstehenden wiederholt auf Vorschläge und Versuche aufmerksam gemacht, Schiffe statt durch Ruderräder durch die Umdrehung von Schrauben mit horizontal-liegender Achse in Bewegung zu setzen <sup>2)</sup>, allein keine dieser Schrauben war so angeordnet und so zwischen Hinterstegen und Steuer, in einem besonders abgeschiedenen Raume (dem sogenannten „Schrauben-Brunnen“) placirt, wie dies beim Ressel'schen Dampfschiffe der Fall war und wie es in gewisser Hinsicht noch heute zu finden ist <sup>3)</sup>.

Das Schiff („Civetta“ mit Namen), an welchem Ressel seine Schraube anbrachte, wurde vom Schiffsbauer Vincenz-Zanon in Triest erbaut, die Schraube vom Maschinisten Herrmann ebendasselbst geliefert und die Dampfmaschine aus England bezogen. Die Länge des Schiffes betrug 60 Fuss, seine Breite 11 Fuss und die Höhe 6 Fuss.

Die (eingängige) Schraube befand sich völlig unter Wasser, hatte einen und einen halben Umgang, 5 Fuss Gewindehöhe und war, wie bereits erwähnt, zwischen Hinterstegen und Steuerruder horizontal gelagert. Die von der Betriebsdampfmaschine entwickelte Arbeit wird zu sechs Pferden angegeben, womit das Schiff eine Geschwindigkeit von sechs Knoten erreichte.

Leider wurde die sonst sehr glückliche Versuchsfahrt durch einen Unfall (das Schmelzen der Löthstelle eines Dampfrohres) an

1) Karmarsch: Joseph Ressel und seine Ansprüche auf die Erfindung der Dampfschiffschraube. Im 7. Bande des Brockhaus'schen Jahrbuches zum Conversationslexikon „Unsere Zeit“ (Leipzig 1863), S. 380 ff.

2) Am ausführlichsten und mit schönen Abbildungen (in Holzschnitten) begleitet, wird von den verschiedenen Projecten vor dem Jahre 1829 gehandelt in dem bereits wiederholt citirten Werke Bourne's: „A Treatise on the Screw Propeller.“ Ausgabe von 1867, S. 1 bis 21.

3) In der citirten Quelle wird auch S. 387 nachgewiesen, dass Ressel mit seiner Schiffschraube zwar 1826 zuerst öffentlich auftrat, jedoch schon vierzehn Jahre früher, also 1812, eine vollständige Zeichnung derselben entworfen hatte.

der Weiterfahrt gehindert, wozu noch kam, dass die vorsorgliche Polizei, der ein aufgegangenes Dampfrohr im höchsten Grade (1829!) gemeingefährlich erschien, alle weiteren Versuche untersagte.

In derselben Zeit war Ressel mit einem gewissen Bauer in Verbindung getreten, durch dessen Vermittlung seine Erfindung durch Patente <sup>1)</sup> in Frankreich und England gesichert werden sollte. In Frankreich wurde das Patent auf einen gewissen Malar ausgestellt, datirt vom 19. August 1828, und wird in der betreffenden Beschreibung Ressel's Name wiederholt genannt. In England wurde ein Patent unterm 10. Juni 1829 und zwar auf Charles Cummerow, Kaufmann in London, ertheilt <sup>2)</sup>, in dessen Beschreibung ausdrücklich hervorgehoben wird, dass die betreffende Erfindung einem Ausländer gehört <sup>3)</sup>. Wir entlehnen der officiellen Specification nachstehende Skizzen (Fig. 51 u. 52), welche Gestalt und Anordnung der Schraube als Propeller hinlänglich erkennen lassen.

Fig. 51.

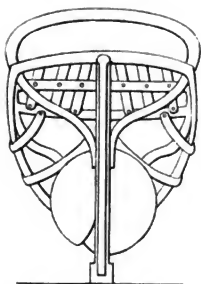
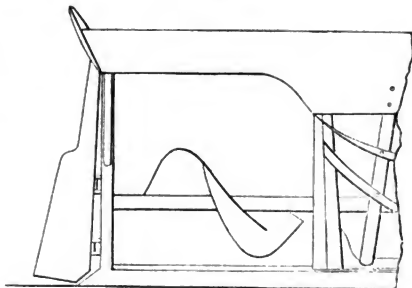


Fig. 52.



Die Schraube bildet auch hier ein einfaches Gewinde, jedoch hat sie nur einen einzigen vollen Umgang, während die von Ressel in Triest gebrauchte Schraube (wie erwähnt)  $1\frac{1}{2}$  Umgang hatte, also bei Cummerow um einen halben Umgang verkürzt

1) Für Oesterreich datirt sich Ressel's Patent vom 11. Februar 1827.

2) Specification No. 5730.

3) In Cummerow's Specification heisst es auf Seite 1 von Zeile 14 an wörtlich also: „Certain Improvements in Propelling Vessels, communicated to me by a certain foreigner residing abroad“ etc.



ist <sup>1)</sup>, übrigens ist sie ebenfalls in einer Oeffnung des sogenannten Todtholzes (dem Schraubenbrunnen) zwischen Hinterstegen und Steuer gelagert und tritt direct durch den Hinterstegen ins Innere des Schiffskörpers, um sich dort der Dampfmaschine anzuschließen, genau wie bei der heutigen Schiffsschraube <sup>2)</sup>).

Trotz alledem hörte man von der praktischen Anwendung der Schraube als Propeller nichts, bis 1836 ein gewisser Smith, ursprünglich ein englischer Landwirth und Dilettant im Fache der praktischen Mechanik, mit einem Boote auf dem Paddington-Kanale und der Themse erschien, welches eine hölzerne Schraube als Propeller hatte und wobei die einfache Spirale zwei vollständige Umdrehungen machte. Wir entlehnen der Smith'schen Patent-Specification <sup>3)</sup> die nachstehenden Abbildungen, Fig. 53 und 54.

Fig. 53.

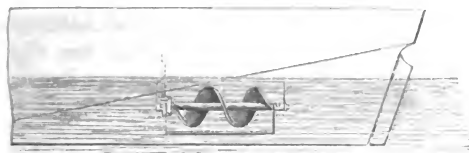


Fig. 54.



Bei einer der öffentlichen Probefahrten ereignete sich ein Vorfall, der zum ersten Male eine Aenderung der Schraubenform nach sich zog, indem derselbe darauf hindeutete, wie vortheilhaft eine Verkürzung der Länge des Propellers sei. Während einer solchen Fahrt kam nämlich die Schraube mit einem harten Gegenstand im Wasser in Berührung, wodurch die halbe Länge, d. h. eine ganze Umdrehung der Schraube, abbrach. Kaum was dies geschehen, so bemerkte man, dass das Boot weit schneller fuhr und fortan viel bessere Dienste leistete.

Hiernach gelang es Smith, die Anwendbarkeit seiner Schraube nicht nur für Kanal- und Flussboote, sondern auch für Seeschiffe

1) Karmarsch a. a. O. weist nach, dass Ressel's Entwurf aus dem Jahre 1812 eine Schraube mit zwei halben Umgängen eines doppelten Gewindes enthielt.

2) Die Priorität der Schiffsschraubenerfindung durch Ressel nachzuweisen, hat man sich neuerdings deutscher Seits mit Erfolg in Amerika bemüht. Man sehe deshalb das „Archiv für Seewesen“, Jahrg. 1867, S. 73.

3) Specification No. 7104, wobei bemerkt ist, dass das Patent am 28. Mai 1836 erteilt wurde.

darzuthun <sup>1)</sup>. Im September 1837 besuchte er mit seinem Miniaturschiffe <sup>2)</sup> Gravesend, Ramsgate, Dover, Folkstone und Hythe, ein Wagniss, das nur das kühne Selbstvertrauen des unternehmenden Engländers auf seine Erfindung rechtfertigen konnte. Die  $1\frac{1}{4}$  deutsche Meile oder 5 Seemeilen betragende Entfernung von Folkstone nach Hythe legte er in  $\frac{3}{4}$  Stunden zurück, fuhr also mit einer Geschwindigkeit von  $6\frac{2}{3}$  Knoten. Am 25. September desselben Jahres (1837) kehrte Smith mit seinem Schiffchen bei so stürmischem Wetter zurück, dass Jedermann für ihn fürchtete. Von allen Punkten der Küste schauten grosse Schaaren Neugieriger in ängstlicher Spannung dem kühnen Manne zu, der sein Schiffchen wohlbehalten durch die tobenden Wellen in den Hafen zurückführte. Die Schraube hatte ihre Seetaufe erhalten, und damit war in der That die Seeschiffahrt in ein neues Stadium getreten.

Von hier ab widmete zunächst auch die englische Admiralität der Erfindung ihre Aufmerksamkeit; sie liess unter den Augen einer von ihr niedergesetzten Commission noch mehrere Versuche anstellen, die ebenso befriedigend ausfielen, und veranlasste endlich Smith zum Baue eines grösseren Schraubenbootes, des „Archimedes“. Wenn die mit diesem Schiffe erreichte Geschwindigkeit 4 bis 5 Knoten betrüge, sollte die Erfindung sofort für die englische Flotte adoptirt werden.

Zur Ausbeute der Erfolge für Privatzwecke bildete sich ferner in London „The Ship Propeller Company“.

Der Bau des „Archimedes“ begann 1838 und erhielt derselbe 125 Fuss Länge zwischen den Perpendicularen, 21 Fuss 10 Zoll grösste Breite, 13 Fuss Höhe (Tiefe), während seine Lastigkeit 237 Tons und bei letzterer der Tiefgang  $9\frac{1}{2}$  Fuss betragen sollte. Der Schraubendurchmesser wurde zu 5 Fuss 9 Zoll bemessen und dem Schraubengange 8 Fuss Steigung gegeben. Die von

---

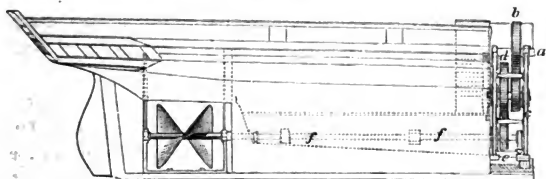
1) Nach einem vortreflich (mit grosser Sachkenntniss) geschriebenen Aufsätze im Jahrbuche zum Conversationslexikon „Unsere Zeit“, Bd. 2 (1858), S. 519 unter der Ueberschrift: „Die Propellerschraube in ihrer Anwendung und Bedeutung für die Schiffahrt.“ (Von einem ungenannten Verfasser.)

2) Nach Tredgold, Appendix D. p. 11 zur neuen Ausgabe (1845) seines grösseren Werkes: „The Steam Engine and the Steam Navigation“, hatte das Schiffchen 34 Fuss Länge,  $6\frac{1}{2}$  Fuss Breite, 4 Fuss Tiefgang, Dampfcylinder von 6 Zoll Durchmesser und von 15 Zoll Kolbenhub. Der Durchmesser der Propellerschraube betrug 2 Fuss.

George und John Rennie in London gelieferten (zwei) Betriebsdampfmaschinen hatten 37 Zoll Cylinderdurchmesser und 3 Fuss Kolbenhub. Die feststehenden (nicht oscillirenden) Cylinder beider Maschinen wurden vertical und in der Längenrichtung des Schiffes neben einander aufgestellt. Die Dampfmaschine gehörte zur Gattung der direct wirkenden, wobei zwischen Kolbenstange und Lenkstange kein Balancier eingeschaltet war, sondern die Verbindung ersterer beiden auf dem directesten Wege (wie u. A. Bd. 1, Fig. 267, Fig. 271, Fig. 276 etc.) erfolgte.

Nachstehende Figur 55 lässt die Verbindung der Dampfmaschinen-Krummzapfen-Welle *a* mit der Schraubenwelle *f* hin-

Fig. 55.



länglich erkennen <sup>1)</sup>. Zwischen beiden Wellen sind nämlich zwei Paar Zahnradvorgelege *bc* und *de* eingeschaltet, deren Uebersetzung wie  $1:5\frac{1}{3}$  ist, so dass, wenn die Krummzapfenwelle *a* (wie gewöhnlich) 25 Umläufe pr. Minute machte, die Schraube sich in derselben Zeit  $133\frac{1}{2}$  Mal umdrehte <sup>2)</sup>.

Der „Archimedes“ machte seine erste Probefahrt am 14. October 1839 <sup>3)</sup>, der bald mehrere andere und besonders im folgenden Jahre (1840) officielle Versuchsfahrten folgten, worüber Tredgold ausführlich berichtet <sup>4)</sup>. Die grösste Geschwindigkeit, die damals erreicht wurde, betrug  $9\frac{3}{4}$  Knoten. Das Wichtigste, was

1) Es verdient aufmerksam zu machen, dass man das äussere Ende der Schraubenwelle *f* (links in Fig. 55) gewöhnlich im sogenannten Ruderpfeiler lagert, d. i. in einem parallel dem Hintersteven vom hintern Kielende aus aufsteigenden starken Balken, an dessen Hinterseite das Steuer in Angeln aufgehängt ist. Das hintere Ende der Schraubenwelle *f* lagert im Hintersteven, an welcher Stelle zugleich eine Stopfbüchse angebracht ist, wodurch man den Eintritt des Wassers in das Schiff verhindert, ohne die Umdrehung der Welle *f* zu stören.

2) Alles dies ausführlicher mit mehreren Abbildungen begleitet in dem vorher citirten Werke Tredgold's S. 13 ff.

3) Woodcroft „Steam Navigation“ S. 102.

4) Appendix D. S. 18 ff.

sich aber aus diesen Experimenten herausstellte, war die Thatsache, dass eine kurze zweigängige Schraube wirksamer und überhaupt vortheilhafter ist, als eine lange eingängige, was sich später auch immer mehr und mehr bestätigte. Mit der verkürzten zweigängigen Schraube ausgerüstet, umschifft der „Archimedes“ ganz England, lief alle Haupthäfen an und gab dadurch Rhedern, Seeleuten und Ingenieuren Gelegenheit, sich persönlich von der Wirksamkeit und dem praktischen Nutzen der Schraube als Schiffspropeller zu überzeugen. Smith ist daher der erste, dem (in Europa) die Einführung der Schiffsschraube in praktischer, nachhaltiger Anwendung gelang, und konnte es nicht fehlen, dass nach so glänzend bestandenen Proben die Schraube sowohl von der englischen Handelsflotte als von der Kriegsmarine <sup>1)</sup> mit Eifer aufgenommen wurde und dass sich die Neuerung von England aus alsbald auf die Flotten anderer Nationen verbreitete.

Gleichzeitig mit Smith bemühte sich der (damals) in England lebende schwedische Capitän Ericsson um die Vervollkommnung der Schraube als praktischen Schiffspropeller, wobei die Anordnung zwar von Smith abwich, jedoch auch gleich anfangs die besten Erfolge aufwies.

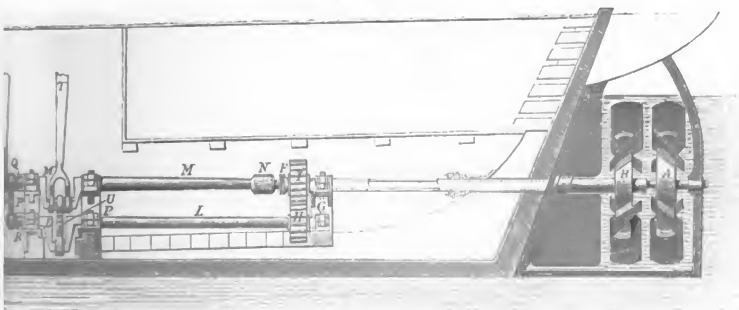
Nachstehende Figur 56 zeigt Ericsson's Anordnung, nach dessen Patent Specification (Nr. 7149) vom 13. Juli 1836 gezeichnet, wobei man erkennt, dass sein Propeller aus zwei hinter einander liegenden Rädern mit je acht getrennten Schraubenflächen besteht, welche beide nach entgegengesetzten Richtungen ansteigen, sich aber auch nach verschiedenen Richtungen umdrehen.

Die Lenkstangen *Q* und *T* der betreffenden Betriebsdampfmaschinen drehen hierzu zwei parallel über einander gelagerte Wellen *L* und *M*, deren Krummzapfen durch sogenannte Schlepper *S* und *U* gehörig mit einander verkuppelt sind. Mittelst der Welle *M* wird das äussere *A* der beiden Schraubenräder, mittelst der Welle *L* aber das innere Schraubenrad *B* in Umdrehung gesetzt. Letzteren Vorgang hat man dadurch erreicht, dass man *B* auf einer hohlen Welle befestigte, die bei *F* ein Stirnrad *J* trägt, dessen Getriebe *H* auf der Welle *L* sitzt, während das äussere Rad *A* auf einer dünneren massiven Welle angebracht ist, welche die unmittelbare Fortsetzung der Welle *M*

1) Zu den beachtenswerthesten Versuchen der damaligen Zeit gehören die 1843 bis 1845 mit dem englischen Regierungsdampfschiffe „Rattler“ (von 176½ Fuss Länge, 32½ Fuss Breite, Dampfmaschine von 200 Pferdekraft, Lastigkeit 800 Tons etc.) gemachten, worüber namentlich Bourne in der neuesten Auflage (1867) seines Werkes S. 263 und (namentlich) S. 284 ausführlich berichtet. An letzterer Stelle unter Beifügung von Abbildungen der dabei in Anwendung gebrachten Schrauben.

bildet. Ein noch anderer Unterschied vom Smith'schen Schraubenpropeller ist der, dass bei Ericsson das Steuerruder *WW* zwischen den Schraubenrädern und dem Hintersteven gelagert ist, eine Anordnung, von der später (1850)

Fig. 56.



John Beattie in Liverpool wieder Anwendung machte <sup>1)</sup> und von der man sich Vortheile für die Steuerung des Schiffes verspricht, was in Wirklichkeit wohl nicht der Fall sein dürfte. In der That drängt die vor dem Steuerruder befestigte Schraube das Wasser so heftig gegen das Steuerruder, dass dessen leiseste Bewegung genügt, um das Schiff zu drehen.

Das erste mit Ericsson's Propeller ausgerüstete Boot, nach dem amerikanischen Consul in Liverpool „Francis Ogden“ genannt, hatte 45 Fuss Länge, 8 Fuss Breite und 3 Fuss Tiefgang. Jedes der Schraubenräder hatte 5 Fuss 3 Zoll Durchmesser (so dass unsere Abbildung nicht zu diesem ersten Boote gehören kann). Der zweicylindrigen Betriebsdampfmaschine hatte man Kolben von 12 Zoll Durchmesser und 14 Zoll Hub gegeben. Bei 50 Pfund Dampfdruck pro Quadratzoll machten die Dampfmaschinen 60 Hübe pro Minute <sup>2)</sup>.

Unabhängig, allein fahrend, lief der „Ogden“ mit einer Fahrgeschwindigkeit von 10 Knoten, und als Bugsirboot gebraucht, führte er Schooner von 140 Tons Lastigkeit mit 7 Knoten <sup>3)</sup>; das amerikanische Packetschiff „Toronto“ von 630 Tons Lastigkeit und von 14½ Fuss Tiefgang wurde selbst gegen Wind und Fluth noch mit einer Geschwindigkeit von 4½ Knoten geschleppt.

Trotz alledem erhielt Ericsson in England keine officielle Anerkennung (wie Smith von der Admiralität). Dafür entschädigte ihn die Bekanntschaft mit einem reichen, wissenschaftlich gebildeten Capitän der nordamerikanischen Marine, Namens Stoc-ton, der auf eigene Kosten ein mit dem Ericsson'schen

1) Bourne: „Screw Propeller“, p. 319.

2) Sämmtliche Daten nach Woodcroft's Steam Navigation, p. 97.

3) Woodcroft a. a. O. p. 91.

Schraubenpropeller ausgerüstetes eisernes Dampfboot von 70 Fuss Länge, 10 Fuss Breite und  $6\frac{3}{4}$  Fuss Tiefgang bauen liess. Zum Betriebe des Schraubenpropellers (von je  $6\frac{1}{3}$  Fuss Durchmesser) benutzte man ein zweicylindriges Dampfmaschinen-system (von je 16 Zoll Cylinderdurchmesser und 18 Zoll Kolbenhub), dessen Arbeitsgrösse zu 50 Maschinenpferdekräften geschätzt wurde. Zufolge geeigneter Verschiedenheit der Durchmesser der beiden Zahnräder *H* und *J* (Fig. 56) und zwar im Verhältniss wie 9 : 10, machte das äussere Schraubenrad *A* per Minute 49 und das innere *B* in derselben Zeit 44,1 Umdrehungen. Mit diesem, „Robert Stocton“ genannten (nachher in „New-Jersey“ umgetauften) Schiffe <sup>1)</sup> begab sich Ericsson (auf seines Gönners Stocton's Anrathen) nach den Vereinigten Staaten Nordamerikas, wodurch er das Verdienst erlangte, das erste für Amerika wirklich praktisch brauchbare Schraubendampfschiff geliefert zu haben. Ericsson's Erfindung fand in Amerika sogleich die verdiente Anerkennung, seine Schraube ward hier fast allgemein eingeführt, so dass nach Bourne <sup>2)</sup> im December 1843 die nordamerikanische Handelsflotte schon 41 Schiffe mit Ericsson's Schraube als Propeller zählte. Namentlich fand dieses Triebmittel auch Anwendung bei den Schiffen für die grossen amerikanischen Seen, so dass u. A. schon im Sommer des Jahres 1848 auf dem Ontario-See von 22 Dampfschiffen 13 mit der Ericsson'schen Schraube und nur 9 mit Ruderrädern als Propeller versehen waren.

Wie in Amerika anfänglich die Ericsson'sche Schraube ausschliesslich verwandt wurde, so war sie auch in Frankreich lange die am meisten benutzte (der englischen Smith'schen Schraube gegenüber).

Um festzustellen, welcher Schraubengang und welcher Theil der Länge am vortheilhaftesten genommen würde, stellte die englische Admiralität zahlreiche Versuche an, die jedoch fast alle zu Gunsten der Smith'schen Schraube mit zwei Flügeln, Doppelflügelschraube (Double Threaded Screw), ausfielen, wo jeder Flügel seinen eigenen Schraubengang hat. Auch die Versuche mit Smith'schen dreiflügligen (Three Threads) Schrauben fielen gut aus, obwohl letztere sich weniger leicht (wenn, wie beim Segeln

1) Schöne Abbildung des „Stocton-Jersey“ a. a. O. S. 98.

2) The Screw Propeller p. 192.

erforderlich) aus dem Wasser heben liessen, als die zweiflügligen. Bei diesen Schrauben wurde die Höhe des Schraubenganges ungefähr gleich dem Durchmesser genommen und die Länge betrug  $\frac{1}{4}$  des ganzen Schraubenganges.

Während man in England mit Smith'schen und in Amerika mit Ericsson'schen Schrauben als Schiffspropeller experimentirte, liess für gleiche Zwecke die französische Regierung das Postschiff „Napoleon“ (später „Le Corse“ genannt) <sup>1)</sup> bauen, mit Dampfmaschinen von 120 Pferdekraften ausstatten und sowohl drei- als vierflüglige Schrauben verwenden, wobei sich letztere schliesslich (nach zahlreichen Versuchen) als die vortheilhaftesten herausstellten, wenn man sie so construirte, wie nachstehende Abbildungen, Fig. 57 und 58, erkennen lassen <sup>2)</sup>.

Fig. 57.

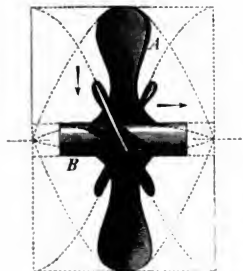


Fig. 58.



Der Durchmesser dieser Schraube betrug 2,26 Meter, ihre Steigung 3,70. Die erwähnte Betriebsdampfmaschine von 120 Pferden Arbeitsgrösse (1,143 Meter Kolbendurchmesser und 1,067 Meter Hub) wirkte nicht direct auf die Schraubenwelle, sondern unter Einschaltung eines Zahnrad-Vorgeleges mit dem Uebersetzungsverhältnisse 1 : 4,345, so dass auf 27 Umdrehungen der

1) Nicht mit dem später (1847) erbauten Schraubenlinienschiff gleichen Namens (S. 126) zu verwechseln.

Paris in seinem (1855 erschienenen) „Traité de l'Hélice Propulsive“ macht S. 388 ff. vom „Napoleon“ („Le Corse“) folgende Angaben:

Länge in der Schwimmebene 46,0 Meter, Breite 8,30 Meter. Tiefgang vorn 2,25 Meter, Tiefgang hinten 3,59 Meter. Tiefe des Schraubenscheitels unter dem Wasserspiegel 0,78 Meter.

In der von Paris beigelegten Versuchstabelle (S. 389) hat man verschiedene Schrauben von 2,12 bis 2,31 Meter Durchmesser in Anwendung gebracht.

2) Später hat man die nach aussen hin breiter werdende Blattform dahin abgeändert, dass die ganze Fläche nahezu eine rechteckige Gestalt erhielt.

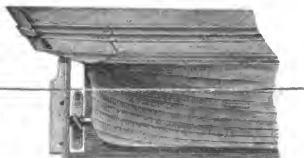
Kurbelwelle (pro Minute) durchschnittlich 117 Umläufe kamen. Die Resultate der mit dem „Napoleon“ im Jahre 1843 angestellten Versuche finden sich genau verzeichnet bei Paris in seinem vorher citirten Werke über die Schraube als Schiffspropeller und zwar S. 388 und 389. Die grösste mit diesem Schiffe erreichte Geschwindigkeit betrug 11,72 Knoten, und durch die Kraft des Windes (Segelkraft) unterstützt, sogar 14 Knoten.

Noch vor wenigen Jahren (1860) nahm der Schotte Wilson aus dem Etablissement des bekannten Dampfhammer-Constructeurs James Nasmyth in Patricroft bei Manchester die Erfindung einer brauchbaren Schiffsschraube für sich in Anspruch, indem er durch Bild und Schrift <sup>1)</sup> nachwies, dass er von 1819 ab bis 1833 mit den verschiedenartigsten zwei-, drei- und vierflügligen Schrauben sorgfältige Versuche angestellt und die Brauchbarkeit dieses Schiffspropellers entschieden nachgewiesen hätte. Wir entlehnen der Wilson'schen Schrift die folgende Abbildung (Fig. 59 u. 60),

Fig. 59.



Fig. 60.



wobei hervorgehoben werden muss, dass Wilson diese Gestalt der ganz in das Wasser getauchten Schraube, sowie deren Lage und Anordnung zwischen zwei Hintersteven des Schiffes bereits in den Jahren 1821 bis 1825 an einem freilich nur 3 Fuss langen Modelle ausgeführt haben will.

Fasst man jetzt nochmals von hier aus zurückblickend Alles zusammen, was sich auf die Frage nach dem Erfinder der Schraube als brauchbaren Schiffspropeller bezieht <sup>2)</sup>, so gelangt man schliess-

1) Robert Wilson: „The Screw Propeller, who invented it?“ Glasgow 1860 bei Thomas Murray und Sohn. Man sehe über Wilson's Ansprüche auch Karmarsch's kritische Bemerkungen in der Note S. 387 des bereits citirten Aufsatzes über Joseph Ressel im 7. Bande (1863) S. 387 des Jahrbuches zum Conversationslexikon „Unsere Zeit“.

2) Die Franzosen nennen (gewöhnlich) in erster Linie einen ihrer Militär-jugeneure, Capitän Delisle, als Pionier der Propellerschraube und datiren dessen Bemühungen aus dem Jahre 1823. In zweiter Linie wird ein Mechaniker Sau-



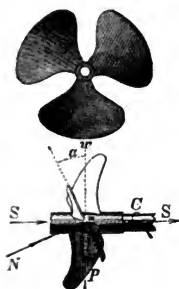
lich zu demselben Urtheile, womit seiner Zeit Georg Stephenson gewöhnlich allen Ansprüchen auf die Priorität der Erfindung unserer heutigen Eisenbahnlocomotiven begegnete, weshalb wir mit dem analogen Satze schliessen wollen: „The screw as ship propeller is not the invention of one man, but a nation of mechanical engineers“<sup>1)</sup>.

vage in Bologne genannt, der 1832 ein Brevet auf eine Schiffsschraubenconstruction erhielt, welche auch ausgeführt und experimentirt wurde. Ueber Delisle und Sauvage berichtet ausführlich Armengaud in seinem „Traité des Moteurs“ Tom. II. p. 310 u. 311.

1) Es dürfte hier der Ort sein, Nachstehendes über die Wirkungsweise der Schraube als Schiffspopeller, über ihre Dimensionen, Flügelzahl und über die Vorzüge und Nachtheile derselben gegenüber den Ruderrädern einzuschalten.

Was zunächst das Verständniss der Wirkungsweise der Schraube anlangt, so denkt man sich am besten das Wasser, worin das Schiff zum Fortlauf gezwungen werden soll, als vollständig ruhend und als die Mutter der betreffenden Schraube. Wird nun letztere in Umdrehung gesetzt, so schraubt sie sich in ihre Mutter, d. h. in das Wasser, hinein und nöthigt daher, zufolge der unbeweglichen Mutter, den mit ihr verbundenen Schiffskörper zur fortschreitenden Bewegung. Dabei reagirt das Wasser, sobald die Umdrehung der Betriebswelle nach der Richtung des Pfeiles (von  $w$  nach  $m$ ) (Fig. 61) erfolgt, vermöge seiner Trägheit, mit einem Normaldruck  $N$  gegen die Flügelfläche, der sich in zwei auf einander rechtwinklig stehende Seitenkräfte  $S$  und  $P$  zerlegt, wovon die  $S$  auf das Forttreiben des Schiffes in der Achsenrichtung der Schraube wirkt, die andere  $P$  aber die Kraft darstellt, womit die Schraubenwelle durch die betreffende Dampfmaschine in Umdrehung gesetzt werden muss.

Fig. 61.



Wäre nun hierbei das Wasser ein fester Körper, so würde die Schraube bei jeder Umdrehung um ihre ganze Höhe fortrücken. Da jedoch das Wasser immer etwas ausweicht, so folgt auch, dass die Schraube bei einer Umdrehung nicht um ihre ganze Höhe fortschreitet, beispielsweise eine Schraube von 10 Fuss (3,05 Meter) Höhe nur um 9 Fuss (2,74 Meter) avancirt. Diese Differenz (den todten Gang der Schraube) nennt man das Gleiten oder den Rücklauf (Slip, Recul).

In der Regel haben Schrauben mit zwei Flügeln einen grösseren Rücklauf als die mit drei, vier und mehr Flügeln. Nach Bourne (Screw Propeller p. 292) nimmt der Rücklauf (Slip) zu, je mehr der Hauptspantenquerschnitt des Schiffes die wirksame Fläche der Schraube (die Projection der Flügelfläche gegen die Bewegungsrichtung) übertrifft. Hieraus würde folgen, dass man der Schraube entweder sehr grossen Durchmesser oder viel Flügel, oder beides zugleich geben müsste.

In beiden Beziehungen sind aber Grenzen vorgeschrieben. Den Durchmesser

Wir sind im Verfolge der Geschichte dauernder Einführung der Schraube als Schiffspropeller der Zeit etwas vorgeeilt, kehren

der Schraube darf man nicht grösser nehmen als es der Tiefgang des Schiffes zulässt, derart, dass die Schraube im ruhigen Wasser stets eintaucht und über ihrer höchsten Stelle wenigstens noch 0,3 bis 0,6 Meter Wasserhöhe verbleibt. Bei zu grosser Flügelzahl ist jedenfalls die Theilung des Wassers in die entsprechend grössere Zahl von Gewindecörpern beim Hindurchschrauben durch die Wassermasse unvortheilhaft, vielleicht zufolge der auftretenden grösseren Cohäsions- und Reibungswiderstände zwischen den zu trennenden Wassertheilchen und zwischen dem Wasser und den Schraubensflächen. Letztere Annahme findet u. A. ihre Bestätigung in dem Satze, dass mehrflügelige Schrauben überall da minder vortheilhaft sind, wo man eine grosse Geschwindigkeit zu erzielen beabsichtigt. Als sehr vortheilhaft wird das Verhältniss von 1,75 zwischen der Fläche des eingetanchten Schiffsquerschnitts zur Propellerfläche bezeichnet. Unvortheilhaft nennt man dies Verhältniss, wenn es zu 3 und mehr aufsteigt. (Man sehe hierüber u. A. einen mit „Dampfschiff-Oekonomie“ bezeichneten Aufsatz des Schiffsbau-Ingenieurs Bergius zu Kiel im Berichte über die XV. Versammlung deutscher Architekten und Ingenieure zu Hamburg im Jahre 1868, S. 122 ff.)

Rankine in seinem grösseren Werke „Shipbuilding“, London 1866, sagt S. 256 über den fraglichen Gegenstand ganz einfach: „Die gebräuchlichste Zahl von Schraubenflügeln ist zwei bei den Kriegsschiffen und drei oder vier bei den Handelsschiffen.“ Offenbar hindert eine zweiflügelige Schraube das Dampfschiff, wenn es als Segelschiff benutzt werden soll, wenig oder gar nicht, wenn man beide Flügel in die verticale Stellung oder in die Mittelebene des Hinterstevens bringt. In dieser Stellung lässt sich eine solche Schraube auch leicht aus dem Wasser heben.

Was die Frage nach den Vorzügen und Nachtheilen der beiden Schiffspropeller, Schraube und Ruderrad, betrifft, so steht jetzt vor Allem so viel fest, dass auf dem Gebiete der Kriegsmarine die Schaufelräder völlig geschlagen sind und das wohl für immer vorzüglich deshalb, weil bei Raddampfern die wesentlich bewegenden Theile nicht so unter Wasser zu legen sind, wie dies bei den Schraubenschiffen der Fall ist, wo man Dampfmaschine und Schraube in einem fast absolut gegen Schüsse gesicherten Raum unterzubringen im Stande ist. Bekanntlich treffen nämlich Schüsse das Schiff nicht unter Wasser, weil Kugeln, welche schräg auf die Wasseroberfläche treffen, stets ricochettiren, d. h. unter demselben Winkel wieder in die Höhe springen.

Nicht so entschieden lässt sich in allen Fällen über beide Propeller in ihrer Verwendung für Schiffe zu friedlichen Zwecken urtheilen. Bei flachem, weniger tiefem Wasser ist jedenfalls das Ruderrad im Vortheile, da die Schraube in seichtem Wasser entweder nicht ganz untertanchen kann, oder zu kleine Durchmesser erhalten muss, um gehörig wirken zu können. Dagegen hat die Schraube den Vortheil, dass bei ihr die Wirkung auf das Wasser eine continuirliche und folglich bei gleicher Fläche eine grössere ist, als bei den Schaufelrädern. Ferner vergrössert die Schraube nicht die Breite der Schiffe, ein Umstand von grosser Wichtigkeit bei engen Passagen, auf belebten Flüssen, in Docks, Kanälen, Schlessen etc.

Da ferner die Schraube im Bane der Schiffe keine wesentliche Abweichung

deshalb jetzt zur Mitte der dreissiger Jahre zurück und finden hier im Jahre 1836 als zunächst wichtiges Ereigniss die Entstehung

von der früheren Form bedingt, vielmehr die grössere Länge des Unterschiffs daselbe nur steifer macht und eine höhere Bemastung erlaubt, so kann sich ein Schraubenschiff der vollen Wirkung aller Segel bedienen. Wegen höher gelegenen Schwerpunkte der Raddampfer legen sich letztere weiter über als Schraubendampfer. Je nach Beschaffenheit des Schiffes ist dieses Ueberlegen grösser oder geringer; im Allgemeinen beträgt es bei gut gebauten Schiffen 7 Grad, wenn der Wind so stark ist, dass es noch alle Segel führen kann. Wie diese 7 Grad die Leeseite (unter dem Winde, dem Winde abgekehrte Seite des Schiffes) untertauchen und die Luvseite (vor dem Winde, dem Winde zugekehrte Seite des Schiffes) erheben, hängt von der Breite der Schiffe ab; gewöhnlich beträgt es jedoch bei mittelgrossen Schiffen 3 bis 4 Fuss (circa 1 Meter).

Zwei unangenehme Schwingungen aller Schiffe auf bewegter See können wesentlich auf die Verwendung des Ruderrades oder der Schraube als Propeller derselben einwirken. Es ist dies nämlich erstens das Oscilliren des Schiffes um eine durch seinen Schwerpunkt gehende, dem Kiele parallele Längsachse von einer Seite zur andern (das Schlingern oder Rollen genannt), und zweitens das Oscilliren um eine horizontale Querachse, das Schwingen von hinten nach vorn (das Stampfen).

In Folge der Unterstützung, welche die Ruderräder auf dem Wasser finden, schlingern Raddampfer weniger als Schraubendampfer, und ziehen deshalb die Reisenden erstere gewöhnlich letzteren vor. Schraubendampfer sind aber noch viel mehr im Nachtheile beim Stampfen des Schiffes, indem hierbei die Schraube mehr oder weniger aus dem Wasser gehoben wird, dann beim Wiedereintreten in letzteres schädliche Stösse veranlasst und die Dampfmaschine sehr ungleichförmig arbeitet, da sie wegen zeitweilig nicht vorhandenem Widerstande zu viel Spiele macht, so dass man sich schon mehrfach um passende Regulatoren bemüht hat.

Hieraus erhellt, dass die Wahl zwischen beiden Propellern auch dadurch entschieden wird, ob das Fahrwasser im Allgemeinen mehr ruhig oder bewegt ist.

Die Fortlaufgeschwindigkeit des Schiffes ist für beide Propeller unter sonst gleichen Umständen dieselbe. Dagegen behauptet Bourne (Screw Propeller p. 280), dass man bei grossen Schiffen mit der Schraube nicht nur eine ebenso grosse Geschwindigkeit wie bei Ruderrädern erlangen könne, sondern auch weniger bewegende Arbeit (bei übrigens gleichen Verhältnissen) bedürfe als bei Ruderrädern und dass diese Verminderung  $\frac{1}{3}$  und mehr betragen könne.

Ausführlicher über die wichtige Frage handelt Bourne (a. a. O. Chapter IV. p. 261 ff.); ferner der Artikel „Die Propellerschraube“ im zweiten Bande (1858) des Jahrbuches „Unsere Zeit“, S. 519 bis 532, und ein Aufsatz in der Zeitschrift „Hansa“, Nr. 89 (vom 26. Mai 1867), S. 720, unter der Ueberschrift: „Die Schaufelräder und die Schraube in ihrer heutigen Anwendung als Propeller für Dampfschiffe.“

Letzterer Aufsatz endet mit folgenden Worten:

„Aus dem Gesagten geht schliesslich hervor, dass die Wahl des Propellers in jedem einzelnen Falle ein Gegenstand von höchster Bedeutung ist, der die ganze Umsicht und Sorgfalt des Schiffsbauers in Anspruch nehmen muss.“

von drei grösseren Dampfschiffcompagnien, die nicht nur dem Weltverkehr höchst nützlich wurden, sondern auch auf die Vervollkommnung der Dampfschiffe, ihrer Propeller und Maschinen etc. einen bedeutenden Einfluss ausübten. Es sind dies die „Peninsular and Oriental Steam Navigation Company“ <sup>1)</sup>, welche sich den rascheren Verkehr zwischen England und Ostindien zur Aufgabe machte, die „Great Western Steam Ship Company“ <sup>2)</sup>, deren Schiffe zuerst unter alleiniger Verwendung des Dampfes den atlantischen Ocean in unausgesetzter Fahrt durchschnitten, und die Compagnie Cunard <sup>3)</sup>, als Concurrent der letzteren Gesellschaft, deren grösstes Ruderradschiff (seiner Zeit), die „Persia“, als „le roi de la mer“ bezeichnet wurde <sup>4)</sup>.

Von diesen beiden Gesellschaften erlangte die erstere (gewöhnlich die P. a. O. geschrieben) die allergrösste Bedeutung <sup>5)</sup> und existirt noch heute glanzvoll mit nicht weniger als 54 grossen Dampfern <sup>6)</sup>, wovon 9 Ruderräder, 45 aber die Schraube als Triebmittel haben.

Im Jahre 1840 liess die P. a. O. Compagnie zwei grosse Dampfer, den „Oriental“ und den „Great Liverpool“ <sup>7)</sup>, direct von England nach Alexandrien gehen, und 1845 übernahm diese Gesellschaft den Postdienst auch im rothen Meere und indischen Ocean, wo sie ihre Linien allmählich bis China und Australien ausdehnte.

Das erste Schiff der zweiten Compagnie war der von Paterson in Bristol erbaute „Great Western“ mit nachbemerkten

1) Fincham: „History of Naval Architecture“, p. 308.

2) Ebendasselbst p. 313.

3) Flach at: „Navigation à vapeur transocéanique“, T. II, p. 108.

4) Ebendasselbst p. 33.

5) Im Jahre 1837 benutzte die königlich englisch-indische Post zuerst die Route über Suez, auf welcher der Weg von England (Southampton) nach Calcutta nur 7680 Seemeilen beträgt, während der Seeweg um das Cap der guten Hoffnung herum 11600 Seemeilen lang ist. (Man sehe hierzu S. 4 und 5 dieses Bandes.)

6) Ueber die postalische, mercantile und volkwirtschaftliche Bedeutung der „Peninsular Steam Navigation Company“ handelt sehr ausführlich ein Bericht in der Augsburger Allgemeinen Zeitung vom 17. Februar 1867 und hieraus auszugsweise Behm im Ergänzungsbande Nr. 19 zu Petermann's „Geographischen Mittheilungen“ (Gotha 1867) S. 8. Ferner auch in Flach at's „Navigation à vapeur transocéanique“, II, p. 126 ff.

7) In einem von Fincham S. 325 gelieferten Verzeichnisse von Dampfschiffen der P. a. O. findet sich nur der „Oriental“ verzeichnet, als ein Ruderradschiff von 217½ Fuss Länge, 35 Fuss Breite und mit 1476 Tonnen beladen circa 16 Fuss tief gehend. Die (nominelle?) Pferdekraftzahl der Dampfmaschine wird zu 420 angegeben.

Hauptdimensionen: Länge (zwischen den Perpendicularen) 212 Fuss, Breite 35 Fuss 4 Zoll, Tiefe (Höhe) 23 Fuss 3 Zoll, Tiefgang 16 Fuss, bei einer Ladung von 1340 Tons. Die 400 (nominellen) Pferdekräfte starke Dampfmaschine hatten Maudslay, Sons und Field in London geliefert. Der „Great Western“ verliess Bristol den 8. April 1838 und gelangte nach Newyork den 23. desselben Monats am frühen Morgen; bei der Rückfahrt fuhr er am 7. Mai aus Newyork und landete am 22. Mai im Hafen von Bristol. Diese continuirlich fortgesetzten Reisen hatten folglich nur 14 Tage gedauert. Bemerkenswerth war diese Fahrt noch deshalb, weil ein zweites Dampfschiff, der „Sirius“, einer kleineren Gesellschaft (der St. George Steam Packet Company) gehörig, dem „Great Western“ Concurrrenz machen wollte, von letzterem jedoch derartig geschlagen wurde (der „Sirius“ durchlief circa in jeder Stunde zwei Knoten weniger), dass kein Zweifel über die Priorität des „Great Western“ entstehen konnte <sup>1)</sup>.

Vom constructiven Standpunkte aus genommen ist der „Great Western“ deshalb noch bemerkenswerth, weil man ihn mit den (seiner Zeit) viel gepriesenen Field'schen Ruderrädern ausgestattet hatte, deren feste (nicht drehbare) Schaufeln aus Streifen nach einem Cykloidenbogen gerichtet und dabei stufenförmig derartig gestaltet waren, dass jede Stufe an derselben Stelle in das Wasser treten musste, wodurch der Widerstand, das Stauchen beim Ein- und Austritte, vermindert werden sollte, was jedoch die Erfahrung nicht bestätigte <sup>2)</sup>.

Schon im Jahre 1838 beschloss die Great Western Steam Ship Company den Bau eines zweiten, noch grösseren Schiffes (von 286 Fuss Länge zwischen den Perpendicularen und von 51 Fuss grösster Breite) und zwar aus Eisen als Material <sup>3)</sup>,

1) Ausführlich bei Fincham a. a. O. S. 314 ff.

2) Da das Ruderrad mit dem Schiffe zugleich fortgeht, so bewegen sich die Schaufeln in einer verkürzten Cykloide. Ueber diese Field'schen Ruderräder mit treppenförmigen, in Cykloidenbogen stehenden Schaufeln handelte erst in jüngster Zeit wieder Weisbach im 3. Bande seiner Ingenieur-Mechanik, S. 771 ff. Auf den Schnellauf der Schiffe sollen diese Field'schen Cykloiden-Schaukeln einen ungünstigen Einfluss ausüben. Man sehe hierüber Zeuner's Civil-Ingenieur, Neue Folge, Bd. 2, S. 96.

3) Nach John Grantham's „Iron Ship-Building“ S. 6, wurde bereits im vorigen Jahrhundert (1787) von einem gewissen Wilkinson ein 70 Fuss langes und 6½ Fuss breites Boot aus Eisenblech für einen nach Birmingham

wobei die Schraube den Propeller bilden sollte. Dies schöne, in der Geschichte der Dampfschiffahrt berühmte Schiff, der „Great

führenden Kanal erbaut, ebenso wurden im Anfange dieses Jahrhunderts, namentlich an den Ufern der Mersey (Liverpool), sowohl Vergnügungsboote (pleasure boats) als Rettungsboote aus demselben Materiale hergestellt.

An der Clyde (wahrscheinlich in Greenock) scheint 1818 das erste eiserne Schiff („Vulcan“ mit Namen) von circa 70 Tonnen Lastigkeit vom Stapel gelaufen zu sein, worüber das Archiv für Seewesen, Jahrgang 1867, S. 365 berichtet, dass aus allen Theilen des Landes Leute herbeigelaufen wären, um der ausserordentlichen Thatsache Zeuge zu sein, dass ein Schiff von Eisen wirklich auf dem Wasser schwimmen könne!

Das erste eiserne Dampfschiff wurde 1821 in Staffordshire (England) von der Horsley Company für die Seine erbaut und „Aron Manby“, nach einem der Stifter der Gesellschaft, genannt. Mit diesem Schiffe fuhr der Capitän Napier (nachher Admiral Sir Charles) von London aus nach Havre und weiter nach Paris, wo es im Juni 1822 seine Dienste begann.

Ein zweites eisernes Dampfschiff der Horsley Company war der „Marquis of Wellesley“, mit der besonderen Eigenthümlichkeit, dass man dessen Betriebsruderrad in der Mitte des Schiffskörpers placirte.

1831 erbaute Macgregor Laird in Liverpool das eiserne Dampfschiff „Alburkah“ von 70 Fuss Länge und 13 Fuss Breite für nur 3½ Fuss Tiefgang. Der Erfolg, welchen dies Schiff zeigte, wurde 1833 und 1834 Veranlassung zum Erbauen der noch jetzt existirenden eisernen Dampfschiffe „John Randolph“ von 250 Tonnen Lastigkeit (für Savannah und Nordamerika) und der „Garry Owen“ für den Unter-Shannon (Irland). Letzteres Dampfschiff war zugleich das erste, welches man durch (eiserne) Scheidewände oder Schotten (bulk heads) in wasserdicke Abtheilungen getheilt hatte.

Während dieser Zeit hatte auch die wohlbekanntere Firma Cavé in Paris (nach Frémenville: *Traité pratique de construction navale*, Paris 1864, p. 357) mit dem Bane eiserner Dampfschiffe begonnen, dem nachher Gâche in Nantes, Schneider in Creusot u. A. folgten.

Das erste eiserne Seedampfschiff scheint der 1837 von Laird für die General Steam Navigation Company erbaute „Rainbow“ von 580 Tons Lastigkeit gewesen zu sein. Tredgold in den Appendix A und B zu seinem Werk: „On the Steam Engine and on Steam Navigation“ liefert Abbildungen dieses Schiffes und seiner in der folgenden Abtheilung dieses Bandes der Allgemeinen Maschinenlehre zu beschreibenden (eigenthümlichen) Dampfmaschine. Eine Zeit lang fuhr dies (mit Ruderrädern als Propeller ausgestattete) Dampfschiff zwischen London und Antwerpen, eine Strecke, die es oft in 17 bis 18 Stunden zurücklegte.

Im Jahre 1839 erbaute ebenfalls Laird die beiden eisernen Kriegsdampfschiffe „Nemesis“ und „Phlegethon“ von beziehungsweise 660 Tons und 670 Tons Lastigkeit für die Ostindische Compagnie, welche 1842 thätigen Antheil am Kriege gegen die Chinesen nahmen. In demselben Jahre erschien auch das eiserne, von Ditchburn in London erbaute Dampfschiff „Victoria“ auf dem deutschen Rheine. Bald nachher lieferte Laird für die englische Admiralität das erste eiserne Kriegsschiff „Dover“ und darauf die Dampffregatte „Birkenhead“ von 1400 Tonnen Lastigkeit.

Britain“, lief (ebenfalls von Patterson in Bristol erbaut) am 19. Juli 1843 von Stapel und war der erste mit der Schraube versehene Oceandampfer.

Soweit es hier Zweck und Raum gestattet, sollen nachstehende Abbildungen, Fig. 62 bis 64, dazu dienen, einen Begriff von den äusseren Formen des Great Britain-Schiffskörpers zu geben. Hierzu werde bemerkt, dass Fig. 62 den Aufriss, die Längensicht, darstellt, Fig. 64 die Endansicht ist, und zwar der linke Theil das Vorderschiff, der rechts gezeichnete das Hinter- (Achter-)schiff zeigt, und endlich Fig. 64 eine der beiden symmetrischen Hälften des Schiffes im Grundrisse erkennen lässt. Die in Fig. 62 angegebenen 10 Horizontalschnitte entsprechen den zehn Wasserlinien in Fig. 64 (Wasserlinienriss), während die verticalen in Fig. 62 zur Ortsangabe der Spanten in Fig. 64 (Spantenriss) dienen. Die drei in Fig. 62 sichtbaren Linien sind zur Charakteristik der Längensform des Schiffes gezeichnet und correspondiren mit den vier in Fig. 64 dargestellten horizontal gerichteten Geraden.

Nachstehende Abbildungen sind der 1847 bei John Weale in London erschienenen Schrift entlehnt: „The Great Britain Atlantic Steam Ship of 3500 Tons, constructed of Iron, with Engines of 1000 to 2000 Horse-Power and the Screw Propeller.“ Twenty-Five Folios of Engravings.

In unserer Quelle sind folgende Data enthalten:

Decklänge des Schiffes: 322 Fuss engl. (Länge des in Fig. 63 punktirt angegebenen Rechtecks), Breite: 51 Fuss, Höhe:  $32\frac{1}{2}$  Fuss, Länge zwischen den Perpendikularen 286 Fuss, Tauchung vollständig beladen: 18 Fuss. Das Dampfmaschinen-system bestand (anfänglich) aus vier unter 45 Graden geneigten, unbeweglichen Cylindern (88 Zoll Durchmesser, 6 Fuss Kolbenhub), wovon je zwei einander gegenüber (zwei steuerbord, zwei backbord) gestellt waren. Alle vier Maschinen trugen ihre Arbeit auf eine circa 6 Fuss unter Deck liegende gekrüpte Welle über, von welcher aus die Bewegung auf die (25 Fuss) tief liegende Schraubenwelle durch Ketten übertragen wurde, wobei das active Kettenrad 18 Fuss, das passive 6 Fuss Durchmesser hatte, so dass sich die Schraube 80 Mal umdrehte, wenn die Kurbelwelle (pr. Minute)  $\frac{80}{3}$  Umläufe machte. Die vierflüglige<sup>1)</sup> Schraube hatte übrigens  $15\frac{1}{2}$  Fuss Durchmesser und eine Steigung von 28 Fuss.

---

Von hier ab datirt das Entstehen der meisten noch heute berühmten englischen Etablissements für den Bau eiserner Dampf- (und nachher auch Segelschiffe) an den Ufern der Themse, der Mersey, der Clyde und der Tyne, nach deren Vorgange auch der Bau eiserner Dampfboote in Deutschland begann.

Das erste selbstständige Werk über den Bau eiserner Schiffe verdankt man dem nachherigen französischen Admiral Dupuy-de-Lôme, das noch heute beachtenswerth ist und den Titel führt: „Mémoire sur la construction des bâtiments en fer.“ Paris 1844.

1) In der vorgenannten (Weale'schen) Quelle ist fälschlich eine sechsflüglige Schraube gezeichnet. Man sehe deshalb Fincham a. a. O. S. 387.

Fig. 62.

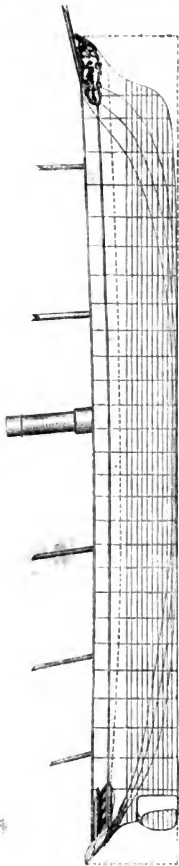


Fig. 63.

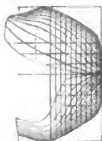


Fig. 64.



Der „Great Britain“ lief im Juli 1843 vom Stapel <sup>1)</sup> und machte seine ersten Versuchsfahrten im December 1844.

Bei seiner vierten Reise von Liverpool nach Newyork im Jahre 1846 strandete das schöne Schiff an einer Insel nahe bei Irland (Dundrum Bay), wie behauptet wird, durch die Intrigue seines Capitäns, und blieb dort einen ganzen Winter hindurch der vollen Wucht der Stürme und Wellen ausgesetzt, ohne zerstört zu werden. Es war dies das glanzvollste Experiment von der ungeheuern Widerstandsfähigkeit eiserner Schiffe (gegenüber hölzerner), obwohl damals noch (vor 25 Jahren) sehr Vieles unserer heutigen Eisenconstructions (namentlich in Bezug auf den Schiffsbau) in einer gewissen Kindheit lag. Als es im Frühjahr 1847 gelang, das Schiff wieder flott zu machen, erkannte man zwar die Zerstörung seines Bodens, jedoch auch, dass der sonstige Körper verhältnissmässig wenige Beschädigungen erfahren hatte <sup>2)</sup>. Zur Zeit der

1) Fincham a. a. O. S. 319.

2) Bourne in seinem Werke: „On the Screw Propeller“, liefert S. 381 schöne Zeichnungen des veränderten Maschinenwerkes.



ersten Londoner internationalen Ausstellung (1851) fand der Verfasser den „Great Britain“ fast ganz reparirt und beinahe reisefertig auf einer Liverpoolscher Schiffswerfte, mit neuen (Penn'schen) oscillirenden Dampfmaschinen ausgestattet, wobei man auch die frühere Kettentransmission durch kräftige Zahnräder ersetzt hatte.

Mit dem Unglücke des „Great Britain“ (der nach seiner Restauration zu Fahrten nach Australien benutzt wurde) endete auch die Thätigkeit der vom Schicksal übel heimgesuchten Great Western Steam Navigation Company, nachdem ihre anderen Schiffe, „Liverpool“ und „President“, untergegangen, „British Queen“ sich nicht als Seeboot bewährt hatte und der „Great Western“ (wie „Great Britain“) in die Hände der Cunard Compagnie (British and North American) übergegangen war <sup>1)</sup>.

Grosse Kosten, Anstrengungen und viele nutzlose Experimente waren erforderlich, ehe in der englischen Kriegsmarine die Einführung und Anwendung der Schraube gelang. Im Jahre 1846 wurde die Segelfregatte „Amphion“ mit einer Schraube versehen; allein trotz eines doppelten Umbaues musste das Schiff als gänzlich unbrauchbar ausser Dienst gestellt werden <sup>2)</sup>. Nicht viel besser ging es mit den transformirten Linienschiffen, unter anderen mit dem „Blenheim“. Zu den zuerst wirklich gelungenen englischen Schrauben-Kriegsschiffen gehört der „Arrogant“ <sup>3)</sup> (von 200 Fuss Länge,  $45\frac{2}{3}$  Fuss Breite, einer Penn'schen Maschine von 360 Nominal-Pferdekräften, einer Schraube von  $15\frac{1}{2}$

1) Fincham verzeichnet (a. a. O. S. 316) für die erste Zeit von Cunard's Thätigkeit (der im Winter 1839 von Nordamerika nach England kam) die drei Dampfschiffe „Arcadia“, „Britania“ und „Caledonia“ als erste Reihe des Unternehmens, wobei die höchste Lastigkeit zu 1155 Tons angegeben wird. Als zweite Reihe bezeichnet ebenfalls Fincham sechs Schiffe, nämlich „Oriental“, „Great Western“, „Great Liverpool“, „British Queen“, „President“ und „Liverpool“.

2) „Die Marinen Englands und Frankreichs.“ Im zweiten Bande des Jahrbuches zum Conversationslexikon „Unsere Zeit“ S. 6 ff.

3) Fincham a. a. O. S. 365 datirt den Bau des „Arrogant“ aus dem Jahre 1844 und bemerkt u. A. mit Beifügung einer schönen Abbildung (Plate 46): „The Arrogant was the first frigate ordered to be built for auxiliary steam power.“

In J. Bourne's (Screw Propeller Appendix) wahrscheinlich sehr vollständigen Verzeichnisse „of Screw Steam Vessels in her Majesty's Navy“ von 1865 wird angegeben, dass die erste Versuchsfahrt des „Arrogant“ im April 1849 stattgefunden habe.

Fuss Durchmesser etc. etc.), dem jedoch nachher bald mehrere andere und zwar wahre Musterschiffe folgten.

Die Franzosen übereilten sich weniger mit Anwendung der Schraube bei ihren Kriegsschiffen und erwarben sich somit die Neuerung unter geringeren Opfern. Ihre Ingenieure, wissenschaftlicher gebildet als die Englands, überlegten vorher, ehe sie bauten, und erst als man die Schraube in Frankreich vollständig als bewährt erkannt, begann man, sie einzuführen. Daher war auch das erste nach Dupuy-de-Lôme's Plan (von 1848 bis 1852) erbaute Schraubenlinienschiff „Napoleon“ zugleich ein vollendetes Musterschiff<sup>1)</sup>. Dies Schiff hatte bei 7,24 Meter Tauchung (belastet mit 90 Kanonen, 850 Mann Besatzung und den sonst erforderlichen Ausrüstungsgegenständen etc.) in der Schwimmbene gemessen eine Länge von 71,37 Meter, eine Breite von 16,80 Meter, eine unter Moll's Leitung in den mechanischen Werkstätten von Indret gebaute Dampfmaschine von 960 nominellen Pferdekraften<sup>2)</sup>, eine vierflüglige Schraube von 5,8 Meter Durchmesser. Am 27. September 1852 fuhr der „Napoleon“ mit dem Prinz-Präsidenten (nachher Kaiser Napoleon III.) am Bord von Marseille nach Toulon mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 12 bis 13 Knoten. Unter anderen Umständen soll sogar die Geschwindigkeit von 14 Knoten erreicht worden sein<sup>3)</sup>. Die mit dem „Napoleon“ erlangten günstigen Resultate veranlassen zum Baue der französischen Kriegsschiffe desselben Typus, „l'Arcole“, „l'Impérial“, „le Redoutable“ und „l'Algésiras“, wobei man jedoch die beim „Napoleon“ angewandte Zahnradtransmission (zur Bewegungsübertragung von der langsamer umlaufenden Krummzapfenwelle auf die sich rascher drehende Schraubenwelle) wegliess und eine directe Uebertragung in Ausführung brachte.

Nach diesem Abschweife über die Verwendung der Dampfmaschine und namentlich der Schraube in den ersten Kriegs-

1) Nicht zu verwechseln mit dem bereits oben S. 115 besprochenen ersten französischen Schrauben-Postdampfschiffe, was 1843 in Havre von Normand erbaut und von Nillus mit verschiedenen Schrauben versehen wurde.

Ausführlich über das Schrauben-Liniendampfschiff „Napoleon“ berichtet Flachet im zweiten Bande seines Werkes: „Navigation à vapeur transocéanique“, p. 303 bis 395.

2) Die mächtigsten Schiffsdampfmaschinen zählten bis dahin höchstens 550 nominelle Pferdekraften.

3) Flachet a. a. O. S. 321.

marinen der Welt, kehren wir zur Geschichte der Dampfschiffahrt im Gebiete der friedlichen Handelsmarinen zurück und bemerken zum Zwecke geeigneter Wiederanknüpfung, dass schon während des Baues des „Great Britain“ die politischen und commerciellen Verhältnisse zwischen England und seinen indischen Besitzungen solche gigantische Verhältnisse annahmen, dass die Frage nach Beschaffenheit passender und schnellerer Communicationsmittel, wie solche die Dampfschiffahrt mit Benutzung des Ueberlandweges bis dahin bot, eine brennende wurde.

Brunel, der Erbauer des „Great Western“ und des „Great Britain“, kam hierdurch auf die Idee eines sogenannten Riesenschiffes, des „Great Eastern“<sup>1)</sup>, legte schon 1851 der reconstituirten Eastern Steam Navigation Company betreffende Pläne (Zeichnungen) vor und suchte nachzuweisen, dass Indien mit einem solchen Schiffe auf dem Wege um das Cap in 30 bis 40 Tagen erreicht werden könne. In ähnlicher Weise wollte man mit dem Schiffe den Bedürfnissen einer möglichst raschen Verbindung mit Australien Genüge leisten, die circa 11250 Seemeilen betragende Entfernung von England nach Australien in 34 bis 40 Tagen zurücklegen und rechnete dabei auf immer hinlängliche Fracht und namentlich auf eine grosse Zahl von Auswanderern<sup>2)</sup>.

Uebrigens hatte man sich beim Entwurfe des Schiffes die Lösung mehrerer wichtigen Aufgaben gestellt, namentlich es so gross zu machen, dass es seinen ganzen Steinkohlenvorrath bei der Reise von England nach Australien und zurück vollständig in sich aufzunehmen im Stande sei<sup>3)</sup> und ausserdem noch eine Armee von 10000 Mann Soldaten zu befördern vermöge; dass seine Länge grösser werde als die längsten im Ocean vorkommenden Wellen, seine Höhe über dem Wasser so bedeutend sei, dass es selbst von den höchsten Sturzwellen nicht überschüttet

---

1) Nach der Schilderung des „Leviathan“ im 41. Capitel des Buches Hiob, woselbst es u. A. Vers 11 heisst: „Aus seiner Nase geht Rauch, wie von heissen Töpfen und Kesseln,“ wurde der „Great Eastern“ auch eine lange Zeit hindurch „Leviathan“ genannt.

2) Ueber die finanziellen Projecte und Hoffnungen, welche man beim Entwurfe des „Great Eastern“ aufstellte, berichtet besonders ausführlich Eugène Flachat im zweiten Bande seines interessanten Werkes: „Navigation à vapeur transocéanique“, p. 217 ff.

3) Scott Russel: „Mechanical Structure of the „Great Eastern“ Steam Ship, im Artizan, vom 1. December 1857, S. 274.

werde, dass sein Schiffsrumpf beim Fortlauf im Wasser einen Körper vom kleinsten Widerstande bilde, seine Construction aus Eisen als Material bestehe und so gewählt sei, dass beim geringsten Gewichte die möglichst grösste Steifigkeit und Festigkeit erreicht werde, und endlich Ruderrad und Schraube gemeinschaftlich als Propeller wirksam werden könnten.

Der gleichzeitigen Auflösung aller dieser Aufgaben hielt sich Brunel nicht gewachsen und verband sich deshalb mit John Scott Russel, Inhaber einer Schiffswerft und Maschinenfabrik zu Millwall an der Themse bei London, an welcher letzteren Stelle der „Great Eastern“ auch im Jahre 1852 begonnen und 1857 vollendet wurde.

Was die Dimensionen des Schiffes anlangt, so wählte man von den bereits S. 2 verzeichneten Hauptmaassen die Länge von 680 Fuss engl., oder von 207 Meter, besonders auch deshalb, weil man die grössten Wellenlängen zu 150 Meter <sup>1)</sup> gemessen haben wollte, das Schiff also beim heftigsten Sturme nur wenig stampfen sollte, nahm die Höhe des ganzen Schiffskörpers zu 58 Fuss oder zu 17,67 Meter, weil dann bei der grössten Tauchung, 30 Fuss oder 9,144 Meter, das Deck doch immer noch 8,53 Meter sich über der Wasserlinie erhob, indem die Maximalhöhe der Wellen zu 12 bis 12,8 Meter, also zu 6,0 bis 6,4 Meter über dem eigentlichen Meeresniveau geschätzt wurden <sup>2)</sup>, folglich das Deck niemals von Sturzwellen zu überschütten wäre etc.

Hinsichtlich der Gestalt des Schiffsrumpfes (der Schale) wurde Brunel von Scott Russel bestimmt, dieselbe nicht nach den seither üblichen Curven, sondern nach Linien zu bilden, welche die grösste Aehnlichkeit mit den Wellen des Meeres hatten.

Die nebenstehende Fig. 65 zeigt die in solcher

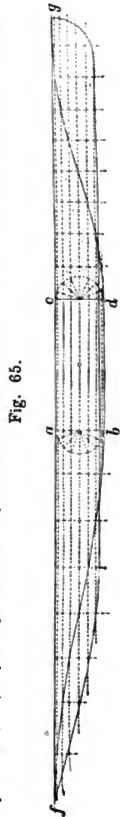


Fig. 65.

1) Redtenbacher: „Der Maschinenbau“, Bd. 3, S. 195.

2) Gehler's Physikalisches Wörterbuch, Artikel: Meer, Bd. 6, S. 1740, Nr. 71, und Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. VII. (1861), S. 342.

Weise construirte Wasserlinie des „Great Eastern“. Das Vordertheil (Vorderschiff) *fab* ist dabei zu 330 Fuss engl., das Mittelstück *abcd* zu 120 Fuss und das Hintertheil (Hinterschiff) *cdg* zu 230 Fuss, die Totallänge also (wie bereits angegeben) zu 680 Fuss bemessen <sup>1)</sup>.

Wie aus der Zeichnung erhellt, ist die Form beim Vorderschiffe sehr scharf, beim kürzeren Hinterschiffe etwas weniger scharf, und zwar in beiden Fällen concav, wogegen die Wasserlinien anderer Schiffe (an diesen Stellen) mehr convex sind <sup>2)</sup>.

Die erwähnte Eisenconstruction des Schiffskörpers anlangend, so brachte man bei derselben das sogenannte Zellensystem in Anwendung, wie sich solches bei den Vorversuchen zum Baue der

1) Die Construction dieser Wellenlinien (*waves lines*) ist folgende: Auf der Hälfte der grössten Breite von 82,16 Fuss (= 25,04 Meter) des Schiffskörpers in der Schwimmbene, werden vorn und hinten Halbkreise *ab* und *cd* beschrieben und diese in eine beliebige Anzahl Theile (in unserer Figur in 8) getheilt. In ebenso viele Theile theilt man das Vorder- und Hinterschiff. Hierauf zieht man von den Theilpunkten der Halbkreise gerade mit dem Kiele parallele Linien, deren Durchschnittspunkte mit den Theilungslinien der Länge die Bestimmungspunkte für die Curven der Wasserlinie sind.

Ausführlich hierüber handelt Scott Russel in seinem grossen Werke: „*The modern System of Naval Architecture*“, p. 212 ff., unter der Ueberschrift: „*The wave-principle of least resistance.*“

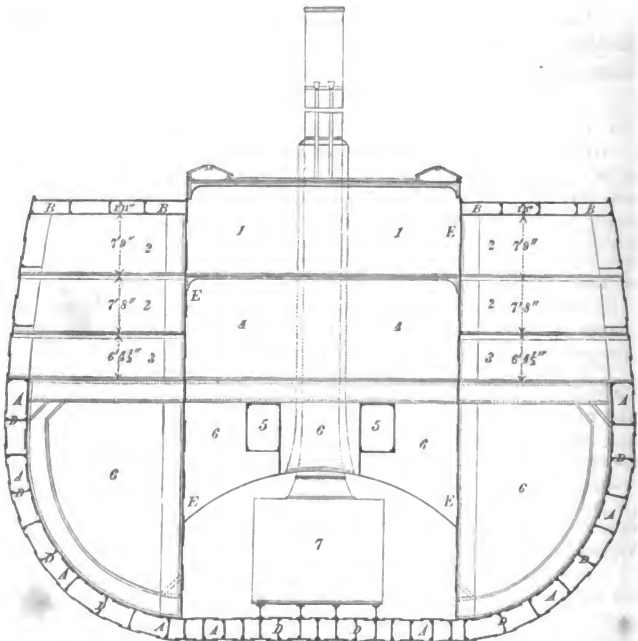
In Deutschland war es wohl Redtenbacher, der zuerst (Maschinenbau Bd. 3, S. 212) zeigte, dass die Bestimmung der Schiffsformen nach der Wellenlinie nicht richtig ist. Dem entsprechend wird von erfahrenen Praktikern behauptet, dass nach dem Russel'schen Principe gebaute Schraubenschiffe sehr schlechte Resultate geliefert hätten. Man sehe namentlich Bischoff's (Schiffbaumeister zu Danzig) Taschenbuch des Schiffbaues, S. 70, Braunschweig 1867. Eckhardt (in Darmstadt) stimmt nicht in diesen Tadel ein, wie u. A. aus dessen Aufsätze über Berechnung des Widerstandes der Dampfschiffe im Hannov. Arch. u. Ingen. Vereinsblatte, Jahrg. 1858, S. 466, erhellt.

2) Hierzu ist zu bemerken, dass bei sehr vielen der neueren langen, schlank mit zarten Uebergangslinien gebauten Schiffen, die man gewöhnlich Clipper (vom englischen Worte *clip*, durchschneiden) zu nennen pflegt, das Vorderschiff noch schärfer als das Hinterschiff gestaltet ist, und zwar noch weiter gehend, als dies Scott Russel's *Waves Line-System* vorschreibt.

Die meisten Schiffsbauer machen indess schon deshalb niemals Gebrauch von der *Wave Line-Construction*, weil doch in der Regel die Schiffe für ganz bestimmte Zwecke gebaut werden, als zum Personentransport, Gütertransport, zum Schleppdienst etc. und dann gewöhnlich Grösse, namentlich aber Länge und Geschwindigkeit vorgeschrieben werden. — Aus Allem geht hervor, dass auch hier (beim Mangel zuverlässiger, allgemein brauchbarer Theorien) Erfahrung die Mutter aller Tugenden ist.

eisernen Brücken für die Chester-Holyhead-Eisenbahn, zu Conway über den Deefluss und unweit Bangor beim Menai-Strassenübergange, als ganz besonders vortheilhaft herausgestellt hatte. Demgemäss beschloss man, dem unter Wasser und einige Fuss über Wasser befindlichen Schiffskörper eine zellenförmige doppelte Schaafe *AA* zu geben, zugleich aber auch das obere Verdeck *BB* in gleicher Weise zu verstärken. Fig. 66 zeigt den Querdurch-

Fig. 66.



schnitt des „Great Eastern“ in seiner grössten Breite (den Hauptspantenquerschnitt), wobei der Raum zwischen der äusseren und inneren Wand etwa 34 Zoll beträgt und in welchem Räume in der Längenrichtung Reihen von Eisenplatten angebracht sind, deren Intervalle nach der Kraft berechnet wurden, die jeder Theil auszuhalten hat. Im Räume zwischen der inneren und äusseren

Bekleidung laufen 35 Rippen *DD* der Länge nach vom Vorder- bis Hintersteven.

Da bei eisernen Schiffen der Kiel nicht den Grundbalken oder einen Hauptbestandtheil des Gebäudes bildet, wie dies allerdings bei hölzernen Schiffen der Fall ist, auch bei einem Koloss wie der „Great Eastern“ der Kiel zur (möglichen) Vermeidung der Abtrift nicht erforderlich ist, so hat man dem Schiffe keinen äusserlichen Kiel gegeben und den Boden bis zur halben Breite ganz platt gestaltet.

Um den Seitenstössen zu begegnen, welchen ein Schiff auf der See hinreichenden Widerstand leisten muss, ordnete man ein wohlwogenes System von Quer- und Längenschotten (Bulkheads) an und theilte dadurch das Schiff in zahlreiche wasserdichte Abtheilungen.

In unserer Fig. 66 erkennt man die beiden Längschotten *EE*, welche ungefähr die halbe Länge des Schiffes durchlaufen und, die Seiten der Kessel und Maschinenräume bildend, bis an das oberste Deck hinaufreichen. Zwölf wasserdichte Querschotten reichen ebenfalls bis an's obere Deck hinauf und haben unter dem tiefsten Deck keine Oeffnungen, als nach den Kohlenbehältern hin, wo jedoch wasserdichte Thüren in jedem Augenblicke geschlossen werden können. Hiernach kann sich irgend einer dieser Räume, in welche durch die Construction der innere Schiffskörper getheilt ist, bis ans Unterdeck mit Wasser füllen, ohne einen anderen Raum mit zu überschwemmen, ein Umstand, der in Fällen starker Beschädigungen der Schiffschale oder bei Schiffbrüchen von grosser Wichtigkeit sein kann <sup>1)</sup>.

In Bezug auf Fig. 66 werde noch erwähnt, dass die dort eingeschriebenen Ziffern Folgendes bezeichnen: 1. Oberer Salon, 2. Cajüten, 3. Cajüten und Bäder, 4. Unterer Salon, 5. Tunnels, 6. Kohlenräume, 7. Kessel.

Fig. 67 giebt die Totalansicht des Riesenschiffes in circa  $\frac{1}{1700}$  wahrer Grösse, wobei zunächst des bereits erwähnten Um-

---

1) Scott Russel erzählt in seinem vorher citirten grossen Werke: „Naval Architecture“, p. 356, dass zufolge der zahllosen Zellen, in welche der Körper des „Great Eastern“ getheilt ist, 7 Löcher im Boden desselben, darunter eins von 85 Fuss Länge, welche beim Auffahren auf Felsenriffe entstanden waren, das Schiff nicht seeuntüchtig gemacht haben.

standes gedacht werden mag, dass man als Propeller gleichzeitig (zwei) Ruderräder und Schraube in Anwendung gebracht hat. Ausserdem erkennt man 5 Schornsteine, welche derartig zu 10 Dampfkesseln gehören, dass auf je zwei der letzteren ein Schornstein kommt.

Von den 6 vorhandenen Masten (3 Vollmasten und 3 Schoonermasten) bestehen 5 aus Eisen und 1 Mast aus Holz. Die Gesamtsegelfläche beträgt 6500 Quadratyards (58500 Quadratfuss). Bei gewöhnlichem Wetter glaubte man die Segel nicht benutzen zu müssen, wohl aber bei frischem günstigen Winde, ferner um den Steuern zu helfen und dem Schlingern, d. h. der Oscillation des Schiffes um eine durch den Schwerpunkt gehende, mit der Kielinie parallele Axe, vorzubeugen.

Zur noch besseren Kenntniss dieses imponirenden Schiffes mögen die in grösserem Maassstabe gezeichneten Figuren 68 und 69 dienen, wovon erstere den Längendurchschnitt und letztere einen passenden Grundriss des Schiffes darstellt, beide zusammen aber über die Dispositionen hinsichtlich der Betriebsdampfmaschinen, der Propeller, Dampfkessel etc. belehren.

aa sind die vier Dampfmaschinen mit horizontalliegenden Cylindern zum Betriebe der Schraube *d*. Jeder dieser festliegenden Cylinder hat 84 Zoll Durchmesser und 4 Fuss Kolbenhub. Die Gesamtzahl der Indicator-Pferdekräfte <sup>1)</sup> dieser

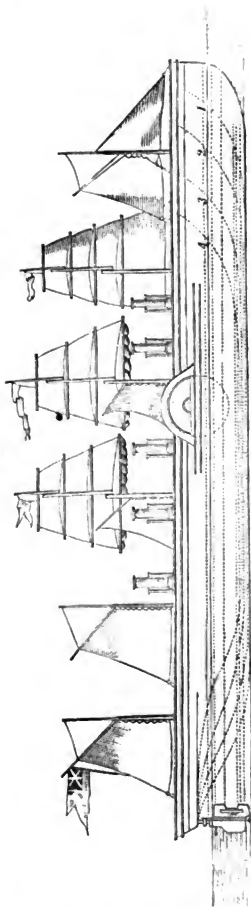


Fig. 67.

1) Ueber die Bedeutung „Indicator-Pferdekräfte“ sehe man Bd. 1, S. 465. Bei Abschätzung der Arbeit von Schiffsdampfmaschinen zu Verkaufszwecken besteht die (tadelnswerthe) Gewohnheit, nach nominellen Pferdekräften



Dampfmaschinen giebt Russel zu 3976 an. Der Durchmesser der vierflügligen Schraube  $d$  ist 24 Fuss, ihre Steigung 44 Fuss, ihre Umlaufszahl (gleich der der Triebwelle  $c'c$ ) pro Minute 38,8.

Die Umdrehung der Ruderräder  $ee$  wird durch ein Dampfmaschinen-system bewirkt, welches aus vier oscillirenden Cylindern  $bbk$  (je ein Paar zusammenarbeitend) besteht, deren jeder 6 Fuss 2 Zoll Durchmesser bei 14 Fuss Kolbenhub hat. Der Durchmesser eines jeden der beiden Ruderräder  $ee$  beträgt 56 Fuss und macht deren Welle  $ff$  (in der Regel) pr. Minute  $10\frac{3}{4}$  Umläufe. Die Zahl der Indicatorpferdekräfte dieser Betriebsmaschinen ist im Russel'schen grossen Werke (S. 615) zu 3676 verzeichnet.

Für die Schraubendampfmaschinen sind sechs Paar Röhrenkessel  $mm$  vorhanden, jedes Paar mit 8500 Quadratfuss Röhrenheizfläche (1680 Messingröhren von 3 Zoll äusserem Durchmesser und von 5 Fuss 6 Zoll Länge. Die zugehörigen Schornsteine  $nn$  sind 100 Fuss hoch.

Von den vier Paar Kesseln  $pp$  der Ruderraddampfmaschinen hat jedes Paar 8000 Quadratfuss Heizröhrenfläche und jeder der Schornsteine (zu zwei Kesseln ebenfalls einer) gleichfalls 100 Fuss Höhe.

In den mit  $rr$  bezeichneten Räumen der Grundrissfigur 69 sind noch 12 verschiedene Hilfsdampfmaschinen aufgestellt, welche man benutzt, um die Schraube leer laufen lassen zu können, ferner um Ankerwinden, Krabne und verschiedene Wasserpumpen in Bewegung zu setzen.

Die Fortlaufgeschwindigkeit des Schiffes giebt Russel (a. a. O. S. 615) (im Mittel) zu 14 Knoten (14 Seemeilen pr. Stunde) an, die man auch fast genau bei den 11 ersten Fahrten des Schiffes zwischen Southampton, Liverpool

zu rechnen, wobei man unter allen Umständen (ob Hochdruck- oder Niederdruckdampfmaschinen und ob letztere mit und ohne Expansion arbeiten oder nicht) nur 7 Pfund engl. resultirenden Dampfdruck auf den Kolben rechnet, so dass man für die Zahl der Nominalpferdekräfte =  $N_n$  erhält:

$$N_n = \frac{7 \left( \frac{d^2 \pi}{4} \right) l \cdot 2 U}{33000},$$

wenn  $d$  den Cylinderdurchmesser in Zollen,  $l$  den Kolbenhub in Fussen und  $U$  die Umlaufszahl der Ruderrad- oder Schraubenwelle (ohne Zwischenräder) pro Minute bezeichnet. Da  $\pi = 3,14$  ist, so erhält man auch, genau genug:

$$N_n = \frac{d^2 l U}{3000}.$$

Die durch den Indicator gemessene Pferdekraftzahl =  $N_i$  der betreffenden Dampfmaschine ist stets grösser wie  $N_n$  und variirt nach Verkaufswillkür  $\frac{N_i}{N_n}$

von  $1\frac{1}{2}$  bis 7. So giebt u. A. Scott Russel die nominellen Pferdekräfte der Schrauben- und Ruderrad-Dampfmaschinen des „Great Eastern“ beziehungsweise zu  $N_n = 1600$  und  $N_n = 1000$  an, so dass man hat  $\frac{N_i}{N_n} = \frac{3976}{1600} = 2,48$

für die Schraubenmaschinen und  $\frac{N_i}{N_n} = \frac{3676}{1000} = 3,676$  für die Ruderradmaschinen.

und Newyork erreichte, welche vom 17. Juni 1860 bis zum 27. August 1862 regelmässig stattfanden <sup>1)</sup>).

Von den übrigen, namentlich Scott Russel'schen Angaben (a. a. O. S. 615), den „Great Eastern“ betreffend, mögen hier noch folgende Platz finden:

Bei 30 Fuss Tauchung (Tiefgang) beträgt der Inhalt der grössten Querschnittsfläche (die Fläche des eingetauchten Hauptspantes) 2204 Quadratfuss <sup>2)</sup>, das Deplacement oder das Gewicht des verdrängten Wassers 27384 Tonnen <sup>3)</sup>.

Fig.

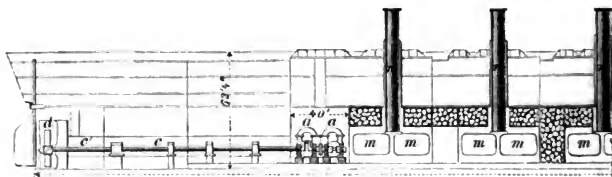
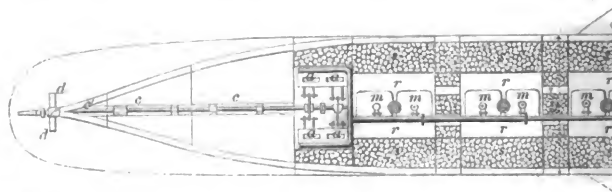


Fig.



1) Ausführlich hierüber berichtet Flachot in seinem bereits citirten Werke: „Navigation à vapeur transocéanique“, T. II. p. 244 und 245.

Ebendasselbst wird auch angegeben, dass die Steinkohlenconsumtion pro 24 Stunden, je nach den Fortlaufgeschwindigkeiten, 267 bis 322 Tonnen (à 2240 Pfd.) betragen habe. Bei der Geschwindigkeit von 13,40 Knoten war der Kohlenverbrauch eine Tonne pr. Knoten und pr. Stunde.

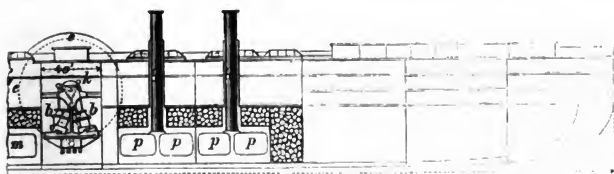
2) Der Reductionscoefficient des um den Hauptspant beschriebenen Rechtecks =  $\lambda$ , wenn  $B$  die Schiffsbreite in der Schwimmebene und  $T$  die Tauchung bezeichnet, ist daher (weil  $B = 82,5'$  und  $T = 30'$ ):  $\lambda = \frac{2204}{82,5 \cdot 30} = 0,89$ .

3) Unsere (citirte) Quelle giebt die Gewichte der verschiedenen Theile des „Great Eastern“ wie folgt an:

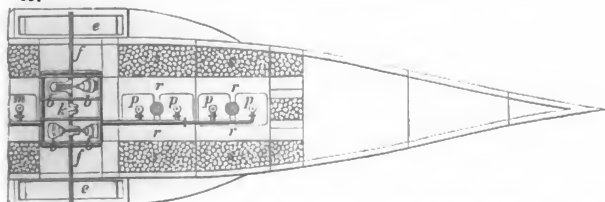
		Ferner:	
2 Ruderräder . . . . .	370 Tons,	Kesselgewicht . . . . .	217 Tons,
1 Schraube . . . . .	36 „	Wasser im Kessel . . . . .	208 „
Schiffschale (von Eisen) .	6250 „	Ruderrad-Dampfmaschine . .	836 „
dito (von Holz) .	2500 „	Schrauben-Dampfmaschine . .	500 „
	9156 Tons.	Anker und Taue . . . . .	253 „
		Diversa . . . . .	674 „
			2688 Tons.

Wenn der „Great Eastern“ auch als Dampfschiff der Handelsmarine, hinsichtlich seines Nichttrentirens, gegenüber den Actionären, als verfehlt angesehen werden muss, so hat dasselbe doch in zwei anderen, höchst wichtigen Beziehungen die wesentlichsten Dienste geleistet. Erstens hat man hinsichtlich des Baues eiserner Schiffe und des Zusammenwirkens von Schraube

68.



69.



und Ruderrädern etc. die werthvollsten Erfahrungen gemacht; zweitens wäre aber auch das bereits S. 2 (Note 1) erwähnte Legen transatlantischer und später auch oceanischer Kabel niemals zu Stande gekommen, hätte man nicht schliesslich den „Great Eastern“ als bestes Auskunftsmittel des Transports und Legens der gedachten unterseeischen Kabel zur Disposition gehabt.

Um für die Unterbringung des atlantischen Kabels (von 1865) Raum zu gewinnen, musste man an mehreren Stellen die

Das todtte Gesamtgewicht oder das Displacement des Schiffes leer (bei  $15\frac{1}{2}$  Fuss Tauchung) beträgt daher: 11844 Tons. Es verbleiben folglich  $27384 - 11844 = 15540$  Tons für Steinkohlen- und Nutzladung. Der Weg von England nach Australien, eine Entfernung von mindestens 11000 Seemeilen, würde im günstigsten Falle in  $\frac{11000}{13.24} = 34$  Tagen zurückzulegen sein, aber auch einen Kohlenvor-

rath von mehr als 10,000 Tonnen (nur für die Hinfahrt) erfordern, für Nutzfracht also nur 5540 Tons verbleiben, was eben keine Rente des Schiffes (für die Fahrt nach Australien) verspricht, wenn man beachtet, dass nach Flachat (a. a. O. S. 218) das Schiff 25 Millionen Franken gekostet haben soll.

vorher genannten Schollen (Zwischenwände), sowie einen Schornstein entfernen. Der dann überhaupt vorhandene Platz konnte drei mächtige Seilbehälter von  $20\frac{1}{2}$  Fuss Tiefe aufnehmen, von denen der vordere bei  $51\frac{1}{2}$  Fuss Durchmesser an Kabel 693 Seemeilen, der mittlere bei  $58\frac{1}{2}$  Fuss Durchmesser 899 Meilen, der hintere bei 58 Fuss Weite 898 Meilen, alle drei also zusammen 2480 Seemeilen Kabel aufnehmen konnten.

Zu den bedeutendsten Ereignissen, welche die Geschichte der Dampfschiffe in der „Great Eastern“-Periode zu verzeichnen hat, gehört die Vergrößerung der Handelsmarinen (nach Zahl der Schiffe und deren Lastigkeit), sowohl durch die bereits bestehenden Commandite- und Actien-Gesellschaften (wie der Cunard-Compagnie<sup>1)</sup>, der Royal West India Mail Company, der Peninsular and Oriental Steam Navigation Company, der Messageries Impériales etc. etc.), als auch durch die Bildung neuer derartiger Institute (wie der Bremer-Norddeutsche Lloyd<sup>2)</sup>, die Hamburg-Amerikanische Dampf-Packetfahrt-Actien-Gesellschaft<sup>3)</sup>, die (französische) Compagnie Générale Transatlantique, die Pacific Steam Navigation Company etc. etc.), wobei man zugleich bestrebt sein musste, die Aufgabe immer besser zu lösen, möglichst viel Nutzlast mit grosser Geschwindigkeit zu transportiren und dennoch eine möglichst hohe Rente aus dem betreffenden Bau- und Betriebscapitale zu ziehen.

Zu einem der schönsten Dampfschiffe letzterer Art gehörte nicht nur in der damaligen Zeit (1856), sondern gehört auch jetzt noch das Schraubenschiff „Bremen“ von Caird in Greenock für den (Bremer) Norddeutschen Lloyd erbaut. In Fig. 70 ist der Körper dieses Schiffes in der Längensicht, in Fig. 71 die Hälfte seiner Horizontalprojection mit den sogenannten Wasserlinien (Seite 66) dargestellt, sowie endlich Fig. 72 die Endansicht und zwar in der linken Hälfte das Hinterschiff und in der rechten Hälfte das Vorderschiff mit den eingezeichneten Spantenschnitten (S. 66) erkennen lässt.

Sind, wie aus Fig. 71 erhellt, die Wasserlinien auch nicht

1) Auch British and Nord American Royal Mail Steam Packet Company genannt.

2) Die transatlantischen Fahrten begannen 1857.

3) Gegründet 1847. Regelmässige Dampfschiffahrten zwischen Hamburg und Newyork begannen 1856.

Fig. 70.

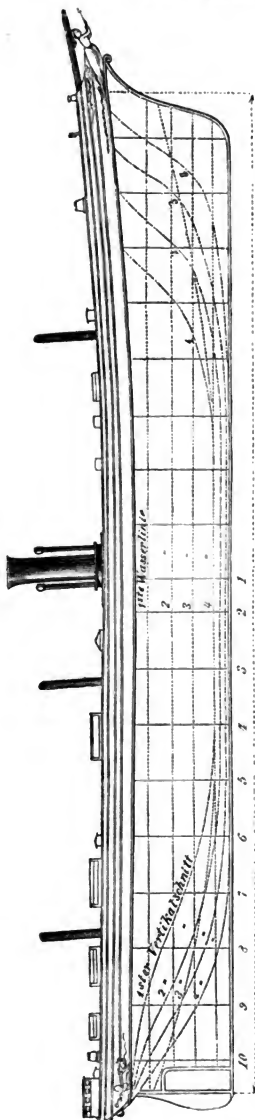
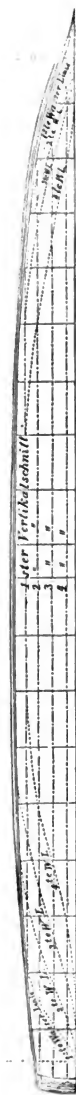
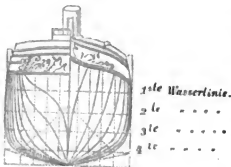


Fig. 71.



nach Scott Russel's Waves-Line-Theorie <sup>1)</sup> gezeichnet, so doch derartig, dass die Begrenzungslinie der Horizontal- und Vertical-schnitte des Schiffes (wie die Fachmänner zu sagen pflegen) fein,

Fig. 72.



zart gekrümmt sind, die ganze Gestalt schlank und gefällig und zugleich vortheilhaft für den Zweck (als Schnellschiff mit möglichst grossem Fassungsraum für Personen und Eilgüter) genannt werden muss, ohne dass dabei zu scharfe Formen für die Endtheile des Vorder- und Hinterschiffes erhalten worden sind <sup>2)</sup>.

Eine Beurtheilungscommission der British Association for the Advancement of Science sprach sich, nach Murray's Bericht <sup>3)</sup>, über das Dampfschiff „Bremen“ günstiger wie über irgend ein anderes Schiff aus und hob namentlich hervor, dass der sogenannte Displacements-Coefficient zur Beurtheilung der Leistung des Schiffes in Bezug auf die von ihm verdrängte Wassermasse (das Displacement <sup>4)</sup>, auch wohl todes Gewicht genannt) grösser

1) In mehrfacher Beziehung beachtenswerth ist ein mit „Forms of Ships“ überschriebener Artikel der englischen Zeitschrift „The Engineer“ vom 22. Juli 1870, woselbst S. 61 in Bezug der Russel'schen „Wave-Line“ u. A. gesagt wird: „It was, in thruth, an easy, graceful form, well suited for certain speeds, but it never found favour with shipbuilders.“

Ein rationell gebildeter deutscher Schiffsbauer (ersten Ranges) schreibt mir (unterm 11. April 1871) über den fraglichen Gegenstand also: „Von der Construction der Wave-Lines mache ich niemals Gebrauch, weil doch die meisten Schiffe für ganz bestimmte Zwecke gebaut werden und dann gewöhnlich die betreffenden Dimensionen, namentlich aber Länge und Geschwindigkeit, vorgeschrieben werden.“

2) Es ist sehr zu rathen, die Wasserlinien und Spantenschnitte des Dampfschiffes „Bremen“ mit denselben Linien des über 200 Jahre älteren (seiner Zeit berühmten) Schiffes „Sovereign of the Seas“, S. 69, Fig. 37 und 38, zu vergleichen.

3) „Ship-Building in Iron and Wood and Steam-Ships.“ Sec. Edict. London 1863, p. 69.

4) Diese Art der Leistungsmessung oder richtiger vergleichende Beurtheilung der Dampfschiffe, rührt (nach Wissen des Verfassers) von C. Atherton, Chief Engineer of H. M. Dockyard, Woolwich, der 1853 ein Buch veröffentlichte (1854 eine zweite Auflage), welches den Titel führt: „The Capability of Steam Ships“, worin derselbe namentlich bestrebt war, ausser der dynamischen auch eine mercantile und ökonomische Leistungsmessung der Dampfschiffe darzulegen. Später hatte Atherton die Ansichten verschiedener Gegner seines Verfahrens zu bekämpfen, wovon sich das Betreffende (namentlich) in dem englischen technischen Journale „The Artisan“, Jahrgänge 1856—1858, sowie 1861, vorfindet, an letzterer Stelle (S. 234) mit einer Erweiterung seiner Beurtheilung, dahin gehend, dass er

sei, wie fast bei allen bis dahin bekannt gewordenen Schiffen, indem dieser Coefficient nicht weniger als 319 betrage, während er bei anderen guten Schiffen zwischen 200 und 300 schwanke.

die Leistung mit Bezug auf das Deplacement auch auf den Verbrauch an Brennmaterial erstreckt.

Atherton setzt zuerst als bekannt voraus, dass man die Zahl der Indicatorpferdekräfte  $= N_i$  (Allgem. Maschinenlehre Bd. I, S. 466 ff.), aus dem Flächeninhalte  $= F$  des Hauptspantenquerschnittes und der Fortlaufgeschwindigkeit  $= U$  des Schiffes aus einer Formel berechnen kann, welche die Gestalt hat:  $N_i = k \cdot F U^3$ , sobald  $k$  einen Coefficienten bezeichnet, welcher von den Dimensionen des Schiffes, der Betriebsmaschinengröße, der Natur und Beschaffenheit des Propellers u. a. m. abhängt. (Man vergleiche damit die Bd. 1, S. 383, für Windräder aufgestellte Formel zur Berechnung der vom Winde auf die Betriebswelle übertragenen Pferdekräfte, entfernter auch das, was S. 283 in demselben Bande über die Leistung der Wasserräder in freiem Strome gesagt ist.)

Aus bemerkter Formel erhält man aber  $\frac{1}{k} = \frac{F U^3}{N_i}$ , welchen Werth wir mit  $C_1$  bezeichnen wollen und den man wohl auch, jedoch nicht richtig, den Geschwindigkeitscoefficienten zu nennen pflegt. (Man sehe u. A. einen deutschen Schraubendampfschiff „Holsatia“ betreffenden Artikel in Uhland's Zeitschrift: „Der praktische Maschinen-Constructeur“, Jahrgang 1868, S. 259.) Wir schreiben folglich:  $C_1 = \frac{F U^3}{N_i}$ .

Bezeichnet ferner  $Q$  das in Tonnen ausgedrückte Deplacement irgend eines Dampfschiffes und nimmt man (mit den Engländern) das Gewicht eines Cubikfusses Seewasser zu  $\gamma = 64$  Pfund an (während der engl. Cubikfuss Süßwasser = 62,5 gesetzt werden kann), so hat man, wenn  $\mathfrak{B}$  das Volumen des verdrängten Wassers in Cubikfussen ist,  $Q = \gamma \mathfrak{B} = 64 \cdot \mathfrak{B}$  und  $\mathfrak{B} = \frac{Q}{64}$ . Ist daher  $Q$  in Tonnen gegeben, so folgt  $\mathfrak{B} = \frac{2240 Q}{64} = 35 Q$ . Beispielsweise hat man beim Dampfschiffe „Bremen“, wenn (beim Versuche)  $Q = 3440$  war,  $\mathfrak{B} = 3440 \cdot 35 = 120400$  Cubikfuss.

Entfernt man aus der Gleichung für  $C_1$  den Flächeninhalt des Hauptspanten dadurch, dass man die linearen Dimensionen des Schiffes  $\sqrt[3]{Q} = Q^{1/3}$  proportional setzt und folglich schreiben kann  $F = i (Q^{1/3})^2$ , sobald  $i$  ein entsprechender Zahlenwerth ist, so erhält man auch  $C_1 = \frac{i Q^{2/3} U^3}{N_i}$ , und folglich, wenn  $\frac{C_1}{i} = C_2$  gesetzt wird,  $C_2 = \frac{Q^{2/3} U^3}{N_i}$ , wobei man  $C_2$  wohl auch den Deplacementscoefficienten zu nennen pflegt.

Zu diesen zwei Verhältniszahlen für die relative Leistung eines Dampfschiffes fügte Atherton noch eine dritte solche Zahl  $= C_3$  hinzu, wofür er setzte („Artisan“, 1861, S. 234):  $C_3 = \frac{Q^{2/3} U^3}{W}$ , wobei  $W$  den Mittelwerth der pr. Stunde verbrauchten Steinkohlen in englischen Centnern (à 112 Pfund) bezeichnet.

Um wenigstens die hauptsächlichsten Dimensionen des Dampfschiffes „Bremen“ zu verzeichnen, werde bemerkt, dass seine

Die Gelegenheit benutzend, möchte ich hervorheben, dass der österreichische Admiralitätsrath Libert de Paradis in einem mit „Der österreichische Lloyd-dampfer Egitto“ überschriebenen Artikel im Dingler'schen Journal Bd. 171 (1864), S. 22, vorstehende drei Formeln, beziehungsweise für  $C_1$ ,  $C_2$  und  $C_3$ , als zuerst vom französischen Admiral Paris dargestellt bezeichnet, was nicht richtig ist.

Für das Dampfschiff „Bremen“ erhält man sonach (mit Beachtung der im Texte verzeichneten englischen Maasse):

$$C_1 = \frac{606 \cdot (13,15)^3}{1624} = 849 \text{ und}$$

$$C_2 = \frac{(3440)^{2/3} \cdot (13,15)^3}{1624} = 319.$$

Der vorher citirte deutsche Schraubendampfer „Holsatia“ liefert

$$C_1 = \frac{112,3 \cdot (10,9)^3}{188,7} = 770 \text{ und}$$

$$C_2 = \frac{(286)^{2/3} \cdot (10,9)^3}{188,7} = 298,$$

also nicht so grosse Werthe wie das Dampfschiff „Bremen“, wobei man allerdings beachten muss, dass die „Holsatia“ ein verhältnissmässig viel kleineres Schiff als das Bremer Lloyd-Schiff ist, indem seine Länge beträgt:  $L = 150$  Fuss engl., seine Breite  $B = 20$  Fuss und seine mittlere Tauchung  $T = 7\frac{1}{2}$  Fuss, ferner dass  $F = 112,3$  Quadratfuss,  $U = 10,90$  Knoten,  $N_i = 188,7$  und  $Q = 286$  Tons war.

In einem Verzeichnisse von Dampfschiffen der englischen Kriegsmarine im 5. Bande (1861) der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure S. 100 und 101, finden sich die grössten Werthe der Leistungscoefficienten  $C_1$  und  $C_2$  beim Dampfschiffe „Reynard“ (wo  $L = 147,8$ ,  $B = 27,10$ ,  $N_i = 164,7$  etc.), nämlich  $C_1 = 1714,4$  und  $C_2 = 624,6$ . Ersterer Werth ist offenbar falsch, was auch aus Bourne's Werke „The Screw Propeller“ erhellt, woselbst (S. LIV, Appendix)  $C_1 = 207,5$  angegeben ist. Die grössten bei Bourne verzeichneten Werthe findet man beim Kriegs-Schraubendampfer „Perseverance“ ( $L = 272$  Fuss  $7\frac{1}{2}$  Zoll,  $B = 38$  Fuss 6 Zoll,  $N_i = 912$  etc.), nämlich  $C_1 = 791,4$  und  $C_2 = 319$ .

Von den beiden neueren S. 2 besprochenen Kriegsdampfschiffen liefert „König Wilhelm I.“  $C_1 = 499,47$  und  $C_2 = 172,05$ , dagegen der „Hercules“  $C_1 = 488$  und  $C_2 = 157$ . (Wegen der Leistungscoefficienten letzterer beiden Schiffe sehe man auch die Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. XIII. (1869) S. 338 und 339.)

Rankine in seinem Werke „Shipbuilding etc.“, London 1866, lässt S. 89 erkennen, dass er dem Displacement-Leistungscoefficienten  $C_2$  eine viel zu grosse Bedeutung beilegt, als es derselbe verdient, indem er geradezu behauptet: „Ist  $C_2$  kleiner als 200, so muss irgend ein Fehler vorhanden sein, entweder im Schiffe selbst, oder im Propeller, oder endlich in der Maschine.“

Offenbar setzt dieser Schluss voraus, dass die Schiffe, Propeller und Maschinen, alle nach einem bestimmten Systeme construiert sind und nur für Schiffe nach diesem Systeme die Formel für  $C_2$  angewandt wird.

Wollte man letzterer Formel einen mehr wirklich entscheidenden Charakter beilegen, so müsste man mindestens  $C_2$  noch von den Hauptdimensionen des Schiffes Länge, Breite, Tauchung und Hauptspanten, abhängig machen.



Länge zwischen den Perpendikularen gemessen 318 Fuss engl., seine Breite 40 Fuss, seine Tiefe im Raume (depth of hold) 26 Fuss, seine Tauchung (bei den Ablieferungsversuchen des Schiffes) 18 Fuss 6 Zoll und bei dieser Tauchung der Hauptspantenquerschnitt 606 Quadratfuss, sein Displacement in Tonnen (à 2240 Pfd. engl.) aber 3440 und endlich seine Fortlaufgeschwindigkeit 13,15 Knoten betrug. Der Propeller ist eine dreiflüglige Schraube von 17 Fuss Durchmesser und 28 Fuss Steigung, welche 50 bis 53 Umläufe pro Minute macht.

Die Betriebsdampfmaschinen dieses schönen Schraubenschiffes gehören zur Gattung der sogenannten Hammermaschinen, welche in einem der nächsten Paragraphen ausführlich besprochen werden sollen.

Die folgenden Abbildungen (Fig. 73 bis 76) sind Zeichnungen <sup>1)</sup> in verjüngtem Maasstabe (von 12 Millimeter für 10 Meter)

Fig. 73.

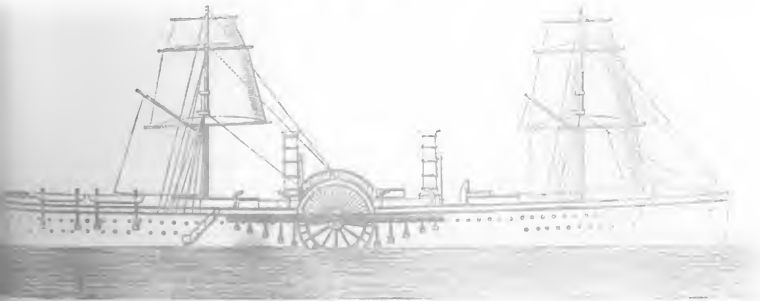
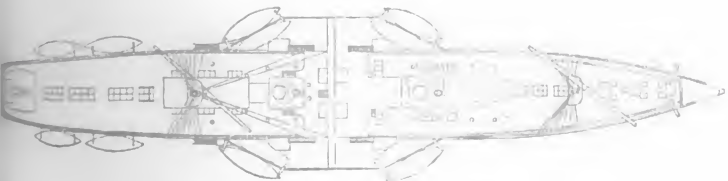


Fig. 74



1) Aus Frachet's „Navigation à vapeur transocéanique“, Atlas p. 12 u. 19.

des in den Londoner „Thames Iron Works“, nach französischen Plänen, erbauten grössten eisernen Dampfschiffes, „Napoleon III.“,

Fig. 76.

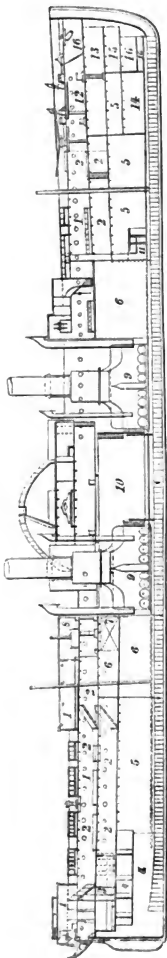
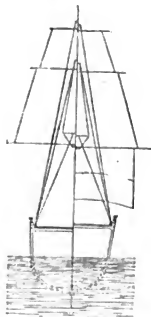


Fig. 75.



der (1861 gegründeten) französischen Compagnie Générale Transatlantique gehörig und für den Dienst zwischen Havre, Brest und Newyork bestimmt.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass unsere Abbildungen aufeinander folgend die äussere Längensicht, den Grundriss, die Längenschnitte und (Fig. 76) zwei verschiedene Endansichten darstellen.

Wie der Bremer Lloyd-Dampfer, so ist auch der „Napoleon III.“ mit Brigg-Takelage (S. 168, Note) ausgestattet.

Die Länge des Schiffes beträgt 110,24 Meter, die Breite 14 Meter, die Tiefe im Raume (Creux) 10 Meter, die Tauchung 6,70 Meter, und hierbei das Deplacement 6500 Tonnen (à 1000 Kilogramm). Seine beiden Ruderräder haben 11,69 Meter Durchmesser; bei der Versuchsfahrt betrug die erlangte grösste Geschwindigkeit  $13\frac{1}{3}$  Knoten, bei der Fahrt im Dienste 10 bis 11 Knoten.

In Bezug auf die in Fig. 75 eingeschriebenen Ziffern werde Folgendes bemerkt: Es bezeichnet die Ziffer 1. einen Salon; 2. zwei sogenannte Kojen (Cabines); 3. drei Räume für Dienerschaft (Garçons); 4. den Keller (Cave); 5. Kammern oder Räume (Soutes) für Schiffsbedürfnisse und Güter; 6. Kohlenräume; 7. die Office; 8. die (Passagier-) Küche; 9. die Dampfkessel<sup>1)</sup>; 10. die Betriebsdampfmaschine<sup>2)</sup>; 11. Eisbehälter (Glacière); 12. und 13. Räume für die Schiffsmannschaft (Equipage) und für die Heizer; 14. Raum für Lebensmittel und Trinkwasser; 15. Platz für Segelwerk, und 16. Küchen (coqueron) für das Schiffsvolk. Der Anschaffungspreis des „Napoleon III.“ betrug vier Millionen Franken.

Auch dieses Dampfschiff wurde, nach englischen Angaben<sup>3)</sup>, neuerdings (statt der Ruderräder) mit einer Schraube versehen, wodurch die (gewöhnliche) Fahrgeschwindigkeit (von 10½ Knoten) auf 12 Knoten erhöht und der tägliche Kohlenverbrauch von 115 Tonnen auf 75 Tonnen vermindert worden sein soll<sup>4)</sup>.

Um auch den Dampfschiffen des zweiten (nächst dem Bremer Lloyd) gleich verhältnissmässig jungen (1856), aber ebenfalls blühenden norddeutschen Institutes, der Hamburg-Amerikanischen Packetfahrt-Actiengesellschaft, einen gebührenden Platz in der Geschichte der Dampfschiffentwicklung einzuräumen<sup>5)</sup>, entlehnten wir den Mittheilungen der XV. Versammlung deutscher Architekten und Ingenieure in Hamburg (1. bis 4. September 1868) die nachstehenden zwei Abbildungen (Fig. 77 und Fig. 78) des (genannter Gesellschaft gehörigen) zwischen Hamburg und Newyork fahrenden Dampfschiffes „Saxonia“ und

1) Die sämmtlichen Kessel besitzen eine Totalheizfläche von 1860 Quadratmeter. Gewöhnlich werden bei der Fahrt im Dienste pro 24 Stunden 100 Tonnen Steinkohlen verbrannt.

2) Vier Dampfcylinder, jeder von 2,58 Meter Durchmesser bei 2,84 Meter Kolbenhub. Dampfspannung pro Quadratcentimeter: 1,33 Kilogramm. Umdrehzahl der Ruderradwelle pro Minute: 14. Die den Dampfmaschinen inwohnende Arbeit giebt Flachats (a. a. O. S. 191) zu 1620 Maschinenpferdekräften an, jede solche Kraft zu 200 Meterkilogrammen (also fast dreimal so hoch wie die allgemein gebräuchliche Zahl 75mk) gerechnet.

3) Grantham „Ocean Steam Navigation, with a view to its further development“ im XXIX. Bande (1870) p. 152 der Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers, und Flachats in einem Artikel des „Engineering“ vom 15. Januar 1869, p. 40, welcher die Ueberschrift trägt: „The Last of the Paddle Wheels.“

4) Diese Note nebst Tabelle siehe folgende Seite.

5) Statistische und sonst gemein interessante Nachrichten über unsere beiden grössten norddeutschen transatlantischen Dampfschiffgesellschaften finden sich ausführlicher am Ende dieses Paragraphen.

vervollständigen die in gedachter Quelle mangelhaften Notizen durch direct von Hamburg erlangte Angaben.

4) Hier werde die Gelegenheit benutzt, einiger durch Leistungen berühmter eiserner Dampfschiffe der Handelsmarine zu gedenken:

I. Ocean-Dampfer.

	British and North American Royal Mail Steam Packet Comp. (Cunard Line). (Nach Flachhat.)		Compagnie des Services Maritimes des Messageries Impériales. (Nach S. Russel u. Flachhat.)	
	„Persia“ (1856) (Ruder räder)	„Scotia“ (1862) (Ruder räder)	„Tigre“ (Linie: Indien- China). (Schraube)	„Guienne“ (Brasilianische Linie). (Ruderrad)
Decklänge . . . . .	118,50 Meter	120,3 Meter	104,45 Meter	96,00 Meter
Länge zwischen den Perpendikularen . . . . .	109,72 „	111,55 „	99,70 „	93,00 „
Breite . . . . .	13,72 „	14,56 „	11,73 „	11,60 „
Tauchung . . . . .	6,705 „		6,10 „	5,10 „
Raumtiefe . . . . .	10,134 „	10,414 „	10,00 „	7,60 „
Hauptspanten-Quer- schnitt . . . . .	?	?	55,84 □ Meter	46,84
Displacement . . . . .	5486 Tonnen	6624 Tonnen	3711 Tonnen	3039 Tonnen
Durchmesser der Pro- peller . . . . .	11,735 Meter	12,260 Meter	4,50 Meter öffnigl. Schraube.	9,50 Meter
Mittlere Geschwindig- keit bei der Fahrt . . . . .	11,78 Knoten	12,32 Knoten	?	?
Indicator-Pferdekräfte	3000	?	?	?
Nominelle Pferdekräfte	900	1000	500	500

Bemerkungen. Von der „Persia“ finden sich schöne Abbildungen in Rankine's „Shipbuilding“ und von „Tigre“ und „Guienne“ in Scott Russel's grossem Werke. „Persia“ und „Scotia“ haben Ruderräder als Propeller. In jüngster Zeit hat man aber die „Persia“ mit Schrauben versehen und verkauft. Die „Scotia“ wird (nächst dem „Great Eastern“) als das längste Schiff (400 Fuss) der Welt bezeichnet. Es lief von Stapel (R. Napier's in Glasgower Werfte) am 25. Juni 1861. (Siehe deshalb „Artisan“, 1861, S. 190. Wegen der ebendasselbst gebauten „Persia“ sehe man „Artisan“, 1859, S. 179.) Den Anschaffungspreis der „Scotia“ verzeichnet Flachhat (a. a. O. S. 253) zu 4½ Millionen Franken.

II. Dampfer der Holyhead-Kingston-Linie.  
(Holyhead Mail Packet Comp.)

Vier eiserne Ruderraddampfer dieser Compagnie, nämlich die Schiffe „Leinster“, „Ulster“, „Connaught“ und „Munster“, wovon des ersteren bereits Seite 3 (Note 2) gedacht wurde, gelten als ganz ausgezeichnet und insbesondere als am schnellsten fahrende Ruderrad-Dampfschiffe. Nach Bourne's „Treatise on Screw

Hiernach beträgt die in der Schwimmebene gemessene Länge dieses Schiffes 308 Fuss engl., seine Breite 40 Fuss, seine Lastigkeit = 575 Hamburger Commerzlasten (à 4000 Pfd.). Die Propellerschraube ist eine gewöhnliche vierflüglige, hat 16 Fuss Durchmesser und 25 Fuss Steigung.

Des Schiffes ursprüngliche Dampfmaschine (Niederdruck-Maschine, 20 bis 24 Pfund Dampfdruck pro Quadratzoll, mit Flächencondensation) hatte Cylinder von 70 Zoll engl. Durchmesser bei  $3\frac{1}{2}$  Fuss Kolbenhub, deren Nominalpferdekräfte zu 400, die Zahl der indicirten Pferdekräfte aber zu 1600 angegeben wurden. Die Schraube macht im Mittel 56 bis 58 Umläufe pro Minute <sup>1)</sup>. Wie aus dem Längendurchschnitte Fig. 77 erhellt, wird die Uebertragung der Bewegung von der Dampfmaschine zur Schraube direct (ohne Zwischenräder) bewirkt.

Vor Kurzem wurde die „Saxonia“ (um Brennmaterial zu ersparen) mit Woolf'schen Maschinen (Bd. 1, S. 425 und 454) ausgestattet, wobei der Hochdruckcylinder 44 Zoll engl., der Niederdruckcylinder 83 Zoll engl. Durchmesser erhielt und der Kolbenhub  $3\frac{1}{2}$  Fuss beträgt. Der Brennmaterialverbrauch wurde dadurch fast genau bis zur Hälfte der früheren Grösse herabgezogen. Allerdings reducirte sich auch die Umlaufzahl der Schraube pro Minute auf 40 bis 47 <sup>2)</sup>.

Propeller\* (Ausgabe von 1867) S. 341 sind deren hauptsächlichste Dimensionen und Verhältnisse nachstehende:

Länge zwischen den Perpendikularen: 328 Fuss engl.; grösste Breite: 35 Fuss; Raumtiefe: 35 Fuss; Tauchung beim Versuche: 12 Fuss  $2\frac{1}{2}$  Zoll vorn und 13 Fuss  $2\frac{1}{2}$  Zoll hinten; Fläche des Hauptspantenquerschnittes: 336 Quadratfuss (bei vorbemerkter Tauchung); Displacement: 1880 Tons; Indicator-Pferdekräfte der Maschinen: 4200; mittlere Geschwindigkeit: 17,797 Knoten. Die grösste Geschwindigkeit erreichte der „Cannaught“, nämlich 18,367 Knoten oder 21,17 englische Landmeilen („Artisan“ 1860, S. 307). Alle vier Schiffe haben Dampfmaschinen mit oscillirenden Cylindern. Die Erbauer der Schiffe sind die Herren Laird and Comp. in Birkenhead (an der Mersey), gegenüber Liverpool. Der Dienst der Schiffe begann 1860.

1) Ein mir vorliegender Auszug aus dem Maschinen-Journal des Schiffes (vom 5. Juni 1867) giebt an, dass die Reise von Hamburg nach Newyork in der ersten Maihälfte gedachten Jahres in 11 Tagen 19 Stunden zurückgelegt wurde, was bei den nach der Loogmessung durchlaufenen 3503 Seemeilen eine mittlere Geschwindigkeit von  $12\frac{1}{3}$  Knoten giebt. Der Tiefgang betrug beim Abgang in Hamburg 19 Fuss 5 Zoll vorne und 19 Fuss 8 Zoll hinten; dagegen bei der Ankunft in Newyork 16 Fuss 8 Zoll vorne und 18 Fuss 4 Zoll hinten. Der durchschnittliche Kohlenverbrauch betrug täglich 50 Tons.

2) Das Maschinenjournal der 66. Reise der „Saxonia“ (Ende Mai bis 13. Juni 1871) giebt nachstehende Notizen: Die Fahrt von Hamburg nach Grimsby (270 Seemeilen) wurde in 1 Tage  $5\frac{1}{2}$  Stunden und die von Grimsby nach St. Thomas (3964 Seemeilen) in 16 Tagen 4 Stunden, der Gesamtweg von 4234 Seemeilen

Fig. 77.

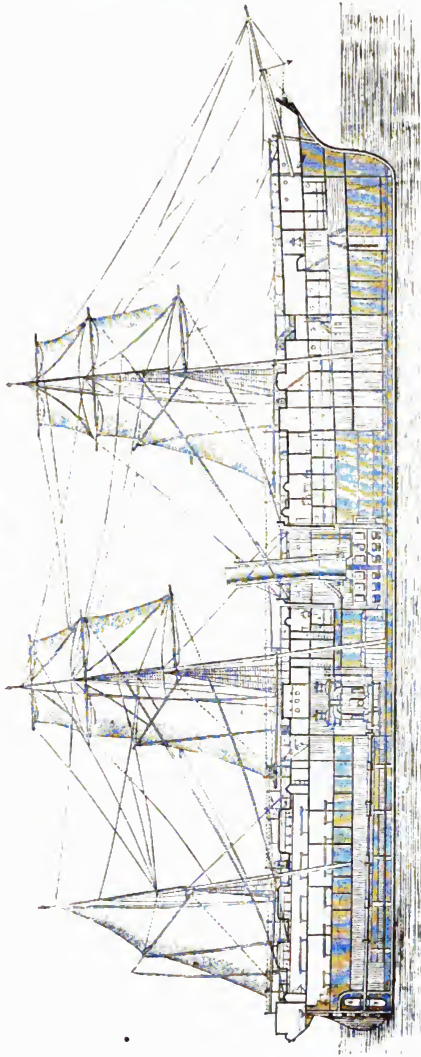
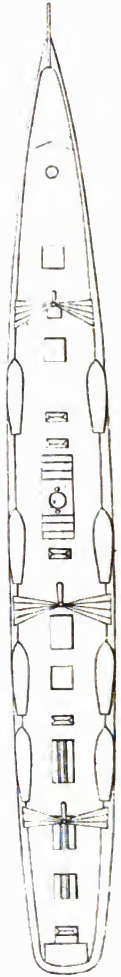


Fig. 78.



Dass die „Saxonia“ Barktakelage besitzt, erhellt (mit Bezug auf S. 68) aus Fig. 77 ohne Weiteres.

Wir schliessen die Reihe der hier durch Abbildung zu erläuternden neueren ausgezeichneten Ocean-Dampfschiffe mit nachstehender Fig. 79, welche die äussere Ansicht der beiden (ganz gleichen) berühmten Schraubenschiffe „Pereire“ und „Ville de Paris“ darstellt <sup>1)</sup>, die 1866 von Napier and Son in Glasgow für die Compagnie générale transatlantique gebaut und 1867 zuerst für den Dienst der Dampferlinie Brest-Newyork verwandt wurden.

Die Länge eines jeden dieser Schiffe beträgt 113,380 Meter am Deck und 105,150 Meter (345 Fuss engl.) in der Schwimmebene gemessen <sup>2)</sup>, ihre Breite 13,335 Meter (44 Fuss engl.), Tiefe im Raume 9,140 Meter (30 Fuss engl.). Bei einer mittleren Tauchung von 6,70 Meter (22 Fuss engl.) beträgt das Displacement 5217 Cubikmeter (oder franz. Tonneaux), während die Lastigkeit mit Inbegriff der Maschinen zu 3327 Tons (an einer anderen Stelle zu 3300 Tons) verzeichnet wird.

Die Betriebsdampfmaschine ist zweicylindrig und zwar hat jeder Cylinder 2,133 Meter Durchmesser, während der Hub der betreffenden Kolben 1,219 Meter beträgt <sup>3)</sup>. Der Propeller *a* (Fig. 79) ist eine vierflügelige Griffithschraube (die nachher S. 159 ausführlich besprochen werden wird) von 5,80 Meter (19 Fuss engl.) Durchmesser und 9 Meter (29½ Fuss engl.) Steigung. Nach Bourne entwickelten bei der Versuchsfahrt die Maschinen des „Pereire“ eine Arbeit von 2500 Indicator-Pferdekräften, wobei das Schiff mit der mittleren Geschwindigkeit von 13½ Knoten fuhr <sup>4)</sup> und pro jeder solcher Pferdekraft nur 3,10 Pfund

---

in 417½ Stunden zurückgelegt, so dass die mittlere Geschwindigkeit  $\frac{42340}{4175}$ , d. i. etwas über 10 Knoten betrug. Durchschnittlich wurden täglich 25 Tonnen Steinkohlen verbrannt. Beim Abgange von Grimsby betrug die Tauchung vorne 20 Fuss, hinten 19 Fuss 3 Zoll. Bei der Ankunft in St. Thomas tauchte das Schiff vorne 18 Fuss 10 Zoll, hinten 18 Fuss 11 Zoll.

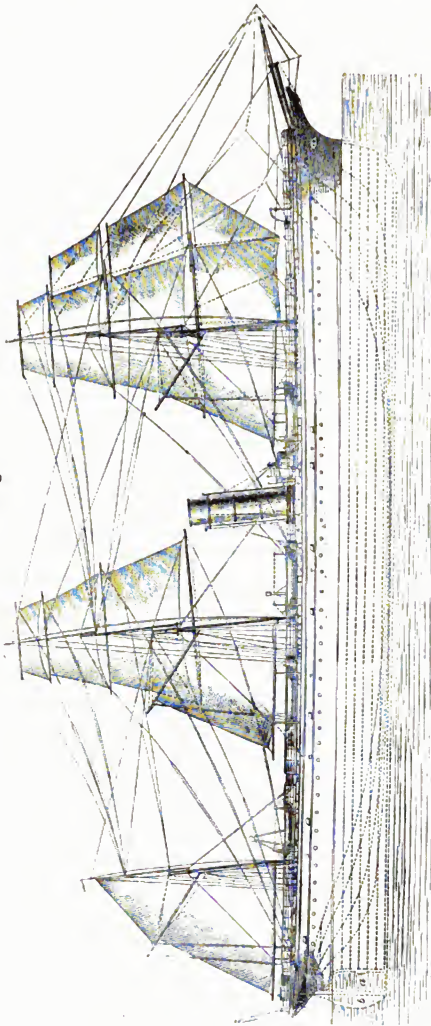
1) Nach Admiral Paris „L'Art naval à l'exposition universelle de Paris 1867, p. 392, Planche VII.

2) Die Dimensionen sind theils Flachats bereits wiederholt citirtem Werke T. II, p. 184, theils der Mörrath'schen Zusammenstellung über Handelsschiffe der Pariser Ausstellung von 1867 entlehnt (Heft V, S. 271 ff. des Berichtes des österr. Centralcomites über diese Ausstellung).

3) Die Dampfmaschinen gehören ebenfalls (wie die der Bremer und Hamburger transatlantischen Dampfer) dem sogenannten „Hammersysteme“ an, wovon später ausführlich die Rede sein wird. Schöne Abbildungen der betreffenden Maschinen liefert Bourne in seinem bekannten Werke: „The Screw Propeller“, p. 403 und Plate XLVIII.

4) Nach Admiral Paris (a. a. O. S. 401) betrug die Fortlaufgeschwindigkeit der Schiffe bei den Versuchen 15½ Knoten, nach Flachats (a. a. O. T. II. p. 184)

Fig. 79.



Steinkohlen als Heizmaterial erforderte.

Wie unsere Fig. 79 erkennen lässt, sind beide Dampfer mit beträchtlichem Segelwerk (Bark-Takelage) ausgestattet. Nach Admiral Paris beträgt die gesammte Segelfläche 1399 Quadratmeter oder fast das 19fache vom Querschnitte des Hauptspantes, der bei 6,70 Meter Tauchung einen Flächeninhalt von 74,20 Quadratmeter hat.

Während in Europa alle Gesellschaften, welche oceanische Dampferlinien ins Leben riefen, glänzende Geschäfte machen, England im Baue grosser eiserner Schiffe Meister geworden ist, ebenfalls auf dem europäischen Festlande, wenigstens in Oesterreich <sup>1)</sup> u. Frank-

nur 15,20 Knoten. Admiral Paris bezeugt ferner, dass die „Ville de Paris“ die Fahrt zwischen Frankreich und Amerika mit einer mittleren Geschwindigkeit von 13,60 Knoten zurücklege.

1) Bereits am 11. März 1865 lief im Arse-



reich <sup>1)</sup>, der Selbstbau grosser eiserner Seedampfer mit Erfolg gelungen ist und alle Aussichten vorhanden sind, dass es auch in diesem Zweige der (deutschen) mechanischen Technik gelingen wird, sich von England nach und nach ebenso unabhängig zu machen, wie es im Fache des Locomotivbaues bereits vollständig der Fall ist — schien bis vor Kurzem das erste Culturland der Dampfschiffe, Nordamerika, nicht nur in mercantiler wie technischer Hinsicht zurückgeblieben, sondern mit seinem Seedampfschiffsbau und Verkehr, so weit es die Handelsmarine betrifft, geradezu in Verfall gerathen zu sein. Die Ursachen dieses Rückganges bei den Nordamerikanern sind verschiedene und müssen wir zur Aufklärung hierüber auf die unten citirten Abhandlungen verweisen <sup>2)</sup>.

nale des österreichischen Lloyd zu Triest das erste ganz aus inländischem Materiale gebaute eiserne Seedampfschiff „Austria“ vom Stapel. Dies Schiff hat eine Totallänge von 296 Wiener Fuss (93,5 Meter) und in der Schwimmbene eine Länge von 274 Fuss 4 Zoll, eine Breite von 35 Fuss und eine Tiefe im Raume von 24 Fuss. Bei der Tauchung von 17½ Fuss beträgt sein Deplacement 3000 Tonnen. Leider enthält unsere Quelle (Archiv für Seewesen, 1865, S. 105) keine Angabe über die betreffenden Betriebsdampfmaschinen und über den angewandten Propeller.

1) Die Société Nouvelle des Forges et Chantiers de la Méditerranée zu La Seyne bei Toulon lieferte bereits 1865—1866 das bis dahin grösste in Frankreich für die Handelsmarine construirte eiserne Schraubenpacketboot der ägyptischen Regierung, „Masr“ mit Namen.

Die Hauptdimensionen und Verhältnisse dieses Schiffes sind: Länge 107,0 Meter, Breite 12,0 Meter. Tiefe im Raume 10,15 Meter, Tiefgang 6,80 Meter, das correspondirende Deplacement 3915 Tonnen. Die Dampfmaschinen (nach Penn's Trunksystem erbaut) haben Cylinder von 2,60 Meter Durchmesser und von 1,42 Meter Kolbenhub. Die Fortlaufgeschwindigkeit soll 14,50 Knoten betragen. Unsere Quelle (Mörrath, im österreichischen Berichte über die Pariser Ausstellung von 1867, Heft V, S. 274) giebt an, dass nach diesem System 17 Dampfschiffe gebaut wurden.

Bekanntlich lieferte dasselbe Etablissement die deutsche Panzerfregate „Prinz Friedrich Karl“. Ueber noch andere Panzerschiffe dieses Werkes berichtet ausführlich Admiral Paris im ersten Bande seines Werkes S. 170: „L'Art navale à l'exposition universelle de Paris en 1867.“ In letzterer Quelle werden die Arbeiten des Schiffbauers Arman in Bordeaux besprochen, im Archive für Seewesen (1867, S. 513) die der „Société anonyme des chantiers et ateliers de l'Océan“ (früher Mazeline) in Havre, endlich die von Gouin et Comp. in Nantes im officiellen österreichischen Berichte über die Pariser Ausstellung von 1867, Heft V, S. 272.

2) Im „Archive für Seewesen“, 3. Jahrg. (1867), S. 151, giebt der bekannte Schiffsbauer W. H. Webb in Newyork hauptsächlich vier Gründe für die Stagnation und beziehungsweise Calamität des Schiffsbauverfalles in den Vereinigten

So weit als thunlich bemüht man sich, insbesondere nach den Erfolgen, welche ihre eigenthümlichen eisernen Kriegsschiffe, die sogenannten Monitors lieferten (auf welche wir in einem folgenden Paragraphen zurückkommen werden), das Versäumte nachzuholen. Insbesondere scheint sich die zwischen San Francisco und China fahrende Pacific-Mail-Company zu bestreben, ausgezeichnete Dampfschiffe in Cours zu bringen.

Zwei der jüngsten (aus den Jahren 1867 und 1868 stammenden) Dampfschiffe dieser Gesellschaft, die „Great Republic“ (bereits S. 2 erwähnt) und die „China“, haben namentlich die Aufmerksamkeit aller Betheiligten erregt, so dass auch hier einige Notizen über diese Schiffe nicht ohne Interesse und Nutzen sein werden <sup>1)</sup>.

Beide Schiffe, aus Holz gebaut (white and live oak), scheinen (nach Angaben des unten citirten „Artisan“ von 1868) gleiche Dimensionen und Verhältnisse zu haben, wobei im Voraus bemerkt werden mag, dass sie von W. Vanderbilt, Oberingenieur der Compagnie, entworfen, von Henry Steers in Newyork erbaut und mit Dampfschiffen aus den Novelty Iron Works ebendasselbst ausgestattet wurden.

Die Decklänge eines jeden dieser Schiffe beträgt 373 Fuss engl., die in der Schwimmbene gemessene Länge 360 Fuss, die Breite 47,4 Fuss, die Tiefe im Raume 30,7 Fuss und der Flächeninhalt des Hauptspantenquerschnittes 875 Quadratfuss bei 19 Fuss Tiefgang.

Das Displacement (bei 19 Fuss 3 Zoll Tauchung) wird zu 5425 Tons angegeben <sup>2)</sup>, das Gewicht des Schiffskörpers allein zu 2700 Tons etc.

Nach Angaben des k. k. Maschinenmeisters Wernik (zufolge eines Schreibens aus Honolulu <sup>3)</sup>) hat jedes Schiff eine einfache Maschine mit einem ein-

Staaten an, nämlich: hoher Tagelohn, hohe Materialkosten, hoher Zolltarif und Mangel an geschickten Arbeitern.

Derselbe Gegenstand wird ferner im gedachten Archive besprochen 1867, S. 231, und Jahrg. 1869, S. 31. An einer anderen Stelle der letzteren Zeitschrift (S. 516) wird nachgewiesen, dass sich in England die Kosten eines fertig für die See ausgerüsteten eisernen Schiffes auf 14 £ (Pfd. Sterl.) pro Tonne belaufen, in den Vereinigten Staaten Nordamerikas aber auf 22 £ pro Tonne (Displacementgewicht).

1) „The Artisan“, Jahrg. 1867, S. 17; ferner vollständiger ebendasselbst Jahrg. 1868, S. 5.

2) Die S. 2 angegebene Lastigkeit von 5900 Tonnen (nach dem österr. Berichte über die Pariser Ausstellung von 1867, Heft V, S. 20, muss dahin berichtet werden, dass diese Zahl das Displacement (also nicht die Tragfähigkeit) bezeichnet.

3) Archiv für Seewesen, Jahrg. 1870, S. 207.

zigen Dampfzylinder von nicht weniger als 105 Zoll innerem Durchmesser und 12 Fuss Kolbenhub (6 Fuss Kurbelhöhe). Die Constructionsart ist die nach Watt, d. h. es ist zwischen Kolben und Lenkstange ein (gusseiserner) Balancier eingeschaltet. Die Arbeitskraft dieser Dampfmaschine berechnet sich zu 661 (nominellen) Pferdekräften<sup>1)</sup>. Eine andere vorhandene Dampfmaschine von 18 Pferdekraft dient lediglich zur Pumpenbewegung. Die Propeller sind colossale Ruderräder von 40 Fuss Durchmesser, die bei 20 Pfd. Dampfüberdruck in den vier vorhandenen Kesseln (mit 16656 Quadratfuss Heizfläche) circa 15 Umläufe pro Minute machen. Die gewöhnliche Fahrgeschwindigkeit ist die von 10 Knoten, während bis 15 Knoten bei den Versuchen erlangt wurden.

Nach unserer österreichischen Quelle machen bereits vier solche Dampfer („Great Republic“, „China“, „Japan“ und „Arkansas“) die Reise von St. Francisco bis Hongkong (circa 26000 Seemeilen) zur Zufriedenheit aller Beteiligten.

Ueber noch andere neuere amerikanische Dampfer, namentlich über den „Cambridge“, von John Englis and Son in Newyork erbaut, mit Maschinen der Morgan Iron Works daselbst, berichtet der „Artisan“, Jahrg. 1868, S. 5.

Bemerkt zu werden verdient vielleicht noch, dass neuerdings (seit 1867) die Düsseldorf-Kölner Dampfschiffahrtsgesellschaft angefangen hat, ihre sogenannten Schnellschiffe („Humboldt“, „Friede“ etc.) ähnlich den amerikanischen **Flussdampfböten** (Seite 93, Fig. 45), mit doppelten, hoch übereinander gebauten Passagierräumen, also grösser und bequemer einzurichten, als dies bei allen bisherigen europäischen Flussdampfern für den Personenverkehr der Fall war.

Nächst dem Verwenden von zwei Schrauben als Propeller (sogenannte Twin screws) der Flussdampfschiffe sind die vorbemerkten Verbesserungen (Bequemlichkeit und Schnelllaufen) fast die einzig wesentlichen, welche in diesem besonderen Gebiete (der Flussdampfschiffahrt) zu verzeichnen sind. Da über die Doppelschrauben bei Dampfschiffen im nächsten Paragraphen gehandelt werden wird, so verzeichnen wir in der unten stehenden Note nur noch die wesentlichsten Dimensionen der genannten neueren (aus Stahl und Eisen gebauten) Rhein-Schnelldampf-

---

1) Nach der S. 133 (Note) angegebenen Formel:  $N_n = \frac{d^2 l U}{3000}$ , d. i.  $N_n = \frac{(105)^2 \cdot 12 \cdot 15}{3000} = 661,50$ .

schiffe, nebst der Quelle, woselbst Abbildungen derselben zu finden sind <sup>1)</sup>).

Wie wir im Vorstehenden beinahe ausschliesslich die Geschichte der Dampfschiffe und der Dampfschiffahrt vom Standpunkte des Weltverkehrs aufgefasst und verfolgt haben, dagegen des Dampfschiffes Verwendung auf Flüssen und Binnenseen nur (naturgemäss) aus der ersten Entwicklungszeit in Betracht zogen, so sehen wir uns auch hier am Schlusse zu derselben Einschränkung veranlasst, ohne damit die Bedeutung der Binnendampfschiffahrt im mindesten unterschätzen zu wollen <sup>2)</sup>.

So weit es dem Verfasser bis zu Anfang des Jahres 1872 möglich war, Zuverlässiges zu sammeln, vermag derselbe folgende übersichtliche Daten zu liefern, welche ein ungefähres Bild davon geben, wie das Dampfschiff gegenwärtig Menschen, Güter etc. mit früher ungekannter Eilfertigkeit über alle Meere der Erde

1) Länge in der Wasserlinie 240 Fuss engl.; Breite ebendasselbst 25 Fuss; Tiefgang 3 Fuss. Länge des Hauptsalons 60 Fuss; Länge der Vorsalons 35 Fuss.

Die beiden vorhandenen Dampfcylinder liegen schräg (gegen den Horizont geneigt), ohne zu oscilliren, und haben jeder 46 Zoll Durchmesser und 4 Fuss Kolbenhub. Die beiden Ruderräder (als Propeller) haben jedes 13 Fuss 6 Zoll Durchmesser, 14 bewegliche Schaufeln (nach Morgan, S. 105) von 10 Fuss Breite und  $2\frac{1}{4}$  Fuss Höhe. Pro Minute machen diese Räder 38 bis 40 Umläufe, während die Dampfspannung 25 bis 30 Pfd. pr. Quadrat Zoll (Ueberdruck) beträgt.

Erbaut wurden die Schiffe in Holland in dem Schiffsbauetablisement von Smith and Son in Kinderdyk, während die Dampfmaschinen Ravenhill, Hodgson and Comp. in London lieferten.

Abbildungen dieser Schiffe finden sich in der englischen Zeitschrift „Engineering“ vom 8. November 1867, S. 429.

2) Wenn es schon sehr schwierig ist, zuverlässige Notizen über die Dampfschiffe der Gegenwart zu erlangen, welche den Weltverkehr vermitteln, wie dies der Verfasser bei Abfassung einer mit „Verkehrswege und Verkehrsmittel“ überschriebenen Abhandlung in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrg. 1869, S. 245 und S. 317, erfahren hat, so noch vielmehr, wenn man nach genauen Angaben über den Binnen-Dampfschiffsverkehr forscht.

Wie bedeutend jedoch die Zahl der auf Flüssen und Binnenseen im Betriebe befindlichen Dampfschiffe und der damit zusammenhängende Verkehr sein muss, erhellt u. A. aus einer Notiz, welche Herr Professor Neumann in seiner vortrefflichen Arbeit: „Verkehrswesen der Welt“, im V. Hefte (S. 21) des österreichischen officiellen Berichtes über die Pariser internationale Ausstellung von 1867 giebt, wonach allein im Jahre 1865 auf dem Mississippi und seinen Nebenflüssen nicht weniger als 910 Dampfer im Gange gewesen sein sollen.

trägt und welche Bedeutung demgemäss das Dampfschiff als Verkehrsmittel für den Welthandel bereits gewonnen hat.

Nach Professor Neumann<sup>1)</sup> entfallen von Seedampfern der gesammten Handelsmarine Europas auf:

	Zahl.	Tonnengehalt.
Grossbritannien und Irland (1868 und 1869) . . . . .	2916	1161106
Deutsche Staaten (Ende 1868) . . . . .	153	90402
Frankreich (1868) . . . . .	420	133158
Norwegen (Anfang 1868) . . . . .	76	?
Italien (Anfang 1868) . . . . .	98	23091
Niederlande (Ende 1868) . . . . .	43	16272
Spanien (Anfang 1868) . . . . .	101	20754
Russland (Anfang 1868) . . . . .	84	?
Schweden (Anfang 1868) . . . . .	213	?
Oesterreich (Ende 1869) . . . . .	84	47304
Griechenland (Ende 1868) . . . . .	6	?
Türkei (1865) . . . . .	4	?
Dänemark . . . . .	80	9646
Portugal . . . . .	2	?
Belgien . . . . .	9	6357

Gesamtzahl der europäischen Seedampfer . . 4289

Die Zahl nordamerikanischer Seedampfer soll (nach Neumann, in der ersten der beiden notirten Quellen) im Jahre 1865 2270 betragen haben. Rechnet man etwas mehr als 1000 Dampfer für Südamerika und die übrigen aussereuropäischen Seestaaten, so lässt sich die Zahl der jetzt das Weltmeer befahrenden Dampfschiffe gewiss zu 8000 veranschlagen<sup>2)</sup>.

Die vorzüglichsten (grössten) europäischen Dampfschiffsgesellschaften, von denen einigermaassen hinreichende zuverlässige Angaben zu erlangen waren, participiren an diesen Zahlen (angenehert) wie folgt:

1) Die eben genannte Quelle und Behm, Geographisches Jahrbuch, Bd. III. (1870), S. 475.

2) Wie rasch die Zunahme der europäischen Dampfschiffe gegenüber den Segelschiffen in den letzteren Jahren gewesen ist, erhellt u. A. aus Professor Neumann's Angaben (a. a. O. des Behm'schen geographischen Jahrbuches von 1870). Hiernach zählte die Handelsmarine Europas:

	An Dampfschiffen.	An Segelschiffen.
Ende 1860 . . . . .	2974	92272
Ende 1865 . . . . .	4021	95993
1868 bis 1869 . . . . .	4289	96000

Name der Gesellschaft.	Linien, welche die Dampfschiffe befahren.
Norddeutscher Lloyd in Bremen <sup>1)</sup> .	Bremen-Newyork; B.-Baltimore; B.-New-orleans; B.-Westindien; B.-London-Hull, Helgoland, Norderney.
Hamburg-Amerikanische Packetfahrt-Actien-Gesellschaft <sup>2)</sup> .	Hamburg-Newyork, Havanna, Neworleans, Westindien. (Wegen Cuxhaven-Helgoland siehe Note 2.)
Oesterreichischer Lloyd (in Triest) (Società di Navigazione a Vapore del Lloyd Austriaco) <sup>3)</sup> .	Triest, Constantinopel, Varna, Odessa; Triest-Smyrna; Triest-Alexandrien; Triest-Pola, Fiume, Zengg.
Peninsular and Oriental Steam Navigation Company (Offices: London. Southampton. Liverpool.)	Southampton, Gibraltar, Malta, Alexandrien, Suez-Canal, Bombay, Galle, Calcutta, Singapore, Hongkong, Shanghai, King Georg Sund, Melbourne, Sidney etc.
British et North American Royal Mail Steam Packet Company (Cunard Line). Administration Liverpool.)	Liverpool-Newyork u. Liverpool-Boston, in Correspondenz mit Aspinwall und San Francisco.
Royal Mail Steam Packet Company. (Offices: London. Southampton.)	Southampton, Westindien (mit Benutzung der Panama-Eisenbahn), S. Francisco, Japan und China, Australien. Southampton, Madeira, Rio de Janeiro und Buenos-Ayres.
Compagnie des Services Maritimes les Messageries Impériales. (Bureaux: Paris. Marseille. Bordeaux.)	Diese Dampfer befahren drei Hauptlinien, nämlich das mittelländische und schwarze Meer, den atlantischen und den indischen Ocean mit China und Japan.
Compagnie Générale Transatlantique. (Bureaux: Paris. St. Nazaire. Havre.)	Brest (Havre) und St. Nazaire, Nordamerika, Antillen, Mexico, Porto Cabello, Surinam, Cayenne, Tara; Correspondenz mit dem stillen Ocean.
Compagnie Russe de Navigation à Vapeur et du Commerce. (Central-bureau: Odessa.)	Die Seedampfer dieser Gesellschaft befahren zwei Hauptlinien: erstens das schwarze, mittelländische und asowsche Meer, und zweitens den atlantischen Ocean.

1) Note 1 und 2 siehe Seite 156 und 157.

3) Die k. k. privilegirte Donau-Dampfschiffs-Gesellschaft kommt nur mit 7 ihrer 140 Dampfer für die eigentliche Seefahrt in Frage, weil die übrigen nur die Flüsse Donau, Raab, Drau, Theiss, Save und Pruth befahren. Leider

Zahl der Seedampfer.	Gehalt in engl. Tonnen.	Zahl der nominellen Pferdekräfte	Quelle und Zeit der Angabe.	Bemerkungen.
30	77237	13820	Direct und zwar Ende Jan. 1872.	Die hier angegebenen Tonnen sind runde Zahlen aus den unten in Note 1 gemachten genauen Angaben. Die Schraube ist ausschliesslicher Propeller.
16	46300	7800	Direct und zwar Ende Dec. 1871.	Die Tonnenzahl wahrscheinlich nach dem Old measurement bestimmt. (Siehe S. 42, Note 1.) Ueberall die Schraube als Propeller.
73	70220	17360	Augsburger Allgem. Zeitung v. 5. Dec. 1869, Nr. 339.	Im „Archiv f. Seewesen“, Jahrg. 1871, S. 25, werden für Triest 74 Dampfer für weitere Fahrten und 16 für Küstenschiffahrten verzeichnet, ohne Angabe, wie viel dem Lloyd gehören.
58	88566	21120	Angabe von 1865 in Flachet: Navigation à Vapeur T. II, p. 132.	Nach Minaux in einer von mir gelieferten Abhandlung in den Mittheil. des Hann. G.-V. von 1869, S. 250, 54 Dampfer mit 86218 Tonnen Gehalt und 18849 Nominal-Pferdekräften.
32	50660	12284	Angabe von 1865, ebendas. p. 124.	Nach Perrot: „Zur Geschichte des Verkehrswesens“ in Faucher's Vierteljahrsschr. für Volkswirthe. 1868, S. 74, besass die Flotte 1867 bereits 38 Dampfer.
18	39259	9040	Minaux: „Indicateur officiel de la Navigation“, Paris 1868.	In Correspondenz mit der Panama, New Zeland and Australian Royal Mail Comp. (Mittheil. d. H. G.-V. 1869, S. 253.)
67	?	21260	desgl.	Im „Arch. f. Seewesen“ (1867, S. 262) für 1866: 59 Dampfer, 105866 Tonnengehalt und 17590 Nomin.-Pferdekräften.
23	?	13860	desgl.	Zu den Dampfern der Gesellschaft gehören die schönen grossen Schiffe „Napoléon III.“, „Pereire“, „Ville de Paris“ etc., welche S. 147 besprochen wurden.
30	?	7870	desgl.	In Communication mit den Seedampfern stehen noch 20 Flussdampfer für die einmündenden Flüsse.

habe ich (bis zur Druckzeit gegenwärtigen Bogens) über Maschinenkräfte und Lastigkeiten dieser Dampfschiffe keine bestimmte Auskunft erhalten können. Man sehe auch über die Dampfer dieser Gesellschaft meine bereits wiederholt citirte Abhandlung in den Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1869, S. 249.

Nur unvollständige Angaben waren zu erlangen von den Schiffen der zwischen England und Nordamerika fahrenden Dampfer, der sogenannten Iman

1) Der Bestand der transatlantischen Handels-Dampfflotte des Norddeutschen Lloyds ist für 1872 nach gütiger mir gewordener officieller Angabe folgender:

### I. Linie Bremen-Newyork.

Dampfschiffsname.	Nominelle Pferdekraft.	Grösse der Schiffe, nach*Lasten à 2000 Kilogramm, von Bremer (beeidigten) Schiffsmessern be- rechnet. (Nicht Ladefähigkeit.) Lasten.
1. Bremen	650	1783
2. Newyork	650	1791
3. Hansa	750	2217
4. Amerika	750	1913
5. Herrmann	750	1946
6. Deutschland	800	1968
7. Weser	800	1913
8. Rhein	925	1956
9. Main	925	1992
10. Donau	925	1997
11. Mosel	} im Bau begriffen.	
12. Neckar		
Summen: 7925		19476

### II. Linie Bremen-Baltimore.

1. Baltimore	410	1528
2. Berlin	410	1545
3. Ohio	465	1524
4. Leipzig	465	1525
Summen: 1750		6122

### III. Linie Bremen-New-Orleans.

1. Frankfurt	410	1631
2. Hannover	410	1634
3. Köln	500	1648
4. Strassburg (im Bau begriffen)		
Summen: 1320		4913

### IV. Linie Bremen-Westindien.

1. König Wilhelm I.	500	1713
2. Kronprinz Fr. Wilh.	500	1709
3. Graf Bismarck	500	1710
Im Bau begriffen:		
4. Minister Roon		
5. Feldmarsch. Moltke.		
Summen: 1500		5132

Hierzu kommen noch 10 Seeschiffe für europäische Dampferlinien (London, Hull, Bremen, Norderney und Helgoland) mit zusammen 1325 Nominal-Pferde-



Line (17 Dampfer), Guion Line (12 Dampfer), Allan Line (21 Dampfer), White Star Line (6 Dampfer), National Steam Ship Comp. (13 Dampfer); ferner von der General Steam Navigation Company (37 Dampfer), welche letztere regelmässige Verbindungen von London aus unterhält mit Hamburg, Ostende, Rotterdam, Boulogne, Havre, Edinburgh, Newcastle, Hull, Yarmouth etc. Hierüber und über sonstige europäische und aussereuropäische Dampferlinien giebt weitere Auskunft meine bereits citirte Abhandlung „Ueber Verkehrswege und Verkehrsmittel“ in den Mittheil. des Hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1869, S. 243 ff. und S. 317 ff. 3).

kräften und von 3612 Lasten, so dass die gesammte See-Dampfflotte des Norddeutschen Lloyd zur Zeit (1872) aus 30 Schiffen besteht mit Maschinen von zusammen 13820 Nominal-Pferdekräften und einer Gesamtgrösse von 39255 Lasten oder 77273 Tonnen engl.

An Fluss-Passagierdampfern zählt die Bremer Lloydflotte 6 und an Fluss-Schleppdampfern 9. Specieller hierüber handelt ein betreffender Artikel in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1872, Heft 1.

2) Der gegenwärtige Stand der Dampfflotte der Hamburg-Amerikanischen Packet-Actien-Gesellschaft ist nach gütigen directen Nachrichten folgender:

Schiffsname.	Nominelle Pferdekraft.	Lastigkeit des Schiffes in engl. Tonnen.
1. Allemania	400*	2800
2. Bavaria	400*	2500
3. Borussia	400	2200
4. Cimbra	500	3000
5. Frisia	600*	3500
6. Franconia	400*	3000
7. Germania	400*	2900
8. Hammonia	500	3000
9. Holsatia	600	3000
10. Silesia	600	3000
11. Saxonia	400*	2500
12. Teutonia	400*	2500
18. Thuringia	600	3000
14. Westphalia	600	3000
15. Vandalia	400*	2900
16. Pommerania	600*	3500
Summen: 7800		46300

Sämmtliche Schiffe sind Schraubendampfer und die mit einem \* bezeichneten mit Dampfmaschinen nach Woolf's System versehen.

3) In meiner wiederholt citirten Abhandlung: „Ueber Verkehrswege und Verkehrsmittel“ finden sich überhaupt 29 englische besonders bemerkenswerthe See-Dampfschiffsgesellschaften verzeichnet (die für den Insel- und Binnenverkehr, zwischen nahe liegenden Häfen, ganz unbeachtet gelassen); ferner findet sich ebendasselbst Auskunft über 7 französische Gesellschaften, 4 spanische, 2 portugiesische, 2 holländische, 2 belgische; ferner über dänische, schwedische u. m. A.

## §. 5.

**Die Dampfschiff-Propeller der Gegenwart.**

Ruderrad. Schraube. Reactionsröhren (Reactions-Propeller). Ketten und Seile.

**I. Ruderrad.**

Fügen wir zu dem, was bereits Seite 117 bis 119 über die Vorzüge und Nachtheile des Ruderrades und der Schraube erörtert wurde, die allerjüngsten Erfahrungen, so lehren letztere, dass jetzt nur noch sehr selten <sup>1)</sup> Räderdampfschiffe für den Verkehr auf offener See, oder höchstens nur in solchen Fällen gebaut werden, wo anzulaufende Häfen nur geringen Tiefgang gestatten und die Schiffe eine verhältnissmässig grosse Geschwindigkeit erlangen sollen, der geringe Tiefgang mithin eine der erforderlichen bedeutenden Maschinenarbeit (Pferdekraft) entsprechende Schraube nicht zulässt.

Dagegen behält man auf (seichten) Binnenseen und nicht sehr tiefen Flüssen die Ruderräder in allen den Fällen bei, welche bereits oben (S. 118 ff.) ausführlich erörtert wurden. Besonders bemerkenswerth dürften die Angaben Murray's <sup>2)</sup> sein, nach welchen in jüngster Zeit für indische Flüsse mehrfach flach gehende Dampfschiffe mit zwei Ruderrädern an jeder Seite (also überhaupt mit vier Schaufelrädern) gebaut wurden, wobei behauptet wird, dass hierdurch, namentlich bei grossen Stromgeschwindigkeiten, die Steuerung des Schiffes erleichtert würde <sup>3)</sup>. Dass sich hierbei überdies auch eine vortheilhaftere Vertheilung der unproduktiven Lasten in der Längenrichtung des Schiffes (der Betriebsmaschinen, der Kessel, des Wassers zum Kesselspeisen und Condensiren des Dampfes etc.) herausstellt, versteht sich

1) Uebereinstimmend u. A. mit Grantham's und Anderer Ansichten im Vortrage über „Ocean Steam Navigation“ im XXIX. Bande (1870), S. 129 und S. 204 in den Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers.

2) Shipbuilding in Iron and Wood, Second Edition, Edinburgh 1863, S. 143 und 144 (Fig. 32).

3) Die Idee, vier Ruderräder an einem und demselben Dampfschiffe anzubringen, ist ziemlich alt. So z. B. erzählt Prechtl im 4. Bande seiner berühmten technol. Encyklop. S. 61 von Schiffen mit vier Ruderrädern, zwei am Vorder- und zwei am Hintertheile, eine Einrichtung, die er bei ungewöhnlich grossen Schiffen gelten lassen will, jedoch mit der Behauptung, dass das Schiff schwerer (?) zu lenken sei!

von selbst. In Beziehung auf die dabei benutzten Dampfmaschinen bemerk<sup>t</sup> unsere Quelle, dass zwei Zwillingspaare von Betriebsmaschinen vorhanden sind, die derartig getrennt von einander arbeiten, dass man jedes Ruderradpaar mit verschiedener Geschwindigkeit und nach verschiedenen Richtungen umlaufen lassen kann <sup>1)</sup>.

## II. Schraube.

Was die gegenwärtige Gestalt der Schiffschrauben betrifft, so lässt uns leider zu deren Bestimmung die Theorie völlig im Unklaren, wie dies selbst aus den betreffenden Arbeiten des wackeren Redtenbacher hervorgeht, dessen Formen <sup>2)</sup> allerdings (der Hauptsache nach) mit denen übereinstimmen, welche unsere Abbildungen Seite 115 (Fig. 57 und 58), sowie Seite 117 (Fig. 61) darstellen. Daher kommt es auch, dass fast jeder Schiffsschraubenconstructeur seine besonderen Formen hat, die auf mehr oder weniger empirischen Regeln beruhen.

Eine in England und Frankreich vielfach gerühmte Schiffschraube ist die eines Franzosen Griffith in Havre <sup>3)</sup>. Die wesentlichen Eigenthümlichkeiten dieser Schraube sind drei. Erstens bildet die Nabe an ihrer Aussenseite den mittleren Theil einer grossen Kugel, welche bekanntlich dem Wasser nur geringen Widerstand bietet. Zweitens verjüngen sich die Flügel nach Aussen und sind deren Spitzen rückwärts gegen den Schiffskörper gebogen, um eine

---

1) Die erwähnte Quelle (Murray, „Shipbuilding“, p. 143, 144) liefert Abbildung und Beschreibung eines dieser ostindischen Fluss-Dampfschiffe, „Tachtalia“ mit Namen, dessen Dimensionen und Verhältnisse folgende sind: Länge 150 Fuss, Breite 20 Fuss, Tiefgang (mit Maschinen und Passagieren am Bord) 12½ Zoll. Zum Betriebe dienen vier Condensationsdampfmaschinen mit einer Collectivkraft von 40 Nominal-Pferden. Jedes der vier Ruderräder hat 6 Fuss Durchmesser und 6 Fuss Breite. Das dem Schiffsvordertheil zuliagende Räderpaar macht gewöhnlich 87 Umläufe, wogegen die Umlaufzahl des Achter-Räderpaares 96 pro Minute beträgt. Die normale Fortlaufgeschwindigkeit beträgt 11 Seemeilen (Knoten) pro Stunde.

Als eine besondere Merkwürdigkeit ist hier noch das colossale Vier-Ruderradschiff des amerikanischen Schiffscapitäns Randall zu erwähnen, welches sich im „Engineer“ vom 27. December 1867, S. 585, abgebildet vorfindet.

2) „Maschinenbau“, dritter Band, S. 227 bis 235, Taf. XX, Fig. 7 bis 12.

3) Griffith's französisches Brevet und englisches Patent datiren beide vom Jahre 1849, nach Admiral Paris „Traité de l'hélice propulsive“ (1855) p. 18 und Bourne „The Screw Propeller“ p. 72. Die jüngste Veränderung der Griffith-Schraube wird in letzterer Quelle ausführlich S. 320 besprochen und durch Abbildungen erläutert.

grössere Wassermasse erfassen und dem Centrum der Schraube zutreiben zu können. Drittens hat man die Flügel verstellbar angeordnet, derartig, dass man ihnen in See jede beliebige Richtung ertheilen kann.

Leider hat sich letztere Einrichtung zu complicirt gezeigt, ganz so, wie bei den Schrauben mit verstellbaren Flügeln von Woodcroft <sup>1)</sup>, Maudslay <sup>2)</sup> u. A. Von manchen Seiten wird der Griffith-Schraube besonderes Lob ertheilt, hauptsächlich dahin gehend, dass sie geringere Vibrationen im Schiffe erzeuge wie andere Schrauben, in hoher See besser ruhigen Gang erhalte und der Bewegung des Steuerruders minder hinderlich sei <sup>3)</sup>.

Fig. 80 bis 83 lassen Vorderansicht, Profil und Ansicht von oben einer Griffith-Schraube mit zwei festen Flügeln erkennen, die dem Bremer Dampfer „Smidt“ angehört, 14 Fuss (engl.) Durch-

Fig. 80.

Fig. 82.

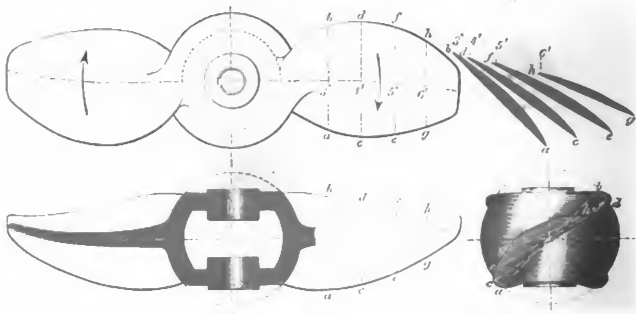


Fig. 81.

Fig. 83.

messer und  $18\frac{1}{2}$  Fuss Steigung hat. Der in Fig. 80 rechts beigefügte Pfeil zeigt die Drehrichtung an, wobei man sich das Schiff zur rechten Hand denken muss. Fig. 81 sind Schnitte normal zur Schraubenblattfläche, wobei die Buchstaben *a* bis mit *h* sofort

1) In dessen Werke: „Origin et Progress of Steam Navigation“ (Patent von 1844), S. 120.

2) Bourne: „Screw Propeller“ (Patent von 1848), S. 64.

3) Prömmel-Uggla, „Anleitung zum Schiffsbau“, Hamburg 1864, S. 83; ferner im Archiv für Seewesen, Jahrg. 1865, S. 353.

die Stellen in den übrigen Figuren erkennen lassen, wo diese Schnitte genommen sind.

Das vorher citirte günstige Urtheil über die Wirksamkeit der Griffith-Schraube ist übrigens nicht allgemein, vielmehr finden sich auch Stimmen gegen diese Construction. Namentlich werden die Griffith'schen Blätter als an den Enden zu spitz bezeichnet, sowie man behauptet, dass ihre guten Resultate bei sehr bewegtem Wasser reichlich durch schlechtere bei gutem Wetter aufgewogen werden.

Bei verhältnissmässig grossen Durchmessern der Schrauben ist es überhaupt immer besser, die Flügel nach aussen hin schmaler werden zu lassen, damit zufolge der entsprechend wachsenden Umfangsgeschwindigkeit die Reibungswiderstände nicht zu gross werden.

Bei kleinen Durchmessern hält man auch jetzt noch, wie bei den älteren Schrauben (S. 115 und 117), die Flügel nach aussen hin breiter, ordnet sie aber dabei gewöhnlich (nach Woodcroft's Vorgange) mit veränderlicher Steigung an. Eine derartige, von Carstens Waltjen in dessen Maschinen- und Schiffsbauanstalt construirte vierflügelige Schraube stellen die Figuren 84 und 85 dar. Es gehört diese Schraube zu dem nord-

Fig. 84.

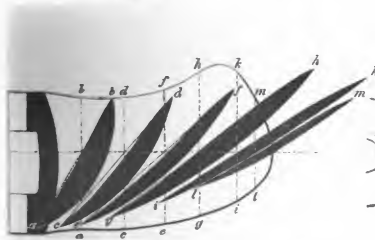
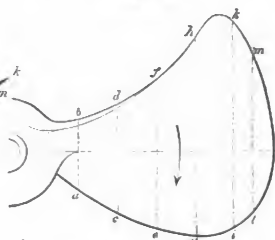


Fig. 85.



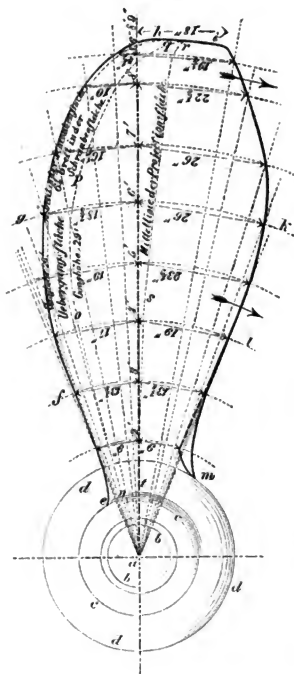
deutschen Lloyd dampfer „Nordsee“ <sup>1)</sup> und beträgt ihr Durchmesser 7 Fuss, ihre grösste Steigung 12 Fuss 4 Zoll <sup>2)</sup>.

1) Die Länge dieses zwischen Bremen und Helgoland fahrenden Schiffes beträgt (in der Schwimfebene gemessen) 154 Fuss, seine Breite 22 Fuss, sein Hauptspantenquerschnitt 147 Quadratfuss etc. Ausführlicher S. 166, Note 2.

2) Da die Schraube circa 95 Umläufe pro Minute macht, so beträgt ihre axiale Geschwindigkeit  $\frac{12,33 \cdot 95}{60} = 19,5$  Fuss pro Secunde.

Die in der Profilfigur 84 eingezeichneten Schnitte lassen wieder die verschiedenen Dicken der Schraubenblätter erkennen, deren zugehörige Orte überall mit denselben Buchstaben bezeichnet sind. In Fig. 84 (parallel zur Längenrichtung des Schiffes) hat man sich den Schiffskörper zur rechten Hand befindlich vorzustellen.

Fig. 86.



In Fig. 84 (parallel zur Längenrichtung des Schiffes) hat man sich den Schiffskörper zur rechten Hand befindlich vorzustellen.

In den genannten C. Waltjen'schen Etablissements construirt man derartige Schrauben gewöhnlich so, dass die Steigung der Schiffsgeschwindigkeit entspricht, d. h. man nimmt an, dass für die eintretende Kante kein Slip (S. 117, Note) stattfindet <sup>1)</sup>, man will also die Anordnung so beschaffen, dass der Propeller ohne Stoss ins Wasser taucht. Die Flügel der Nordsee-Schraube hat man übrigens nach aussen hin deshalb verbreitert, weil der Durchmesser verhältnissmässig klein ist <sup>2)</sup>.

Fig. 86 gehört endlich zu einer vierflügeligen Schraube der transatlantischen (vorher S. 156) verzeichneten Dampfer des Norddeutschen (Bremer) Lloyd.

1) Die Fortlaufgeschwindigkeit des Dampfschiffes „Nordsee“ ist bei circa 95 Umläufen der Schraube 10 Knoten oder (mit Bezug auf Seite 3, Note 1) 60860 Fuss engl. pro Stunde, d. i. 16,94 Fuss pro Secunde. Hiernach würde der sogenannte Slip (d. h. die Differenz zwischen der axiellen Geschwindigkeit der Schraube und der Fortlaufgeschwindigkeit des Schiffes)  $19,50 - 16,94 = 2,56$  Fuss oder  $\frac{256}{1950} = 0,13$ , d. i. 13 Procent betragen.

2) Eine ähnliche Gestalt der Schraubenflügel (mit der Länge nach zunehmender Steigung) hat sich (nach Bourne: „Screw Propeller“ p. 137) ein gewisser Hirsch in England (1860) patentiren lassen. Hirsch lässt indess die Schraube in umgekehrter Richtung (d. h. mit der concaven Kante voraus) umlaufen.

Der Durchmesser dieser Schraube beträgt  $17\frac{1}{2}$  Fuss engl., ihre grösste Ganghöhe (in der Linie  $n, o, p, q$ ) 29 Fuss und die ganze Projectionsfläche aller vier Flügel 80 Quadratfuss <sup>1)</sup>. Die Begrenzungscurven der Projectionsfläche werden nach einer empirischen Formel dargestellt, welche mit einer (vom Director Overbeck der mechanischen Werkstatt des Lloyd entworfenen) Schraubentheorie zusammenhängt. Die Abbildung Fig. 86 ist dem Steueruder zugekehrt genommen, d. h. es ist die hintere Ansicht der Schraube (die Seite, welche dem Schiffe abgewandt ist).

Bei arctischen Fahrten, wo das Eis die Schraube sehr oft beeinträchtigt, sowie bei Fahrten von Europa nach Australien, wo man wegen Kohlenmangels etc. mit Segelkraft fahren muss, und nicht minder für Kriegsdampfschiffe, wenn diese ebenfalls weite Reisen machen müssen, wird es nothwendig, die Schraube vorzugsweise zweiflügelig anzuordnen, damit sie sich leicht heben, d. h. aus dem Wasser ziehen lässt und den Fortlauf des Schiffes mit ausschliesslicher Segelkraft nicht hindert. In der französischen Kriegsmarine macht man deshalb (fast allgemein) von der sogenannten Doppelblattschraube (*hélice à ailes doubles, double-bladed-screw*) des französischen Ingenieurs Mangin Gebrauch. Diese Schrauben bilden in der Projectionsebene rechtwinklig zur Längsachse des Schiffes (fast) schmale Rechtecke und zwar sitzen dabei immer zwei (zuweilen auch drei) Flügel unmittelbar hinter einander, wobei beide Flügelpaare auf derselben Nabe befestigt sind <sup>2)</sup>. Die Totalsteigung der sonst einfachen Schraube vertheilt sich hier gleichförmig über sämmtliche (zwei oder drei hinter einander gestellten) Flügel. Der Lauf des Schiffes soll durch diese Anordnung viel ruhiger werden <sup>3)</sup>.

Was die constructive Anordnung einer (mit gehöriger Leichtigkeit) aus dem Wasser zu hebenden Schiffsschraube anlangt,

1) Bemerkenswerth dürfte es sein, dass das Gewicht einer solchen Schraube nicht weniger als 25000 Pfd. beträgt.

2) Am ausführlichsten handelt (unter Beifügung guter Abbildungen) über Mangin's Doppel- (und Tripel-) Blattschrauben Armengaud in seinem Publication Industrielle T. XIX, p. 269, und Leduc in seinem „*Traité élémentaire des appareils à vapeur de navigation etc.*“, T. II, p. 319, 360 ff. Dabei wird auch erwähnt, dass Mangin diese Schrauben bereits 1851 in Vorschlag gebracht habe. Ferner ist das lesenswerth, was Bourne in seinem Werke „*Screw Propeller*“ p. 324 über Mangin's Schraube sagt.

3) Graser: „*Norddeutschlands Seemacht*“, Leipzig 1870, S. 200.

so hat man nach meinem Wissen immer noch die bereits 1838 vom Engländer Taylor vorgeschlagene Einrichtung <sup>1)</sup> beibehalten, dahin gehend, dass man die Schraube im sogenannten Schraubenbrunnen mittelst eines vertical auf und ab verschiebbaren Rahmens placirt und das kurze Wellstück, worauf man die Schraube mit ihrer Nabe befestigt, mit der (langen) zur Betriebsdampfmaschine führenden Welle (*c* und *c'* Fig. 67) durch eine lösbare Kupplung (gehörig) vereinigt. Als eine der besten derartigen Vorrichtungen, um die Schraube eines Dampfschiffes zu entkupeln und aus dem Wasser zu heben, hält man namentlich die Construction des (überhaupt rühmlichst bekannten) englischen Mechanikers Penn in Greenwich (Bd. 1, S. 427, wovon sich Beschreibung und Abbildungen in der unten citirten Quelle vorfinden <sup>2)</sup>). Kurz erwähnt werde nur, dass man hier zum Entkupeln und Emporheben der Schraube, sowohl Feder und Nuthe der Kuppelscheiben, wie die beiden Schraubenblätter lothrecht, d. h. parallel zur Richtung des Stevens und dessen Führungsleisten stellt und den nach oben gerichteten Flügel festklemmt. Das Erheben des ganzen Rahmenwerks geschieht dann leicht unter Anwendung eines (Seil-) Ketten-Flaschenzuges, wobei gleichzeitig Sperrstangen und Klinken thätig werden, um jedes nicht beabsichtigte Niederfallen (in Folge Brechens der Zahnstangen, Klinken etc. oder Reissens der Taue oder Ketten) zu verhindern. Zweckmässiger noch halten Manche diejenige Anordnung, wobei sich die Schraube auf ihrer Betriebswelle selbst derartig in horizontaler Richtung verschieben lässt, dass sie ebenfalls ausser Wirksamkeit kommt und beim Segeln nicht hindert. Diese Construction mit einziehender Schraube (*hélice rentrant*) will u. A.

---

1) Bourne: „Screw Propeller“, p. 32 (unter Beifügung von Abbildungen). In derselben Quelle finden sich auch andere mit Abbildungen begleitete Angaben von Mechanismen zum Heben und Senken der Schiffsschraube in verticaler Richtung, namentlich von Hays (1845), Seward (1846), Maudslay (1846), Hennwood (1847) u. A. Ein Patent der Maudslay'schen Anordnung, die Schraubenflügel durch Mechanismen derartig zu drehen, dass ihre Lage mit der Bewegungsrichtung zusammenfällt, wenn das Schiff allein durch Segelkraft getrieben werden soll, datirt vom 8. März 1848 und findet sich beschrieben und abgebildet bei Bourne a. a. O. S. 64.

2) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. 3 (1859), S. 179, Tafel VIII; ferner Armengaud a. a. O. S. 275, und Ledieu a. a. O. Tafel II, S. 373 ff.



Graser <sup>1)</sup> sowohl an einem niederländischen Modell auf der Pariser Ausstellung von 1867, als auch an einer Fregatte in Cherbourg bemerkt haben <sup>2)</sup>).

Seit einigen Jahren hat man mit Erfolg angefangen, zwei völlig von einander getrennte Schrauben als Propeller zu verwenden und derartig anzuordnen, dass statt der einen in der Mitte des Schiffs genau über dem Kiel liegenden Schraubenwelle zwei solche Wellen parallel (in derselben Horizontalebene) neben einander vorhanden sind, welche in der rechten und linken Hälfte des unter Wasser befindlichen Schiffskörpers liegen und von zwei verschiedenen, völlig getrennten Dampfmaschinen in Umdrehung gesetzt werden. Fig. 87 lässt diese Zwillingschrauben (twin screws, hélices jumelles) *aa* und *bb* beim vorher S. 161 gedachten norddeutschen Lloyd dampfer „Nordsee“ erkennen, wobei zugleich angedeutet wurde, dass hier nur ein Hintersteven *cd* vorhanden ist, während man dieselbe Anordnung auch mit zwei Hintersteven vorgeschlagen <sup>3)</sup> und wohl auch ausgeführt hat <sup>4)</sup>).

In Bezug auf die nebenstehende Abbildung (Fig. 87) des Waltjen'schen Schiffes mit Zwillingschrauben an parallelen Wellen ist wohl zu erwähnen, dass das hier vorhandene Hintertheil durchaus von keiner gebräuchlichen Gestalt ist, vielmehr gewöhnlich bei Dampfern mit Zwillingschrauben die Schiffsform so gewählt wird, als wäre gar keine Schraube vorhanden, d. h. man bildet die Lager für die Schrauben zu beiden Seiten des

1) „Norddeutschlands Seemacht“ S. 120.

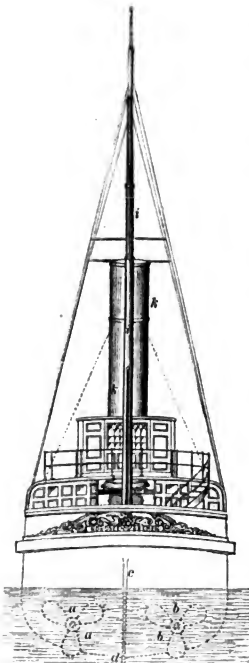
2) Auch in Bourne's „Screw Propeller“ S. 44 wird einer solchen Anordnung unter Beifügung von Abbildungen gedacht. Es heisst dort u. A. ausdrücklich: „The first thing to be done in unshipping the propeller is to draw the shaft inwards into the vessel.“

3) Captain Carpenter (1851) in Bourne's „Screw Propeller“, p. 38 (mit Abbildung), sowie in Graser's „Norddeutschlands Seemacht“, S. 149.

4) Die Priorität der Erfindung oder richtiger Verwendung zweier getrennten Schrauben an verschiedenen Wellen neben einander (nicht wie 1836 Ericsson zwei getrennte Schrauben auf verschiedenen Wellen hinter einander, Abbild. S. 113, Fig. 56) scheint, nach Bourne a. a. O. S. 33 (mit Abbildungen), entweder dem Engländer Taylor, oder noch wahrscheinlicher dem Schotten Wilson (siehe S. 116) zugeschrieben werden zu müssen. Letzterer giebt auch u. A. in seiner bereits citirten Broschüre (S. 30) die Abbildung eines 18 Fuss langen und 7 Fuss breiten Versuchsbootes, was mit Zwillingschrauben, wie sie jetzt gebräuchlich sind, ausgestattet ist. — Ein Schiff mit zwei Hintersteven ist u. A. das norddeutsche Panzerfahrzeug „Prinz Adalbert“. Graser a. a. O. S. 170.

Schiffes durch kräftige Schmiedestücke. Man erhält alsdann eine

Fig. 87.



günstigere Schiffsform, obwohl die Lagerung der Schrauben nicht so kräftig wie bei der „Nordsee“ ist. Abbildungen von Zwillingsschrauben-Anordnungen letzterer Art, von Schneider in Creuzot, Laird in Birkenhead u. A., finden sich in den unten citirten Quellen <sup>1)</sup>. Murray in seinem Werke „Ship-Building“, Second Edit., beschreibt S. 145 Zwillingsschrauben-Dampfer für ostindische Flüsse, auf die wir ebenfalls aufmerksam machen möchten.

Der Dampfer „Nordsee“ <sup>2)</sup> dient übrigens für den Personentransport zwischen Bremen und der Insel Helgoland und giebt dabei vielfach Gelegenheit, die beiden Hauptvortheile des (neueren) Zwillingsschraubensystems, nämlich (bei geringer Tauchung) erhöhte Triebkraft durch eine doppelt so grosse Schraubenprojectionsfläche und bequeme, vereinfachte, schnelle und kurze Wendung des Schiffes zu

1) Paris: L'Art naval à l'exposition universelle de Paris 1867, Tome II, p. 686,

mit Abbildungen auf Tafel XXXIX (Fig. 5); ferner: Twin Screws by Mrs. Laird and Sons im englischen Journale „The Engineer“ vom 10. Nov. 1871, S. 326.

2) Die Hauptdimensionen der „Nordsee“ (in der Schwimmbene gemessen) sind folgende: Länge 154 Fuss engl., Breite 22 Fuss, Tauchung 8 Fuss, bei einer Ladungsfähigkeit von 154 Bremer Lasten (à 1,9685 engl. Tonnen). Zum Betriebe dient eine Dampfmaschine mit zwei um ihre Mitte oscillirenden Dampfcylindern (Bd. 1, S. 428) von je 32 Zoll Durchmesser und 27 Zoll Kolbenhub. Bei einem Dampfdrucke im Kessel von 20 Pfd. pro Quadratzoll schätzt man die Zahl der Nominal-Pferdekräfte zu 150. Die Kurbelwelle macht (im normalen Gange) pro Minute 34 Umläufe, die mittelst Zahnradvorgelegen mit der Uebersetzungszahl  $\frac{77}{26}$  auf die Schraubenwelle übertragen werden, so dass letztere dann circa 95

Umläufe pro Minute macht. Die (mittlere) Fortlaufgeschwindigkeit des Dampfers beträgt 10 Knoten.

prüfen. Lässt man beispielsweise nur eine Schraube wirken, die andere aber unbeweglich oder gar rückwärts arbeiten, so kann offenbar die Drehung des Schiffes in einem verhältnissmässig kleineren Kreise ausgeführt werden, als bei Schiffen mit einer Schraube, was sehr oft in engem Fahrwasser von nicht geringer Bedeutsamkeit ist. Allerdings wirft man dem Zwillingsschraubensysteme (ausser der minder kräftigen Lagerung der Schrauben zu beiden Seiten des Hinterstevens) auch unzweckmässigere Gestalt des Hinterschiffes vor, und ferner, dass es eine schlechtere Steuerung des Schiffes herbeiführt, wenn dieses vor dem Winde fährt, oder, was noch ärger ist, die See von der Seite hat. Näheres über diesen letzteren, allerdings nicht unwichtigen Vorwurf, findet sich in der unten notirten Quelle <sup>1)</sup>.

---

In dem Maasse, wie sich die Schraube als Schiffspropeller eine immer und immer wachsende Bedeutung bei den grossen seefahrenden Nationen verschaffte, hat man sich auch bemüht, dieselbe gleichzeitig als Steuerungsmittel verwendbar zu machen.

Die Vortheile dieser Methode, die Propellerschraube als Steuerruder zu benutzen, sind mehrfach <sup>2)</sup>, hauptsächlich sind aber folgende zwei hervorzuheben: Erstens kann die ganze Arbeit der Betriebsdampfmaschine zur Steuerung des Schiffes verwandt und damit die Wendung oder Drehung im kleinsten Raume mit der grösstmöglichen Geschwindigkeit beschafft werden. Zweitens wird das Schiff beim Steuern durch die lenkbare Schraube stetig fortbewegt und nicht wie bei einem gewöhnlichen Steuerruder in seinem Laufe auf Kosten der Dampfmaschine aufgehalten.

Admiral Pâris schreibt die erste Anordnung derartiger Schrauben, die gleichzeitig als Propeller und Steuerruder verwandt werden können, einem Franzosen Godde in Algier zu <sup>3)</sup>, gesteht aber doch auch, dass eine derartige, wirklich prak-

---

1) Archiv für Seewesen 1869, S. 374, unter der Rubrik: „Eine schwache Seite der Zwillingsschraube.“

2) Bericht über die XV. Versammlung deutscher Architekten und Ingenieure in Hamburg am 1. bis 4. September 1868, S. 116 ff. (Abtheilung für Marine-Technik).

3) L'Art naval à l'exposition universelle de Paris 1867, T. II, p. 843.

tisch verwendbare Schraube (*hélice gouvernail*) zuerst vom Engländer Curtis im Jahre 1862 zu Stande gebracht wurde. Vollständige Beschreibungen und genaue Zeichnungen von Curtis' lenkbarem Schraubenpropeller finden sich namentlich in den bereits citirten Werken von Ledieu <sup>1)</sup> und von Pâris <sup>2)</sup>, sowie auch (skizzirt) bei Bourne in dessen „Historical-Account of the Screw-Propeller“ <sup>3)</sup>. Das Hauptsächliche der von Curtis getroffenen Anordnung besteht darin, die lange Transmissionswelle von der Dampfmaschine zur Schraube unmittelbar vor oder am Anfange des Schraubenbrunnens enden zu lassen, die Schraube selbst auf einer kurzen Welle zu befestigen, beide Welltheile durch ein Hook'sches Gelenk mit einander zu verbinden (zu verkuppeln) und schliesslich durch eine geeignete Transmission, vom Handsterrade aus, die horizontale Seitenbewegung der Schraube bewerkstelligen zu lassen <sup>4)</sup>.

Dass diese lenkbaren „Ruder-Propeller-Schrauben“ nicht überall (namentlich nicht bei allen langen und schweren Dampfern) Anwendung gefunden haben, liegt wohl darin, dass mit der Verkuppelung der Triebwellen durch ein Hook'sches Gelenk schwerlich die erforderliche Festigkeit und Sicherheit zu erlangen ist, und ferner die gleichförmige Umdrehung der langen Transmissionswelle (von der Dampfmaschine aus) auf die kurze Schraubenwelle nur ungleichförmig übertragen werden kann; endlich dass die Ungleichförmigkeit der Schraubenbewegung mit dem Brechungswinkel (nach der bekannten Theorie des Hook'schen Universalgelenkes) wächst, nicht zu gedenken, dass durch das neuerdings wieder eingeführte „Balance-Steueruder“ (Seite 33, Note 3) das Wenden und Drehen grosser und schwerer Dampfschiffe mit ebenso grosser Leichtigkeit wie (hinreichender) Schnelligkeit erfolgen kann <sup>4)</sup>.

1) *Traité élémentaire des appareils à vapeur de navigation* T. II, p. 365.

2) *A. a. O.* S. 149.

3) Der österreichische Civil-Ingenieur Ressel (Sohn des S. 108 genannten Miterfinders der Schiffschraube) hat Curtis' Anordnung vereinfacht und namentlich dahin verbessert, dass man die horizontale Seitenbewegung der Schraube (zur Steuerung) auch von der Betriebsdampfmaschine aus bewerkstelligen kann. Man sehe deshalb den unter Note 1 (vorher) citirten Hamburger Bericht, S. 117.

4) Welche wahrhaft glänzenden Erfolge die Steuerfähigkeit und Wendbarkeit der schwersten englischen Kriegsschiffe (Panzerschiffe) durch Einführung der „balanced rudder“ bereits gehabt hat, erörtert Graser ebenso ausführlich wie interessant in seinem bereits vielfach citirten Werke: „Norddeutschlands Seemacht“, S. 180.

Nicht hinlängliche Einigkeit existirt in Bezug auf die Frage, ob es angemessen ist, die Segelschiffe, welche mehr oder weniger weite Seereisen zu machen haben, insbesondere bei denen für den Verkehr zwischen Europa, den Tropen und namentlich Australien, mit sogenannten Hülfschrauben als Propeller auszurüsten<sup>1)</sup>. Bedenkt man, dass in den Tropen die Segelschiffe oft Wochen

1) Grantham in seinem bereits citirten Vortrage: „Ocean Steam Navigation (Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. XXIX) behandelt dieselbe Frage, wobei es am Anfange des betreffenden Satzes (S. 138) heisst: „A wide difference of opinion exists as to the employment of sails in steamships“ etc.

Weiter wird in derselben Quelle, zur Beurtheilung der Sache, als Beispiel eine der jüngsten Fahrten (1869) des Schiffes „Somersetshire“ der englischen Handelsmarine von England nach Melbourne und zurück besprochen, aus deren Daten wir Nachstehendes entlehnen, zuvor aber bemerken, dass die Maschinenarbeit dieses Schiffes, wenn es allein durch Dampf getrieben wurde, 300 Nominal- und 712 Indicator-Pferdekräfte betragen haben soll, sowie, dass es vorzugsweise ein Segler ist, dem der Dampf nur als Hilfskraft (auxiliary power) beigegeben wurde:

#### Fahrt des „Somersetshire“

von London nach Melbourne und zurück, vom Juli bis December 1869.

##### I. Von Plymouth nach Melbourne in 58 Tagen.

Fahrt unter Dampf und Segel 28 Tage.

Fahrt unter Segel allein 30 Tage.

Kohlenverbrauch 346 Tonnen 17 Centner.

— pro Tag 17½ Tonnen.

— pro Stunde 14,6 Centner.

Mittlere Indicator-Pferdekraft 650.

Kohlenverbrauch pro Stunde per Indicator-Pferdekraft 2,53 Pfund.

Total-Distanz, welche durchlaufen wurde, 13319 Knoten.

Die Schraube aus dem Wasser gehoben und wieder eingesenkt 10 Mal.

##### II. Von Melbourne zurück nach England in 68 Tagen.

Fahrt unter Dampf und Segel 40 Tage.

Fahrt unter Segel allein 28 Tage.

Kohlenverbrauch 610 Tonnen 17 Centner.

— pro Tag 18 Tonnen 12 Centner.

— pro Stunde 15,5 Centner.

Mittlere Indicator-Pferdekraft 675.

Kohlenverbrauch pro Stunde per Indicator-Pferdekraft 2,55 Pfund.

Total-Distanz, welche durchlaufen wurde, 13492 Knoten.

Die Schraube aus dem Wasser gehoben und wieder eingesenkt 8 Mal.

Die Lastigkeit des „Somersetshire“ wird in unserer Quelle zu 2300 Tons angegeben.

lang von Windstille befallen werden und dann werthvolle Zeit verlieren, so scheint die Bejahung der Frage ohne Weiteres folgen zu müssen; indess stellt sich die Sache anders, wenn man bedenkt, dass die hohe, gewaltige Takelage, welche ein gutes Segelschiff erfordert, für gute Dampfer (im Allgemeinen) ein Hinderniss ist, dass die Anwendung der Schraube als Hilfsmotor für Segelschiffe sehr viele Unzuträglichkeiten mit sich führt, dass die (unbenutzte) Dampfmaschine, deren Kessel und Transmission zur Schraube den productiven Schiffsraum verkleinert, Feuersgefahr viel näher rückt u. dergl. m. Um letzteres Uebel so viel als möglich zu vermeiden, placirt man neuerdings die zur Aushilfe bestimmte Betriebsdampfmaschine nebst deren Kessel auf dem Deck des betreffenden Segelschiffes <sup>1)</sup> und überträgt auch die Bewegung der Dampfmaschine durch Hanf- oder Drahtseile vom Deck aus, auswärts achter Bord gehend, nach der Schraube, deren Welle in der Ebene des Steuerruders gelagert ist <sup>2)</sup>.

Gegen die häufig laut werdende Bemerkung: „Nur keine stückweise Maassregel, kein halbes Werk! Entweder ein Schiff mit voller Segelkraft, welches sich meisterhaft auf Gewinnung von Höhen und Breiten versteht; oder ein Schiff mit voller Dampfkraft, welches nie nöthig hat, am Winde zu liegen, vielmehr die Chancen desselben verachtet und den Cours in möglichst gerader Linie nimmt“ — zieht ein Sachverständiger in der unten citirten Nummer der „Hansa“ <sup>3)</sup> recht angemessen zu Felde.

Ein vortrefflich scharfes Wort für Einführung des Dampfes als Hilfskraft für Segelschiffe spricht ein Sachverständiger in der „Hansa“ vom 13. März 1864, S. 48, die den Gegnern der Sache zur Belehrung dienen kann.

---

1) Im Archive für Seewesen von 1869 wird Seite 494 unter der Ueberschrift „Auxiliarkraft für Segelschiffe bei Windstille“ von einem hübschen Klipper berichtet, der (1869?) in Schottland (Aberdeen) vom Stapel gelassen wurde, auf dessen Deck eine kleine Dampfmaschine montirt ist, mittelst welcher bei Windstille das Schiff einige Knoten vorwärts getrieben werden kann, wahrscheinlich unter Benutzung der Schraube als Propeller. Das Schiff (also eigentlich ein Segelschiff), von 180 Fuss Länge, 775 Tonnen Lastigkeit, hat den Namen „Inverness“ erhalten und ist für den ostindischen Handel bestimmt.

2) Nach Thompson's (in Dundee) Patent, beschrieben und abgebildet im „Engineering“ vom 8. Juli 1870, S. 34.

3) Zeitschrift für Seewesen, Nr. 138, vom 11. April 1869, S. 1121.

Eine letzte und nicht minder wichtige Seite der Frage, ob Hilfsdampfmaschinen und geeignete Propeller für Segelschiffe rathsam sind oder nicht, bildet offenbar die finanzielle Seite des Gegenstandes, der, beiläufig gesagt, schon vor einigen Jahren von Bourne <sup>1)</sup> zu Gunsten der Hilfsdampfmaschinen entschieden wurde. Zu demselben Resultate gelangte auch der bereits S. 140 (in der Note) genannte österreichische Admiralitätsrath Libert de Paradis in einem mit „Unsere überseeischen Handelsinteressen und die submarine Telegraphie“ überschriebenen Artikel in der unten citirten Quelle <sup>2)</sup>, wo hinsichtlich der Segelschiffe mit Hilfsdampf gesagt wird: „Sie sind die eigentlichen Waarendampfer für den grossen und massenhaften Verkehr, namentlich für Mittelgüter, während die reinen Dampfschiffe der bedeutenden Bau- und Betriebskosten und des verhältnissmässig kleinen Laderaums wegen, hohe Preise machen müssen und deshalb nur für Post, Passagiere und solche Waaren den Vorzug verdienen, welche einen hohen inneren Werth mit verhältnissmässig kleinen Volumen verbinden.“

### III. Reactionsröhren <sup>3)</sup> (Reactionspropeller) <sup>4)</sup>.

Bereits Seite 81 wurde nachgewiesen, dass der seiner Zeit berühmte Hydrauliker Daniel Bernoulli schon 1727 vorschlug,

1) „The screw propeller“ p. 345 ff.

2) Wochenschrift des niederösterreichischen Gewerbe-Vereins vom 1. Februar 1872, S. 48.

3) Zu den vorstehenden Benennungen hat man nach einander die Namen Turbinenschiff (nach Butzke), Prallschiff (nach Reuleaux) und Spritzschiff (nach Graser) in Vorschlag gebracht.

4) Literatur:

a) Ueber Anwendung der rückwirkenden hydraulischen Kraft (Reaction) zur Führung und Bewegung von Schiffen. Vom Schiffsbaumeister Seydell. Verhandlung des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen, 1852, S. 85.

b) Bericht über das Turbinen-Dampfschiff „Albert“ des Schiffsbau-meisters Seydell in Berlin. Mitgetheilt vom Rheinschiffahrts-Inspector Herrn Baurath Butzke in Coblenz. Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. IX. (1859), S. 535. In dieser Abhandlung wird namentlich das (seit 1855) zwischen Stettin und Schwedt fahrende Dampfschiff „Albert“ ausführlich besprochen und durch Abbildungen erläutert.

c) Water jet propelled Ship, constructed by the Society Cockerill of Seraing near Liege. „Artisan“, October 1863, S. 217. Mit zwei Tafeln Abbildungen des betreffenden, zwischen Seraing und Lüttich fahrenden Dampfschiffes.

die Reaktionskraft des aus gebogenen Röhren fliessenden Wassers zum Treiben der Schiffe zu benutzen; ferner 1729 ein Engländer Dr. Allen dasselbe Triebmittel sich patentiren liess, wozu jetzt noch die Thatsache gefügt werden mag, dass der Göttinger Professor Albert Euler (Sohn des berühmten Leonhard Euler) im Jahrgange 1764 der Berliner Memoiren der Wissenschaften (S. 277 ff.) eine theoretische Abhandlung über Bewegung der Schiffe ohne Ruder und Segel veröffentlichte, in welcher ausser Ruderrädern und Windrädern (Schraube) auch die Reaction des Wassers bei seinem Ausflusse aus gehörig gekröpften Röhren gebührend erörtert wird.

Das Verdienst, ein Dampfschiff mit Reactionsröhren zuerst wirklich ausgeführt zu haben, gebührt (wie bereits S. 81 erörtert wurde) dem Amerikaner Rumsey, der mit diesem Propeller auch 1793 ein Dampfschiff in Gang gebracht hatte. Mancherlei (an der bezeichneten Stelle erörterten) Umstände verhinderten die Verfolgung der Sache und liessen namentlich die Frage unbeantwortet, ob die Reactionsröhren vor Ruderrad und Schraube beachtenswerthe Vorzüge hätten oder nicht. Bis zum Jahre 1839 finden sich unter den zahlreichen englischen Patenten wenig beachtenswerthe über Verwendung der Reaktionskraft zum Forttreiben der Schiffe <sup>1)</sup>. Erst von gedachter Zeit ab (20. März 1839) fangen zwei Edinburger Mechaniker, John Ruthven (Vater) und Morris West Ruthven (Sohn) an, mit ihren Patenten auf eigenthümliche Anordnungen von Pumpen und Reactionsröhren <sup>2)</sup>

d) Hydraulische Reaction. Abhandlungen des Schiffsbaumeisters Seydell. Zeitschrift „Hansa“, Jahrg. 1866, S. 559 ff., und 1867, S. 633.

e) Ueber das Reactionspropellersystem für Schiffe. Von Bernhard Lehmann, Ober-Ingenieur der Maschinenfabrik, Eisengiesserei und Schiffswerft von Keiler u. Comp. in Gothenburg. „Die erste richtige mathematische Theorie der Reactionspropeller.“ Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1865, S. 261.

f) Bourne: „Screw propeller“, London 1867, S. 281 ff. Ein englisches Urtheil gegen den Reactionspropeller.

g) Newton: „Water jet propeller.“ Ein amerikanisches Urtheil ebenfalls gegen den Reactionspropeller. In der englischen Zeitschrift „Engineering“ vom 19. Juni 1868, S. 607.

1) In den Abridgments of the Patent Specifications sind allerdings S. 326 nicht weniger als circa 60 Patente unter der Rubrik „Propulsion by discharging of water“ verzeichnet.

2) Specification Nr. 8094 vom 20. März 1839.



zum Fortlaufe der Schiffe die Aufmerksamkeit der Sachverständigen zu erregen. 1849 folgte dem ersten ein zweites Patent <sup>1)</sup>, welches Veranlassung wurde, ein kleines Boot mit Dampfmaschine und Reactionspropeller auszurüsten. Der Verfasser sah dies Schiff im Sommer 1851 erst in Leith (dem Hafen von Edinburg), nachher aber auf der Themse unweit London (Greenwich) laufen und fand sogar Gelegenheit, mit demselben Fahrten zu machen, die, hinsichtlich der ruhigen Bewegung (ohne die Erschütterungen bei den Ruderrädern und Schrauben) und der Schnelligkeit des Umsteuerns (Rück- und Vorwärtsfahrens, Wendens und Drehens), höchst befriedigend ausfielen <sup>2)</sup>.

Dies aus galvanisirtem Eisenblech gebaute Schiffchen (Boot) war 30 Fuss lang, 5 Fuss breit und hatte bei einer Belastung von 8 bis 9 mittelstarken Personen einen Tiefgang von 13 Zoll. Eine zweicylindrige horizontalliegende Hochdruckdampfmaschine von circa 2½ bis 3 Pferdekraften diente zur Bewegung einer Centrifugalpumpe (von 22 Zoll Durchmesser), die ihr Wasser aus einem Kanale im Schiffsboden ansog und durch zwei Kanäle (an jeder Schiffseite einen) wieder auslud. Letzteres (der Wasseranfluss) geschah durch rechtwinklig umgebogene Mundstücke oder Röhren, die für sich bestehend waren und sich derartig in Höhlungen drehten, dass die Ausflussrichtung jeden Augenblick geändert, beziehungsweise das Schiff zum Vor- und Rückwärtslaufe, zum Drehen oder zum Stillstande veranlasst werden konnte, ohne den Gang der Dampfmaschine irgendwie verändern zu müssen <sup>3)</sup>. Die Probefahrten dieses Bootes sollen mit einer Geschwindigkeit von 8 Knoten per Stunde ausgeführt worden sein.

Bereits im folgenden Jahre (1852) bildete sich in England mit dem Herzoge von Buccleuch an der Spitze eine Gesellschaft zum Baue ähnlicher Fahrzeuge <sup>4)</sup>, welche auch ein eisernes,

1) Specification Nr. 12739 vom 10. August 1849.

2) Auch besprochen im amtlichen Berichte über die Industrieausstellung aller Völker zu London im Jahre 1851 von der Berichterstattungscommission der deutschen Zollvereins-Regierungen. Erster Theil, S. 665.

3) Ausführlich vom Schiffsbaumeister Seydell beschrieben und durch schöne Zeichnungen erläutert in den Verhandlungen des Gewerbefleisses in Preussen, Jahrgang 1852, S. 85 ff., sowie hieraus im polytechn. Centralblatte, Jahrgang 1852, S. 1505.

4) Nach Ober-Ingenieur Lehmann's bereits vorher citirtem Aufsätze in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1865, S. 261.

95 Fuss langes, 16 Fuss breites Schiff (mit einer 30pferdigen Dampfmaschine), der „Enterprise“, zu Stande brachte, womit jedoch nur eine Geschwindigkeit von durchschnittlich  $7\frac{1}{2}$  Knoten erlangt werden konnte. Mancherlei andere ungünstige Umstände brachten dies Schiff schliesslich derartig in Misscredit <sup>1)</sup>, dass man in England das ganze Reactionspropellersystem gänzlich wieder fallen liess.

Um dieselbe Zeit gelang es der Energie des Schiffsbaumeisters Seydell in Stettin, unterstützt durch das preussische Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten, den Bau eines eisernen Schiffes (von 98 Fuss Decklänge und von 90 Fuss in der Wasserlinie, bei 13 Fuss grösster Breite) mit Reactionspropeller beginnen und 1855 vom Stapel lassen zu können. Die Grösse der Betriebsdampfmaschine betrug dabei 17 Pferde, der Durchmesser der Centrifugalpumpe (des Turbinenrades) hatte 7 Fuss Durchmesser. Die durchschnittliche Fortlaufgeschwindigkeit des Schiffes betrug (bei den Versuchen) 1,69 preuss. Meilen oder fast 7 Knoten. Mehrere Jahre hindurch machte dieser Dampfer, „Albert“ mit Namen, regelmässige Fahrten zwischen Stettin und Schwedt.

Die immerhin nicht ganz ungünstigen mit dem „Albert“ erlangten Resultate und besonders die Vorzüge der vollkommenen Manövrir- und Steuerfähigkeit des Schiffes, verbunden mit der Anwendbarkeit für jeden Tiefgang, waren Veranlassung geworden, dass die berühmte Maschinenfabrik Cockerill in Seraing (unweit Lüttich) im Juli 1862 ein Dampfschiff mit Reactionspropeller für den Personenverkehr auf der Maas zwischen Seraing und Lüttich erbauen und in Thätigkeit treten liess <sup>2)</sup>. Dies Schiff hatte 140 Fuss Länge und 13 Fuss Breite und war mit einer Dampfmaschine von 40 Nominal-Pferdekräften und einer Centrifugalpumpe (Schiffsturbine) von 9 Fuss Durchmesser ausgestattet. Die Erfolge desselben können unmöglich schlecht gewesen sein, weil sich dasselbe Etablissement noch entschloss, die Pariser internationale Ausstellung von 1867 mit einer sogenannten Dampfbarke <sup>3)</sup>

1) Schiffsbaumeister Seydell in Erbkam's Zeitschrift für Baukunst, 1859, S. 546.

2) „Artisan“, 1863, S. 217.

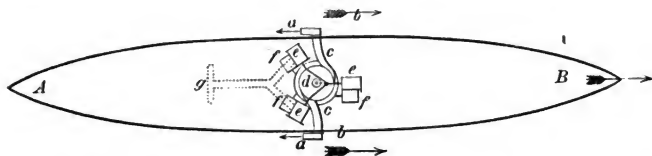
3) Streng genommen versteht man unter Dampfbarken (steam-launches) die mit Dampf getriebenen Boote der Kriegsschiffe höheren Ranges. Doch hat man auch für die „Vergnügungsschiffahrt“ diesen Namen adoptirt. Für letzteren

zu beschicken, die mit einem Reactionspropeller ausgestattet war.

Der erstgenannte Serainger Dampfer gab Veranlassung, dass die englische Admiralität den Ingenieur Murray der königlichen Dockyard zu Portsmouth nach Belgien schickte, um das dort laufende, mit Reactionspropeller ausgestattete Schiff zu studiren und darüber zu berichten <sup>1)</sup>. Dieser Bericht fiel so günstig aus, dass die Admiralität den Befehl zum Baue eines eisernen Panzer-Dampfkanonbootes mit Reactionspropeller ertheilte, welches bereits am 19. October 1866 unter dem Namen „Waterwitch“ (Wassernixe) auf der Themse erprobt wurde <sup>2)</sup>. Hierbei erreichte man die mittlere Geschwindigkeit von fast 9 Knoten, ein Resultat, was man nicht erwartet hatte und (damals) sowohl die Vertreter der Admiralität als auch das übrige Publicum befriedigte.

Fig. 88 zeigt die „Waterwitch“ im Grundrisse <sup>3)</sup>. Dabei sind die drei horizontal wirkenden Dampfmaschinen mit *ee*, die

Fig. 88.



Condensatoren mit *ff* und die Centrifugalpumpe, von  $14\frac{1}{2}$  Fuss Durchmesser, mit *d* bezeichnet. Durch diese Pumpe wird, vom Schiffsboden *g* aus, Wasser angesogen, im Umfange der Pumpe ausgeworfen, zu beiden Seiten des Schiffs in Röhren *cc* getrieben und endlich in den Rohrstutzen *aa* ausgegossen. Bei der in

Zweck war, beiläufig gesagt, das Serainger Reactionspropellerboot (von 1867) bestimmt. Ausführlich handelt über dies Schiffchen Mörath im V. Hefte, S. 278, des österreichischen officiellen Berichtes über die Pariser internationale Ausstellung von 1867.

1) Archiv für Seewesen, zweiter Jahrgang (1866), S. 393.

2) Die (damalige) günstige Meinung über das Reactionsprincip zum Forttreiben der Schiffe war auch durch einen kleinen Themse-Dampfer, „Nautilus“ mit Namen (von 30 Pferdekraft), erzeugt, den ein Londoner Privatmann, W. Brown (im Jahre 1865?), hatte erbauen lassen. Man sehe hierüber die „Hansa“, Zeitschrift für Seewesen, vom 2. September 1866, S. 561.

3) Schöne Abbildungen der „Waterwitch“ liefert Bourne in seinem Werke „The screw propeller“, p. 328.

unserer Abbildung gewählten Stellung der Ausflussröhren  $a$  wird das Schiff in der Richtung der Pfeile  $bb$  oder von  $A$  nach  $B$  zum Fortlauf angeregt.

Leider wurde später (am 9. August 1867) bei vergleichenden Versuchen mit den beiden Zweischrauben-Kanonenbooten „Viper“ und „Vixen“, die, was Schiffskörper und Maschinen betraf, der „Waterwitch“ glichen, letztere von ersteren beiden geschlagen, und zwar nicht sowohl hinsichtlich der Fortlaufgeschwindigkeit, als mehr in Bezug auf die erforderliche Zeit zum Umdrehen, indem die „Waterwitch“ fast zweimal so viel Zeit zum Wenden als die Zwillingsschraubenboote brauchte, nämlich  $6\frac{1}{2}$  Minuten gegen resp.  $3\frac{1}{4}$  Minute <sup>1)</sup>.

Bemerkte wurde allerdings hierbei, dass die „Waterwitch“ die Oberkante ihrer Ausgussröhren am Niveau der Wasserlinie hatte und ihre Betriebsdampfmaschine nicht völlig in Ordnung war.

Merkwürdigerweise hat sich sowohl die Partei, welche für Anwendung der Reactionspropeller als Triebmittel der Dampfschiffe ist, als jene gegen Einführung derselben, bejahende

1) Wir entlehnen die Resultate dieser wichtigen Probefahrten dem englischen Journale „Engineering“ vom 16. August 1867, S. 131:

	„Waterwitch“.	„Viper“.	„Vixen“.
Länge zwischen den Perpendicularen . . . . .	162 Fuss.	160 Fuss.	160 Fuss.
Lastigkeit (Tonnengehalt) . . . . .	777 Tons.	737 Tons.	754 Tons.
Displacement . . . . .	1235 „	1180 „	1189 „
Tiefgang { vorn . . . . .	10 Fuss 9 Zoll.	9 F. 11 Z.	9 F. 10 Z.
{ achter . . . . .	11 „ 8 „	11 „ 10 „	11 „ 11 „
Inhalt der Mittelspantfläche . . . . .	347 □-Fuss.	336 □-Fuss.	331 □-Fuss.
Anzahl der Dampfzylinder . . . . .	3.	4.	4.
Durchmesser der Cylinder . . . . .	$38\frac{1}{2}$ Zoll.	32 Zoll.	32 Zoll.
Kolbenhub . . . . .	3 Fuss 6 Zoll.	1 F. 6 Z.	1 Fuss 6 Zoll.
Dampfdruck (Vollkraft) per □-Zoll . . . . .	$29\frac{1}{2}$ Pfd.	22 Pfd.	22,4 Pfd.
Mittlere Umlaufzahl pro Minute . . . . .	40,77.	109,0.	108,5.
Nominelle Pferdekkräfte der Dampfmaschine . . . . .	160.	160.	160.
Die indicirten Pferdekkräfte . . . . .	777.	652.	658.
Geschwindigkeitsmittel, bei ganzer Kraft . . . . .	9,233 Knoten.	9,475 Knot.	9,060 Knot.
— bei halber Kraft . . . . .	6,163 „	7,333 „	7,347 „
Mittelspant-Coefficient = $C_1$ :			
bei voller Kraft . . . . .	116.	145.	126.
bei halber Kraft . . . . .	122.	131.	131.
Displacements-Coefficient = $C_2$ :			
bei voller Kraft . . . . .	351.	438.	374.
bei halber Kraft . . . . .	369.	396.	388.

Schlüsse aus der im Vorstehenden mitgetheilten Admiralitätsprobefahrt in Stokes Bay (Portsmouth) gezogen, worauf wir hier nicht eingehen können, sondern auf die unten citirte Quelle verweisen müssen <sup>1)</sup>. Ruhiger und vermittelnd urtheilt Graser in seinem Werke: „Norddeutschlands Seemacht“ (S. 210 ff.), indem er manche Mängel der „Waterwitch“ zugiebt, aber auch zeigt, wie die gerügten Uebelstände, namentlich bei Verwendung der Reactionspropeller für Kriegsschiffe, vermieden werden könnten, namentlich dass man das Pumpenwasser vorn in der Bugwand des Schiffes (und nicht in dessen Boden) eintreten lässt, die Ausflussröhren nicht in der Mitte der Schiffsflanken anbringt u. dgl. m.

Trotz alledem kann auch ich nicht grosse Hoffnungen von einer irgend erheblichen Verwendung der Reactionspropeller namentlich für Handelsschiffe hegen, und zwar einfach deshalb, weil das Güteverhältniss (der Wirkungsgrad) dieses Treibapparates unter den günstigsten Umständen nur etwa die Hälfte von dem Wirkungsgrade gut construirter Schrauben beträgt, wie (nach meinem Wissen) zuerst der Obergeringieur Lehmann in der S. 173 citirten Arbeit ganz richtig nachgewiesen hat. Auf letzteren Gegenstand werden wir später zurückkommen.

1) Erörterungen, welche für Anwendung der Reactionspropeller sprechen, hat insbesondere Herr Schiffsbaumeister Seydell gemacht, namentlich in der „Hansa“ vom 6. Januar 1867, S. 681, und vom 2. Februar 1868, S. 862, ferner ebendasselbst vom 11. April 1869, S. 1122, und endlich vom 6. März 1870, S. 46. An vorletzterer Stelle wird besonders berichtet, dass das königliche Handelsministerium in Berlin dem Antrage Gehör gegeben habe, ein Segelschiff von circa 200 Lasten Tragkraft zu bauen und dies mit einer Hülfsdampfmaschine von ungefähr 40 Pferdekraften auszurüsten, um damit einen im Schiffe angebrachten Reactionspropeller zu treiben.

Gegen letzteren Propeller spricht sich namentlich im vorher citirten (amerikanischen) „Franklin Journal“ ein Sachverständiger mit grosser Entschiedenheit aus. Ferner auch Ledieu a. a. O. T. II. p. 446.

Für die Verwendung von Reactionspropellern bei Kriegsschiffen entschied sich („Artisan“ vom 1. Juli 1868) der Ingenieur Elder in Glasgow. Letzterer Herr ist Partner der im Schiffsmaschinenbau berühmten Firma Randolph, Elder and Comp. in Glasgow.

IV. Ketten oder Seile als Dampfschiffspropeller <sup>1)</sup>.

Vereinigt man ein Seil in gehöriger Weise mit einem auf Canal- oder Flusswasser schwimmenden Schiffe, so kann man be-

## 1) Literatur:

a) „Bateau Toueur à Vapeur“ in Armengaud aîné Publication industrielle des machines, Vol. XIV. (1862) p. 147 ff., besonders werthvoll wegen der Geschichte des Gegenstandes, sowie wegen der schönen Abbildungen der C. Dietzsch'schen Apparate.

b) Annales des Travaux Publics de Belgique, Tome XIX, p. 245. Note sur le Système de halage sur les canaux. Par F. Bouquié. Beschreibung und Theorie des Gegenstandes.

c) Chanoine et Lagrène: „Mémoire sur la traction des bateaux.“ Eine werthvolle Arbeit, namentlich auch in finanzieller Hinsicht, wobei der Transport der Schiffe mittelst Ziehen durch Menschen und Pferde neben der sogenannten „Kettenschiffahrt“ ausführlich besprochen wird. Annales des ponts et chaussées, 4. Série, 1863, 2. Semestre, p. 229 ff.

d) Oppermann: Note sur le Touage de la haute Seine etc., Portef. économ. des machines, October 1865.

e) Förster's Bauzeitung, Jahrg. 1865, S. 193, und Jahrg. 1866, S. 182. Uebersetzungen der Arbeiten unter a) und b).

f) Labrousse: Traité du Touage sur chaîne noyée. Paris 1866.

g) Die Kettenschiffahrt auf der Elbe. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XI. (1867), S. 206 und S. 239. (Mit Abbildungen der betreffenden Elbdampfschiffe.)

h) Ziebarth: „Ueber Ketten- und Seilschiffahrt, mit Rücksicht auf die Versuche zu Lüttich im Juni 1869.“ Ebendasselbst Bd. XIII, S. 736.

i) Beyer: „Notizen über den Schiffszug mittelst versenkter Kette oder Drahtseile und über die mit den Seilremorqueuren auf der Maas in Belgien angestellten Versuche.“ Vom k. k. österreich. Handelsministerium zur Veröffentlichung überlassen. Abgedruckt im Archiv für Seewesen, Jahrg. 1869, Bd. V, S. 466.

k) Hoffmann: „Ueber Kettenschleppschiffahrt und deren Einführung auf der Elbe.“ Abgedruckt in dem Protocoll der 67. Hauptversammlung des sächs. Ingenieur-Vereins, von S. 8 bis 28. Eine werthvolle Arbeit, welche den Gegenstand geschichtlich, technisch und finanziell gleich gut behandelt. Dresden 1869.

l) Schmidt: „Mittheilungen über die Kettendampfschiffahrt auf der Oberelbe, sowie einige theoretische Betrachtungen in Bezug auf die Kettenschiffahrt im Allgemeinen. Ebendasselbst, Protocoll der 69. Hauptversammlung, S. 20 bis 36. Gleichsam eine Ergänzung der vorigen Arbeit, mit specieller Berücksichtigung der von Otto Schlick in Dresden erbauten Toueurs. Dresden 1870.

m) Eyth: „On Towing-Boats on Canals and Rivers by a fixed wire rope and clip drum,“ „The Artisan“, March 1870, p. 49. Eine beachtenswerthe Abhandlung mit einer lithographirten Tafel, Abbildungen der neuesten Anordnungen und Verwendung der Fowler'schen Clip-Drum (Allgemeine Maschinenlehre, Bd. 2, S. 471) und Drahtseile unter Direction des belgischen Barons de Mesnil.

n) Teichmann: „Theoretisches über Tauschiffahrt.“ Ein werthvoller Aufsatz im XIV. Bd. (Jahrg. 1870, April) S. 241 der Zeitschr. des Ver. deutsch. Ingen.

kanntlich durch Ziehen an Seile den Fortlauf des Schiffes veranlassen. Dabei kann das Ziehen entweder durch Menschen oder Thiere geschehen, welche sich auf passendem Wege (dem sogenannten Leinpfade) an dem betreffenden Ufer fortbewegen <sup>1)</sup>, oder es kann das Ziehen durch am Ufer aufgestellte feststehende (stationäre) Dampfmaschinen erfolgen, welche Trommeln oder Körbe umdrehen, die zum Aufwickeln des Schiffszugseiles bestimmt sind.

Noch andere Mittel zum Fortschaffen eines Schiffes ergeben sich durch die Verwendung locomobiler Dampfmaschinen (Strassen- oder Eisenbahn-Locomotiven, Bd. 3, §. 10 und §. 20). Letztere können sich entweder an den Ufern fortbewegen und das Schiff wieder mittelst eines Seiles nachziehen, oder sie können in dem Schiffe selbst aufgestellt und befestigt werden, Trommeln (Seilkörbe) in Umdrehung setzen, um die man eine endlose Kette oder ein endloses Seil mehrere Mal schlingt, während Kette oder Seil längs des ganzen vom Schiffe zu durchlaufenden Weges über den Boden hin ausgespannt und an beiden Enden an letzterem entsprechend befestigt ist.

Letztere Methode, den Fortlauf eines Schiffes zu bewirken, kann und soll hier allein in Betracht gezogen werden, und zwar werde gleich bemerkt, dass ein solcher Ketten- oder Seildampfer entweder sich nur selbst mit der darauf befindlichen Dampfmaschine, Personen und Gütern fortschafft, oder was Regel ist, dass man ihm besondere Lastschiffe anhängt und diese durch das Dampfschiff fortschleppen lässt.

---

1) Ueber die erforderliche Zugkraft von Canalbooten durch Menschen und Pferde und über die Kosten dieses Transports handelt u. A. recht ausführlich das bereits vorher citirte Mémoire (sur la traction des bateaux) von Chanoine und Lagrène, ferner Weisbach in seiner Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 748, sowie auch Hering in dem bereits Bd. 3, S. 127 citirten Werke „Das Pferd“ unter der Rubrik „Transport auf Kanälen“, S. 495 und 496. An letzterer Stelle wird bemerkt, dass die Zugkraft für ein gut construirtes Canalboot, welches  $2\frac{1}{2}$  englische Meilen pro Stunde zurücklegt, ungefähr  $\frac{1}{900}$  seines Gewichtes beträgt, oder der sogenannte Widerstandcoefficient  $m$  (Bd. 3, S. 409)  $= \frac{1}{900}$  ist, während an letztgedachter Stelle für gute Eisenbahnfuhrwerke  $m = \frac{1}{600}$  bis  $\frac{1}{500}$ , für gute Chausseen  $m = \frac{1}{40}$  angenommen wurde. Endlich beachte man d'Aubisson's Angaben in dessen „Hydraulique“ S. 321 ff.

Letztere Art des Schiffschleppens, das Bugsiren (die *Touage*, *Towage*), wobei der Dampfer (Remorqueur) einen festen Widerhalt am Kanal- oder Flussboden findet, ist ein bei Weitem zweckmässigeres, vortheilhafteres Verfahren, als wenn man den freien Dampfer mit Ruderrädern oder Schrauben versieht, weil letzteren beiden zum Fortlaufe im Wasser der feste Angriffspunkt fehlt. Durch Experimente und Schätzungen hat man gefunden, dass beim Ketten- oder Seildampfer von der Arbeit, welche die Betriebsmaschine überträgt, nur etwa 5 Procent durch Reibungen und Steifigkeiten der Ketten oder Seile, sowie durch Vergrösserung des *Deplacements* verloren geht, während dieser Verlust bei Rad- und Schraubendampfern, weil diese sich beim Umdrehen gegen eine flüssige, ausweichende Masse stützen, 40 bis 50 Procent betragen kann <sup>1)</sup>).

Die Idee, ein Schiff durch ein Seil zum Fortlauf zu zwingen, dessen eines Ende in dem zu durchfahrenden Wasser befestigt wird, während man das andere Ende auf dem Schiffe, unter Ausübung einer entsprechenden Zugkraft, aufwickelt, ist nicht neu, scheint vielmehr bereits 1732 von dem bekannten französischen Feldherrn *Maréchal de Saxe* nicht nur ausgesprochen, sondern auch verwirklicht (versucht) worden zu sein <sup>2)</sup>. In hinlänglich grossem Maassstabe wurde diese Bugsirmethode jedoch erst 1820 in Lyon auf der *Saône* von den Franzosen *Tourasse* und *Courteaut* in Anwendung gebracht <sup>3)</sup>. Auf einem Schlepper (*toueur*) mit flachem Boden, dessen Länge 23 Meter betrug und der 5,20 Meter Breite hatte, befestigte man eine Plattform zur Aufnahme eines sechsspännigen Pferdegöpels, wodurch eine geeignete Seiltrommel in Umdrehung gesetzt und das freie Ende eines Hanfseiles von 56 Millimeter Dicke gehörig aufgewunden wurde. Die Fortbewegung geschah jedoch nur streckenweise in der Art, dass, während das Schiff eine Strecke von 1 Kilometer befuhr, eine zweite solche Strecke vorweg erst mit einer gleich

1) Man sehe hierüber namentlich das vorher (Seite 178, Note 1, a) citirte Werk *Armengaud's* (S. 146 und 149).

2) In der *Description des Brevets expirée*, Tome XI (1825), findet sich S. 18 die betreffende Anordnung von *Tourasse* et *Courteaut* unter der Ueberschrift: „*Halage mobile*.“ Das Brevet auf die Erfindung datirt vom 8. März 1819. Ein zweites Brevet wurde unterm 29. April 1824 ertheilt und findet sich in derselben Quelle Tome XVIII, S. 41.

3) *Armengaud* a. a. O. S. 149.



langen Kette belegt werden musste, und so fort abwechselnd. Im Jahre 1822 wurde von Vinchon (aus Quémont) auf der Seine zuerst die Dampfmaschine zur Umdrehung der Seiltrommeln und bald darauf auch die Kette als Mittel zur Fortbewegung in Anwendung gebracht. Die ganze zu befahrende Wasserstrecke in ihrer Totallänge mit einer Kette zu belegen, führte zuerst 1825 de Rigny auf der Seine (bei Rouen) aus. Eine von de Rigny unter dem Namen „Entreprise des remorqueurs sur la Seine“ gebildete Gesellschaft liess den Toueur „La Dauphine“ von 21 Meter Länge bauen und den erforderlichen Göpel des Schiffes durch eine 30pferdige Pecqueur'sche rotirende Dampfmaschine in Umdrehung setzen <sup>1)</sup>. Die Kettenschiffahrt in ihrer heutigen Vollkommenheit datirt aus den Jahren 1853 bis 1857, wo sie zuerst zwischen Paris und Montereau, Seine aufwärts, nachher von Paris bis Conflans, Seine abwärts, und weiter über Rouen bis Havre fortgesetzt, ferner auf der Loire, auf der Oise und anderen französischen Flüssen und Canälen eingeführt wurde. Später war man bemüht, dieselbe Schiffahrt auf Canälen in Belgien und Holland, auf der Wolga und (1859) auch auf dem englischen Bridgewater-Canal durch die dort gebildete „Chain Propeller Company“ in Anwendung zu bringen <sup>2)</sup>.

In Deutschland wurde die erste Kettenschiffahrtsstrecke 1866 durch die Hamburg-Magdeburger Dampfschiffahrtsgesellschaft in Magdeburg auf der  $\frac{3}{4}$  Meilen langen Elbstrecke zwischen Neustadt und Buckau ausgeführt und der Betrieb sogleich mit derartigem Erfolge bewerkstelligt, dass damit die Rentabilität der Kettenschleppdampfschiffahrt für die meisten schiffbaren Flüsse ausser Zweifel gesetzt wurde.

Zunächst hatten die Magdeburger Resultate für Deutschland den Erfolg, dass sich schon 1868 in Dresden eine Gesellschaft bildete <sup>3)</sup>, welche Ketten durch die Elbbrücken zu Dresden und Meissen legte, um das Bugsiren von Lastschiffen durch diese Brücken zu bewerkstelligen. Diese Gesellschaft dehnte jedoch

1) Pecqueur's rotirende Dampfmaschine (ein bemerkenswerthes, seiner Zeit berühmtes Exemplar dieser leidigen Dampfmaschinengattung) findet sich beschrieben und abgebildet in Armengaud's „Traité des moteurs à vapeur“, Vol. II, p. 158, sowie auch von Weisbach behandelt im Polyt. Centralbl. Jahrg. 1841, S. 81.

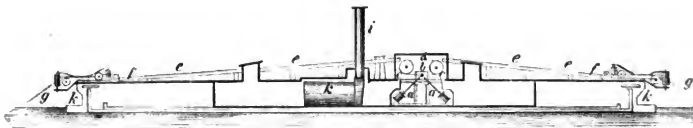
2) Armengaud, Publication indust. T. XIV, S. 155, Note 2.

3) Prococolle der 67. Hauptversammlung des sächs. Ingenieur-Vereins (25. April 1869) S. 19.

ihr Unternehmen bald auf die 6,6 Meilen lange Elbstrecke von Loschwitz (oberhalb Dresden) bis Merschwitz (unterhalb Meissen) derartig aus, dass bereits im October 1869 zwei von Otto Schlick in Dresden erbaute Kettendampfschiffe in Betrieb gestellt werden konnten <sup>1)</sup>. Seit dieser Zeit wurde nicht nur die ganze sächsische Strecke der Elbe mit Ketten belegt, sondern es sind auch schon alle Vorkehrungen getroffen, die Elbe in ihrer ganzen schiffbaren Ausdehnung, von Böhmen bis Hamburg, für Kettenremorqueure brauchbar zu machen. In gleicher Weise scheint man auf geeignete Strecken des Rheins (bei Bingen), der Oder, der Donau etc. vorgehen zu wollen <sup>2)</sup>.

Nachstehende Fig. 89 giebt das übersichtliche Bild eines Magdeburger Kettendampfers <sup>3)</sup>, wobei das Schiff 170 Fuss engl. (51,30 Meter) Länge, 22 Fuss (6,70 Meter) grösste Breite hat und vollständig ausgerüstet 17 Zoll engl. (432 Millim.) eintaucht.

Fig. 89.



Mit Ausnahme des Deckes ist das Schiff ganz aus Eisen gebaut und hat vor und hinter der Maschine eine sogenannte wasserdichte Wand.

Die Betriebsdampfmaschine *aa* besteht aus zwei schräg liegenden (unbeweglichen) Cylindern von 13 Zoll (355 Millim.) Durchmesser und 27 Zoll (656 Millim.) Hub. Uebrigens arbeitet die Maschine mit Condensation, ungeachtet eines Dampfdruckes von 33 Pfd. pr. Quadratzoll. Auf der Krummzapfenwelle *b* steckt ein

1) Allen Gegnern der Fluss-Kettenschiffahrt (u. A. H. Seydell in Nr. 6, 1870, S. 45 der Zeitschrift „Hansa“) kann nicht genug das Lesen der vorher citirten Arbeiten und Resultatberichte in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, der Protocolle des sächsischen Ingenieur-Vereins und die Abhandlung Eyth's im „Artisan“ vom 1. März 1870 empfohlen werden.

2) Auch in Oesterreich soll bereits die Concession für Einführung der Kettenschleppschiffahrt auf der Donau ertheilt worden sein. Man sehe deshalb die betreffende, bereits oben citirte Abhandlung im Archive für Seewesen, Jahrg. 1869, S. 467 und besonders S. 478.

3) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XI (1867), S. 205 und 239.

Zahnrad, welches in zwei rechts und links davon gelagerte grössere Zahnräder greift, auf deren Achsen endlich die vierspürigen Kettentrommeln *cc* sitzen. Die gedachten Zahnräder haben ein Uebersetzungsverhältniss von  $\frac{49}{89}$ , die Kettentrommeln einen Umfang von  $13\frac{1}{4}$  Fuss.

Da nun die Kurbelwelle *b* pro Minute (im Mittel) bei der Bergfahrt 50 Umdrehungen macht, so berechnet sich die Grösse der Fortlaufgeschwindigkeit des Kettenschiffes pro Secunde zu  $\frac{50 \cdot 13,25}{60} \cdot \frac{49}{89} = 6,07$ , d. i. zu circa 6 Fuss (1,83 Meter) oder zu  $\frac{5}{6}$  deutsche Meile oder 6,2 Kilometer pro Stunde. Bei der Thalfahrt erreicht man dagegen die grössere Fortlaufgeschwindigkeit von  $\frac{7}{6}$  deutsche Meile oder von 8,65 Kilometer pro Stunde Fahrzeit.

Wie die Abbildung erkennen lässt, hat das Schiff an beiden Enden Steuerruder *k*, welche entgegenwirkend gemeinschaftlich etwas links von der Mitte *d* des Schiffes aus regiert werden (in Fig. 89 ist das betreffende Steuerrad zwischen *i* und *d* als dreibeiniger Bock, wie ein aufgestellter Messtisch, skizzirt angegeben). Mit Hülfe dieser Steuerung, sowie zweier an jedem Schiffsende angebrachter beweglicher Arme *fg*, welche die Ketten zwischen Rollen aufnehmen, dagegen in horizontaler Richtung fast um 90 Grad drehbar sind, wird (innerhalb gewisser Grenzen) die Steuerfähigkeit des Schiffes unabhängig von der Lage der Kette, was für die Anwendung des Kettenschiffes auf gekrümmten Stromstrecken von grosser Bedeutung ist <sup>1)</sup>.

Ueber das Verfahren beim Ausweichen, wenn sich Ketten-dampfer bewegen, wenn sich (bei Ueberfahrstellen) Fährketten

1) Ausführlicher und durch grössere Zeichnungen unterstützt im bereits citirten Protocolle der 67. Hauptversammlung des sächs. Ingenieur-Vereins.

In letzterer Quelle sind die Kosten eines Magdeburger Bugsir-Ketten-Bootes wie folgt berechnet:

Baukosten des Schiffes inclus. Inventar . . . . .	25000 Thlr.	— Sgr.	— Pf.
Kette inclus. Legung derselben . . . . .	7585 „	27 „	9 „
Ein Boot, Taue etc. . . . .	155 „	23 „	8 „
Summa . . . . .	32741 Thlr.	21 Sgr.	5 Pf.

Im Jahre 1868 betrug die Einnahme 10801 Thlr. 20 Sgr., die Ausgabe 6737 Thlr. 15 Sgr. 4 Pf., so dass sich ein Reingewinn von 4064 Thlr. herausstellte. Der Kohlenverbrauch war  $4\frac{1}{4}$  Tonnen pro Tag.

kreuzen, wenn Schleussen zu passiren sind etc., Schwierigkeiten, die jetzt mehr oder weniger alle überwunden sind, handeln speciell die oben citirten technischen Zeitschriften <sup>1)</sup>.

Während Deutschland in vorbemerckter Weise mit Einführung der Ketten-Dampfschiffahrt zum Zwecke des Bugsirens (Schleppens) von Schiffen mit grossem Erfolge fortschreitet, ist das hinsichtlich der Anwendung der Kettenremorqueure ältere Belgien nicht zurückgeblieben, namentlich aber haben sich die dortigen Ingenieure in neuerer Zeit bemüht (ausser verschiedenen Detailverbesserungen der maschinellen Theile), die Ketten durch wohlfeilere und viel weniger wiegende Drahtseile zu ersetzen. Zu den Apparaten, welche den Drahtseilbetrieb zu begünstigen scheinen, gehört namentlich die bereits Bd. 2, S. 471 der Allgemeinen Maschinenlehre erörterte und beschriebene (auch abgebildete) Fowler'sche Seilscheibe mit fingerähnlichen Klemmklappen (Klappentrommel, Clip-Drum), wodurch zugleich das Auf- und Ablaufen des Seiles ohne Stösse erfolgen kann <sup>2)</sup>.

Zur allgemeinen Einführung der Seilschiffahrt bildete sich bereits 1868 in Belgien eine Actiengesellschaft, welche alle betreffenden Anordnungen nach den Angaben zweier ihrer Mitglieder, einem belgischen Baron Oscar de Mesnil und einem Ingenieur Max Eyth (einem Deutschen), ausführte und am 4. und 5. Juni 1869 auf der Maas bei Lüttich Versuche vor Delegirten fast aller Nationen anstellte, welche die Anwendbarkeit der Seilschiffahrt und deren Vorzüge vor der Kettenschiffahrt in so weit darlegten, als dies ohne längere Erfahrungen überhaupt möglich ist <sup>3)</sup>.

Vier Seilremorqueure (Toueurs) kamen bei den gedachten Versuchen zur Verwendung, wovon drei mit zur Seite vertical an der Aussenwand des Schiffes angebrachter senkrechter Seilscheibe, eins dagegen mit horizontaler Seilscheibe unmittelbar über dem Verdeck befindlich, ausgestattet war.

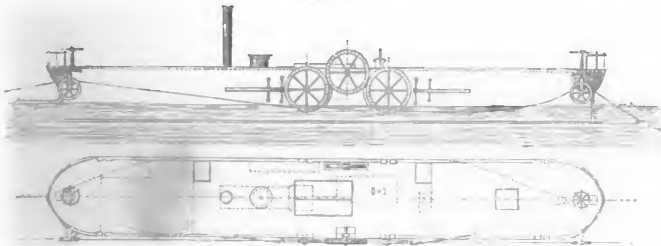
1) Namentlich zeichnet sich (durch treffende, schöne Abbildungen) über alle Details die Arbeit von Eyth im „Artisan“ vom 1. März 1870 aus.

2) In unserer einen Quelle (Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingenieure Bd. XIII, 1869, S. 743) wird u. A. berichtet: „Die Seildampfer arbeiten sehr ruhig, durchfahren Flussskrümmungen ohne merkliche Verminderung der Geschwindigkeit, lassen die Seile ohne alle Stösse über die Scheiben gehen und zeigen nach fast 1½-jährigem Betriebe beinah keine Spur von Abnutzung.“

3) Am ausführlichsten und vollständigsten handelt über diese Versuche der bereits citirte Bericht des Baurathes Beyer an den österreichischen Handelsminister Plener im Archive für Seewesen, Jahrg. 1869, S. 472 ff.

Erstere Anordnung, in der Längensansicht (Aufriss und Grundriss) gezeichnet, zeigt in den Hauptumrissen, Fig. 90, wobei das Schiff 20 Meter Länge, 4 Meter Breite, 2,2 Meter Höhe und 1 Meter Tiefgang hat. Die 14pferdige Betriebsdampfmaschine hat zwei horizontalliegende Cylinder, jeder 197 Millimeter Durchmesser und 305 Millimeter Kolbenhub. In der Mitte der Schiffslänge erkennt man drei Seilscheiben, wovon die höchst liegende die Fowler'sche Klappentrommel von 1,80 Meter Durchmesser ist, zu deren beiden Seiten, um etwas mehr als den Halbmesser tiefer, die zwei gleich grossen Führungsscheiben liegen, deren Zapfen in Couliissen mittelst Spindel und Mutter auf- und abgeschoben werden können. Am Vorder- und Hintertheile des Schiffes

Fig. 90.



hängen vom Bord herab je eine Leitrolle von circa 600 Millimeter Durchmesser an einem Universalgelenk, um jeder Aenderung in der Lage des Seiles (durch Ausweichen oder zufolge veränderter Stromtiefe) folgen zu können.

Das vierte Bugsirboot hatte eine auf dem Deck desselben horizontal liegende Fowler'sche Klappentrommel, neben welcher, ebenfalls horizontal, eine Leitscheibe von gleichem Durchmesser, aber mit zwei Seilrinnen ausgestattet, gelagert war. In einer der gedachten Rinnen der Leitscheibe läuft das Seil auf, in der anderen ab. An einem Ende der äusseren Schiffswand wird das Drahtseil mittelst einer daselbst angebrachten (vertical gestellten) Leitrolle aus dem Wasser gehoben, passirt die eine äussere Langseite des Schiffes, geht in der Mitte des letzteren über die auf dem Deck gelagerten beiden Zug- und Leitscheiben (um welche das Seil eine förmliche Schleife beschreibt) und läuft dann wiederum an derselben Schiffseite entlang nach einer zweiten Leitrolle am hinteren Ende des Schiffes ins Wasser

zurück. Dieses horizontale Zug- und Leitseilssystem ordnete man namentlich deshalb an, um nur Seilbiegungen nach einer Richtung zu erhalten.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass man bei zweien dieser Seilbugsir-Dampfboote eine Schraube als Propeller beigefügt hatte und zwar zu dem Zwecke, um die Thalfahrt (stromabwärts) ganz unabhängig vom Seile machen und dann Kreuzungen mit Fähren leicht passiren zu können.

Die mit sämtlichen Dampfbugsirbooten erlangten Versuchsergebnisse <sup>1)</sup> waren zwar (wie schon bemerkt) nicht völlig entscheidend, neigten sich indess doch der Hauptsache nach für Einführung des Drahtseiles statt der Kette und bei Verwendung des ersteren für das System der seitwärts an dem Schiffe angebrachten Vertical-Zug- und Leitscheiben, letzteres besonders deshalb, weil beim Vorhandensein nur eines Seiles (einer eingleisigen Schiffsbahn) ein Ausweichen zweier solcher sich begegnender und in entgegengesetzter Richtung fahrender Bugsirboote sicher und rasch erfolgen kann.

Auch bei der Frage über Herstellung zweier Zuglinien in demselben Wasser neben einander, oder hinsichtlich der Anlage einer doppelgleisigen Schiffsbahn entschied man sich für das Seil statt der Kette, und zwar einerseits wegen der schon erwähnten geringeren Anschaffungskosten des ersteren, andererseits (und insbesondere) aber, weil bei Ketten eine über kurz oder lang den Verkehr ernstlich störende Verwickelung nicht zu vermeiden sei.

Die völlige Entscheidung über alle diese mehr oder weniger wichtigen Fragen der Erfahrung und somit der Zukunft überlassend, verdient der Vorschlag Eyth's an der bereits citirten Stelle <sup>2)</sup> noch Erwähnung, nämlich bei kleinen Canälen und nicht zu bedeutendem Verkehr sogenannte transportable Dampfmaschinen auf die gewöhnlichen Canalboote zu setzen, übrigens aber wieder endlose, an beiden Enden der zu durchfahrenden Wasserstrecke befestigte Drahtseile zur Anwendung zu bringen.

Fasst man, zur Uebersicht, Alles zusammen, was bis jetzt zur Realisirung der Dampfbugsirfahrt mittelst Ketten oder Draht-

1) Ausführlich hierüber im Beyer'schen Berichte (Archiv für Seewesen, 1869, S. 467) und in der Ziebarth'schen Abhandlung über Ketten- und Seilschiffahrt (Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIII, 1869, S. 737).

2) „The Artisan“ vom 1. März 1870, S. 51, Plate 358, Fig. 15 bis 18.

seile geleistet worden ist, so kann man sowohl bei Verwendung von Ketten als Seilen je zwei Systeme unterscheiden: bei der Kette das Seine-System mit zwei Ketten (auch wohl System Dietz genannt) <sup>1)</sup> und jede dieser Kette über die Deckmitte des betreffenden Dampfschiffes laufend, und das System des Franzosen Bouquié <sup>2)</sup> mit nur einer Kette mit zur Seite des Dampfschiffes angebrachter Zugscheibe (Kettenrad mit Zähnen). Bei Verwendung der Drahtseile hat man die beiden Systeme, das mit vertical gestellten und das mit horizontal montirten Zug- und Leitscheiben, zu unterscheiden, wo jedoch in beiden Fällen das auf- und ablaufende Zugseil an der einen Langseite des Schiffes befindlich ist <sup>3)</sup>.

## §. 6.

Dampffähren <sup>4)</sup>.

Es war naturgemäss, dass man bald nach der allgemeinen Einführung und Benutzung der Dampfschiffe für Transporte auf dem

1) Armengaud: Publication industrielle des machines, Vol. XIV, 1862, p. 147 ff.

2) Annales des Ponts et Chaussées, 1863, 4. Série, 2. Semestre, p. 276.

3) Interessant ist noch die Behauptung Eyth's in dem soeben verzeichneten Bande des „Artisan“ (S. 54), dass nach seinen vielfachen Erfahrungen und neuesten Vervollkommnungen des Drahtseil-Dampfbugsirboot-Systemes mittelst desselben die Frachtkosten per engl. Tonne pro engl. Meile nicht höher als 0,05 Pence zu stehen kamen, während bekanntlich die seitherigen französischen und deutschen Erfahrungen pro deutsche Meile der Centner zu  $\frac{1}{2}$  Pfennig (also höher) angenommen wurden.

Zum Vergleiche mit der Dampf-Seilschiffahrt bemerkt Eyth, dass bei vier englischen Canälen der durch animalische Kraft bewirkte Transport sich auf 0,35 Pence per engl. Tonne und engl. Meile und bei sieben französischen Canälen (im Mittel) zu 0,27 Pence herausstellt. Mit freien Dampfschleppschiffen (Raderradpropellern) auf der Themse sollen dieselben 0,48 Pence und auf sechs französischen Flüssen 0,80 Pence pro Tonne und pro (engl.) Meile betragen.

## 4) Literatur:

a) Plymouth-Ketten-Dampfschiffahrt in den Transactions of the Inst. of Civil Engineers Vol. II (1838), p. 213.

b) Portsmouth und Gosport - Ketten - Dampfschiffahrt. „Engineering“ vom 16. August 1867, S. 123.

c) Englische Fähranstalten für Eisenbahnzwecke. Erbkam, Zeitschr. für Bauwesen, Jahrg. II. (1852), S. 130 und 231.

d) Welkner: Einiges über Hafen- und Dockseinrichtungen in England. Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1856, S. 57 ff.

Wasser auch auf die Idee kam, sie als Fährschiffe, d. h. als Mittel zu benutzen, um quer über schiffbare Flüsse und Ströme, über Binnenseen und Meeresarme von einem Ufer zum anderen zu gelangen, wo entweder die zu grosse Entfernung, die Herstellungs- und Unterhaltungskosten, strategische oder noch andere Umstände das Erbauen fester Brücken unzulässig machten, sogenannte fliegende Fähren<sup>1)</sup> wiederum aber ein nicht ausreichendes Transportmittel boten.

Ohne hier die geschichtliche Ausbildung dieser Dampfschiffverwendungsart zu verfolgen, werde (der nothwendigen Kürze wegen) sogleich erwähnt, dass sie in zwei verschiedenen Weisen ausgeübt wird, erstens indem man das Fährschiff durch Ruder- oder Schraube (ausnahmsweise wohl auch durch Reactionspropeller), d. h. in gewöhnlicher Weise, zum Fortlaufe antreibt, und zweitens, indem man das System der Ketten- oder Seilschiffahrt in Anwendung bringt und die Ueberfahrt durch

e) Weishaupt: Die Homburg-Ruhrorter-Rhein-Trajectanstalt. *Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen*, Bd. VII. (1857), S. 347 ff.

f) Ein Fährboot mit Reactionspropeller auf der Clyde. *Hansa* 1866, S. 558.

g) Hartwich: Erweiterungsbauten der rheinischen Eisenbahnen. *Zweite Abtheilung: Fähranstalten für den Eisenbahnverkehr*. Berlin 1867.

h) Dampffähre am Detroit-Flusse bei Detroit in Canada. *Archiv für Seewesen*, Jahrg. 1867, S. 241.

i) Grantham: „Proposed Steamship for the Channel-Service“, *Engineering* vom 10. September 1869, S. 178.

k) J. Scott Russel: „On Railway Communication across the Sea.“ *Transactions of the Institution of Naval Architects*, Vol. X. (1869), p. 47.

l) Schaltenbrand: Trajectanstalten über den Rhein bei Elten und Rheinhausen. *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, Bd. 14 (1870), S. 14.

1) Es werde hier die Gelegenheit benutzt, zu erwähnen, dass das Princip der meisten fliegenden Fähren darin besteht, den Wasserstrom selbst als treibende Kraft zur Fortbewegung des Schiffes (Pontons, Prahms) und zwar dadurch zu benutzen, dass man das Fährschiff gieren lässt, d. h. seine Längsachse geneigt gegen den Stromstrich stellt. Der rechtwinklige Druck des Wassers gegen das Schiff zerlegt sich hierbei in zwei Seitenkräfte, wovon die eine in die Richtung des Leitseils fällt und den Fortlauf des Schiffes bewirkt, die andere normal zum Leitseil gerichtet ist und von den Ketten aufgenommen wird, welche das Stromhinuntertreiben des Fährschiffes verhindern. Wie man bei diesen fliegenden Fähren die Anwendung von Menschenkräften zur Fortbewegung einschränken oder gar überflüssig machen kann, zeigt Ingenieur Reder im 2. Bd. der *Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins*, 1856, S. 63.

Andere Ideen für Fährschiffe zum Gieren giebt Schäldebrand in der *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, Jahrgang 1870, S. 703 ff.



Ziehen an mehr oder weniger gespannten Ketten oder Seilen vom Schiffe aus verrichtet, in beiden Fällen aber das Schiff selbst als Prahm (Ponton, Ponte), d. h. mit einem geeigneter festen Deck construirt, um namentlich Räderfahrwerke leicht auf- und abfahren und gehörig sicher und bequem transportiren zu können.

Die ausgedehnteste und nutzbringendste Verwendung haben beide Arten von Dampffähren zum Uebersetzen von Eisenbahnzügen über Ströme, Meeresarme und Seen gefunden.

Das freie Ponton-Dampfschiff scheint man zuerst bei den Trajectanstalten der Edinburgh-Perth-Dundee-Eisenbahn (in Schottland) über den Firth of Forth und Firth of Tay benutzt zu haben <sup>1)</sup>. Nachher hat es Verwendung bei der (in der Literaturnote S. 188 citirten) Homburg-Ruhrorter-Rheintrajectanstalt gefunden, dann beim Elbübergange der Lüneburg-Lauenburger Bahnstrecke <sup>2)</sup>, ebenso in der ägyptischen Eisenbahnlinie von Alexandria nach Cairo, als Trajectanstalt über den Nil; ferner beim Uebergang über den Detroitfluss in Canada zur Verbindung der Great Western und der Michigan Centralbahn <sup>3)</sup>, und endlich in neuester Zeit beim Transporte der Eisenbahnwagen von der württembergischen Staatseisenbahn über den Bodensee auf die schweizerische Nordostbahn <sup>4)</sup>.

Fig. 91 lässt die Endansicht des letzteren, ganz aus Eisen erbauten Bodensee-Dampffährbootes erkennen, dessen Länge 230 Fuss engl. beträgt, bei einer Breite von 40 Fuss, ohne die Ruderräder zu beiden Seiten. Letztere haben 24 Fuss Durchmesser und 8 Fuss Breite und werden von zwei Dampfmaschinen mit oscillirenden Cylindern (40 Zoll Durchmesser und 6 Fuss Kolbenhub) in Bewegung gesetzt <sup>5)</sup>. Auf der kräftigen Pontondecke *aa*

1) Beschrieben und abgebildet in der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1856, S. 61, und in den vorher citirten „Entwerfungen der rheinischen Eisenbahn“, S. 1, Blatt A.

2) Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 12 (1866), S. 71 ff.

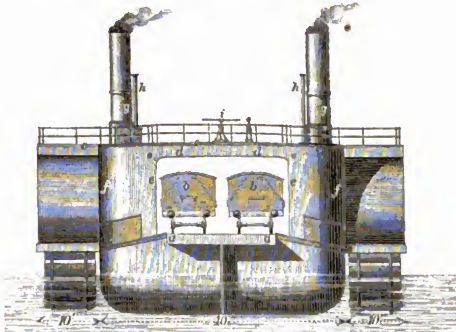
3) Archiv für Seewesen, Jahrgang 1867, S. 241.

4) Scott Russel in dem vorher citirten Vol. X. der Transact. of the Inst. of Naval Architects (1869), S. 49.

5) Das für jedes Ruderrad vorhandene, im Innern von *f* placirte Dampfmaschinenpaar (ähnlich wie im „Great Eastern“, S. 134 Fig. 68 und 69 angeordnet) arbeitet selbstständig. Die mittlere Umdrehzahl der Ruderräder ist 16 pro

liegen zwei Eisenbahngleise neben einander, derartig, dass das Schiff zwei Wagenreihen von je 7 bis 8 Stück, überhaupt also 14 bis 16 Eisenbahnfahrwerke aufnehmen kann.

Fig. 91.



Das obere Deck *cc* erstreckt sich nur über die Mitte des Schiffes und nimmt reichlich  $\frac{1}{3}$  der Länge des ganzen Baues ein, so dass die beiden Enden ein völlig freies Unterdeck *aa* zeigen und den Passagieren, welche in den Wagen sitzen bleiben, freie Aussicht über den See, in das umgebende Küstenland und nach den fernen Schweizerbergen gestatten. Der eiserne Mittelkörper *acde* des Schiffes bildet übrigens im Innern ein kräftiges Gitterwerk, was dem ganzen Baue grosse Steifigkeit und Festigkeit bei einem Minimum von Material verleiht.

Das obere Deck *cd* bietet Platz für den commandirenden Capitän und die Steuerleute, wozu bemerkt werden mag, dass sich an jedem Ende des Schiffes ein Steuerruder befindet, um die Nothwendigkeit des Umkehrens in den Häfen zu vermeiden. Zwei Handräder *i* (in unserer Figur nur eins sichtbar, während die Steuerruder ganz weggelassen sind) dienen zum Regieren der Steuerruder.

Um den Wasserstandswechsel im Bodensee auszugleichen und die erforderliche Höhe zum Ueberführen und Abfahren des Minute. Die  $2\frac{1}{2}$  geographische Meilen betragende Entfernung — Friedrichshafen-Romanshorn — wird dann in ungefähr 44 Minuten zurückgelegt.

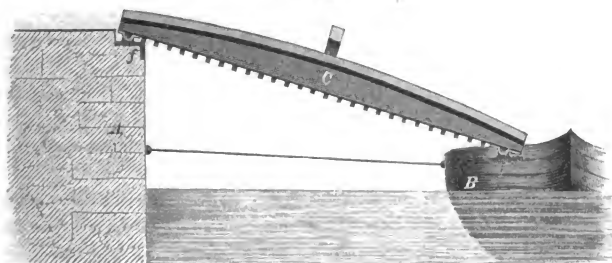
Mit der Aufstellung des Projectes war Scott Russel beauftragt. Nach dessen Angaben und Entwürfen führte die Maschinenfabrik von Escher, Wyss und Comp. in Zürich den Bau für die Summe von 520000 Franken aus.

Eisenbahnfuhrwerks zu erhalten, sind im Schiffe zwei Wasserkammern angebracht, die mehr oder weniger gefüllt werden können und wodurch man auch in den Stand gesetzt wird, das Schiff an einem Ende zu heben, an dem anderen zu senken. Beim Ueberladen legt sich das Schiff auf einen höher oder tiefer zu stellenden Landungsbock, während der letzte Unterschied der Schienenhöhenlage durch 12 Fuss lange Zungenstücke am äussersten Ende der klappenartigen Landungsbrücke corrigirt wird <sup>1)</sup>.

Wenn noch bedeutendere Wasserstände auszugleichen sind, so schaltet man zwischen dem Dampffährschiffe und der Landungsbrücke entweder besondere Pontons oder fahrbare Plattformen ein, wovon die nachstehenden Abbildungen Fig. 92 und Fig. 93 interessante Beispiele sind.

Fig. 92 zeigt die betreffende Anordnung an der Ueberfahrstelle der Mersey zwischen Liverpool und Birkenhead. In einiger

Fig. 92.



Entfernung von der Quaimauer *A* liegt ein grosses Ponton *B*, das, mit dem Wasserstande auf- und niedergehend, die gewöhn-

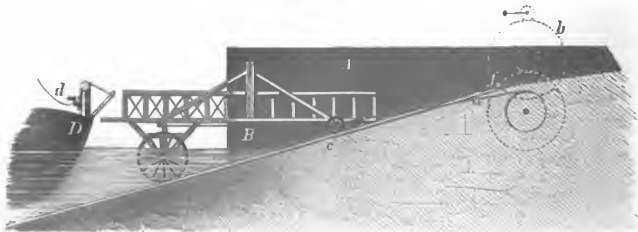
1) Ausser der von Scott Russel selbst (in der vorher angegebenen Quelle) gelieferten Beschreibung und Abbildung dieses Bodenseefährschiffes, finden sich noch Notizen über dasselbe in der Zeitung deutscher Eisenbahnverwaltungen, Jahrgang 1869, S. 113.

Scott Russel hebt (in der englischen Quelle) ausdrücklich hervor, dass er die Bodensee-Dampffähre als ein Experiment für ähnliche Eisenbahncommunicationmittel zwischen Dover und Calais betrachtet habe. Ein anderes Project für letzteren Zweck, was Erwähnung verdient, rührt von dem bekannten Schiffbauingenieur Grantham her. Dieser schlägt Fährschiffe von 400 Fuss Länge und 45 Fuss Breite mit Dampfmaschinen von 600 Nominal-Pferdekräften vor. Abbildung und Beschreibung eines solchen Schiffes findet sich im Engineering von 1869 (10. September), S. 178.

liche Bordhöhe der Dampfschiffe hat. Auf dieses Ponton führen zwei neben einander liegende Landungsbrücken *C* (in unserer Abbildung nur eine sichtbar), welche mit starken, gusseisernen Charnierstücken *ff* sowohl auf der Quaimauer *A* als auf dem Ponton *B* liegen. Diese Brücken haben eine solche Länge, dass ihre grösste Neigung bei niedrigster Ebbe höchstens  $\frac{1}{10}$  beträgt, so dass bespannte Fuhrwerke die Brücke stets ohne Gefahr passieren können.

Eine andere (englische) Anordnung, um ebenfalls mit Pferden bespannte Wagen leicht übersetzen zu können, lässt Fig. 93 erkennen, und zwar befindet sich diese auf beiden Ufern des Tyne-Flusses zwischen North und South Shields.

Fig. 93.



Hier ist in der Quaimauer *AA* ein 12 Fuss breiter Einschnitt gebildet, durch den eine Eisenbahn mit circa  $\frac{1}{6}$  Gefälle ins Wasser geführt ist. Auf dieser Bahn wird ein Wagen *B* mit der horizontalen Plattform dem jedesmaligen Wasserstande entsprechend eingerichtet, was mittelst Zugketten *aa* und einer Windevorrichtung *b* verhältnissmässig leicht geschieht. Sperrhaken *c* verhindern jedes unbeabsichtigte Herablaufen des Wagens, wenn Ketten oder Radzähne des Windewerkes *b* reissen oder brechen sollten.

Das Dampffährschiff *D* legt sich quer vor die fahrbare Plattform *B*, während eine am Schiffe angebrachte Klappe als Laufbrücke durch geeignete Handwinden *d* entsprechend niedergelegt werden kann <sup>1)</sup>.

1) Ausführlicher in unserer Quelle: Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 2 (1856), S. 57, unter der Ueberschrift: „Einiges über Hafen- und Dockseinrichtungen in England. Reisenotizen des Maschinenmeisters Welkner.“

Was die zweite Gattung der Dampffähren, die nach dem Systeme der Ketten- oder Seilschiffahrt, anlangt, so wird es genügen, auf die S. 86 verzeichnete Literatur zu verweisen und hier nur eine der neuesten und besten deutschen Fähranstalten, über den Rhein bei Rheinhausen (unweit Duisburg), zum Uebersetzen von Fuhrwerken der Essener-Osterrather Eisenbahn, zu besprechen.

Hier hatte man nämlich die Bedingung gestellt, die Dampffähren (Prahme, Ponten) in völlig geradliniger Fortsetzung mit den Eisenbahngleisen an beiden Ufern und deshalb rechtwinklig gegen die Stromrichtung überzuführen, wodurch naturgemäss eine gewaltige Stromwirkung auf die 150 Fuss (47 Meter) langen und 25 Fuss (7,85 Meter) breiten Schiffe überwunden und deren Abtrieb verhindert werden musste. Bei den oben (S. 187) erwähnten Ketten-Dampffähren in Plymouth und Portsmouth hat man letzteres Uebel nicht zu bekämpfen, vielmehr reicht dort, bei der bedeutenden Meerestiefe, ungeachtet der grossen Stromgeschwindigkeit bei Ebbe und Fluth, die Spannung der Kette aus, um die auf das nur 55 Fuss lange Fährschiff (rechtwinklig gegen dessen Länge) wirkende Kraft des fliessenden Wassers aufzuheben und einen nachtheiligen Abtrieb zu verhüten. Die schweren Ketten, welche bei der grossen Tiefe auf sehr weite Entfernungen durch das Schiff vom Grunde abgehoben werden, gelangen stets wieder in die richtige Lage und lassen sich von dem Abtriebe des 60 bis 90 Fuss höher schwimmenden Schiffes nicht wesentlich stören.

Ganz anders ist dies bei der Rheinhausener Trajectanstalt, weil hier die Ketten, des seichten (verhältnissmässig wenig tiefen) irregulären Strombettes wegen, nur wenig vom Grunde abgehoben werden und demgemäss eine Verschiebung der Ziehketten ohne Querverankerung ganz unvermeidlich ist.

Aus diesem Grunde, sowie um überdies die Ueberfahrt in vollständig gerader Linie von einem Bahngleisende zum anderen (an beiden Ufern), sowie rechtwinklig zur Stromrichtung des Rheines, ausführen zu können, hat man hier drei verschiedene Drahtseile und überdies eine lange (starke) Kette in Anwendung gebracht, nämlich ein Zugseil (von  $1\frac{1}{4}$  Zoll oder 33 Millimeter Durchmesser) um das Fährschiff von einem Ufer nach dem anderen schaffen (ziehen) zu können, ein damit parallel laufendes Halteseil (von  $1\frac{3}{4}$  Zoll oder 46 Millimeter Durchmesser), um die bestimmte Fahrriichtung zu erzwingen, ein Ankerseil, zum

Verankern des jedesmaligen Halteseiles, und endlich eine in der Stromrichtung durchgehende Kette zur gehörigen Befestigung der Ankerseile.

Fig. 94.



In vorstehender Fig. 94 ist die Ankerkette mit *a*, das Ankerdrahtseil mit *b*, das Haltseil mit *c* und das Zugseil mit *d* bezeichnet. Von den 250 Fuss (78,5 Meter) langen Ankerketten *a* liegen zwölf parallel neben einander, eben so viel sind aber auch Ankerdrahtseile *b* von 100 Fuss (31,4 Meter) Länge vorhanden. Diese Ankerdrahtseile *b* sind mit den Halteseilen *c* durch sehr kräftige Haken (Schellen genannt) verbunden und sind diese derartig construirt, dass sie die an dem Fährschiffe befestigten Rollen zur Führung des Haltseiles *c* übergreifen, so dass diese Haken (bei geeigneter Verbindung mit dem Seile durch schlanke Stahlhülsen) die Führungsrollen ohne irgend ein Hinderniss passiren können <sup>1)</sup>.

Erwähnt zu werden verdient jedenfalls noch, dass beim Rheinhausener Traject fünf der erörterten Fahrstrassen (correspondirend mit den fünf neben einander liegenden Eisenbahngleisen an beiden Rheinufern) und auch fünf Dampffähren (mit den zugehörigen Pontons) vorhanden sind <sup>2)</sup>.

1) Auf die Detailconstruction dieser wichtigen Anordnung kann hier (wegen Raumangels) nicht eingegangen werden, weshalb wir namentlich auf die vortrefflichen Beschreibungen und Abbildungen der vorher citirten Schaltenbrand'schen Mittheilungen und Erörterungen im XIV. Bande (1870) der Zeitschrift deutscher Ingenieure S. 630 (einschl. Blatt 6) verweisen müssen.

Ueber zwei neuere Anordnungen zur Lösung des Problems der Fährkettencrossung von Förster und von Müller in Dresden, wird im Protocolle der 69. Hauptversammlung des sächs. Ingenieur-Vereins (vom 14. November 1869) S. 36 berichtet und dabei bemerkt, dass beide Vorrichtungen so beschaffen sind, dass sie über die Haltkette, welche auf die Zugkette (Fährkette) zu liegen kommt, hinweglaufen können.

2) Grundriss und Situationszeichnungen finden sich namentlich in der S. 86 citirten Abhandlung des Herrn Oberbauraths Hartwich: „Erweiterungsbauten“, Fähranstalten für den Eisenbahnverkehr, Blatt 1.

Sowohl die Halteseile als Zugseile aller fünf Fahrstrassen sind an beiden Enden nicht fest gemacht, sondern werden durch in Brunnen herabhängende Gewichte in den erforderlichen Spannungen gehalten. Dass man hierdurch dem ganzen Systeme die erforderliche Festigkeit im Vereine mit einer wünschenswerthen Nachgiebigkeit ertheilt, versteht sich wohl von selbst.

Den Bewegungsmechanismus der Rheinhausener Fährschiffe bildet überall eine liegende Zwillingsdampfmaschine von je 12 Zoll (314 Millimeter) Cylinderdurchmesser und 18 Zoll (460 Millimeter) Kolbenhub, welche eigens zu diesem Zwecke von Schaltenbrand construiert wurden.

Die Arbeitsgrösse eines jeden dieser Maschinencomplexe wird zu 30 Pferdekräften, bei einem Dampfüberdruck von 7 Atmosphären, geschätzt.

Die Dampfmaschine arbeitet übrigens mit Zahnradübersetzung von 1:4 auf Seilscheiben von 8 Fuss (2,5 Meter) Durchmesser. Die höchste zulässige Fahrgeschwindigkeit ist die von 8 Fuss (2,50 Meter) pro Secunde. Die Ueberfahrzeit beträgt, je nach dem Wasserstande, 5 bis 8 Minuten. Die mittlere Strombreite an der Trajectstelle beträgt circa 2000 Fuss (628 Meter).

In Bezug auf die in Fig. 94 gezeichnete Endansicht zweier Fährschiffe werde nur noch bemerkt, dass Dampfmaschine und Kessel, in der Längenrichtung des Schiffes hinter einander angebracht sind und kaum  $\frac{1}{3}$  der Breite des (25 Fuss breiten) Fährschiffes einnehmen, während die übrigen (reichlich)  $\frac{2}{3}$  zur Aufstellung der Eisenbahnwagen frei bleiben, von denen gewöhnlich sechs (hinter einander) Platz finden. Wir bedauern, nicht Raum zu haben, alle Einzelheiten dieser ausgezeichneten Fähranstalt zu besprechen, machen daher nur noch auf die eigenthümlichen Landungsbrücken, fahrbaren Rampen, aufmerksam, welche den Uebergang von den Eisenbahngleisen am Lande auf die der Dampf-fährschiffe vermitteln und die in unserer Quelle abgebildet und beschrieben sind <sup>1)</sup>.

---

1) „Trajectanstalten von Schaltenbrand“, Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1870, S. 695.

## §. 7.

**Kriegsdampfschiffe <sup>1)</sup>**.

So weit es Zweck und Raum gestatteten, wurde in der geschichtlichen Einleitung (§. 1 bis §. 4) auch des Kriegsdampfschiffes gedacht und zwar zuletzt noch speciell hinsichtlich Einführung der Schraube als Propeller (S. 125) in der englischen und (S. 126) in der französischen Marine.

Eine völlig neue Epoche für die Kriegsdampfschiffe beginnt jedoch erst mit dem Ausbruche des orientalischen oder Krim-

## 1) Literatur:

a) „Die Panzerschiffe.“ Aus der Feder eines competenten Marine-Offiziers im Jahrbuche zum Brockhaus'schen Conversations-Lexikon, Bd. 6 (1862), S. 511. Eine vorzügliche Arbeit, die namentlich im geschichtlichen Theile dieses Paragraphen benutzt wurde.

b) Norman, S. Russel: „On the Construction and Application of Iron-Armour for Ships of War.“ Nach dem Inst. of Mech. Engineers durch den „Artisan“, 1863, p. 127. Eine belehrende Abhandlung, namentlich über Specialitäten verschiedener Panzerconstructions.

c) Paris: L'Art naval à l'exposition universelle de Londres en 1862. Chap. I. Navires cuirassées. Besonders der Abbildungen wegen bemerkenswerth.

d) Murray: „Ship-Building in Iron and Wood.“ Sec. Edit. 1863, p. 24.

e) Paris: Supplément à l'Art naval à l'exposit. de 1862. Paris 1864.

f) B. Graser: „Mängel der Panzerschiffe.“ Eine Reihe lesenswerther Artikel in der Zeitschrift „Hansa“, Jahrg. 1864, S. 154, 168, 177, 192 und 210.

g) Paris: Note sur les Navires Cuirassées. Paris 1865. (Minder wichtig.)

h) Scott Russel: „Modern System of Naval Architecture.“ Vol. I, p. 546, Ships of War. London 1865.

i) Schmidt: Notizen über französische Panzerschiffe in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1866, S. 35 und 113. Werthvolle, vom Verfasser während seines Aufenthaltes in Cherbourg (April 1865) geschriebene Aufsätze.

k) Paris. L'Art naval à l'exposition universelle de Paris en 1867, Chap. I. Navires cuirassées. Auch wieder besonders der Abbildungen wegen bemerkenswerth.

l) Fréminville: „Marine Militaire“ im X. Bande p. 412 der Rapports du jury international de l'exposition universelle de 1867 ff. à Paris. Eine werthvolle Abhandlung.

m) Reed: „On Long and Short Iron-Clades“, Transactions of the Inst. of Naval Architects (1869), Vol. X, p. 59. Ein lesenswerther Aufsatz des berühmten Schiffsbauers der englischen Marine.

n) Graser: „Norddeutschlands Seemacht“, Leipzig 1870, S. 138 bis 240. Ein in allen Theilen empfehlenswerthes, mit der bekannten Sachkenntnis des Verfassers geschriebenes Werk.

o) Romako: Das Kasemattschiff „Custoza“ (mit Abbild.). Werthvolle, belehrende Abhandlung eines k. k. österreichischen Schiffsbauinspectors im VI. Jahrg. (1870) des Archivs für Seewesen, S. 546.



krieges (1854 bis 1856), wo man anfang, die Schiffe mit Metallplatten zu bekleiden oder zu panzern, und zwar nicht bloss um diese nur schlechthin gegen Schusswirkungen zu schützen, sondern hauptsächlich um sie gegen in (ziemlich) gerader Linie geschossene Granaten (hohle Projectile der Bomben- oder Granat-Kanonen) zu sichern <sup>1)</sup>.

Der zweite Erfinder der Bomben-Kanonen (1822), der französische Oberst Paixhans, wurde daher auch der Erfinder der mit Eisen gepanzerten Schiffe, deren erste Ausführung jedoch dem französischen Kaiser Napoleon III. als Verdienst zuerkannt werden muss. Beim Ausbruche des Krimkrieges nahm Napoleon die Paixhans'sche Idee wieder auf und liess drei schwimmende Batterien <sup>2)</sup> (batteries flottantes) herstellen und mit Eisenpanzern aus 3 1/2 zölligen Eisenplatten ausstatten, die bis etwas unter die Wasserlinie herabreichten und auf den 26 zölligen Holzwänden der Batterie befestigt waren. Es gelang, diese drei französischen Fahrzeuge <sup>3)</sup> ins Schwarze Meer und vor Kinburn zu bringen, wo ihre Geschütze mit Erfolg gegen die russischen Landbatterien

1) Die erste Idee zu den Bomben-Kanonen gab Napoleon I. Bereits im Jahre 1810 wurde ein Geschütz von 7500 Pfd. (2750 Kilogramm) construiert, das, mit einer Pulverladung von 20 Pfd. (10 Kilogr.), 8zöllige (20 Centimeter) Hohlgeschosse werfen sollte. Leider wurde das in Douai hierzu gegossene Geschütz nicht fertig, da Napoleon inzwischen den Thron verloren hatte und die ihm folgende Regierung die Sache fallen liess.

2) Die Namen dieser drei schwimmenden Panzer-Batterien waren: „Devastation“, „Lave“ und „Tonnante“.

Eine Art durch Panzer geschützter Fahrzeuge wurde schon (vom französischen General Darson) bei der Belagerung von Gibraltar 1782 benutzt. Die Wände dieser Flösse (Schiffe) hatte man aus schweren Balken construiert und mit 3 Fuss dicken Korklagen gedeckt, deren Elasticität die Percussionskraft der Kugeln unschädlich machen sollte. Um gegen die glühenden Kugeln einen Schutz zu bieten, hatte man im Innern der Wände mit Wasser gefüllte Zwischenräume angebracht. Constructionsmängel liessen jedoch ihren Zweck verfehlen, indem sämtliche Batterien dieser Art durch die glühenden Kugeln der Engländer in Brand geschossen wurden, wobei die Besatzung elend umkam. (Die vorher citirte Abhandlung im 6. Bande „Unsere Zeit“.)

3) Die schwimmenden Batterien, welche die Engländer zu bauen übernommen hatten, waren schlechter als die der Franzosen ausgefallen und gelangten auch zu spät, erst einige Tage nach der Einnahme von Kinburn (17. October 1855), in der Bai von Kamirsch an. Die französischen Fahrzeuge hatten 165 Fuss Länge, führten 16 Stück 50pfündige Bomben-Geschütze, waren mit Dampfmaschinen von 375 Indicator-Pferdekräften Arbeitsstärke ausgestattet, hatten Schrauben als Propeller, je 300 Mann Besatzung etc.

kämpften, das Gefecht mit der Einnahme des Platzes endete und zugleich die wichtige Frage zu Gunsten der Panzerschiffe entschieden wurde <sup>1)</sup>.

Während die Engländer die hier gemachten Erfahrungen wenig oder gar nicht beachteten, machte sich Napoleon III. dieselben rasch nutzbar und verlangte von dem als General-Schiffsbau-Director berufenen Dupuy-de-Lôme (dem tüchtigen Constructeur des S. 126 besprochenen Schraubenlinienschiffes „Napoleon III.“) festzustellen, ob sich die schwimmenden Batterien in wirkliche Schiffe (nach Gestalt, Segelkraft und Manövrirfähigkeit) umwandeln liessen und ob der ihnen zu gebende Eisenpanzer dem Feuer der schwersten Marine- und Landgeschütze unter den ungünstigsten Umständen würde erfolgreichen Widerstand leisten können. Dupuy-de-Lôme löste, unter Vornahme sorgfältiger Versuche, die hiermit gestellte Aufgabe rasch und entschieden, so dass die Umformung der französischen Flotte beschlossen und bereits am 20. März 1850 drei Panzerschiffe, die „Gloire“, der „Invincible“ und die „Normandie“, auf den Stapel gesetzt wurden, denen noch im September desselben Jahres ein viertes Schiff, die „Couronne“, folgte. Die „Gloire“ lief gegen Ende 1859 vom Stapel und bestand ihre grosse Seeprobe im September 1860 vortrefflich <sup>2)</sup>.

In England blickte man Seitens der Sachverständigen anfänglich spöttisch auf die „Gloire“, bis die öffentliche Meinung das Durchschlagen zu Gunsten der Panzerschiffe herbeigeführt hatte und endlich 1859 das auf den Stapelsetzen von vier solchen Schiffen, nämlich dem „Warrior“, „Black Prince“, „Defence“ und „Resistance“, durchgesetzt wurde. Dabei wählte man die „Gloire“ nicht zum Modelle, man baute daher auch die Schiffsschale nicht aus Holz, sondern aus Eisen, panzerte den Körper (auswendig) nur theilweise und zwar in der Mitte, während Vorder- und Hintertheil unbeschützt blieben; auf dem Deck wurden zwei gepanzerte Thürme (Rifle Towers) mit Schiesscharten für mit dem Kleingewehr versehene Schützen angebracht u. s. w. Der „Warrior“ wurde im Sommer 1861 bereits seefähig, befriedigte jedoch nicht

1) Die Russen schossen aus 24- und 32-Pfündern mit Vollkugeln und Granaten. Die Schussweite betrug circa 2500 Schritte. (Ausführlicher in dem vorher citirten Band 6 „Unsere Zeit“.)

2) Abgebildet in Murray's „Ship-Building in Iron and Wood“, 2. Edit., p. 26.

in dem Maasse, als man erwartet hatte <sup>1)</sup>. Die bei den ersten Versuchen erlangte Geschwindigkeit von  $14\frac{1}{3}$  Knoten reducirte sich bei andauernder Fahrt (u. A. nach Lissabon) auf  $11\frac{1}{2}$  Knoten, dabei schlingerte das Schiff sehr stark (d. h. drehte sich heftig um eine durch seinen Schwerpunkt gehende, mit der Kiellinie parallele Achse), zeigte alle schlechten Eigenschaften, welche man seiner Zeit der „Gloire“ vorwarf, stand aber in Bezug auf das Steuern weit hinter der „Gloire“ zurück. Die „Defence“ fiel nicht besser aus, der „Black Prince“ schlug schon im Hafen um u. d. m.

Immer wieder liessen sich die Engländer von den Franzosen überflügeln. Bereits im Juli 1859 wurden nach einem neuen Plane Dupuy-de-Lôme's zwei andere grössere (Zweidecker) Panzerfregatten, „Magenta“ und „Solferino“, auf den Stapel gesetzt. Mit Dampfmaschinen von 1000 Nominal-Pferdekräften ausgerüstet, führt jedes dieser Schiffe 50 Geschütze, die sämmtlich im mittleren Theile der Länge in zwei Reihen über einander concentrirt wurden; ferner unterscheiden sich beide hinsichtlich der Bepanzerung von der „Gloire“, indem sie diese nur (theilweise) vom Batteriedeck bis unter die Wasserlinie über die ganze Länge des Schiffes besitzen.

Allerdings setzten im December 1860 die Engländer zwei

1) Ueber die Construction der Wände dieser Schiffe, beispielsweise beim „Warrior“, aus der Eisenhaut der eigentlichen Schiffschale, dann einer starken Holzlage und endlich mit einem  $4\frac{1}{2}$ zölligen Eisenpanzer (in der Mitte) bedeckt, handelt sehr speciell der vorher citirte Aufsatz von Normand Russel im „Artisan“ 1863, S. 128.

Die schönsten Abbildungen des „Warrior“ liefert Rankine in seinem mehrfach citirten Werke „Shipbuilding“, Plate B<sub>1</sub> bis B<sub>8</sub>.

Die Hauptdimensionen und Verhältnisse der „Gloire“ und des „Warrior“ sind folgende:

	„Gloire“.	„Warrior“.
Länge zwischen den Perpendicularen	77,90 Meter.	116,90 Meter (380 Fuss engl.).
Breite . . . . .	16,87 „	17,69 „ (58 „ „ )
Tauchung (mittlere) . . . . .	8,50 „	7,93 „ (26 „ „ )
Displacement . . . . .	5719 Tons.	9000 Tons.
Panzergewicht . . . . .	810 „	1200 „
Geschützzahl . . . . .	36 (gezogene).	42 (Armstrong).
	Davon 34 (50-Pfünder) in der Batterie und 2 auf Deck.	Davon 36 (68-Pfünder) in der Batterie und auf Deck 2 100-Pfünder und 4 40-Pfünder.
Nominelle Pferdekraftzahl der Dampf- maschinen . . . . .	800.	1250.

weitere Fregatten, „Hector“ und „Valiant“, entgegen, beide nicht theilweise, sondern wie die „Gloire“ ganz und gar gepanzert, allein die Franzosen blieben mit ihren Panzerschiffen sowohl der Zahl als Technik und Leistung nach im Vortheile, in ersterer Hinsicht derartig, dass bereits am 1. Januar 1863 Frankreich zehn Panzerfregatten mehr als England besass, eine Differenz, die für gewisse Eventualitäten den Engländern schwer auf's Herz fiel! <sup>1)</sup>

Noch viel schlimmer schien Englands bisherige Uebermacht zur See erschüttert werden zu wollen durch ein Ereigniss zur Zeit des Bürgerkrieges der Vereinigten Staaten Nordamerikas (1861 bis 1865). Am 8. März 1862 erschien nämlich zwischen der Bundesfestung Monroe (in Virginien) und Hampton (Hampton Roads genannt), zur Vertheidigung der Mündung des James River, die Secessionistenflotte, aus zwei Panzerdampfern, einigen Kanonenbooten und einem seltsamen Fahrzeug bestehend, das wie ein auf dem Wasser schwimmendes Hausdach aussah, aus dessen schrägen Flächen überall Kanonenrohre vom schwersten Kaliber hervorragten, ohne jede Takelage, nur nahe dem einen Ende mit einem Dampfschornstein versehen etc. Dieser schwimmende (über 256 Fuss lange und  $51\frac{1}{3}$  Fuss breite) Koloss war die ehemalige Bundesfregatte „Merrimac“, die von den Conföderirten genommen, versenkt, in eine schwimmende Batterie verwandelt und „Virginia“ getauft worden war. Dies eiserne Ungeheuer (mit zwei 100pfündigen Armstrong-Kanonen und 11zölligen drehbaren Mörsern armirt) rannte mit seinem doppelten Stahlschnabel (dem Rostrum der Alten, S. 21, 29, 46 ff.) zuerst der auf der Rhede liegenden Unions-Segelfregatte „Cumberland“ (von 20 Kanonen) zwei solche Löcher in den Rumpf, dass sie binnen wenigen Minuten sank, zwang sodann eine zweite Unions-Fregatte, den „Congress“ (von 40 Kanonen), die Segel zu streichen und wurde nur durch den Einbruch der Nacht an der Fortsetzung der Zerstörung noch anderer Unions-Kriegsschiffe gehindert. Es sollte jedoch anders kommen. Als nämlich am nächsten Tage die „Virginia“ wieder gegen die noch übrigen vorhandenen Unions-Schiffe herandampfte,

---

1) Recht empfehlenswerth ist hier die vorher notirte Arbeit des deutschen Technikers Schmidt (1865 in Cherbourg verfasst), unter der Ueberschrift: „Notizen über die französischen Panzerschiffe“, in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1866, S. 35 und 113.

legte sich ihr das in Fig. 95 und 96 abgebildete seltsame Meer-  
ungethüm, eine schwimmende eigenthümliche Batterie, in den Weg,  
welche der in Nordamerika lebende schwedische Schiffscapitän  
Ericsson (S. 112) in der kurzen Zeit vom October 1861 bis

Fig. 95.



Fig. 96.



zum Neujahrstag 1862 erbaut hatte. Dies ganz eiserne Doppelschiff (von nur 172 Fuss Länge oben und von 124 Fuss Länge unten, bei 18 Fuss grösster Breite) war in der Mitte mit einem drehbaren Thurme (einer bombenfesten Schanze) versehen, in welchem man ein 11zölliges Geschütz placirt hatte, aus welchem Kugeln von 184 Pfund geschossen wurden <sup>1)</sup>.

Nach fünfständigem Kampfe behauptete dies von Ericsson „Monitor“ (Mahner) getaufte Schiff das Feld, ohne selbst etwas

1) Sowohl in den Abbildungen der „Illustrated London News“ vom 5. April 1862, S. 330, und vom 12. April 1862, S. 366, als auch in der „Leipziger (Weberschen) illustrierten Zeitung“ vom 19. April 1862 wird Ericsson's „Monitor“ mit einem cylindrisch-runden (nicht kugelförmigen) Thurme, aus welchem zwei Geschütze ragen, abgebildet, während Scott Russel in seinem grossen, vorher citirten Werke auch nur ein Geschütz verzeichnet. Unsere beiden Holzscnitte sind dem „Artisan“ vom 1. Februar 1863 entlehnt (d. h. einem technischen Journale, welches sich besonders um Schiffsnachrichten verdient macht) und dürfte dies wohl die richtigste (?) Angabe sein.

gelitten zu haben; an seinem Deck fand sich auch nur ein Verwundeter, Lieutenant Worden, der Befehlshaber des „Monitor“, der, im Thurme (der Kuppel) des Schiffes stehend, von den Splittern der anprallenden feindlichen Kugeln an den Augen verletzt (später aber wieder geheilt) worden war <sup>1)</sup>.

Hiernach war es erklärlich, dass man von nun ab überall, besonders aber in England, für Monitors schwärmte, wobei auch zugleich erst allgemein bekannt wurde, dass bereits am 13. Juli 1860 der englische Schiffscapitän Coles in der United Service Institution (statt der zeitherigen Breitseitenschiffe, von deren Kanonenreihen fast in allen Fällen nur die eine Hälfte wirken kann) die Herstellung von drehbaren Schilden und runden Kuppeln bereits empfohlen hatte, in denen er Geschütze placirt wissen wollte, mit denen man (bei geeigneter Drehung) nach allen Seiten hin zu schiessen im Stande war. Hierbei stellte sich zugleich heraus, dass Ericsson's „Monitor“ streng genommen nur die Verwirklichung der Coles'schen Idee war <sup>2)</sup>, allerdings mit einigen Abänderungen (z. B. Drehung der Kuppel auf einem Zapfen statt auf einer Plattform, Herabziehen der Bordhöhe des Schiffskörpers auf ein Minimum etc.), namentlich dass Ericsson's Fahrzeug weniger Zielfläche darbot etc. etc.

Die englische Admiralität gab dem Vorschlage Coles' zum Umbauen der hölzernen Breitseiten-Kriegsschiffe in Kuppelschiffe und dem allgemeinen Drängen der öffentlichen Meinung endlich

1) In Bezug auf das Material war der „Monitor“ ganz wie der „Warrior“ gebaut, d. h. die Spanten und die Beplankung bestanden aus Eisen (letzteres halbzöllig). Ein Panzer von 26 Zoll Eichenholz mit 5zölligem Walzeisen darüber schützte das Fahrzeug vom Oberdeck bis 3 Fuss unterhalb der Wasserlinie. Das Deck war aus 7zölligen hölzernen Planken gebildet, mit 1zölligen Eisenplatten belegt und daher bombenfest. Die Kuppel hatte 21 Fuss äusseren Durchmesser und war aus acht 1zölligen Platten von Walzeisen construiert. Die Betriebsdampfmaschine konnte eine Arbeit von 100 Nominal-Pferden entwickeln und der Propeller war eine Schraube. Leider ging dieser Original-Monitor („this famous American iron clad cupola steamer“ heisst es in unserer englischen Quelle, „Artisan“, Jahrg. 1863, S. 44) bei einer Fahrt (am 29. December 1862), in sehr heftigem Sturme nach den südlichen Häfen steuernd, verloren.

Die „Virginia“ hatte als „Merrimac“ ein Deplacement von 4500 Tonnen und eine Betriebsdampfmaschine von 466 Nominal-Pferden („Artisan“, Jahrgang 1856, S. 249).

2) Illustrated London News vom 19. April 1862, p. 399, unter der Ueberschrift: „The Plan of Captain Coles for Reconstructing the Navy.“

dadurch nach, dass sie das Schrauben-Linienschiff (Dreidecker) „Royal Sovereign“ (von 240 $\frac{1}{2}$  Fuss Länge und 60 Fuss Breite) in ein Thurmschiff umwandeln liess <sup>1)</sup>. Dies Schiff erhielt vier Thürme, welche auf Plattformen des Zwischendecks (von einem Systeme conischer Rollen unterstützt, wie bei gewissen Drehscheiben für Locomotiven beim Eisenbahnbetriebe) und nicht wie die amerikanischen Monitors auf dem Verdeck ruhen. Nach den ersten mit dem Schiffe (im August und September 1864) angestellten Versuchen <sup>2)</sup> erklärte der Commandeur desselben (Capitän Osborne): „dass der umgebaute (rasirte) Royal Sovereign das mächtigste Kriegsschiff sei, was er je betreten habe. Seine Beweglichkeit, Geschwindigkeit, ferner das kleine Ziel, was sein Bord darbiete, verzehnfachten seine Angriffs- und Rückzugsfähigkeit, und glaube er aus den Thürmen ebenso gut und sicher bei Nacht wie bei Tag feuern zu können, so lange er nur den Feind sehe.“ Sei ein solches Schiff auch nicht für den Kreuzungsdienst auf hoher See brauchbar, so doch vorzüglich für die Vertheidigung der englischen Küsten, der Häfen, Flusseinfahrten, Canäle etc. <sup>3)</sup>.

Eine besondere Eigenthümlichkeit des „Royal Sovereign“ ist noch die, dass man die Brüstungen (Reilings) seines Decks an der Aussenseite der Schiffswand senkrecht niederklappen und damit den Geschützen der Thürme freies Schussfeld ver-

1) Abgebildet im „Artisan“, Juli 1868, S. 165; auch weniger gut in Paris: L'Art naval de 1862, p. 38, und im Supplement à L'Art naval (Paris 1864, p. 7 desselben Verfassers).

2) Archiv für Seewesen, Jahrg. 1865, S. 118.

3) Hätte man doch diese ersten Urtheile über den Kreis der Anwendbarkeit von Coles' Thurm- oder Kuppelschiffsysteme bis in die jüngste Zeit beachtet. Weder der Verlust eines der neuesten und schönsten eisernen Panzerthurmschiffes der englischen Kriegsmarine, des „Kaptains“ (von 311 Fuss Länge, 51 Fuss Breite, von 4272 Tonnen Tragfähigkeit und mit 500 Mann Besatzung), noch des Constructeurs, des wackeren, verdienten Schiffscapitäns Coles selbst, wäre zu beklagen gewesen. Bekanntlich schlug der „Kaptain“ mit Coles an Bord, als zu den Schiffen des Canalgeschwaders gehörig, in der Nacht vom 6. auf den 7. September 1870 in der Nähe des Kap Finisterre auf offener See um (es kenterte). Das Schiff sank, mit dem Kiele nach oben, mit sämmtlichem Inhalte in die grausige Tiefe. Nur 18 Matrosen, welche die Wacht auf dem Deck hatten, retteten sich. Die Anschaffungskosten (des fehlerhaft construirten Schiffes mit einer 150 Fuss hohen Takelage) hatten 300000 Pfd. Sterl. betragen. Man sehe das Archiv für Seewesen, Jahrg. 1870, S. 437, und die „Hansa“ vom 29. Januar 1871.

schaffen kann. Die Eisenpanzer des „Sovereign“ haben  $4\frac{1}{2}$  Zoll Dicke.

Der erste eigens als Panzer-Thurmschiff und aus Eisen nach Coles' System in England gebaute Kriegsdampfer ist der „Prince Albert“ (240 Fuss lang, 48 Fuss breit, von 2529 Tons Lastigkeit etc.), mit Panzerplatten von  $5\frac{1}{2}$  Zoll bekleidet, mit 5 drehbaren Kuppeln und 5 Masten versehen etc. Der „Prince Albert“ lief im Juni 1863 vom Stapel.

Ungeachtet aller dieser Vorgänge liessen sich die Franzosen (und namentlich Dupuy-de-Lôme als [damaliger] directeur du matériel im französischen Marineministerium) nicht irre machen, verfolgten vielmehr mit fast zu strenger Consequenz das einmal angenommene Constructionssystem und lieferten namentlich 1862 zwei Panzerlinienschiffe (sogenannte Zweidecker), „Magenta“ und „Solferino“, die langa als Muster ihrer Art betrachtet wurden, aber auch die einzigen mit Eisenpanzern versehenen Linienschiffe geblieben sind, während alle später gebauten grösseren französischen Kriegsschiffe wie die aller übrigen Nationen nur als Panzer-Fregatten und Panzer-Corvetten etc. gebaut wurden.

Die beiden Schrauben-Linienschiffe „Magenta“ und „Solferino“ sind hölzerne Breitseiten-Kriegsschiffe, die sich überdies noch von den (kleineren) Vorgängern <sup>1)</sup> dadurch auszeichnen, dass sie erstens zwei gedeckte Batterien mit in Summa 52 gezogenen, von hinten zu ladenden, Geschützen besitzen (12 an jeder Bordseite der

1) Die Hauptdimensionen dieser beiden seiner Zeit berühmten Panzer-Schrauben-Linienschiffe sind folgende:

	„Magenta“.	„Solferino“.
Länge in der Wasserlinie . . . . .	85,5 Meter.	86,0 Meter.
Grösste Breite . . . . .	17,28 „	17,0 „
Grösster Tiefgang . . . . .	8,84 „	8,69 „
Eingetauchte Hauptspantfläche . . . .	109,50 □-Meter.	108,26 □-Meter.
Displacement . . . . .	6946 Tonnen.	7021 Tonnen.
Nominelle Pferdekraft der Dampfmaschinen . . . . .	1000	1000
Durchmesser der Schrauben . . . . .	6,0 Meter.	6,0 Meter.
Steigung (im Mittel) . . . . .	8,5 „	8,5 „
Flügelzahl . . . . .	6	4

Die einzig vorhandene ausführliche literarische Quelle über diese Schiffe ist der oben citirte, in Cherbourg 1865 geschriebene, mit Abbildungen begleitete Aufsatz des Ingenieurs Schmidt in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1866, S. 119.



oberen und 13 ebenso an jedem Bord der unteren Batterie, die beiden übrigen stehen am Oberdeck vorn im Bug); zweitens in der Länge der Batterien vollständig und sonst nur in der Wasserlinie gepanzert sind und zwar mit Eisenplatten von 120 Millimeter ( $4\frac{3}{4}$  Zoll engl.) Dicke, die man auf der aus Teakholz gebildeten Schiffshaut von 254 Millim. (10 Zoll engl.) Dicke mittelst Schraubenbolzen befestigt hat; drittens am Vorder-schiffe die sie als Widder (eigenthümliches Horn zum Einrennen oder Rammen der feindlichen Schiffswände) charakterisirende, unter der Wasserlinie liegende sehr stumpfe Spitze tragen <sup>1)</sup>. Getakelt sind beide Schiffe als Barken.

In Amerika verfolgten Stevens und Ericsson die von ihnen erfundenen beziehungsweise schwimmenden Batterien und Monitors.

Von ersterem behauptet Pâris (in seinem *Supplément à l'Art naval*, p. 46), dass er bereits 1816 Versuche mit eisernen Schiffspanzern angestellt und schon 1843 die Construction einer schwimmenden, gepanzerten Batterie bei der nordamerikanischen Regierung in Vorschlag gebracht habe, was mit dem Urtheile von Normand Russel (*Artisan* 1863, S. 127) übereinstimmt, der Stevens geradezu als den „father of the present system of armour-plated ships“ bezeichnet. Thatsache ist, dass ein nach Stevens' System gebautes Dampfkanonenboot (Naugatuck<sup>2)</sup>) im nordamerikanischen Bürgerkriege, und zwar bei der Beschiessung von Yorktown, wesentliche Dienste leistete <sup>3)</sup>. Ueber die seiner Zeit berühmte schwimmende Batterie Stevens, hauptsächlich zur Küstenvertheidigung bestimmt, giebt Pâris detaillirte Auskunft <sup>4)</sup>.

Einer der schönsten und grössten, von Ericsson selbst construirten Monitors der amerikanischen Marine ist der 1862 vom Stapel gelassene „Dictator“ (von 314 Fuss Länge, 50 Fuss Breite und 20 Fuss Tiefgang), dem Bourne an zwei (unten citirten) Stellen <sup>4)</sup> grosse Lobpreisungen ertheilt und wovon die folgende

1) Auf dem Deck trägt jedes dieser Schiffe einen gepanzerten (nicht drehbaren) Thurm, der oben für den Steuermann, unten für den Commandanten zum Aufenthalte dient. (Abbildungen bei Schmidt a. a. O. S. 43.)

2) Leipziger illustr. Zeitung vom 31. Mai 1862, S. 361, und Pâris in seiner *L'Art naval etc. de 1862*, p. 48.

3) Pâris, ebendasselbst p. 49.

4) *Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, Vol. XXVI. (1867), p. 172, unter der Ueberschrift: „Ships of War“, und in dem oft citirten

Fig. 97 eine äussere Abbildung ist. In Vergleich mit Fig. 95 und 96, den ersten Monitor (S. 201), erkennt man sofort, dass Ericsson das System eines einzigen Thurmes beibehalten, jedoch die Cylinderform statt der Halbkugelgestalt in Anwendung gebracht hat.

Fig. 97.



Der eiserne Thurm des „Dictators“ hat 24 Fuss inneren Durchmesser, 9 Fuss 6 Zoll Höhe und Wände von 15 Zoll Dicke. Im Innern sind zwei (Rodmann'sche Kanonen von 15 Zoll Kaliber (Bohrung) placirt, und zwar ein Geschütz links, das andere rechts der verticalen Welle, um welche sich der Thurm dreht. Das Gewicht des Projectiles beträgt 425 Pfd. Ueber dem Thurme erhebt sich (auch in unserer Fig. 97 sichtbar) ein zweiter kleinerer Thurm von 8 Fuss Durchmesser im Innern, von 7 Fuss Höhe und mit Eisenwänden von 12 Zoll Dicke, der gleichzeitig für den Steuermann und Commandeur dient.

Der ganze Schiffsrumpf ragt (bei 20 Fuss Tiefgang) nur 16 Zoll aus dem Wasser, während seine Seiten bis 6 Fuss unter Wasser mit einem 4 Fuss (sage 4 Fuss) dicken Panzer bekleidet sind, der aus zwei Schichten Holz und an der äussersten Seite aus 10 $\frac{1}{2}$ -zölligen Eisenplatten (sechs Platten von je 1 Zoll Dicke und eine dem Holzkörper zugekehrte Platte von 4 $\frac{1}{2}$  Zoll Dicke) besteht <sup>1)</sup>.

Die unmittelbar hinter dem Schornsteine in Fig. 97 sichtbare Säule dient zum Auswerfen der Asche, was zufolge dieser Anordnung selbst dann geschehen kann, wenn die Wellen über Deck schlagen. Eine noch andere Säule am Vordertheile des Schiffes

---

Werke: „The Screw Propeller“, p. 366, unter der Ueberschrift: „United States Monitor Dictator.“ Unsere Abbildung wurde der ersten Quelle entlehnt.

1) Abgebildet in den erstgenannten Proceedings etc., Plate 9.

dient den Ventilationsanordnungen, sowie zur Luftzuführung für die Kesselfeuerungen <sup>1)</sup>.

Obwohl schon Ericsson selbst seine Monitors ursprünglich nur zur Küstenvertheidigung und für tiefe Flüsse bestimmt haben mag, so wird doch auch von dem „Dictator“ (Fig. 97) in der vorher citirten Quelle (Proceedings etc., p. 173) berichtet, dass er ohne Weiteres mit zusammenschiebbaren, sogenannten Teleskopmasten versehen und überhaupt zu irgend welcher grösseren Reise unter Segel brauchbar gemacht werden könnte.

Ein später (1865) vom Stapel gelassener amerikanischer flachbordiger zweithürmiger Monitor, der „Miantonomoh“, von 268 Fuss Länge und 69 Fuss grösster Breite, einem ganz flachen, geraden Deck, was nur 2 1/2 Fuss über Wasser liegt, aus Holz mit gekupferten Boden gebaut und mit einer Panzerung von sieben einzölligen auf einander genieteten Eisenplatten ausgestattet, löste die Aufgabe der Seetüchtigkeit vollkommen, indem er die Reise über den atlantischen Ocean nicht nur glücklich, sondern auch schnell, nämlich in der Zeit von 10 Tagen 10 Stunden, zurücklegte, wobei die Officiere versichert haben sollen, dass sie während schlechten Wetters (zufolge wirksamer Ventilation etc.) viel lieber in diesem Monitor als in anderen Panzerschiffen verweilt hätten <sup>2)</sup>.

Seine beiden mittschiffs stehenden kreiscylinderförmigen Gefechts Thürme haben jeder 23 Fuss Durchmesser im Lichten, 8 Fuss Höhe und Wände, welche aus 11 einzölligen, zusammengenieteten Eisenplatten gebildet sind. Die Drehung der Thürme vermittelt die Dampfmaschinenkraft und ist jeder derselben mit zwei Rodmann-Geschützen armirt von 15 Zoll Kaliber (Seelendurchmesser), deren Vollgeschoss (Rundkugel) 480 Pfund wiegt.

Das Displacement des „Miantonomoh“ wird zu 1500 Tonnen angegeben; er kann für 14 Tage Kohlen fassen und hat eine Geschwindigkeit von 7 bis 9 Knoten <sup>3)</sup>.

1) Ein Dampfmaschinenpaar von je 100 Zoll Cylinderdurchmesser und 4 Fuss Kolbenhub dient zum Betriebe der vierflügeligen Schraube von 21 2/3 Fuss Durchmesser und 34 Fuss Steigung.

2) „Hansa“ vom 14. October 1866, S. 586, woselbst auch eine Abbildung des „Miantonomoh“ beigefügt ist. Ferner im Archiv für Seewesen, Jahrg. 1866 (Bd. II), S. 312.

3) Die Schiffsdampfmaschine von 800 nominellen Pferdekraften besteht aus vier Cylindern von je 30 Zoll Durchmesser und 27 Zoll Kolbenhub. Als Pro-

In Europa hatte inzwischen der Kampf zwischen Panzer und Artillerie (Kanone) begonnen, der thatsächlich heute noch nicht sein Ende erreicht hat. Als man in England (1863) die Panzer der neuen Schiffe „Agincourt“, „Minotaur“ und „Northumberland“<sup>1)</sup> mit  $5\frac{1}{2}$  Zoll Eisendicke (aus einem Stücke gewälzt), auf einer Unterlage von 10zölligem Teakholze befestigt, ausgeführt hatte und damit den derzeitigen Artillerieprojectilen widerstehen zu können glaubte, belehrten (bereits am 11. December 1863) die Wirkungen der Geschosse verbesserter Armstrong'scher Kanonen und Projectile vom Gegentheile<sup>2)</sup>.

Wie in Note 2 ausführlich mitgetheilt ist, wurde eine  $4\frac{1}{2}$ -zöllige Panzerplattenscheibe (die Warrior-Scheibe) nicht nur vollständig durchbohrt, sondern wirkte noch so gegen deren Holzunterlage und dahinter befindliche Eisenrippen, dass die Panzer als unterlegen betrachtet werden mussten.

Der Erfolg war Ursache, dass die englische Admiralität noch in demselben Jahre (1863) den Bau des eisernen Panzerschiffes

peller sind zwei Zwillingsschrauben vorhanden, deren Durchmesser 12 Fuss bei 18 Fuss Steigung beträgt etc.

1) Die Dimensionen und sonstigen Verhältnisse dieser Schiffe findet man am vollständigsten verzeichnet in Bourne's „Screw Propeller“, Appendix, unter der Ueberschrift: „English Armour-Plated Ships“, p. LXV.

2) Armstrong's Methode der Herstellung schmiedeeiserner Geschützrohre besteht im Wesentlichsten darin, dass man den Rohrkörper aus über einander geschobenen Ringen (Coils) bildet und diese durch Schweissen gehörig vereinigt. Später hat man dies Verfahren (nach Fraizer) modificirt und namentlich die Erzeugungskosten um fast 40 Procent verringert. Ueber den technischen Theil der Armstrong'schen Kanonenverfertigung handelt recht ausführlich ein Abschnitt des (preussischen) amtlichen Berichts über die Londoner internationale Industriezeitung von 1862, Bd. 1, Classe 2, S. 255 ff. Die Fraizer'sche Methode der Geschützerzeugung wird besprochen im österreichischen Berichte über die Pariser internationale Ausstellung von 1867, Heft IV, S. 444, sowie im Archiv für Seewesen, Jahrg. 1870, S. 583. Die Königin von England erhob bereits 1859 Armstrong für seine Verdienste um die englische Artillerie in den Ritterstand (seit dieser Zeit Sir William Armstrong genannt).

Ueber den ersten (denkwürdigen) Versuch am 11. December 1863 in Shobury, wo eine Armstrong'sche Kanone ein Stahlprojectil von 600 Pfd. Gewicht (mit 70 Pfd. Pulverladung), gegen  $4\frac{1}{2}$ -zöllige Platten, gleich der „Warrior“-Panzerdicke, auf 3150 Fuss Distanz schoss und in diese Platte („Warrior“-Scheibe) ein 20 Zoll breites Loch machte, die Holzunterlage völlig zertrümmerte, die dahinter befindlichen Eisenrippen wie Papier zusammendrückte — handelt ausführlich ein Artikel des „Artisan“ vom 1. Januar 1864, S. 19, ferner auch die „Hansa“ vom 31. Juli 1864, S. 130.

„Bellerophon“ (von nur 300 Fuss Länge und 56 Fuss Breite, nach Reed's mit wasserdichtem Gürtel und Zellen) beginnen und diesen mit einem Panzer von 6 Zoll Dicke (bei 10zölliger Teakholzunterlage) ausstatten liess <sup>1)</sup>. Der „Bellerophon“ hat (als Panzer-Breitseitenschiff) Mittschiff eine stehende Kasematte für 10 Stück 10½zöllige 300-Pfünder und für das gepanzerte Vorcastell und Achter auf Deck 4 Stück 100-Pfünder etc. <sup>2)</sup>. Ein ähnliches Panzer-Breitseitenschiff ist der 1866 vollendete „Royal Alfred“ (von 273 Fuss Länge und 58½ Fuss Breite), ein hölzernes Schiff, welches ursprünglich als Zweidecker auf Stapel gelegt und dann zur Panzerfregatte umgewandelt wurde. Die Mittschiffs-Kasematte des „Royal Alfred“ ist ebenfalls mit 6zölligen Platten gepanzert <sup>3)</sup>.

Wie bereits erwähnt, dauert in den 60er Jahren der Kampf zwischen Panzer und Kanone ununterbrochen fort; insbesondere tritt Alfred Krupp <sup>4)</sup> mit seinen Gussstahlgeschützen gewaltig und erfolgreich in die Reihe der Kämpfer, Whitworth <sup>5)</sup> in England sucht den Armstrong-Kanonen Concurrenz zu machen, die Sheffielder Fabrikanten J. Braun u. Comp. (jetzt Sir John Brown) <sup>6)</sup> und Charles Cammel u. Comp. <sup>7)</sup> u. A., sowie Petin, Gaudet u. Comp. in Rive-de-Gier etc. <sup>8)</sup>, bemühen sich um die

1) Der Widerstand der Panzerplatten vergrößert sich mit zunehmender Dicke (ziemlich genau) im quadratischen Verhältnisse der letzteren, sobald die Platten aus einem einzigen Stück Schmiedeeisen gewalzt und nicht wie die amerikanischen Panzer aus einzelnen über einander gelegten Platten gebildet sind. Der Widerstand des 5 Zoll dicken Panzers verhält sich sonach zum 6zölligen wie 25 : 36, oder letzterer ist  $\frac{36}{25} = 1,44$ , also fast 1½ Mal so stark als der 5zöllige Panzer.

2) Ueber den „Bellerophon“, dessen Construction, Dimensionen und Geschützverhältnisse etc. giebt das Archiv für Seewesen, Jahrg. 1865, S. 4, Auskunft, noch mehr aber (mit schönen Abbildungen begleitet) Pâris im ersten Bande seines *L'Art naval à l'exposition universelle de Paris en 1867* (p. 31, Planche III).

3) Speciell über den „Royal Alfred“ handelt ein Artikel des Archivs für Seewesen, Jahrg. 1866, S. 80.

4) Wir empfehlen hier unsern Lesern Krupp's vortrefflich geschriebene Biographie in dem Spamer'schen Buche: „Der Kaufmann zu allen Zeiten“, Leipzig 1869, S. 797 bis 820.

5) Oesterreichischer officieller Bericht über die Pariser Ausstellung von 1867, Heft IV, S. 449.

6) Archiv für Seewesen 1867, S. 416, und Rapport du jury international 1867, T. V, p. 413.

7) Ebendasselbst Jahrg. 1868, S. 302.

8) Oesterreichischer Ausstellungsbericht von 1867, Heft IV, S. 468.

Herstellung von immer dickeren und vollkommeneren Panzerplatten, sowie endlich der englische Major Palliser <sup>1)</sup> und der deutsche Ingenieur Grüson <sup>2)</sup> bestrebt sind, die Geschosse aus sogenanntem eisernen Hartguss gegenüber den Stahlgeschossen zu beschaffen.

In diese Zeitperiode (Ende 1866) fällt auch ein für Deutschland wichtiges Ereigniss, nämlich der Ankauf der bereits Seite 2 kurz notirten Panzerfregatte „König Wilhelm I.“, die als Muster und als eins der mächtigsten Dampfkriegsschiffe bezeichnet werden kann, zur Gattung der Breitseiten-Batterie-Kriegsschiffe (Fregatten, Eindecker) gehört, oder auch als Kasemattschiff mit Vor- und Achterschild und Seitenschildern auf der Kasematte, in die gegenwärtigen Typen der modernen Panzerschiffe eingereiht wird <sup>3)</sup>.

Der Entwurf zu diesem schönen Schiffe wurde schon 1865, mit Genehmigung der englischen Admiralität, von dem bereits vorher wiederholt genannten (damaligen) Chef-Constructeur der englischen Kriegsmarine, E. J. Reed, jedoch für den türkischen Sultan gemacht und nachher in der Schiffsbauanstalt der Thames Iron Works zu Blackwall bei London (unter dem Namen „Fatikh“) ausgeführt, wo es auch am 25. April 1868 vom Stapel lief <sup>4)</sup>, nachdem es vorher von der preussischen Regierung erworben und „König Wilhelm I.“ getauft worden war.

Die nachstehende Fig. 98 zeigt das Schiff in seiner ganzen Längenausdehnung als Fregatte (Vollschiff, S. 68) bemastet und betakelt, wonach es wohl geeignet ist, auch längere Seereisen unter Segel machen zu können <sup>5)</sup>.

1) Oesterreich. Ausstellungsbericht von 1867, Heft IV, S. 448, und Archiv für Seewesen 1868, S. 107 und 470.

2) Archiv für Seewesen 1869, S. 201, und Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XII, Jahrg. 1868, S. 734.

3) Man sehe hinsichtlich der verschiedenen Gattungen der jetzt existirenden Panzerschiffe einen Artikel des Archivs für Seewesen im Jahrgange 1868, S. 572, welcher die Ueberschrift trägt: „Die Typen der verschiedenen modernen Panzerschiffe.“

4) „Artisan“ 1868, S. 116.

5) Unsere Abbildungen sind Pâris „L'Art naval“ etc. p. XVII, Fig. 1 bis 3 entlehnt. Vollständigere Profilzeichnungen enthält u. A. die Zeitschrift „Engineering“ vom 18. October 1867, S. 862. Abbildungen der von Maudslay in London gelieferten Betriebsdampfmaschinen giebt der „Artisan“ vom 1. Juli 1869.

Fig. 98.

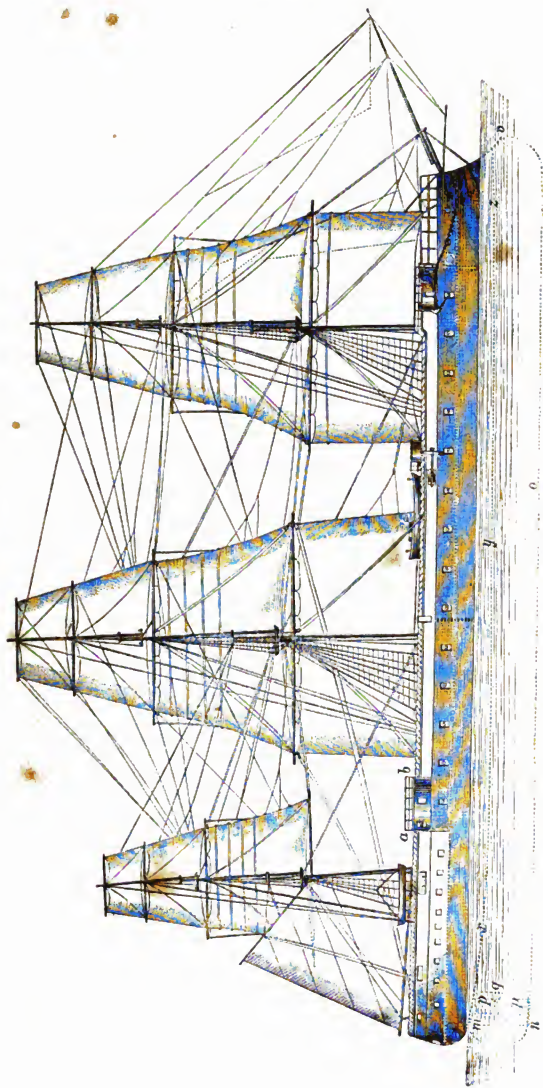


Fig. 99 zeigt die Deckanordnung des Schiffes im Grundrisse <sup>1)</sup>.

Fig. 99.

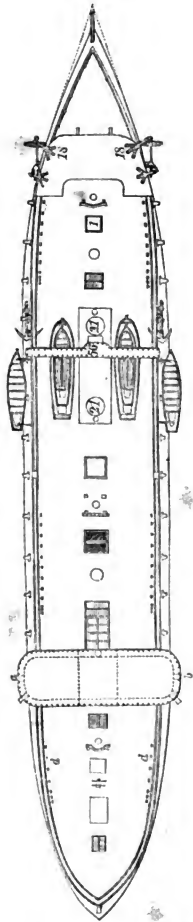
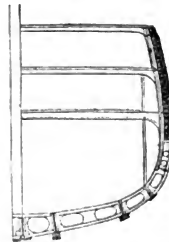


Fig. 100.



Nach Capitän Werner <sup>2)</sup> führt der „König Wilhelm I.“ 23 Geschütze, davon

1) Zum Vergleiche und beziehungsweise zur Correction der bereits Seite 2, Note 3 über den „König Wilhelm I.“ gemachten Angaben entlehnen wir den beiden vorgenannten englischen Quellen („Artisan“ und „Engineering“) noch Folgendes:

Länge des Schiffes zwischen den Perpendicularen: 355 Fuss 10 Zoll (engl.). Grösste Länge (über Deck): 372 Fuss 4 Zoll. Kiellänge: 310 Fuss  $1\frac{1}{8}$  Zoll. Grösste Breite: 60 Fuss. Raumtiefe (zwischen Deckbalken u. Kiel): 43 Fuss. Tauchung, vorn:  $24\frac{1}{2}$  Fuss, achter:  $26\frac{1}{2}$  Fuss. Der Hauptspantenquerschnitt: 1313 Quadratfuss. Lastigkeit:  $5938\frac{7}{94}$  (B. O. M., Seite 42, Note 1). Das Dampfmaschinensystem besteht aus drei horizontal liegenden Cylindern, jeder von 95 Zoll Durchmesser und 4 Fuss 6 Zoll Hub. Die vierflüglige Schraube hat 23 Fuss Durchmesser und eine von  $21\frac{1}{2}$  bis  $26\frac{1}{2}$  Fuss veränderliche Steigung. Die gesammte Heizfläche der Kessel beträgt 22600 Quadratfuss. Bei der besten Versuchsfahrt, wo die Schraube 64 bis 65 Umläufe pro Minute machte, die Dampfpressung im Kessel  $30\frac{1}{2}$  Pfd. pro Quadratzoll betrug, berechnete sich die von den Dampfmaschinen geleistete Arbeit zu  $8663\frac{8}{9}$  Indicatorpferdekraften, wobei die Fortlaufgeschwindigkeit 16 (?) Knoten betragen haben soll. (Ausführlicher im „Artisan“ vom 1. Juli 1869.) Das Displacement wird im Archiv für Seewesen (1867, S. 270) zu 9761 Tonnen, von Graser (Norddeutschlands Seemacht S. 198) zu 9900 Tonnen angegeben.

2) Atlas des Seewesens S. 15, Leipzig 1871.



19 gezogene 96-Pfünder in der Batterie (über den Buchstaben *y* in Fig. 98) und vier gezogene 72-Pfünder auf dem Oberdeck, nämlich je zwei bei *a* und *b* und die anderen zwei unmittelbar vor dem Vordermaste (Fockmaste). Graser (a. a. O. S. 201) bemerkt hierzu, dass man anfänglich beim „König Wilhelm“ die Vorzüge des Breitseiten- und des Thurmsystems habe vereinigen wollen, später aber es vorgezogen habe, statt der Thürme besondere Geschützdeckungen (wohl auch gepanzerte Halbtürme genannt) von ganz eigenthümlicher Form anzubringen.

Wie aus Fig. 98 erhellt, geht die vordere Kante des Schiffs (der Vorderstevan) nicht senkrecht zum Wasser nieder, sondern beginnt gleich vom Deck aus mit einer Biegung nach auswärts, die sich bis einige Fuss unter Wasser fortsetzt, dann in einer vollen Curve zurückweicht und schliesslich in den Kiel übergeht. Die hierdurch bei *v* gebildete stumpfe Spitze wird als Widderkopf (Rostrum) benutzt, um damit feindlichen Schiffen in die Langseiten rennen zu können.

Fig. 100 zeigt die Hälfte des Profiles vom Hauptspantenschnitte des Schiffes, wobei man vor Allem erkennt, dass dasselbe nach dem zuerst beim „Great Eastern“ angewandten Zellsystem (abgebildet S. 130) ausgeführt ist <sup>1)</sup>. Nächst dem ist die Panzerdeckung zu erkennen, die (beiläufig gesagt) um das ganze Schiff herumläuft, bis 7 Fuss unter den Wasserspiegel reicht und aus massiven (homogenen) Eisenplatten von 8 Zoll Dicke gebildet, zugleich aber auch auf einer 22 Zoll starken Holzfüterung (als elastische Unterlage) festgebolt und letztere endlich mit der 2 Zoll starken Eisenhaut (der eigentlichen Schiffsschale) gehörig vereinigt ist. Wie die Profilskizze Fig. 100 erkennen lässt, besitzt

1) Richtiger noch wenn man das Bausystem des „König Wilhelm“ das ferner und weiter ausgebildete System des „Great Eastern“ nennt. Der Erbauer des „König Wilhelm“ (Reed in seinem Werke: Shipbuilding in Iron and Steel, London 1869) bezeichnet S. 110 das angewandte Bausystem als „Bracket-Plate or Framing“ (das System der durchbrochenen Träger). Doppelte Schiffswände bilden die Gurtungen der Träger (Brackets) der Längs- und Querspanten, namentlich aber der ersteren. Die letzteren laufen (sechsheilig auf beiden Seiten) in der ganzen Schiffslänge durch und bilden gleichsam einen Gürtel um das Schiff herum, ein Umstand, der Veranlassung geworden ist, diese ganze zuerst beim „Bellerophon“ (nachher beim „Hercules“, „Monarch“ u. A.) angewandte Bauart mit dem Namen „Gürtelsystem mit doppelten Wänden“ zu bezeichnen. Ausführlich hierüber handelt ein Aufsatz im „Engineering“ vom 18. October 1867, S. 360, und noch vollständiger Reed an der bereits citirten Stelle.

der „König Wilhelm“ kein gewöhnliches, unten vorstehendes Kiel (ähnlich dem „Great Eastern“ S. 130, Fig. 66), um den Widerstand beim Umdrehen herabzuziehen, ein tiefes Einschneiden in die Wassermasse zu vermeiden, sowie überhaupt das ganze Schiff, mit Rücksicht auf das ungeheuerere Panzergewicht, ziemlich voll und rund gebaut zu erhalten. Dagegen hat man zwei (hölzerne) Seitenkiele (an jeder Seite) angebracht, um so wohl das Rollen (das Schlingern) um die Längsachse des Schiffes zu vermindern <sup>1)</sup>, als auch die Beschädigung der Eisenhaut möglichst zu verhüten, wenn das Schiff auf den Grund kommen sollte.

In Bezug auf Fig. 99 dürfte vielleicht noch zu bemerken sein, dass die vier Flügel der bereits vorher notirten Schraube *pq* des „König Wilhelm“, hinsichtlich ihrer geometrischen Gestalt (ziemlich rechteckig) den Schrauben der französischen Kriegsmarine (S. 163) gleichen, sowie ferner, dass ein sogenanntes *balancirtes* Steuerruder (*balanced rudder*) vorhanden ist <sup>2)</sup>, was sich um eine in  $\frac{1}{3}$  seiner Flächenbreite liegende Achse *mn* drehen lässt <sup>3)</sup>. Der Vortheil eines solchen Steuerers wurde bereits S. 33 erörtert, hier werde deshalb nur noch hervorgehoben, dass wenn ein derartiges Steuer gut construirt ist, zum Drehen (Umlegen) desselben nicht viel mehr Kraft aufzuwenden ist, als die Ueberwindung der Reibung in den Lagern der Drehzapfen erfordert. Dass hierdurch die Schnelligkeit des Umlegens und damit die raschere Wendbarkeit eines Schiffes befördert wird, versteht sich wohl von selbst <sup>4)</sup>. Das mehr oder weniger schnelle Drehen eines

1) Beim untergegangenen (englischen) Panzer-Thurmschiffe „Kaptain“ bildete der Hauptspant beinah ein Kreissegment (ohne Seitenkiele), was nächst dem, dass der Schwerpunkt nicht tief genug lag, als wesentlicher Grund der Instabilität dieses Schiffes bezeichnet wird. Man sehe deshalb einen betreffenden Artikel in der „Hansa“ vom 29. Januar 1871, S. 22, sowie das Archiv für Seewesen, Jahrg. 1871, S. 329.

2) Ueber neuere Balance-Ruder handelt das Archiv für Seewesen, Jahrg. 1867, S. 387, und 1868, S. 20.

3) Eine schöne Abbildung des „Herkules“-Balanced Rudders liefert Reed a. a. O. S. 256. Gewöhnlich giebt man dem hinter der Achse liegenden Theil  $\frac{2}{3}$  und dem vor der Achse (dem Schiffe zugekehrten Theile)  $\frac{1}{3}$  der ganzen Steuer-ruderfläche.

4) Die erste (neuere) Anwendung eines balancirten Steuerruders machte man (mit besonderem Erfolge) beim englischen Panzerschiffe „Bellerophon“, worüber berichtet wird im Archive für Seewesen Jahrg. 1867, S. 387, und (namentlich) im Jahrg. 1868, S. 20 und 552.

Da die colossale träge Masse der grossen Panzerschiffe (beim „König Wilhelm“

Kriegsschiffes ist aber im Gefechte sehr oft allein entscheidend für Sieg oder Niederlage, was vorher sich nirgends so klar herausgestellt hatte, als in der Seeschlacht bei Lissa, wo (am 20. Juli 1866) das österreichische Admiralschiff „Ferdinand Max“ durch rasches Drehen und überhaupt geschicktes Manövriren dem italienischen Panzerschiffe „Rè d'Italia“ seinen Sporn (Rostrum) derartig in die Breitseite rannte, dass eine über 132 Quadratfuss grosse Bresche gebildet wurde und dies schöne und mächtige Schiff in wenig Minuten unter dem Angst- und Hülfegeschrei seiner Besatzung versank <sup>1)</sup>.

Das Balance-Ruder hat indess bei seinen grossen Vortheilen auch seine Mängel <sup>2)</sup> und zwar beziehen sich letztere hauptsächlich auf seine Befestigung am Bord, indem die gewöhnliche Art des Anbringens (Aufhängens) mit Ruderhaken und Fingerlingen (weil der Rudersteven wegfällt) unthunlich wird. Man hat deshalb allerlei Vorschläge und Experimente gemacht, wovon die vorzüglichsten in den unten notirten Quellen besprochen werden <sup>3)</sup>.

---

nach S. 3 circa 9900 Tons) zur Lagenveränderung, auch mittelst der balancirten Steuerruder, immer noch bedeutenden Kraftaufwand erfordert, so hat man auch hier (wie zuerst beim „Great Eastern“) Steuerapparate angeordnet, welche entweder durch Dampfmaschinenbetriebe oder durch Wasserdruck unter Anwendung von Accumulatoren (Bd. 1, S. 360) in Thätigkeit gesetzt werden.

Schiffssteuerapparate mit Dampfkraft finden sich beschrieben und abgebildet in den Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 1867, p. 267, sowie in den Transactions of the Institution of naval architects, Vol. X, p. 101. An letzterer Stelle unter der Ueberschrift: „On the Steam Steering Apparatus, fitted in the „Great Eastern“ and H. M. Ships „Northumberland“ and „Monarch“.

Ueber Steuerapparate durch Wasserdruck bewegt handelt in der zuletzt notirten Quelle (S. 92) der königliche Schiffscapitän Inglefield unter der Ueberschrift: „On the Hydraulic Steering gear as being fitted to H. M. S. Achilles.“

1) Ausführlich im Archiv für Seewesen, 1866, S. 291, unter Beifügung von zwei Karten, die Aufstellung der beiden Flotten darstellend. Die Oesterreicher (unter Contreadmiral Tegetthof) hatten (von 27 Schiffen) 7 Panzerschiffe mit 173 Geschützen, die Italiener (unter Admiral Persano) besaßen 12 Panzerschiffe (von 34 Schiffen überhaupt) mit 284 Geschützen etc.

Werner (Capitän zur See in der kaiserlich deutschen Kriegsmarine) giebt in seinem vortrefflich ausgestatteten „Atlas des Seewesens“ (Leipzig 1871 bei Brockhaus) Tafel 25 eine Darstellung der Schlacht von Lissa für den Augenblick, wo Tegetthof mit dem „Erzherzog Max“ den „Rè d'Italia“ in den Grund rennt.

2) Archiv für Seewesen 1867, S. 387, und 1868, S. 20.

3) John Napier: Balance-Ruder und Steuervorrichtung (zwei Ruder statt eines), in der Zeitschrift „Hansa“ 1869, S. 1074. Diese Quelle macht auf den

Leider erlaubt Zweck und Raum unseres Buches nicht, auch die übrigen Panzerschiffe der gegenwärtigen deutschen Marine zu besprechen, weshalb wir nochmals auf Graser's werthvolles Werk (Norddeutschlands Seemacht) verweisen und uns übrigen mit einer übersichtlichen Zusammenstellung der Hauptmaasse und sonst wichtigen Dinge in der unten stehenden Note begnügen müssen <sup>1)</sup>.

Obwohl es ferner hier ebenso wenig Absicht sein kann, alle wichtigeren, zur Zeit überhaupt bekannt gewordenen Constructions und Varietäten von Panzer-Kriegsschiffen zu besprechen, so dürfte es doch angemessen sein, wenigstens ein Exemplar der zweiten Hauptgattung, der Thurmschiffe, noch aufzunehmen.

Grell'schen „Schnellmanövrir-Schleussenkiel“ aufmerksam, der vor allen anderen neu erfundenen Steuereinrichtungen den Vorzug verdienen soll. Abbildung und Beschreibung der Grell'schen Gitter-Kiel-Construction (wegen der Durchbrechungen Schleussenkiel genannt) findet sich ebenfalls in einem früheren Jahrgange der „Hansa“ (1866, S. 623).

## 1) Uebersicht der Panzerschiffe

	Name des Schiffes.	Baustelle.	Länge.	Breite.	Mittlerer Tiefgang.
			In englischen Fussen.		
Breitseiteuschiffe (Panzer-Fregatten).	König Wilhelm I.	Thames Iron Works (London).	355 <sup>5</sup> / <sub>6</sub>	60	25 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
	Prinz Friedrich Karl.	Société des forges et chantiers de la Médi- terranée bei Toulon.	284 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	52	22
	Kronprinz.	Samuda (London).	286	50	26 (?)
Thurmschiffe (Panzer-Fahrzeuge).	Arminus.	Ebendasselbst.	200	36	—
	Prinz Adalbert.	Armand in Bordeaux.	172 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	32 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	14

Im Bau begriffen sind (Anfang 1872) die drei Thurmschiffe „Friedrich der Grosse“ (in Kiel), der „Grosse Kurfürst“ (in Wilhelmshafen) und die „Borussia“ (in Stettin). In Bestellung gegeben sind (bei Samuda in London) die zwei Breitseiteuschiffe „Metz“ und „Sedan“. Specielleres hierüber im Archive für See-

Wir wählten hierzu den Fig. 101 in der Längensicht (halb von aussen, halb im Durchschnitte) dargestellten Zwei-Thurm-(Brustwehr-) Monitor, „Cerberus“ mit Namen, der nach Reed'schen Entwürfen zur Vertheidigung des Hafens von Melbourne in dem Schiffsbau-Etablissement von Palmer zu Jarrow am Tyne ausgeführt und im December 1868 vom Stapel gelassen wurde <sup>1)</sup>.

Die Länge dieses Schiffes zwischen den Perpendicularen beträgt 225 Fuss, seine grösste Breite 45 Fuss, Tiefe im Raum  $16\frac{1}{2}$  Fuss, mittlerer Tiefgang  $15\frac{1}{2}$  Fuss, seine Lastigkeit (B. O. M. S. 42, Note 1) 2107 Tonnen. Dasselbe ist nach dem sogenannten Brustwehrprincipe (breastwork principle) construirt, d. h. es erhebt sich, um das Eindringen von Wasser bei hohem See-gange durch Decköffnungen und damit den Untergang des Fahrzeuges zu verhindern, über dem Hauptdecke des Schiffes (6 bis 10 Fuss hoch) ein zweites Deck, auf welchem sich alle Haupt-

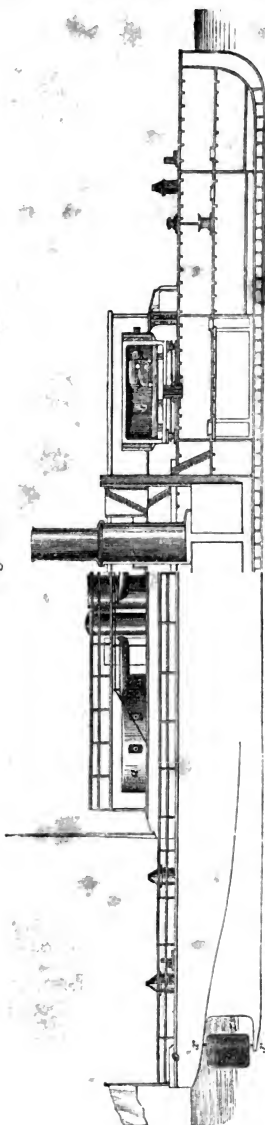
1) Vollständigere (grössere) Abbildungen des „Cerberus“ (Iron-Clad Monitors) liefert die Zeitschrift „Engineering“ vom 7. Februar 1868, S. 112.

der deutschen Kriegsflotte.

Dicke des Eisen- panzers. <small>In englischen Zollen.</small>	Dicke der Holz- unterlage.	Geschütz- zahl (sämmtlich schwer).	Nominelle Maschinen- kraft.	Kaufpreis.  Thaler.	Bemerkungen.
8	20	23	1150 (?)	3,710000	Eiserne Schiffe.
5	15	16	950	1,988032	
$4\frac{1}{2}$ —5	10	16	800	1,918820	
$4\frac{1}{2}$	9	4	300	628949	Holzschiff. Zwei unabhängige Schrauben als Pro- peller.
4	8	3	300	620857	

wesen, Jahrg. 1872, S. 39. Ausserdem geht eine bereits seit 1868 im Bau begriffene Panzercorvette, „Hansa“ mit Namen, ihrer Vollendung entgegen. Hierüber berichtet auch Graser a. a. O. S. 214, sowie das Archiv für Seewesen von 1871, S. 614.

Fig. 101.



öffnungen <sup>1)</sup> des Schiffes und auch die beiden Drehthürme *a* und *b* befinden und wozu dies Deck durch eine gepanzerte Brustwehr (armoured breastwork) geschützt ist. Die Länge dieser Brustwehr beträgt 112 Fuss, ihre Breite 34 Fuss und ihre Höhe 6 Fuss. Vorn und achter ist sie kreisförmig abgerundet und mit 6-zölligem Eisenpanzer bedeckt, während die Seitenpanzer 8 Zoll Dicke haben. Die beiden Thürme *a* und *b* sind an der Seite, wo die 18 Tonnen Geschütze (immer je zwei) stehen, mit 10zölligen und an der entgegengesetzten Seite mit 9zölligen Platten gepanzert <sup>2)</sup>.

Als Propeller sind zwei (in unserer Abbildung weggelassene) Zwillingsschrauben (an jeder Seite des Hintertheiles eine solche Schraube) vorhanden, die von unabhängigen Dampfmaschinen bewegt werden, deren Gesamtleistung 250 Nominal-Pferdekräfte betragen soll. Das Balance-Steuerruder *yz*, was sich um *xx* als Achse dreht, ist durch das überragende Deck geschützt.

1) Die einzigen ausserhalb der Brustwehr befindlichen Decköffnungen sind drei Scheelichter; jedes derselben ist jedoch mit einem gepanzerten Scheerstock umgeben und für den Gebrauch im Gefecht mit einer Panzerplatte als Deckel versehen.

Man lese über diese ganze Construction auch Reed's eigene Auseinandersetzungen in den Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. XVI, p. 191 u. 192.

2) Die Brustwehr umschliesst auch zwei kleine Dampfmaschinen zur Bewegung der Thürme, des Steuers etc.

Wie der Brustwehr-Monitor „Cerberus“ zur Vertheidigung von Melbourne, so wurden bereits nach demselben Systeme die „Abyssinia“ und die „Magdala“ zur Vertheidigung von Bombay, jede mit zwei Drehthürmen (mit 10zölligen Eisenpanzern an der Stückfortenseite) <sup>1)</sup>, ferner der „Cyclop“ <sup>2)</sup>, ebenfalls mit zwei Drehthürmen und ebenso dicken Panzerplatten, der „Glatton“ <sup>3)</sup>, für Defensiv- wie Offensivzwecke, mit nur einem Drehthurme (12 Zoll dicker Eisenpanzer auf einer Teakhölzunterlage von 18 Zoll), und endlich die „Devastation“ <sup>4)</sup> und ihr Schwesterschiff, der „Thunderer“, construiert, wovon ersteres bereits am 12. Juli 1871 (in Portsmouth) vom Stapel gelassen wurde. Schiffe mit so schweren Panzern, 10, 12 und 14 Zoll homogener Dicke, nach den (unten notirten) englischen Quellen und nach Londoner Briefen von Anfang März 1872 <sup>5)</sup> waren seither noch nirgends zur Anwendung gekommen, eben so wenig Schiffsgeschütze von 35 Tons (700 engl. Centnern) Gewicht, zwei in jedem der beiden Thürme, und zwar Vorderlader (nach Armstrong-Frazer). Wie sich derartige massige Schiffe, ohne die gewöhnlichen Masten und nur mit solchen ausgestattet, um Sturmsegel setzen zu können, unter Umständen auf hoher See benehmen werden, darüber sind die Sachverständigen ebenso wenig einig, als über die Frage, ob sie ihres Tiefgangs wegen (26-Fuss

1) Archiv für Seewesen, Jahrg. 1870, S. 465, und mit schöner Abbildung in den Illust. London News vom 11. Februar 1871, S. 145.

2) Ebendasselbst 1871, S. 337, und 1872, S. 46.

3) Desgleichen 1869, S. 507, und 1871, S. 122.

4) Eine sehr schöne Abbildung dieses colossalen Brustwehr Thurnschiffes enthält die „Illustrated London News“ vom 22. Juli 1871, S. 64. Vollständigere Beschreibungen (ohne Abbildungen) giebt „The Artisan“ 1871, S. 173, sowie auch das Archiv für Seewesen, Jahrg. 1871, S. 209.

5) „Augsburger Allgemeine Zeitung“ (Nr. 71) vom 11. März 1872, S. 1058, unter der Ueberschrift: „Die neuen englischen Kriegsschiffe“.

Die Länge der Schiffe zwischen den Perpendicularen beträgt 285 Fuss engl., ihre grösste Breite 58 Fuss. Vollständig für See ausgerüstet wird das Gesamtgewicht (Displacement) eines Schiffes zu 9050 Tons angegeben, die Lastigkeit (bei 26 Fuss Tiefgang) nach dem altenglischen Maasssystem (S. 42) zu 4406 Tons. Als Propeller sind unabhängige Doppelschrauben (twin-screws) vorhanden, die durch Dampfmaschinen (aus Penn's Fabrik) bewegt werden, deren Gesamtarbeit zu 800 Nominal-Pferdekräften angegeben wird. Die Schiffe sollen fähig sein, 1800 Tonnen Steinkohlen aufzunehmen.

im Mittel) zur Vertheidigung der Küsten und Häfen geeigneten Schutz bieten werden <sup>1)</sup>.

Ebenso unentschieden ist man hinsichtlich der Panzer-Breitseiteuschiffe, namentlich ob Schiffe mit so ausgedehntem Bemannungssysteme, wie der „Hercules“ (S. 2 und S. 214, Note 2), oder dessen verbesserte Ausgabe, der „Sultan“ <sup>2)</sup> (mit 9zölligem Eisenpanzer) oder der „Monarch“ <sup>3)</sup> (mit 10 Zoll dicken Eisenwänden), wo das Breitseiten- und Thurmsystem combinirt auftritt, auch fernerhin als Modelle betrachtet werden können oder nicht, obwohl u. A. noch im „Engineer“ (15. März 1872, S. 188) behauptet wird, „that these three ships are the most powerful rigged ocean-cruising ironclads in the world!“

Nach letzterem Urtheile scheint es fast überflüssig zu sein, die neuesten, nicht in England gebauten Kriegsschiffe zu besprechen, wie z. B. das mächtige amerikanische Thurmschiff „Stevens“ von 420 Fuss Länge, welches 20zöllige Geschütze führen soll <sup>4)</sup>, ferner den „Ocean“ <sup>5)</sup>, der Stolz der gegenwärtigen französischen Panzerflotte, die österreichischen Panzerschiffe „Custoza“ <sup>6)</sup> und „Lissa“ <sup>7)</sup>, ersteres nach einem neuen, dem Bugbatterie-Kasemattensystem construirt, wobei die in den Breitseiten placirten Geschütze auch in der Kielrichtung gebraucht werden können, die Geschütze auf zwei Decke (über einander) vertheilt sind etc. etc. Dessenungeachtet müssen wir bemerken, dass es hier nur an Raum

1) Man lese u. A. Admiral Elliot's und Contreadmiral Ryder's Ansichten im Archiv für Seewesen 1871, S. 210.

2) Archiv für Seewesen 1870, S. 314, und ausführlicher 1871, S. 116.

3) Ebendasselbst 1868, S. 93, und 1869, S. 343, sowie endlich auch 1871, S. 470 ff.

4) Archiv für Seewesen, Jahrg. 1871, S. 164.

5) Ein achtungsgebietendes Breitseiten-(Kasematten-) Schiff mit 4 feststehenden (nicht drehbaren) Thürmen, dessen Länge in der Wasserlinie 90 Meter, seine Breite 18 Meter, sein Displacement (bei 7,6 Meter Tiefgang) 8000 französ. Tonnen beträgt, mit homogenen Panzerplatten von 27 Centimeter (10½ Zoll engl.) Dicke etc. Ausführlich hierüber, sowie über die noch im Bau begriffene Fregatte „Marengo“ und andere neuere französische Kriegsschiffe, im Archiv f. Seewesen 1871, S. 373.

6) Archiv für Seewesen 1870, S. 545, und 1871, S. 1. Die „Custoza“ hat in der Wasserlinie 305 Fuss 2½ Zoll engl. Länge, 58 Fuss grösste Breite, 25 Fuss mittlere Tauchung, ein Displacement von 7000 Tonnen, homogene Eisenpanzer von 9 Zoll engl. Dicke, Dampfzylinder (horizontal liegend) von 110 Zoll Durchmesser und von 4 Fuss Kolbenhub etc.

7) Archiv für Seewesen 1869, S. 75, und besonders 1871, S. 205.



fehlt, um diese und noch andere Panzerschiffe der jüngsten Zeit hier aufzunehmen, und rathen (trotz des englischen Ausspruchs) die hier unten notirten Quellen <sup>1)</sup> nicht unbeachtet zu lassen und sich in Bezug auf das Endurtheil überhaupt abwartend zu verhalten.

Als Vorbereitungen für letztere Zwecke können die Urtheile einer von der britischen Admiralität unmittelbar nach dem Verlust des „Kaptain“ <sup>2)</sup> niedergesetzten Commission dienen, welche dem Parlamente sowohl eine Kritik der schon vorhandenen Kriegsschiffe als eine Modellconstruction für die Zukunft unterbreiten soll. Soweit betreffende, vielfach entgegengesetzte Urtheile der Commission zur Zeit bekannt geworden sind <sup>3)</sup>, hält die Majorität die ganze englische Panzerflotte nicht mehr für absolut sicher, da man sich abermals der Periode genähert habe, in der das Geschütz wieder dem Panzer überlegen geworden ist, da beispielsweise 12zöllige (homogene) Eisenplatten in der Wasserlinie der „Devastation“ für die 25 Tons Kanone schon nicht mehr undurchdringlich sind. Unter Anderen liess Sir William Armstrong der Commission wissen, dass „die Elswick Company sich nicht besinnen würde, Aufträge für gezogene Geschütze von 14 Zoll Kaliber anzunehmen, die ein Projectil von 10 Centner Gewicht mit einer Ladung von 2 Centner Pulver werfen würden“, und „dass kein Eisenpanzer von weniger als 20 Zoll Dicke und überdies mit einem Holzfutter wie das des „Herkules“ eine Chance des Widerstandes gegen ein solches Geschütz hätte.“ Sir William Whitworth erklärte ebenso, „ein Geschütz von 11 Zoll Kaliber construiren zu können, das 16zöllige Panzer auf 1000 Yards

1) Es werde die Gelegenheit benutzt, noch auf die vortrefflich construirten österreichischen (Zweischrauben-) Einthurm-Monitors, für die Donau bestimmt, aufmerksam zu machen, welche beachtenswerthe Eigenthümlichkeiten enthalten. Beschreibung und Abbildung im Archiv für Seewesen 1872, S. 1 ff.

2) Merkwürdiger Weise ist die englische Kriegsmarine in jüngster Zeit von allerlei Uebel heimgesucht worden. Ausserdem, dass der „Kaptain“ gänzlich verloren ging, strandete die Panzerfregatte „Agincourt“, fuhren die Panzerschiffe „Caledonia“, „Repulse“ und „Warden“ auf, traf ein gleiches Schicksal das Schulschiff „Racer“ und ging endlich das Truppentransportschiff „Megaera“ bei einer Fahrt nach Australien unter. Ueber alle diese Unfälle wird im Archiv für Seewesen, Jahrg. 1871, Bericht erstattet. Ueber den Verlust der „Megaera“ sehe man insbesondere den „Engineering“ vom 18. März 1872, S. 177 und 184.

3) „Augsburger Allgemeine Zeitung“ vom 11. März 1872, S. 1058, dann „Engineer“ vom 8. März 1872 und „Engineering“ vom 15. März 1872.

(3000 Fuss) Entfernung durchbohren würde, und dass es 24zölliger Panzer bedürfte, um einem Kaliber von 13 Zoll zu widerstehen.“

Die Commission scheint keinen Zweifel an der Möglichkeit so starker Artilleriewirkungen zu haben und glaubt, „dass kein Schiff für die hohe See von lenkbaren Dimensionen eine vollständige Panzerung von 24 Zoll Eisen zu tragen im Stande ist, noch ist sie sicher, dass selbst eine solche Dicke auf die Dauer undurchdringlich bleiben wird.“ Dennoch hält sie die Zeit noch nicht für gekommen, um den Panzer ganz aufzugeben, ist vielmehr der Ansicht, „dass die Schiffe ersten Ranges auch fernerhin eine Rüstung von grösstmöglicher Widerstandsfähigkeit führen müssen, wobei jedoch diese letztere Eigenschaft nicht allein durch den Panzer erzielt zu werden brauche etc.“

Um die höchste Fortlaufgeschwindigkeit eines Kriegsschiffes zu erreichen, hat man bereits angefangen, das Defensivprincip der Panzerung völlig zu opfern, d. h. man hat ungepanzerte Schiffe aus Holz mit eisernen Rippen (nach dem sogenannten gemischten Principe) zu bauen begonnen und diese mit vollständiger Takelage ausgerüstet. Als ein derartiges Musterschiff bezeichnet man gewöhnlich die (ebenfalls nach Reed's Plänen) im November 1868 vom Stapel gelassene Corvette „Inconstant“, die sowohl als trefflicher Segler als auch unter Dampf durchschnittlich 16 Knoten in der Stunde durchlaufen soll <sup>1)</sup>.

Die Classe der „Inconstant“ (die man eigentlich als Jagd- und Kreuzerschiffe bezeichnen muss) räth die Commission in zwei Modelle aufzulösen: eines, das die volle oder beinahe doch die volle Segelfähigkeit der „Inconstant“ besitzt, und ein anderes, was noch grössere Schnelligkeit unter Dampf bei geringerer

---

1) Die „Inconstant“ sieht mehr einer Yacht als einem Kriegsschiffe ähnlich, hat eine Länge von 337 Fuss, eine grösste Breite von 50 Fuss, Tiefgang mittschiffs 22 Fuss  $7\frac{1}{2}$  Zoll, bei einem Displacement von 5328 Tonnen und einer Lastigkeit von 4066 Tonnen. Bei den am 22. Juli 1869 mit diesem Schiffe angestellten Probefahrten (Archiv für Seewesen 1869, S. 345) erreichte man 17,80 Knoten als Maximalgeschwindigkeit, wogegen die wirkliche mittlere Geschwindigkeit die von 16,512 Knoten war. Die indicirte Pferdekraftzahl der Betriebsdampfmaschinen ergab sich zu 7364. Der Propeller ist eine zweiflüglige Griffith-Schraube von 23 Fuss 2 Zoll Durchmesser und von 24 Fuss Steigung.

An Geschützen trägt die „Inconstant“ für die Batterie 10 Stück 9zöllige Vorderlader-Breitseiten-Geschütze; am Deck zwei 7zöllige gezogene Vorderlader-Pivot-Geschütze und vier gezogene 7zöllige Vorderlader an den Breitseiten.

Segelfläche und grösserem Kohlenvorrath haben müsste. Beide sollten dem feindlichen Feuer ein kleineres Ziel darbieten, indem der freie Bord erniedrigt, die Geschütze auf einem offenen Deck placirt würden etc.

Kriegsschiffe mit so grossen Geschwindigkeiten könnten selbst den gefährlichsten und furchtbarsten Feinden der Panzerschiffe, den unter Wasser schwimmenden Torpedoböten<sup>1)</sup>, Trotz bieten, weshalb auch auf die Herstellung solcher Böte gegenwärtig in fast allen Kriegsmarinen die grösste Sorgfalt und Aufmerksamkeit verwandt wird. Schon auf der Pariser internationalen Ausstellung von 1867 erregte das im Arsenal zu Rochefort gebaute unterseeische Boot „Le Plongeur“ die Aufmerksamkeit aller Betheiligten, hinsichtlich dessen Beschreibung und Abbildung wir jedoch auf Pâris unten notirtes Werk<sup>2)</sup> verweisen müssen. Bemerket werde jedoch, dass hier der Torpedo am horizontal gelegten Bugspriet angebracht ist und die Entzündung seines Pulverinhaltes mittelst eines elektrischen Drahtes geschieht. Auch bei unserer deutschen Kriegsmarine hat man schon 1869 den Bau von unter Wasser gehenden Torpedobooten (u. A. nach dem Vogel'schen von Schlick in Dresden gebauten Modelle) in Betracht gezogen, jetzt auch den wirklichen Bau begonnen<sup>3)</sup> und (nach dem Vorgange anderer Länder) ein deutsches Torpedos-

1) Wie bereits S. 85 erwähnt wurde, beschäftigte sich schon Fulton (gegen Ende des vorigen Jahrhunderts) mit der Herstellung sogenannter Torpedos, d. h. unter Wasser brauchbare Minen, um damit Schiffe in die Luft sprengen zu können. Die Benennung Torpedo scheint einer Art von Fischen, der Zitterroche (Raja Torpedo), entlehnt zu sein, die, wenn man sie angreift, heftige Schläge austheilen können.

Man kann jetzt festliegende und selbstbewegende Torpedos unterscheiden. Beide Gattungen waren bekanntlich höchst gefährliche Gegner der nordamerikanischen Unionsflotte im bereits oben (S. 200) erwähnten Bürgerkriege, in dessen Laufe mindestens 10 grössere und kleinere Dampfer und 5 Panzerschiffe durch Torpedos zertrümmert wurden. (Speciell im Archiv für Seewesen 1867, S. 268.) Betreffende Abbildungen damaliger Torpedos finden sich u. A. in Capitän Werner's „Atlas des Seewesens“, Taf. 22.

2) L'Art naval à l'exposition universelle de Paris en 1867, Tome I, p. 476, Planche XXV.

3) Archiv für Seewesen, Jahrgang 1869, S. 277, unter der Ueberschrift: „Unterseeische Dampfschiffahrt.“ Ferner ebendasselbst Jahrgang 1871, S. 384. (Deutsche Torpedo-Boote auf der Devrient'schen Schiffswerfte zu Danzig.)

corps organisirt <sup>1)</sup>. Auf der Staatswerfte zu Washington soll ein Torpedoboot von 715 Fuss (?) Länge und von 35 Fuss Breite im Baue begriffen sein <sup>2)</sup>, während gleichzeitig in England das Whitehead'sche Fischtorpedo die grösste Aufmerksamkeit erregt <sup>3)</sup>, indem man mit diesem Fahrzeuge hofft, Torpedogeschütze in so bedeutender Tiefe unter dem Wasserspiegel anbringen zu können, dass eine abermalige Reconstruction aller Kriegsflotten nöthig werden müsste, die Rumpfe der Schiffe überall zu panzern sein würden u. d. m. <sup>4)</sup>.

## §. 8.

### Schiffsdampfmaschinen.

#### I. Maschinen für Ruderrad-Dampfer.

Sachgemäss wird die erste für uns beachtenswerthe Dampfmaschine offenbar die des Fulton'schen Schiffes „Clermont“ (S. 88, Fig. 43) sein müssen, da wir dies Schiff als das erste bezeichnen konnten, was andauernde Dienste zu leisten im Stande war. Zuverlässigen Quellen entlehnte Abbildungen dieser aus Bulton und Watt's Fabrik hervorgegangenen Maschine lässt

1) Ueber Schutzmittel der Kriegsschiffe gegen Torpedos handelt ein Aufsatz des österreichischen Marine-Ingenieurs Moerath im „Engineering“ vom 5. April 1872.

2) Archiv für Seewesen, Jahrg. 1871, S. 506.

3) Ebendasselbst Jahrg. 1872, S. 44, unter der Ueberschrift: „Die Marine der Zukunft.“

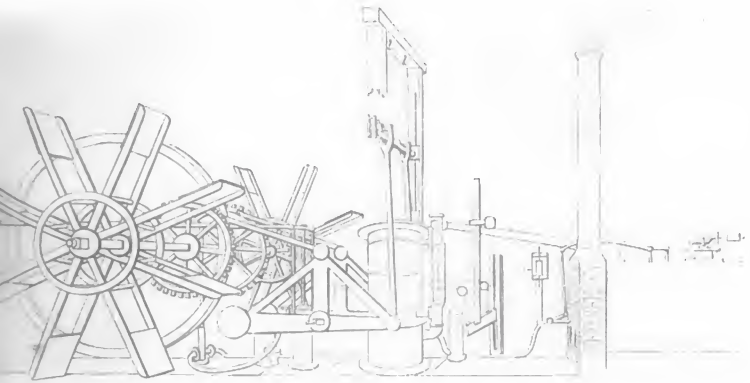
4) Specielle Mittheilungen über in Sherness mit den Whitehead'schen Lancir-Torpedo-Boote „Oberon“ angestellten Versuche liefert das Archiv für Seewesen, Jahrg. 1871, S. 20; ferner das hannoversche Wochenblatt für Handel und Gewerbe, Jahrg. 1870, S. 360.

Ueber österreichische Torpedos giebt Graser (Norddeutschlands Seemacht, S. 430) Auskunft. Ueber die (neuesten) Torpedoboote der deutschen Kriegsmarine handelt ein Artikel im Archiv für Seewesen, Jahrg. 1871, S. 251. Ebendasselbst (S. 251) wird auch über die Torpedo-Erfolge im jüngsten deutsch-französischen Kriege gehandelt.

Ericsson's neueste Vorschläge unter der Ueberschrift „Submarine Warfare“ enthält die Zeitschrift „Engineering“ vom 1. April 1870, S. 213, und vom 15. April 1870, S. 257. Endlich ist noch auf einen interessanten Artikel der „Hansa“ vom 10. März 1872, S. 36, zu verweisen, der über „Ungepanzerte Schiffe“ und „Torpedos“ handelt und wobei die Zeitschrift „The Engineer“ vom 12. Januar 1872 benutzt wurde.

die folgende Fig. 102 in perspectivischer <sup>1)</sup> und Fig. 103 in geometrischer <sup>2)</sup> Darstellung erkennen.

Fig. 102.



Nach den bereits S. 88 über diese Maschine gemachten Angaben wird nur, mit Bezug auf Fig. 103, erforderlich sein, hervorzuheben, dass auf jeder Seite der Kolbenstange *b* mittelst eines Querhauptes (einer Traverse) *C*, eine Lenkstange *a* vorhanden ist, wodurch die Bewegung auf einen dreiarmigen Hebel, eine Art Balancier (oder ein Kunstkreuz) *dfge* übertragen wird, welcher um *e* als Drehachse schwingt. Durch eine Schubstange *fh* steht dieser Balancier mit der Warze *h* eines Krummzapfens *kh* in Verbindung, welche sich am Arme eines Zahnrades *i* befindet, dessen Drehachse zugleich die der Ruderräder *l* ist.

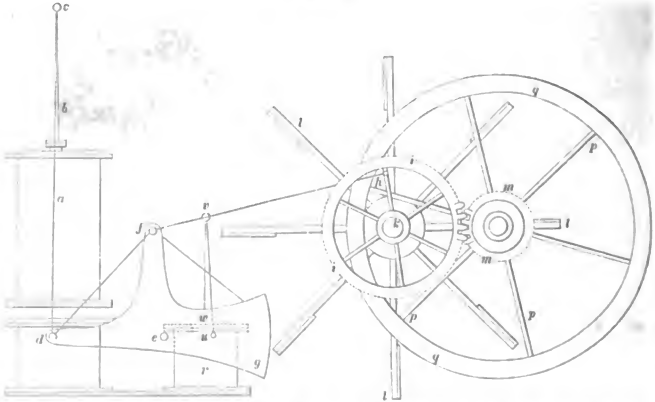
Da, wie namentlich aus Fig. 102 erhellt, überhaupt nur ein einziger Dampfzylinder vorhanden war, so musste die (bereits Bd. 1, S. 409 und 410 erörterte) nothwendige gleichförmige Bewegung durch Anbringung eines geeigneten Schwungrades *pq* herbeigeführt werden. Damit dies Schwungrad hinlänglich regulirte, hatte man dasselbe auf einer zur Ruderradwelle *k* parallelen Welle placirt und zur erforderlichen Bewegungsübertragung, sowie zur Geschwindigkeitsvergrößerung, das Zahnradvorgelege *im* angeordnet. Um ferner auch die Bewegung des Kolbens der Luftpumpe *r* (wie bei den feststehenden doppeltwirkenden Watt'schen Dampfmaschinen und zwar Bd. 1, S. 411 mit dem Buchstaben *x* bezeichnet) vom Balancier *dfge* aus erzeugen zu können, wurde an letzterem bei *u* ein Lenker *uv* befestigt und dieser wieder mit dem Kreuz-

1) Woodcroft: „Steam Navigation“, S. 62, wobei dieser Schriftsteller bemerkt, dass er diese Skizze einem Herrn Dyer bei Manchester verdankt, welcher persönlich mit Fulton bekannt und seiner Zeit im Dampfschiffe „Clermont“ beschäftigt war.

2) Marestier a. a. O. S. 123 und S. 152.

kopfe *v* der Luftpumpen-Kolbenstange *vw* in geeignete Verbindung gebracht. Dass der rechts vom Drehpunkte *e* liegende verbreiterte Theil *g* des Balanciers zugleich als Gegengewicht diene, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Fig. 103.



Die nachstehenden Figuren 104 und 105 <sup>1)</sup> lassen im Aufrisse und Grundrisse die Disposition der Betriebsmaschine des ersten amerikanischen Ozeandampfschiffes, der „Savannah“ (S. 91, Fig. 44), erkennen, wobei *a* der schräg (aber fest, unbeweglich) gelagerte Dampfcylinder ist, welcher die Bewegung seiner Kolbenstange *b* auf einen Kreuzkopf *h* und von diesem aus vermittelt des Lenkers *c* auf den Krummzapfen *d* überträgt, womit schliesslich die Umdrehung der Welle *e* der Ruderräder *f* bewirkt wird.

Der im Rohre *m* vom Kessel kommende Dampf tritt in den Steuerkasten *i* und verlässt die Maschine nach verrichteter Arbeit durch das Abflussrohr *p*. Der Luftpumpencylinder *l* ist gleich schräg wie der Dampfcylinder *a* gerichtet und die Stange seines Kolbens in gleicher Weise mit dem gemeinsamen Kreuzkopfe *h* in Verbindung gebracht.

Von bemerkenswerther Einrichtung waren die Ruderräder der „Savannah“. Wie Fig. 104 leicht erkennen lässt, sind von den zehn Armen *f* eines jeden dieser Räder nur zwei mit der Nabe fest zu einem ganzen Körper verbunden, die übrigen (je vier) dazwischen liegenden aber um Bolzen in der Nabe drehbar gemacht. Die Entfernung zwischen je zwei Schaufeln wird durch zwischen gespannte Ketten constant erhalten, hierdurch zugleich aber auch das Mittel geboten, die Schaufeln *g* mit ihren Armen *f* derartig fächerartig zusammenzulegen, wie dies der obere Theil des Ruderrades in Fig. 104 erkennen lässt. Um letzteren Zustand zu erzeugen, bedarf es nur des Entfernens einer Verbindungsschraube in der Mitte der unteren Kette. Diese Anordnung bietet

1) Nach Marestier, Pl. VII, Fig. 32 und 33, S. 121.

den Vortheil, dass beim Stillstande des Schiffes der Raum vermindert werden kann, welchen die Ruderräder an beiden Seiten einnehmen, und die Aussicht nicht gestört wird, allein es müssen dann auch (für letzteren Zweck) die trommelartigen Mäntel der Räder, die Ruderradkästen, wegfallen, wie dies die frühere Abbildung der „Savannah“ (Fig. 44, S. 91) allerdings erkennen lässt, ein Vortheil (?), der jedoch durch die viel geringere Festigkeit (Zerbrechlichkeit) eines solchen Ruderrades wieder aufgewogen wird.

Fig. 104.

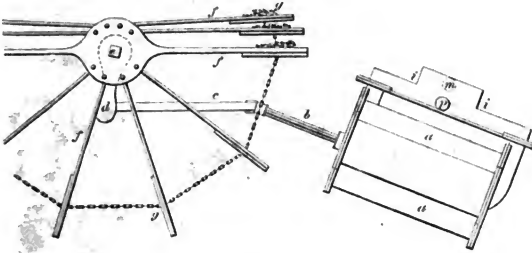
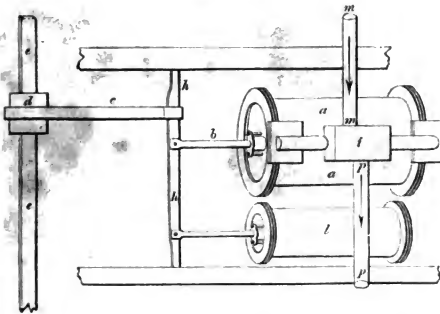


Fig. 105.

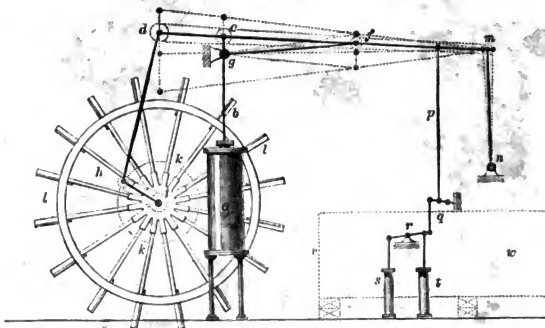


Die beiden im Vorstehenden besprochenen Dampfmaschinen der Schiffe „Clermont“ und „Savannah“ charakterisiren zugleich die zwei noch heute vorhandenen Hauptsysteme aller Schiffsdampfmaschinen mit nicht oscillirenden Cylindern und bilden die Basis der Eintheilung in Balancier-Maschinen (swing beam engines) und in direct wirkende Maschinen (direct acting engines). Beide Systeme kämpften längere Zeit mit einander hinsichtlich der Vorzüge und Nachtheile, bis der Streit (in der jüng-

sten Zeit) zu Gunsten der direct wirkenden Maschinen (wenigstens in Europa) entschieden wurde. Die Hauptvortheile der letzteren liegen besonders in der Einfachheit und im Zusammendrängen ihrer Construction, weshalb sie weniger Raum als Balanciermaschinen erfordern und überdies auch verhältnissmässig grössere Kolbengeschwindigkeiten zulassen.

Ein ganz eigenthümliches System von Balancier-Maschinen construirte seiner Zeit der uns bereits (Bd. 2, S. 28 und Bd. 3, S. 132) rühmlichst bekannt gewordene amerikanische Ingenieur Olivier Evans. Nachstehende Fig. 106

Fig. 106.



lässt diese Anordnung in der Weise erkennen, wie sie Marestier auf seiner amerikanischen Reise bei den Dampfschiffen „Aetna“ und „Pennsylvania“ in Anwendung sah <sup>1)</sup>, hauptsächlich darauf hinaus kommend, dass die Bewegungsumsetzung der geradlinig auf- und absteigenden Kolbenstange *b* in die Umdrehbewegung des Krummzapfens *hi*, unter Anwendung eines einarmigen Balanciers *dm*, erfolgt <sup>2)</sup> und dabei für die Stange *bc* eine Geradföhrung mit sogenanntem oscillirendem Träger *mn* benutzt ist <sup>3)</sup>. Letzterer schwingt um

1) Mémoire sur les bateaux à vapeur des États-Unis d'Amérique, p. 93, Pl. VI.

2) Man sehe hierüber auch Bd. 1, S. 435, unter I. Maschinen mit Evan's Balancier.

3) Die Theorie von Evans' Geradföhrung mit oscillirendem Träger (angenähertem Ellipsenlenker) hat Weisbach sehr gut (und nach unserem Wissen am ausführlichsten) behandelt in Hülse's „Maschinen-Encyklopädie“, Artikel „Abänderung der Bewegung“, S. 100 bis 102, und in seiner Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 261 bis 266.

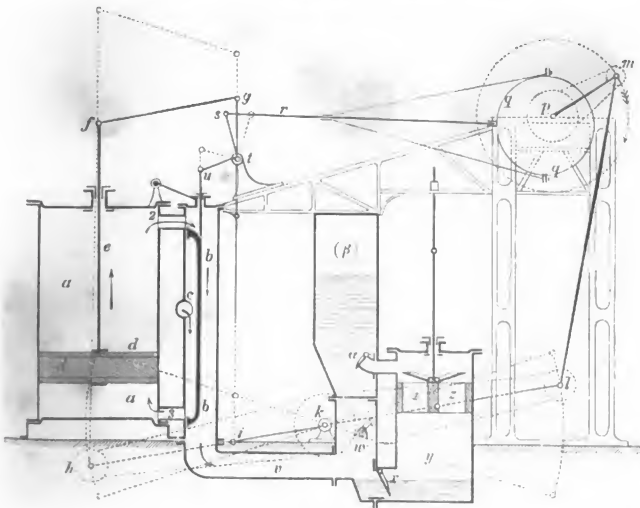
Noch am Anfange der 40er Jahre hat der Mechaniker Gengembre in Indret den Evans'schen einarmigen Balancier mit oscillirender Stütze bei dem



einen unverrückbaren Punkt  $n$ , während der erforderliche Lenker  $gf$  um eine feste Achse  $g$  oscillirt und der Balancierangriffspunkt  $f$  so liegt, dass  $cf = fm$  ist.  $s$  und  $t$  sind Speisepumpen für den nur in Conturen angedeuteten Kessel  $vw$ , in welchem nach unserer Quelle (a. a. O. S. 94) Dämpfe von 10 Atmosphären Spannung (also Hochdruckdämpfe) erzeugt worden sein sollen. Schwungräder wurden bei Evans' Dampfmaschinen bereits weggelassen, weil man in Erfahrung gebracht hatte, dass grosse, kräftige und stark armirte (mit eisernen Armrossetten  $KK$  versehene) und nicht zu langsam umlaufende Ruderräder hinlängliche lebendige Kraft zur Herbeiführung der erforderlichen gleichförmigen Bewegung besitzen, sobald das Schiff einmal im bestimmten Fortlaufe begriffen ist.

Vom Jahre 1817 ab scheint die Firma Bulton und Watt in Soho bei Birmingham (Bd. 1, S. 422) in den meisten Fällen den viel gedrängteren und stabileren, in Fig. 107 dargestellten Constructionstypus von Schiffsdampf-

Fig. 107.



maschinen in Anwendung gebracht zu haben <sup>1)</sup>, der sich bekanntlich für Ruderraddampfschiffe fast bis zur Gegenwart erhalten hat.

Dampfschiffe „Vautour“ der französischen Kriegsmarine in Anwendung gebracht. Man sehe deshalb Armengaud's „Publication Industrielle des Machines etc.“, Tome II, p. 169.

1) Tredgold: „The Steam Engine“, Ausgabe von 1838, S. 358.

Hier wird die Ruderradwelle  $p$  von einem starken gusseisernen Gerüste getragen, welches zugleich die Theile der Dampfmaschine so unter einander verbindet, dass ein festes Ganzes entsteht, welches von den Schiffswänden isolirt ist, auf dem Boden aber auf mächtigen hölzernen Bäumen ruht. Der frische, im zugehörigen Kessel gebildete Dampf wird normal zur Bildfläche (unserer Abbildung) im Rohre  $c$  zugeführt, tritt bei der in der Figur gezeichneten Stellung des langen  $D$ -Schiebers (Bd. 1, S. 413) durch den Kanal 3 in den Dampfzylinder  $a$  und treibt den zugehörigen Kolben  $d$  aufwärts. Der vom vorübergehenden Spiele über dem Kolben befindliche Dampf entweicht durch den Kanal 2, nimmt seinen Weg hinter dem  $D$ -Schieber  $bb$  abwärts, tritt durch  $v$  in den Condensator  $w$  und wird daselbst in bekannter Weise (Bd. 1, S. 408 und 411) verdichtet. Durch die Wirkung der Luftpumpe  $ys$  gelangen sämtliche Flüssigkeiten (Einspritzwasser, verdichteter Dampf und frei gewordene atmosphärische Luft) in den Behälter  $\alpha\beta$ , aus welchem sie schliesslich, vorzugsweise in Gestalt von heissem Wasser, durch die Seitenöffnung  $\beta$  abfließen. Ventile  $x$  und  $\alpha$  verhindern den Rücklauf der Flüssigkeiten.

Zwei kräftige, zu beiden Seiten des Dampfzylinders liegende Balanciers  $hikl$  vermitteln in bekannter Weise die Uebertragung der Bewegung von der Kolbenstange  $e$  auf die Warze  $m$  des Krummzapfens, wobei die Geradföhrung der Kolbenstange unter Anordnung des sogenannten Watt'schen Parallelogramms  $fghi$  (Bd. 1, S. 408 ff.) herbeigeföhrt ist. Die erforderliche Bewegung des Dampfvertheilungsschiebers  $bb$  durch das Kreisexcentrik  $q$ , die zugehörige Schubstange  $r$  und den Winkelhebel  $uts$  erhellt ohne Weiteres aus der Abbildung <sup>1)</sup>.

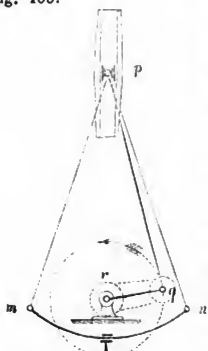
Zu den besonders bemerkenswerthen direct wirkenden Schiffsdampfmaschinen der 30er Jahre gehören die des bereits S. 122 (Note) erwähnten englischen eisernen Ruderrad-Dampfschiffes „Rainbow“, welche wahrscheinlich G. Forrester u. Co. in Liverpool zuerst lieferten und zu deren Verständniss die Fig. 108 und 109 dienen werden.

Das Eigenthümliche dieser Maschine besteht darin, dass die Lenkstange  $pq$  über der Kurbel  $rq$  angebracht oder die Stange  $pq$  rückwärts versetzt ist, obwohl die Kurbelwelle  $r$  über dem Deckel des Dampfzylinders  $bc$  liegt. Die Verbindung des Kreuzkopfes  $p$  mit der Kolbenstange  $c$  der Dampfmaschine erfolgt durch den dreieckigen Bügel  $mpn$ , der auch als eine Fortsetzung der Kolbenstange von gehöriger Steife betrachtet werden kann, mit ihr auf und

1) Nach Dietze in seiner Abhandlung: „Die Dampfschiffahrt von ihrer Entstehung bis zur heutigen Zeit“ (Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure, 1861, S. 40) soll die Firma Boulton und Watt direct wirkende Dampfmaschinen zuerst für den Dampfer „Centaur“ (bei  $85\frac{1}{2}$  Zoll Cylinderdurchmesser und 6 Fuss Kolbenhub) erbaut haben. Die betreffende Disposition soll die von Fig. 271, Bd. 1, S. 430 gewesen sein, wo die Kolbenstange mittelst eines Kreuzkopfes in Leitungen geföhrt wird, die auf dem Cylinder befestigt sind. Von der Kreuzkopfmittle geht die Lenkstange direct zur Kurbel.

nieder geht etc. Erforderniss ist hierbei, dass die Ruderradwelle  $r$  an den Kurbelstellen unterbrochen ist, die Krummzapfen doppelt vorhanden sind und ihre Warzen zugleich die Kuppelstellen der hierdurch überhaupt in drei Theile getrennten Ruderradwelle bilden, wie dies besonders aus Fig. 109 zu erkennen ist.

Fig. 108.



Der Vortheil dieser Anordnung besteht offenbar darin, dass man die Ruderradwelle beliebig hoch oder niedrig legen und lange Lenkstangen in Anwendung bringen kann, welche sowohl zur Beförderung gleichförmiger Bewegung dienen, als auch die passiven Widerstände (die Reibungen) vermindern. Ein Uebelstand ist allerdings die verhältnissmässig bedeutende Höhe, welche die Maschine einnimmt, so dass gewöhnlich ein ziemlich bedeutender Theil derselben noch über das Verdeck des Schiffes hinaus reicht. Wie in Fig. 107 wird auch hier die erforderliche Bewegung des Dampfvertheilungsschiebers  $dd$  von der Kurbelwelle  $r$  aus durch ein (in unserer Abbildung weg-

gelassenes) Kreisexcentrik mit

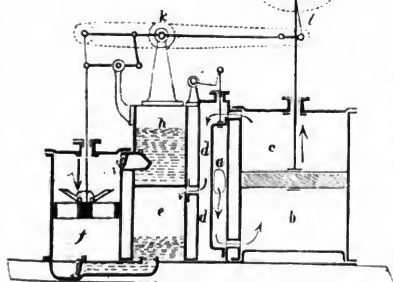
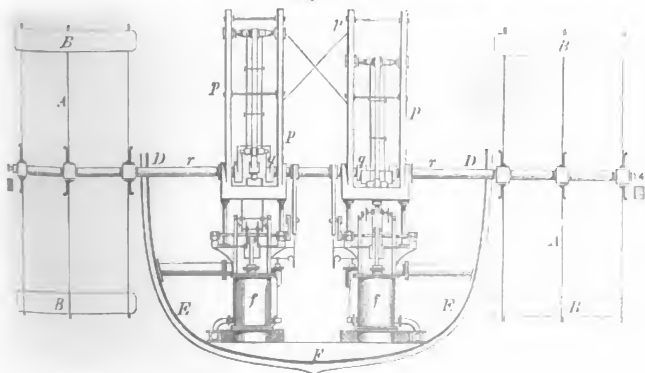


Fig. 109.

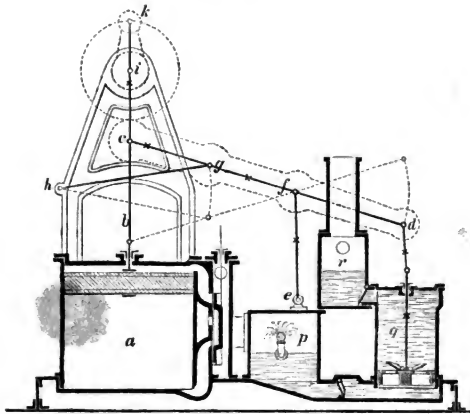


Schubstange veranlasst, während zum Auf- und Niedergange des Luftpumpenkolbens *f* ein besonderer Hebel *kl* eingeschaltet ist. Der Abfluss des aus dem Condensator *e* (auf dem Wege *fgh*) nach *h* geschafften heissen Wassers erfolgt ebenfalls aus einer entsprechenden Seitenöffnung im Behälter *h*. Dass die Eintrittsöffnung des frischen Dampfes in unserer Abbildung mit *a* bezeichnet ist, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Die Construction der eisernen Schiffschale *DEF* (von 190 Fuss Länge und 25 Fuss Breite) konnte ebenso wie die beiden (je  $21\frac{1}{4}$  Fuss hohen und 10 Fuss breiten) Ruderräder *ABD* in unserer Fig. 109 nur angedeutet werden. Ausführliches giebt die unten notirte Quelle <sup>1)</sup>.

Mit Hinweglassung des Bügels *mnp* und unter Anordnung von zwei oder vier links und rechts neben der Ruderradwelle hoch über das Deck hinaus gehender Kolbenstangen, die am oberen Ende durch einen gemeinsamen Kreuzkopf vereinigt sind, baute nachher D. Napier diese Steeple Engines, worüber bei Bourne <sup>2)</sup> und in der vorher citirten Abhandlung von Dietze <sup>3)</sup> (unter Beigabe von Abbildungen) berichtet wird.

Eine andere Gattung von Schiffsdampfmaschinen, welche ungefähr um dieselbe Zeit (1837) viel von sich reden machte, zeigt folgende Skizze, Fig. 110.

Fig. 110.



1) Tredgold: Appendix A and B to the new Edition of the Steam Engine and on Steam Navigation, Plate IV and V.

2) A Treatise on the Steam Engine.

3) A. a. O. S. 41, Taf. III, Fig. 5.

Zuerst von Seward und Capel für die britische Dampffregatte „Gorgon“ in Anwendung gebracht, nannte man diese ganze Maschinengattung gewöhnlich auch „Gorgon Engines“ und rechnete sie zu den direct wirkenden Maschinen, obwohl bei ihr der Evans-Balancier  $cd$  mit dem um  $e$  Fig. 110 schwingenden Träger  $fe$  in Anwendung gebracht ist.

Während diese ganze Anordnung seiner Zeit in England als etwas ungewöhnlich Neues bezeichnet wurde <sup>1)</sup>, zeigte man deutscherseits die Unwahrheit dieser Behauptung, indem man ganz richtig nachwies, dass der Erfinder und der erste Gonstructeur dieses vereinfachten (wenn auch weniger stabilen) Systemes von Transmission und Geradföhrung kein anderer als der Amerikaner Olivier Evans ist <sup>2)</sup>. Hinsichtlich unserer Abbildung wird kaum nöthig sein, auf die wesentlichen Theile der Maschine (Dampfcylinder  $a$ , Kolbenstange  $b$ , Gegenlenker  $gh$ , Bleulstange  $ck$ , Condensator  $p$ , Luftpumpe  $q$  und Warmwasserbehälter  $r$ ) besonders aufmerksam zu machen.

Ein unverkennbarer Vorzug dieser ganzen Maschinen-Disposition vor dem Watt'schen Systeme, Fig. 107, ist offenbar die Leichtigkeit, womit der Maschinenwärter zu allen Theilen der Maschine gelangen kann, weil der Raum nicht von den unten liegenden grossen Balanciers und deren Zubehör eingenommen wird, was besonders bei Handhabung derjenigen Mechanismen als Bequemlichkeit hervortritt, welche dazu dienen, die Richtung der Umdrehbewegung rasch umsetzen, d. h. die Ruderräder bald vorwärts, bald rückwärts umlaufen, die Fortlaufrichtung des Schiffes umändern, letzteres rasch drehen zu können etc.

Aus der folgenden Skizze, Fig. 111, welche den Abbildungen der englischen Dampffregatte „Cyclop“ (ebenfalls mit Gorgon-Maschinen ausgestattet) in dem citirten Appendix C, S. 13 des Tredgold'schen (John Weale'schen) Werkes entlehnt ist, erhellt die Anordnung der betreffenden Umsteuerung.

Zum raschen Verständniß der letzteren werde mit Bezug auf die für ähnliche Zwecke Bd. 1, S. 416 gezeichneten Figuren zuvörderst aufmerksam gemacht, dass, um den Kolben durch den Dampf nach entgegengesetzter Richtung treiben zu lassen, das hier auf der Ruderradwelle  $p$  steckende Excentrik  $a$

1) Tredgold: Appendix C, Gorgon Engines, as fitted on Board H. M. S. „Cyclops“. London 1842.

Auch (nach dem Mech. Magazine, 1841, Nr. 911) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 80 (1841), S. 241, Taf. VI.

2) Dr. Mohr in Coblenz: „Ueber die Gorgonmaschine.“ Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 81 (1841), S. 16.

In der erstgenannten englischen Quelle werden dem „Gorgon“-Maschinensystem (gegenüber der Watt'schen Balancier-Maschinen) folgende Vortheile zugeschrieben: Raumersparniß, Gewichtsverminderung (25 Procent weniger als Watt'sche Balancier-Maschinen), grössere Sicherheit gegen Unfälle, bessere Zugänglichkeit zu allen Theilen, Verminderung der zitternden Bewegungen des Dampfbootes und wirksamere (ökonomischere) Verwendung der bewegenden Kraft.

um 180 Grad verdreht werden muss. Hierzu muss das Excentrik auf *p* lose stecken, während auf letzterer Welle ein sogenannter Mitnehmer befestigt

Fig. 111.

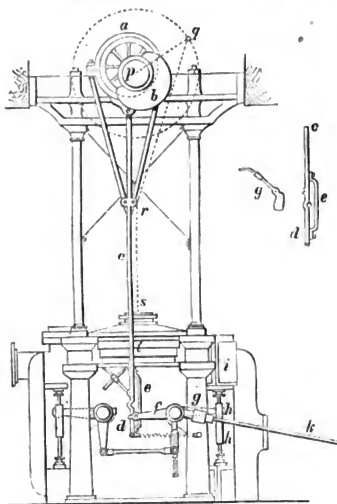


Fig. 112.

ist, gegen welchen sich stets eine mit dem Excentrik vereinigte Knagge und zwar auf der linken oder rechten Seite der Welle anlegt, je nachdem dies der beabsichtigten Drehrichtung entspricht.

Das untere, freie Ende der Excentrikstange *c* hat eine eigenthümliche Gestalt, die noch besser aus der Skizze Fig. 112 erhellt. Man erkennt zuvörderst einen aufgeschraubten Bügel *e*, der mit dem gegenüberliegenden Stangenstücke eine Art Fänger für eine Warze (einen Rundstift) bildet, welcher in Fig. 112 als kleiner Kreis in die correspondirende Vertiefung des gedachten Stangenendes eingelegt gezeichnet ist. Aus dieser Vertiefung kann man die Warze herauschieben, wenn man an einem sogenannten Handel *g* (einen in Fig. 112 ebenfalls

besonders gezeichneten doppelarmigen Hebel) entsprechend drückt, worauf, durch ein am Excentrik *a* angebrachtes Gegengewicht *b* unterstützt, die Schubstange *c* so tief als möglich herabgeht und in die Fig. 111 gezeichnete Lage gelangt. Zuerst gleitet die Warze ein wenig im freien Raume zwischen dem Bügel *e* und dem Stangenende *d*, wird jedoch verhältnissmässig rasch wieder durch die Wirkung einer daselbst und am Maschinengestelle befestigten Spiralfeder zum Einklinken veranlasst, so dass die Excentrikstange den doppelarmigen Hebel *fg* in die erforderliche oscillirende Bewegung versetzen kann, welche zur Erzeugung der gleitenden Bewegung des im Dampfkasten *i* auf- und abgehenden Dampfvertheilungsschiebers dadurch geschickt gemacht wird, dass das Ende rechts vom Hebel *fg* in einen gehörig angeordneten Langschlitz der verlängerten Schieberstange *hh* fasst.

Diese Stellung aller Theile entspricht dem Vorwärtslaufe des Schiffes.

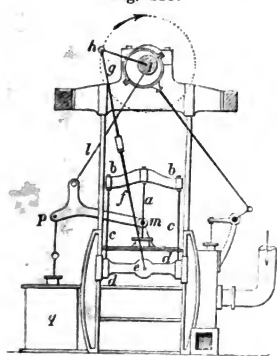
Wie man mittelst eines kräftigen Hebels *k*, der mit *gf* in geeigneter Verbindung steht, die Schubstange *c* derartig erheben kann, dass das Excentrik *a* um 180 Grad verdreht wird, das Gegengewicht *b* nach links, statt (wie in Fig. 111) nach rechts zu liegen kommt, der frische Dampf also auch an der entgegengesetzten Seite in den Cylinder tritt, ferner der Kolben nach einer anderen Richtung getrieben wird und endlich auch die Ruderradwelle die Um-

drehung zum Rückwärtslaufe des Schiffes annimmt — dürfte jetzt wohl ohne besondere Auseinandersetzungen zu verstehen sein.

Das Aufsehen, was seiner Zeit das Gorgon-Maschinensystem machte und der Beifall, den man dieser Schiffsmaschinengattung (wenigstens anfänglich) schenkte, scheint mit Veranlassung gewesen zu sein, dass man sich von hier ab besonders bemühte, die sogenannten direct wirkenden Dampfmaschinen auszubilden und diese namentlich von dem Uebel der zu kurzen Lenkstangen (Zug- oder Schubstangen) möglichst zu befreien, eine Aufgabe, deren Lösung durch das System der rückwärts versetzten Kurbel (steeple engine, Kirchthurmmaschine, wie beim englischen Dampfschiffe „Rainbow“, S. 231) zwar versucht, aber (wie schon erwähnt) damals nicht völlig nach Wunsch ausgefallen war.

Zu den besonders beachtenswerthen Erfolgen in dieser Richtung gehören die Maschinen mit doppelten Querhäuptern oder Kreuzköpfen der Engländer Fawcett (beim Dampfschiffe „Queen“ und Bury (beim Dampfschiffe „Nimrod“). Bei der Fawcett'schen Maschine, Fig. 113, hat der eine Kreuzkopf *bb* vier

Fig. 113.



Arme, während in seiner Mitte die Stange *a* des Dampfkolbens befestigt ist. Von je zwei der vier äussersten Enden des Kreuzkopfes gehen ferner Seitenstangen *cc* nach einem Quer- oder Führungsstücke *dd* herab, welches in geeigneten Leitungen (der Gestellsäulen) senkrecht geführt wird. In der Mitte *e* eines jeden dieser Querstücke zu beiden Seiten des Cylinders sind die (langen) Lenkstangen *fg* angebracht, welche die Warze *h* des Krummzapfens *hi* erfassen, der unmittelbarer Theil der Ruderradwelle *i* ist.

Wie hierbei die Steuerung des Dampfschiebers (rechts in Fig. 113) und die Bewegung der Luftpumpe *q* (unter Einschaltung eines Winkelhebels *pm*) angeordnet ist, erhellt (für unsere Zwecke)

hinlänglich aus der Abbildung. Offenbar ist diese Disposition etwas complicirt und bemühte sich daher seiner Zeit der schon genannte Bury, dieselbe zu vereinfachen, worüber die unten citirten Quellen Auskunft geben<sup>1)</sup>.

Mehr Beifall fanden daher die sogenannten T-Plate-Engines (der Londoner rühmlichst bekannten Firma Maudslay and Field), so genannt wegen der T-artigen Gestalt einer dabei in

1) Bourne: „A Treatise on the Steam Engine“, London 1846, p. 181, Plate 1.

Bataille: „Traité des Machines à Vapeur“, Paris 1847 bis 1849, 1. Section, p. 428.

Dietze: „Die Dampfschiffe etc.“, in der Zeitschrift deutscher Ingenieure, Bd. 5 (1861), S. 40 und 41.

Anwendung gebrachten Platte zur Verbindung von Kolben und Lenkstange.

Fig. 114 und Fig. 115 lassen die Ausführung dieser Anordnung bei sogenannten Doppelcylinder-Maschinen (Patent von 1839)<sup>1)</sup> erkennen. Die

Fig. 114.

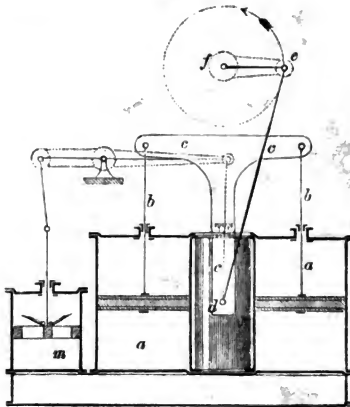
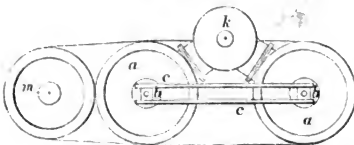


Fig. 115.



Kolbenstangen  $bb$  zweier völlig getrennten, jedoch parallel nebeneinander senkrecht aufgestellten Cylinder  $aa$  sind oben an der erwähnten T-Platte  $cc$  aufgehangen, welche letztere an ihrem unteren Ende  $d$  noch eine zwischen senkrechten Ständern angebrachte (in unserer Abbildung weggelassene) Führung erhält. Mit der tiefsten Stelle  $d$  der Platte  $cc$  ist die Lenkstange  $de$  in geeigneter Weise verbunden, wodurch die Kolbenbewegung auf die Warze  $e$  des Krummzapfens  $ef$  übertragen wird, dessen Welle  $f$  zugleich wieder die Ruderräder trägt. Wie von der T-Platte aus, vermittelt eines Halfbalanciers, die Bewegung auf den Kolben der Luftpumpe  $m$  übertragen wird, erhellt ohne Weiteres aus der Abbildung. Der Dampfvertheilungs-Mechanismus (die Schiebersteuerung) befindet sich in  $k$ , während der Condensator den Raum unter den drei Cylindern  $aa$  einnimmt.

Eine andere, dem Joseph Maudslay allein (1841) patentirte<sup>2)</sup> Art dieser T-Plate-Maschinen zeigen die Fig. 116 und 117. Hier ist nur ein einziger Cylinder (bei jedem Schiffsmaschinenpaare) vorhanden, dessen Dampfkolben jedoch einen Ring bildet, der im concentrischen Raume  $aa$  placirt ist, während der mittlere cylindrische Raum  $d$  ein vom Boden bis zum Deckel reichendes, an beiden Enden offenes Rohr  $bb$  (Fig. 117) bildet. Durch die

1) Patent Specification Nr. 8060 vom 7. November 1839. Abbildungen grosser Seedampfboote, welche mit diesen Maschinen ausgestattet sind, finden sich bei Bourne's „Steam Engine“, London 1846, Plate XVII („Steam Vessel Retribution“ of 800 Horse Power), und in dem Johnson'schen Werke: „The Imperial Cyclopaedia of Machinery“, London 1854, Plates LXXVIII und LXXXIX.

2) Patent Specification Nr. 8881 vom 16. März 1841. Auch Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 83 (1842), S. 249.



beiden Kolbenstangen *ii* steht der Ringkolben mit der T-Plate in Verbindung, von deren unterem Ende *d* aus die Lenkstange *de* durch das Cylinderrohr nach dem Krummzapfen *ef* geführt ist.

Fig. 116.

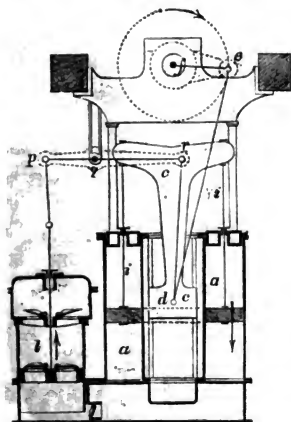
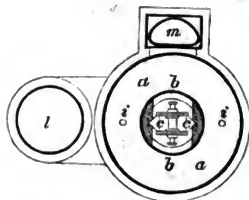


Fig. 117.



Die Constructeure erwarteten von diesem Baue eine grössere Stabilität (Vermeidung jeder Verdrehung) zwischen Kolben und T-Plate und eine sicherere Führung des unteren Endes *d* der Lenkstange (in der hohlen Mittelröhre) zu erreichen. Hinsichtlich der im Raume *m* (Fig. 117) angebrachten Dampfvertheilungs- (Steuerungs-) Mechanismen muss

auf die grossen Abbildungen verwiesen werden, welche der unten citirten Patentbeschreibung beigegeben sind.

Die Uebertragung der Bewegung von der T-Plate auf den Kolben der Luftpumpe *l*, unter Einschaltung eines verhältnissmässig kleinen Balanciers *rgp*, bedarf keiner Erklärung.

Diese zweite Gattung der T-Plate-Maschine werde als Gelegenheit benutzt, auf die Verwendung von Dampfmaschinen mit oscillirenden Cylindern für Schiffe zurückzukommen, welche bereits Bd. 1, S. 428, als stationäre Maschinen besprochen und durch Abbildungen erläutert wurden.

Nach unserem Wissen war es nämlich derselbe Maudslay, der sich 1827 <sup>1)</sup> ein englisches Patent auf Dampfmaschinen mit um ihre Mitte schwingenden Cylindern für Schiffszwecke ertheilen liess, wobei die bereits früher von Cavé in Paris (Bd. 1, S. 427) <sup>2)</sup> ebenfalls für Dampfschiffsmaschinen mit oscillirenden

1) Patent Specification Nr. 5531 vom 29. November 1827 (mit grossen, gut gezeichneten Abbildungen begleitet).

2) Cavé's Schiffsdampfmaschinen mit oscillirenden Cylindern, wie solche mehrfach für Fluss- und Seeschiffe, namentlich Ende der 20er und bis zur Mitte der 30er Jahre ausgeführt wurden, finden sich vortrefflich (auf Kupferplatten) dargestellt im Bulletin d'encouragement, 34. Année (1835), p. 155, Planches 620 und 621.

Cylindern angewandte Hahnsteuerung in Wegfall gebracht, durch sogenannte D-Schieber ersetzt und die Drehachsen beziehungsweise zum Ein- und Austritte des Dampfes eingerichtet war. Indess scheint der von Maudslay angeordnete Steuerungsmechanismus (und wohl noch andere Umstände) nicht von der Art gewesen zu sein, dass schon damals eine allgemeinere Verwendung dieser Maschinengattung wenigstens bei der englischen Marine erfolgte. Diese Zeit scheint erst gekommen zu sein, nachdem es Penn in Greenwich (Bd. 1, S. 427 und 428) gelang, die bereits bei der Gorgon-Maschine (S. 234, Fig. 111) besprochene (1835 patentirte) Seward'sche Steuerung <sup>1)</sup> zweckmässig für Maschinen mit oscillirenden Cylindern geeignet zu machen. Unter Anderen berichtet noch 1841 Dr. Mohr in Coblenz über Themse-Dampfboote (wie sie noch heute zwischen London und Gravesend fahren), die mit Penn'schen Dampfmaschinen ausgestattet sind, deren Cylinder um eine Mittelachse oscilliren etc., als etwas ganz Neues, höchst Gelungenes und Lobenswerthes seiner Art <sup>2)</sup>. Anwendung dieser Penn'schen Maschinen für grössere Dampfschiffe hat man jedoch erst Anfangs der 40er Jahre in England gemacht und zwar scheint es die englische Fregatte „Black Eagle“ (Ruderraddampfer) gewesen zu sein, womit die grosse Reihe der vielfachen Anwendungen dieser Maschinen erfolgreich begann <sup>3)</sup>.

Eine derartige Penn'sche Maschine und zwar mit den erwähnten sinnreichen (damaligen) Steuerungsmechanismen ausgestattet <sup>4)</sup>, ist in den Figuren 118 (I bis mit IX) und 119 abgebildet.

Der Cylinder *A* mit den durchbohrten Schwingungszapfen *B* und *E*, beziehungsweise gleichzeitig zum Ein- und Austritte des Dampfes dienend, ferner die Anordnung des Dampfverteilungsschiebers *T* im Dampfkasten *S* etc., gleicht ganz der bereits Bd. 1, S. 428 beschriebenen Maschine desselben Constructeurs, weshalb hier nur die gedachte Steuerung ausführlich erörtert werden soll.

Zuvörderst werde als Ergänzung der vorher (S. 234) bei Besprechung der Seward'schen Steuerung erwähnten, unter dem Namen „Mitnehmer“ aufgeführten Kupplung zwischen der Ruderradwelle und dem losen Excentrik bemerkt, dass  $\alpha$  ein durch Schrauben mit dem Excentrik verbundenes Bogen-

1) Tredgold: Steam Engine, Appendix C. (1842), p. 13.

2) Dingler: Polytechn. Journ. Bd. 79 (1841), S. 242.

3) Bourne: Treatise on Steam Engine (Ausgabe von 1846), p. 181.

4) Später vereinfachte Penn diese Steuerung dadurch, dass er die Stephenson'sche Coulissee (Bd. 3, S. 288) mit derselben in Verbindung brachte, also zwei feste Excentriks statt eines losen anordnete etc.

stück ist, während das ähnlich gestaltete Stück  $\beta$  einen unverschiebbaren Theil der gedachten Welle ausmacht. Es braucht also  $\beta$  nur gegen die eine oder andere Seite von  $\alpha$  anzuliegen, um den Dampfschieber nach entgegengesetzter

Fig. 118.

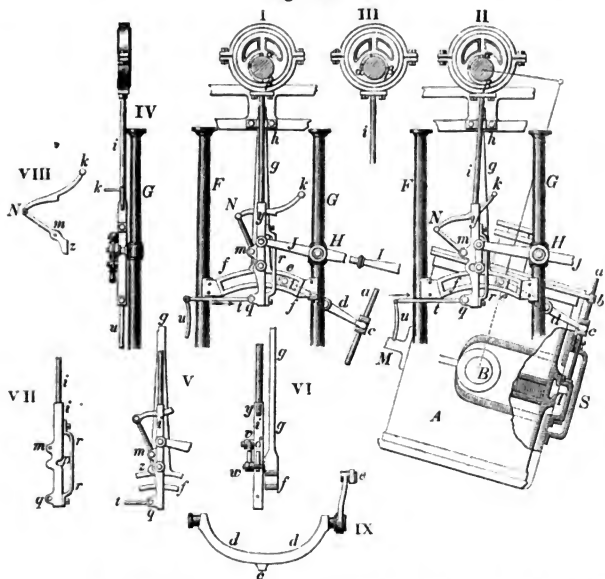
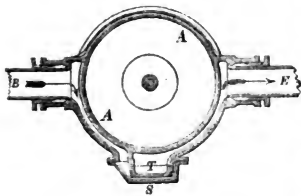


Fig. 119.



Richtung zu bewegen. Die hierbei erforderlichen zwei Lagen von  $\beta$  findet man in I und III von Fig. 118 dargestellt. In I und II liegt  $\beta$  an der linken Seite von  $\alpha$  an, d. h. in beiden Fällen würde der Dampfschieber und Dampfkolben in gleicher Weise bewegt werden und die Umdrehung der Ruderwelle nach derselben Richtung erfolgen, wäre bei II das Ende der Excentrikstange  $i$  nicht ganz ausser Verbindung mit dem

Dampfvertheilungsschieber gebracht, d. h. also die Selbststeuerung der Dampfmaschine gänzlich unterbrochen. Dass aber letzteres der Fall ist, erhellt aus der näheren Betrachtung der vorhandenen Mechanismen. Das untere Ende der Excentrikschubstange  $i$  hat nämlich eine eigenthümliche Gestalt, indem ein Theil derselben durch einen BÜgel  $rr$  (Nr. VII) bedeckt wird und in der Mitte dieses Theiles eine Vertiefung  $p$  angebracht ist, welche zur Aufnahme einer Warze  $w$

dient, die am unteren Ende eines Gehänges  $v w$  (VI Fig. 118) sitzt, welches wieder am linken Ende eines doppelarmigen (sogenannten) Steuerhebels  $JHI$  aufgehängt ist und wovon sich die Drehachse  $H$  am Ständer  $G$  des Maschinengestelles befindet. Die gedachte Warze  $w$  bildet aber auch einen Theil des geschlitzten Bogenstückes  $f$ , d. h. es sitzt diese Warze gleichzeitig am Scheitel des oberen Bogens von  $f$ , wie dies namentlich aus II (Fig. 118) erhellt. Da nun das Bogenstück  $f$  so angeordnet ist, dass es sich frei (und dennoch, zufolge einer Führung  $gh$ , ohne Schwankungen) zwischen den festen Ständern  $F$  und  $G$  auf und ab bewegen kann, so erhellt leicht, dass sein Auf- und Absteigen an diesen Ständern entweder durch die Excentrikstange  $i$  oder durch den Handhebel  $JHI$  erfolgen kann. Ersteres findet statt (d. h. der Biegel  $f$  wird automatisch an den Ständern  $F$  und  $G$  auf- und abgeführt) wenn man die Warze  $w$  in die Vertiefung  $p$  der Excentrikstange  $i$  geschoben hat (was in I Fig. 118 der Fall ist), letzteres dagegen, wenn man das untere Ende der Excentrikstange etwas nach links drückt und  $p$  so von  $w$  entfernt, dass die erstere Verbindung aufhört und der Zustand (II Fig. 118) eintritt, wo sich die Warze  $w$  frei innerhalb des Bügelraumes  $rpr$  (VII Fig. 118) bewegt, der Biegel  $f$  also nicht mehr durch das Excentrik, dafür aber (wenn es gewünscht wird) durch den Handhebel  $JHI$  bewegt werden kann.

Hervorgehoben werde noch, dass das untere Ende der Excentrikstange  $i$  dadurch etwas nach links geschoben, d. h. ausser Eingriff mit der Warze  $w$  gebracht werden kann, dass man gegen die Warze das untere Ende  $x$  eines Winkelhebels  $KNmz$  (VIII Fig. 118) stemmt, welcher sich um  $m$  als Achse dreht. Ebenso wird das Selbstauslösen des Stangenendes, die Entfernung der Vertiefung  $p$  von der Warze  $w$ , durch eine Feder  $Mn$  verhindert, die ihre Wirkung in der Richtung  $tq$  nach dem gezeichneten Pfeile ausübt, d. h. das Ende der Stange  $i$  gegen die Warze  $w$  drückt.

Wie aber durch die auf- und niedergehende Bewegung des Bogenstückes  $f$  schliesslich die Steuerung des Dampfvertheilungsschiebers  $T$  und zwar unter Mitwirkung der oscillatorischen Bewegung des Dampfzylinders  $A$  erfolgt, erhellt zwar aus dem, was hierüber bereits Bd. 1, S. 428 gesagt wurde, dürfte aber hier kurz zu wiederholen sein.

An der oberen Hälfte des Dampfzylinders befindet sich zunächst links und rechts ein Lager, worin die Zapfen eines Bügels  $ddc$  (IX Fig. 118) geeignet Platz finden und um welche dieser Bügel schwingen kann. An der rechten Seite des Bügels  $ddc$  sitzt ein kleiner Arm (eine Art Kurbel) fest, dessen äusserstes Ende  $e$  mit einem Gleitstücke in Verbindung gebracht ist, welches sich zwischen den Bogenheilen von  $f$  leicht verschieben lässt. Gleichzeitig fasst eine Nase  $c$  des Bügels  $dd$  in eine viereckige Oeffnung der Stange  $ab$  des Dampfschiebers  $T$ , so dass durch die ganze Combination die beabsichtigte Bewegung des letzteren entweder durch das Excentricum oder durch die am Hebel  $JHI$  wirkende Menschenhand erreicht wird.

Mit Ausnahme dieser Steuerung, die, wie schon erwähnt, gegenwärtig durch Anbringen von zwei festen Excentriks unter Benutzung der Stephenson'schen Coulissee entsprechend umgestaltet wird, hat sich die allgemeine Disposition der

oscillirenden Dampfmaschinen zum Betriebe von Schiffs-Ruder-rädern fast unveränderlich bis zur Neuzeit erhalten. Dies erhellt unter Anderem aus Fig. 120, welche (in  $\frac{1}{120}$  wahrer Grösse gezeichnet) einen von J. & G. Rennie für die Peninsular and Oriental Steam Navigation Company (S. 120 und 154) erbauten Dampfer („Nyanza“ mit Namen) entlehnt ist, dessen Modell die Pariser internationale Ausstellung von 1867 zierte <sup>1)</sup>.

Die Dampfcylinder haben hier 78 Zoll Durchmesser, die Kolben 7 Fuss Hub, wobei die Indicatorpferdekraftzahl zu 2304, die der nominellen Pferdekraft aber nur zu 450 angegeben wurde, wenn (bei der betreffenden Probefahrt) die Ruderräder 25 Umläufe pr. Minute machten und die Fortlaufgeschwindigkeit des Schiffes  $13\frac{2}{3}$  Knoten betrug. Dass die Ruderräder mit beweglichen Schaufeln (nach Morgan, S. 105) ausgestattet sind, erhellt aus der Abbildung. Ferner wird von der bereits Bd. 1, S. 453 und 457 erörterten Oberflächen-Condensation Gebrauch gemacht, auf welche wir später ebenso zurückkommen, wie auf die hier ebenfalls benutzten Apparate zum Ueberhitzen der in Röhrenkesseln gebildeten Wasserdämpfe.

Eine in mehrfacher Hinsicht beachtenswerthe, seiner Zeit beim Rhein-Dampfschiffe „Kronprinz von Preussen“ in Anwendung gebrachte Maschinenanordnung zeigt Fig. 121. Dieselbe empfiehlt sich namentlich für (kleinere) Ruderrad-Dampfschiffe, insbesondere für Schleppschiffe auf Flüssen, wo der vorhandene Raum eine bessere Vertheilung der Massen über die Schiffslänge als bei Passagierbooten und Lastschiffen zulässt, und wo auch in den meisten Fällen eine geringe Tauchung erforderlich wird. Ausserdem dient das hier wahrscheinlich schon Ende der dreissiger Jahre <sup>2)</sup> in Anwendung gebrachte Woolf'sche Maschinensystem (Bd. 1, S. 425 und 454) (oder wie es die Engländer jetzt zu nennen belieben: das „Compound System“) dazu, nachzuweisen, wie unrichtig es ist, wenn in jüngster Zeit namentlich in England die Verwendung Woolf'scher zwei- (oder mehr-) cylindriger Maschinen für Dampfschiffszwecke als etwas ganz Neues bezeich-

1) Die Abbildung ist einer Broschüre entlehnt, welche den Titel führt: „Description of Ships, Steam Engines etc.“, constructed by J. & G. Rennie. London 1867.

2) Unsere Quelle ist die 1841 vom jetzigen Geheimen Oberbaurath Nottebohm bearbeitete „Sammlung von Zeichnungen einiger ausgeführter Dampfkessel und Dampfmaschinen.“ In diesem auf Veranlassung der Königl. Preuss. Technischen Deputation für Gewerbe herausgegebenen Werke findet sich die gedachte Dampfmaschine S. 64 unter der Ueberschrift: Dampfmaschinen des Dampfschiffes „Kronprinz von Preussen.“

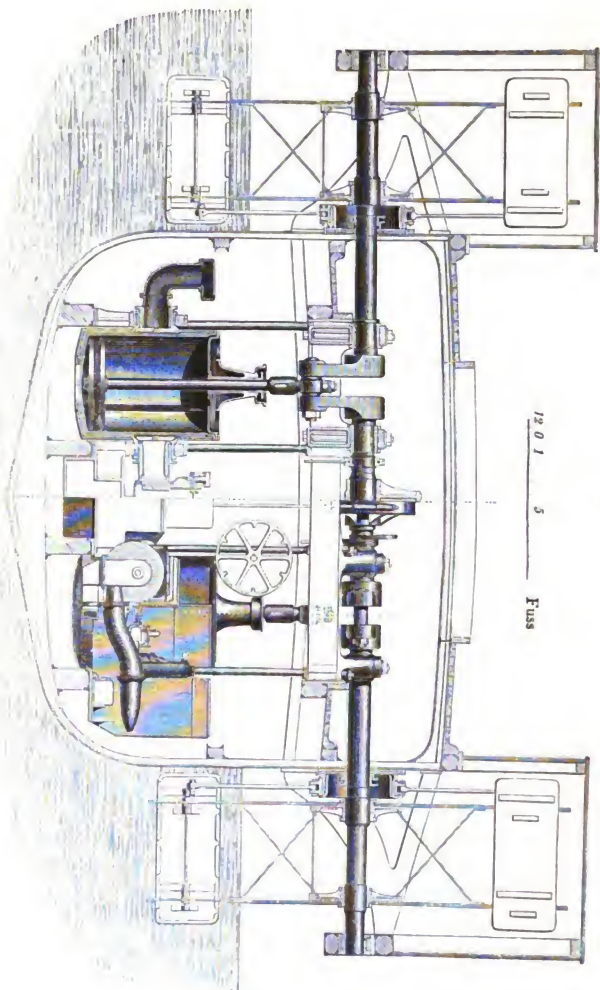
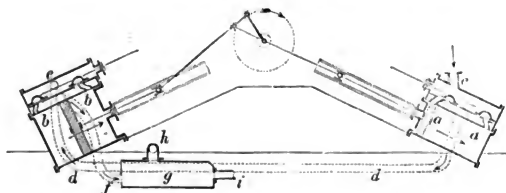


Fig. 120.

net wird. Der grosse Vortheil des Woolf'schen Maschinensystems, überall da, wo es sich um die ausgedehnteste (am weitesten getriebene) Verwendung des Expansionsprincipes und damit um die grösstmögliche Ersparniss an Brennmaterial handelt, war längst bekannt!

Die beiden Cylinder (Hochdruck *a* und Niederdruck *b*) sind auf einem zierlichen schmiedeeisernen Gerüste <sup>1)</sup> vollkommen fest gelagert, wobei *a* 1 Fuss 8 Zoll rheinl. Durchmesser, *b* aber 3 Fuss Durchmesser hat und der gleiche Hub beider Kolben 3 Fuss beträgt. Die Wasserdämpfe, welche im zugehörigen Kessel

Fig. 121.



zu 60 bis 64 Pfd. (Kölnisch) Druck pro Quadratzoll (rheinl.) entwickelt werden, strömen bei *c* in das Schiebergehäuse und weiter in den kleinen Cylinder *a* und drücken den dortigen Kolben abwechselnd auf und ab. Nach ihrer Wirkung in *a* werden diese Dämpfe im (gegen Abkühlung wohl geschützten) Rohre *d* in den Schieberkasten *e* geführt, gelangen in den grossen Cylinder *b*, werden hier nach verrichteter Arbeit durch ein Rohr *f* nach dem Condensator *g* geleitet, wo man sie endlich durch von *h* aus zugeführtes kaltes Wasser verdichtet. Das Rohr *i* communicirt mit der unter der Ruderradwelle placirten Luftpumpe, deren Kolben, unter Einschaltung eines gehörig disponirten Kunstkreuzes, vom Niederdruckcylinder *b* aus bewegt wird.

Die beiden durch das beschriebene Maschinensystem in Bewegung gesetzten Ruderräder haben jedes  $13\frac{2}{3}$  Fuss Durchmesser,  $7\frac{1}{2}$  Fuss Breite und neun Stück nach Field's System (S. 121) treppenartig angeordnete Schaufeln. Bei 30 bis 31 Umläufen der Räder pro Minute legt das Schiff eine Strecke von  $2\frac{1}{4}$  preuss. Meilen stromaufwärts, bei einer Wassergeschwindigkeit von 3 bis  $3\frac{1}{2}$  Fuss pro Secunde, in  $1\frac{1}{2}$  Stunde zurück <sup>2)</sup>.

Sowohl das Schiff, wie Dampfmaschinen und Kessel wurden von der Sterkerader Hütte ausgeführt.

Eine ganz speciell für Schleppdampfer getroffene Dampfmaschinendisposition des rühmlichst bekannten, hier bereits mehr-

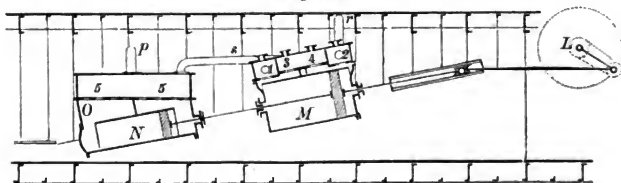
1) In unserer Quelle vollständig gezeichnet.

2) Es giebt dies in  $1\frac{1}{2}$  Stunde 16943 Meter oder  $\frac{16943}{1855} = 9,13$  Knoten, d. i. reichlich 6 Knoten pro Stunde.

fach (S. 161 und 165) erwähnten Schiffs- und Maschinenbau-  
 etablissements von Carstens Waltjen in Bremen, zeigen die  
 folgenden Skizzen (Fig. 122 und 123), welche dem jetzt noch  
 zwischen Bremen und Bremerhafen laufenden Dampfer „Vulkan“  
 entnommen sind, den übrigens der Verfasser an anderer Stelle  
 vollständig beschrieben und durch Abbildungen erläutert hat <sup>1)</sup>.

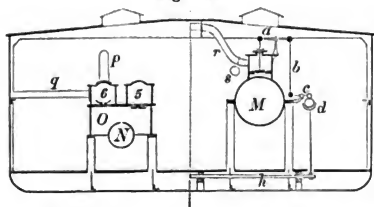
Der ganze Maschinencomplex besteht aus zwei parallel zu beiden  
 Seiten des (150 Fuss langen und 19 Fuss breiten) Schiffes schräg  
 gelagerten Dampfzylindern *M* von je 29 Zoll Durchmesser und  
 4 Fuss Kolbenhub, mit unter 90 Grad gegen einander verdrehten  
 Krummzapfen *L* und mit variabler Absperrung von  $\frac{1}{10}$  Admission

Fig. 122.



bis zur ganzen Füllung, wobei Dampfspannungen bis zu 50 Pfund  
 Druck pro Quadratzoll Anwendung finden. Der Dampfzutritt und  
 Austritt im Cylinder *M* wird durch eine sinnreich angeordnete  
 Ventilsteuerung bewirkt, die von mir an der bereits citirten Stelle

Fig. 123.



ausführlich beschrie-  
 ben und durch schöne  
 Abbildungen erläutert  
 ist. Hier genüge die  
 Bemerkung, dass die  
 gesetzmässige Bewe-  
 gung der Ventile durch  
 Hebel *a* und Zugstan-  
 gen *b* (Fig. 123 bis mit  
 125) von einer parallel  
 neben *M* gelagerten (mit sogenannten unru-  
 nden Scheiben oder  
 Wulsten, Bd. 1, S. 441, ausgestattet) Steuerwelle *d* erfolgt, die ihre

1) Prechtl, Technologische Encyclopädie, Supplemente (von Karmarsch  
 herausgegeben) Bd. 2, S. 484, mit einer vorzüglich in Kupferstich ausgeführten  
 Abbildung des Schiffes, der Maschinen und der Kessel.



Umdrehbewegung durch eine Kegelradtransmission von der Ruderadwelle  $L$  (Fig. 122) empfängt. Die Wulste auf dem Mantel der Welle  $d$  (in Fig. 124 weggelassen, jedoch in Fig. 125 hinreichend sichtbar) stehen mit Frictionsröllchen  $c$  derartig in Berührung, dass beim Umdrehen von  $d$  Erhebungen und Senkungen der Hebelwerke  $b_1, b_2, b_3$  und  $b_4$  (Fig. 124) in der Art erfolgen, wie es das gehörige und rechtzeitige Oeffnen und Schliessen der Ein- und Auslassventile erfordert <sup>1)</sup>.

Wie man hierdurch Grösse und Zeit der Ventilhubes beliebig ändern, demnach die Maschine mit geringerer oder grösserer Admission (Expansion) oder auch mit Volldampf arbeiten lassen kann, leuchtet hiernach vollständig ein, wenn beachtet wird,

Fig. 124.

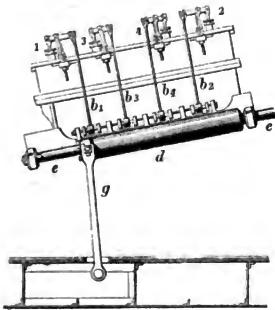


Fig. 125.

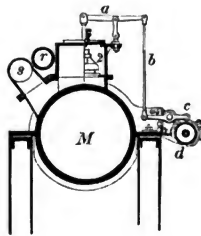


Fig. 126.



dass der Steuerzylinder  $d$  unabhängig von der Welle  $c$  hin- und hergeschoben werden kann, jedoch  $e$  wiederum ausser Stande ist, Umdrehungen zu machen, ohne  $d$  dabei mitzunehmen.

Das erforderliche Verschieben von  $d$  erfolgt durch einen Arm  $g$  (Fig. 126 im Detail), welcher  $d$  mit einer Gabel  $f$  umfasst, während das andere Ende von  $g$  auf einer Welle  $h$  (Fig. 123) befestigt ist. Für gewöhnlich steuert man, mittelst eines mit der Welle  $h$  entsprechend verbundenen Hebels, beide in ganz gleicher Weise neben einander placirte Dampfmaschinen. Uebrigens ist die Anordnung auch so getroffen, dass man jedes der beiden

<sup>1)</sup> Diese ganze Anordnung zur Hervorbringung veränderlicher Admissionen hat grosse Aehnlichkeit mit der, welche Bd. 1, S. 444 beschrieben und dort durch die Figuren 278 und 279 erläutert wurde.

vorhandenen Ruderräder für sich in Umdrehung setzen kann, wozu man die gekröpfte (Krummzapfen-) Welle aus zwei Theilen gebildet hat und letztere beiden durch sogenannte Mitnehmer, Kuppelscheibe und Ausrücker, beziehungsweise mit einander vereinigen oder trennen kann. Die Möglichkeit der Unabhängigkeit beider Ruderräder von einander ist beim Wenden und Drehen des Schiffes von besonderem Nutzen.

Beim Gange der Maschine tritt der frische vom Kessel kommende Dampf durch das Rohr  $r$  (Fig. 122) bei 1 oder 2 in den Steuerkasten und von hier in den Cylinder  $M$ , um bald gegen die vordere, bald gegen die hintere Fläche des Kolbens zu wirken. Der abströmende Dampf tritt beziehungsweise aus 3 und 4 in das Rohr  $s$ , welches letztere den Weg zum Condensator  $O$  bildet, dessen Lage besonders aus Fig. 123 erhellt, wobei letztere Figur so skizzirt ist, dass man von dem rechts liegenden Maschinencomplexe den Dampfcylinder  $M$ , von den links liegenden aber nur den Condensator  $O$  und die zugehörige Luftpumpe  $N$  bemerkt. Letztere ist doppeltwirkend, wobei zu erwähnen ist, dass die Saugventilstellen mit 5,5, die Stellen der Steigventile aber (Fig. 123) mit 6,6 beziffert sind, wobei sich 5,5 nach unten, dagegen 6,6 nach oben öffnen, beide aber Dichtungsscheiben aus vulcanisirtem Kautschuk besitzen.

Eine sehr schöne (entsprechend zusammengedrückte) Disposition von Dampfmaschinen mit schräg liegenden Cylindern, welche die in ausgezeichneten Leistungen wohl bekannte Züricher Maschinenbau-Firma Escher, Wyss & Comp. in jüngster Zeit mehrfach für Fluss- und Binnensee-Dampfer ausführte, zeigt Fig. 127 in den betreffenden Hauptverhältnissen <sup>1)</sup>. Auch hier ist die schräge Lage der Cylinder durch die erforderliche niedrige Lage der Ruderadwelle bedingt. Zwei Cylinderpaare des sogenannten Woolf'schen Systemes (Bd. 1, S. 425), in England jetzt gewöhnlich mit dem Namen „Compound Engine“ bezeichnet, liegen unter 45 Grad geneigt neben einander, wovon (in dem unten citirten speciellen Falle) <sup>2)</sup> der Hochdruckcylinder  $a$  15 Zoll Durchmesser und sein Kolben 2 Fuss Hub hat, während der Tiefdruckcylinder  $b$  einen Durchmesser von 21  $\frac{1}{2}$  Zoll und einen Kolbenhub von 3  $\frac{1}{4}$  Fuss besitzt. In der Regel wird mit Dampf von 4  $\frac{1}{2}$  bis 5 Atmo-

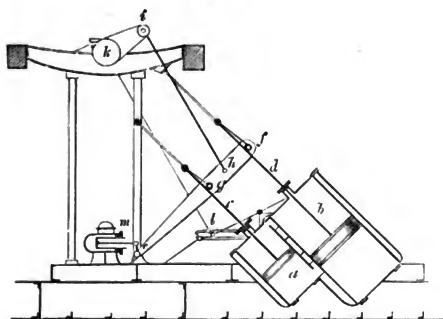
1) 1862 befand sich ein vortrefflich gearbeitetes Exemplar dieser Maschinen-gattung auf der Londoner Ausstellung.

2) The Engineer vom 18. Juli 1862, S. 40 (mit Abbildungen begleitet).

sphären Ueberdruck gearbeitet, wobei unsere Quelle angiebt, dass das Doppelcylinderpaar (alle vier Dampfcylinder) bei 40 Umläufen der Ruderradwelle *k* (pro Minute) die Arbeit von 180 Indicator-Pferdekräften entwickelt.

Zur Uebertragung der Bewegung von den Stangen *d* und *e* der Dampfkolben auf die Ruderradwelle *k*, hat man zunächst einen einarmigen Hebel *ef* eingeschaltet, dessen Drehpunkt in

Fig. 127.



*e* befindlich ist. An diesen Hebel fasst der gemeinsame Lenker *hi*, der ohne Weiteres mit der Warze *i* des Krumzapfens *ki* in Verbindung gesetzt ist etc.

Zur Steuerung für das Vor- oder Rückwärtsdrehen der Ruderräder hat man in *l* die bekannte Stephenson'sche Couliſſe (Bd. 3, S. 288) angeordnet. Die in unserer Skizze weggelassene Luftpumpe ist einfach wirkend und ebenfalls (wie bei der Waltjen'schen Maschine) mit Ventilen aus vulcanisirtem Kautschuk ausgestattet. Die vorhandenen Kaltwasserpumpen *m* werden von *e* aus durch Kreisexcentriks in Bewegung gesetzt <sup>1)</sup>. Zu erwähnen ist übrigens noch <sup>2)</sup>, dass man zur sicheren Bewegung von Luft-

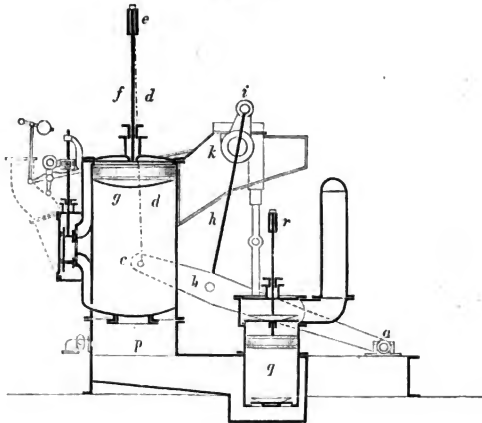
1) Beiläufig erwähnt werde noch, dass die zu dem beschriebenen Exemplare von Schiffsdampfmaschinen (meines Wissens für Bodenseeschiffe bestimmt) gehörigen Ruderräder 14 Fuss Durchmesser haben, und jedes derselben mit 12 Schaufeln von 6 Fuss Länge und 1 Fuss 7½ Zoll Breite ausgestattet ist.

2) Amtlicher Bericht über die Industrie- und Kunstausstellung zu London im Jahre 1862, erstattet von Commissären der Zollvereins-Regierungen, Bd. 3 (Heft 17, Classe 8) Seite 507.

und Warmwasserpumpen eine besondere kleine Dampfmaschine angeordnet hat, wodurch es möglich wird, die Luftleere noch dann zu erzeugen und zu erhalten, wenn sich das Dampfschiff im Stillstande befindet. Diese Disposition wird wünschenswerth bei allen Schiffen, welche oft behufs Absetzung oder Aufnahme von Passagieren angehalten werden und ihren neuen Lauf sofort mit voller Geschwindigkeit beginnen sollen.

Hinsichtlich der Bewegungsübertragung vom Kolben der Betriebs-Dampfmaschine auf die gekröpfte Ruderradwelle, gleicht die vorbeschriebene Schiffsmaschine des Züricher Etablissements Escher, Wyss & Comp. einer, welche 1868 in England der bekannten Firma J. & G. Rennie in London zugeschrieben wird, obwohl die ersteren Herren ihre Anordnung (Fig. 128) be-

Fig. 128.



reits vor 1862 ausgeführt und in letzterem Jahre (wie schon erwähnt) in London ausgestellt hatten. Die Engländer nennen derartige Maschinen „Grashopper Engines“ <sup>1)</sup> und empfehlen sie namentlich für Schleppdampfer (Tug-Boats), besonders wegen der Leichtigkeit, womit sich die eine Maschine zur Vorwärts-, die

1) The Engineer vom 4. Septbr. 1868 (S. 186 und 190) liefert (schöne) Abbildungen und gute Beschreibung dieser Ronnie'schen Maschinen.

andere zur Rückwärtsbewegung steuern lässt. Von dem Kreuzkopfe *e* der Kolbenstange *f* aus wird die Bewegung durch zwei Lenker *dc* auf zwei einarmige Balanciers *abc* (in der Abbildung wieder nur einer angegeben) übertragen und von diesen weiter mittelst der kräftigen Pleilstange *h* auf die Warze des Krummzapfens *ki*. (Beide vorhandene Krummzapfen sind auch hier gegen einander um 90 Grad verdreht gestellt.)

In dem Specialfalle unserer Quelle hat jeder der beiden vorhandenen (in entsprechender Entfernung neben einander aufgestellten) Dampfcylinder 29 Zoll Durchmesser und der zugehörige Kolben 3 Fuss Hub, während der Durchmesser des vom Krummzapfen beschriebenen Kreises nur 2 Fuss 2 Zoll Durchmesser hat. Sämmtlich vorhandene Pumpen, die zum Condensator *p* gehörige Luftpumpe *q*, so wie die (in unserer Abbildung nicht sichtbaren) Kalt- und Warmwasser-Pumpen, erhalten ihre Bewegungen von den beiden einarmigen Balanciers aus.

Die an den äussersten Enden der Krummzapfenwelle *k* befestigten Ruderräder haben 9 Fuss 10 Zoll Durchmesser,  $5\frac{1}{2}$  Fuss Breite und machen gewöhnlich 45 Umläufe pro Minute, wobei der Dampfdruck im Kessel  $24\frac{1}{2}$  Pfund Ueberdruck pro Quadratzoll beträgt und aus Indicator-Diagrammen sich die Pferdekraftzahl zu 293 berechnete.

Um wenigstens keins der wichtigsten, jetzt besonders bei Ruderraddampfschiffen beliebten Maschinensysteme unbeachtet zu lassen, werde hier noch die in Fig. 129 und 130 dargestellte Disposition erwähnt, welche namentlich bei den anderen Rhein-Perionen-Dampfschiffen (den sogenannten Schnellbooten) der Düsseldorf-Kölner Fluss-Dampfschiffs-Gesellschaft in Anwendung ist, welchen Schiffen (wie Humbold und Friede) bereits auch schon S. 151 und 152 (Note 1) gedacht wurde.

Unsere Skizzen beziehen sich speciell auf das Dampfschiff „Hohenzoller“, welches früher wie die genannten, nämlich bereits 1853 von Fop Smit am Kinderdyk bei Rotterdam erbaut wurde, während Maschinen und Kessel Ravenhill, Salkeld & Comp. in London lieferten.

Unsere Quelle <sup>1)</sup> hebt ausdrücklich hervor, dass man das

---

1) Notizen zur Sammlung von Zeichnungen für die Hütte, Jahrgang 1863, S. 36 ff., unter der Ueberschrift Rheindampfschiff „Hohenzoller“, mit Zeichnungen auf 12 grossen lithographirten Tafeln.

System von zwei schräg liegenden Cylindern  $a$  und  $a_1$ , mit zwei unter rechten Winkeln gestellten Krummzapfen  $b$  und  $b_1$  den oscillirenden Cylindern (S. 242) deshalb vorgezogen habe, weil man für letztere, der zu geringen Schiffshöhe ( $9\frac{1}{2}$  Fuss engl. vom Kiel bis unter Deck) wegen, einen zu grossen Ausschlagwinkel erhalten haben würde. Beiläufig gesagt soll dies System zuerst auf einigen Rhonedampfern in Anwendung gebracht worden sein.

Fig. 129.

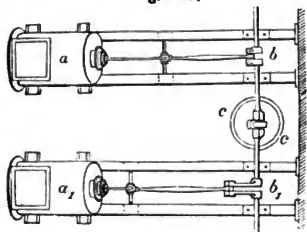
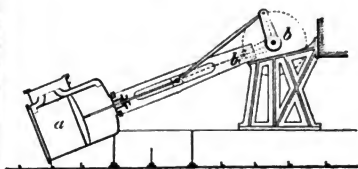


Fig. 130.



Die Durchmesser der Dampfcylinder betragen (in dem genannten speciellen Falle) 41 Zoll engl., der Kolbenhub 4 Fuss. Die normale Dampfdruckung im Kessel (noch im Jahre 1863) wird zu 20 Pfund pro Quadratzoll angegeben. Die  $15\frac{1}{2}$  Fuss im Durchmesser haltenden Ruderräder haben 13 bewegliche Schaufeln (S. 105, Fig. 49 und 50), jede von  $9 \times 2 = 18$  Quadratfuss Fläche etc. Sorgfältig angestellte Versuche ergaben, dass der „Hohenzoller“ von Köln nach Koblenz (zu Berg) mit der durchschnittlichen Maximalgeschwindigkeit von 10,70 engl. Meilen pro Stunde fuhr, dagegen von Koblenz bis Köln (zu Thal) die Maximalgeschwindigkeit von 19,137 englische Meilen pro Stunde erreichte und zwar zu einer Zeit, in welcher die Geschwindigkeit des Stromes oberhalb der Kölner Brücke  $3\frac{1}{4}$  engl. Meilen pro Stunde oder  $4\frac{3}{4}$  Fuss engl. pro Secunde betrug.

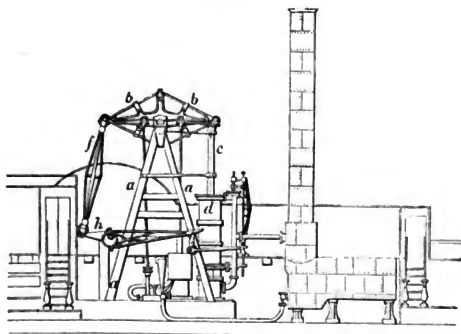
Die Hauptdimensionen des „Hohenzoller“ sind unten notirt <sup>1)</sup>.

Zum Schlusse der Besprechungen von Betriebsmaschinen für Raddampfer werde vor Allem der immer noch gebräuchlichen Balanciermaschinen amerikanischer Dampfer gedacht, wovon eine Fig. 131 dargestellt ist.

1) Länge in der Wasserlinie 210 Fuss engl., grösste Breite (ohne Radkasten) 18 Fuss, Höhe bis unter Deck  $9\frac{1}{2}$  Fuss, Tiefgang, mit Wasser im Kessel und 460 Ctr. Kohlen,  $3\frac{1}{2}$  Fuss. Tonnengehalt (Builders old Measurement, p. 42) 6400 Cubikfuss = 178,6 Tons.

Ein starkes hölzernes Bockgestell *a* trägt den mit Sprengstreben *b b* versteiften Balancier, der so hoch liegt, dass er weit aus dem Schiffsdeck hervorragt. An dem einen Ende dieses Balanciers ist (in gewöhnlicher Weise) die Stange *c* des Kolbens der eincylindrigen Dampfmaschine *d* aufgehängt, während am anderen Ende die sehr lange ebenfalls durch Streben

Fig. 131.



versteifte Lenkstange *f* zum Schwingen geeignet befestigt ist. Diese lange Lenkstange ist jedenfalls als der eigentliche Vortheil der ganzen Disposition zu bezeichnen. Der zugehörige einwarzige Krummzapfen *h* steckt direct auf der Welle des in der Regel sehr hohen Ruderrades. Während unsere Skizze dem bereits 1842 (in der Uebersetzung) erschienenen Hodge'schen Werke über nordamerikanische Dampfmaschinen <sup>1)</sup> entlehnt ist, findet sich in der 1861 in New-York erschienenen Abhandlung eines (wahrscheinlich) deutschen Ingenieurs G. Weissenborn <sup>2)</sup> unter Anderem auch Beschreibung und schöne Abbildung (Tafel XVII) der eincylindrigen Dampfmaschine des Dampfschiffes „Francis

1) Hodge, Renwick & Stevenson: „Des machines à vapeur aux États-Unis d'Amerique.“ Traduit de l'anglais par E. Duval. Paris 1842.

2) Der genaue Titel dieses (im Buchhandel gar nicht erschienenen) Werkes ist folgender: „American Engineering illustrated by large and detailed engravings, embracing various branches of Mechanical Art etc. etc. of the newest and most approved construction.“

Skiddy“, deren allgemeine Anordnung (fast zum Verwechseln) mit der unserer Skizze (Fig. 131) übereinstimmt.

Wahrhaft frappant sind manche der hierbei gewählten Dimensionen. Der Durchmesser des Dampfcyinders ist 70 Zoll engl., der Kolbenhub aber nicht weniger als 14 Fuss, so dass die (ausser gemessene) Totalhöhe des Cylinders 15 Fuss 6½ Zoll beträgt. Der Durchmesser eines jeden der beiden colossalen Ruderräder beträgt 40 Fuss, die Zahl der Schaufeln eines Rades 28 (bei 11 Fuss Länge und 3 Fuss Höhe). Behauptet wird in unserer Quelle <sup>1)</sup>, dass die grösste Fortlaufgeschwindigkeit des „Francis Skiddy“ 22¼ englische Meilen (wahrscheinlich Landmeilen, S. 3) betrage, wobei die Ruderräder (durchschnittlich) 21½ Umläufe pro Minute machten, der Dampfdruck im Kessel 45 Pfund pro Quadratzoll und im Dampfcyinder (im Mittel) 39¼ Pfund war <sup>2)</sup>.

Ganz dieselbe Anordnung findet sich aber zur Zeit nicht bloß bei den nordamerikanischen Fluss- und Binnensee-Dampfern, sondern auch bei den Seedampfern, unter Anderen bei denen, welche zwischen Hongkong und San Francisco, zwischen letzterem Hafen und Panama, sowie von Aspinwell nach New-York und zurückfahren. Unter Anderen bringt die englische Zeitschrift „The Engineer“ vom 8. Septbr. 1871 (S. 164 u. 166) Abbildung und Beschreibung einer eincylindrigen Balancier-Dampfmaschine von Fletcher, Harrison & Comp. in New-York construiert, die ebenfalls bis auf unbedeutende Kleinigkeiten mit der in Fig. 131 dargestellten Disposition zu verwechseln ist.

Die allerneuesten (zuverlässigen) Mittheilungen über die nordamerikanischen Dampfer und deren Maschinen dürften die sein, welche sich in einem Vortrage finden, der am 10. März 1872 im westphälischen Bezirks-Vereine deutscher Ingenieure gehalten wurde <sup>3)</sup>.

Der Berichterstatter (ein Herr Springmann) bemerkt hier zuerst, dass er drei Typen nordamerikanischer Dampfer habe unterscheiden lernen, nämlich erstens solche, welche die östlichen Flüsse (namentlich den Hudson) be-

1) A. a. O. S. 169.

2) Der Körper des Dampfschiffes „Francis Skiddy“ hat 322 Fuss engl. Decklänge, 38 Fuss grösste Breite (ohne die Ruderradkasten), 10 Fuss 4 Zoll Raumentiefe, 7½ Fuss Tauchung (beladen) und eine Lastigkeit von 1235 Tons.

3) Abgedruckt in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XVI (1872), S. 222 ff.



fahren; zweitens die Dampfschiffe der westlichen Ströme und drittens die des oberen Ohio und anderer seichten Flüsse.

Bei den Dampfern der ersten Gattung erheben sich über dem Rumpfe des Schiffes (meistens) noch drei Etagen<sup>1)</sup>, die nach allen Seiten hin noch 15 bis 20 Zoll (380 bis 508 Millimeter) übergebaut sind. Das erste Stockwerk wird grösstentheils von Maschinen und Kohlen eingenommen, während sich im zweiten der grosse (meist) prachtvoll eingerichtete Gesellschaftssalon befindet.

Die Dampfmaschinen sind hier sämmtlich Balanciermaschinen mit einem einzigen Cylinder, sehr grossem Kolbenhube und mit noch grösserem Durchmesser der Ruderräder<sup>2)</sup>. Die Dampfkessel haben (sonderbarer Weise) ihren Platz auf dem übergebauten Theile des Deckes. Das Brennmaterial ist auf den östlichen Dampfern die feste, schwer verbrennliche Anthracitkohle.

Die Schiffsgestalten der westlichen Ströme stimmen in Hinsicht auf den Bau und die Schiffeinrichtung vollkommen mit den beschriebenen überein<sup>3)</sup>; die maschinelle Einrichtung ist aber durchaus abweichend. Jedes Schaufelrad wird nämlich für sich durch eine horizontale Dampfmaschine getrieben, wodurch namentlich das Wenden der Schiffe sehr erleichtert wird. Dabei haben die Maschinen geringen Cylinderdurchmesser, grossen Hub, arbeiten mit Hochdruckdampf (von 120 bis 140 Pfund pro Quadratzoll) und ohne Condensation.

Die dritte Dampfgeschiffsgattung hat hinter dem stumpf abgeschnittenen Stern ein einziges Ruderrad, welches auf zwei schweren Eichenholzträgern gelagert ist. Auch hier ist das Dach (jedoch nur in zwei Etagen) weit übergebaut. Die Betriebsmaschinen sind zweicylindrig und haben wieder sehr lange (aber) hölzerne Lenkstangen<sup>4)</sup>. In der Regel führen diese Schiffe

1) Man vergleiche damit unsere Abbildung S. 94, Fig. 45.

2) Unsere Quelle führt als specielle Beispiele folgende Schiffe auf. Der „Isaak Newton“ hat Räder von 45 Fuss (13,7 Meter) Durchmesser und 12 Fuss (3,66 Meter) Breite. Die Dampfmaschine hat 81 Zoll (2 Meter) Cylinderdurchmesser und 12 Fuss (3,66 Meter) Hub, arbeitet mit 35 Pfd. (pro Quadratzoll) Ueberdruck bei halber Füllung. Die Krummzapfenwelle macht (wie die Ruderräder) 17 Umgänge pro Minute, so dass sich die Umfangsgeschwindigkeit der Schaufeln zu 2202 Fuss oder zu 640 Meter pro Minute herausstellt. Bei dem oben citirten Rheindampfschiffe „Hohenzoller“ haben die Räder bei 40 Umläufen pro Minute eine Umfangsgeschwindigkeit von 580 Meter pro Minute. Die Kolbengeschwindigkeit beträgt beim „Isaak Newton“ 7 Fuss (2,13 Meter) per Secunde (bei den Rheinschiffen 1,88 Meter).

Die Balanciers sind verhältnissmässig kurz, haben 45 Grad Ausschlag, bestehen aus einem gusseisernen Sterne und einem darum gezogenen schmiedeeisernen Bande; ausserdem sind sie hoch über dem Verdeck auf hölzernem Bock gelagert. Die Achse der Schaufelräder liegt in der ersten Etage. Dabei hat der „Isaak Newton“ eine Länge von 338 Fuss, eine Breite von 40 Fuss (zwischen den Radkästen), einen Tiefgang von 5 Fuss bei einer Lastigkeit von 1454 Tonnen.

3) Beispielsweise hat der 250 Fuss lange und 30 Fuss breite „Wight“ 30 Fuss hohe und 14 Fuss breite Ruderräder (mit 18 Schaufeln), zwei Cylinder von 30 Zoll Durchmesser und 10 Fuss Kolbenhub.

4) Die Dampfmaschinen haben meistens Cylinder von nur 15 bis 18 Zoll Durchmesser.

zwei Steuer, rechts und links unter dem vordern Quadranten des Schaufelrades.

Fast bei allen nordamerikanischen Dampfmaschinen (sämtlicher drei Gattungen) sind noch die über Deck befindlichen, zu beiden Seiten angebrachten hohen, hölzernen Sprengwerke zu beachten, welche dem sonst sehr leichten Bau die erforderliche Steifigkeit ertheilen.

## II. Maschinen für Schrauben-Dampfer.

Das erforderliche, verhältnissmässig schnelle Umlaufen der viel kleineren Schrauben, gegenüber den Ruderrädern als Schiffspropeller, veranlasste anfänglich zu der Annahme, dass man die Schraubenwelle nicht direct, sondern nur unter Einschaltung von Ketten- oder Zahnrädern (sogenannter Vorgelege) zwischen Krummzapfen- und Propellerwelle, in Umdrehung setzen könne. Später änderte sich diese Ansicht — als man die Vortheile (wie vereinfachter, gedrängter Bau, geringeres Gewicht etc.) der Dampfmaschinen mit grosser Kolbengeschwindigkeit <sup>1)</sup> mehr und mehr erkannte und gleichzeitig das heftige Schlagen sich rasch bewegender Pumpenventile durch Verwendung vulcanisirten Gummis unschädlich zu machen verstand etc. — d. h. man construirte Schrauben-Dampfschiffmaschinen ohne Vorgelege. Findet man erstere neuerdings auch immer seltener, so muss man doch die Classification in direct und indirect wirkenden Schraubenmaschinen zur Zeit noch beibehalten, wobei man sich jedoch, um Missverständnisse zu vermeiden, zu erinnern hat, dass hier nicht, wie bei den Ruderradmaschinen, der Eintheilungsgrund vom Balancier (Seite 227), sondern vom Ketten- oder Zahnradvorgelege gebildet wird.

Beispielsweise waren die Dampfmaschinen des ersten (in England) gelungenen Schraubenschiffes, „Archimedes“, (was S. 111 besprochen und Fig. 55 abgebildet wurde) aus zwei neben einander vertical aufgestellten Cylindern ohne Balancier gebildet <sup>2)</sup>,

---

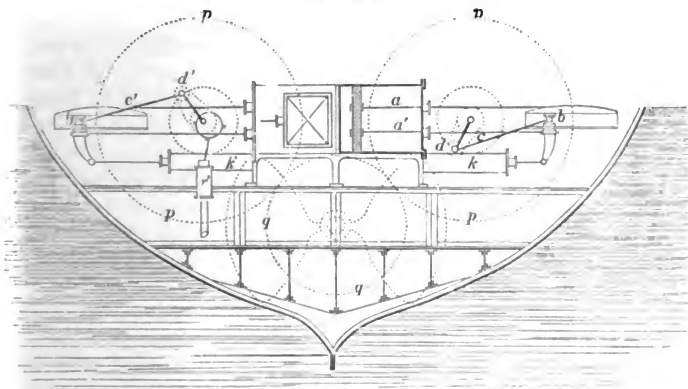
1) Es ist nicht die Natur des Wasserdampfes oder die Steuerung, welche die Einführung grösserer Kolbengeschwindigkeiten unmöglich macht, sondern die in Bewegung zu setzenden Massen der Maschine, welche letztere bei bedeutenden Geschwindigkeiten durch Vibrationen und Stösse leicht Anlass zu ernstern Befürchtungen geben. Man sehe hierüber Herrn Rädinger's vortreffliche Schrift (2. Aufl., Wien 1872): „Ueber Dampfmaschinen mit hoher Kolbengeschwindigkeit.“

2) Vollständigere Abbildungen der Dampfmaschinen des „Archimedes“ als

durch deren Lenkstangen die Krummzapfenwelle pro Minute 25 Mal umgedreht wurde, während zwei Stirnradvorgelege eine Multiplication dieser Umdrehzahl mit  $5\frac{1}{3}$  bewirkten, so dass die Schraubenwelle in derselben Zeit  $133\frac{1}{3}$  Touren machte.

Eine andere Anordnung von Schrauben-Maschinen mit Zahnradvorgelegen lässt Fig. 132 erkennen.

Fig. 132.



Diese in Frankreich (zuerst?) von Mazeline in Havre, in England von Maudslay, Napier u. A. für horizontal gelagerte Dampfzylinder in Anwendung gebrachte Anordnung ist nur eine sinnreiche Modification des bereits S. 231, Fig. 108 und 109 abgebildeten Maschinensystems mit rückwärts versetzter Kurbel. Die beiden vorhandenen Dampfzylinder liegen mit ihren geometrischen Achsen in gerader Linie, jedoch querschiff, so dass sie mit den betreffenden Zylinderböden zusammenstossen. Jeder der Kolben ist mit zwei Stangen  $a$  und  $a'$  ausgestattet, die weder in einer horizontalen, noch in einer verticalen Ebene liegen und dadurch zwischen sich so viel Raum lassen, dass Lenkstange  $c$  und

Fig. 55 (S. 111) finden sich in Tredgold's Werke „The Steam Engine“ Appendix D, S. 13. Jeder Cylinder des fraglichen Maschinenpaares hatte 37 Zoll Durchmesser, 36 Zoll Kolbenhub. Die Gesamtarbeit wurde zu 80 Pferdekraften geschätzt.

Krummzapfen *d* hinlänglichen Platz finden. Zum noch besseren Verständniss letzterer Anordnung werden die beiden Abbildungen Fig. 133 (Grundriss) und Fig. 134 (Endansicht) dienen.

Die ganze Maschinendisposition wird hierdurch zweckmässig zusammengedrängt ohne unzugänglich zu sein und vor Allem er-

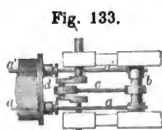


Fig. 133.

Fig. 134.



langt man eine verhältnissmässig lange Lenkstange, die für Gleichförmigkeit der Bewegung, für Verminderung der Reibung und der Massenwirkung gleich vortheilhaft ist. Auf jeder Krummzapfenwelle wurde ferner ein grosses Stirnrad *p* von 2,8 Meter Durchmesser befestigt, welche beide Räder (*p* und *p*<sub>1</sub>) in ein drittes Stirnrad *q* (von 1,82 Meter Durchmesser) fassen, was unmittelbar auf der Welle der in Fig. 132 hinlänglich angedeuteten (zweiflügligen) Schraube sitzt. Hierdurch wird die Umdrehzahl 53 pro Minute der Krummzapfenwellen auf 81½ der (3 Meter im Durchmesser haltenden, zweiflügligen) Schraube erhöht.

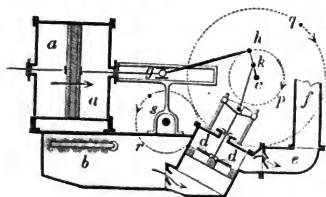
Der betreffende Dampfcondensator liegt unter den Cylindern. Die doppelwirkende Luftpumpe *k'* wird direct vom Kreuzkopfe *b* aus in Bewegung gesetzt, hat also mit dem Dampfkolben gleichen Hub, was bei den hier in Anwendung gebrachten Ventilen aus vulcanisirtem Gummi (wie bereits oben erwähnt) ohne Nachtheile ist. Die Kalt- und Warmwasserpumpen *r'* erhalten ihre Bewegungen durch Excentriks, welche auf der Krummzapfenwelle befestigt sind.

Zu den bemerkenswerthen Schraubendampfern mit Kettenradvorgelegen gehörte seiner Zeit der Seite 122 ff. besprochene (und Fig. 62 bis 64 abgebildete) „Great Britain.“ In zwei in geneigter Lage, aber unbeweglich angeordneten Cylindern stiegen Kolben auf- und abwärts und veranlassten durch ihre Stangen und Lenker in bekannter Weise die Umdrehung eines Kettenrades von 18¼ Fuss Durchmesser, von wo aus die zugehörige Kette die Bewegung eines auf der Schraubenwelle befestigten Rades von 6 Fuss Durchmesser veranlasste, so dass die Schraube circa dreimal so viel Umläufe wie die Krummzapfenwelle machte. Nach dem bekannten (S. 124 ff. erörterten) Unglücksfalle dieses schönen Schiffes ersetzte man die Kettentransmission durch vier Paar unmittelbar an einander aufgesteckter Stirnräder (S. 125

schon erörtert), wodurch die Schraube ebenfalls zur dreifach grösseren Tourenzahl wie die Krummzapfenwelle veranlasst wird<sup>1)</sup>.

Eine von Moll, dem Director des berühmten französischen Regierungs-Maschinenbau-Etablissements zu Indret (Loire-Inférieure), entworfene und für die Marine-Dampfer „Napoléon“ (S. 126) und „Phlégéton“ ausgeführte Disposition von Schraubenschiffsmaschinen mit Zahnradtransmission ist in Fig. 135 dargestellt. Die

Fig. 135.



Dampfzylinder *a* haben hier 1,80 Meter Durchmesser und (nur) 1,10 Meter Hub. Vom Kreuzkopfe *g* aus wird die Bewegung direct auf die Krummzapfenwarze *h* fortgepflanzt, die Umdrehung der Welle *c* bewirkt und von dieser aus durch das Zahnradvorgelege *q* und *s* (wobei je drei gleiche Räder auf den betreffenden

Wellen neben einander befestigt sind) auf die Schraubenwelle übertragen. Das auf letzterer sitzende passive Zahnrad *rs* läuft dabei 2,2 Mal so rasch um, wie das active Zahnrad *q*. Dem Kolben der schräg gestellten Luftpumpe *dd* hat man dabei den halben Hub des Dampfkolbens *a* gegeben. Condensator *b* und die Abfluss-Rohrstücke *e* und *f* bedürfen keiner Erklärung.

Eine völlige Musterkarte von Maschinendispositionen meist lauter berühmter englischer Dampfer mit Zahnradvorgelegen liefert Bourne in seinem unten (Note 1) citirten Werke, wobei besonders auf ein schönes, übersichtliches Tableau aufmerksam gemacht werden muss, was mit „Comparative View of Geared Screw Engines“ überschrieben ist.

Von direct wirkenden Schrauben-Maschinendispositionen lassen Fig. 136 bis mit 138 zwei Gattungen erkennen, die kurze Zeit hindurch beliebt waren und aus der englischen Maschinenfabrik von James Watt & Comp. in Soho (früher Bolton, Watt & Comp., Bd. 1, S. 405) hervorgingen. Die ersten beiden Abbildungen (Fig. 136 Aufriss und Fig. 137 Grundriss) zeigen das viercylindrige Maschinensystem des englischen Kriegs-

1) Vollständige Abbildungen dieser veränderten Maschinendisposition (oscillirende Cylinder, statt früher festliegende) giebt Bourne in seinem Werke „The Screw Propeller“ (New Edition, London 1867), S. 381.

schiffes „Simoom“ (von 1980 Tons Lastigkeit und 2920 Tons Displacement<sup>1)</sup>). Alle vier etwas geneigt liegenden Cylinder von  $43\frac{5}{8}$  Zoll Durchmesser sind oscillirend und haben  $2\frac{1}{2}$  Fuss Kolbenhub. Wie aus Fig. 137 erhellt, wirken je zwei Lenkstangen auf denselben Krummzapfen, während beide Krummzapfen um 90 Grad gegen einander verdreht sind. Hierdurch werden der Schraubewelle per Minute direct im Mittel 50 bis 55 Umläufe ertheilt. Vom dritten in der Mitte von Fig. 137 sichtbaren Krummzapfen aus wird der Luftpumpe und den Wasserpumpen die erforderliche Bewegung ertheilt.

Fig. 136.

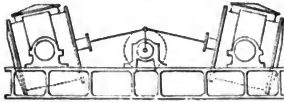
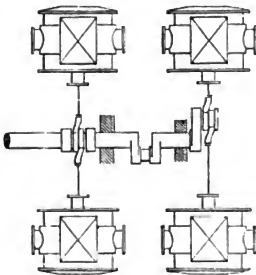


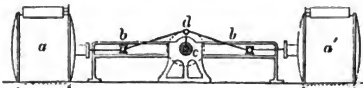
Fig. 137.



Unter Beibehaltung derselben Grundrissanordnung (Fig. 137) sind Fig. 138 unbewegliche, völlig horizontal liegende Cylinder, welche u. A. die genannte englische Firma zur Umdrehung der

Schraube des Riesenschiffes „Great Eastern“ (S. 134, Fig. 68) benutzte und worüber (sowie unter Mittheilung der Hauptdimensionen der Maschinen) bereits für unsere Zwecke Hinreichendes auf Seite 132 berichtet wurde.

Fig. 138.



Nach diesem Systeme (Fig. 138) bauten unter Anderen auch die englischen Fabrikanten Seaward & Comp. die ebenfalls viercylindrigen Maschinen des Kriegsschiffes „Conflict“ (von 1038 Tons Lastigkeit und 1750 Tons Displacement), wobei jeder der vier Cylinder  $46\frac{1}{4}$  Zoll Durchmesser und die Kolben (nur) 24 Zoll Hub haben<sup>2)</sup>.

Beide Maschinengattungen (Fig. 136 bis 138, wie immer ihre

1) Bourne, a. a. O., S. 385.

2) Ebendasselbst, S. 387.

Disposition als eine sehr zusammengedrückte belobt werden mag) leiden jedoch an dem sehr grossen Uebel viel zu kurzer Lenkstangen.

Um bei horizontaler Lage der Dampfzylinder möglichst lange Lenkstangen zu bekommen, überhaupt die gedrückte Querlage der Cylinder (rechtwinklig zur Schiffslänge) beibehalten zu können, baute von 1845 an Penn in Greenwich die sogenannten Trunkmaschinen (Fig. 139 und 140) <sup>1)</sup>.

Fig. 139.

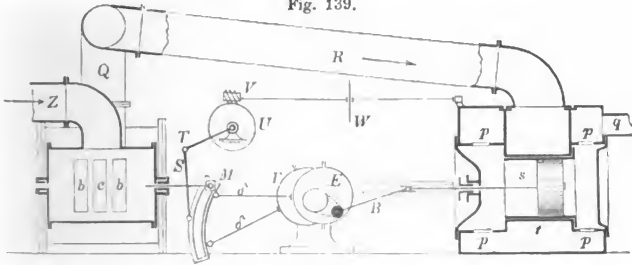
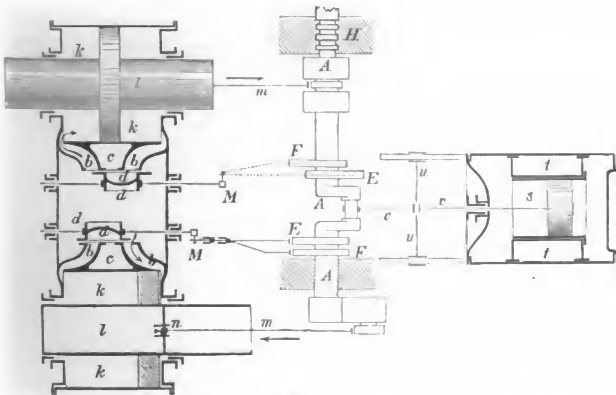


Fig. 140.



Zu beiden Seiten der Kolben *kk* sind hier röhrenförmige Verlängerungen (Trunks) aufgeschoben, welche durch Deckel und Boden der Cylinder hindurchgehen und an beiden Stellen durch geeignete Stopfbüchsen Dichtung und

1) Patent Specification, Nr. 11017.

Führung erhalten. Die hinteren Enden der betreffenden Lenkstangen  $mm$  sind an Stegen  $n$  innerhalb der Röhren  $l$  selbst befestigt. Dass diese Röhren  $l$ , eigentlich hohle Kolbenstangen, so weit sein müssen (so grossen Durchmesser erfordern), dass die Lenkstangen  $mm$  bei ihrer Schwingung auch bei den extremsten Lagen noch ungestört Platz finden, versteht sich wohl von selbst.

Die Bewegung der Dampfvertheilungsschieber  $d$  wird ähnlich wie bei den meisten Locomotiven (Bd. 3, S. 382, 385 ff.) durch Excentriks  $E$  und  $F$  und zwar zwei für jede der beiden vorhandenen Maschinen, hervorgebracht, deren Schubstangen  $d$  (Fig. 139) in geeigneter Weise mit der Stephenson'schen Coulissee (Bd. 3, S. 288) zum Steuern (Rückwärts- und Vorwärtsfahren) vereinigt sind etc. etc. In der Stellung unserer Abbildung befindet sich das für „Vorwärts“ vorhandene Excentrik  $E$  in Thätigkeit, wogegen das zweite,  $F$ , für „Rückwärts“ ohne weitere Wirksamkeit ist. (Man sehe überhaupt Bd. 3, S. 289, wo die ganze Wirkungsweise der Stephenson'schen Coulissee ausführlich erörtert wird.) Mit jeder Coulissee ist übrigens eine Hängeschiene  $S$  in Verbindung gesetzt und diese wieder mit einem Arme  $T$  vereinigt, der mit einem Schraubenrade  $U$  gemeinsam auf einerlei Welle festgekeilt ist. In das Rad  $U$  greift eine endlose Schraube  $V$ , die durch ein Handrad  $W$  in Umdrehung gesetzt wird, wodurch also die Coulissee beliebig gehoben und gesenkt, die Dampfadmision also grösser oder kleiner gemacht werden kann etc.

Der frische Dampf gelangt von den Kesseln aus in den Röhren  $Z$  nach den betreffenden Dampfkästen, sodann, je nach Stellung der Schieber, vor oder hinter die ringförmige Fläche der grossen Kolben. Nach ausgeübter Wirkung strömt der Dampf durch den Canal  $c$  in zwei senkrechte Röhren  $Q$ , welche beide in ein einziges Rohr  $R$  münden, worin er nach dem Condensator  $t$  fliesst, der fast überall die doppelwirkende Luftpumpe  $s$  umgiebt. Letztere führt endlich das condensirte Wasser durch vier (sich über Kreuz öffnende) Ventile  $p$  nach der Röhre  $q$ , von wo aus der Abfluss durch die Schiffsseitenwand erfolgt.

Der bedeutende Druck, den die Schraubenwelle  $A$  in ihrer Längenrichtung, vermöge der Wirkungsweise der (über  $H$  hinaus auf  $A$  festgekeilten) Schraube (Bd. 4, S. 117), erfährt, wird, so weit als möglich, durch den Kammzapfen mit Kammlager  $H$  (Bd. 1, S. 326) unschädlich gemacht <sup>1)</sup>.

Wahrscheinlich zufolge des bedeutenden Reibungswiderstandes, den unfehlbar Dampfmaschinen mit Kolbenstangen von so grossem Durchmesser wie die Röhren  $l$  dieser Penn'schen Maschinen sind, veranlassen müssen, sowie wegen der überdies kurzen Lenkstangen dieses Systemes, richteten die Maschinenconstructeure ihre Aufmerksamkeit wieder auf die Disposition mit rückwärts versetzter Kurbel (Fig. 108) auch für die Fälle directer Wirkung (ohne Zahn- oder Kettenrad-Vorgelege), welche Bemühungen insbesondere von Napier, Maudslay, Holm (Miller, Ravenhill & Comp.) u. A. in England und von den französischen Dampfschiffs-

<sup>1)</sup> Weiteres über Penn's Trunk-Engines bei Bourne a. a. O. (New Edition) p. 52 und 386.



Maschinenbauanstalten in Indret, Creusot, Toulon, Ciotat, Lorient etc. mit Erfolg belohnt wurden <sup>1)</sup>.

Bei der französischen Kriegsmarine gelangte das gedachte Maschinensystem besonders nach der Detailanordnung des berühmten Admirals und Schiffconstructeurs Dupuy de Lôme (S. 45, 126 und 198) mehrfach zur Ausführung. Unsere Abbildungen, Fig. 141 und 142 (als Skizzen dem unten citirten Werke

Fig. 141.

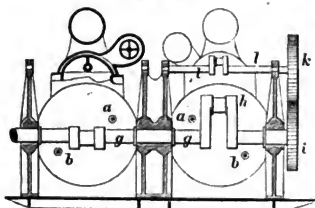
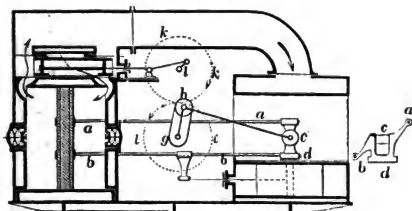


Fig. 142.



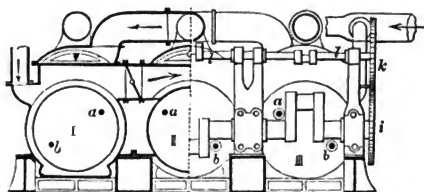
Ledieu's entlehnt <sup>2)</sup>, zeigen namentlich den Typus des Touloner Arsenal's und der Forges et Chantiers de la Méditerranée, welche sich u. A. bei der Fregatte „Algesiras“ bis zur Arbeitsgrösse von 900 nominellen Pferdekräften ausgeführt vorfindet.

1) Ausführliche Mittheilungen hierüber finden sich in Bezug auf England in Bourne's wiederholt citirtem Werke, sowie in Paris: „L'Art naval“ und ganz besonders für die französischen Leistungen (mit ganz vortreflich ausgeführten Abbildungen begleitet) in Ledieu's „Appareils à Vapeur de Navigation,“ Paris 1862, Tome I. p. 621 ff.

2) Tome I. p. 624 unter der Ueberschrift: „Type de machines horizontales à bielle en retour (à hélice) de Dupuy de Lôme.“ Dazu vortreffliche Abbildungen etc. Pl. VIII.

Diese Abbildungen werden (unter Beachtung vorhergehender Besprechungen) keiner ausführlichen Erklärung bedürfen, vielmehr wird es hinreichen, auf die ausser den Cylindermitten angebrachten zwei Stangen *a* und *b* jedes Kolbens und deren Verbindung mit dem Leitklotze *d* (Fig. 142) aufmerksam zu machen, in dessen Mitte *c* die Lenkstange *ch* anfasst, wodurch die Bewegung auf den Krummzapfen *gh* übertragen wird, auf dessen Welle zugleich die Schraube befestigt ist. Von der Krummzapfenwelle aus pflanzt man die Bewegung mittelst eines Zahnradvorgeleges *ik* auf den Dampfvertheilungsschieber und zwar in der Weise fort, wie dies Fig. 142 hinlänglich erkennen lässt. Wie von der Kolbenstange *b* aus die Bewegung der ebenfalls horizontal gelegten Luftpumpe vermittelt wird, erhellt gleichfalls ohne Weiteres aus Fig. 142.

Fig. 143.



Als dreicylindriges System für Kriegsdampfer, nachdem dasselbe bereits 1862 auf der Londoner Ausstellung figurirte und bei der grossen Schraubenfregatte „König Wilhelm I.“ (S. 210 bis 212) <sup>1)</sup> Anwendung gefunden hatte, erregte es auf der Pariser Industrieausstellung von 1867 die Aufmerksamkeit aller Betheiligten. Die betreffenden Maschinen gehörten zum Panzer-Thurmschiffe „Friedland“, wurden insgesamt zu 4000 Indicator-Pferdekraften geschätzt und hatten drei Cylinder von je 2,10 Meter Durchmesser und Kolben mit 1,30 Meter Hub <sup>2)</sup>. Bei diesen Dimensionen und mit 84 Centimeter Quecksilbersäule effectivem Durchschnitts-Dampfdrucke in sämtlichen drei Cylindern, sollte die dreiwarzige Krummzapfenwelle und mit ihr die vierflüglige Schraube (von 6 Meter Durchmesser und 8,65 Meter Steigung)

1) In der Note zu S. 212 sind die Hauptdimensionen der Dampfmaschinen des „Königs Wilhelm“ verzeichnet.

2) Ausführlich beschrieben und mit Abbildungen begleitet in Oppermann's „Portefeuille économique des machines“, T. 12 (1867), p. 114, Pl. 43 und 44, ferner sehr gut besprochen in Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 186, S. 178 (nach den Comptes rendus, T. LXV, p. 93) und endlich mit schönen Abbildungen (Holzschnitte) im „Engineering“ vom 19. Juli 1867.

per Minute 57 Umdrehungen machen, was einer Fortlaufgeschwindigkeit des Schiffes von 14,7 Knoten (per Stunde) entspricht.

Wie aus Fig. 143 erhellt, liegen die drei gleich grossen Cylinder des „Friedland“ (wie beim „Wilhelm I.“) horizontal neben einander, so dass ihre Achsen in eine gemeinschaftliche Ebene fallen und die drei Kolben auf eine und dieselbe dreimal gekröpfte Welle wirken. Dabei stehen die beiden Krummzapfen der Seitenkolben rechtwinklig (um 90 Grad verdreht) gegen einander und der des Mittelkolbens steht in der Rückwärtsverlängerung derjenigen Linie, welche die Stellung der Seitenkröpfungen halbirt, weicht also von jeder der letzteren um 135 Grad ab<sup>1)</sup>. Zur Verdichtung des aus den beiden Seitencylindern (Nr. I und III, Fig. 143) austretenden Dampfes dienen zwei Condensatoren, von denen jeder mit einer Luftpumpe versehen ist.

Der im Kessel gebildete Wasserdampf (von  $2\frac{3}{4}$  Atmosphären Ueberdruck, oder von 209 Centimeter Quecksilbersäule) wird in einen am Fusse des Schornsteines aufgestellten Trockenapparat geleitet (wodurch der Dampf ein wenig überhitzt wird). Von hieraus vertheilt er sich in zwei gleiche Rohrleitungen, welche denselben in zwei Dampfmäntel überführen, wovon die beiden Seitencylinder umgeben werden.

Der in den Mänteln circulirende Dampf erwärmt die Wände der betreffenden Cylinder und überlässt ihnen dabei einen Theil seiner Ueberhitzungswärme. Nach dem Austritt aus den Mänteln gelangt er von zwei Seiten (durch die Schieberkammer) in den Mittelcylinder (Nr. II, Fig. 143). Nachdem der Dampf in letzterem Cylinder gewirkt hat, verlässt er diesen und tritt in die beiden

---

1) In dem vorher citirten Berichte in „Comptes rendus“ wird über diese Stellung der drei Krummzapfenwarzen gegen einander Folgendes gesagt:

„Es ist einleuchtend, dass das Gleichgewicht ein vollständiges wäre, wenn die Warzen der drei Kurbeln um je 120 Grad von einander abständen. Um aber einen regelmässigen Gang ohne Anwendung eines grossen Zwischenreservoirs, welches der Dampf auf seinem Wege von dem Mittelcylinder nach den Seitencylindern zu passiren hätte, zu erhalten, hat es der Constructeur zweckmässiger gefunden, die beiden Seitenkrummzapfen, wie erwähnt, um 90 Grad gegen einander und die Mittelwarze um 135 Grad gegen die Seitenwarzen zu verstellen. Das Gleichgewicht ist hierbei zwar kein vollständiges mehr, aber die Stellung ist immerhin noch viel günstiger, als wenn man zwei Kolben durch rechtwinklig gestellte Krummzapfen kuppelt.

„Auf Grund dieser Anordnung kann die grosse Maschine des „Friedland“ bei kaum 10 Umdrehungen ebenso regelmässig arbeiten, als bei reichlich 60 Umdrehungen, ohne eine andere Schwungmasse als die der Schraube, deren Trägheit im Verhältnis zu der Grösse der geradlinig bewegten Massen ganz unbedeutend ist.

„Eine zweicylindrige Maschine mit rechtwinklig gestellten Krummzapfen würde unter solchen Verhältnissen entweder stehen bleiben, wenn der Dampfdruck unzureichend wäre, oder mit einer gefahrvollen Heftigkeit umlaufen, wenn man die Schieber öffnete, um die beweglichen Theile, während beide Krummzapfen im Aufsteigen begriffen sind, zu heben.

„Der genannte Vorzug der dreicylindrigen Maschine ist für den Dienst mit sehr kleinen Geschwindigkeiten und für die Regelmässigkeit des Maschinenbetriebes bei bewegtem Meere, von ganz besonderem Werthe.“

Seitencylinder (Nr. I und III, Fig. 143), vorher die beiden zugehörigen Schieberkammern passirend, welche letzteren vermöge ihres Volumens zugleich den Zweck haben, als Zwischenreservoirs zu dienen. Nach der Wirkung in den beiden Seitencylindern gelangt der Dampf in die bereits erwähnten Condensatoren. Im mittleren oder Hochdruckcyylinder (Nr. II, Fig. 143) beträgt die Admission 0,84 bis 0,80 des Kolbenhubes, in den beiden Niederdruckcy lindern 0,78 bis 0,75.

Bei allen drei Cylindern sind die Kolbenstangen wieder rückwärts (wie in Fig. 142) versetzt und daher die beiden Stangen *a* und *b* jedes der drei Kolben gleichfalls ausser den Cylindermitten befindlich. Von der dreiwarzigen Krummzapfenwelle wird die Bewegung auf die letztere parallel gelagerte Steuerungswelle von zwei zusammengreifenden Stirnrädern *i* und *k* übertragen <sup>1)</sup>.

Durch die sämmtlichen bei den Dampfmaschinen des „Friedland“ getroffenen Anordnungen behauptet man nachbemerkte Vortheile erreicht zu haben:

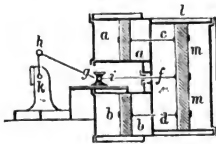
1) Brennmaterialersparniss (1,28 Kilogramm pro Stunde pro Indicator-Pferdekraft, statt 1,60 Kilogramm bei den besten zweicylindrigen Maschinen).

2) Möglichkeit, die Grenze der Umdrehzahlen, welche man für Schrauben ohne Uebersetzung erreichen darf, weiter hinauszurücken.

3) Fast vollständiges statisches Gleichgewicht in Bezug auf die Triebwelle, welches auch die Lage des Schiffes bei seiner Bewegung sein mag.

Da es nicht Absicht sein kann, hier alle jemals zur Ausführung gelangten Ideen von Schraubenschiff-Dampfmaschinen mit horizontal gelagerten

Fig. 144.



Cylindern zu besprechen, so beschliessen wir diese Motorengattung mit einer bereits 1860 von E. Humphrys in Deptford getroffenen Disposition (Fig. 144). Dem Systeme nach bildet die Anordnung eine Woolf'sche Maschine mit einem Niederdruckcyylinder *mm* und zwei über einander gelagerten Hochdruckcy lindern *a* und *b*. Die Kolbenstangen *c* und *d* der letzteren gehören zugleich dem

1) Das Gewicht des ganzen Maschinencomplexes beträgt 810 Tons = 810000 Kilogramm, also  $\frac{810000}{4000} = \frac{810}{4} = 202$  Kilogramm pro Indicator-Pferdekraft und vertheilt sich wie nachbemerkt:

Gewicht der Dampfmaschinen . . . . .	415 Tons
Gewicht der Kessel, des Trockenapparates und des Schornsteins	280 "
Gewicht des Kesselwassers . . . . .	115 "
	810 Tons.

grossen Kolben *mm* an, dessen Haupt- (mittlere) Kolbenstange durch eine besondere Stopfbüchse *f* geht und die Bewegung nach dem Kreuzkopfe *gi* leitet, von wo aus sie durch die (hier wieder sehr kurze Lenkstange *gh*) auf die Warze *h* des Krummzapfens und weiter auf die Schraubenwelle *k* übertragen wird. Wie speciell die Stopfbüchsen der Kolbenstangen *c* und *d* angeordnet sind, erbellt auch aus der Abbildung (Holzschnitt) unserer Quelle <sup>1)</sup> nicht, vielmehr ist nur gesagt, dass das Stopfzeug etc. etc. von den Niederdruckcylindern aus eingeführt wurde und zwar bevor man den Kolben *mm* montirte. Wahrscheinlich ist diese Maschine dieselbe, welche in der Londoner internationalen Ausstellung von 1862 zufolge ihrer Einfachheit, Solidität und saubern Arbeit (als Marinemaschine), ungeachtet des geringen Kolbenhubes, belobt wurde <sup>2)</sup>.

Neuerdings verwendet man die Dampfmaschinen mit horizontal liegenden Cylindern vorzugsweise für Kriegsschiffe, wo die hauptsächlichsten Theile so wenig wie möglich hoch über die Wasserlinie (Schwimmbene) hinausragen dürfen, um vor feindlichen Geschossen thunlichst gesichert zu sein. Für Handelsschiffe ordnet man die Maschinen lieber und besser mit vertical gestellten Cylindern, jedoch mit nach Unten arbeitenden Kolben und Lenkstangen (als „Overhead“ oder „Inverted Cylinder Marine Engine“) an. Wegen der Aehnlichkeit dieser Disposition mit der, welche bei verticalen Dampfhammern gebräuchlich ist, bezeichnet man die betreffende Gattung wohl auch mit dem Namen „Hammermaschinen.“

Derartige direct wirkende Hammermaschinen sollen zuerst von Caird in Greenock (an der Mündung der Clyde) in Schottland in Anwendung gebracht worden sein und zwar für einen kleinen Seedampfer (den dreimastigen Schoner „Northmann“), der ursprünglich die Bestimmung hatte, zwischen den Orkney-Inseln und Leith (dem Hafen von Edinburg) mit Passagieren und Schlachtvieh zu fahren <sup>3)</sup>. Fig. 145 lässt die betreffenden Hauptdispositionen der Maschinerie dieses Schiffes (die Seitenwände weggedacht) erkennen, wobei bemerkt werden mag, dass in unserer Quelle dieser Dampfer mit voller Takelage, sowie mit den Details der Bewegungsmaschinen dargestellt ist.

Die beiden Dampfzylinder *b* stehen auf einem (in unserer Skizze weggelassenen dampfhammerartigen) gusseisernen Gerüste, unmittelbar über der

1) The Engineer vom 3. Februar 1860, S. 73.

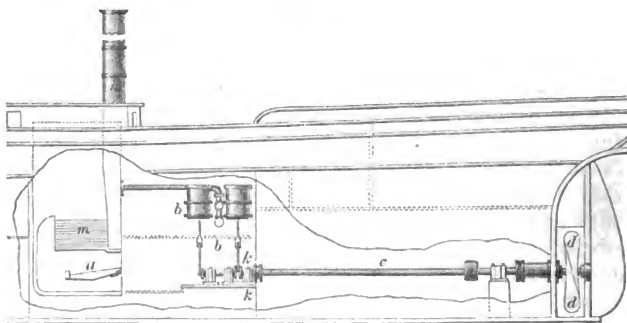
2) Amtlicher Bericht der Zollvereins-Commissionen (Berlin 1865), XVII. Heft (Bd. III), S. 509.

3) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen, 28. Jahrgang (1849), S. 73 mit Abbildungen auf den Kupfertafeln, XVI u. XVII.

Welle *c* der zweiflügligen Schraube *d*. Der nachtheilige Horizontalschub der letzteren wird auch hier (wie bei der bereits oben S. 259 besprochenen Pennschen Trunk-Maschine) durch ein bei *k* angeordnetes Kammlager (mit Kammzapfen), soweit als möglich, unschädlich gemacht.

Die Steuerung hat für jeden Cylinder zwei Excentriks, und beide Schieber werden durch einen Hebel regiert.

Fig. 145.



Der zum Betriebe erforderliche Wasserdampf wird in Röhrenkesseln *am* erzeugt, die später ausführlich besprochen werden sollen.

Den Typus einer derartigen Hammermaschine (*machine à pilon*), wie sie das bereits erwähnte französische Maschinen- und Schiffsbauetablissement „Forges et Chantiers de la Méditerranée“ in Marseille sehr viel für Schraubendampfer der Handelsmarine baut, zeigt Fig. 146 <sup>1)</sup>.

Die Verhältnisse und Maasse unserer Skizze beziehen sich speciell auf Maschinen von 1,30 Meter Kolbendurchmesser mit 0,90 Meter Hub bei 60 Umdrehungen pro Minute der Schraubenwelle. Unter Voraussetzung, dass der Betriebsdampf eine Pressung von 2 Atmosphären Ueberdruck besitzt, wird die nominelle Pferdekraft des Maschinencomplexes zu 180 verzeichnet. Die alphabetische Folge der Buchstaben in Fig. 146 entspricht dem Wege des Wasserdampfes von dem Eintrittsrohre *a* an bis zum Condensator *e*.

Eine noch stabilere Disposition von Hammermaschinen (auch die Kolbenstange durch Boden und Deckel des Cylinders gehend) lässt Fig. 147 erkennen, wobei zugleich der eine hohle Ständer *de* des zwischenkligen Bockgerüsts als Condensator benutzt ist. Unsere Abbildung gehört einer der beiden (übr-

1) Schön abgebildet bei Leducq a. a. O., Pl. VI (Text, S. 611).

gens gleichen) Maschinen des Bremer Norddeutschen Lloyd-Dampfers „Falke“ an<sup>1)</sup>, welche aus der Carstens Waltjen'schen Maschinenfabrik in Bremen hervorgegangen sind. Der Durchmesser eines jeden Cylinders *bc* beträgt  $40\frac{1}{4}$  Zoll engl., der Krummzapfenradius *kl* ist gleich 18 Zoll, der Kolbenhub also 36 Zoll etc. Wie die Bewegung der Luftpumpe *f* vom Kreuzkopfe *i* der Dampfkolbenstange *h* aus unter Einschaltung eines ungleicharmigen Schwingbaumes *m pq* erfolgt, erhellt hinlänglich aus der Abbildung, woselbst auch die

Fig. 146.

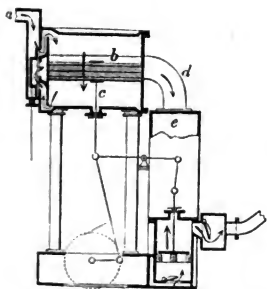
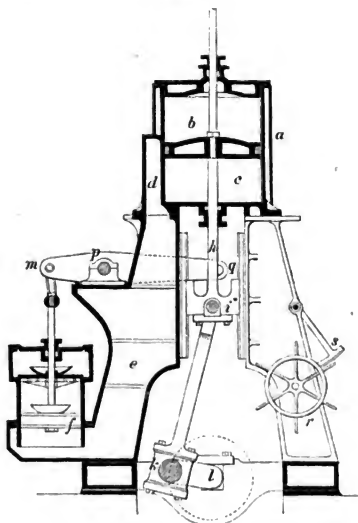


Fig. 147.



Umsteuerung der Dampfschieber durch ein Handrad *r* und Zahnbogen *s*, soweit als hier erforderlich, angedeutet wurde. Die unten (in Note 1) angegebene Pferdekraftzahl (518) beider Maschinen des „Falke“ entspricht einem Dampf-

1) Dieser Dampfer versieht den Dienst auf der Linie Bremen-London-Hull. Ausführlich berichtet wird über die Dampfschiffe dieser Linie des Bremer „Lloyd“ in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrg. 1872, S. 44. An letzterer Stelle wird der „Falke“ als ein Schiff von 442 Lasten (à 2000 Kilogr.) und mit Dampfmaschinen von 175 nominellen Pferdekraften verzeichnet. Die effective (wirkliche) Pferdekraftzahl der Maschinen des „Falke“ berechnet sich übrigens zu 518 Pferdekraften bei 67 Umläufen der vierflügeligen Schraube von 11 Fuss Durchmesser und 17,913 Fuss Steigung. Man sehe deshalb die Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrgang 1871, S. 346.

drucke von 17 Pfund pro Quadratzoll im (mit Dampfmantel  $a$  umgebenen) Cylinder  $bc$ , der Admission von 0,4 des Kolbenhubes und einer Fortlaufgeschwindigkeit des Schiffes von 10 Knoten.

Von fast ganz gleicher Anordnung, jedoch ohne die nach Oben verlängerte und durch den Deckel des Dampfcylinders  $b$  gehende Kolbenstange, sind die zweicylindrigen Hammermaschinen (Inverted Cylinder Marine Engines), welche die Herren R. & W. Hawthorn in Newcastle on Tyne bauen und wovon in der Zeitschrift „The Engineer“ vom 3. Mai 1867 (S. 392) schöne Abbildungen eines Exemplares zu finden sind. Jeder der Cylinder hat hier  $51\frac{1}{2}$  Zoll engl. Durchmesser und jeder Kolben 38 Zoll Hub.

Die immer grösser werdende Concurrenz, namentlich auf dem Gebiete des Verkehrs mittelst Seedampfschiffen, hat in jüngster Zeit Rhedern und Actiengesellschaften die Nothwendigkeit, Brennmaterialersparnisse herbeizuführen, immer dringlicher gemacht. Da man sich ferner bei Seedampfmaschinen nur der Steinkohlen als Brennmaterial zu bedienen im Stande ist und diese im Preise ungemein gestiegen sind, so bietet man bei den Dampfern der Handelsmarinen gegenwärtig Alles auf, die Reisen mit dem kleinstmöglichen Kohlenverbrauche auszuführen, wozu noch der bei geringeren Kohlenmengen gewonnene Schiffsraum der Rente extra zu Gute kommt. Seitdem man nun die Trockencondensatoren (Oberflächencondensatoren, Bd. 1, S. 453, Note 2 und S. 457) vortheilhaft anzuordnen gelernt und damit zugleich das Mittel gefunden hat, die Kessel mit destillirtem Wasser zu speisen, stand der Anwendung des Hochdruckdampfes <sup>1)</sup> zum Betriebe der Schiffsmaschinen kein ernstes Hinderniss mehr im Wege. Als die vortheilhafteste Maschinendisposition hat sich hierbei das zweicylindrige Woolf'sche System wegen vortheilhafter Ausnutzung der Expansion und gleichzeitig möglichst gleichförmiger Uebertragung des Dampfdruckes auf den Warzenweg des Krummzapfens herausgestellt <sup>2)</sup>. Die Hauptvorthelle lassen sich kurz in fol-

1) In Amerika sollen sich bereits Woolf'sche Maschinen bei Schraubenschleppbooten in Anwendung finden, welche mit Dampf von 14 bis 15 Atmosphären Kesseldruck arbeiten (Engineer, 1870, April, S. 202 und Zeitschrift des Hannoverischen Architekten- und Ingenieurvereins, Jahrgang 1871, Bd. 17, S. 269).

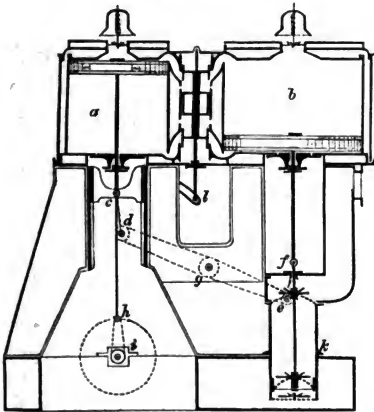
2) Ueber Verwendung des Hochdruckdampfes in zweicylindrigen Woolf'schen Maschinen handelte in jüngster Zeit besonders Rankine im Engineer von 1870, Nr. 441, S. 145 (hiernach bearbeitet in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, Jahrg. 1871, S. 276). Rankine behandelt hierbei besonders zwei Gat-



gende drei zusammenfassen: Ersparung an Brennmaterial, gleichförmigere Bewegung und drittens geringere Druckunterschiede auf die in Anspruch zu nehmenden Maschinenteile zur Uebertragung der Arbeit des Dampfes von den Kolben auf die Propellerwelle <sup>1)</sup>).

Unsere Mittheilungen über die beiden beliebtesten Constructionsformen zweicylindriger Woolf'scher Schiffsdampfmaschinen, nämlich solcher mit neben und solcher mit über einander gestellten Cylindern (indem wir eine dritte Gattung mit in ein-

Fig. 148.



ander placirten Cylindern für zu complicirt und daher für unpraktisch halten), beginnen wir mit dem in Fig. 148 dargestellten Maschinencomplexe.

Diese von Nillus in Havre entworfene und für Dampfer der französischen Handelsmarine mehrfach ausgeführte Woolf'sche Dampfmaschine hat in dem speciellen Falle, welchen die unten citirte Quelle behandelt <sup>2)</sup>, einen Hochdruckcylinder *a* von

tungen Woolf'scher Maschinen. Eine Gattung, wo der Dampf aus dem kleinen Cylinder direct in den grösseren übergeht und eine andere Gattung, bei welcher der Dampf bei seinem Uebergange vom Hochdruck- zum Niederdruck-Cylinder in einem Behälter (Accumulator) gesammelt wird.

1) Ueber die Streitfrage, ob zweicylindrige Woolf'sche Maschinen oder Doppelcylindermaschinen mit Expansion, in jedem der beiden Cylinder, die besten sind, handeln viele Artikel in den englischen Journalen „The Engineer“ und „Engineering“, daraus im Auszuge, Bd. 18 (1872) der Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieurvereins. Ganz besonders zu empfehlen ist aber ein Aufsatz vom Marineingenieur Theis in Palermo unter der Ueberschrift „Ueber Einführung des Hochdrucks in der Marine,“ in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1872, S. 557.

2) The Engineer vom 19. Juni 1868, S. 447 und 450.

43<sup>3</sup>/<sub>10</sub> Zoll engl. Durchmesser, einen Niederdruckcylinder *b* von 59<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Zoll Durchmesser, ausserdem besitzen beide betreffende Kolben einen Hub von 31<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Zoll. Während der Kolben des Hochdruckcylinders *a* vermittelt Stange und Lenker *ch* direct auf die Umdrehung des Krummzapfens *hi* der Schraubenwelle *i* wirkt, wird die Arbeit des Niederdruckcylinders *b* indirect mittelst Lenker *fe*, *cd* und eines Schwingbaumes *dge* auf den Kreuzkopf *c* des Hochdruckcylinders übertragen. Die Welle *i* macht (gewöhnlich) 85 Umläufe pro Minute, was einer Kolbengeschwindigkeit von 446 Fuss in derselben Zeit entspricht. Der mittlere Dampfdruck im Kessel soll 36<sup>1</sup>/<sub>4</sub> Pfund pro Quadratzoll, also  $\frac{36,25}{14,7} = 2\frac{1}{2}$  Atmosphären Ueberdruck betragen, wobei die Maschinenkraft zu 450 nominellen- und zu 1800 Indicatorpferdekraften angegeben wird. Der Brennmaterialverbrauch soll pro Stunde 2,2 Pfund pro Indicatorpferdekraft, also überhaupt 3960 Pfund Steinkohlen pro Stunde betragen. Auch wird behauptet, dass man mit je 1 Pfund Kohlen nicht weniger als 8 Pfund Wasser verdampft <sup>1)</sup>.

Gleiche höchst günstige Resultate hinsichtlich der Woolf'schen zweicylindrigen Hammermaschinen hat man u. A. bei den Dampfern der Hamburg-Amerikanischen Packetfahrt-Actiengesellschaft (S. 143) erlangt, wo man gewöhnliche Niederdruckmaschinen durch die combinirten Hoch- und Niederdruckmaschinen (compound screw engines) ersetzte, wie hierüber bereits S. 145 berichtet wurde und wo die dortigen die „Saxonia“ betreffenden Angaben jetzt noch dadurch vervollständigt werden können, dass sich (unter sonst fast gleichen Umständen) der Kohlenverbrauch von früher täglich 40 bis 54 Tons, jetzt auf 20 bis 26 Tons vermindert hat <sup>2)</sup>. Bemerkenswert ist noch, dass die beiden Cylinder der „Saxonia“ (wie die aller sonst zum Woolf'schen Systeme umgestalteten Maschinen noch anderer Dampfer

---

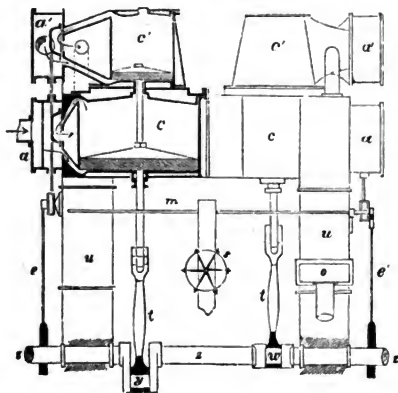
1) Diese höchst günstigen Resultate ergeben sich nicht nur aus der Anwendung des Woolf'schen Maschinensystemes, sondern aus der gleichzeitigen Verwendung der besten Steinkohlen, sowie von Dampfüberhitzern (bei überdies einer Gesamtfeuerfläche, Kessel und Ueberhitzer, von 6500 Quadratfuss), ferner durch die Verwendung eines Oberflächencondensators, welcher aus 2784 reichlich 6 Fuss langen Kupferröhren von je <sup>3</sup>/<sub>4</sub> Zoll äusserem Durchmesser gebildet ist.

2) Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1872, Seite 51 und 52.

dieser Gesellschaft) in der Längenrichtung des Schiffes (in der Kielrichtung) nach einander folgend und nicht, wie die Cylinder der Nilus-Maschinen (Fig. 149), in der Breitenrichtung des Schiffes neben einander placirt sind. Durch erstere Anordnung wird es möglich, jeden Kolben direct auf die Schraubenwelle (bei unter 90 Grad gestelltem Krummzapfen) wirken zu lassen.

In letzterer Beziehung (hinsichtlich der Aufstellung) gleicht die neue Maschinendisposition der gedachten Hamburger Dampfschiffahrtsgesellschaft der folgenden (Fig. 149 und 150), welche

Fig. 149.



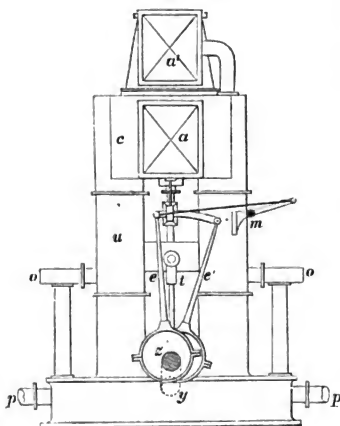
von Humphry zuerst für den Dampfer „Mooltan“ der P. a. O. (Peninsular and Oriental Steam Navigation Company, S. 120) ausgeführt und nachher auch bei den Schiffen „Mysor“ und „Rangoon“ angewandt wurde<sup>1)</sup>. Wie der blosse Anblick vorbemerakter Abbildungen erkennen lässt, gehören diese Humphry'schen und Woolf'schen Maschinen zu der zweiten (S. 147) erörterten Gattung, wo der Hochdruckcylinder  $c'$  über den Niederdruckcylinder  $c$  gestellt ist, was die Disposition noch compacter (gedrängter) macht, aber auch den Uebelstand mit sich führt, dass man, um die grossen Kolben zu untersuchen, die kleinen Cylinder mit Allem, was dazu gehört, wegnehmen muss.

1) Ein Verzeichniss der Dampfer der P. a. O. Company (für 1868 gültig) findet sich in den Mittheilungen des Hannov. Gewerbevereins, Jahrgang 1869, S. 250.

Uebrigens entlehnen wir unserer Quelle <sup>1)</sup> noch folgende Angaben über die Maschinen des „Mooltan“. Es beträgt der Durchmesser des grossen Cylinders 2,438 Meter, der des kleinen Cylinders 1,091 Meter, der Kolbenhub bei beiden 0,915 Meter, so dass sich die Volumen beider Cylinders zu einander fast genau wie 5:1 verhalten.

Die Buchstaben der Abbildungen (Fig. 149 und 150) bedürfen wohl kaum einer Erklärung und dienen eigentlich mehr dazu, bei der Betrachtung beider

Fig. 150.



Figuren die Uebersicht zu erleichtern. So wird man u. A. leicht erkennen, dass zur Steuerung die Stephenson'sche Coulissee in Anwendung gebracht worden ist, dass die Röhren „u, u“ den aus dem grossen Cylinder entweichenden Dampf zum Condensator führen etc. etc.

Bei normaler Fahrt macht die Schraubenwelle *sz* pro Minute 60 Umläufe, entwickeln die Maschinen 1730 Indicatorpferdekräfte (wofür der Fabrikant 400 nominelle Pferdekräfte in Anschlag bringt) und sollen unter günstigen Verhältnissen pro Stunde pro Indicatorpferdekraft nicht mehr als 0,915 Kilogramm Steinkohlen verbraucht werden <sup>2)</sup>.

Aufsehen erregt und Beifall gefunden hat neuerdings die eigenthümliche Anordnung des Wolf-

schen Maschinensystemes mit zwei über einander gestellten Cylindern, welche Fig. 151 darstellt und die zuerst von einer der jüngsten englischen Firmen, Allibon-Noyes & Comp. in Northfleet (Rosherville Iron Works), für einen Schraubendampfer (einen zweimastigen Schoner) mit Namen „Kirstall“ <sup>3)</sup> entworfen und ausgeführt wurde. Um die Bewegung des grossen Kolbens recht sicher zu machen, hat man demselben zwei Kolbenstangen gegeben, diese durch Boden

1) Paris: „L'Art naval à l'Exposition universelle de Londres de 1862“, p. 252, Pl. XIV. und XV.

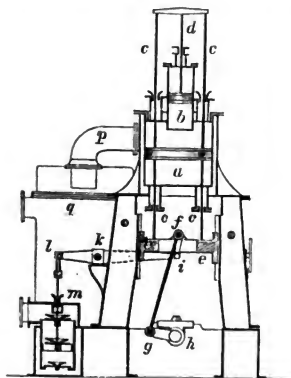
2) Die vier vorhandenen Flächencondensatoren (nach Hall, Bd. 1, S. 457) enthalten eine Abkühlungs-(Verdichtungs-) Fläche von reichlich 390 Quadratmeter. Wahrscheinlich wird wohl auch eine Ueberhitzung des bereits im Kessel gebildeten Dampfes vorgenommen.

3) Kirstall Abbey, jetzt eine Brauerei bei Leeds. Die Besitzer der letzteren, die Herren Dawson & Comp., scheinen Schiff und Maschinerie in Bestellung gegeben zu haben. Man sehe über den Dampfer „Kirstall“ unsere Quelle „Engineering“ vom 4. November 1870, S. 335, 365 und 390.

und Deckel geführt und sowohl oben als unten in der Weise mit Traversen verbunden, wie ohne Weiteres aus der Abbildung zu entnehmen ist. Die obere Traverse dient gleichzeitig zur Aufnahme der Kolbenstange *d* des Hochdruckcylinders *b*, während die untere Traverse *e* (als Kreuzkopf) zugleich die Lagerstelle des oberen Endes der Lenkstange *fg* abgiebt.

Zwei ganz gleiche Woolf'sche Maschinencomplexe, wie Fig. 151, stehen in der Längen- oder Kielrichtung des Schiffes hinter einander, wovon jedes

Fig. 151.



Paar die Bewegung von dem betreffenden Kreuzkopfe *ee* aus auf die Krummzapfenwelle *h* überträgt, wobei die Warze *g* des einen Maschinenpaares gegen die des anderen um 90 Grad verdreht ist.

Der jedesmalige Hochdruckcylinder *b* hat nur  $12\frac{1}{2}$  Zoll engl. Durchmesser, der Niederdruckcylinder aber 33 Zoll, der gleiche Hub beider Kolben beträgt 24 Zoll (die Kolbenstangen *cc* und *d* bestehen aus Stahl). Das Volumen des grossen Cylinders *a* ist daher fast siebenmal so gross wie des kleinen Cylinders *b*.

Bei einer Versuchsfahrt <sup>1)</sup>, wo der „Kirstall“ mit Fluth und Wind zu kämpfen hatte, legte das Schiff  $9\frac{1}{4}$  Knoten zurück, machte die dreiflügelige Schraube von  $10\frac{1}{2}$  Fuss Durchmesser 64 Umläufe pro Minute, entwickelten beide Maschinenpaare eine Arbeit von 320 Indicator-

pferdekräften und verbrauchte pro Stunde jede Indicatorpferdekraft etwas weniger als  $1\frac{1}{2}$  Pfund Steinkohlen.

Die eigenthümlich construirten (Ring-) Dampfkessel (auf die wir später zurückkommen werden) gestatten einen Dampfdruck von 120 Pfund pro Quadratzoll engl., d. h. genügen einer Pressung im Innern von etwas über 8 Atmosphären Ueberdruck.

Von den zwei vorhandenen einfachwirkenden Luftpumpen *m* unserer Abbildung (unter Einschaltung eines doppelarmigen Hebels *ikl* von dem Kreuzkopfe *ef* aus bewegt) hat jede 16 Zoll Durchmesser und 12 Zoll Hub.

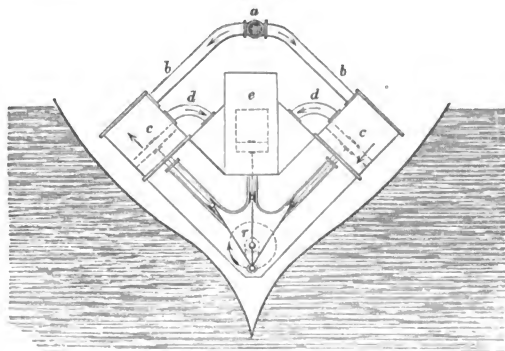
Ueber noch andere und neuere Maschinencomplexe des Woolf'schen Systems mit ebenfalls über einander gestellten Cylindern für Dampfschiffe (namentlich von Gilbert Cooper in Hull ausgeführt) berichtet (mit schönen Abbildungen begleitet) ausführlich der „Engineer“ vom 21. Juli 1871, S. 40.

Um keins der mehr oder weniger bemerkenswerthen Maschinensysteme für Schraubendampfer unerörtert zu lassen, folgen hier noch zwei Anordnungen, wobei die Dampfzylinder in passender, geneigter Lage placirt sind. Der erste Maschinencomplex

1) Engineering a. a. O., S. 335.

(Fig. 152) ist von Gâche ainé in Nantes <sup>1)</sup> nach dem Vorgange der Engländer und Schweden <sup>2)</sup> angeordnet und in der unten citirten Quelle ausführlich beschrieben. Hier werde nur hervorgehoben, dass der frische Dampf den beiden unter 45 Grad geneigten Cylindern <sup>3)</sup> von *a* aus zugeführt und in den Röhren *d* der abströmende Dampf in den Condensator geleitet wird. Die Bewegung

Fig. 152.



der in der Gegend von *e* placirten Luftpumpe wird von der Schraubenwelle *r* aus vermittelt und zwar derartig, dass der Hub ihres Kolbens nur halb so gross ist, wie der des Dampfkolbens.

Der zweite in Fig. 153 und 154 dargestellte Maschinencomplex, aus dem anerkannten Etablissement von Escher, Wyss & Comp. in Zürich hervorgegangen, gehört zu einem Donau-Schlepp-Dampfschiffe mit Doppelschraube (Twin Screw Steamer), welches von dem Ingenieur des Etablissements, Murray Jackson, nach dem Woolf'schen Systeme mit je einem Hochdruckcylinder

1) Armengaud ainé, Publication Industrielle Tome X. Pg. 110, Pl. 9.

2) In England von Stothert und in Schweden von dem Carlsunder Maschinenbau-Etablissement. Sowohl Stothert's als die Carlsunder Maschinen finden sich beschrieben und abgebildet in Bourne's grossem Werke „The Screw Propeller“ (Ausgabe von 1867), S. 388 und 389.

3) Der Durchmesser eines jeden Cylinders ist 0,64 Meter und der Hub der betreffenden Kolben 0,56 Meter. Die mittlere Dampfspannung im Kessel beträgt 2 Atmosphären Ueberdruck, die  $2\frac{1}{2}$  Meter im Durchmesser haltende vierflüglige Schraube macht 64 Umläufe pro Minute etc. etc.

$aa'$  und einem Niederdruckcylinder  $bb'$  entworfen und ausgeführt wurde <sup>1)</sup>).

Jeder Hochdruckcylinder hat  $12\frac{1}{2}$  Zoll, jeder Niederdruckcylinder 20 Zoll Durchmesser, während der gleich grosse Hub sämtlicher Kolben 16 Zoll beträgt. Jedes Maschinenpaar arbeitet völlig unabhängig von einander, wobei immer die beiden zusammengehörigen Krummzapfen um 90 Grad gegeneinander verdreht sind.

Fig. 153.

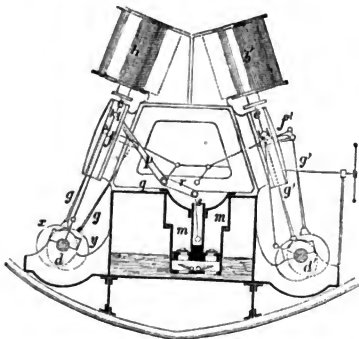
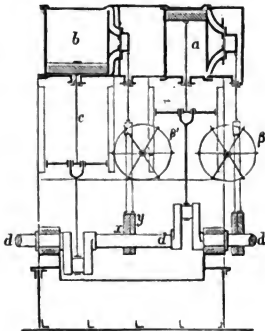


Fig. 154.



Ebenso von einander unabhängig ist die Coullissensteuerung  $fg$  eines jeden Cylinders, wozu die betreffenden Excentriks  $xy$  gehören und wobei noch die Anordnung getroffen ist, dass die Absperrung (Admission) des Dampfzuflusses im (kleinen) Hochdruckcylinder von  $\frac{4}{10}$  bis  $\frac{7}{10}$  des Kolbenhubes verändert werden kann. Die für jedes Cylinderpaar erforderliche Luftpumpe  $mm$  (Fig. 153) erhält ihre Bewegung vom Kreuzkopfe aus, unter Einschaltung eines doppelarmig ungleicharmigen Hebels  $pqr$ , wodurch die Hubgrösse des Pumpenkolbens verringert wird.

Den Dampfdruck im Kessel giebt unsere Quelle zu 65 Pfd. pro Quadratzoll (fast  $4\frac{1}{2}$  Atmosphären Ueberdruck) an und bemerkt dazu, dass bei einem betreffenden Versuche die 5 Fuss im Durchmesser haltende (vierflüglige) Schraube von 6 Fuss 8 Zoll Steigung, 160 Umläufe pro Minute gemacht habe. Der Steinkohlenverbrauch wird zu  $4\frac{1}{2}$  engl. Otr. <sup>2)</sup> pro Stunde und die Arbeitsgrösse jedes Maschinenpaares zu 25 nominellen, die des ganzen Maschinencomplexes also zu 50 solchen Pferdekräften angegeben.

1) Zuerst veröffentlicht, beschrieben und mit schönen Abbildungen begleitet im Engineering vom 7. Jan. 1868, S. 49 und 50.

Die Länge des betreffenden Schiffes ist 200 Fuss, seine Breite 24 Fuss, mit einer Tauchung von  $5\frac{1}{2}$  bis 6 Fuss.

2) Beim gedachten Versuche war das Schiff mit 400 Tons Getreide beladen und schleppte überdies zwei Böte (barges), jedes von 200 Tons Lastigkeit.

### III. Oberflächencondensatoren <sup>1)</sup>.

Es erübrigt jetzt noch auf die bereits vorher (S. 241, 270 und 272) nur nebenbei erwähnte eigenthümliche Verdichtung des den Dampfzylindern der Schiffsmaschinen entströmenden (gebrauchten) Dampfes näher einzugehen, wobei das Kühlwasser mit dem Dampfe nicht in directe Berührung kommt, ein Verfahren, welches man Oberflächen- (oder wohl auch trockene) Condensation nennt.

Diese Art der Condensation hat zum Zweck, alle ungünstigen Resultate zu beseitigen, welche die nothwendige Folge der Dampfkesselspeisung mit Seewasser sind, das etwa  $\frac{1}{32}$  oder 3 Procent

#### 1) Literatur:

Jonathan Hornblower: Patent Specification Nr. 1298 (9. Nov., 1781).

Samuel Hall: Patent Specification Nr. 6556 (12. Aug. 1834).

Desselben „Condensations- und Refrigerationsapparat.“ Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 68 (Jahrg. 1838), S. 161. Dann: Proben mit Samuel Hall's „Patentverdichter für Dampfboote.“ Ebendasselbst, S. 323. Ferner: „Trockene Condensation nach Hall's System bei den Maschinen des Dampfschiffes British Queen.“ Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 93 (1844), S. 233.

Pirsson: „Der doppelte Condensator für Schiffsdampfmaschinen.“ Polytechn. Centralblatt, Jahrg. 1854, S. 324.

E. Humphry: „On Surface Condensation in Marine Engines“ Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Birmingham 1862, p. 99.

Derselbe: Auszugsweise (nach dem London Journ., Dec. 1862, p. 356) im Polytechn. Centralblatt, Jahrg. 1863, S. 303.

Dingler und Pfeiffer: „Ueber den ökonomischen Werth der Oberflächen-Condensation.“ Archiv f. Seewesen, Jahrgang 1865, S. 39 und 86.

Ernst: „Kesselstein bei Anwendung von Oberflächen-Condensatoren.“ Ebendasselbst S. 261 und 303.

Kappesser: „Ueber Oberflächen-Condensation, insbesondere über deren Anwendung bei See-Dampfschiffen.“ Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 180 (1860), S. 81.

R. Murray: „Oberflächenecondensation.“ Archiv f. Seewesen, Jahrgang 1867, S. 239.

Burgh: „Modern Marine Engineering.“ London 1867, p. 523, Abschnitt „Surface Condensers.“

Howden: „Ueber die Verdichtung der Röhren an Oberflächencondensatoren.“ Polytechn. Centralblatt (nach dem Engineering vom Mai 1868, S. 484). Jahrgang 1868, S. 1071.

Coüsté: „Ueber die Anwendung der Condensation bei Dampfmaschinen.“ Polytechn. Centralblatt (nach dem Compt. rend. T. 66, p. 26), Jahrg. 1868, S. 1161.

Barreau-Pichon: „Oberflächen-Condensator.“ Polytechn. Centralblatt (nach dem Génie Industr. Nov 1870—71, S. 253), Jahrgang 1872, S. 100.



Salz aufgelöst enthält <sup>1)</sup> und wodurch die vortheilhafte Dampfentwicklung verhindert wird. Die Löslichkeit dieser Salze, namentlich des schwefelsauren Kalkes (Gypses) <sup>2)</sup>, nimmt um so mehr ab, je mehr die Spannkraft (Temperatur) des Dampfes wächst, so dass z. B., bei einer Atmosphäre Druck, das Wasser 0,50 Procent seines Gewichtes schwefelsauren Kalk leicht löst, während bei 2 1/2 Atmosphären sich nur 0,023 Procent lösen <sup>3)</sup>. Um den Salzgehalt des Kesselwassers derartig zu vermindern, dass derselbe der Dampfentwicklung nicht zu nachtheilig ist, muss (bei gewöhnlicher Condensation durch Einspritzen von Wasser) der Maschinist (oder Heizer) von Zeit zu Zeit diesen Salzgehalt, den Grad der Sättigung, durch ein sogenanntes Salinometer (eine Gattung Aräometer) <sup>4)</sup> ermitteln und dem entsprechend das Kesselwasser ablassen, durch frisches Seewasser ersetzen, oder den Kessel abblasen („blow of“), wie der Schiffer zu sagen pflegt.

1) Seite 139 sind wir den Annahmen der Engländer gefolgt und haben den engl. Cubikfuss, Seewasser, zu 64 Pfund Gewicht angenommen, während dasselbe Volumen Süßwasser 62 1/2 Pfund wiegt. Es entspricht dies einem Salzgehalte von 2,40 Procent.

Genauer finden sich (nach Dr. Ure), auf offener See, 38 Theile Salz in 1000 Theilen Wasser, im rothen Meere in letzterem Quantum 43 Theile, im Mittelmeere 38 Theile, im britischen Canale 35 1/2 Theile, im Eismeere 28 1/2 Theile, im schwarzen Meere ungefähr 21 und in der Ostsee (dem baltischen Meere) gar nur 6,6 Theile.

2) Nach Dr. Schweizer enthält u. A. das Meerwasser im engl. Canale in 1000 Gran:

Wasser . . . . .	964,74372	Gran
Kochsalz . . . . .	27,05948	„
Salzsaure Bittererde . . . . .	3,66658	„
Kalium-Chlorid . . . . .	0,76552	„
Hydrobromsaure Magnesia . . . . .	0,02929	„
Schwefelsaure Magnesia (Bittersalz) . . . . .	2,29578	„
Schwefelsaurer Kalk (Gyps) . . . . .	1,40662	„
Kohlensaurer Kalk . . . . .	0,03301	„

(Archiv f. Seewesen, Jahrg. 1865, S. 304).

3) Nach Beobachtungen von Cousté in Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 125, S. 258.

4) Ueber neue „Salinometer“ der Engländer sehe man das vorher angegebene Werk Burgh's „Modern Marine Engineering“, S. 190, wobei sich auch die Salinometer von How und Long abgebildet vorfinden.

Beiläufig gesagt, beginnen die Niederschläge, wenn der Salzgehalt auf 1/8 oder auf 12 1/2 Procent gestiegen ist und erreichen den Sättigungsgrad bei 3/8 oder bei 37 1/2 Procent. Ausführlich berichtet hierüber u. A. Murray in seinem Werke „Ship-Building in Iron and Wood“ Second Edition, p. 126 ff.

Ungeachtet dieses Hilfsmittels, was offenbar einen gewaltigen Verlust an Wärme mit sich führt <sup>1)</sup>, bildet sich dennoch sehr viel Kesselstein, dessen Quantum mit zunehmender Dampfspannung wächst und wodurch die Verwendung von Hochdruckdämpfen für Seedampfschiffe fast unmöglich wird, indem sich auch das Salz bei höheren Temperaturen noch schneller niederschlägt.

Diese und sonstige Nachtheile <sup>2)</sup> haben schon 1781 den bereits in der Geschichte der Dampfmaschine, Bd. 1, S. 424 erwähnten Engländer Jonathan Hornblower <sup>3)</sup> veranlasst, den abgehenden (zu condensirenden) Dampf zwischen Metallflächen strömen zu lassen, die man auf den entgegengesetzten Seiten durch Wasser kühlt.

Von einer wirklichen Einführung dieses Condensationsverfahrens in die Praxis war jedoch nicht eher die Rede, als bis man den Dampf zur Bewegung der Seeschiffe brauchbar zu machen verstand, und gelang deshalb auch erst 1834 dem Engländer Samuel Hall die Construction eines Oberflächencondensators, der ziemlich gute Resultate gab und eigentlich allen späteren Apparaten (mehr oder weniger) zum Muster diente. Derselbe bestand hauptsächlich (ähnlich dem Vorwärmer Bd. 1, S. 457, Fig. 293) aus einer grossen Anzahl enger, vertical gerichteter Kupferröhren, die man in einem viereckigen Kasten, zwischen zwei horizontalen Wänden, luftdicht befestigt hatte und durch welche man von oben her, den von der Maschine abströmenden Dampf treten liess. Gleichzeitig zwang man, mit Hülfe einer Pumpe, Seewasser zur Circulation aussen um die Röhren herum, so dass der durch letztere strömende Dampf condensirt wurde, in ein Sammelgefäss floss und von hier aus durch eine (sogenannte Luftpumpe, die zugleich als Speisepumpe diente, als destillirtes (reines) Wasser, in den Dampfkessel gepresst wurde.

---

1) Professor Böttcher berechnet (für einen speciellen Fall) in seiner Bearbeitung von Bernoulli's „Dampfmaschinenlehre“, S. 330 (Stuttgart 1865), den Verlust an Wärme durch „das Abblasen“ auf  $13\frac{1}{2}$  Procent. Derselbe kann sich jedoch auf 26 bis 30 Procent steigern.

2) Grosser Brennmaterialaufwand, öftere Kesselreinigung, grössere Explosionsgefahr, kürzere Dauer der Kessel etc. etc.

3) Patent Specification, Nr. 1298 (vom 9. November 1781). Es heisst hier wörtlich: „I condense the steam by causing it to pass in contact with metalline surfaces while water is applied in the opposite side.“

Um den durch Undichtigkeiten veranlassten Verlust an Speisewasser zu ersetzen (wozu man offenbar kein Seewasser nehmen durfte), hing Hall in den Dampfkessel ein gehörig langes, aber dünnes cylindrisches Gefäß, gleichsam einen Hilfskessel (ein Rohrstück, das er „destilling vessel“ nannte), welches mit Seewasser gespeist wurde und seinen gebildeten Dampf in den Condensator leitete, von wo aus er mit dem übrigen (destillirten) Wasser ebenfalls dem Kessel zugeführt wurde <sup>1)</sup>.

Die erste Anwendung des Hall'schen Oberflächencondensators bei Dampfschiffsmaschinen sollen mit Erfolg bereits 1837 beim Schaufelraddampfer „Wilberforce“ von 280 Pferdekraft gemacht worden sein <sup>2)</sup>, der bis zum Jahre 1841 den Dienst zwischen Hull und London verrichtete. Bis dahin hatten sich die äusseren Wandflächen der Röhren derartig mit Schlamm aus der Themse und dem Humber überzogen, dass man die Röhren ganz entfernen musste und die Oberflächencondensation wieder durch gewöhnliche Condensation mit Einspritzung (Injection) ersetzte <sup>3)</sup>.

Auch bei anderen Dampfschiffen wurde der Oberflächencondensator wieder beseitigt, weil man die Einrichtung zu complicirt, die Dichtung und Reinigung der Röhren zu umständlich, unsicher und die ganze Anordnung zu kostspielig befunden hatte <sup>4)</sup>. Dessenungeachtet konnte man die Vortheile dieser Condensation bei den Dampfschiffsmaschinen nicht läugnen und viele Ingenieure (wie Beslay, Belleville, Lenormand, Sebillot, Pirsson u. A.) beschäftigten sich mit der Verbesserung des Hall'schen Apparates. Indem wir hinsichtlich dieser verschiedenen Ideen und Versuche auf die wiederholt citirte Kappesser'sche Arbeit verweisen, werde nur hinsichtlich des Apparates des Amerikaners Pirsson <sup>5)</sup> bemerkt, dass dieser das Kühlwasser in Form von

1) Die vorher citirte Patent Specification Nr. 6556 (vom Jahre 1834) enthält sehr vollständige Zeichnungen aller oben besprochenen Theile. Dann in Tredgold's Werk: „On the Steam Engine.“ Atlas, Plates 47 und 48, sowie auch in dem Répertoire de l'Industrie Française et Etrangère, Pl. 39. Paris 1840.

2) Proceedings of the Inst. of Mech. Eng. 1862, p. 99.

3) Man sehe über diesen Vorgang auch das Polytechn. Centralblatt, Jahrg. 1863, S. 303.

4) Man sehe die vorher unter „Literatur“ empfohlene Abhandlung von Kappesser.

5) Polytechn. Centralblatt, Jahrg. 1851, S. 643 und 1854, S. 324.

Regen, also in einem sehr vertheilten Zustande auf die Röhren fallen liess, wodurch die Ablagerungen unmöglich gemacht werden sollten, was sich jedoch schliesslich (nach längerem Gebrauch) ebenfalls nicht bestätigte.

Vom Jahre 1857 an beginnt man wieder das Hall'sche System direct oder indirect in Anwendung zu bringen und zwar scheinen sich namentlich die englischen Ingenieure Humphrys und Spencer um die Sache verdient gemacht zu haben <sup>1)</sup>. Spencer führte zugleich, entgegengesetzt von Hall, das kalte Wasser durch die engen Röhren und den Dampf um dieselben herum, so dass er letzteren an den Aussenwänden der Röhren condensirte. Ueber von dieser Zeit ab gelungene Anordnungen von Oberflächencondensatoren [namentlich von 1859 an bei den Dampfschiffmaschinen der „Peninsular and Oriental Steam Navigation Company (S. 120), insbesondere bei dem S. 271 besprochenen Dampfer „Mooltan“] berichtet ausführlich E. Humphry in seiner S. 276 unter Literatur verzeichneten Arbeit, worauf hier verwiesen werden muss.

Zur Zeit wendet man fast bei allen grösseren Seedampfschiffen entweder den Hall'schen oder den Spencer'schen Oberflächencondensator an, weshalb wir diese beiden Systeme in den folgenden Abbildungen (Fig. 155 und 156) neben einander gestellt betrachten wollen.

Fig. 155.

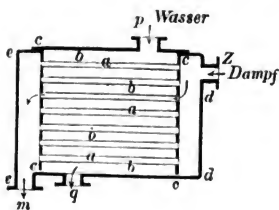
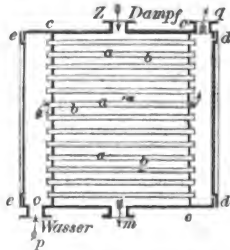


Fig. 156.



Beim Hall'schen Condensator (Fig. 155) tritt bei Z der von der Dampfmaschine kommende Dampf ein und durchströmt die Röhren *aa*, während das von *p* aus eingepumpte Seewasser die Räume *b* passirt, d. h. die Röhren *aa* von Aussen umspült. Das condensirte (reine) Wasser entnimmt bei *m* die Luftpumpe und führt es nach dem Kessel, während das heiss gewordene Salzwasser bei *q* abfliesst.

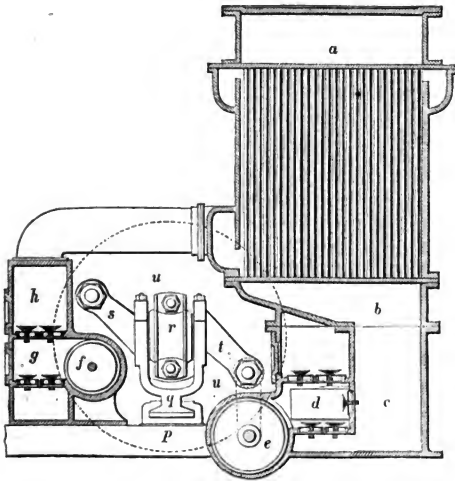
1) Kappesser, a. a. O., S. 85.

Beim Spencer'schen Condensator (Fig. 156) wird frisches Wasser von  $p$  aus zugepumpt, dieses durchströmt die Röhren  $aa$  und wird bei  $q$  wieder abgeführt, der abfließende Maschinendampf gelangt bei  $Z$  in den Apparat, umspielt die Wasserröhren ausserhalb, in den Zwischenräumen  $bb$  circulirend und wird als condensirtes (reines mit Luft gemischtes) Wasser bei  $m$  von der Luftpumpe abgezogen und ebenfalls in den Kessel getrieben.

In beiden Skizzen sind  $cde$  in einander gesetzte Kästen, zwischen deren inneren Wänden die engen Wasser- oder Dampfrohren in geeigneter Weise (vorzugsweise unter Anwendung von vulcanisirtem Gummi) befestigt sind <sup>1)</sup>.

Nach Vorbemerktem wird es angemessen sein, in Fig. 157 die Abbildung eines Oberflächencondensators in der Zusammenstellung mit Dampfmaschine

Fig. 157.



1) Ueber die wichtige, eigenthümliche Befestigung der Röhren handelt sowohl Kappesser a. a. O., als noch ausführlicher der Engländer Howden im Engineering vom Mai 1868, S. 484, sowie hiernach das Polytechn. Centralblatt, Jahrgang 1868, S. 1071.

Der österreichische Marine-Obermaschinist Ernst bemerkt (im Archiv f. Seewesen von 1865, S. 261) in Betreff der Rohrdichtungen Folgendes: „Holzringelchen von Lindenholz werden als Dichtungsringe in Form von kleinen Conus angewendet. In neuester Zeit presst man aber ganz einfach Kautschukringe in die Rohrstopfbüchsenmündungen hinein, ohne weitere Verschraubung — die einfachste und billigste Methode. Dies stimmt mit dem Urtheile überein, wel-

und Pumpen zu liefern, und wählen wir dazu (beispielsweise) eine Maudslay'sche Maschine <sup>1)</sup> mit horizontalliegenden Cylindern *uu* und mit rückwärts versetzter Kurbel (S. 261 ff.)

Der von der Maschine abgehende Dampf tritt hier in die Kammer *a*, durchströmt die senkrecht angeordneten dünnen Röhren, wird in letzteren condensirt, wodurch sich (reines) Wasser und Luft in den Räumen *b* und *c* sammeln und beide Flüssigkeiten vereint von der Luftpumpe *e* aus *d* weggesogen und nach dem Kessel gedrückt werden. Gleichzeitig saugt die Kaltwasserpumpe *f* das zur Condensation erforderliche Seewasser bei *g* an und treibt es von *h* aus aufwärts, um die senkrechten Röhren des Apparates in geeigneter Weise herum. Wie die Bewegung der Pumpen *e* und *f* mittelst der Arme *s* und *t* der Dampfkolbenstangen erfolgt, ist für die Pumpe *e* durch punkirte Linien hinlänglich angedeutet. Der in einer Bahn *p* geführte Kreuzkopf *qr* bedarf wohl, nach dem was S. 261 (Fig. 141 und 142) über neuere Schiffsdampfmaschinen mit rückwärts versetzter Kurbel gesagt ist, keiner besonderen Erklärung.

Die Maudslay'sche Maschine, wozu der Oberflächencondensator (Fig. 157) gehört, giebt unsere Quelle zu 300 nominellen Pferdekraften an, wobei bemerkt wird, dass die Zahl der vorhandenen verticalen Röhren, wodurch der Dampf strömt, nicht weniger als 4872 beträgt, jede derselben  $\frac{1}{2}$  Zoll inneren und  $\frac{3}{8}$  Zoll äusseren Durchmesser, sowie 6 Fuss 5 Zoll Länge hat.

Besser ist es offenbar, die Grösse der für eine gegebene Dampfmaschine erforderlichen Condensationsfläche nach Indicatorpferdekraften zu bestimmen. So wurde die Leistung der Maschinen des wiederholt (S. 271 ff.) erwähnten Dampfschiffes „Mooltan“ amtlich untersucht und zu 1734 Indicatorpferdekraften ermittelt, während sich die Fläche der Condensatoren (System Hall) zu 4200 Quadratfuss berechnet <sup>2)</sup>, so dass auf jede Indicatorpferdekraft ziemlich  $2\frac{1}{2}$  Quadratfuss Condensationsfläche kommen. Bei dem S. 143 ff. besprochenen und Fig. 77 abgebildeten Dampfer „Saxonia“ (der Hamburger-Amerikanischen Gesellschaft gehörig) beträgt die totale Abkühlungsfläche des nach Spencer's Systeme (wo das Wasser durch die Röhren strömt und der zu condensirende Dampf diese umgiebt) angeordneten Oberflächencondensators 5711 Quadratfuss <sup>3)</sup>, während die indicirte Pferdekraftzahl zu 1600 gemessen wurde. Hiernach kommen auf jede solche Pferdekraft  $3\frac{3}{4}$  Quadratfuss Condensationsfläche.

---

ches im 17. Hefte (Bd. 3, S. 502) des amtlichen Zollvereinsberichts über die Londoner internationale Ausstellung ausgesprochen wird, wo es u. A. heisst: „Das vortreffliche Material des vulcanisirten Gummi gewährt eine sichere Methode des Dichtens der kleinen Condensationsröhren von  $\frac{5}{8}$  Zoll Durchmesser. Auf jeder Seite des Condensationskastens befindet sich eine entsprechend durchlöcherter Gummiplatte etc.“

1) Burgh, „Modern Marine Engineering,“ p. 263.

2) Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für Hannover, Jahrg. 1877, S. 50.

3) Man sehe die vorher citirten Proceedings der (Birminghamer) Inst. of Mech. Engineers vom Jahre 1862, S. 106 ff. und das Polytechn. Centralblatt, Jahrg. 1863, S. 307 ff.

Ueber die Vorzüge der Hall'schen und der Spencer'schen Condensationsmethode ist noch vor wenig Jahren (1862) viel gestritten worden. Für das Spencer'sche System spricht zunächst der Umstand, dass hier die Röhren insgesamt in einer wasserdichten Verbindung, nicht aber wie bei Hall in einer einen luftdichten Verschluss bildenden Verbindung befindlich sind und erstere offenbar von geringerer Bedeutung ist wie letztere; ferner ist es beim Hall'schen Systeme geradezu unmöglich, das Wasser allen Theilen der condensirenden Flächen gleichmässig zugänglich zu machen, endlich geht, wenn man den Dampf durch die Röhren leitet, die Anhäufung von Schmiere in denselben viel rascher vor sich und wirkt um so schädlicher, als der Querschnitt der Röhren dadurch verengt wird.

Um mir über die ganze Frage das gewichtige Urtheil eines erfahrenen und rationell gebildeten, praktischen Mannes zu verschaffen, habe ich kürzlich den Director der Maschinenwerkstatt des norddeutschen Lloyds, Herrn Theodor Overbeck in Bremen, um betreffende Auskunft gebeten und diese bereitwilligst wie nachfolgend erhalten:

„Wir haben auf allen Schiffen <sup>1)</sup>, deren Maschinen mit hohem Drucke arbeiten, Oberflächencondensatoren, in denen also der zu verdichtende Dampf nicht mit dem Abkühlungsrohre in unmittelbare Berührung kommt. Wir gewinnen demnach süßes Wasser, welches sofort wieder mittelst der Speisepumpe in die Kessel zurückgeschafft und wieder zur Dampferzeugung benutzt wird. Demgemäss würden wir also, da immer wieder dasselbe Wasser in Dampf verwandelt wird, theoretisch mit dem im Bremerhafen eingenommenen Wasser bis nach Amerika fahren können, ohne frisches Wasser zuführen zu müssen. Nun enthält aber der gebrauchte Dampf eine Menge Fetttheile, die natürlich in das condensirte Wasser und somit auch in den Kessel übergehen, wodurch das Wasser in den Kesseln nach und nach so sehr verunreinigt wird, dass es nicht mehr gut zur Dampferzeugung benutzt werden kann. Diese Fetttheile müssen demnach wieder theilweise, wenigstens aus dem Kessel, entfernt werden, was praktisch nicht anders möglich ist, als dass ein Theil des Wassers von Zeit zu Zeit aus dem Kessel geblasen wird. Der so entstehende Ver-

---

1) Man sehe über Grösse und Zahl der Seeschiffe des norddeutschen Lloyds in Bremen die früher S. 156, Note 1 gemachten (officiellen) Angaben.

lust an Wasser wird dann wieder durch frisches Seewasser ersetzt. Um das für die Erhaltung der erforderlichen Reinheit des Kesselwassers (zur Dampferzeugung) nöthige Wasserquantum auszublasen, genügen für jede (sogenannte) Wache (von 4 Stunden) einige Minuten. Hierdurch wird zugleich der Bildung von Fettsäuren vorgebeugt, welche das Eisen der Kesselwände ganz erheblich anzugreifen scheinen <sup>1)</sup>.“

## §. 9.

**Schiffsdampfkessel.**

Einer der ältesten, bemerkenswerthesten und wenigstens zu Versuchen in Anwendung gekommene Kessel zur Dampferzeugung einer Schiffsmaschine dürfte nächst dem des Symington'schen Schiffes (S. 83) der sein, dessen sich J. Stevens in Amerika (S. 84) bei dem von ihm im Jahre 1804 erbauten Doppelschraubendampfer (twin screw steamer) bediente, womit er Fahrten auf dem Hudson machte. Nach der unten citirten Quelle <sup>2)</sup> wird Stevens Versuchsboot mit Maschinerie und Kessel im technologischen Institute zu Hoboken (New Jersey) aufbewahrt, welcher Stelle die hier folgende Abbildung des Kessels (Fig. 158) entlehnt ist.

Von einer Wasserkammer *A* gehen strahlenförmig, in etwas geneigter Lage Röhren *B* aus, die an ihren äussersten Enden geschlossen sind und in den Raum hineinreichen, welchen die vom Feuerroste *D* ausströmenden Verbrennungsproducte durchstreichen. Letztere nehmen ihren Weg zur Stelle *H*, die mit dem Schornsteine in geeigneter Verbindung steht. Uebrigens ist der ganze Kessel mit Doppelwänden *E* umgeben, die, wie ebenfalls der Kasten, welcher die Feuerbrücke *F* bildet, mit schlechten Wärmeleitern <sup>3)</sup> gefüllt sind.

1) Der bereits oben genannte Obermaschinist der österreichischen Kriegsmarine (Mathias Ernst) behauptet im 1. Bande (1865) des Archivs für Seewesen, S. 305, dass man durch Neutralisation dieser Fettsäuren, indem man sie in Kalk-, Eisen-, Oxydul-Seife verwandelt, die Kesselwände mit sehr geringen Mitteln ganz rein erhalten könne; dass man aber auch die Maschinen im Innern mit sehr wenig Schmiere versehen und lieber durch in den Cylinder eingespritztes Kesselwasser nachhelfen soll.

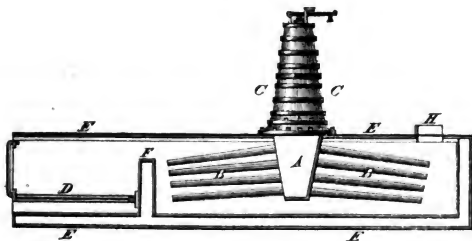
2) The Journal of the Franklin Institute etc. Septbr. 1871, p. 147. Auch im Engineering vom 5. Jan. 1872, p. 8.

3) „With non-conducting material“ heisst es in unserer Quelle.



Dem Principe nach kommt diese Kesselanordnung mit der von Field<sup>1)</sup> überein, wobei allerdings die Wasserröhren, senkrecht gerichtet, stalaktitenartig in den Feuerraum (die Feuerkiste) hineinreichen, jedoch derartig doppelwändig sind (richtiger aus zwei concentrisch in einander steckenden Röhren bestehen), dass eine vortheilhafte Wassercirculation erzeugt wird, die, wenn sie Stevens Kessel nicht hatte, eine baldige Verbrennung der Wasserröhren und Vernichtung desselben mit sich führen musste.

Fig. 158.



Die Kessel der ersten thatsächlich in Gebrauch gekommenen und in solchem gebliebenen Dampfschiffe der Nordamerikaner waren vorzugsweise (mit Ausnahme des „Clermont“, S. 88) aus weiten Röhren gebildete Kessel mit inwendiger Feuerung, wenigstens beschreibt Marestier, in seinem wiederholt (S. 87, Note 2, S. 88, Note 3) citirten Werke über die (ersten) amerikanischen Dampfschiffe, an zehn solcher Kessel und bemerkt überdies dabei<sup>2)</sup>, dass sie fast alle aus Kupferblech hergestellt worden sind.

Wir entlehnen den von Marestier gelieferten Abbildungen die Skizzen (Fig. 159 und 160)<sup>3)</sup>, welche den Kessel des 1816 zum Befahren des Hudson erbauten Dampfschiffes „Der Kanzler Livingston“<sup>4)</sup> darstellen. In der vorderen, etwas höheren Abtheilung *A* desselben (einer Art Feuerkiste) befindet sich der

1) Ausführlich besprochen und durch Abbildungen erläutert (unter Andern) vom Verfasser in den Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1869, S. 96 ff. und Jahrgang 1871, S. 206 ff.

2) A. a. O. S. 126.

3) Ebendasselbst, S. 128.

4) Nach Marestier (a. a. O., S. 64) hatte der Schiffskörper des „Livingstone“ 47,55 Meter Länge und 10,06 Meter Breite, eine Dampfmaschine von 60 Pferdekraft, Ruderräder von 5,50 Meter Durchmesser etc.

Feuerrost  $r$  (Fig. 159). Die Verbrennungsproducte treten von hier aus in die Röhren  $a$  und  $b$ , ziehen nach hinten, gehen dann in den beiden anderen Röhren  $e$  und  $d$  wieder nach vorn und treten endlich, die schräg gerichteten Röhren  $f$  und  $g$  passirend, in den Schornstein  $h$ . Das im Kessel befindliche Wasser bedeckte die vier Röhren  $a$ ,  $b$ ,  $d$  und  $e$  bis zu mehreren Zollen über deren Scheitel, während der übrige Raum zur Aufnahme des gebildeten Dampfes verblieb. Die totale Länge des Kessels betrug 7,70 Meter, seine Breite 3,74 Meter, jede der Röhren  $a$ ,  $b$ ,  $d$  und  $e$  hatte 0,66 Meter Durchmesser etc. etc.

Fig. 159.

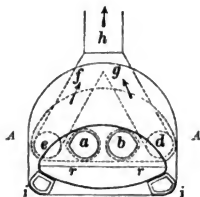
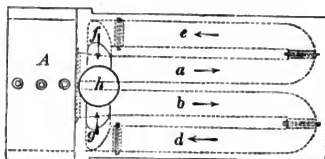


Fig. 160.



Höchst wahrscheinlich haben diese Kessel, wegen der zu geringen Wasserhöhe über den Scheiteln der Feuerröhren, die beim Schwanken der Schiffe mehr oder weniger blossgelegt wurden, zu mehrfachen und gefährlichen Explosionen Veranlassung gegeben, da sie besonders in England wenig oder gar keine Nachahmung fanden. Bei den älteren Dampfschiffen der Engländer, deren Maschinen ausschliesslich mit geringer Dampfspannung (mit sogenanntem Niederdruck) arbeiteten, verwandte man daher meistens die Kessel mit verticalen Wasserkammern, wie solche in Fig. 161 (Verticaldurchschnitt) und Fig. 162 (Horizontaldurchschnitt) den Hauptverhältnissen nach dargestellt sind.

Der Verbrennungsraum, mit seinen in vier Abtheilungen gesonderten Feuerrosten  $aa$ , ist von allen Seiten mit Wasser  $ww$  umgeben und selbst die zwischen je zwei Rostflächen gebildeten Wände  $bb$  stehen mit diesem Wasser in Communication. Der übrige Theil dieser Kessel besteht ebenfalls aus schmalen mehr oder weniger zungenförmigen Wasserräumen, die ausserdem, wie die Grundrissfigur 162 erkennen lässt, so gestellt und gebogen sind, dass die Verbrennungsproducte gezwungen werden (den angegebenen Pfeilrichtungen entsprechend), sich in Schlangenlinien fortzubewegen, um schliesslich nach dem Schornstein  $z$  hin einen Ausfluss zu finden.

Dass auch die Aussenwände  $\beta$  dieser Kessel doppelt und mit Wasser gefüllt sind, erhellt ebenfalls aus den Abbildungen, sowie kaum die Bemerkung

erforderlich sein wird, dass sie in den Schiffen ohne alles Mauerwerk befestigt werden.

Als man anfang, Dämpfe von mehr als 5 Pfund Ueberdruck zum Speisen der Schiffsmaschinen zu benutzen, erkannte man bald die zu geringe Widerstandsfähigkeit dieser Kessel, wozu als zweites Uebel die verhältnissmässig geringe Feuerfläche kam,

Fig. 161.

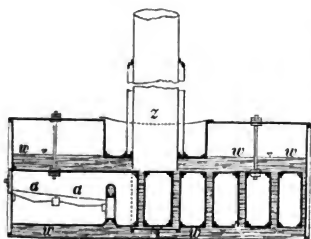
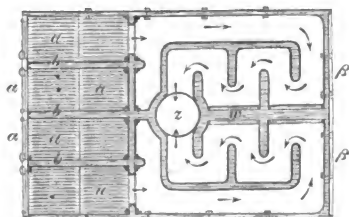


Fig. 162.



welche überhaupt Kessel mit ebenen Wänden gegenüber denen mit cylindrischen Flächen darbieten. Hierzu die Erfahrungen gerechnet, welche man bereits in den vierziger Jahren mit Röhrenkesseln (bei Locomotiven) gemacht hatte, durfte es nicht befremden, dass man diese Kesselgattung auch bei den Dampfschiffen einzuführen bemüht war.

Derartige Kessel, wie sie (bereits S. 133 beschrieben) das Riesendampfschiff „Great Eastern“ enthält, lassen die Fig. 163 und 164 erkennen <sup>1)</sup>. Von den 10 Kesseln dieses Dampfers sind je zwei mit einem Schornsteine versehen, auch hat jeder Kessel 10 Feuerungen, wie insbesondere aus Fig. 164 zu erkennen ist.

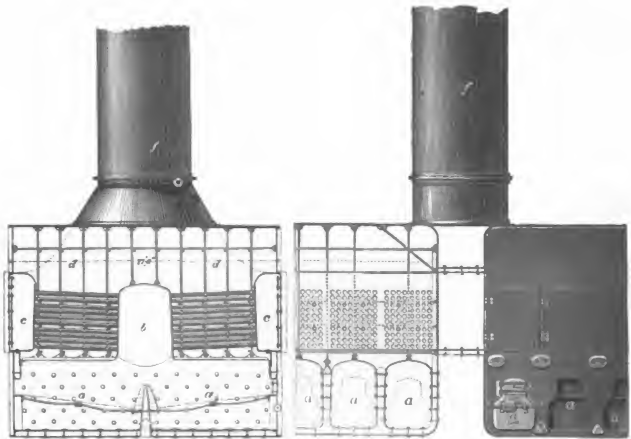
Unsere Abbildungen gehören übrigens zu den vier Kesseln (S. 133), welche die Ruderrad-Dampfmaschinen des grossen Schiffes mit Dampf versehen. Die hier vorhandenen zwischen *c* und *b* befindlichen Röhren sind Feuerröhren, d. h. die von den Rosten *a a* abziehenden Verbrennungsproducte gehen (wie bei den Locomotivkesseln, Bd. 3, S. 271, 373 ff.) durch die Röhren, während diese ausserhalb überall vom Wasser umgeben sind. Von den Kammern *c* aus strömt der Rauch in entsprechenden Canälen nach dem Schornsteine *f*. Um die Widerstandsfähigkeit der ebenen Kesselwände zu erhöhen, hat man dieselben mit horizontalen und verticalen Zugstangen *d* verankert. Das Gewicht

<sup>1)</sup> The Artisan Journal 1857, Plate 101, p. 170.

eines jeden solchen Doppelkessels beträgt 180 Tons, einschliesslich 78 Tons Wasser <sup>1)</sup>.

Fig. 163.

Fig. 164.



Ein Schiffsdampfkessel mit Wasserröhren *b*, statt der sonst gebräuchlichen Feuerröhren, ist in Skizzen (Fig. 165, 166 u. 176) auf folgender Seite dargestellt.

Dieser Kessel gehörte seiner Zeit zu einem Schiffe der „Sächsisch-Böhmischen Dampfschiffahrtsgesellschaft“ (dem Elbdampfer „Prinz Albert“ <sup>2)</sup>). Der ganze Kessel ist an der Feuerstelle durch drei Wasserkammern in vier Räume getheilt, deren jeder seinen besondern Rost *a* enthält. Die auf letzterem entwickelten Verbrennungsproducte umspülen die Wasserröhren *b* und ziehen dann auf dem, aus dem (zur Hälfte gezeichneten) Grundrisse (Fig. 167) erkennbaren Wege nach dem Schornsteine *z*. In Fig. 165 ist das Wasser im Kessel noch besonders durch den Buchstaben *w* markirt.

Ueber in Amerika gebräuchliche Schiffsdampfkessel mit Wasserröhren statt Feuerröhren, wobei die Röhren jedoch vertical

1) Jeder Doppelkessel ist 17 Fuss 9 Zoll lang, 17 Fuss 6 Zoll weit und 13 Fuss 9 Zoll hoch. Jeder Einzelkessel enthält  $80 \times 5 = 400$  messingene Feuerröhren von 3 Zoll äusserem Durchmesser, während die Dicken der ebenen Wandplatten von  $\frac{3}{8}$  Zoll bis  $\frac{9}{16}$  Zoll variiren.

2) Eine Werkzeichnung dieses Kessels besitzt die Maschinen-Zeichnungssammlung des Hannoverschen Polytechnikums (als Geschenk des verstorbenen Professors Schubert in Dresden)

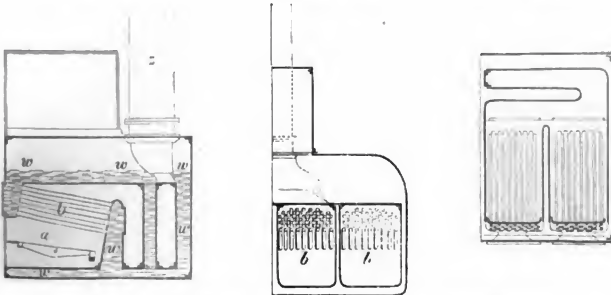
gerichtet sind, berichtet Murray in dem unten citirten Werke <sup>1)</sup>. Dieselben werden namentlich für alle die Fälle gerühmt, wo sehr bituminöse Kohlen als Brennmaterial vorhanden sind.

Während sich gegen die Verwendung senkrechter Röhren mancherlei einwenden lässt <sup>2)</sup>, giebt es keine völlig entscheidende

Fig. 165.

Fig. 166.

Fig. 167.



Gründe, welche gegen die Anwendung der Wasserröhren statt Feuerröhren sprechen. Erstere sind offenbar bequemer, schneller und durchgreifender von innerhalb angesetztem Kesselsteine zu befreien, als dies bei Feuerröhren der Fall ist, wo sich der Kesselstein ausserhalb ablagert. Allerdings sammelt sich an den Aussenwänden der Wasserröhren sehr viel Russ, welcher sehr nachtheilig auf den Heizeffect wirken kann <sup>3)</sup>, der jedoch immerhin leichter wie Kesselstein zu entfernen ist. Nicht ganz un begründet ist der Einwand, den schon Alban <sup>4)</sup> gegen Wasserröhren bei Dampfkesseln machte, dass derartige schädliche Wallungen (Schaumbildungen, namentlich bei schmutzig-fettigem Wasser) eintreten können, welche im Stande sind, das Wasser ganz aus den Röhren herauszuwerfen. Letztere Behauptung scheint sich durch die Thatsache zu bestätigen, dass selbst Howard seine

1) Ship-Building and Steam Ships, p. 129 (mit Abbildung, Fig. 22) unter der Ueberschrift „American upright-tube Boiler.“

2) Alban in seinem Werke „Die Hochdruckdampfmaschine“ bemerkt u. A. (S. 112), „dass die Hitze an senkrechten Kesselwänden und in senkrechten Zügen so schnell und mit zu wenigen Hindernissen vorbeistreiche, um gehörig Absatz zu finden.“

3) Man sehe hierüber die schöne Arbeit Nöggerath's in der Zeitschrift deutscher Ingenieure, Jahrg. 1865, Bd. IX., S. 66 und 142 unter den Ueberschriften: „Ueber den Einfluss der Berussung der Dampfkessel und Siedepfannen auf den Heizeffect.“ Auch (auszugsweise) im Hannoverschen Wochenblatte für Gewerbe, Jahrg. 1871, S. 92.

4) A. a. O. S. 113.



An totaler Rostfläche ist vorhanden:  $6' \times 3' 5'' \times 4 = 82$  Quadratfuss.  
Das Gewicht des Kessels beträgt: 79300 Pfund.

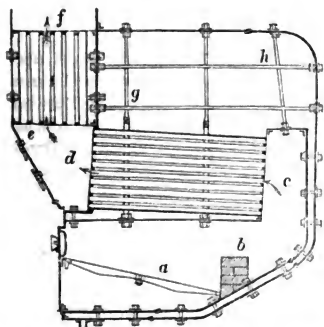
„ „ „ „ Wassers in demselben: 58000 Pfund.

Für gewöhnlich arbeitet der Kessel mit 20 Pfund (pro Quadratzoll) Ueberdruck, während er mit 60 Pfund (pro Quadratzoll) probirt wurde. Nach siebenjähriger Benutzung ist dieser Kessel jetzt noch in bestem brauchbaren Zustande.

Es erübrigt jetzt noch auf diejenigen Anordnungen hinzuweisen, mittelst welcher man den in den Kesseln gebildeten gesättigten Wasserdampf zu überhitzen pflegt. Derartiger Dampf hat bekanntlich den grossen Vortheil, dass zu seiner Herstellung, unter sonst gleichen Verhältnissen, weniger Wärme erforderlich ist, als zur Herstellung des gleichen Volumens von gesättigten Dampfes, woraus zugleich folgt, dass die Verwendung überhitzter Wasserdämpfe zum Maschinenbetriebe stets mit einem Gewinne an Brennmaterial verbunden sein muss.<sup>1)</sup> Letzterer Vortheil verbindet sich übrigens damit, dass das bei allen Röhrenkesseln (man sehe Bd. 3, S. 423) unvermeidliche Fortreissen unverdampften Wassers fast neutralisirt, das heisst, das im gebildeten Dampf noch enthaltene Wasser vollends verdampft oder der Dampf trocken gemacht wird. Daher finden sich auch bei allen einigermassen rationell betriebenen Kesseln der Seedampfschiffe, die mehr als andere einen Gewinn an Brennmaterial zu beachten haben, sogenannte „Ueber-Hitzungsapparate“ in Anwendung, über deren mannigfache Constructionen, namentlich die unten citirte (vortreffliche) Abhandlung berichtet.<sup>2)</sup>

Hier werde zunächst die in Fig. 170 abgebildete Anordnung besprochen, die dem vorher citirten Burgh'schen Werke<sup>3)</sup> entlehnt ist und nach welchem

Fig. 170.



Principe u. A. auch die „Ueberhitzer“ constrürt sind, die man bei den Seedampfern des norddeutschen Lloyd in Bremen anwendet. Der Ueberhitzungsapparat *ef* besteht hier einfach aus einem Systeme vertical gerichteter, dünner Röhren, die in der sogenannten Rauchkammer (smoke box) des Kessels placirt sind, wobei der im Kessel gebildete Wasserdampf die Röhren umspült, während die heissen Gase durch die Röhren in den Schornstein strömen.

Bei den Schiffen des Bremer Lloyd erhitzt man den Dampf so stark, dass er ungefähr mit derjenigen Temperatur des gesättigten Dampfes in

die Dampfzylinder tritt, welche der Spannung im Kessel entspricht.

1) Man sehe hierüber besonders Zeuner's Theorie der überhitzten Wasserdämpfe im 11. Bande (Jahrg. 1867) der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.

2) Dinse: „Ueber die Verwendung des überhitzten Dampfes in Dampfmaschinen.“ Eine von dem Vereine „Die Hütte“ gekrönte Preisschrift. Abgedruckt im 9. Bande (1865) der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, S. 573 und S. 666.

3) Modern Marine Engineering, Pg. 83.

Mourray behauptet <sup>1)</sup>, dass die Peninsular and Oriental Steam Navigation Company, durch den Gebrauch von Ueberheizungsapparaten (nach Lamb und Summer) 15 und mehr pro Cent an Brennmaterial erspare.

Nach Main und Brown <sup>2)</sup> soll man den Ueberheizungsapparaten solche Dimensionen geben, dass die Oberfläche der Röhren  $2\frac{1}{2}$  bis 3 Quadratfuss pro nomineller Pferdekraft beträgt <sup>3)</sup>.

Nach neueren Anordnungen lassen die Figuren 171 und 172 einen der Röhrenkessel  $a b c$  nebst Ueberheizungsapparat des englischen Kriegsschiffes

Fig. 171.

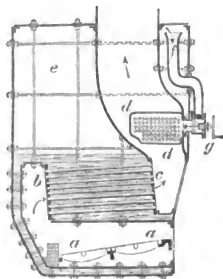
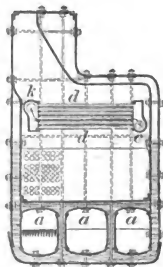


Fig. 172.



„Salamis Helicon“ erkennen (mit Dampfmaschinen von 250 nominellen Pferdekraften, deren Cylinder oscilliren, mit Ruderrändern von 20 Fuss Durchmesser etc. <sup>4)</sup>).

Die Feuerröhren  $b c$  eines jeden der beiden vorhandenen Kessel haben 6 Fuss 8 Zoll Länge,  $2\frac{1}{4}$  Zoll inneren und  $2\frac{1}{2}$  Zoll äusseren Durchmesser. Die Zahl der in einem Kessel enthaltenen Röhren beträgt 176. Jeder Feuerrost  $a$  hat  $6\frac{1}{2}$  Fuss Länge und  $2\frac{1}{2}$  Fuss Breite. Der Ueberhitzer  $c d$  wird aus 68 Messingröhren  $d d$  von 6 Fuss 2 Zoll Länge und  $1\frac{5}{8}$  Zoll innerem Durch-

1) Ship-Building et Steam Ships, 2. Edit. Pg. 128 mit Abbildungen von Lamb und Summer'schen Ueberheizungsapparaten begleitet.

2) Deutsch bearbeitet unter dem Titel „Die Schiffsdampfmaschine“ von Marchetti, k. k. Österr. Seeofficier. Die Erhitzungsapparate werden hier (allerdings ziemlich flüchtig) S. 62, §. 69 besprochen.

3) In einem von dem berühmten John Penn über „Super heated Steam“ gehaltenen Vortrage (Versammlung der Institution of Mechanical zu Leeds, am 7. Sept. 1859) der sich in den Proceedings dieser Gesellschaft vom Jahre 1859, S. 195 abgedruckt vorfindet, werden (S. 199) an Kesselheizfläche für jede nominelle Pferdekraft 19 Quadratfuss engl. und für eine eben solche Pferdekraft  $2\frac{3}{4}$  Quadratfuss Fläche des Ueberheizungsapparates gerechnet, woraus wenigstens zu entnehmen ist, dass letztere Fläche fast genau  $\frac{1}{7}$  der ersteren ist und wodurch einigermassen ein Anhaltepunkt erwächst.

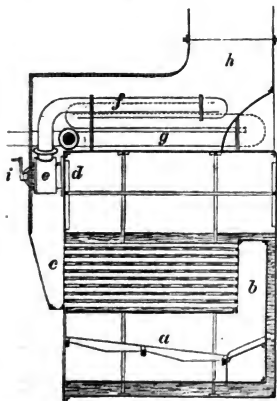
4) The Engineer vom 26. Januar 1872, S. 62.



messer gebildet. Dieser Apparat lässt sich leicht aus dem Kessel entfernen bequem reinigen und ebenso wieder an seinen Platz bringen. Aller sich im Raum *e* (über den Feuerröhren *b c*) ansammelnde Dampf tritt auf seinem Wege zur Maschine an höchster Stelle des Kessels, in ein Rohr *f*, gelangt bei *k* in den Ueberhitzungsapparat, durchstreicht dessen Röhren *d d* und strömt schliesslich bei *c* abfließend, in die Dampfkästen der Maschinencylinder.

Fig. 173 lässt einen Ueberhitzungsapparat der Andreae'schen (sogenannten) Patentschiffkessel erkennen, die bei den Fluss- und Seedampfschiffen der österr. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft bereits seit vielen Jahren mit

Fig. 173.



grossem Erfolge in Anwendung befindlich sind.<sup>1)</sup> Dass hier die Röhren *b c* ebenfalls Feuerröhren sind, bedarf wohl keiner Bemerkung.

Der Ueberhitzungsapparat besteht hier aus einem Blechmantel über den grössten Theil des Dampfraumes und einer schlangenförmigen Verlängerung *e f g* des Dampfrohres *d e*. Die abziehenden Verbrennungsproducte streichen an diesen Verlängerungen vorbei und durch den Ueberhitzungsmantel in den auf diesen gesetzten Schornstein *h*.

Behauptet wird in unserer Quelle, dass mit diesen Kesseln (gegenüber solchen von viereckiger Gestalt, ohne Ueberhitzungsapparaten und unter sonst gleichen Umständen) eine Kohlensparniss von 20 bis 25 Procent resultire.

Seit Einführung der Hochdruckdämpfe zum Betriebe der Schiffsdampfmaschinen hat man sich auch bemüht, verhältnissmässig

wenig Platz einnehmende vertical stehende Dampfkessel mit Wasserrohren zu construiren und denselben Eingang zu verschaffen.

Hierher gehören besonders die Meyn'schen Patentkessel (wie man sie auf der Hollerschen Carlshütte bei Rendsburg fertigt) und die von Allibon and Manbré in Northfleet (bei Gravesend an der Themse). Bei ersteren<sup>2)</sup>

1) Der Kessel unserer Abbildung (Fig. 173) hat 2930 (Wiener) Quadratfuss Heizfläche, 108 Quadratfuss Rostfläche. Die entwickelten Dämpfe besitzen eine Spannung von  $17\frac{1}{2}$  Pfd. Druck über Atmosphärenpression. Ohne Wasser und Armatur wiegt der Kessel 420 Ctr., mit Wasser und Armatur aber 616 Ctr. Das besondere Eigenthümliche dieser Kessel ist die elliptische Gestalt des Aussenkessels (die elliptische Querschnittsform), wodurch man eine grosse Wasseroberfläche erhält, die das Ueberkochen beseitigen soll. Ueberhaupt sollen die Andreae'schen Kessel die Vortheile der eckigen und kreisförmigen Kessel vereinigen und die Nachteile letzterer beiden Gattungen vermeiden. Ausführl. unsere Quelle: Zeitschrift des österr. Ing. und Architektenvereins Bd. 20 (1868) S. 138.

2) Beschrieben und abgebildet in der Zeitschrift deutscher Ingenieure Bd. 14 (1870) S. 728 ff.

haben die senkrecht stehenden engen Wasserröhren ovale Querschnitte mit canelirten (also versteiften) Wänden. Bei letzteren <sup>1)</sup> (den sogenannten, bereits Seite 273 erwähnten) Ringkesseln (Annular Steam Boilers) sind es eine grosse Anzahl (zweizölliger) kurzer Röhren von kreisförmigen Querschnitten, welche den Feuerkasten umgeben und dabei den unteren (ringförmigen) Wasser-raum mit dem oberen (cylindrischen) verbinden.

Bei beiden Kesselgattungen befindet sich der Feuerrost in der Mitte des inneren kreiscylindrischen Raumes. Die englische Construction zeichnet sich noch durch einen grösseren Dampfraum, so wie durch dessen domartige Decke aus. Ueber vielfach gerühmte Vorzüge dieser Kessel, namentlich für Dampfschiffe, wird erst die längere Erfahrung entscheiden müssen. In Deutschland haben (zur Zeit) die Meyn'schen Kessel eben so viel Lob <sup>2)</sup> wie Tadel <sup>3)</sup> erfahren.

### §. 10.

## Berechnung der widerstehenden und bewegenden Arbeiten bei Dampfschiffen.

Die mechanische Arbeit, welche beim Fortlaufe eines Schiffes an sich zu leisten ist, unter Voraussetzung, dass der Beharrungszustand eingetreten, die Bewegung also gleichförmig geworden ist, besteht offenbar aus dem in Pfunden oder Kilogrammen ausgedrückten Widerstande, welchen das Schiff bei der Fortbewegung im Wasser zu überwinden hat, multiplicirt mit dem in Fussen, Metern (oder Knoten) etc. gemessenen Wege, welcher dabei in bestimmter Zeit zurückgelegt wird.

Leider ist es bis jetzt nicht möglich gewesen, den gedachten Widerstand durch mathematische Formeln in einer Weise auszudrücken, dass die betreffenden Werthe genügend mit der Erfahrung stimmen und dass solche von den Praktikern zur Berechnung der Dampfmaschinengrösse und der Fortlaufgeschwindigkeit der Schiffe benutzt werden könnten <sup>4)</sup>.

1) Engineering vom 1. März 1870, S. 164 und daraus in der Zeitschrift deutscher Ingenieure, Bd. 14 (1870), S. 783.

2) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 14 (1870), S. 732 und 733. Ferner ebendasselbst Bd. 15 (1871), S. 469, so wie endlich Bd. 16 (1872) S. 193. An letzterer Stelle wird auch (auf Versuche und Erfahrungen gegründet) behauptet, dass sich Russ und Flugasche in den Feuerzügen oder zwischen den Röhren der Meyn'schen Kessel durch einen Dampfstrahl ohne jede Störung des Besitzers beseltigen lassen.

3) Born: „Ueber die Leistung der Meyn'schen Patentkessel.“ In der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 15 (1871), S. 130 und 198.

4) Indem der Verfasser auf seine umfangreichere Arbeit hinzeigt, welche den betreffenden Gegenstand geschichtlich und ausführlich behandelt, die im Jahrgange 1871 der Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereins, S. 273 und S. 327 abgedruckt ist, werde dennoch bemerkt, dass sorgfältige Versuche der Franzosen und Engländer lehrten, dass der Widerstand eines Schiffes bei dessen Fortlaufe im Wasser (Wind, Wellen etc. nicht gerechnet) aus drei Theilen besteht. Erstens

Bis auf bessere Zeiten wird man sich daher mit sogenannten empirischen Formeln behelfen müssen, unter denen zur Zeit keine (nach Wissen und

aus dem Widerstande des Schiffs-Vordertheiles. Zweitens aus dem Widerstande des Hintertheiles, und Drittens aus dem Reibungswiderstande an Seiten- und Bodenflächen. Erstere bei den Widerständen zusammengefasst, bezeichnet man gewöhnlich mit dem Namen „Formwiderstand“ des Schiffes.

Ohne völlig klar über die Grösse dieser einzelnen Widerstände zu werden, stritt man sich (und streitet sich noch) über die Frage, welcher von den beiden, der Form- oder Reibungswiderstand der grössere sei. Von beachtenswerthen Autoritäten gehörte zu Anhängern der ersten Ansicht Prechtl (seiner Zeit Director des Wiener Polytechnicums), während Redtenbacher der zweiten Ansicht huldigte. Prechtl hat seine betreffenden Berechnungen (unter Benutzung der Beaufoy'schen Versuche, worüber hier bereits Seite 89 berichtet wurde) im Artikel „Dampfschiff“ Bd. 4 1833 seiner Encyclopädie bekannt gemacht, Redtenbacher dagegen (zuerst) in dem Werkchen „Die calorische Maschine“ 2. Aufl. (1853), S. 111 etc. Indem wir in Hinsicht Prechtl's auf das citirte Werk verweisen, ist Redtenbacher's Formel, für den Widerstand = W eines Schiffes bei dessen Fortlauf in nicht bewegtem (ruhigem) Wasser, folgende:

$$W \text{ Pfd.} = 0,00587 \left[ \frac{2}{3} \frac{L}{T} + 2 \frac{L}{B} \right] A U^2 \text{ für engl. Maass und}$$

$$W \text{ Kil.} = 0,309 \left[ \frac{2}{3} \frac{L}{T} + 2 \frac{L}{B} \right] A U^2 \text{ für engl. Metermaas.}$$

Hierin bezeichnet A den Flächeninhalt vom eingetauchten Theile des Hauptspanten-Querschnittes, U die Fortlaufgeschwindigkeit des Schiffes in der Secunde (beziehungsweise in engl. Fussen oder Metern), L die Länge des Schiffes in der Schwimmebene gemessen, B die grösste Breite ebendasselbst und T die Tauchung.

In jüngster Zeit machte das S. 89, Note 1 citirte Werk des Franzosen Bourgois einiges Aufsehen und veranlasste zur Hoffnung, dass die daselbst (mit einer gewissen Gründlichkeit) hergeleiteten und durch Versuche corrigirten Formeln, zur Berechnung des Schiffswiderstandes brauchbar sein würden, indem hierbei sowohl dem Form- als Reibungswiderstande entsprechend Rechnung getragen war. Bourgois' Hauptformel hat folgende Gestalt:

$$W \text{ Kil.} = \left\{ 2,50 + 0,14 \frac{BU^2}{A} + \frac{0,08 \cdot \mu (B + 2 T) L}{AU} \right\} AU^2.$$

Die verschiedenen Buchstaben haben auch hier die vorbemerkte Bedeutung. Nur ist  $\mu = 0,58$  bis  $1,0$ . Als Mittelwerth setzt Bourgois  $\mu = 0,6$ . In Betreff des Hauptspantenquerschnittes A ist zu beachten, dass dieser  $A = \lambda BT$  gesetzt werden muss, wobei  $\lambda$  von  $0,70$  bis  $1,0$  (je nach Bau und Zweck des Dampfschiffes) variiren kann.

Ueberall werden gut gebaute und schön geformte Schiffe vorausgesetzt. Bourgois hält seine Formel überdies besonders für Dampfer brauchbar, wo  $\frac{L}{B} = 5$  bis  $6$  ist. Wie aus weiter unten folgenden Beispielen erhellt, berechnet sich aus Redtenbacher's Formel der Schiffswiderstand zu gross, aus der Bourgois' zu klein, im Vergleich mit zuverlässigen Erfahrungswerthen.

Erfahrungen des Verfassers) mehr empfohlen zu werden verdienen, als die des schwedischen, in Nordamerika lebenden Civil-Ingenieurs John W. Nystrom, welche derselbe in seinem Pocket-Book of Mechanics and Engineering (Philadelphia, Lippincott's Verlag) mitgetheilt hat.

Nach mir von rationell gebildeten Praktikern gemachten Versicherungen, bewährt sich Nystrom's Rechnung besonders bei Geschwindigkeitsberechnungen gutgeformter Schiffe, welche im tiefen Seewasser laufen, minder für flachgehende Schiffe und für Flussdampfer (in begrenztem Wasser).

Einen besonderen praktischen Werth besitzen Nystrom's Formeln darin, dass sie nicht bloss Länge, Breite und Tauchung des Schiffes, sondern auch dessen Deplacement (Seite 138, Note 4) in Rechnung nehmen (obwohl der Gesamtwiderstand noch von sehr vielen anderen Dingen abhängig ist). Was ferner an Nystrom's Formeln gerühmt werden muss, ist der Vortheil, dass sie nicht die vollendeten Zeichnungen des Schiffskörpers, die Winkel der verschiedenen Wasserlinien mit der Bewegungsrichtung etc. etc. voraussetzen, wie dies bei neueren Formeln von Rankine und Thornycroff der Fall ist und worüber vom Verfasser ausführlich in der oben bezeichneten Quelle (Mittheil. des Hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1871, S. 335) berichtet wurde.

Im Allgemeinen geben (den Erfahrungen gegenüber) die Nystrom'schen Formeln etwas zu grosse Werthe, allein man kann dieses „Mehr“ gern als Sicherheit annehmen, wenn man eine bestimmte Geschwindigkeit garantiren muss.

Nachstehend sind Nystrom's Formeln mit andern zusammengestellt, welche ich der Schiffsbauanstalt und Maschinenfabrik des Herrn Carstens Waltjen in Bremen verdanke.

Bei der Berechnung der widerstehenden und bewegenden Arbeiten des zum Fortlauf bestimmten Dampfschiffes verfährt man dann folgendermassen (überall englische Maasse und Gewichte vorausgesetzt):

Zuerst wird der Widerstand =  $W$  in engl. Pfd. durch die Gleichung ermittelt:

$$1) W = 4\Omega U^2.$$

Hier bezeichnet  $U$  in Knoten ausgedrückt die relative Geschwindigkeit des Schiffes gegen das Wasser (oder die absolute Geschwindigkeit des Schiffes im stillstehenden Wasser),  $\Omega$  aber die sogenannte Widerstandsfläche, welche mittelst der Formel berechnet wird:

$$1) \Omega = A \sqrt{\frac{B^2}{B^2 + mL^2}}$$

$A$ ,  $L$  und  $B$  wie vorher beziehungsweise den Hauptspantenquerschnitt, Länge und Breite des Schiffes in der Schwimmebene gemessen, bezeichnend, wogegen  $m$  ein Werth ist, der mit Hülfe eines Arguments =  $x$  ermittelt wird, wofür man hat:

$$2) x = \frac{\mathfrak{B}}{AL}.$$

Hier ist  $\mathfrak{B}$  das Deplacement des Schiffes in Cubikfussen, so dass, wenn das Deplacement in Tonnen =  $Q$  gegeben ist,  $\mathfrak{B} = 35 Q^*$ ) gesetzt werden kann.

\*) Man vergleiche hiermit die Note auf Seite 139.

Hierzu hat Nystrom folgende Tabelle berechnet:

x	m	x	m	x	m
1,00	0,000	0,74	1,28	0,61	1,93
0,95	0,024	0,73	1,35	0,60	1,88
0,90	0,228	0,72	1,43	0,59	1,82
0,88	0,326	0,71	1,51	0,58	1,77
0,86	0,432	0,70	1,59	0,57	1,72
0,84	0,558	0,69	1,64	0,56	1,67
0,82	0,692	0,68	1,71	0,55	1,61
0,80	0,836	0,67	1,77	0,54	1,55
0,79	0,902	0,66	1,84	0,53	1,50
0,78	0,978	0,65	1,90	0,52	1,44
0,77	1,050	0,64	1,96	0,51	1,38
0,76	1,120	0,63	2,00	0,50	1,32
0,75	1,200	0,62	1,97	—	—

Die in Pferdekraften =  $N_p$  ausgedrückte mechanische Arbeit, welche der Propeller zu leisten hat, damit der Widerstand  $W$  überwunden wird, berechnet sich hiernach, sobald man die Geschwindigkeit der fortschreitenden Bewegung des letzteren (bei der Schraube also deren axielle Geschwindigkeit) mit  $c$  bezeichnet zu:

$$\text{II) } N_p = \frac{W \cdot c}{550}$$

Die wirklich widerstehende mechanische Arbeit, welche zur Fortbewegung des Schiffes erforderlich sein würde, wenn sich der Propeller nicht gegen ausweichendes Wasser stemmen müsste, oder wenn man das Schiff durch eine am Lande oder sonst an einem festen Punkte aufgestellte Dampfmaschine mittelst Ketten oder Seilen ziehen liess, erhält man offenbar, wenn man den Widerstand  $W$  mit der Geschwindigkeit des Schiffes =  $c$  multiplicirt. Daher ist, wenn man die betreffende Pferdekraftzahl  $N_w$  setzt:

$$\text{III) } N_w = \frac{W \cdot c}{550}$$

Bildet die Schraube den Propeller und ist deren Durchmesser =  $D$ , die Steigung =  $h$  und die Umlaufzahl pro Minute =  $n$ , so erhält man für ihre Peripheriegeschwindigkeit =  $V$  den Ausdruck:

$$V = \frac{D \pi n}{60}, \text{ wogegen die Fortlaufgeschwindigkeit}$$

$$3) c = \frac{h n}{60} \text{ oder auch}$$

$$c = \frac{V h}{D \pi} = V \operatorname{tg} \alpha \text{ ist,}$$

wenn  $\alpha$  den Steigungswinkel der Schraube bezeichnet.

Erinnert werde hierbei noch, dass man nach S. 117 die Differenz

$$c - c_1 = \frac{h U}{60} - c_1 = V \operatorname{tg} \alpha - c_1$$

das Gleiten, den Rücklauf (Slip, Recul) des Propellers (hier der Schraube) zu nennen pflegt.

Um das Güteverhältniss (den Wirkungsgrad) =  $g$  des Propellers in Bezug auf die von der Betriebs-Dampfmaschine geleistete Arbeit zu ermitteln, hat man die Zahl von reellen (wirklich entwickelten) Pferdekraften =  $N_r$  der letzteren zu bestimmen.

Hierzu lässt sich setzen:

$$\text{IV) } N_r = \frac{\eta i O p v}{550} \text{ und sodann finden:}$$

$$\text{V) } g = \frac{N_p}{N_r}$$

Dabei bezeichnet  $\eta$  den Wirkungsgrad der Dampfmaschine <sup>1)</sup>,  $O$  den Kolbenquerschnitt (nach Abzug des Kolbenstangenquerschnitts),  $i$  die Anzahl der vorhandenen Kolbencylinder,  $p$  den mittleren Dampfdruck im Cylinder und  $v$  die Kolbengeschwindigkeit pro Secunde.

Ferner ist 4)  $p = k p_1 - p_2$ , wenn  $p_1$  den Dampfdruck im Cylinder,  $p_2$  den Druck im Condensator, und  $k$  ein Coefficient ist, der vom Expansionsgrade ( $= \frac{\text{Admissionsweg}}{\text{Kolbenshub}} = \frac{l_1}{l}$ ) abhängt und dessen Grösse für verschiedene Werthe (nach Redtenbacher), wie unten angegeben <sup>2)</sup>, genommen werden kann.

Bezeichnet man die gleichsam theoretisch vom Dampfe auf die Betriebsmaschine übertragene Arbeit (ohne Beachtung der Verluste durch Reibungen, Geschwindigkeitsänderungen des aus- und einströmenden Dampfes etc.) in Maschinenpferdekraften ausgedrückt durch  $N$ , d. h. setzt  $N = \frac{n \cdot O \cdot p \cdot v}{550}$ , so erhält man auch  $N_r = \eta \cdot N$  und demnach aus V:  $g = \frac{N_p}{\eta N}$ , also  $N = \frac{N_p}{g \cdot \eta}$ , daher mit Bezug auf II):

$$\text{VI) } N = \frac{W \cdot c}{550 g \eta},$$

oder wenn man  $W$  in Kilogrammen und  $c$  in Metern ausdrückt:

$$\text{VI) a) } N = \frac{W c}{75 \cdot g \cdot \eta}$$

<sup>1)</sup> Zur Bestimmung von  $\eta$  kann man folgende (etc. Waltjen'sche) Tabelle benutzen:

Reelle Pferdekraft Nr der Dampf- maschine.	1—10	10—20	20—50	50—100	100—200	200—350	350—500	über 500
dito für Hoch- druck.	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,85
dito für Nieder- druck.	0,50	0,55	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80	0,85

2) Für $\frac{l_1}{l} =$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$
ist $k =$	0,968	0,856	0,720	0,626	0,559

Bei guter Construction und Ausführung des Propellers und der Dampfmaschine kann man im Mittel setzen<sup>1)</sup>  $g = 0,90$  und  $\eta = 0,70$ , so dass man  $g \cdot \eta = 0,63$  erhält, ein Werth, der von mehreren neueren Schriftstellern viel zu klein genommen wird.

Bezeichnet man endlich die correspondirende Zahl von indicirten Pferdekraften derselben Maschine, nach dem Vorhergehenden (Seite 133, Note) mit  $N_i$  und setzt  $\eta$ , das Verhältniss der letzteren zu den reellen (oder Brems-) Pferdekraften, so ergibt sich VII)  $\eta_i = \frac{N_r}{N_i}$ , wobei  $\eta_i$  zwischen 0,80 und 0,90 variiren kann<sup>2)</sup>.

Bemerk't zu werden verdient vielleicht noch, dass in dem berechneten Wirkungsgrade =  $g$  des Propellers mit inbegriffen ist: Reibung des Wassers an den Schraubenflügeln, Formwiderstand und Centrifugalkraft der Flügel etc., nicht aber der sogenannte Rücklauf (Slip). Will man den Slip in das Güteverhältniss aufnehmen und bezeichnet unter dieser Voraussetzung das letztere mit  $g_1$ , so erhält man

$$\text{VIII) } g_1 = \frac{\text{Schiffswiderstand} \times \text{Schiffsgeschwindigkeit}}{\text{Arbeit der Dampfmaschine}} = \frac{N_w}{N_r}$$

Zur Gebrauchserläuterung aller vorstehenden Formeln lösen wir im Nachfolgenden einige Zahlenbeispiele<sup>3)</sup>.

Beispiel 1. Norddeutscher transatlantischer Lloyd-Dampfer „Amerika“, von Caird in Greenock erbaut.

Gegeben sind folgende Werthe:

$$L = 315 \text{ Fuss engl.} = 96,0 \text{ Meter.}$$

$$B = 40 \text{ " " " " } = 12,19 \text{ "}$$

$$\text{(Tauchung) } T = 18\frac{1}{2} \text{ " " " " } = 5,64 \text{ "}$$

$$A = 575 \text{ Quadratfuss} = 53,42 \text{ Quadratmeter (} A = \lambda \cdot BT, \text{}$$

und  $\lambda = 0,777$ ).

$$\mathfrak{B} = 119000 \text{ Cubikfuss.}$$

1) Man sehe die bereits oben citirte Arbeit des Verfassers in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrg. 1871, S. 343—346.

2) Man sehe meine Abhandlung „Ueber das Verhältniss von Indicator- und Brems-Pferdekraften in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrg. 1871, S. 40 etc.

3) Nach der oben (S. 295, Note) mitgetheilten Redtenbacher'schen Formel berechnet sich für die „Amerika“

$$W = 21272,5 \text{ Kilogramm} = 46800 \text{ Pfd. engl.}$$

Dagegen erhält man nach Bourgois (ebendasselbst) in runder Zahl:

$$W = 7927 \text{ Kilogramm} = 17476 \text{ Pfd. engl.}$$

Berechnet man ebenso nach allen drei Formeln den Widerstand des „Great Eastern“ (S. 127) wo  $L = 207 \text{ m} = 679,2' \text{ engl.}$ ;  $B = 25 \text{ m} = 82' \text{ engl.}$ ;  $T = 8 \text{ m} = 26,2' \text{ engl.}$ ;  $A = 160 \text{ m}^2 = 1722,2 \text{ Fuss engl.}$ ;  $U = 14 \text{ Knoten oder } 7,2 \text{ m pro Secunde}$  und  $\mathfrak{B} = 958440 \text{ Cubikfuss engl.}$ , so erhält man

$$\text{nach Nystrom: } W = 192080 \text{ Pfd. engl.}$$

$$\text{„ Redtenbacher: } W = 108314,5 \text{ Kil.} = 238798 \text{ Pfd. engl.}$$

$$\text{„ Bourgois: } W = 33012 \text{ Kil.} = 72778 \text{ Pfd. engl.}$$

$U$  = Schiffs-Fortlaufgeschwindigkeit 11,80 Knoten oder 19,95 Fuss engl., oder 6,08 Meter pro Secunde.

Hiernach hat man zunächst [nach Formel 2)]

$$x = \frac{119000}{575 \cdot 315} = 0,637, \text{ daher erhält man mittelst}$$

Nystrom's Tabelle (durch Interpolation):

$$m = 1,854$$

und demnach, zufolge Formel 1), den sogenannten Widerstandsquerschnitt  $\Omega$ :

$$\Omega = \sqrt{\frac{40^2}{40^2 + 1,854 \cdot 315^2}} = 53,3 \text{ Quadratfuss.}$$

Demgemäss ergibt sich der Schiffswiderstand nach I) zu:

$$W = 4 \Omega U^2 = 4 \cdot 53,3 (11,80)^2 = 29686 \text{ Pfd. engl.}$$

Da der Propeller des Schiffes eine dreiflüglige Schraube von 17 Fuss Durchmesser ist, deren Steigung (=  $h$ ) 30 Fuss engl. beträgt, so erhält man bei 47 (=  $n$ ) Schraubenumläufen pro Minute, die (theoretische) axielle Geschwindigkeit =  $c$  der Schraube pro Secunde (nach Gleichung 3, S. 297) zu

$$c = \frac{hn}{60} = \frac{30 \cdot 47}{60} = 23,50 \text{ Fuss. } ^1)$$

Die von der Schraube geleistete Arbeit ist daher, in Pferdekraften ausgedrückt (nach II):

$$N_p = \frac{29686 \cdot 23,50}{550} = 1268.$$

Nach den Maschinenberichten<sup>2)</sup> war (bei Windstille) der Dampfüberdruck im Mittel 18 Pfd. pro Quadratzoll, daher der Druck im Cylinder<sup>3)</sup> =  $(18 + 15) = 33$  Pfd. Ferner war  $p_2 = 2\frac{1}{2}$  Pfd. und  $\frac{1}{1} = 0,23$ , somit (nach Redtenbacher, S. 298, Note 2)  $k = 0,60$  und folglich der mittlere Dampfdruck (nach 4, S. 298):

$$p = 0,6 \cdot 33 - 2,5 = 17,30 \text{ Pfd.}$$

Nach Abzug des Kolbenstangenquerschnitts ist ferner (in Bezug auf IV. S. 298):  $O = 40,71,50$  Quadratzoll. Da ferner zwei Dampfzylinder vorhanden sind,  $i = 2$  ist und weiter sich die Kolbengeschwindigkeit =  $v$  berechnet zu  $6,27^4)$  Fuss, auch [nach Note 1, S. 298]  $\eta = 0,85$  genommen wird, so folgt schliesslich:

$$N_r = \frac{0,85 \cdot 2 \cdot 4071,5 \cdot 17,3 \cdot 6,27}{550} = 1365.$$

Das Güteverhältniss (der Wirkungsgrad) der Schraube ist demnach:

$$g = \frac{1268}{1365}.$$

1) Nach einer anderen Angabe wäre die Steigung der Schraube nur 29 Fuss, wofür sich  $c$  berechnen würde zu:  $c = \frac{29 \cdot 47}{60} = 22,70$  Fuss.

2) Officielles Schiffs-Journal vom 2. Juli 1867.

3) 15 Pfd. statt 14,7 Pfd. (Atmosphärendruck pro Quadratzoll engl. gerechnet).

4) Der Kolbenhub ist 4 Fuss, daher bei 47 Doppelspielen pro Minute:

$$v = \frac{2 \cdot 4 \cdot 47}{60} = 6,266.$$



Will man noch wissen, welche Zahl von Maschinenkräften erforderlich gewesen wäre, hätte man, unter sonst gleichen Umständen, die Schiffsdampfmaschine irgendwo am Lande (oder auf einem festen Punkte im Meere) aufstellen können, so würde die erforderliche Pferdekraftgrösse  $N_w$  gewesen sein, da die wirkliche Fortlaufgeschwindigkeit des Schiffes nur  $c_1 = 19,9$  Fuss pro Secunde war<sup>1)</sup>:

$$N_w = \frac{29686 \cdot 19,9}{550} = 1072.$$

Das Güteverhältniss der Dampfmaschine mit Rücksicht auf den Rücklauf oder Slip des Schiffes ist sonach:

$$g_1 = \frac{N_w}{N_r} = \frac{1072}{1365} = 0,78.$$

Da man endlich bei der gedachten Fahrt (am 2. Juli 1867) mit Hilfe des Indicators den mittleren Dampfdruck zu 15,992 Pfd. erhielt (während der Druck im Kessel zu 19 Pfd. pro Quadratzoll beobachtet wurde), so berechnete sich die correspondirende Zahl von Indicator-Pferdekräften zu:

$$N_i = \frac{2.4071,5 \cdot 2.4 \cdot 47.15}{60 \cdot 550} = 1481,7.$$

Das Verhältniss  $\eta_1$  zwischen Indicator und wirklichen Pferdekraften betrug daher:

$$\eta_1 = \frac{N_r}{N_i} = \frac{1365}{1482} = 0,92.$$

Dies stimmt mit dem überein, was bereits nach Aufstellung der Formel VII) bemerkt wurde.

Beispiel 2. Norddeutscher Lloyd-Dampfer „Lloyd“. Schleppdampfschiff<sup>2)</sup> mit zwei Ruderrädern als Propeller.

Hier ist  $L = 165$  Fuss;  $B = 22$  Fuss;  $A = 100$  Quadratfuss;  $\mathfrak{B} = 11500$  Cubikfuss (bei 6 Fuss Tiefgang), folglich:

$$x = 0,697 \text{ und daher:}$$

$$m = 1,60, \text{ demnach}$$

$$\Omega = 10,48.$$

Jedes der beiden Ruderräder hat 11 Fuss Durchmesser und macht (im Mittel) 39 Umläufe pro Minute, so dass sich deren Peripheriegeschwindigkeit berechnet zu

$$c = 22,46 \text{ Fuss.}$$

Da ferner bei der betreffenden Probefahrt das Schiff pro Stunde 10 Knoten zurücklegte, so ergibt sich zuerst:

$$W = 4 \cdot 10,48 \cdot 10_2 = 4192 \text{ Pfd.,}$$

sodann aber

$$N_p = \frac{4192 \cdot 22,46}{550} = 171.$$

1) Da sich (vorher)  $c$  zu 23,50 Fuss berechnete, so beträgt der sogenannte Slip  $= c - c_1 = 23,50 - 19,90 = 3,60$  Fuss, oder  $\frac{36}{235} = 0,15$ , d. i. circa 15 Procent der axiellen Schraubengeschwindigkeit.

2) Man sehe über diesen und andere Schleppdampfer des Norddeutschen Lloyd die Mittheilungen des Hannov. Gewerbevereins, Jahrg. 1872, S. 45.

Die Maschine hat zwei Cylinder von je 38 Zoll Durchmesser, während der Kolbenhub 42 Zoll beträgt. Da hier der mittlere Dampfdruck im Cylinder zu 20 Pfd. pro Quadratzoll (nach Formel 4, S. 298) berechnet wurde, so ermittelte man die Gesamtarbeit der Dampfmaschinen zu  $N_r = 200$ , wonach sich der Wirkungsgrad der Ruderräder ergibt zu:

$$g = \frac{N_p}{N_r} = \frac{171}{200} = 0,855.$$

Anmerkung. Hinsichtlich der Berechnung des Güteverhältnisses etc. von Reactionspropellern, ergänzen wir hier das S. 301 Erwähnte durch die Nachricht, dass seit dem Bekanntwerden der Lehmann'schen Arbeit über diesen Gegenstand, der Cavaliere Brin aus dem italienischen Marine-Ministerium eine weit vollständigere Theorie dieser Propeller im Artizan, Jahrg. 1871, S. 115 und 125 geliefert hat, wodurch sich günstigere Resultate herausstellen.

In Bezug betreffender Rechnungen für Ketten- und Seildampfer findet sich Hinreichendes in den bereits S. 178 citirten Arbeiten Ziebarth's und Teichmann's.

## §. 11.

### Einiges über den Bau eiserner Dampfschiffe <sup>1)</sup>.

Selbstverständlich vermögen wir hier über den Bau eiserner Schiffe nur sehr wenig und zwar nur so viel zu liefern, als

#### 1) Literatur:

Dupuy de Lôme: „Mémoire sur la Construction des Bâtimens en Fer“. Paris, 1844. Eigentlich ein Bericht des nachher berühmten französischen Schiffsconstructeurs und Admirals an den Minister der französischen Marine und der Colonien über eine Reise nach England (im Jahre 1842), um den Standpunkt und die Technik des Schiffbaues in Eisen kennen zu lernen, [zugleich aber auch das erste selbstständige gute Werk über den betreffenden Gegenstand. Dem gedruckten Texte (124 Quartseiten) sind 16 grosse, schön ausgeführte Kupfertafeln beigegeben.

J. Grantham: „Iron Ship-Building“, with practical Illustrations.“ London 1858. 8. with atlas in gr. Fol. Der praktische Theil des Eisenschiffbaues wird hier mit grosser Gründlichkeit und Sachkenntniss behandelt. Um so mehr ist zu beklagen, dass eine von Steinhaus gelieferte deutsche Uebersetzung (Hamburg, P. Salomon & Co.) ohne Beigabe der XXIV. grossen Tafelabbildungen geblieben ist, obwohl im (deutschen) Text überall darauf hingewiesen wird.

W. Fairbairn: „Useful Information for Engineers.“ London 1860. First series and second series. An erster Stelle Lecture V: „The Strength of Iron Ships“, an zweiter Stelle Lecture X: „Metallic Constructions on Iron Ship Building.“ Lesenswerthe Abhandlungen.

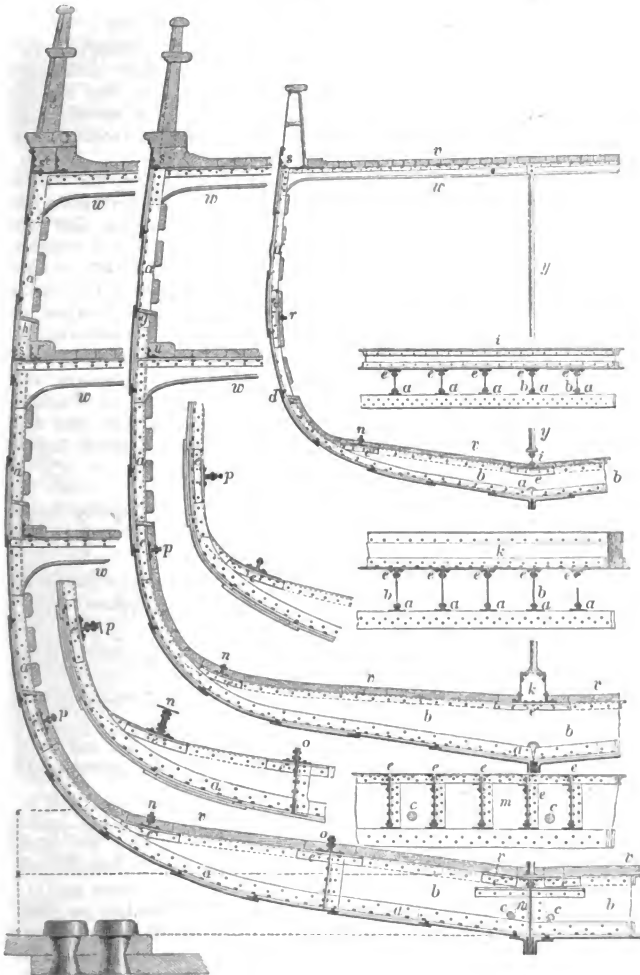
Vernon: „On the Construction of Iron Ships.“ Nach der Institution of Mechanical Engineers in der englischen Zeitschrift „Artizan“ vom 1. Juni 1863, S. 127. Eine vortrefflich geschriebene, mit Abbildungen begleitete Abhandlung, durch Kürze und praktischen Werth gleich ausgezeichnet.

die nothwendige Kenntniss des allgemeinen Standpunktes der Sache für jeden Gebildeten und für jeden angehenden Techniker erfordert.

Fig. 174.

Fig. 175.

Fig. 176.

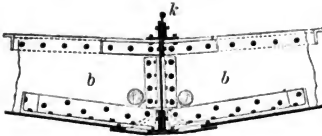


Obwohl, wie bereits S. 131 erörtert wurde, der Kiel (S. 11, Note 4) des eisernen Schiffes nicht unter allen Umständen den Grundbalken, das Fundament des ganzen Baues zu bilden braucht, so ist doch im Allgemeinen und besonders bei eisernen Schiffen, welche auf See oder grossen Flüssen der Abtrift und dem Schlingern unterworfen sind, der Kiel oder dessen Ersatzconstruction als der Haupttheil des ganzen Körpers zu betrachten<sup>1)</sup>.

Bestätigt wird letztere Bemerkung am besten durch (des Londoner) Lloyd's<sup>2)</sup> „Vorschriften für den Bau eiserner Schiffe“, deren Abbildungen wir Fig. 174 bis Fig. 177 entlehnen und dabei bemerken, dass sich die äusserste Figur (174) auf Dreidecker (von 2000 Tons), die mittelste Figur (175) auf Zweidecker (von 800 Tons) und die am meisten rechts stehende Figur (176) auf Eindecker (unter 200 Tons) bezieht.

Während in den drei genannten Figuren nur senkrechte, aus eisernen Platten gebildete Kiele vorkommen, zeigt Fig. 177 ein flaches (mehr oder

Fig. 177.



weniger horizontales) Kiel (Flat plate Keel). Letztere empfehlen sich namentlich für alle die Fälle, wo ein Auffahren auf den Grund des Wassers (bei Fahrwasser von geringer Tiefe) zu befürchten ist. Auch hohl geformte Kiele finden Anwendung, insbesondere wenn scharfe Biegung der Flachkielplatten vermieden werden sollen. (Am ausführlichsten über alle diese Kielformen und Constructions, überall mit schönen Abbildungen begleitet, handeln

J. Scott Russel: „The modern system of naval architecture.“ London 1865. 3 Vol. in gr. fol. Ein colossal theures Werk, dessen Text viel weniger Werth hat, als die ganz vorzüglich ausgeführten Abbildungen.

Rankine: „Ship Building, Theoretical and Practical.“ London 1866. gr. fol. Ein sehr gutes Werk, dessen Abbildungen (einige 40 grosse Kupferplatten) ebenfalls grösseren Werth haben, wie der beigegebene Text.

Steinhaus: „Der Eisen-Schiffbau.“ Hamburg 1867. Nach unserem Wissen das erste selbstständige deutsche Werk über den betreffenden Gegenstand. Für den Anfänger recht brauchbar, sonst aber Grantham's, Vernon's und dem nachfolgenden Reed'schen Werke nachstehend.

Reed: (Chief Constructor of the Navy) „Shipbuilding in Iron and Steel.“ London 1869. Gr. 8. 540 Seiten Text mit 266 eingedruckten vortrefflichen Abbildungen in Holzschnitt.

Zur Zeit das ausgezeichnetste praktische Werk seiner Art.

1) Auch Rankine in seinem vorher citirten Werke „On Ship Building“ bemerkt Chapter II. Pg. 183, §. 28 hierüber folgendes: „Some Iron Ships are built without a Keel.“

2) Der Londoner Lloyd bildete seiner Zeit die erste Gesellschaft zur Classification der Schiffe zum Behufe der Versicherung gegen Beschädigung und Verlust. Dabei ist die Construction der Schiffe besonderen Regeln unterstellt, nach deren Ausführung und Material sie classificirt werden.

Grantham und Reed in den vorher citirten Werken, letzterer insbesondere in Chapter II. von Pg. 18—47.)

Dass man kiellose Schiffe zuweilen mit sogenannten Seitenkielen versehen, wurde bereits bei der deutschen Panzerfregatte „König Wilhelm I.“ S. 212 erörtert und durch Fig. 100 als betreffende Abbildung erläutert.

Vielfach wird der Mangel von Kiel und Seitenkielen (bei fast kugelförmig gebautem Schiffsboden) bei dem gekenterten und dadurch völlig verloren gegangenen englischen Panzerschiffe „Captain“ (S. 214, Note 1), als eine der Ursachen mehr bezeichnet, welche das Umschlagen dieses grossen und schönen Panzerthurmschiffes veranlassten.

Wie schon bei den Holzschiffen (insbesondere S. 13 und S. 34) erörtert wurde, bilden auch bei den eisernen Schiffen (an beiden Enden) die Steven gleichsam die Fortsetzung des Kieles nach oben. Von ganz besonderer Anordnung ist dabei der Vorsteven (Stem, Bug) bei den mit Rammspitzen (ram-stems) versehenen Panzerschiffen (man sehe hierzu die Abbildung des „Wilhelm I.“, Fig. 98, wo die Rammspitze oder das Rostrum mit dem Buchstaben *v* bezeichnet ist). Der Hintersteven (Stern) bei den Schraubenschiffen wird (in der Regel) aus einem einzigen (zuweilen wahrhaft colossalen) rahnenförmigen Schmiedeeisenstücke gebildet, zwischen dessen zwei senkrechten Abtheilungen der sogenannte Schraubenbrunnen (oder Steuerbrunnen) (S. 109 und Fig. 52 und Fig. 56, ganz besonders aber Fig. 77 sichtbar) entsteht. Ein solches Schiff hat gleichsam zwei Hintersteven, wovon einer zur Befestigung der Fingerlinge (Oehsen) des Steuers dient und wobei entweder beide oder doch der vordere zur Lagerung der Schraubenwelle benutzt wird, je nachdem das Steuer zwischen diesen beiden Hintersteven (wie in Fig. 56) oder ausserhalb des äussersten Stevens (wie in Fig. 60 und 98) placirt wird. Von besonderer Eigenthümlichkeit ist die Construction der Hintersteven bei eisernen Schiffen mit balancirten Steuerrudern (S. 214), wovon sich besonders bei Reed (a. a. O. S. 120) schöne Detailabbildungen, sowie überhaupt viele Darstellungen von vortrefflich angeordneten Hintersteven vorfinden und wobei wir namentlich auf die Abbildungen Fig. 61 und 62, (des Reed'schen Werkes) aufmerksam machen möchten.

Die Rippen oder Spanten (Frames) der eisernen Schiffe bestehen aus Winkeleisen, die man nach bestimmten krummen Linien der verschiedenen Spantenschnitte (wie unter Anderem Figur 72 für den schönen Dampfer „Bremen“ des norddeutschen Lloyd darstellt) auf gusseisernen Richtplatten in glühendem Zustande nach sogenannten Lehren<sup>1)</sup> (oder Richt-

---

Ausser dem Londoner Lloyd existiren gegenwärtig noch andere derartige Institute, namentlich „Underwriters Registry for Iron Vessels in Liverpool, das Bureau „Veritas“ in Paris und der Germanische Lloyd in Kiel. Betreffende nähere Anskunft findet man in der Hamburger Zeitschrift „Hansa.“

Sehr gute deutsche Bearbeitungen der Bauvorschriften (leider ohne Abbildungen) der Vorschriften des Londoner Lloyd und des Bureaus Veritas enthält die 9. Aufl. des Ing. Taschenbuchs „Hütte“, S. 461 und S. 456.

1) Abbildung einer solchen Lehre oder Richtplatte findet sich u. A. in Steinhaus „Der Eisenschiffbau“ S. 16, Fig. 17.

platten) biegt. In den Abbildungen Fig. 180—182 sind die Spanten überall mit den Buchstaben *a* bezeichnet. Die Dimensionen der Winkelisen sind verhältnissmässig gering, z. B. beim Great Eastern die stärksten 8 Zoll hoch,  $3\frac{1}{2}$  Zoll breit und  $\frac{1}{2}$  Zoll dick. Die Entfernung der Spanten von einander beträgt je nach Grösse der Schiffe 21 bis 24 Zoll (engl.).

Die äussere Verkleidung, Verplankung, Beplattung (Plating) des Schiffskörpers wird durch Bleche (von mindestens fünf Spantentfernung Länge) gebildet, die man unter einander und mit den Rippen vernietet. Die stärksten Plankenbleche des Great Eastern haben nicht mehr als  $\frac{3}{4}$  Zoll Dicke, während die betreffenden Nietdurchmesser  $\frac{7}{8}$  Zoll betragen. Im eingetauchten Theile der äusseren Schiffsschale sind die Nietköpfe so zu versenken, wie dies aus Fig. 184 erhellt, damit sie im Wasser nicht viel Widerstand verursachen. In den horizontalen Verbindungen der Aussenhaut vom Kiel bis zur oberen Kimmung<sup>1)</sup> wendet man die Nietung mit doppelter Verlaschung (die sogenannte Kettennietung, chain riveting) an, wobei die Platten der Aussenhaut noch gehörig einander überlappen müssen.

Um dem Schiffsboden in der Querrichtung die erforderliche Stärke und Versteifung zu geben, bringt man an jedem Spant Querplatten, Bodenstücke oder Bodenwangenplatten (Floor Plates) *b b* Fig. 174 bis 176 an, die man mit dem aufrecht stehenden Arme der Winkelisen gehörig vernietet. Durch alle diese Bodenstücke geht an jeder Seite des Kiels oberhalb der Spanten *a* ein Wasserlauf *c*, damit das sogenannte Kielwasser ungehindert nach den Pumpen fliessen kann.

So weit wir bis jetzt die Bauconstruction der eisernen Schiffe verfolgt haben, besitzen dieselben (abgesehen von den Deckverbänden) keine anderen Längerverbindungen als den Kiel und die Verplankung, eine Anordnung, welche offenbar fehlerhaft genannt werden muss. Da aber insbesondere auf den Weltmeeren fahrende Schiffe starke Längverbände erfordern, so hat man denn auch für die Herstellung solcher in jüngster Zeit entsprechend Sorge getragen. In letzterer Beziehung ist es daher nicht falsch, wenn man den Great Eastern als das erste richtig gebaute Schiff bezeichnet, indem hier das System der Längerverbindungen zuerst in rechter Weise durchgeführt ist. Ganz besonders von Bedeutung in dieser Hinsicht ist beim Great Eastern die consequente Durchführung der Längenschotten, welche in der Abbildung Fig. 66 (Seite 130) mit dem Buchstaben *E* bezeichnet sind.

Als ebenfalls Mittel zum Hervorbringen von Längerverbindungen sind die sogenannten Kielschweine (Kielsons), rippen- (platten-) oder kastenförmige Verstärkungen, parallel der Kielrichtung, die zugleich dazu benutzt werden, die Durchbiegungen des Schiffsbodens an denjenigen Stellen zu verhindern, wo Dampfmaschinen und Kessel placirt werden sollen<sup>2)</sup>.

1) Unter Kimmung (Kimm, Floor Heads, Bilge) eines Schiffes versteht man den Uebergang des beinah flachen Schiffsbodens zu den aufwärts steigenden Seiten, also die mit dem Buchstaben *n* bezeichnete Stelle in Fig. 180.

2) Die Mittelkielschweine sehr vieler eiserner Dampfer gehen nicht durch die ganze Schiffslänge, sondern verstärken nur eben den Boden an den Maschinen und Kesselstellen. Da dann (sehr oft) Seitenkielschweine ebenfalls fehlen, so ist ein solcher Bau durchaus nicht als constructiv zu bezeichnen.

Ein Plattenkielschwein, mit *k* bezeichnet, ist in Fig. 183 erkennbar, ein Kastenkielschwein dagegen in Fig. 175, woselbst es ebenfalls durch den Buchstaben *k* markirt wird.

Noch weitere Längenverbindungen erreicht man durch Anbringen von Kimm- und Seiten-Kielschweinen, wovon in den Abbildungen Fig. 174 bis 182 die ersteren mit den Buchstaben *n*, die letzteren mit den Buchstaben *p* bezeichnet wurden. Noch andere Kielschweine finden sich unter dem Buchstaben *o* in Fig. 174 und 175.

Einen ebenfalls wichtigen constructiven Verbindungstheil der eisernen Schiffe bilden die eisernen in den Figuren 174—176 mit *w* bezeichneten Deckbalken, sowohl in Bezug auf Quer- wie auf Längenverband<sup>1)</sup>, sowie endlich nicht minder auch die damit im Zusammenhange stehenden Deckstützen *y* Fig. 176. Die Deckbalken (Beams) werden von Doppel **T** Eisen, **T** förmigen Wulsteisen (**T** halb-iron) oder von Wulsteisen mit zwei an der Oberkante angenieteten Winkeleisen hergestellt<sup>2)</sup>.

Um die Bedeutung keines der in den Figuren 174—176 eingedruckten Buchstaben unerörtert zu lassen, werde noch bemerkt, dass mit *d*, *e*, *g* und *h* umgekehrte Winkeleisen (reversed angle-iron) bezeichnet sind, die man zur geeigneten Verstärkung an jeden Spant und an jedes Bodenstück nietet. Endlich sind mit den Buchstaben *s*, *t* und *u* derselben Figuren die sogenannten Seitendecksbänder oder Bordplatten (Stringer-plates) bezeichnet, welche ebenfalls zum Zwecke der Verstärkung zu beiden Seiten aller Decks auf den Enden der Balken der Längenrichtung des Schiffes nach durchgehen.

Um den ganzen Bau (grösserer) eiserner Dampfschiffe in möglichst vollständiger Uebersicht betrachten und (einigermassen) zum Zwecke eines allgemeinen Verständnisses studiren zu können, reihen wir dem Vorstehenden die Abbildung Fig. 178 und 179 an. Von diesen stellt erstere Figur einen Mittelspantheil des der National Steam Navigation Company<sup>3)</sup> gehörigen Dampfers „The Queen“ dar, letztere Figur aber denselben Theil des wiederholt (S. 2 und S. 214) erwähnten englischen Panzer-Kriegsschiffes „Hercules.“

Ersterer Schraubendampfer, ein Handelsschiff von Laird in Liverpool (wahrscheinlich am Anfange der 60er Jahre) erbaut, hat 400 Fuss engl. Länge zwischen den Perpendicularen und 42 Fuss grösste Breite, während seine Lastigkeit 3250 Tonnen beträgt. Beiläufig werde bemerkt, dass die „Queen“ (Fig. 178) in  $\frac{1}{72}$  wahrer Grösse dargestellt ist. Man erkennt dabei leicht das aus verticalen Platten gebildete Kiel<sup>4)</sup>, dann die (in der Mitte 27 Zoll hohen) Bodenwangenplatten oder Bodenstücke (Floor-plates) und rechtwinklig über letztere dem Kiele parallel gehend ein aus Winkeleisen und Platte gebildetes

1) Ausführlich und lehrreich im 8. Capitel des Reed'schen Werkes unter der Ueberschrift: „Deck Framing and Pillaring.“

2) Zahlreiche Abbildungen verschiedener Deckbalkenquerschnitte liefert u. a. Reed a. a. O. S. 138, während die betreffenden Dimensions- und Constructionregeln vorzüglich in den vorher citirten Lloyd's Vorschriften (Taschenbuch „Hütte“, 9. Aufl., S. 466 etc.) zu finden sind.

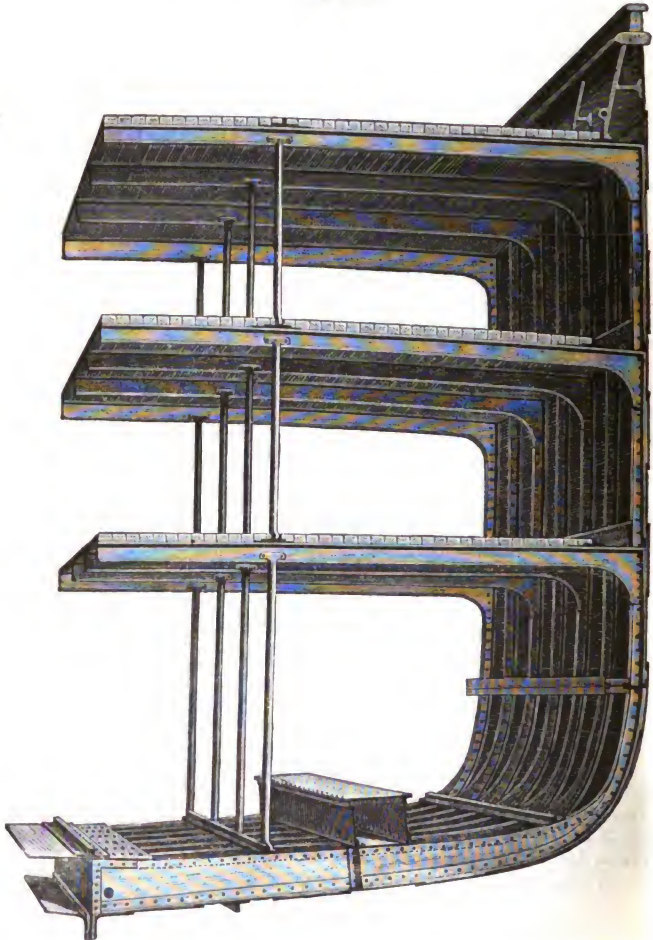
3) Die grossen Dampfer dieser Gesellschaft unterhalten regelmässigen Verkehr zwischen Liverpool und New-York.

4) Detailzeichnung giebt Reed a. a. O., Pg. 29, Fig. 26.

Mittelkielschwein. Ferner bemerkt man Kimm- und Seitenkielschweine, wovon das zwischen Kimm und Kiel angebrachte als Kastenkielschwein (box-keelson) construiert ist.

Deckbalken, Deckstützen (zu beiden Seiten der Längen-Mittelebene des ganzen Schiffskörpers), wie sonstige im Vorhergehenden markirte Theile sind (für gegenwärtigen Zweck) ohne besondere Erörterung zu verstehen.

Fig. 178.





Unsere Quelle (a. a. O. Reed, Pg. 87) verzeichnet noch alle Haupteisen-  
theile der „Queen“, mit Hinzufügung aller Maasse, aus denen wir mindestens  
entnehmen wollen, dass die Blechplattendicken der Aussenhaut von  $\frac{9}{16}$  bis  
 $\frac{3}{8}$  Zoll variiren, die Bodenstücke bei 27 Zoll Höhe in der Mitte  $\frac{9}{16}$  Zoll  
dick sind und die Hauptdeckbalken aus T förmigen Wulsteisen (T bulb-iron)  
von 10 Zoll Höhe,  $6\frac{1}{2}$  Zoll Kopfbreite bei  $\frac{9}{16}$  Zoll Dicke, gebildet werden.

Fig. 179,

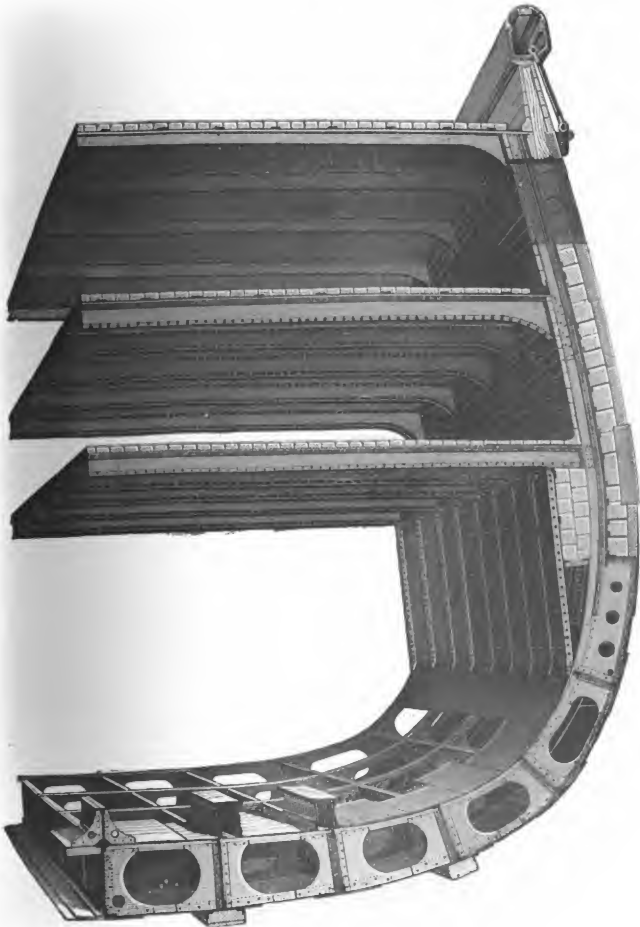


Fig. 179 stellt den Mitteltheil des (März 1868 in Chatham Dockyard vom Stapel gelassenen) Panzerschiffes „Hercules“ dar<sup>1)</sup>, dient zugleich zur spezielleren Kenntnissnahme und Erläuterung der S. 212 (Fig. 100) und insbesondere S. 213, Note 1 erörterten Construction der deutschen Panzerfregatte „König Wilhelm I.“, welche Construction jetzt gewöhnlich (nach des Erfinders „Reed“ Nomenclatur) unter dem Namen „Bracket-Frame-System“ aufgeführt zu werden pflegt. Dasselbe System hat man auch bei den neuesten deutschen (grossen) Panzerfregatten Borussia<sup>2)</sup>, Friedrich der Grosse und Der grosse Churfürst (S. 216, Note) in Anwendung gebracht.

Man erkennt in Fig. 179 vor allem recht deutlich, wie die (gewöhnlichen) Spanten (Querspanten) rechtwinklig durch Längenspanten (Längsgürtungen) durchschnitten werden, die meist vertical auf der Aussenhaut stehen und soweit mit dem Kiele parallel laufen, als dies (namentlich nach den beiden Enden hin) die Schiffsform gestattet. Zufolge des Durchschneidens beider Spantengattungen werden viereckige Zellen gebildet, die durch Platten wasserdicht gedeckt werden können und einen zweiten Schiffsboden bilden.

Um die Einsicht recht klar zu machen, sind in unserer (ebenfalls dem Reed'schen Werke entlehnten) Abbildung die Deckplatten der Zellen theilweis als entfernt angegeben. Constructiv bestehen die sonst quer durchlaufenden Querspanten aus kurzen Stutzplatten (brackets), die durch Niete und Winkelisen mit den Längsspanten verbunden sind. Wie man das Gewicht der Querspanten, ohne ihrer Steifigkeit zu schaden, durch ovale Oeffnungen so weit als möglich herabgezogen hat, erhellt ohne Weiteres aus der Abbildung.

Da die Längenspanten nicht durchbrochen sind, so werden ungeachtet dieser Oeffnungen zu beiden Seiten des Kieles wasserdichte Abtheilungen gebildet, die von ganz besonderem Nutzen bei Beschädigung der Aussenhaut sind, indem nur in diejenigen Räume Wasser eindringen kann, deren Aussenbeplattung durchlöchert wurde, ein Quantum Wasser, was in der Regel im Verhältniss zum Gesamtdeplacement sehr gering ist.

1) Wir nehmen hier Gelegenheit, die S. 2 über den „Herkules“ gemachten Angaben (nach dem „Artizan“, März 1868, Pg. 70 und Februar 1869, Pg. 26) zu vervollständigen. Es beträgt hiernach die Länge zwischen den Perpendicularen 325 Fuss, die Gesamt- (Deck-) Länge aber 337 Fuss, die Breite 59 Fuss bei 23 Fuss Tauchung vorn und 26 Fuss 5 Zoll Tauchung achter. Dabei war das Deplacement 8680 Tons, die Lastigkeit 5126 Tons.

Das vorhandene Dampfmaschinenpaar wird von Penn's Trunkmaschinen (S. 259) gebildet, deren Cylinder 127 Zoll Durchmesser haben, während jeder betreffende Trunk einen Durchmesser von 47 Zoll hat, der Kolbenhub aber 54 Zoll ist. Die Arbeitsgrösse der Maschinen wird zu 7200 Indicator-Pferdekraften angegeben. Das Totalgewicht aller Maschinerie und der mit Wasser gefüllten Kessel soll  $2\frac{1}{4}$  Ctr. pro Indicator-Pferdekraft betragen und die Versuchsfahrtgeschwindigkeit 14 Knoten gewesen sein.

2) Studirenden und Freunden des Eisenschiffsbaues können wir nicht genug eine schöne (hier benutzte) Abhandlung des Schiffsbaumeisters Staak (in Stettin, Bredow) empfehlen, welcher die Construction etc. der im Bau begriffenen deutschen Panzerfregatte „Borussia“ zum Gegenstande hat und in der Zeitschrift deutscher Ingenieure, 1872, S. 609 abgedruckt ist.

Der (Haupt-) Kiel des Schiffskörpers besteht aus zwei auf einander genieteten horizontalen Platten, auf deren Mitte eine verticale Platte mittelst starker Winkeleisen befestigt ist, welche letztere sich continuirlich bis nach beiden Steven hin fortsetzt. Auf die in Fig. 179 ebenfalls sichtbaren (hölzernen) Seitenkiele wurde schon S. 214 aufmerksam gemacht.

Von vier Kastenkielschweinen des Hercules sind zwei in Fig. 179 hinlänglich erkennbar.

Ueber den 5. Längenspanten sind in fast verticaler Richtung in gehöriger Entfernung von der äusseren Schiffswand sogenannte Wallgangschotten (eigenthümliche Längenschotten) angebracht, die, ausser zum Längensverbande zu dienen, vorzüglich eine aus Platten mit Winkeleisen hergestellte wasserdichte Wand bilden, um dadurch das etwa oberhalb des doppelten Bodens im Gefechte durch beschädigte Theile des Panzers etc. eindringende Wasser von den übrigen Schiffstheilen abzuschliessen.

Auf der sechsten Längsgürtung des Hercules (des Wilhelm I. etc. etc.) ruht der fünf Fuss unter der Wasserlinie herabreichende Eisenpanzer (an der Wasserlinie 9 Zoll dick), dessen Unterlagen überall aus Holz gebildet sind.

Hinsichtlich Specialitäten über Befestigung und Anordnung der Panzerplatten und deren Unterlagen ist besonders auf die bereits citirten Arbeiten Reed's<sup>1)</sup> und des (deutschen) Schiffsbaumeisters Haack<sup>2)</sup>, so wie endlich auf eine Abhandlung Northon Russel's (des Sohnes Scott Russel's) in den Inst. of Mechanical Engineers<sup>3)</sup> zu verweisen<sup>4)</sup>. In Bezug auf unsere Fig. 179 (den Hercules) muss das genügen, was unten die betreffende Note<sup>5)</sup> enthält.

Es würde kaum erforderlich sein, hier am Schlusse noch kurz die Frage über Vorzüge und Nachtheile der eisernen Schiffe zu erörtern, wenn deren Beantwortung bereits völlig entschieden wäre, was jedoch noch nicht der Fall ist<sup>6)</sup>.

Von den Gegnern der eisernen Schiffe wird vornehmlich behauptet, dass ein gefährliches Leck derselben sich weniger schnell stopfen liess, wie bei

1) Shipbuilding, Chapter XXI. „Armour Plating.“

2) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1872, S. 609.

3) Auch im Artizan vom 1. Juli 1863, Pg. 127 unter der Ueberschrift: „Application of Iron Armour for Ships of War.“

4) „Ueber deutsche Panzerschiffe“ handelt der Ingenieur Schmidt in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. X. (1866), S. 35 und 113.

5) Die äussere acht- oder neunzöllige Panzerplatte des Hercules liegt auf einer horizontalen, 12 Zoll dicken Teakholzunterlage, welche in horizontalen, etwa 18 Zoll von einander entfernten Rippen sich befindet, deren Aussenkante bis an die Panzerplatten reicht. Die so horizontalen Rippen sind auf der ersten Schiffshaut, die hier  $1\frac{1}{2}$  Zoll dick ist, fest. Hinter letzterer Haut befinden sich Spanten von 28 Zoll Metallbreite, welche zehnzöllige T Eisen verstärken; der Raum zwischen denselben ist solide durch 3 Lagen Teakholz ausgefüllt. Diese Spanten sind mit der inneren  $\frac{3}{4}$  Zoll dicken Schiffshaut verbunden und kommt schliesslich ein zweiter Satz innerer, aus Winkeleisen gebildeter Spanten von 7 Zoll Breite. Weiteres in unserer Quelle: „Archiv für Seewesen“, Jahrg. 1868, S. 20.

6) Man sehe u. A. Capitain „Werner's“ Text (S. 9) zu seinem „Atlas des Seewesens.“ Leipzig, bei Brockhaus, 1871.

den hölzernen Schiffen, ein Umstand, der namentlich bei Kriegsdampfern in Frage kommen würde, wenn in deren Körper Projectile unter Wasser einschlagen. Zweitens wird nachgewiesen, dass durch das Ansetzen von Schaalthieren und Seegewächsen der Widerstand des Schiffes im Wasser vergrößert und die Fortlaufgeschwindigkeit vermindert wird. Drittens wird angegeben, dass das eiserne Schiff vom Seewasser stärker angegriffen werde, wie das hölzerne. Viertens wird der Einwurf gemacht, dass der Compass, dieser wichtige Leitstern des Schiffes bei Nacht und Nebel, zu gesetzlosen Abweichungen geführt wird, welche das Schiff in die grösste Gefahr bringen können. Fünftens führt man als ein Uebel der eisernen Schiffe den sich in ihrem Innern bildenden feuchten Niederschlag auf.

Diesen Nachtheilen gegenüber legt man folgende Vorzüge eiserner Schiffe in die Waagschale: grössere Festigkeit, längere Dauer mit weniger Reparaturen, geringeres Gewicht, einfachere und schnellere Herstellung (rascher Bau), grösserer Fassungsraum, wohlfeilere Anschaffung.

Eine Beleuchtung dieser auf beiden Seiten gemachten Erfahrungen wird (soweit hier in der Kürze möglich) erforderlich sein.

Was zunächst das Einstossen von Löchern beim Auffahren, Anstossen der Schiffe auf Hindernisse, auf Meeres- oder Flussgrund, beim Zusammentreffen mit anderen Schiffen, beim Begegnen von Eismassen, Einschlagen von Projectilen betrifft, so wird übeln Folgen derartiger Beschädigungen durch die neueren Zellenconstructions nach Russel (S. 130) oder nach Reed (S. 110) durch Doppelböden, Längs- und Querschotten etc. wesentlich vorgebeugt, wie mancherlei neuere Erfahrungen thatsächlich beweisen<sup>1)</sup>. Für manche Fälle (insbesondere für Kriegsschiffe) dürfte auch der bereits S. 222 (bei der Corvette Inconstant) angedeutete Mischbau (Eisenspanten und Holzbekleidung<sup>2)</sup>) einen geeigneten Ausweg für mehrere Uebelstände (ganz) eiserner Schiffe bieten.

Dem Ansetzen von Schaalthieren und Meeresgewächsen scheint man freilich immer noch nicht völlig begegnen zu können, indess hat man doch schon gelernt, dies Uebel wie auch das Rosten der Eisenschiffe möglichst zu vermindern, indem man geeignete Anstriche oder Cementüberzüge für die in Wasser gehende Schiffschale in Anwendung bringt, oder letztere mit Zink verkleidet<sup>3)</sup>.

1) Man beachte den Unglücksfall des Great Eastern, als dessen Boden beim Auffahren 7 Löcher erhielt, S. 131, Note. Noch andere interessante Beispiele citirt der österr. Admiralitätsrath etc. Libert de Paradis in seinem interessanten Vortrage „Ueber den Bau eiserner Schiffe aus österr. Material, (Wien 1864), S. 29 etc. Unter andern wird hier über die Verstopfung eines Lecks des französischen eisernen Dampfers „Phaze“ berichtet, über Unfälle an der Tyne, über den Verlust des hölzernen, amerikanischen Dampfers „Pacific“ im Treibeise des atlantischen Oceans, während das eiserne Dampfschiff „Persia“ zu fast derselben Zeit auf Eismassen auffahrend, diese spaltete und selbst nur an den Schaufeln der Ruderräder beschädigt wurde.

2) Ueber den „Mischbau bei Seeschiffen“ handelt ausführlich ein Aufsatz in der Hansa, 1869, Nr. 142 und 143.

3) Kupferblech ist deshalb zur Bekleidung der eisernen Schiffe nicht brauchbar, weil ein galvanischer Strom entsteht, unter dessen Einfluss das Eisen schnell zerstört wird. Besser scheint Zink dem Zwecke zu entsprechen, da dies Metall elektropositiver ist als Eisen. Man sehe hierüber das „Archiv für Seewesen“ Jahrg. 1867, S. 176.

Hierzu kommt noch, dass sich das Anhängen von Seethieren und Meerespflanzen nicht bei den Schiffen vorfindet, welche die nordischen Seen und den nordatlantischen Ocean, sondern nur bei solchen, welche tropische Gewässer befahren <sup>1)</sup>).

Was ferner die Compassfrage bei eisernen Schiffen anlangt, so ist dies vermeidliche Uebel in neuerer Zeit durch Wissenschaft und Praxis so erfolgreich bekämpft worden, dass es als Nachtheile der Eisenschiffe von den Gegnern kaum mehr geltend gemacht werden kann. Ein gewichtiges Urtheil dürfte u. a. das Grantham's sein, der in seinem bekannten Werke: „Iron Ship Building“ Pg. 135 bemerkt: „wie es trotz aller Einwände und Veränderungen dennoch wahr sei, dass der Magnetismus eiserner Schiffe immer durch geeignete permanente Magnete und Kettenkasten <sup>2)</sup> neutralisirt werden kann“ <sup>3)</sup>).

Was endlich das fünfte der besonders hervorgehobenen Uebel, die der Temperatureinflüsse bei eisernen Schiffen betrifft, so ist es allerdings Thatsache, dass man zuweilen nicht einmal die Bekleidungsstücke und das Bettzeug der Schiffsbesatzung, noch weniger die mitgenommenen Waaren vor Nässe schützen kann, indess fängt man neuerdings an, auch dies Uebel durch geeignete Ventilation mit Erfolg zu bekämpfen.

Was die vorher aufgezählten Vorzüge der eisernen Schiffe anlangt, so dürften wohl die der grösseren Festigkeit und Dauer kaum noch einer Bemerkung erfordern. Weder der Bau eines Riesenschiffes wie des fast 700 Fuss (207 Meter) langen Great Eastern, wäre aus Holz möglich gewesen, noch würde man Schiffskörper zu bauen vermocht haben, welche schwere Panzer in hohem Seegange, wie die des König Wilhelm I., des Hercules etc. etc. tragen können, ohne sich nachtheilig durchzubiegen oder gar zu brechen.

Hinsichtlich der Dauer eiserner Schiffe lässt sich über die Zeit noch gar nichts sagen, nach welcher sie als völlig unbrauchbar bezeichnet werden können. Thatsache ist, dass Schiffe aus den dreissiger Jahren (S. 122 Note) existiren, die noch heute (nach mindestens 40 Jahren) als brauchbar bezeichnet werden müssen. Die hölzernen Linienschiffe der franz. Kriegsmarine erreichten kaum ein Alter von 20 Jahren <sup>4)</sup>, Handelsschiffe noch weniger, nämlich nur 12 bis 15 Jahre <sup>5)</sup>.

1) „Libert de Paradis“ a. a. O., S. 28 und „Hansa“ S. 879 und 880. Auch Wochenblatt des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrg. 1869, S. 343.

2) Mit kleinen Ketten gefüllte Kästen. Deutsche Bearbeitung (durch Steinhaus) S. 139.

3) Zur Abhülfe des störenden Einflusses des Eisens auf den Compass besteht in England eine besondere, von der Admiralität ernannte Commission, über welche namentlich Steinhaus ausführlich in seinem vorher citirten selbstständigen Werke „Der Eisenschiffsbau“ S. 188 etc. berichtet.

4) Diese Notiz ist dem „Archiv für Seewesen“ Jahrg. 1868, S. 420 entnommen, woselbst ausgerechnet wird, dass ein einziges hölzernes Linienschiff von 74 Kanonen die Entholzung von mindestens 40 Hektaren Waldboden erfordert, dabei 150 hundertjährige Bäume auf 1 Hektar gerechnet. Wie gross mag hiernach die Holzmenge gewesen sein, welche die in Europa bis zum Jahre 1848 erbaute Zahl von mindestens 3000 grossen hölzernen Linienschiffen, überhaupt mehr als 400000 Kriegs-Wasserfahrzeuge, erforderten?

5) Man sehe eines österr. Schiffsbau-Inspectors lesenswerthen Aufsatz: „Ueber die Dauer der Schiffe“ im Archiv f. Seewesen, Jahrg. 1869, S. 293.

Das Gewicht betreffend, so wiegen bei gleichem Fassungsraume der eisernen und hölzernen Schiffe, erstere weniger als letztere. Nach Vernon (den anerkannt tüchtigen Liverpooleser Schiffsbauer<sup>1)</sup>) wiegt ein mittel-grosses Schiff (etwa 1200 Tons als Lastigkeit angenommen) aus Holz erbaut circa 18 Ctr. pr. jeder registrirten Tonne, während dies Gewicht (unter sonst ganz gleichen Umständen) bei eisernen Schiffen circa 15 Ctr. beträgt.

Der Ladungsraum eiserner Schiffe ist, vermöge ihrer dünnen Wände, ebenfalls unter Voraussetzung gleicher Tauchung, grösser, wie der der hölzernen Schiffe. Vernon schätzt den hieraus für Rheder erwachsenden Vortheil auf 18 bis 19 Procent.

Den Preisunterschied endlich veranschlagt Vernon (unter sonst ebenfalls gleichen Umständen) zu 14 Procent, woraus derselbe das eiserne Schiff um circa 3 Pfd. Sterling pro Tonne Aichmaass wohlfeiler in der Anschaffung, als ein hölzernes berechnet.

Hierzu kommt schliesslich noch der wichtige Umstand, dass man das zu den eisernen Schiffen erforderliche Material sofort verwenden kann, wenn es auch (als Blech, Niete, Winkeleisen, Façoneisen etc.) unmittelbar vorher erst fabricirt wurde. Holz bedarf des Vorbereitens, Trocknens und wächst niemals so, dass es der Baumeister ohne Weiteres verwenden kann. Beim Eisen kann Gestalt und Maass gleich bei der Herstellung (mittels Maschinen) scharf ins Auge gefasst werden.

Wie sehr diesem Allen gemäss der Bau eiserner Schiffe allein in den vereinigten Königreichen (England, Schottland und Irland) immer mehr an Umfang gewinnt, erhellt u. a. aus nachstehender Uebersicht<sup>2)</sup>:

Im Jahre 1871 wurden gebaut oder waren bis zum 31. Dec. desselben Jahres im Baue begriffen:

	Eisenschiffe.		Holzschiffe.		Mischbau- (Holz und Eisen) Schiffe.	
	Schiffszahl.	Tonnen-gehalt.	Schiffszahl.	Tonnen-gehalt.	Schiffszahl.	Tonnen-gehalt.
Segelschiffe	39	19681	439	39213	7	1366
Dampfschiffe	471	327693	63	2486	3	619

Auch in unserem deutschen Vaterlande hat der Bau eiserner Schiffe bereits erfreuliche Fortschritte gemacht, wie u. A. aus der unten citirten Arbeit des Verfassers zu entnehmen ist<sup>3)</sup>.

1) Proceedings of Mech. Engineers, 4. Aug. 1863 und Artizan, 1864, Pg. 98.

2) Hansa 1872, S. 65.

3) Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1872, S. 437.

## Viertes Capitel.

**Maschinen zum Heben und Senken fester Körper.**

## Geschichtliche Einleitung.

## §. 12.

Die Geschichte der Maschinen zum Heben von Lasten auf verhältnissmässig grosse Höhen findet eine ihrer vorzüglichsten Quellen in dem Schaffen der ältesten auf der Erde existierenden, monumentalen Bauwerke <sup>1)</sup>, bei dem ersten der sogenannten sieben Wundern der Welt <sup>2)</sup>, den ägyptischen Pyramiden. War es zu ihrer Bauzeit, vor ungefähr 4000 Jahren von jetzt an gerechnet, auch leicht, über Hunderttausende slavischer Arbeiter ohne Weiteres zu gebieten, immerhin reichten diese Menschenkräfte nicht aus, derartig gewaltige Bauten mit solchen Mitteln allein zu schaffen, man brauchte andere Hülfe, man bedurfte der Maschinen. Dass solche angewandt worden sind, ist jetzt als gewiss anzunehmen, wenn auch eine Zeit lang hierüber manche Zweifel erhoben wurden und mehrfache wenig verständliche Ansichten hin und wieder Platz gegriffen hatten.

Zu den Zweiflern der alten Zeit gehörte insbesondere Diodorus <sup>3)</sup>, indem dieser der Ansicht war, dass man weder Rollenzüge, noch Winden, Krahe u. dgl. m., sondern höchstens sogenannte Brechstangen (Hebel einfachster Art) in Anwendung brachte und mittelst dieser, sowie geeigneter Unterlagen (Holzgestänge, Holzbahnen, Bd. 3, S. 5) den Höhentransport unter Benutzung schiefer Ebenen (Rampen) beschaffte.

1) Ploetz in seinem Geschichts-Auszuge (Vierte Auflage, 1873) datirt die Erbauer der grössten Pyramiden (die Könige Chafra, Cheops oder Chufa und Menkera) aus den Jahren 2800 bis 2700 vor Christo.

2) Zu den sieben Wundern der Welt zählte man bekanntlich: a) die ägyptischen Pyramiden; b) die Mauern und c) die sogenannten hängenden Gärten zu Babylon; d) den Tempel der Diana zu Ephesus; e) die Bildsäule des olympischen Jupiters; f) das Mausoleum der Artemisia in Halikarnass und g) den Koloss zu Rhodus.

3) Diodorus aus Argyrium in Sicilien gebürtig, unter Julius Cäsar und Augustus ein berühmter Geschichtsschreiber. Er sammelte den Stoff zu seiner reichhaltigen historischen Bibliothek (die aus 40 Bänden bestanden haben soll) auf seinen Reisen durch einen grossen Theil von Europa, Asien und Aegypten und durch fleissiges Lesen früherer griechischer und lateinischer Schriftsteller.

Plinius<sup>1)</sup> im 36. Buche, §. 17, seiner Naturgeschichte lässt die wichtige Frage, „wie man Materialien bis zur Pyramidenhöhe<sup>2)</sup> hinauf-

1) Plinius Secundus, mit dem Beinamen der Aeltere, wurde im Jahre 23 nach Christi Geburt zu Como oder Verona geboren und gilt noch heute als einer der gelehrtesten Römer seiner Zeit. Von den Schriften dieses rastlos thätigen Mannes ist nur die „Historia naturalis“ in 37 Büchern erhalten. Bei dem entsetzlichen Ausbruche des Vesuvus unter Titus am 24. August 79 nach Christo fand Plinius (als Befehlshaber einer Flottenabtheilung zu Misenum) bei Castellamare seinen Tod, durch Schwefeldämpfe erstickt im Eifer seiner Beobachtungen und Aufzeichnungen.

2) Nachstehende Notizen über die ägyptischen Pyramiden werden für manche Leser nicht unwillkommen sein.

Der Zweck der Pyramiden war lediglich der von Grabmälern für ägyptische Könige. Es ist jetzt vollständig (durch Lepsius, James u. A.) erwiesen, dass ihre Dimensionen nicht zur Einheit der ägyptischen Maasse dienten, die Richtungen ihrer Seiten nach den wahren Himmelsgegenden und die ihrer Eingangsschächte nach dem Polarsterne, nicht astronomische Orientierungen etc. zum Zweck hatten u. dgl. m. Die Zahl der noch (als Ueberreste mehr oder weniger) vorhandenen Pyramiden wurde im Anfange dieses Jahrhunderts zu 40, nachher durch Lepsius zu 70 angegeben, während Wackerbarth neuerdings (1870) behauptet, dass mehrere hundert existirt hätten. Das Material, woraus man die

Fig. 180.

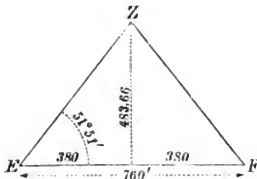


Fig. 182.

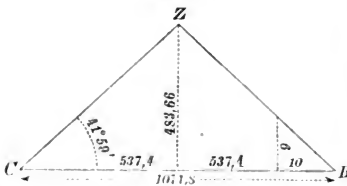
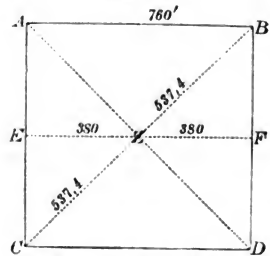


Fig. 181.



Pyramiden erbaut hatte, waren entweder natürliche Steine oder gebrannte Thonziegel. Eine der vorzüglichsten Steinpyramiden ist die des ägyptischen Königs Cheops, oder die grosse Pyramide von Gizeh, in der Nähe des alten Memphis (fast vor den Thoren Cairo's am linken Nilufer). Die ursprünglichen Maasse dieser Pyramide sind neuerdings vom Director

der englischen Maasscommission, dem Obersten Sir Henry James ermittelt worden und zwar so, wie nebenskizzirte Figuren 180 bis mit 182 erkennen lassen,



schaffen konnte,“ unbestimmt und berichtet nur Folgendes: „Einige sagen, man habe, je nachdem das Werk stieg, Erhöhungen von Salz und Nitrum (statt der Baugerüste) gemacht und sie nach Vollendung derselben durch eine Bewässerung vom Nilstrome wieder auflösen lassen. Andere behaupten, man habe Dämme (Rampen) aus ungebrannten Ziegeln hergestellt und diese nach Vollendung des Werkes zum Häuserbaue benutzt. Ein deutscher Gelehrter, L. F. Meister, legte 1774 der Göttinger Societät der Wissenschaften eine besondere Abhandlung über die Pyramiden vor, worin die Verwendung irgend welcher Maschinen bei der Herstellung derselben, ebenfalls bestimmt bestritten, dagegen der Ansicht beigestimmt wird, dass der Bau mit Hilfe sogenannter Rampen (schiefer Ebenen, Dämme) ausgeführt wurde. Die Sage, dass diese Rampen aus Niter und Salz bestanden hätten, wird von Meister verspottet. Zu den jüngsten (beachtungswerthesten) Zweiflern an der Verwendung von Hebmaschinen beim Baue der Pyramiden gehören noch die Franzosen Le-tronne und Prisse<sup>1)</sup>, worüber in der „Revue Archéologique“, Seconde

wozu wohl kaum die Bemerkung erforderlich sein dürfte, dass Fig. 182 den Verticaldurchschnitt nach der diagonalen Richtung *CB* der Grundrissfigur *b* darstellt. Die eingeschriebenen Maasse sind englische. Das Material, woraus man diese Pyramide baute, bestand im Innern aus Bruchsteinen (die man durch Mörtel verbunden hatte), dann aus gut bearbeiteten inländischen Kalksteinen der sogenannten Kreideformation, worauf endlich die aus Granit oder Syenit mit grösster Sorgfalt bearbeiteten Steine aus entfernteren Gegenden Aegyptens folgten, welche die äusserste Bekleidung bildeten. Letztere ist gegenwärtig fast ganz verschwunden, indem diese Steine als Material zu Bauten der Neuzeit weggeholt wurden. Die Gewichte der zum Baue verwandten Steine werden naturgemäss verschieden vom englischen Obersten Sir James bis zu 90 Tons = 1800 engl. Ctr. = 201600 Pfd. = 91324 Kilogramm angegeben. Da nun nach Herodot zur äusseren Bekleidung der Pyramiden nur Steine von 30 Fuss Länge verwandt wurden, so würden die Baustücke etwa  $6\frac{1}{2}$  Fuss Seitenlänge des quadratischen Querschnittes und das Material ein specifisches Gewicht von beinahe  $2\frac{1}{2}$  gehabt haben, um derartigem Gewichte zu entsprechen.

Sir James Urtheile hierüber finden sich in einem Aufsätze des englischen Journals „The Builder“ vom 16. April 1870, S. 303.

Die anderen beiden Quellen, woraus obige Notizen geschöpft wurden, sind folgende zwei.

Erstens: Notes on the Great Pyramid of Egypt and the Cubits used in its design by Colonel Sir Henry James, Director-General of the Ordnance Survey. Southampton 1869.

Zweitens: „On the Great Pyramid of Gizeh“ by Wakerbarth, Professor of Mathem. in the University of Upsala. Translated from the „Tidskrift for Matematik och Fysik“ 1870, by the Author. Southampton 1871.

1) Ueber die Ansichten noch anderer Gegner berichtet Hirt in seiner interessanten, lehrreichen Schrift: „Von den ägyptischen Pyramiden überhaupt und von ihrem Baue insbesondere.“ Vorgelesen in der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 12. April 1810. Hier wird auch eines gewissen Pownall gedacht, welcher die Steine von Stufe zu Stufe aufwärts mittelst untergeschobener Keile fordert. Diese Verfahrungsart (zwar möglich) würde höchst langsam und ganz den Angaben Herodot's entgegen gewesen sein.

Partie, Paris 1845, p. 642, unter der Ueberschrift: „Sur la mécanique des Anciens Egyptiens“ nachzulesen sein würde.

Für die Anwendung von Hebmaschinen beim Pyramidenbaue sprechen die Nachrichten des ältesten und zuverlässigsten Geschichtsschreibers, die des Herodotus,<sup>1)</sup> der im 2. Buche (des unten citirten Werkes), §. 125 Folgendes berichtet: „Man baut aber diese Pyramide (die des Cheops) vermittelt einer Art Stufen, wie eine Treppe mit Tritten oder Absätzen. Nachdem sie den ersten Absatz gemacht hatten, hoben sie die anderen Steine durch Maschinen (Gerüste, Rüstzeuge) mit kurzen hölzernen Armen, indem sie dieselben zunächst vom Boden (von der Erde) auf die erste Stufenreihe (Stufenabsätze) hoben. Nachdem der Stein da hinaufgebracht war, übernahm ihn eine andere Maschine, welche auf der ersten Stufenreihe stand, durch welche er wieder zur zweiten Stufenreihe emporgezogen wurde. Denn so viel Stufenreihen (Absätze) es gab, ebenso viel gab es Maschinen; oder sie brachten dieselbe Maschine, da sie einfach und leicht zu versetzen war, auf jede andere Stufenreihe, so oft man den Stein wieder heben wollte.“<sup>2)</sup> Ich gebe hier die beiden

---

1) Herodotus, der vorzüglichste, älteste uns bekannt gewordene griechische Geschichtsschreiber, wurde im 4. Jahre der 73. Olympiade (484 vor Chr.) zu Halikarnass in Karien geboren. Sein Geschichtswerk, aus 9 Büchern bestehend (die man mit den Namen der 9 Musen bezeichnete), ist eins der kostbarsten Denkmäler, die aus der Vorzeit auf uns gekommen sind. Vor Abfassung des Werkes machte er lange Reisen durch Aegypten, Griechenland, Assyrien, Persien etc. etc., wo er beim Sammeln des Materiales ebenso viel Mühe aufwandte wie Gewissenhaftigkeit beobachtete. Sobald er etwas erzählt, dessen Echtheit und Glaubwürdigkeit ihm verdächtig ist, setzt er aufrichtig seinen Zweifel hinzu. Die älteste Ausgabe des Originals (in griechischer Sprache) ist die Aldinische, welche 1502 in Venedig erschien; als eine der besten Ausgaben wird die von Wesseling, Amsterdam 1763, bezeichnet. Die vollständigste Ausgabe lieferte J. Schweighäuser, Strassburg 1816. Zu den besseren Ausgaben in deutscher Sprache gehört die 1811 und 1812 in 2 Bänden in Berlin erschienene von Friedrich Lange. Die vorzüglichste Ausgabe der Neuzeit (wegen der vortrefflichen mit Abbildungen begleiteten Anmerkungen) ist die des Engländers Rawlinson, welche 1858 in London (in 4 Bänden) unter dem Titel erschien: „The History of Herodotus“ by George Rawlinson, M. A. Late Fellow and Tutor of Exeter College, Oxford. Assisted by Col. Sir H. Rawlinson and Sir J. G. Wilkinson, F. R. S.

2) Hirt (in seinen ägyptischen Pyramiden, S. 23 und 25) hebt besonders hervor, dass Herodot nicht die 203 (früher 216) Stufen gemeint haben kann, welche man noch heute an der grossen Pyramide wahrnimmt und vermöge welcher die Reisenden bis auf ihren Gipfel steigen, sondern es sind der Baufolge entsprechende höhere Absätze gewesen, die jedoch zur Zeit Herodot's nicht mehr sichtbar, sondern nach seinem ausdrücklichen Berichte mit genau gefügten Quadern überlegt (also verdeckt) waren. Hirt nimmt die Höhe der Bauabsätze zu 25 Fuss (bei 11 Fuss Breite) an und rechnet dann 17 solcher Absätze, weil er die Höhe der Cheops-Pyramide nur 421 Fuss schätzt. Nach den neuesten bereits vorher angegebenen Bestimmungen von  $483\frac{2}{3}$  Fuss (ursprüngliche) Höhe, würden etwa 19 solcher Absätze vorhanden gewesen sein.

Arten an, so wie mir die Sache erzählt worden ist<sup>1)</sup>. Es wurde nun aber der oberste Theil der Pyramide zuerst vollendet, dann vollendeten sie den untersten Theil derselben, welcher der Erde zunächst ist<sup>2)</sup>.

1) Ueber die Vorarbeiten zum Bane der grossen Pyramide erzählt Herodot in demselben Buche II, §. 124 seines Geschichtswerkes Folgendes:

„Alle Aegypter mussten ihm (dem König Cheops) Frohndienste leisten. Und einige hatte er angestellt, dass sie aus den Steinbrüchen in dem arabischen Gebirge Steine zögen bis an den Nilos, und wenn diese Steine auf Fahrzeugen über den Fluss gesetzt waren, so stellte er andere an, die sie ziehen mussten von da bis an das lybische Gebirge. Und es arbeiteten je zehn Mal zehntausend (also 100000) Mann drei Monden hindurch. Und dauerte, da das Volk also bedrückt war, zehn Jahre, dass sie baueten den Weg, darauf sie die Steine zogen, ein nicht geringeres Stück Arbeit, meines Bedünkens, als die Pyramide selbst; denn seine Länge beträgt 5 Stadien (3000 Fuss), seine Breite zehn Klafter und seine Höhe, da wo er am höchsten ist, acht Klafter, und ist von geglättetem Stein und Bilder darein gegraben. Also darüber vergingen zehn Jahre und über den Hügel, darauf die Pyramiden stehen, und über den unterirdischen Zimmern, die er sich bauete zu seinem Begräbniss auf einer Insel, denn er leitete einen Graben des Nilos hinein. Aber zwanzig Jahre wurde gearbeitet an der Pyramide selbst, deren jegliche Seite ist acht Plethra breit und ist vierseitig, und die Höhe ebenso viel, und ist von geglättetem Stein, sehr gut in einander gefügt und kein Stein ist kleiner denn dreissig Fuss.“

Zur Ergänzung einiger der vorstehenden Mittheilungen diene Folgendes: Diodor (I, 63) setzt den Bau gleichfalls auf 20 Jahre mit 360000 Menschen. Plinius (XXXVI, 17, 3) nimmt dieselbe Zahl Jahre an, vermehrt aber die Arbeiter noch um 6000. d. h. giebt 366000 derselben an. Herodot berichtet auch noch (II, 125), dass an der (grossen) Pyramide mit ägyptischen Buchstaben angegeben sei, was die Arbeiter an Rettigen, Zwiebeln und Knoblauch verzehrten, indem dafür nicht weniger als 1600 Silber Talente bezahlt wurden. Rechnet man das Talent zu 1281 $\frac{1}{4}$  Thaler, so beträgt diese Ausgabe mehr als zwei Millionen Thaler.

2) Herodot's Bemerkung, dass man den obersten (höchsten) Theil der Pyramide zuerst vollendet habe, hat zu verschiedenen Missverständnissen über die ganze Bauweise geführt, obwohl es naturgemäss (wie bei allen grösseren Bauten heute noch) ist, dass man mit der Vollendung (dem Putz etc.) von oben beginnt und dabei entsprechend von oben nach unten abrüstet etc.

Lepsius (in seiner Abhandlung „Ueber den Bau der Pyramiden“, S. 193 und ferner, in den Verhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften von 1843) nimmt an, dass man nicht nur die letzte Bekleidung, sondern auch die Stufenmäntel von oben umzulegen anfang. Auch die grosse Pyramide von Gizeh (Geseh) nimmt Lepsius durch allmälige Umlegung von Stufenmänteln zu ihrer gewaltigen Höhe entstanden an. Zuerst habe man eine mässige Pyramide bis zur Spitze in Stufen vollendet, um diesen Kern aber Stufenmäntel gelegt, welche die Pyramide gleichmässig von oben nach unten vergrösserten. Der betreffende König soll dann in den ersten Jahren eine mässige Pyramide vollendet, nachher aber einen

Von deutschen Schriftstellern, welche sich bemühten, Didor u. A. zu widersprechen und die Angaben Herodot's richtig auszulegen, verdient besonders Hirt (siehe dessen bereits citirte Abhandlung) genannt zu werden. Derselbe bemerkt u. A. (S. 22 und 23) Folgendes:

„Aeusserlich Rampen (schiefe Ebenen) anzulegen, waren Bequemlichkeitsmittel, welche man theilweise für die Gemächlichkeit (beim Aufsteigen) der Arbeitenden, theils zum Transporte, zum Emporführen von Gegenständen verhältnissmässig geringen Gewichts (durch Menschen oder Thiere) benutzte. Aber daraus folgt noch nicht, dass man beim Aufbaue zum Emporheben der oft sehr schweren, behauenen Steine<sup>1)</sup>, diesen unbequemen, langsamen Weg gewählt habe, indem durch ganz einfache Aufziehmaschinen der Bau viel leichter und an mehreren Stellen zugleich gefördert werden konnte. Ein Volk, welches die Räder für den Wagen (Bd. 3, S. 10) erfand, dem man überhaupt tiefe und ausgebreitete Kenntnisse und Kunsterfahrungen zuschreiben muss — kannte gewiss auch die Rolle und die Winde; und wer diese kennt, bedarf bei seinem Bauen der schiefen Ebene nicht, um Steine von einem gewissen Gewichte in die Höhe zu bringen. Es klingt daher sonderbar, von einem Didor zu hören, die Maschinen wären beim Pyramidenbaue noch nicht erfunden gewesen etc.!“

Eine fast gleiche Abfertigung erfährt Didor von Wilkinson in Rawlinson's vorher citirtem vortrefflichen Werke „The History of Herodotus“, Vol. II. Pg. 203, Note 4. Wir verzeichnen die betreffende Stelle unten<sup>2)</sup> und erinnern noch, zur weiteren Bestätigung der Verwendung von Hebmaschinen, an das, was S. 19 über die Rollen (Blöcke) bei den ägyptischen Seeschiffen gesagt wurde. Letzteres verdient durch die betreffenden Ansichten

Mantel nach dem anderen umgelegt haben, so dass er bei etwa früh erfolgendem Tode kein (völlig) unvollendetes Werk hinterlassen musste etc. etc.

1) Es wird behauptet, dass manche Steine ein Gewicht von 90 Tons (1800 Centner) gehabt hätten.

2) Wilkinson bemerkt Folgendes: „The notion of Diodorus that machines were not yet invented is sufficiently disproved by common sense and by the assertion of Herodotus. It is certainly singular that the Egyptians, who have left behind them so many records of their customs, should have omitted every explanation of their mode of raising the enormous blocks they used. Some have imagined inclined planes, without recollecting what their extent would be when of such a height and length of base; and though the inclined plane may have been employed for some purposes, as it was in sieges by the Assyrians and others as a „bank“ (2. Könige XIX, 32 und 2. Sam. XX, 15), for running up the moveable towers against a perpendicular wall, it would be difficult to adapt it to the sloping faces of a pyramid, or to introduce it into the interior of a large temple.“

Dr. Graser's ergänzt zu werden, welche derselbe unter der Rubrik, „das Seewesen der alten Aegypter,“ S. 7 in den „Resultaten der Archäologischen Photographischen Expedition“ des Dr. Dümichen macht.

Es heisst hier (S. 7) also: „Während manche Gelehrte bisher noch zweifelten, ob die Aegypter schon, wie später die Griechen (S. 33), diese Blöcke (Flaschenzugkloben) gehabt hätten (ein Ausrüstungsstück, dessen Fehlen bei so vollkommenen Schiffen, wie den ägyptischen, kein Sachverständiger für möglich halten konnte), finden wir solch einen Block bei Dümichen (aus der Zeit der fünften Dynastie, d. i. aus der zweiten Hälfte des 3. Jahrtausends vor Christo) abgebildet und zwar genau in derselben Form, wie er in manchen Stellen der Takelage noch heute im Gebrauche ist.“

Mit Herodot und den sämmtlichen letztgenannten Schriftstellern übereinstimmend, ist die Darstellung des Pyramidenbaues auf dem grossen, prächtigen und in jeder Beziehung vortrefflichen Oelgemälde des Professors Gustav Richter in Berlin, dessen oberen Theilen (und zwar nach einer treuen Photographie) die hier folgende Abbildung (Fig. 183) entnommen ist.

Der Künstler hat die besondere Bauart (nach Herodot) in eigenthümlichen (etwa 30 Fuss hohen) Absätzen oder Hochstufen und die nach der Ummantelung jetzt noch äusserlich sichtbaren niedrigen, etwa 3 Fuss hohen Stufen, recht augenfällig dargestellt, auch dem Systeme der Rampen (schiefen Ebenen) zum Verkehre der Menschen und Lastthiere in den verschiedenen Etagen Rechnung getragen, zum Heben der behauenen (theilweis geglätteten, sorgsam geschliffenen und polirten) <sup>1)</sup> Bausteine aber geeignete Maschinen gezeichnet, die wir als Rollenzug, Erdwinde und Krahn zu erkennen vermögen.

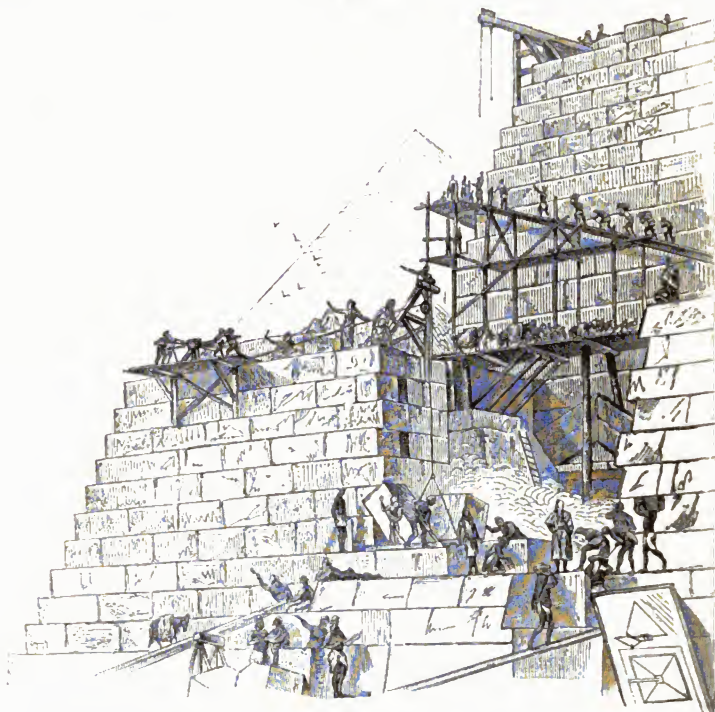
Um den Vertheidigern der schiefen Ebenen (Rampen) und

---

1) Nach Lepsius' Ermittlungen (a. a. O., S. 186) war man bei dem Aneinanderfügen der mächtigen Blöcke so sorgsam, dass man überdies den oberen gewöhnlich noch besonders in den unteren einliess, indem man an Ort und Stelle während des Ansetzens, so viel von dem unteren Blocke, oft nur wenige Linien dick, wegnahm, bis der obere durchaus fest und scharf aufsass. Im Inneren der Pyramide sind die Fugen zwischen Blöcken von 5 bis 6 Fuss Länge und entsprechender Höhe und Tiefe so fein, dass sie buchstäblich in ihrer ganzen Länge kein Haar zwischen sich aufgenommen hätten, und jetzt noch durch die Berührung allein, ohne Mörtel, so völlig zu einer Masse verwachsen sind, dass Stücke, die Lepsius an Ort und Stelle in der Fuge abschlug, aus Theilen von beiden Blöcken bestanden, ohne sich in der Fuge zu spalten. Die Bekleidungsblöcke waren daher nicht auf einander geschoben, sondern auf einander gelegt und aufgepasst.

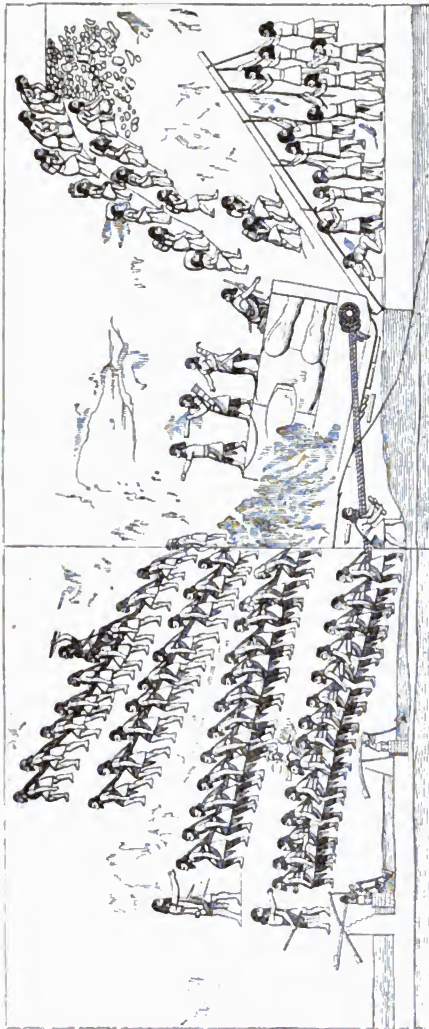
Verwendung der einfachsten Hebel als Hebebäume beim Fördern von Lasten auf geringe Höhen ein Beispiel zu citiren, wo diese Transportweise (seiner Zeit) in der That einen gewissen Anspruch auf rationelle Anwendung hatte, entlehnen wir dem Layard'schen Werke „Niniveh und Babylon“ (übersetzt von

Fig. 183.



Zenker) die folgende Abbildung (Fig. 184), welche das Hinaufbringen, theilweise Erheben eines grossen Stierbildes für den Palast von Kujundschiik (Niniveh) an der Ostseite des Tigris, Mosul gegenüber, darstellt. Die Zeichnung ist einem von Layard an Ort und Stelle aufgefundenen Basrelief entnommen.

Fig. 184.



Da diese Figuren 40 bis 50 Tons (800 bis 1000 Centner) wogen und volle zwanzig Fuss (englisch) ins Gevierte massen, so war das Hinaufbringen auf die Plattformen, worauf die Paläste standen (für die damalige Zeit), keine leichte Arbeit. Man erkennt zuerst, dass das kolossale Stierbild auf eine Schleiße auf eine Schleiße gelegt ist, deren Gestalt mit der des Flussbootes Ähnlichkeit hat, in welchem der rohe Block aus dem Steinbruche herbeigeschafft wurde. Die Schleiße wird an Tauen gezogen, durch Hebebäume gehoben und vorwärts geschoben. Die einzelnen Ziehgurte der betreffenden Arbeiten sind an diesen Tauen so befestigt, wie das heute noch in ähnlichen Fällen zu geschehen pflegt. Um den nöthigen Drehpunkt der grossen hölzernen Hebebäume (Hebel) zu erhalten, benutzte man Keile von verschiedener Grösse, wie u. A. zwei derselben und deren Handhabung in Fig. 184 zu erkennen sind. Bei-

läufig gesagt, wird in unserer Quelle noch hervorgehoben, dass bei geebnetem, festem Boden auch Walzen unter die Schlittenkufen gebracht wurden, um den Zugwiderstand möglichst zu vermindern.

Auf unserer Abbildung bemerkt man auf dem Stiere vier Beamte, von denen der erste, wie es scheint, mit den Händen klatscht, um die Bewegung der ziehenden Gefangenen zu regeln (die übrigens noch durch an der Spitze jeden Zuges gehenden Zuchtmeister zur Arbeit angetrieben werden), während der zweite in eine Trompete bläst, um geeignete Zeichen zu geben, der dritte Beamte scheint denen Anweisung zu geben, welche die Unterlagen (Walzen?) unter den Schlittenkufen zu ordnen haben. Der vierte Beamte endlich (der am hinteren Rande der Figur kniet), ertheilt denen, welche die Hebebäume haben und die Keile als Drehpunktstellen der Hebel reguliren etc., geeignete Befehle.

Der rechts liegende obere Theil unseres Bildes soll die Herstellung von Erdwerken darstellen. Die aufwärts steigenden Arbeiter tragen grosse Steine und durch Stricke auf dem Rücken festgehaltene Körbe, die mit Ziegeln, Erde und Schutt gefüllt sind. Oben angelangt, entledigen sie sich ihrer Bürde und gehen wieder in derselben Ordnung herunter, wie sie herauf kamen, um eine neue Ladung aufzunehmen etc.

Am unteren Theile von Fig. 184 (genau der Layard'schen Basrelief-Abbildung entnommen) ist entweder ein Fluss dargestellt, der sich in zwei Arme theilt und eine Insel bildet, wie der Tigris (bei Mosul), Kujundschik gegenüber, oder der Zusammenfluss dieses Stromes mit dem Flusse Khausser, der damals wahrscheinlich gerade am Fusse dieses Hügels stattfand. An gemauerten Uferstellen sieht man Leute Wasser schöpfen und zwar mit Hilfe einer sehr einfachen Vorrichtung, die im Orient, ebenso wie im südlichen Europa, noch jetzt zur Bewässerung allgemein üblich ist und in Aegypten „Schaduf“ genannt wird. Diese Maschine besteht aus einem hebelartigen Baume, der auf einer gemauerten Unterlage im Gleichgewicht gehalten wird und sich um einen Zapfen dreht; an dem einen Ende desselben ist ein Stein, an dem anderen ein Wassereimer befestigt, welcher, nachdem er in das Wasser hinabgelassen und gefüllt ist, mit Hilfe des Gegengewichts leicht empor gehoben werden kann und dann in eine Rinne ausgegossen wird, die mit den verschiedenen durch die Felder laufenden Wassergräben in Verbindung steht.

Dass die Griechen Hebel, Rollenzüge, Winden etc. zum Fördern (Heben) fester Körper verwandten und derartige Maschinen zweifellos zum Emporbringen der gewaltigen und bearbeiteten Steine ihrer Prachtbauten benutzten <sup>1)</sup>, erhellt wieder aus der Ver-

---

1) Von den Berichten mancher älteren Schriftsteller darf man sich nicht irremachen lassen. So erzählt z. B. Plinius (XXXVI, 21) von dem bereits oben citirten Dianentempel zu Ephesus, dass jede der 127 jonischen Säulen dieses Tempels 60 Fuss Höhe und dieser Höhe gemäss so gewaltige Gebälke gehabt habe, dass es staunenswerth sei, wie man solche Gewichte habe heben können. Der Baumeister (Chersiphron) habe dies dadurch erreicht, „dass er bis über die Capitäle der Säulen sich gemach erhebende Berge von lauter mit Sand gefüllten Körben



wendung mehrerer dieser Maschinen bei ihren Schiffen, wie bereits S. 32 (Anordnung der Steuerruder damaliger Schiffe), mehr aber noch aus den Beschreibungen, welche Vitruv<sup>1)</sup> von verschiedenen Hebmaschinen für Bauzwecke liefert, die gewiss alle mehr oder weniger (ägyptisch-) griechischen Ursprunges sind. Was aber endlich an der Gewissheit dieser Behauptung noch fehlen sollte, wird dadurch vervollständigt, dass die Römer ihr schweres Geschütz (ebenfalls vollständige Maschinen), nämlich die Spitz- oder Pfeilgeschütze (Katapulten) und die Wurfgeschütze (Ballisten), die nachher speciell besprochen werden sollen, von den Griechen entlehnten, sowie dass die Erfindung dieser schweren Geschütze wahrscheinlich 400 vor Christi gemacht wurde und zwar in Sicilien bei Gelegenheit der bedeutenden Zurüstungen des Dionysios von Syrakus zu einem Kriege gegen die Karthager.

Im 2. und 3. Capitel des 10. Buches beschreibt Vitruv ein Hebzeug, was Perrault in der von ihm besorgten Ausgabe „der Architectur des Vitruv“ so darstellt, wie dies Fig. 185 erkennen lässt. Die Beschreibung lautet in völlig freier Uebersetzung wie folgt:

„Zur Anordnung und zum Aufrichten von Hebzeugen, wie sie beim Baue der Tempel und anderer öffentlicher Gebäude unumgänglich nothwendig sind, heftet man drei Rüstbäume oben mit einem Bolzen so zusammen, dass man sie unten aus einander stellen kann, nachdem man zugleich am oberen Ende dieser Bäume Seile *DD* und *F* derartig befestigt hat, dass diese zum Halten und Spannen dienen können, wenn man die Bäume zu einer Art Dreifuss so erhoben hat, wie dies die nachfolgende Figur 186 ohne Weiteres erkennen lässt.

---

aufführen liess, und die unteren nach und nach ausleerte, bis sich das Stück allmählig in sein Lager senkte.“ Wie er das schwere Gebälke erst auf die grösste Höhe schaffte, verschweigt Plinius! Gewiss nicht ohne Seilzüge, Winden etc. etc.

1) Marcus Vitruvius Pollio, aus Verona, lebte um die Zeit von Christi Geburt, that anfänglich unter Cäsar Kriegsdienste und erhielt von Augustus die Aufsicht über die Kriegsmaschinen und öffentlichen Gebäude. Rom wurde durch die von ihm entworfenen Baue sehr verschönert. Sein Werk „Von der Baukunst“ besteht aus zehn Büchern, und ist, leider ohne die dazu gehörigen Zeichnungen, vollständig erhalten worden. Das zehnte Buch ist speciell den Maschinen gewidmet. Eine der ältesten Ausgaben dürfte die 1521 in Como erschienene sein, welche bereits in Bd. 2, S. 15 benutzt wurde. Hier wurde die 1784 in Paris erschienene vom Dr. Perrault besorgte Ausgabe angewandt, sowie die des Baumeisters Rode, Leipzig 1796. Die Ausgabe in Imperialformat, welche Marinino 1836 in Rom unter dem Titel veröffentlichte „Vitruvii de Architectura“, steht hinsichtlich der Abbildungen weit hinter Perrault.

Oben wird an der Verbindung ein Kloben (auch Flasche genannt) angebunden, in welchem sich zwei um Achsen bewegliche Rollen befinden. Ueber diese Rollen legt man ein Zugseil, dessen eines Ende am Bolzen befestigt ist, welcher

Fig. 185.

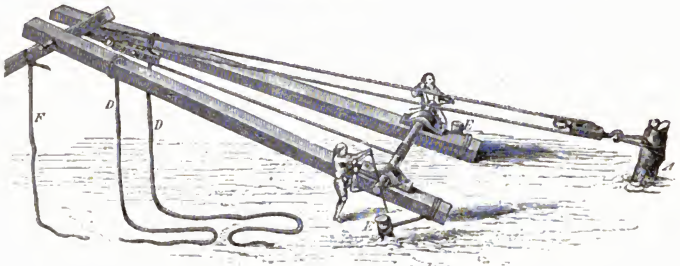
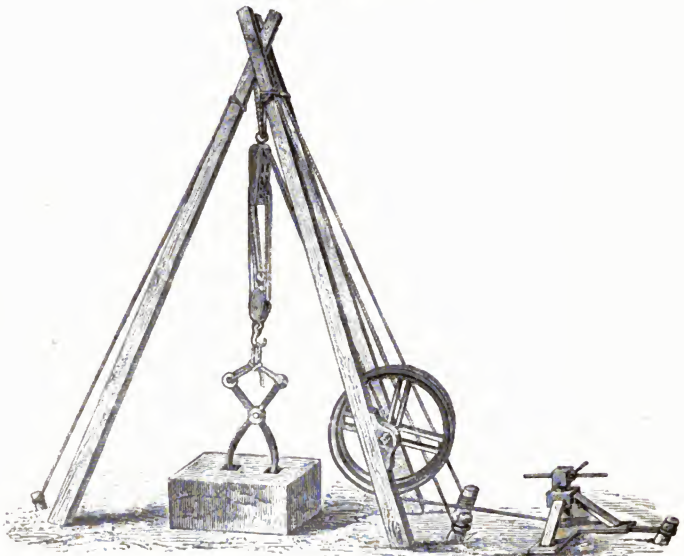


Fig. 186.



oben die Rüstbäume zusammenhält, führt dieses Seil über die Rolle einer losen (bei A befestigten) Flasche und verbindet das andere Seilende mit der Welle eines Kreuzhaspels, an dessen vier Arme oder Windehebel Arbeiter angreifen und die Umdrehung der gedachten Welle bewirken. Geschieht aber letzteres,

so wird sich die ganze Zusammenstellung (Dreifuss, Flaschenzug und Haspel) gleichsam von selbst aufrichten, sobald man bei *A* und *EE* derartig feste Punkte (schräg gerammte Pfähle) so gewählt hat, wie es die Abbildung erkennen lässt. Nach vollendeter Aufrichtung nehmen (wie schon erwähnt) die drei Rüstbäume die Lage von Fig. 186 an und der Haken der losen Flasche (bei *A*) dient zur Befestigung oder zum Anhängen der zu hebenden Baumaterialien.

Im vierten Capitel desselben Buches bespricht Vitruv noch ein anderes für sehr gewichtige Lasten bestimmtes Hebzeug, dessen Abbildung in der citirten Perrault'schen Ausgabe so versucht ist, wie aus Fig. 186 erhellt.

Hier enthalten die Kloben (Flaschen) sowohl oben als unten mehrere Rollen und zwar die (obere) feste Flasche, solche sowohl neben als über einander. Die freien Seilenden gehen von den Rollen der oberen Flasche über die Achse eines Wellrades, während vom Umfange des letzteren ein anderes Seil zur stehenden Welle einer sogenannten Erdwinde geführt ist. An den vier horizontal gerichteten Hebelarmen oder Ziehbäumen (Schwengeln), welche durch den Wellkopf der Erdwinde gesteckt sind, fassen die beim Fördern mit umlaufenden Arbeiter mit an etc. Der an der losen Flasche aufgehängene Baustein wird mittelst einer sogenannten Scheerklaue gefasst und gehalten. Man erkennt sofort, dass mittelst dieser Combination von Flaschenzug mit Radhaspel und Erdwinde schon Lasten von sehr bedeutendem Gewichte gehoben werden konnten.

Welche enorm bearbeiteten Steinmassen die Römer bei ihren späteren Bauten zu heben verstanden, erhellt unter Anderem aus den Ueberresten der Tempel zu Baalbeck <sup>1)</sup> oder des alten Heliopolis (die Sonnenstadt). Wilkinson <sup>2)</sup> giebt daselbst Steine von 60 Fuss Länge, 12 Fuss Breite und 9 Fuss Dicke an, deren Gewicht also über 7200 engl. Centner oder über 360 Tons <sup>3)</sup> betragen. Fiedler hat (nach seinem vorher citirten Aufsätze) noch 1870 in den Steinschichten der Baalbecker Tempelruinen Baustücke von 31 Fuss Länge, 13 Fuss Höhe und von 9 Fuss 7 Zoll Dicke gefunden, welche alle aus einem Steinbruche im Süden der Stadt stammen, etwa 20 Minuten von den Ruinen entfernt, wo man noch heute einen auf drei Seiten schon vollständig bearbeiteten Block sieht, der die genannten noch an Länge übertrifft und dessen Gewicht auf über 20000 Ctnr. (?) geschätzt worden sein soll. Wie es möglich war, solche Lasten zu bewegen, aus dem Steinbruche an Ort und Stelle zu

1) Neuere Angaben datiren die Tempelbauten von Baalbeck (im Paschalik Akre von Syrien, am Fusse des Antilibanon, 15 bis 16 Stunden von Damaskus) aus den Zeiten des Trajan (98—117 nach Chr.). Man sehe u. A. einen sehr ansprechend unter dem Titel „Ein Besuch im alten Heliopolis“ von C. Fiedler geschriebenen Aufsatz in der Dove'schen Wochenschrift „Im neuen Reich“. Nr. 29 (1872), Seite 81 und 148.

2) A Popular Account of the Ancient Egyptians, Vol. II, Pg. 299.

3) Rechnet man das Steingewicht nur doppelt so gross als Wasser, so ergibt sich für das Volumen von  $60 \times 12 \times 9 = 6480$  Cubikfuss engl. ein Gewicht von  $125 \times 6480 = 810000$  Pfd. = 7232 Ctnr. engl. = 361,6 Tons. Das Gewicht eines engl. Cubikfusses Wasser zu 62,5 Pfd. vorausgesetzt.

bringen und dort auf eine Höhe von 20 Fuss zu heben, ist dem genannten Berichterstatler Fiedler (wie vielen Anderen) ein Räthsel <sup>1)</sup>).

Die Einwohner belehren die Reisenden, dass Bauten mit derartigem gewaltigen Materiale (beispielsweise auch der Tempel Salomo's) nur mit Hilfe höherer Wesen ausgeführt worden wären <sup>2)</sup>.

Es dürfte hier die passendste Stelle sein, auf beide Gattungen der bereits oben Seite 9 erwähnten Kriegsmaschinen der Alten speciell einzugehen, welche wir mit dem Namen der „schweren Geschütze“ bezeichneten und wovon die Katapulten <sup>3)</sup> (Pfeilgeschütze) die Stelle unserer Kanonen vertraten, d. h. horizontal oder unter geringer Elevation schossen, die anderen, die Ballisten <sup>4)</sup> (Steingeschütze) zum Werfen schwerer Steine unter verhältnissmässig grosser Elevation (bis 45 Grad) dienten und statt unserer heutigen Mörser benutzt wurden <sup>5)</sup>.

Eine Katapulte nach der Beschreibung des Ammianus Marcellinus <sup>6)</sup>, wie sie der sächsische Ingenieur-Officier Weinlig in der unten citirten Hülse'schen Maschinenencyklopädie darstellt, lässt nebenstehende

1) In der neueren Zeit hat man noch viel gewaltigere Massen auf nicht geringe Höhen zu heben verstanden. Wir erinnern namentlich an die Eisenblechkästen der R. Stephenson'schen Röhrenbrücke für die Eisenbahn über die Menai-Straits, wovon einzelne (Bd. 1, S. 3) nicht weniger als 38280 Ctr. wogen. Wir kommen nachher auf die hierbei benutzten Hebmaschinerien speciell zu sprechen.

2) Von dem prachtvollen Sonnentempel des alten Heliopolis fand Fiedler (a. a. O. S. 91) noch einige der kolossalen Säulen, welche den Umgang dieses Bauwerkes bildeten, die unten einen Durchmesser von  $7\frac{1}{4}$  Fuss, oben von  $6\frac{1}{2}$  Fuss hatten, bei einer Höhe von 75 Fuss mit Basis und Capital; sie trugen noch ein decorirtes Gebälke, welches sich sammt Fries und Gesimse noch etwa 14 Fuss über den Säulen erhob.

3) Von *καταπέλτης*, durch den Stoss wirkend.

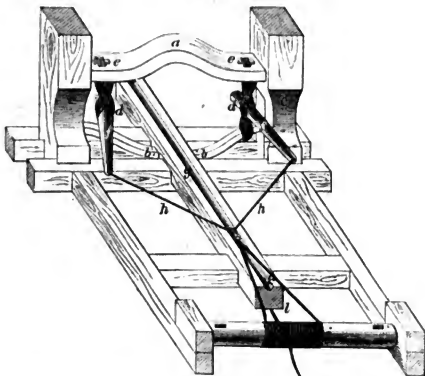
4) Von *βάλλειν*, werfen.

5) Ausführlich berichtet wird über beide Geschütze (unter dem griechischen „Euthytona“ und „Palintona“) in dem vortrefflichen Werke: „Geschichte des griechischen Kriegswesens.“ Nach den Quellen bearbeitet von Rüstow und Dr. H. Köchly. Aarau 1852, S. 378—405. Ferner in Hülse's „Maschinen-Encyklopädie“, Artikel: „Belagerungsmaschinen der Alten“, von E. Weinlig verfasst.

6) Ammianus Marcellinus war ein römischer Geschichtsschreiber, welcher im 4. Jahrhundert nach Christi lebte. Der Werth seiner Geschichte (in 31 Büchern von Nerva bis Valens) liegt namentlich in der Mannigfaltigkeit des Stoffes. Eingestreuete Urtheile und Betrachtungen machen seine Bücher lehrreich und unterhaltend. Erste Ausgabe von F. Lindenbrog, Hamburg 1609. Uebersetzt von J. A. Wagner, Frankfurt a. M. 1792—94.

Figur 187 erkennen <sup>1)</sup>. Diese Maschine hat offenbar die grösste Aehnlichkeit mit den Flitzbogen der Kinder und unseren Armbrüsten (Schnüpper oder Rüstungen), wie sie heute noch u. A. bei den Dresdener Bogenschützen gebräuchlich sind und wobei die Enden eines stählernen Bügels durch eine Sehne, gespannte Saite etc. vereinigt sind und durch das fernere Anspannen der Sehne zum Fortschleudern (Schiessen) von Bolzen oder Pfeilen geeignet werden. Ein gehöriges mit Abzug versehenes Schloss hält die Sehne in der stark gespannten Lage.

Fig. 187.



Bei der Katapulte unserer Abbildung wurde die Schusskraft hauptsächlich durch die elastische Spannung hervorgebracht, in welche man ein hölzernes Wangenpaar *ab* versetzt, deren Enden in ebenfalls hölzerne Säulen *cc* eingelassen waren. Zwischen beide Wangen *ab* spannte man in S förmigen Windungen Hanfstränge *dd* (bildete sogenannte Wring-, Wrill- oder Torsions-Federn), steckte durch die Mitte der Windungen hölzerne Arme (Katapultenarme) *ff* und verband schliesslich beide Arme durch eine gehörig starke Sehne *h*. Zog man nun letztere durch ein passendes Windewerk (Haspel) *i* gehörig an, so näherten sich die Katapultenarme *ff* einander, die ganze Maschine wurde in eine entsprechende Spannung versetzt und letztere dadurch erhalten, dass man die Sehne *h* durch eine Sperrung (Schloss) *k* festhielt <sup>2)</sup>. In die Leitrinne *g* wurde der abzuschliessende Pfeil gelegt, das Geschütz gerichtet und

1) Abbildungen (in Holzschnitt) griechischer Horizontalgeschütze (Euthytone) finden sich auch in dem citirten (Hauptwerke) von Rüstow und Dr. Köchly, sowie lithographirt in den Verhandlungen der 24. Versammlung Deutscher Philologen und Schulmänner in Heidelberg, vom 27. bis 30. Septbr. 1865, S. 223 ff.

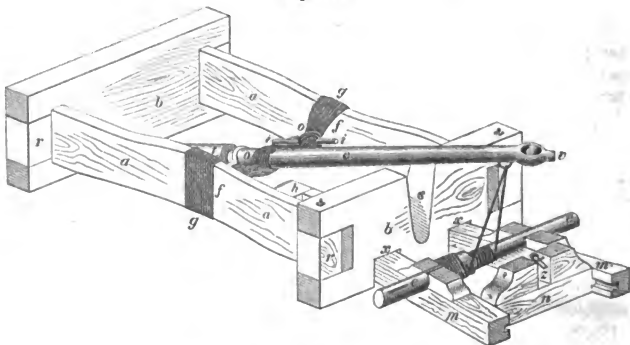
2) Abbildungen von Schloss, Drücker, Abzug etc. bei Rüstow und Dr. Köchly a. a. O. S. 384.

dann mittelst eines (in unserer Figur nur durch den Buchstaben *l* angedeuteten) Abzuges abgedrückt.

Die Wirksamkeit der Katapulten ist keine ganz geringe gewesen. So berichten Rüstow-Köchly von einer Katapulte, welche bei einem Gewichte der Spannerven von 12 Minen (5 Kilogramm)  $3\frac{1}{2}$  Stadien (2100 Fuss) weit schoss. Das Schnellgeschütz des Dionysios von Alexandria schleuderte einen Pfeil von 25 Daktylen (18 Zoll rheinl.) auf etwas über ein Stadion (600 Fuss)<sup>1)</sup>. Nach neueren Angaben<sup>2)</sup> schleuderte die Katapulte mit genügender Sicherheit und Percussion unter der grössten Elevation (12 bis 15 Grad) Geschosse von  $1\frac{1}{2}$  Pfund Gewicht auf die Entfernung von 200 Schritt. Auf 60 Schritt soll ein solcher Pfeil noch im Stande gewesen sein, ein  $1\frac{1}{2}$ zölliges Brett zu durchbohren.

Eine Balliste, ebenfalls nach der Beschreibung des Ammianus Marcellinus<sup>3)</sup>, ist Fig. 188 abgebildet. Hier sind *aa* zwei gebogene, sich federnde

Fig. 188.



hölzerne Bohlen, die man an ihren Enden in Querriegeln *bb* verspannte. An der Stelle der grössten Biegung, in der Mitte *g* der Bohlen *aa*, brachte man starke Stricke oder Tæue *ff* in der aus der Abbildung erkennbaren Weise, d. h. so an, dass sich dieselben abwechselnd um beide Bohlen *a* in geeigneter Weise herumschlangen. Hierdurch erlangte man, dass sowohl in der Mitte ein Arm *c*, von der Gestalt einer Wagen- (Karren-) Deichsel einzubringen, als auch eine Art Reitels *i* (Rundeisenbolzen) zum gehörigen Spannen des Strickwerkes *ff* eingeführt werden konnte. Ein geeigneter Gegenhalter *o* verhinderte das Zurückdrehen des Reitels *i* und somit das Nachlassen der Gewalt des nun ebenfalls zu einer Torsionsfeder angeordneten Strickwerkes. Nahe dem obersten Ende *v* war der Arm *c* löffelartig geformt, um das betreffende Geschoss in die

1) A. a. O. S. 390.

2) Deimling in den oben citirten Verhandlungen der Philologen etc. *Versammlung in Heidelberg*, S. 229.

3) Hülse, „*Maschinenencyklopädie*“, Bd. I, S. 849.

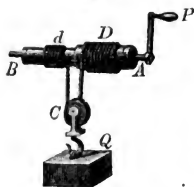
entsprechende Höhlung  $d$  legen zu können. Mit den vorderen Querriegeln  $bb$  des Gestelles verband man Langhölzer (Schwellen)  $mz$  und vereinigte diese mittelst eines Querriegels  $n$  zu einem schwalbenschwanzförmigen Rahmenwerke, um daselbst eine Haspelwelle  $ee$  lagern zu können. Nach Art der bereits vorher (Seite 326, Fig. 185) abgebildeten Winde (eines Kreuzhaspels) <sup>1)</sup> konnte man durch die Enden der Welle  $e$  Arme (Hebel) stecken und Seile aufwickeln, durch welche der Wurfarm  $c$  niedergezogen und die ganze Maschine in die zur Action erforderliche (schliessliche) Spannung versetzt wurde. Das Ende  $v$  des Armes  $c$  war dann mit einem Abzuge  $s$  in Verbindung gebracht, dessen Sperrung durch einen Hammerschlag gelöst (aufgehoben) wurde, wenn der Wurf geschehen sollte.

Eine Balliste zum Kugel- oder Pfeilwerfen (oft balkenähnliche Pfeile), welche fast ganz der vorher beschriebenen in Fig. 187 abgebildeten Katapulte gleicht, lässt Fig. 190 erkennen. Die Darstellung ist den bereits wiederholt citirten Philologen-Verhandlungen entlehnt und ist daselbst (Tafel II, Fig. 3) als „Abbildung der Ballisten im Original“ bezeichnet.

Man erkennt hier zuerst die unter circa 45 Grad gegen den Horizont geneigte Läuferbahn (die Leiter), aus zwei Leiterbäumen bestehend, an deren unterem Viertel wiederum ein Kreuzhaspel zum Anspannen der Wurfarme sichtbar ist. Die Wurfarme sind hier, zur Erzielung einer schrägen Kraft-richtung, unter einem Winkel in die aus Tau- oder Seil-Windungen gebildeten

1) Unserer Abbildung entsprechend ist die Winde eine sogenannte „Differenzialwinde“, oder eine chinesische Winde, da sie angeblich von den Chinesen erfunden worden sein soll. Ihr Wesen besteht

Fig. 189.



darin, dass die zu hebende Last  $Q$  an einer losen Rolle  $C$  aufgehängt ist, während sich das tragende Seil mit einem Ende auf einem dickeren Wellentheile vom Durchmesser  $D$  auf- und mit dem anderen Ende gleichzeitig von einem dünneren Wellentheile vom Durchmesser  $d$  abwickelt. Die Achse  $AB$  der Welle ist dabei gehörig gelagert und deren Verlängerung zu der bekannten Handkurbel (Bd. I, S. 227) umgebogen. Bezeichnet man die Höhe der letzteren mit  $a$ , so durchläuft der Angriffspunkt von  $P$  während einer Umdrehung den

Weg  $2a\pi$ , während die Last, um  $2R\pi$  gehoben, gleichzeitig aber auch um  $2r\pi$  gesenkt wird, so dass ihre Förderhöhe  $2\pi(R-r)$  beträgt und demnach die Gleichung erhalten wird:

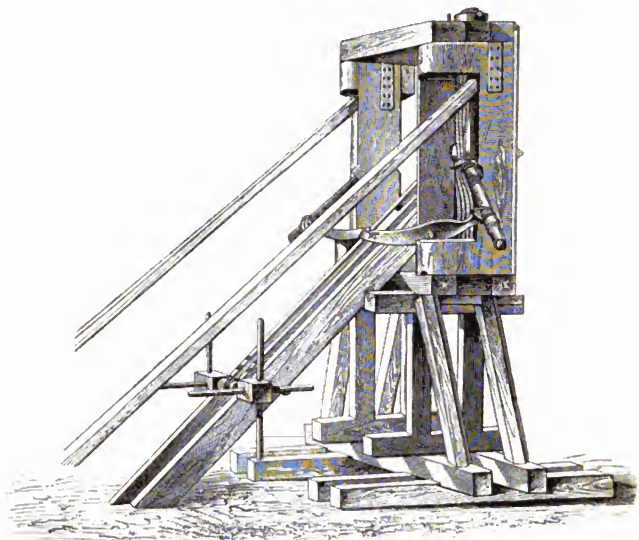
$$2a\pi P = \pi D \cdot \frac{Q}{2} - \pi d \cdot \frac{Q}{2}, \text{ woraus also folgt:}$$

$$\frac{P}{Q} = \frac{D-d}{a} \cdot \frac{Q}{2}.$$

Man hat es hiernach völlig frei in der Hand, das Verhältniss von  $\frac{P}{Q}$  beliebig zu ändern und eine um so kleinere Kraft  $P$  bei einer gegebenen Last  $Q$  in Anwendung bringen zu können, je kleiner die Differenz der Durchmesser  $D-d$  der betreffenden Wellentheile ist.

Spannnerven (Torsionsfedern) eingesteckt, sowie deren Bogensehne (in der Abbildung als schlaff dargestellt) von einem breiten geflochtenen Gürtel gebildet wird, womit man Steinkugeln oder Pfeile besser zu umfassen und sicher zu führen im Stande war. Schöne Abbildungen von Ballisten aus den Zeiten der Kreuzzüge liefert Violet-le-Duc<sup>1)</sup>.

Fig. 190.



Mit solchen Ballisten will man Wurfweiten bis zu 4 Stadien oder 1000 Schritt erreicht haben. Bei  $1\frac{1}{2}$  bis  $2\frac{1}{2}$  Stadien sollen 27pfündige (30minige) Kugeln noch Holzdecken von 5 Zoll Dicke, die auf 12 Fuss frei lagen, durchgeschlagen haben<sup>2)</sup>.

Wieder zu den Ortsveränderungsmaschinen für friedliche Zwecke zurückkehrend, entlehnen wir (bei völligem Mangel anderer geeigneter Quellen) dem vorgenannten Werke Violet-le-Duc's<sup>3)</sup> (Artikel „Engin“) einige Abbildungen von Aufzugsmaschinen aus der Zeit des 9. und 12. Jahrhunderts.

1) Dictionnaire Raisoné de L'Architecture Française du XI. au XVI. Siècle, Tome V, Pg. 222, Artikel „Engin“.

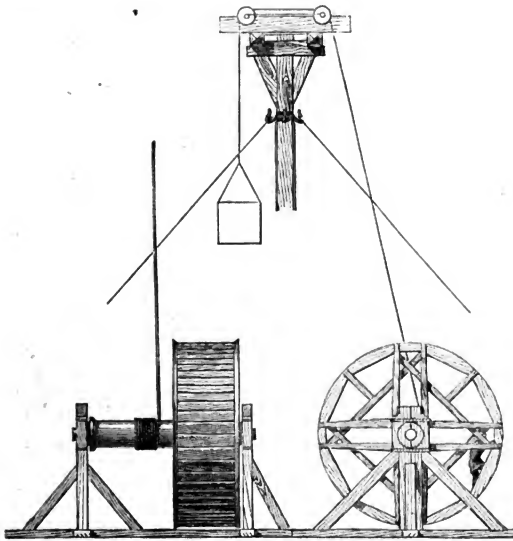
2) Rüstow-Köchly, „Geschichte des griechischen Kriegswesens“ S. 399.

3) A. a. O. Pg. 212, 215 und 217.



In Fig. 191 dient ein Laufrad der Bd. 1, S. 238 beschriebenen und besprochenen Art zur Aufnahme eines Arbeiters, der besonders durch sein Gewicht wirksam werden soll. Die zu hebende Last hängt an einem Seile, welches sich mit dem anderen Ende auf die Laufradwelle wickelt. Das betreffende Gerüst, welches an seiner höchsten Stelle zwei Leitrollen trägt, besteht aus einem Ständer, der oben ein verstreutes Kreuz bildet und dessen senkrechte Stellung mit dadurch erhalten wird, dass man geeignete Taue oder Ketten nach verschiedenen Richtungen hin von oben ab bis zum benachbarten Erdboden hinabführt und daselbst gehörig befestigt.

Fig. 191.



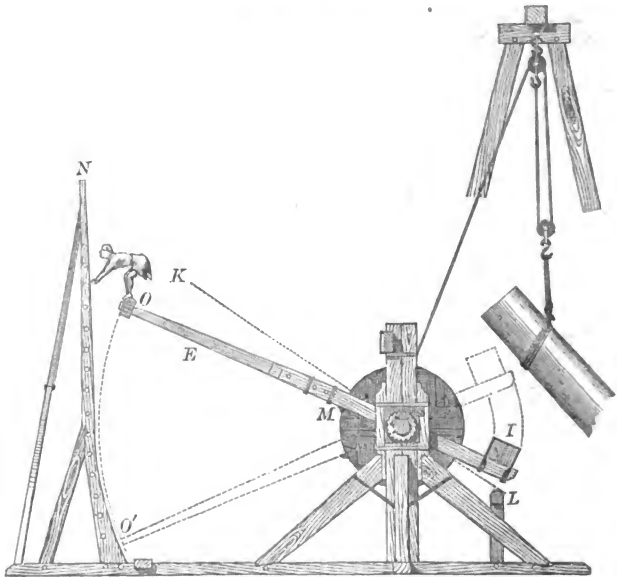
Violet-le-Duc führt an<sup>1)</sup>, dass er die Anordnungen dieser Aufzugsmaschinen Glasmalereien und Vignetten von Manuscripten entlehnt, jedoch auch in das Constructionsgerüst der Gegenwart gebracht habe.

Die zweite interessantere derartige Maschine ist Fig. 192 abgebildet. Zum Aufwickeln des Lastseiles, welches hier noch mit einem Flaschenzuge in Verbindung gebracht ist, dient wieder eine horizontale, gehörig gelagerte Welle, deren rückgängige Bewegung durch ein ausserhalb am Maschinengestelle an-

1) A. a. O. Pg. 213. Der Verfasser bezieht sich dabei besonders auf die Hebung Monolithen bildender Säulen der Cathedralen von Mantes und Langres, der Kirche von Semur en Auxois etc. etc.

gebrachtes Sperrrad mit Klinke verhindert wird. Auf gedachter Welle sind in weitem Abstände von einander zwei kreisförmige Scheiben (nach Art der jetzt gebräuchlichen eisernen Rosetten) *M* lose aufgeschoben und jede dieser Scheiben mit einem Arme *E* fest vereinigt, so dass sich *E* und *M* immer gemeinschaftlich (als ein Ganzes) bewegen müssen. Um nun durch eine abwechselnd oscillatorische Bewegung des Arm- und Scheibensystemes *EM* eine absatzweise, aber stets nach derselben Richtung stattfindende Umdrehung der vorhandenen Horizontalwelle zu erzeugen und dadurch ein Aufwickeln des vom Flaschenzuge herabkommenden Seilendes zu bewirken, bedurfte es nur einer

Fig. 192.



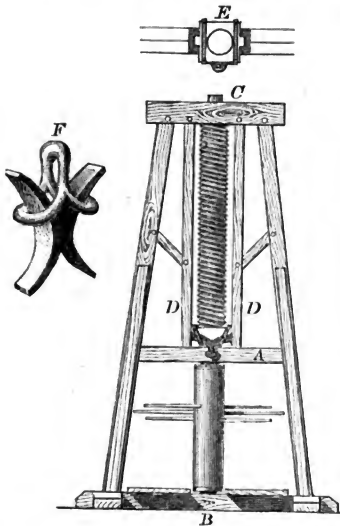
geeigneten Anordnung von sogenannten Ziehklinken an den Seiten der Scheiben *M* und correspondirenden Vertiefungen im Umfange der horizontalen Welle <sup>1)</sup>, wobei Violet-le-Duc angiebt, dass die Zahl der mit jeder Scheibe *M* ver-

1) Dieselben Mittel sind bei der Ankerwinde von Lenox in London (Bd. 1, S. 221) in Anwendung gebracht, um die oscillatorischen (schwingenden), auf- und abgerichteten Bewegungen des Schwing- oder Druckbaumes in eine Drehbewegung der horizontalen Welle umzusetzen, um welche die Ankerketten (Täue) einige Male geschlungen und zum freien Ablaufen geeignet gemacht werden etc.

bundenen Ziehklinken acht betragen habe und zwar im Kreisumfange gleichweit von einander abgehend.

Hiernach ist es nun leicht, mit Hilfe von Fig. 192 die Wirkungsweise der ganzen mechanischen Combination zu verstehen. Auf einem kräftigen Riegel an den äussersten Enden *O* des Verbandes von *EM* nehmen eine Anzahl Arbeiter (nach unserer Quelle sechs) neben einander Platz, wobei beachtet werden muss, dass im Ruhezustande *EM* die höchste (in der Abbildung durch die punktirte Linie *KL* angedeutete) Lage einnimmt und die Arbeiter daher auf der daneben aufgestellten Sprossenleiter zur gedachten Höhenstelle gelangen. Indem nun die Arbeiter mit ihren Händen die Leitersprossen so erfassen, wie die Fig. 192 erkennen lässt, bewirken dieselben durch die Zugkraft ihrer Arme und durch ihr absolutes Gewicht den Niedergang des Armsystemes *EM* und damit eine Umdrehung der horizontalen Welle, auf welcher sich das vom Flaschenzuge kommende Zugseil aufwickelt. Haben die Arme *EM* die tiefste Stelle *O'* erreicht und verlassen die Arbeiter ihren Platz, so bewirkt ein Gegengewicht *J* das Aufwärtsgehen bis zur Anfangslage *KL* etc. etc.

Fig. 193.



Von einer eigenthümlichen Hebmachine der damaligen Zeit, wobei die Schraube eine Hauptrolle spielt, liefert Violet-le-Duc<sup>1)</sup> nach Villard de Honnecourt<sup>2)</sup> die Abbildung Fig. 193. Eine starke hölzerne (scharfgängige) Schraube bildet gleichsam nach oben hin die Fortsetzung von einer stehenden Winde, deren unterer (Spur-) Zapfen im Schwellwerke *B* des Maschinenengerüstes gelagert ist, während sich in *A* eine Art Halslager und ganz oben in *C* ein zweites Lager für die Schraube vorfindet. Die zur Schraube gehörige Mutter (über *C* in unserer Abbildung in der Ansicht von oben gezeichnet und durch den Buchstaben *E* markirt) nimmt in Fig. 193 die möglichst tiefste Lage ein und ist an einer Drehung durch seitlich (in *E* sichtbare) vorspringende Prismen gehindert, welche in verticalen Nuthen zweier Ständer *D* Platz finden und der Mutter gleichzeitig

zur Führung dienen. Zur Aufnahme der zu hebenden Last ist die Mutter mit einem Haken versehen, in welchem ein eigenthümliches Gehänge *F* befestigt

1) a. a. O. Artikel „Engin“, S. 217.

2) Album de Villard de Honnecourt (S. 216).

werden kann, welches mittelst zweier in geeigneter Weise gebogenen Eisenkeile zugleich eine sogenannte Steinzange abgiebt. Wie bei allen Schraubenwerken, wird hier viel Kraft durch Reibung verzehrt, wenn auch die Multiplication der Kraft eine verhältnissmässig grosse ist.

Wie bereits oben (S. 321) erörtert wurde, hat man krahntartige Hebmaschinen <sup>1)</sup> wahrscheinlich schon beim Baue der ägyptischen Pyramiden anzuordnen verstanden und in Anwendung gebracht.

Zu den ältesten auf uns gekommenen Abbildungen eines Krahnes dürfte (vielleicht) die gehören, welche ebenfalls Violet-le-Duc in dem vorher citirten Werke liefert <sup>2)</sup> und wovon Fig. 196 und 197 eine Copie ist. Dabei

1) Unter „Krahn“ oder Kranich versteht man überhaupt eine Maschine, durch welche eine Last in verticaler Richtung gehoben oder gesenkt, zugleich aber auch in eine geeignete Drehbewegung im Kreise oder zu einer fortschreitenden geradlinigen Bewegung, oder endlich in letztere beiden Bewegungen zugleich versetzt werden kann. Dabei wird die zu transportirende Last gewöhnlich an dem äussersten Ende eines schräg gerichteten Balkens aufgehängt, welchen man den Ausleger (Krahnbalken oder Schnabel) nennt; der in schräger Richtung gehörig gestützt und verstrebt wird. Von der dadurch entstehenden Form hat die Maschine den Namen Krahn (Kranich) erhalten, insofern diese allerdings an den hochbeinigen Vogel, den Kranich, erinnert, der mit seinem langen Halse und Schnabel allerlei Gewürm aus Sümpfen und anderem Wasser herauszubringen im Stande ist etc.

2) Dict. Raisonné de l'Architecture T. VI, Pg. 136.

Unter der Benennung „Krahn“ (*κράξ*, tolleno) scheinen nach Rüstow und Köchly (Geschichte des griechischen Kriegswesens, S. 319 u. 320) bei den Griechen Maschinen bekannt gewesen zu sein, welche beim Festungskriege benutzt wurden, mindestens fand sich bei solchen der Ausleger (Krahnbalken), wie dies namentlich aus Fig. 194 und 195 erhellt. Erstere Figur stellt eine sogenannte

Fig. 194.

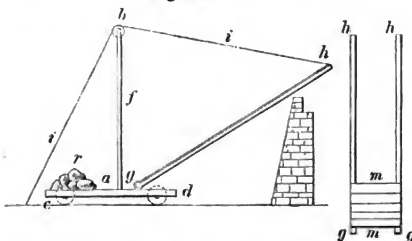
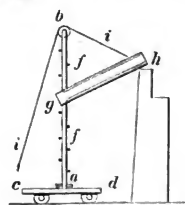


Fig. 195.

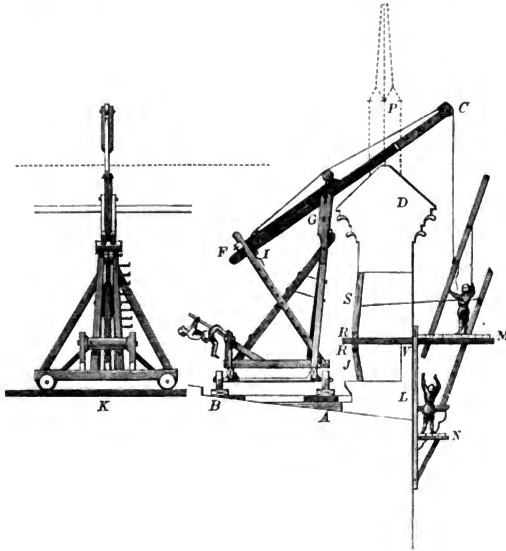


Fallbrücke dar, die aus zwei Brückenbalken  $gh$  bestand, über welche der Quere nach Bohlen  $mm$  gelegt waren. Das untere Ende  $g$  dieser Fallbrücke war um eine auf Rädern (Rollen) ruhende Plattform  $cd$  drehbar gemacht, während

wurde Gerüst und Maschinenanordnung so gezeichnet, wie sie im 13. Jahrhundert beim Baue des befestigten Schlossturmes (Donjon) von Coucy in Anwendung gewesen sein soll. Der Krahn ist ein sogenannter Laufkrahn, dessen Bahn *AB* im Inneren des Thurmes (von kreisförmigem Querschnitt) liegt. Hierbei hat das äussere Laufrad *A* offenbar einen grösseren Weg zu durchlaufen, wie das mit ihm auf derselben Achse (Welle) steckende Laufrad *B*,

Fig. 197.

Fig. 196.



weshalb letzteres einen kleineren Durchmesser als ersteres erhalten hat. Der Auslader *FC* reicht, den Umständen entsprechend, über das Mauergesims *D* hinaus, um Lasten von *M* und *N* aus über *D* hinweg zu heben und in das Thurminnere fördern zu können. Der Auslader ist ferner zugleich um eine bei *G* befindliche horizontale Achse drehbar, welche Drehung durch einen bei

vom oberen Ende aus ein Seil *i* über eine Rolle *b* ging, die von einer Säule *f* getragen wurde. In *r* waren geeignete Gegengewichte placirt.

Die zweite Figur (195) zeigt einen sogenannten Belagerungskrahn. Hier bildet der Ausleger eine hohle Röhre, durch welche ein Mann hindurchkriechen konnte. Ein mit Quersplossen *f* versehener Mastbaum *ab* diente sowohl zum Emporklettern der Mannschaften, als auch zur Aufnahme des um *g* drehbaren Ausladers. Letzterer wurde wieder durch Ziehen an einem Seile *i* gehoben und gesenkt, welches über eine feste Rolle am Mastbaume *ab* lief etc. etc.

*J* befindlichen Bolzen begrenzt wird. Für den vorliegenden speciellen Fall war eine Drehung des Krabnes um eine Verticalachse nicht erforderlich, da die Lasten (Balken, Steine und andere Baumaterialien) nur auf die Böschung der Thurmmauerkrönung *D* gehoben wurden, auf deren Scheitel sich Arbeiter postirten und die betreffenden Lasten, nach der anderen (inneren) Seite des Thurmes hin, weiteren Arbeitern überliessen. Die Entfernung zwischen je zwei der kleineren Zierthürmchen *P* war zugleich gross genug, um kein Hinderniss der erforderlichen freien Bewegung werden zu können. Die hierbei überhaupt nothwendigen Holzrüstungen und Verkleidungen *LMNRSV* etc. erklären sich aus Fig. 197 leicht von selbst<sup>1)</sup>.

Eins der interessantesten hierher gehörigen Beispiele aus der Geschichte des Maschinenwesens ist der bereits im 3. Bande S. 7 erwähnte Transport des Vaticanobelisken und die Aufrichtung desselben an dem Platze, wo derselbe heute noch steht, Arbeiten, die im Jahre 1585 und 1586 von dem italienischen Baumeister Fontana mit grossem Erfolge ausgeführt wurden<sup>2)</sup>.

Mit Bezug auf das, was bereits Bd. 3, S. 7 über den Transport dieses Obelisken bemerkt wurde, werde hier und in der Note unten<sup>3)</sup> ausführlicher Folgendes mitgetheilt.

1) In Betreff viel grösserer und vollständigerer Abbildungen des von Violette-Duc erörterten Beispiels muss auf die benutzte Quelle, namentlich auf S. 139, Fig. 9 daselbst, verwiesen werden.

2) Als hier benutzte Quellen sind zu nennen:

Fontana: „Della transportatione dell' Obelisco Vaticano, et della fabriche de nostro Signore Papa Sisto V.“ Romae, 1590. fol.

Fontana: „Il Tempio Vaticano.“ Romae 1694. fol.

Leupold: „Theatrum Machinarum“ oder Schauplatz der Hebezeuge. Leipzig 1725. S. 137.

Ersch und Gruber: „Allgemeine Encyclopädie der Wissenschaften und Künste.“ Dritte Section (O bis Z). Artikel „Obelisken“ von Seite 29 bis mit Seite 49.

Abbildungen finden sich nur bei Fontana und bei Leupold.

3) Plinius (Buch 36, §. 14) bezeichnet die Obelisken des alten Aegyptens als aus einem Steine gehauene (Monolithen) schlanke, geebnete und geglättete Pyramiden oder Spitzsäulen, welche man dem Sonnengotte Ra geheiligt hatte. Nach Anderen (in Ersch und Gruber's Encykl. Artikel „Obelisk“) dienten sie sowohl als Zierde für freie, öffentliche Plätze und für die Tempeleingänge, als auch dazu, durch ihren Anblick den in die Tempel Eintretenden zur Anbetung des Sonnengottes und zu den Gefühlen der Ehrfurcht gegen seine irdischen Stellvertreter zu stimmen.

Heeren (in seinen historischen Werken, Theil 18, S. 476) nennt die Obe-

Von den (13) altägyptischen Obeliskten, welche sich vor der Zerstörung Roms durch die Gothen (410 n. Chr.) und die Vandalen (455 n. Chr.) daselbst vorfanden, wurden von den Kriegshorden 12 umgestürzt, mehr oder weniger zerbrochen und im Schutte begraben. Ein einziger dieser Granitmonolithen blieb stehen und ganz erhalten und zwar der ohne Relieffdarstellungen und ohne Hieroglyphen, dessen Standort sich seitwärts der Peterskirche und des Vaticanpalastes befand. Der um Roms Verschönerungen hoch verdiente Papst Sixtus V. liess diesen Obeliskten durch seinen Baumeister Dominicus Fontana von der bemerkten Stelle entfernen, nach dem gedachten Platze schaffen und hier in der Mitte wieder aufrichten, wo er sich jetzt noch, unter dem Namen des vaticanischen Obeliskten, befindet.

Die angedeuteten von Fontana auszuführenden Arbeiten folgten in nachbemerkten fünf Abschnitten im Zeitraume von etwas über einem Jahre (vom

liskten stolze Denkmäler, welche die ägyptischen Monumente verherrlichen und allein schon einen Beweis von dem dereinstigen höchsten Glanze der Baukunst des Nilthales geben.

Plinius (a. a. O. §. 14, 4) beschreibt die Schwierigkeiten des Wassertransportes dieser Monolithen; welche auf Befehl verschiedener (alt) römischer Kaiser ausgeführt wurde und worüber auch Leupold in seinem *Theatrum Machinarum*, Abtheilung „Hebzeuge“, S. 140 ff. ausführlich berichtet.

Für unsere Zwecke wurde der vaticanische Obelisk deshalb gewählt, weil derselbe durch die oben erwähnte Ortsveränderung zu einer ebenso interessanten wie grossartigen Verwendung von Maschinen des 17. Jahrhunderts Veranlassung gab.

Die im Fontana'schen Werke verzeichneten Maasse dieses Obeliskten, wobei wir die Meterreduktionen in Parenthese schliessen, sind in *Palmen* (à 0,22319 Meter) folgende:

Der pyramidale Monolith einschliesslich des 6 <i>Palmen</i>			
hohen Pyramidion . . . . .	113 1/2	<i>Palmen</i>	(25 m,33)
Das zur Bekrönung aufgestellte Kreuz . . . . .	26	„	( 5 m,80)
Das Postament (der Untersatz) . . . . .	40 3/4	„	( 9 m,09)
Totalhöhe vom Erdboden aus bis zur höchsten Kreuzstelle	180 1/4	„	(40 m,22)

Die quadratischen Querschnittsflächen des Obeliskten haben unten 12 *Palmen*, oben 8 *Palmen* Seitenlänge.

Den Cubikinhalte des Monolithen giebt Fontana zu 11204 Cubikpalmen an und da er das Gewicht einer Cubikpalme zu 86 Pfund ermittelte, ergibt sich das Gewicht zu 963537 Pfund. Andere, wie Kircher (Leupold a. a. O.), geben dies Gewicht zu 956148 Pfund an, und Mercati (nach Fontana's eigenem Berichte, S. 123) sogar zu 992789 Pfund. Mit Berücksichtigung der Armierungen, womit der Obelisk für die Transportzwecke versehen werden musste, wird man daher wohl 500000 Kilogramm in Rechnung bringen dürfen.

April 1685 bis September 1686) auf einander. Erstens wurde um den Obelisk herum ein kolossales, thurmartiges, Gerüst (castello) erbaut, welches in Fig. 198 (dem Fontana'schen Werke S. 169 entnommen) (siehe die hier nebeneingelegte Figur) mit den Buchstaben *BMB* bezeichnet ist. Unter der höchsten Stelle *M* desselben hing man Flaschenzüge auf, deren lose Flaschen an den Armaturen des Obeliskens befestigt waren, während die betreffenden freien Seilenden, von Leitrollen geführt, zu den betreffenden Winden  $H_1, H_2$  gingen. Zweitens wurde mittelst dieser Anordnungen und Mechanismen der Obelisk von seinem Standorte gehoben und sodann derselbe drittens auf einem grossen Schlitten befestigt, den man auf vorher geebnetem Wege mittelst untergelegten Walzen fortrollen konnte<sup>1)</sup>. Viertens erbaute man auf dem Petersplatze eine in Fig. 198 mit *DGF* bezeichnete Rampe von solcher Höhe und Ausdehnung, dass deren höchste horizontale Fläche *A* etwas über dem Postamente lag, auf welchem man den Obelisk zu stellen beabsichtigte. Fünftens nahm man das thurmartige Gerüst *BM* von dem ersten Standpunkte des Obeliskens hinweg und richtete es unmittelbar über dem gedachten Postamente auf dem Petersplatze und zwar in der Fig. 198 dargestellten Weise auf. Endlich erhob man den Obelisk mit denselben Mitteln und Maschinen, wie beim Entfernen vom ersten Standorte, drehte denselben durch Anfassern mittelst Seilzügen aus der horizontalen in die verticale Lage<sup>2)</sup> und liess ihn endlich an der Stelle senkrecht nieder, wo er gegenwärtig noch auf seinem Postamente ruht.

Beim Entheben des Obeliskens von seinem ersten Standpunkte waren 907 Menschen, 75 Pferde und 40 Erdwinden in Thätigkeit, die Aufrichtung auf dem Petersplatze erforderte 800 Menschen, 140 Pferde und dieselbe Zahl (40) von Erdwinden. Letztere Arbeit wurde nach 648 Umgängen der Erdwinden am 10. September 1586 vollendet<sup>3)</sup>. Die Gesamtkosten aller Arbeiten beliefen sich auf 37975 römische Speciesthaler.

1) Abbildungen hierzu bei Fontana (a. a. O. S. 151) auf einer grossen Foliotafel.

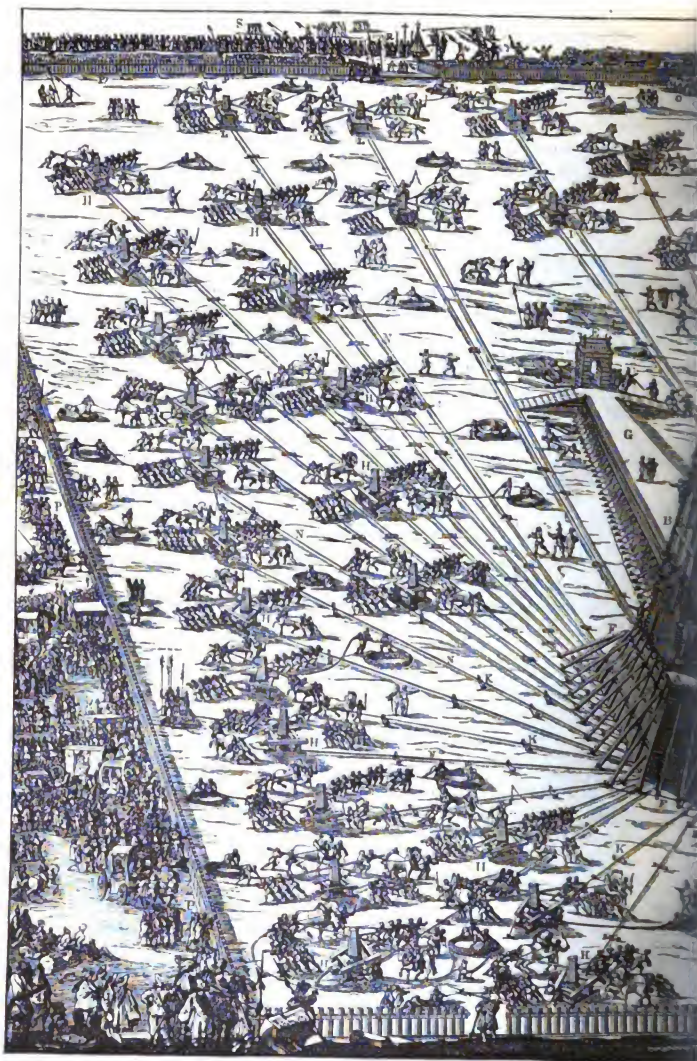
2) Betreffende Abbildungen wieder bei Fontana (a. a. O. S. 143 u. 163).

3) In Adler's „Bemerkungen auf einer Reise nach Rom“ (Altona 1783) wird S. 98 folgende Anekdote erzählt, die sich bei der Aufrichtung des Obeliskens zugetragen haben soll: „Fontana hatte zu wenig darauf gerechnet, dass sich die Seile (Täue) durch die daran hängenden Lasten ausdehnten und demgemäss verlängerten, so dass noch einige Zoll fehlten, bis der Obelisk auf dem Piedestal erhoben war. Die Maschinen vermochten nichts mehr zu thun. In der Verlegenheit oder Bestürzung gab ein Arbeitsmann (nach Anderen eine alte Frau) den Rath, die Täue anzufeuchten, und so gelang's, dass der Obelisk glücklich aufgerichtet ward.“

Dass sich Hanfseile durch Anfeuchten (Nassmachen) verkürzen, ist eine leicht erklärliche Thatsache. Ob die vorbemerkte Anekdote wahr ist, vermag ich nicht nachzuweisen. In den mir zu Gebote stehenden Quellen, dem Fontana'schen Werke, bei Leupold (a. a. O.), in Ersch und Gruber (vorzüglich von G. Rathgeber geschriebener Artikel „Obelisk“) und endlich in Borgnis *Traité Complet de Mécanique „Mouvements des Fardeaux,“* ist Nichts zu finden. Adler hat sich diese Anekdote wohl in Rom erzählen lassen?

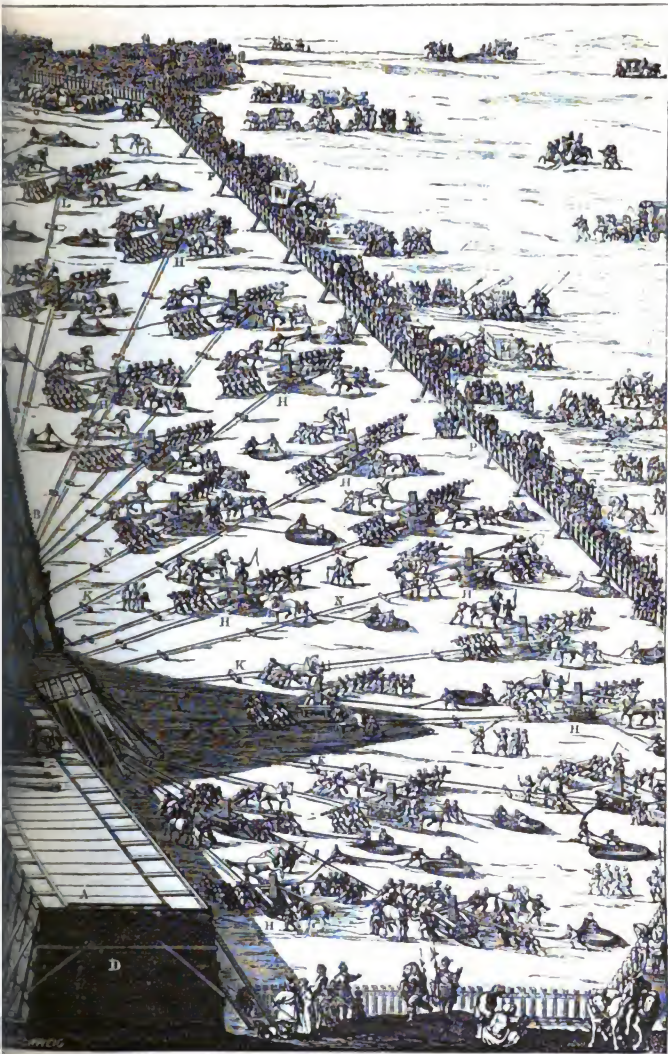






Rühmann, Maschinenlehre. IV.

Fig. 198.





In der Abbildung Fig. 198, welche die letzten Arbeiten beim Wiederaufrichten des Obelisken darstellt, sind die bemerkten 40 Erdwinden mit dem Buchstaben *H* bezeichnet, während andere mit *JJ*.. markirten Winden zu den erforderlichen Fussdrehungen des Obelisken verwandt wurden und wozu man die betreffenden Flaschenzüge nahe der grossen Basis der Pyramide befestigte, endlich bildeten noch andere Erdwinden *LL* entsprechende Reservemaschinen. Um nachtheilige Reibungen der zu den Erdwinden führenden Zugseile *NN*.. zu verhindern, hatte man auf dem Boden in gehörigen Abständen geeignete Frictionsrollen gelagert, die in unserer Figur mit *KK*.. bezeichnet sind. *E* ist ein erhöhter Standpunkt, von welchem aus die Zeichen zum Anziehen und Ruhenlassen der Maschinen gegeben wurden, was beziehungsweise durch Trompeten- und Glockensignale geschah.

Von den sonst vorhandenen Buchstaben markiren *OO*.. Reservepferde, *PP*.. eine entsprechende Einfriedigung des ganzen Arbeitsplatzes, um das zuschauende Publikum in gehöriger Entfernung zu halten, *R* eine religiöse Procession, um den glücklichen Erfolg durch Gebete zu erleben, so wie endlich *S* die Stellen andeutet, wo sich die der Peterskirche zugekehrten Wohnhäuser befinden (die in unserer Copie aus dem Fontana'schen Werke weggelassen wurden) und wobei den mit Roms Oertlichkeiten bekannten Lesern wohl kaum bemerkt zu werden braucht, dass der Buchstabe *S* der Richtung zugekehrt ist, nach welcher hin die Engelsburg liegt.

---

Nach vorstehenden grossartigen Maschinenleistungen wenden wir uns zu minder bedeutenden, aber immerhin beachtungswerthen Hebmaschinen, deren Erfindung in den Anfang des 17. Jahrhunderts zu fallen scheint<sup>1)</sup>, zu den sogenannten Hebladen. Es sind diese Maschinen nichts anderes, als doppelarmige, ungleicharmige Hebel mit veränderlichen Drehpunkten, durch deren Anordnung die an sich geringen Hubhöhen der Hebel vervielfältigt, also vergrössert werden können. Das Hauptsächliche derselben besteht demgemäss in einer Vorrichtung, womit man die Hebelrehachse und somit auch den ganzen Hebel mit der betreffenden Last nach und nach in die Höhe rückt und wovon insbesondere vier Dispositionen der Beachtung werth sind.

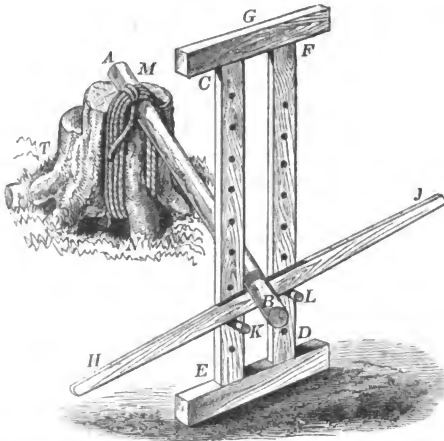
---

1) Die älteste dem Verfasser bekannt gewordene Nachricht über Hebladen datirt vom Jahre 1620. Französische Schriftsteller erwähnen nämlich diese Maschine zuerst im „Recueil de plusieurs machines militaires et feux artificiels de la diligence de Franc.“ worüber Munke in Gehler's physikalischem Wörterbuche Artikel „Heblade“, 5. Bd., 1. Abtheil., S. 139 berichtet. Nach diesen französischen Quellen hat auch schon Schwenter in seinen (1651 in Nürnberg erschienenen) „Mathematischen Erquickungstunden“ über Hebladen Mittheilungen gemacht.

Eine der zweckmässigsten dieser vier Gattungen von Hebladen ist Figur 199 abgebildet. Dieselbe ist unter dem Namen der schwedischen bekannt, weil sie ein gewisser Polhem zuerst in einer Abhandlung der schwedischen Akademie der Wissenschaften (Bd. 18) bekannt machte, und zwar als Maschine zum Ausreissen von Baumstümpfen (Stöcken) mit ihren Wurzeln <sup>1)</sup>.

Hierbei bildet *CDEFG* ein kräftiges Gerüst, dessen verticaler Ständer mit Löchern zum Durchstecken starker eiserner Bolzen *K* und *L* und zwar so versehen ist, dass die betreffenden Löcher in jedem der Ständer in verschiedenen Höhen liegen. Zuzufolge dieser Anordnung nimmt ein auf je zwei benachbarten Bolzen (wie *K* und *L*) gelegter Hebel *HJ* stets eine gegen den Horizont geneigte Lage an. Legt man nun einen kräftigen Hebebaum *AB* so

Fig. 199.



auf, wie die Abbildung erkennen lässt, d. h. wählt man als einen Ruhepunkt dieses Baumes das obere Ende des auszureissenden Stockes *T*, als anderen Ruhepunkt *B* aber die Mitte des Hebels *HJ* und verbindet überdies das hintere Ende des Hebebaumes *AB* dadurch mit dem Stocke *T*, dass man um einige Wurzeln *N* des letzteren und um die Baumstelle *M* ein starkes Seil (oder eine Kette) mehrere Male herumwindet — so erkennt man leicht, wie durch diese Maschine das Aufwärtsbringen des Hebebaumes *B* und endlich das Ausreissen des Stockes *T* erfolgen kann. Man stellt zu letzterem Zwecke nur an jedes Ende des Hebels *HJ* einen Arbeiter und lässt abwechselnd den Hebel um die Bolzen *K* und *L* drehen. Wenn dann der eine Arbeiter den Hebel erhebt (beispielsweise um *K* dreht), steckt der andere den ihm zugekehrten Bolzen (beziehungsweise *L*) höher, mit welcher Action man so lange

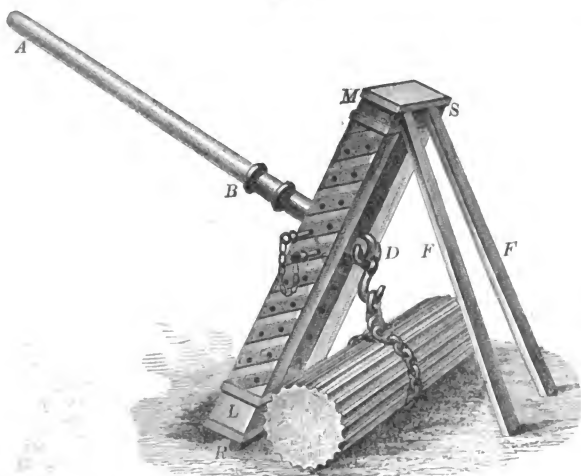
1) Lemppe: „Lehrbegriff der Maschinenlehre“. Leipzig 1795, S. 108.

fortfährt, bis das Hebelende *B* diejenige Höhenlage erreicht hat, wobei das beabsichtigte Ausreissen des Stockes *T* erfolgt.

Eine zweite Gattung von Hebladen (Fig. 200) beschreibt Leupold <sup>1)</sup> und bemerkt, dass diese in Sachsen und Bayern sehr viel Anwendung finde, auch schon von Schwenter 1651 <sup>2)</sup> besprochen worden wäre.

Hier ist *ABD* der wirksame Hebel, dessen veränderliche Drehpunkte man durch zwei Bolzen bildet, welche man in geeignete Löcher steckt. Diese Löcher sind rechtwinklig und gehörig correspondirend durch ein Paar starke Pfosten *LM* gebohrt, zwischen denen der Hubhebel so hindurchreicht, wie die Abbildung erkennen lässt. Jedes Paar der neben einander liegenden Löcher befindet sich dabei in einer geraden Linie, die mit der Pfostenkante ungefähr

Fig. 200.



einen Winkel von 45 Grad bildet. Ausserdem befindet sich jedes Loch mit einem in der gegenüberstehenden Reihe (der zweiten Pfoste) in einerlei Horizontallinie. Dass die Aufstellung Stützen *F'F'S* erfordert, ist selbstverständlich.

Beim Arbeiten mit dieser Maschine lässt man erst den vorderen, dann den hinteren Bolzen und so abwechselnd die Hebeldrehachse bilden. Ebenso ist es einleuchtend, dass durch diese geeignete Veränderung der Lage des Hebeldrehpunktes eine am äussersten Hebelendes aufgehängene Last schliesslich auf die erforderliche (allerdings verhältnissmässig geringe) Höhe gebracht werden kann.

1) Theatrum Machinarum (Hebzeuge) S. 75 ff.

2) A. a. O. (Note voriger Seite).

In der Regel erfordert diese kunstlose Maschine zwei Arbeiter zu ihrer Bedienung, deren einer die Bolzen einstecken und ausziehen muss, während der andere den Hebelarm  $AB$  niederhält.

Mittelst der in Fig. 201 abgebildeten Anordnung, welche zugleich als dritte Gattung der beachtenswerthesten Hebladen betrachtet werden kann, kann die betreffende Arbeit durch einen einzigen Menschen ausgeführt werden.

Fig. 201.



Leupold beschreibt auch diese Maschine <sup>1)</sup> unter der Rubrik „Ganz eiserne Heblade“, dabei bemerkend, dass sie zuerst 1617 in Frankreich bekannt geworden sei <sup>2)</sup> und deshalb auch die „französische Heblade“ genannt werde.

Man erkennt bald, dass hier die abwechselnden Orte der Hebelrehpunkte durch die Einschnitte einer (sägeartig) auf zwei gegenüberliegenden Seiten verzahnten und senkrecht stehenden Stange gebildet werden, dass sich ferner die Hebelrehbolzen in dem vorderen gabelförmigen Theile des Hebels

1) A. a. O. „Hebzeuge“, S. 77.

2) Mémoires de Mathématique et Physique de l'Académie Royale des Sciences. Anno 1617, Pg. 317, Pl. 13.



befinden und diese Drehbolzen sich mittelst zweier nach oben gerichteter Bügel immer höher und höher in die Zahnücken der aufrecht stehenden Stange einlegen. Zwei mit dem gabelförmigen Theile des Hebels verbundene Stahlfedern, die man oberhalb mittelst eines Drahtes vereinigte, dienen zum selbstthätigen Einhängen oder Eindrücken der Bügelbolzen in die betreffenden Zahnücken<sup>1)</sup>.

Sowohl diese französische, wie die vorher beschriebene deutsche Heblade, führen den Nachtheil mit sich, dass sie die Last nicht bloss anheben, sondern beim nachher erforderlichen Aufsteigen des Kraftangriffspunktes wieder etwas niederlassen. Von diesem Mangel ist die zuerst besprochene Heblade (Fig. 199) frei.

Als eine vierte Gattung (bemerkenswerther) Hebladen ist die zu betrachten, welche Bd. 1, S. 223, Fig. 135 mit *abcdk* bezeichnet und dort in einer Zusammenstellung besprochen wurde, welche man unter dem Namen „Waldteufel“ zum Ausreissen von ganzen Bäumen oder sogenannter Stuken (Stöcke) noch gegenwärtig hin und wieder verwendet.

So reich an hochwichtigen Erfindungen im Gebiete des Maschinenwesens das 18. Jahrhundert, namentlich in seiner zweiten Hälfte, auch war (wo die Watt'sche Dampfmaschine, die Baumwollspinnmaschinen, die Cylindergebläse, die Eisenwalzwerke etc. gewaltige Hebel zum Emporblühen industrieller Thätigkeit wurden), so vermag doch die Geschichte von besonders bemerkenswerthen Heb- (oder Senk-) Maschinen ausser der Hebung<sup>2)</sup> und dem Transporte des Granitblockes zur Reiterstatue Peters des Grossen (Bd. 3, S. 7) nur sehr Weniges zu berichten.

1) Im „Recueil des Machines“ T. I, Pg. 3 findet man eine von dem Franzosen M. Perrault angegebene Heblade, wo die Hebelrehnpunkte ebenfalls abwechselnd in zwei gezahnte parallele Stangen greifen. An gedachter Stelle wird die Maschine genannt: „Cric d'équilibre pour élever des fardeaux.“ Später wurde dieser Mechanismus als „Einklinkung mit Klinkzähnen und Klinkhaken“, auch als Aufziehvorrüchtung für Wasserradschützen, in Anwendung gebracht. Man sehe deshalb Salzenberg's „Vorträge über Maschinenbau“, Berlin 1842, S. 321.

Ueber noch andere Hebladen (älter Construction) berichtet Lemp e a. a. O. S. 109 ff.

Ueber Einklinkmechanismen durch Friction (nach Saladin in Mühlhausen) wurde Bd. 2, S. 385 (Note 4) berichtet.

2) Carbur i bediente sich hierbei nach Borgnis „Traité complet de Mécanique, Mouvements des Fardeaux“, Pg. 67, §. 107 auch (zum ersten Abheben des enormen Granitblockes) zwölf kräftiger Schrauben, von denen jede circa 125000 metrischen Pfunden oder 62500 Kilogrammen Widerstand zu leisten hatte.

Dagegen findet sich im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts ein ebenso interessantes wie mustergültiges Beispiel, nämlich die Abhebung und das Niederlegen des Syenitobelisken, welcher bis zum Jahre 1831 vor dem Eingange des Ruinenpalastes zu Luxor am Nile, etwa 800 Kilometer von der Mündung dieses Flusses stromaufwärts gestanden hatte <sup>1)</sup> und der nach Paris geschafft wurde, um dort als Zierde des Place de la Concorde zu dienen. Dieser Platz, auf welchem Ludwig der XVI. am 31. Januar 1793 ausgelitten hat, wurde bekanntlich von 1830 ab durch den Architekten Hittorff (eines Deutschen von Abkunft) zu einem der schönsten öffentlichen Plätze der civilisirten Welt umgeschaffen, wobei der Obelisk den Centralpunkt des ganzen Anordnungssystemes bildet <sup>2)</sup>.

Die allerwichtigste Aufgabe, welche hierbei überhaupt gelöst werden musste, war der Act des Niederlegens des Obelisken an seinem ursprünglichen Standorte in Luxor, da hier nur wenig civilisirte Menschen zur Hand waren und ebenso wenig eine beliebig grosse Zahl mechanischer Hülfsmittel zu Ge-

1) Ersch und Gruber, Encyclopädie, Artikel „Obelisk“ S. 32 ff.

2) Man sehe hierüber Förster's „Allgemeine Bauzeitung“, Jahrg. 1844, S. 316, eine ausführliche (mit Abbildungen begleitete) Abhandlung unter dem Titel: „Die Verschönerungsarbeiten des Concordiaplatzes und der elyseischen Felder zu Paris.“ Hieraus dürften folgende Stellen für gegenwärtige Zwecke von Interesse sein:

„Im Jahre 1829 machte der damalige Pascha von Aegypten, Mehemed Ali, der französischen Regierung mit dem Obelisken von Luxor, der den gedachten Concordienplatz in Paris zieren sollte und daher nach Paris geschafft werden musste, ein Geschenk. Ein zu gedachtem Zwecke erbautes Schiff hatte den Obelisken an Ort und Stelle aufzunehmen, den Nil herab bis Alexandria zu führen, um von da ab durch den französischen Regierungsdampfer „Sphinx“ ins Schlepptau genommen, durch die Meerenge von Gibraltar geführt zu werden und am 13. September 1833 in Havre einlaufen zu können. In Rouen musste das Schiff entmastet und der Plattbord abgeschnitten werden, um die Brücken der Seine passiren zu können, auf welchem Flusse man es mittelst Pferden hinaufzog. Am 23. December legte das Schiff nahe der Concordiabrücke an, und am 8. Juli 1834 wurde der Obelisk auf dem Quai de la Conférence ausgeladen, wo er bis zum 25. October 1836 liegen blieb, an welchem Tage man ihn auf sein neues Piedestal stellte.“

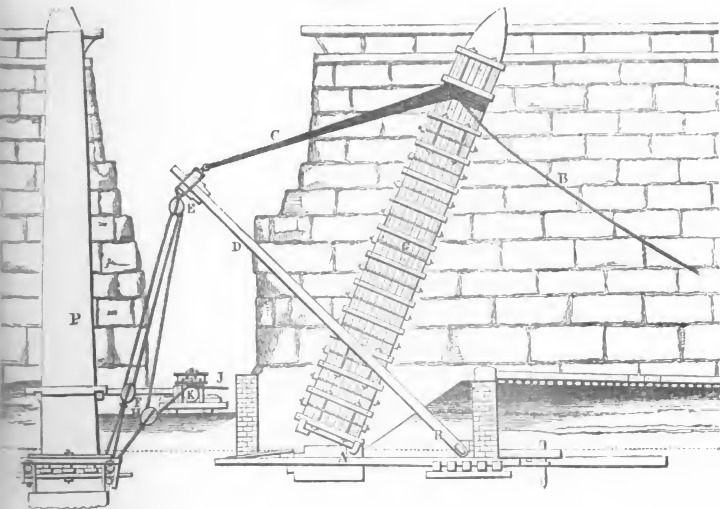
Die Seite der untersten quadratischen Basis des prächtigen mit Hieroglyphen verzierten Obelisken hat 2,42 Meter Seite, während die oberste quadratische Endfläche 1,54 Meter Seite hat, der Abstand beider Rasen 21,60 Meter beträgt und über der kleinsten (obersten) Basis sich noch ein Pyramidion von 1,20 Meter Höhe erhebt. Die Totalhöhe des Obelisken (ohne Piedestal) beträgt hiernach 22,80 Meter. Sein Totalgewicht wird zu 231000 Kilogramm (beim specifischen Gewichte 2,75 der Masse) angegeben.

Vorstehende Angaben sind Armengaud's „Publication Industrielle“, Tome 18, Pg. 192 entlehnt. Noch ausführlicher berichtet Delaunay in seinem „Cours élémentaire de mécanique“ §. 143 ff.

bote standen, alles völlig verschieden von den günstigen Verhältnissen, unter welchen nachher die Aufrichtung des Monolithen in Paris ausgeführt werden konnte.

Beim Umlegen des Obeliskens hatte man besonders zwei Hauptschwierigkeiten zu bekämpfen, nämlich erstens das immer grösser werdende Drehmoment des um eine künstlich und verständig angeordnete Achse  $A$  (wie um ein Gelenk) drehbar gemachten Körpers  $\Delta G$  (Fig. 202), wenn sich durch Ziehen an Seilen  $B$  (unter Mitwirkung einiger Erdwinden) die durch den Schwerpunkt  $G$  gezogenen Verticale mehr und mehr von  $A$  entfernt und zweitens die ungleichen Zugkräfte von acht Matrosen (die als civilisirte Arbeiter allein zu Gebote standen) gleichmässig über die verschiedenen Seile zu vertheilen.

Fig. 202.

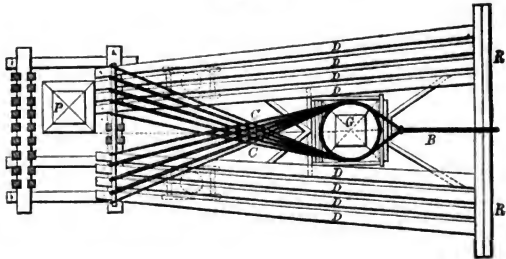


Das erste der genannten Uebel bekämpfte man sehr glücklich durch Anwendung eines aus acht Balken  $DD$  (Fig. 203) (vier auf jeder Seite des Obeliskens) und entsprechenden Querhölzern gebildeten Rahmens, der um seine untere Kante  $R$  drehbar gemacht war, während man ihn oben durch Seile (Täue)  $C$  mit dem Obeliskens so verbunden hatte, wie dies namentlich aus Fig. 203 erhellt. Während hierbei die Länge der Seile  $C$  oder die Entfernung des Rahmenendes  $E$  von dem oberen Ende des Obeliskens stets constant bleibt und die Seile  $C$  sich fortwährend in grosser Entfernung von der Umdrehungsachse des Obeliskens befinden, bleiben auch die Seile von Flaschenzügen  $EF$ , woran die operirenden Zugkräfte wirken, ebenfalls in bedeutender Entfernung von der Umdrehkante  $R$  des Rahmenwerkes  $DD$ , so dass die Flaschenzüge keinen so enormen und

immer wachsenden Widerstand zu bekämpfen haben, als dies der Fall sein würde, wenn man die Flaschenzüge  $EF$  direct am oberen Ende des Obeliskan angebracht hätte.

Zum weiteren Verständnisse sei nun bemerkt, dass, entsprechend den acht zur Disposition stehenden französischen (zuverlässigen) Matrosen, auch acht Flaschenzüge  $EF$  angeordnet waren. Jeder einzelne Flaschenzug bestand aus drei losen und drei festen Rollen, so dass zwischen je zwei Flaschen sechs (parallele) Seile gespannt werden konnten.

Fig. 203.



Es lässt sich nun zeigen, dass der grösste Werth des Widerstandes, welcher in den verschiedenen Lagen des Obeliskan bei  $E$  (an der Angriffskante aller acht Flaschenzüge) auftreten konnte, nahezu 111200 Kilogramm betrug<sup>1)</sup>, so dass ein Flaschenzug eine Gesamtspannung von  $\frac{111200}{8} = 13900$  Kilogramm zu erleiden hatte. Hiernach war der grösste Spannungswerth des von der letzten festen Rolle eines Flaschenzuges kommenden Seiles  $\frac{13900}{6} = 2316\frac{2}{3}$  Kilogramm.

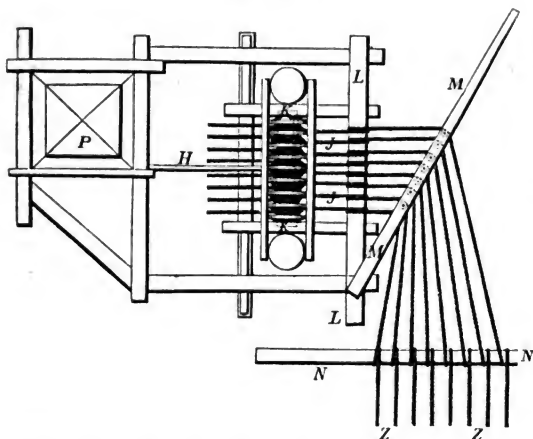
Bemerkt zu werden verdient noch, dass die unteren Flaschen  $F$  jedes Flaschenzuges, so wie Leitrollen  $H$ , an der Basis eines zweiten Obeliskan  $P$  befestigt wurden, welcher auf der anderen Seite des Palasteinganges in gehörig fester Stellung vorhanden war.

Von den Leitrollen  $H$  wurden die Seile erst auf eine um ihre geometrische Achse drehbare (in festen Lagern laufende) Walze  $K$  (Fig. 204) und dann über unbewegliche (weder drehbare noch verschiebbare) Rundhölzer (Mastbäume, Kreiscylinder)  $L$  und  $N$  geschlungen. Hierbei mussten die acht Seile (örtlicher Verhältnisse wegen) zugleich ihre Richtung so verändern, wie aus Fig. 204 erhellt, indem man in einem festen Rahmen  $M$  beziehungsweise acht Leitrollen angebracht hatte.

1) Moll: „Die reine und angewandte Elementar-Mechanik.“ Zum Theil auf Grundlage von Delaunay's „Cours élémentaire de Mécanique“ bearbeitet. Braunschweig 1854, S. 124. Ferner unter Benutzung derselben Quelle in Bauschinger's „Schule der Mechanik.“ München 1861, S. 277, §. 164.

Zufolge der Reibung, welche die Seile in den Umfängen der Mastbäume *L* und *N* (entsprechend dem mehrmaligen Umschlingen) erfuhren, verminderte sich die zum Halten der freien Enden *ZZ* erforderliche Kraft bis auf circa  $\frac{1}{150}$  der Spannung, welche in jedem der von der Walze *K* kommenden Seile herrschte, so dass jeder der hier wirksamen Arbeiter mit nicht mehr als  $\frac{2316,6}{150} = 15,4$  oder in runder Zahl etwa mit  $15\frac{1}{2}$  Kilogramm das betreffende Seilende zu halten hatte, um das kolossale Gewicht <sup>1)</sup> des Obelisken zu keiner nachtheiligen Wirkung kommen, sondern das Niedersinken in völlig gleichförmiger Bewegung erfolgen zu lassen.

Fig. 204.



Die zweite der vorher hervorgehobenen höchst sinnreichen Anordnungen, um bei ungleicher Grösse (veränderlichem Zuge) der an den Seilenden *ZZ* wirkenden Kräfte dennoch eine immer gleiche Spannung auf die Flaschenzüge übertragen, besteht in der Einschaltung der bereits erwähnten (aus einem Systeme abgestumpfter Kegel gebildeten) Walze *KK*. Jedes der acht Seile war zweimal um den Umfang dieser Walze geschlungen, wodurch ein so grosser Reibungswiderstand erzeugt wurde, dass die Seile auf der Walze nicht gleiten konnten, letztere vielmehr nur in eine solche Drehung versetzt wurde, dass sich stets gleiche Seilstücken abwickelten, folglich auch die Spannungen in den acht Seilen von der Walze *KK* aus (nach den Flaschenzügen hin) während des ganzen Actes der Niederlegung dieselben blieben.

Durch die kegelförmige Gestalt der einzelnen Wellstücke wird veranlasst, dass sich die Seile (jedes für sich in der betreffenden Rinne) immer auf

1) 231000 Kilogramm.

einem dickeren Kegeltheile auf und von einem dünneren abwickeln. Wären die acht Abtheilungen cylindrisch gewesen, so würden sich die einzelnen Seilwindungen neben einander gelegt und in der Längenrichtung des Cylinders derartig fortgerückt sein, dass sie nach längerer Drehung an einem seiner Enden angekommen sein würden, was offenbar dem Fortgange der Operation hätte schaden können.

Durch sämtliche sinnreichen Anordnungen wurde es möglich, das Umlegen in der verhältnissmässig sehr kurzen Zeit von 25 Minuten auszuführen.

Zum Aufrichten des Obeliskens in Paris <sup>1)</sup> bediente man sich derselben Mittel wie beim Niederlassen, jedoch mit der Veränderung, dass man die von den acht Flaschenzügen kommenden Seile nicht um feste Rundbäume *LL* und *NN* (Fig. 204) schlang, sondern auf Wellen geeigneter Erdwinden leitete.

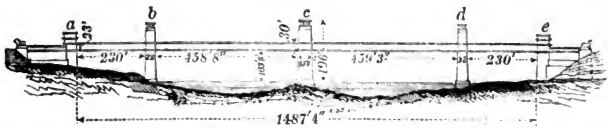
Vergleicht man die sämtlichen beim Luxor-Obeliskens überhaupt verrichteten Arbeiten mit den gewaltigen Vorbereitungen und Operationen beim Niederlassen und Aufrichten des Vatican-Obeliskens, so ist der eminente Fortschritt in der Anwendung rationeller Mechanik auf das Maschinenwesen unverkennbar. Der Name des Mannes, welcher die Idee zu den betreffenden Anordnungen und Vorrichtungen beim Luxor-Obeliskens gegeben hatte, der französische Marine-Ingenieur Mimerel, verdient daher in dem Geschichtsbuche des Transport-Maschinenwesens recht wohl verzeichnet zu werden.

Zu den interessantesten und bedeutsamsten neueren Beispielen des Hebens kolossaler Lasten auf verhältnissmässig grosse Höhen, gehört das Emporbringen der Eisenblechkästen der bereits Bd. 1, S. 3 erwähnten Stephenson'schen Röhrenbrücke der Menai-Straits, wodurch über diesen Meeresarm die Bangor-Holyhead-Eisenbahn geführt wird <sup>2)</sup>. Hierbei machte man von der

1) Abbildungen hiervon in Armengaud's „Publication Industrielle“, Vol. 18, Pl. 17, Fig. 7.

2) Mit nachstehender Skizze (Fig. 205) notiren wir die Hauptlängenmaasse dieses interessanten und merkwürdigen eisernen Brückenbaues, dessen Idee und Ausführung man Robert Stephenson zu verdanken hat. Zwei ganz gleiche Röhren von rechteckigem Querschnitt (jede von 14 Fuss 8 Zoll engl. lichter Weite), sind aus vier Theilen *ab*, *bc*, *cd* und *de* zusammengesetzt (zu einem

Fig. 205.



Ganzen vereinigt). Jeder dieser Theile wurde für sich gehoben und zwar, wie oben bemerkt, mittelst hydraulischer Pressen, welche man auf den betreffenden Pfeilern *a* bis *e* placirte.

hydraulischen Presse erfolgreichen Gebrauch, indem das gewaltige Gewicht einer Röhre von 1914 Tons oder von fast 2 Millionen Kilogramm, welches auf über 100 Fuss (einige 30 Meter) Höhe zu heben war, fast allen anderen mechanischen Hilfsmitteln Trotz boten.

Umstehende dem unten citirten Clark'schen Werke entlehnten Abbildungen (Fig. 206 und 207) zeigen das Innere eines der soweit hohl gebauten Brückenpfeiler, als dies erforderlich war, um die Röhren unterbringen und so legen zu können, dass sie von Ketten gefasst werden konnten, an welchen man die Brückenröhren mit beiden Enden aufhing und emporhob. Um sowohl das Aufhängen als Heben der Ketten in entsprechender Weise bewirken zu können, placirte man in circa 40 Fuss Höhe über der Brückenbahn die hydraulischen Pressen auf starken eisernen Interimsträgern, die in Fig. 208 und 208<sup>a</sup> mit *A* und *P* bezeichnet sind.

Die Tragketten wurden beim Anheben am Pressbalken oder Querhaupte *H* der hydraulischen Presse *CJ* mittelst Klemmen *KK* befestigt oder gehalten, welche so unter die Ansätze der Kettengliederköpfe zu fassen vermochten, wie Fig. 209 und 210 erkennen lassen. In den Backen dieser Klemmen befanden sich die Muttern von Schrauben, deren jede mit Zahnradvorgelege so in Verbindung gebracht war, wie aus den Abbildungen erhellt.

Auf jeder betreffenden Schraubenspindel waren ferner der Länge nach in der einen Hälfte rechte, in der anderen Hälfte linke Gewinde eingeschnitten, wodurch veranlasst wurde, dass, je nach der Umdrehrichtung der Spindeln, die Backen *KK* sich entweder gleichzeitig der Aufzugskette näherten und schliesslich unter die Ansätze *d* der betreffenden Köpfe *c* fassten (Fig. 210), oder dass sich die Backen von den Ketten entfernten und diese losliessen. Damit bei letzterer Action die Ketten mit der angehangenen Brückenlast nicht herabfielen, hatte man eine ganz gleiche Klemmvorrichtung auf der festen (unbeweglichen) Brücke *P* angebracht. Die Klemmen der letzteren Vorrichtung wurden daher allemal geschlossen oder angezogen, wenn der Hub von 6 Fuss der hydraulischen Presse vollendet, die Ketten mit der Röhre also auch ebenfalls um 6 Fuss gehoben waren. Letztere Hubgrösse war demnach auch zugleich das Maass für die Entfernung der beiden Augen *a* und *b* in jedem der Kettenglieder (Fig. 210). Beiläufig gesagt hatte jede Kettenschiene 7 Zoll Breite und 1 Zoll oder etwas mehr Dicke, je nachdem sie zu einem Satze von

---

Anfangs war es Absicht, eiserne Bogenbrücken zu bauen, welcher Plan jedoch aus Rücksicht auf die Schifffahrt nicht genehmigt wurde. Darauf kam man auf die Röhrenform, anfangs auf runde und elliptische Röhren, bis zuletzt, nach vielen im Grossen (unter Fairbairn's Mitwirkung) angestellten Versuchen, die rechteckige Röhrenform gewählt wurde. Die Höhe der Röhre nimmt von 23 Fuss an den Landpfeilern bis zu 30 Fuss nach der Brückenmitte hin zu. Ausführlich handelt über diese Brücke Clark in dem bereits Bd. 1, S. 4 citirten Werk: „The Britannia and Conway Tubular-Bridges.“

Fig. 206.

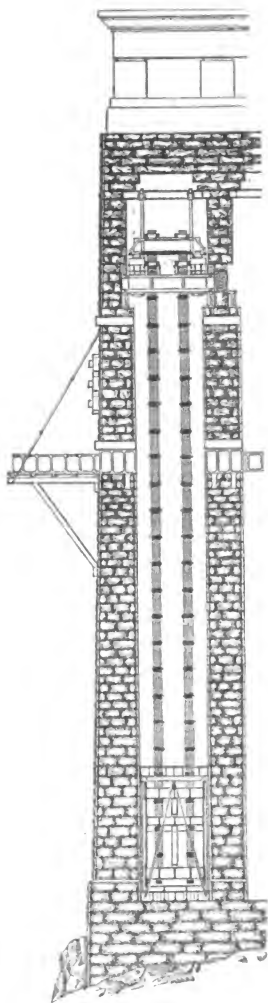
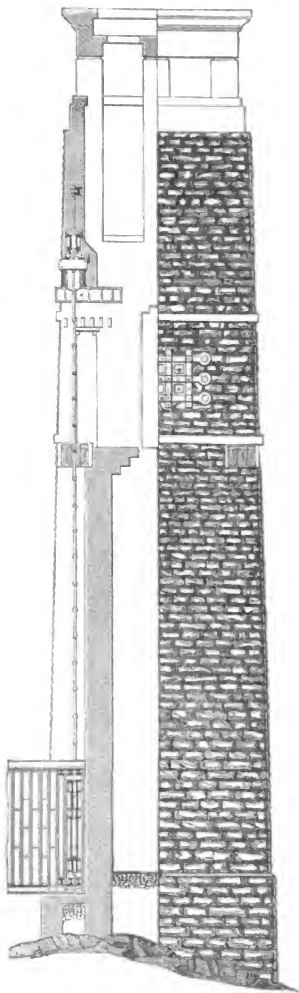


Fig. 207.





8 oder 9 Gliedern gehörte, welche abwechselnd durch Bolzen bei *a* und *b* zur ganzen Kette vereinigt waren.

Zum Betriebe der zu den hydraulischen Pressen erforderlichen Druckpumpen diente eine 40pferdige Dampfmaschine. Die Durchmesser der Druck-

Fig 208.

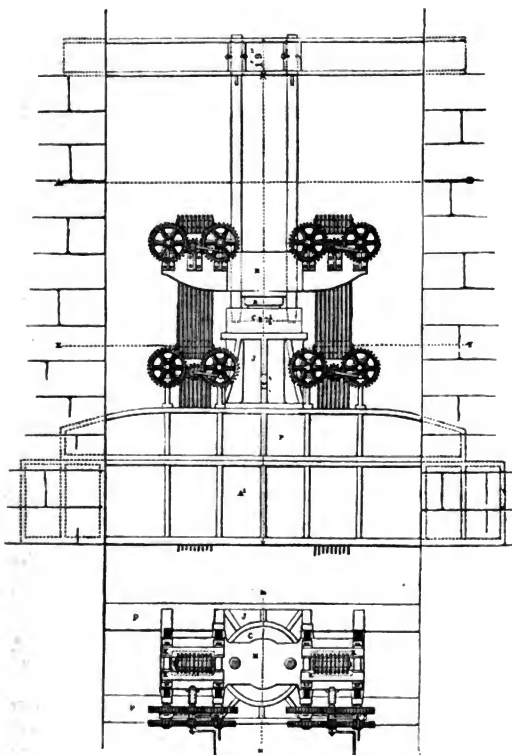


Fig. 208a.

pumpenkolben betragen 1 Zoll und mehr, die der Presskolben 20 Zoll. Die Zeit eines Presskolbenhubes von 6 Fuss Höhe betrug 30 bis 40 Minuten (Clark a. a. O. Pg. 614). Der Sicherheit wegen (beim Bersten der Pressen, Zerreißen der Ketten etc.) wurden die Röhrenden gleich während ihres Aufsteigens untermauert.

Die erste grosse Röhre wurde im October 1849, die zweite im December desselben Jahres, die dritte im Juni 1850 und die vierte im August 1850 gehoben <sup>1)</sup>.

Fig. 209.

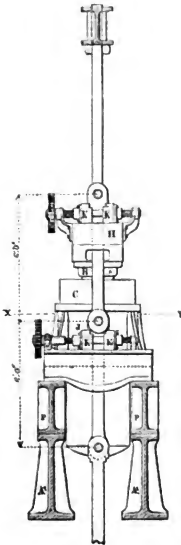
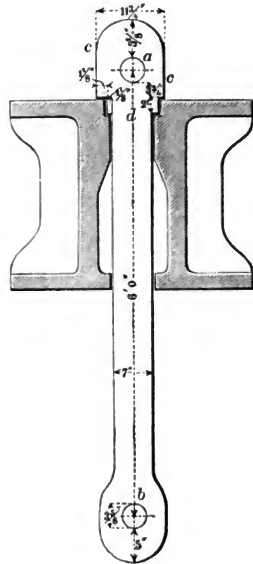


Fig. 210.



Um die Zeit des Entstehens der Britannia-Röhrenbrücke war es auch, wo Armstrong (1846) den ersten hydraulischen

1) Begonnen wurde der Britannia-Brückenbau im Mai 1846. Die Vollendung und Eröffnung der Brücke erfolgte am 5. März 1850. Die Kosten des ganzen Werkes werden zu 601865 Pfd. Sterling angegeben.

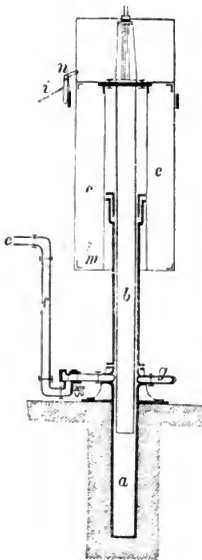
Es werde hier die Gelegenheit benutzt, um auf eine harmlose Brochüre aufmerksam zu machen, welche über Geschichte und Bau der Britannia-Brücke, Construction der Röhren, deren Transport und Heben, in allgemein verständlicher Weise Auskunft giebt und betitelt ist: „The Tourists Guide to Britania Bridge“ by Thomas Jackson. London 1851 (Price one Shilling).

Ueber das Heben der Blechträger der Eisenbahnbrücke über den Niemen bei Kowno in Russland mittelst hydraulischer Pressen unter Mitbenutzung eigenthümlich construirter Schraubenwerk-Klemmen handelt der Ingenieur Bramer in der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd IX. (1863), S. 66.

Krahn am oberen Ende des Quais von Newcastle upon Tyne aufstellte und zur Wirkung brachte. Wir haben über dies seiner Art wichtige Ereigniss bereits Bd. 1, S. 360 kurz berichtet, bemerken hier aber zunächst noch, dass die wichtigsten der betreffenden Maschinen hierher, in das Gebiet der zum Heben und Senken bestimmten mechanischen Anordnungen gehören.

Zweierlei Dinge charakterisiren im Wesentlichen diese Armstrong'schen Ortsveränderungsmaschinen, nämlich der ebenfalls schon Bd. 1, S. 360, Note 2 und Bd. 2, S. 200 besprochene Accumulator (Kraftsammler) und die Multiplication der Hubgrösse des Wassersäulen- (Wasserdruck-) Maschinenkolbens, durch entsprechend eingeschaltete Flaschenzüge.

Fig. 211.



Was den Accumulator betrifft, so ist dieser, wie auch Fig. 211 erkennen lässt, eigentlich nichts anderes als eine hydraulische Presse (~~Bd. 2, S. 205~~), aus Cylinder *a*, Presskolben *b* etc. bestehend, wobei man letzteren sehr bedeutend belastet, und mit ihm einen grossen hohlen Kasten *cc* verbindet, den man mit Gewichten beschwert<sup>1)</sup>. Diesem Kasten *c* ertheilt man übrigens eine entsprechende Verticalführung, um beim Auf- und Absteigen desselben jede nachtheilige Schwankung zu verhindern.

Das zum Betriebe (Anspannen) des Accumulators erforderliche Speisewasser liefert in der Regel eine durch eine Dampfmaschine getriebene Druckpumpe und wird dies Wasser in unserer Abbildung durch das Rohr *f* zugeführt, während *g* das Abflussrohr des gepressten Wassers ist, womit man die betreffende Hubmaschine in Bewegung setzt.

In Fig. 211 sind ferner *m* und *n* Vorrichtungen, um die Dampfmaschine selbstthätig in Ruhe zu setzen, wenn der Wasservorrath gross genug ist, oder in den Gang zu bringen, wenn der Accumulatorkolben seinen Niedergang beginnt.

1) Schon Bramah (Bd. 2, S. 267) soll 1802 seine hydraulische Presse zum Betriebe der Krähne an den Quais und Waarenhäusern Dublins in Anwendung gebracht haben. Man sehe hierüber besonders die Proceedings der Inst. of Mech. Eng. 1868, Pg. 40.

Die Belastung des Accumulatorkolbens entspricht (bei den Armstrong'schen Anordnungen) gewöhnlich dem Drucke einer Wassersäule von 1500 Fuss engl., oder von circa 44 Atmosphären, oder endlich von  $646\frac{2}{3}$  Pfd. Druck pro Quadratzoll. Einen einfachen, von Armstrong selbst entworfenen hydraulischen (freistehenden) Krahn zeigen Fig. 212 und 213\*.) Derselbe ist so

Fig. 212.

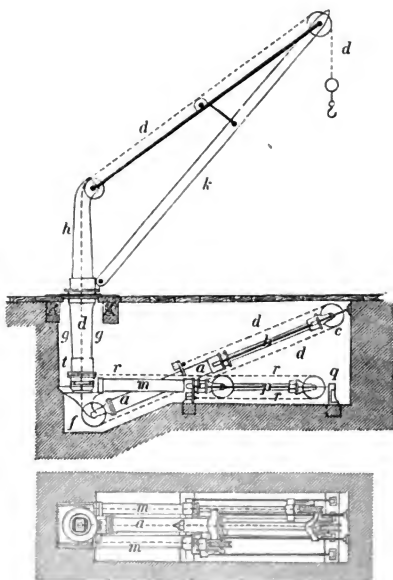


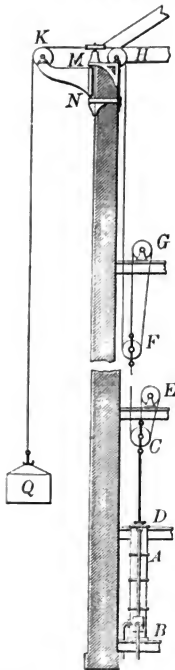
Fig. 213.

angeordnet, dass der Wasserdruck sowohl die senkrechte Auf- und Abwärtsbewegung einer Last, als auch die Drehung der Krahnssäule und mit ihr der Last bewirkt. Zum Heben oder Senken von Waaren, Gütern oder sonstigen Körpern, überhaupt zur Erzeugung der erforderlichen fortschreitenden, senkrechten Bewegung dient die Wassersäulen- oder Wasserdruckmaschine, deren

\*) Entlehnt den Institution of Mechanical Engineers. Proceedings 1868, Pg. 21 unter dem Titel:

On the Transmission of Power by Water Pressure, with the Application to Railway Goods Stations, Forge and Foundry Cranes, and Blast Furnace Hoists. By Sir William G. Armstrong.

Fig. 214.



Cylinder *a* das gepresste Wasser des Accumulators in geeigneter Weise zugeführt wird. Mit der Stange *b* des betreffenden Druckkolbens ist die lose Flasche *c* eines Flaschenzuges verbunden, dessen correspondirende feste Flasche *f* ist. Ueber die Rollen dieses Flaschenzuges geht die am unbeweglichen Cylinder *a* befestigte Hubkette *d*, welche, wie aus der Abbildung erhellt, durch die hohle Krahnssäule *gh* geführt ist und endlich die feste Rolle am höchsten Punkte des Auslegers *k* passiert<sup>1)</sup>.

Die Drehung der Krahnssäule *gh* wird durch zwei andere Wasserdruckmaschinen *m* bewirkt, deren Arbeitscylinder *mm* (Fig. 213) horizontal gelagert sind. Auch hier wird die Grösse des Kolbenhubes durch Einschaltung eines Flaschenzuges multiplicirt, dessen lose Flasche *q* am äussersten Ende *p* der Kolbenstange sitzt, während die *f*te Flasche mit dem festgelagerten Cylinder *m* verbunden ist. Die Drehkette *r* ist mit ihren beiden Enden oberhalb der Cylinder *m* befestigt und in geeigneter Weise sowohl über die Rollen des Flaschenzuges als über eine Kettenscheibe *t* geschlagen, welche mit dem untersten Theile der Drehsäule *g* zu einem Ganzen verbunden<sup>2)</sup> ist. Das regelmässige Spiel der Wasserdruckmaschine wird durch Schiebersteuerungen mittelst Menschenhand bewirkt.

Einen für Waarenhäuser, Speicher und ähnliche Zwecke angeordneten Armstrong'schen Wasserdruckaufzug lässt Fig. 214 erkennen<sup>3)</sup>. Hier ist *AB* der Treibcylinder, *CD* die Stange seines Arbeitskolbens, an deren Kopfe sowohl eine Rolle *C*, als

1) In dem Fig. 212 gezeichneten speciellen Falle hat der Kolben der Wasserdruckmaschine *a* einen Durchmesser von  $5\frac{3}{4}$  Zoll und 4 Fuss 8 Zoll Hub. Da der Flaschenzug *cf* vier parallele Ketten enthält, so wird der Kolbenhub viermal vergrössert, d. h. der Lasthub beträgt pro Kolbenspiel  $18\frac{2}{3}$  Fuss.

2) Der Kolbendurchmesser einer jeden der beiden zur Drehung der Krahnssäule bestimmten Wasserdruckmaschinen *mm* beträgt in unserem gezeichneten Beispiele 4 Zoll, während der Hub des Kolbens 3 Fuss 8 Zoll beträgt. Letzterer wird durch den Flaschenzug *qrt* verdoppelt, indem dieser zwei parallele Seile enthält.

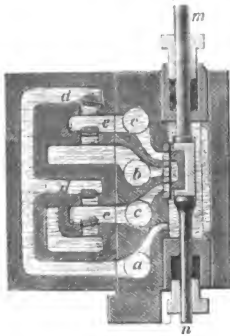
3) Die Skizze Fig. 214 ist einem kleinern (für angehende Techniker und Laien geschriebenen) englischen Werkchen entnommen, welches betitelt ist: „On the Construction of Cranes and other Machinery“, by J. Glyn n. London, Virtue Brothers.

Ausführlicher handelt über die älteren Armstrong'schen hydraulischen Krähne und über die anderen derartigen Aufzugsmaschinen ein Aufsatz des Verfassers

auch das Ende eines Seiles befestigt ist. Letzteres ist zuerst um eine feste Rolle *E* und dann um *C* geführt, so dass der in der Richtung *AD* wirksame Wasserdruck die Spannung dreier Seilstücke erzeugt und der Weg des freien, von *C* nach *F* geführten Seilendes der dreifache des Treibkolbens in *AB* ist. In ganz gleicher Weise wird der Weg des Wasserdruckmaschinenkolbens durch den zweiten Flaschenzug *GF* multiplicirt, so dass schliesslich der Hub einer am äussersten Seilende aufgehängenen Last *Q* neunmal so gross ist, als der gleichzeitige Weg des Arbeitskolbens in *AB*. Die Anordnung der Leitrollen *H* und *K* an den höchsten Stellen, des Wandlagers *MN* etc. bedürfen keiner besonderen Erörterung.

Damit beim Hemmen der Krahnbewegungen, durch Absperrn des unelastischen Kraftwassers, keine heftigen Stösse erfolgen (die Wirkung sogenannter hydraulischer Widder nicht auftritt), hat Armstrong sogenannte Entlastungsklappen (relief-valves oder relief-clacks) angeordnet, zu deren Verständniss Fig. 215 dient! ~~Die~~ zur Steuerung bestimmten Schieber *mn*, als auch die gedachten Entlastungsklappen *dd*, *ee* darstellt. Der Buchstabe *a* bezeichnet das Einmündungsrohr des Druckwassers, wogegen *b* zum Abflussrohre führt, während *cc* kurze Röhren andeuten, welche mit den Arbeitscylindern der Wasserdruckmaschinen communiciren. Zuerst erkennt man leicht, dass, zufolge geeigneter Stellung des Schiebers *mn*, immer je zwei und zwei der betreffenden Rohre mit einander in Verbindung zu bringen sind. Eben so kann man dem Schieber *mn* eine solche Stellung geben, dass beide Röhrenmündungen *cc* vollständig abgeschlossen werden, in welchem Falle natürlich der Krahn in der augenblicklich angenommenen Lage verbleibt.

Fig. 215.



Was die bereits genannten Entlastungsklappen *dd* und *ee* anlangt, so öffnen sich erstere *dd* nach dem Druckrohre hin, wenn der Wasserdruck im Arbeitscylinder und im Rohre *c* durch plötzliches Anhalten der Bewegung grösser als im Druckrohre wird, wäh-

im Notizblatte des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. 1 (1851—1852), S. 255 etc. Noch ausführlicher berichtet über Armstrong's hydraulische Hebevorrichtungen *Tellkamp* im Jahrgange 1857, S. 23 etc. derselben Zeitschrift.

1) Ausführlicher in *Tellkamp*'s bereits citirtem Aufsätze im Jahrgange 1857 (Bd. III.) der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, S. 32 ff. Ferner handelt über diese Entlastungsklappen Armstrong selbst in einem Artikel des *Mech. Magaz.* April 1859, und daraus *Dingler's Polytechn. Journal*, Bd. 150 (1859), S. 175. ~~Man sehe endlich auch Bd. 1, S. 300 der Maschinenlehre.~~

rend sich *ee* vom Abflussrohre *b* ab nach dem Rohre *c* hinein öffnen, sobald der Druck des abfliessenden Wassers (welches bis zu einer Cisterne hinaufgetrieben werden muss) grösser als der Druck im Cylinder wird, d. h. sobald Gefahr vorhanden ist, dass sich im Cylinder ein luftleerer Raum bilden könnte.

Die Entlastungsklappen bewirken es hiernach auch, dass durch ein plötzliches Abschliessen von (Steuerungs-) Schiebern, Ventilen oder Hähnen im Druckrohre keine ganz plötzliche Hemmung der einmal vorhandenen Bewegung des Krabnes hervorgerufen wird, sondern dass diese Hemmung erst nach und nach vor sich geht und zwar vermöge des Widerstandes, den dann das Druckwasser der Bewegung entgegengesetzt. Auf diese Weise werden alle Stösse bei der Bewegung der Wasserdruckmaschine und des Krabnes vermieden und es erklärt sich hieraus, weshalb sich alle durch Wasserdruck bewegte und aufmerksam behandelte Aufzugsmaschinen ganz besonders durch sanften Gang auszeichnen<sup>1)</sup>.

~~Benutzt Bd. 1, S. 606 wurde erwähnt~~ dass Armstrong seine Wasserdruckmaschinen, unter Benutzung von Accumulatoren, auch zur Hervorbringung rotirender Bewegungen, zur Umdrehung von Wellen, in Anwendung brachte und das betreffende Maschinensystem u. A. zum Oeffnen und Schliessen von Schleusenthoren<sup>2)</sup>, zur Umdrehung der Wellen von Ankerwinden, zur Bewegung der Steuer grosser Schiffe<sup>3)</sup> etc. benutzte.

Die betreffenden Anordnungen haben grosse Aehnlichkeit mit der einfach wirkenden (zweicylindrigen) um die Mitte ihrer Cylinder schwingenden Dampfmaschinen<sup>4)</sup>.

Die Fig. 216 und 217<sup>5)</sup> stellen eine solche Armstrong'sche und zwar dreicylindrige Wasserdruckmaschine dar, wovon jedoch (der Raumersparniss wegen) nur einer der drei Cylinder gezeichnet wurde, während man die betreffenden drei unter Winkeln von 120 Grad gegen einander gestellte Krummzapfenwarzen (an einer und derselben Welle *d*) mit *c*, *c*<sup>2</sup> und *c*<sup>3</sup> bezeichnete.

Einer der drei Kolbencylinder *a* wurde dabei in zwei verschiedenen Lagen abgebildet, um die hier benutzte Schiebersteuerung verständlich machen zu können.

Die Cylinder *a* sind mit sogenannten Plongerkolben (glatt abgedreht und ohne Liederung) *b* versehen, welche man direct mit den Krummzapfenwarzen *c* in Verbindung gesetzt hat.

1) Ueber neuere Armstrong'sche Steuerungsanordnungen berichtet der Erfinder selbst in dem bereits citirten Jahrg. 1868 der Institution of Mechanical Engineers, Pg. 26, Pl. 2.

2) Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 153 (1859), S. 175 ff.

3) Engineering vom 16. Aug. 1867, S. 119; ferner in den Transactions of the Institution of Naval Architects, Vol. X., p. 101 unter der Ueberschrift: „On the Hydraulic Steering gear etc.“ vom königl. engl. Schiffscapitän Achilles.

4) Bd. 1, S. 427 u. 435 (Noten 15—17).

5) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 153, S. 176, Taf. III,

Fig. 217.

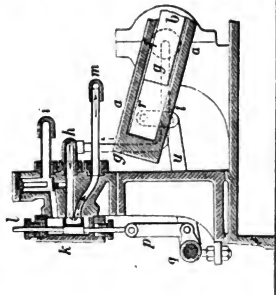
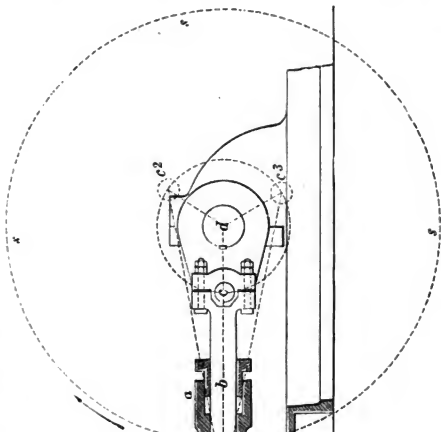


Fig. 216.



Aus der Lage der betreffenden Theile in Fig. 216 erkennt man bald, dass hier das von *i* aus (vom Accumulator her) zufließende Druckwasser, zufolge der geeigneten Stellung eines Schiebers *k*, durch die Canäle *i*, *h* und *g* bei *f* (den durchbohrten Drehzapfen des Cylinders passirend) in den Cylinder *a* treten und gegen den Kolben *b* wirken kann. Ebenso ergiebt sich aus Fig. 217, wo man den Rückgang des Kolbens *b* vorausgesetzt hat, dass das Druckwasser, nach seiner Wirkung den Weg *fghm* verfolgend, bei *m* entweichen kann. Der Steuerschieber in *k* (an der Stange *l* befestigt) wird durch die Oscillation des zuge-



hörigen Cylinders vermittelt der Hebelanordnung *rtuqp* bewegt, wie man aus den zwei verschiedenen Stellungen dieser Hebel und Stangen in Fig. 216 und 217 leicht wahrzunehmen im Stande ist<sup>1)</sup>.

Aus der Zeit der vierziger Jahre dieses Jahrhunderts hat die Geschichte der Maschinen zum Heben und Senken fester Körper, des allgemeinen Interesses und der Wichtigkeit der Sache wegen, (wenn auch nicht völlig der logischen Eintheilung, Classification Bd. 1, S. 24 und 25 entsprechend), der eigenthümlichen Maschinen zum Verticaltransporte erdiger Massen, der sogenannten Dampf-Excavatoren der Amerikaner zu gedenken. Diese Gattung von Maschinen gehört gleichzeitig zu denjenigen, welche den volkswirtschaftlichen Charakter des Maschinenwesens überhaupt recht hervorzuheben vermögen, indem sie in Nord-Amerika durch den ausserordentlichen Mangel an Menschenkräften hervorgerufen wurden, als man dort, mit der diesem Volke eigenen Energie, die Erweiterung und Vermehrung des nordamerikanischen Eisenbahnnetzes in Angriff genommen hatte.

Als Grundtypus dieser Maschinengattung kann die Construction eines Newyorker Ingenieurs Namens Ottis angesehen werden, wovon die umstehende Fig. 218 eine perspectivische Ansicht bietet<sup>2)</sup>.

*AB* ist eine transportable Dampfmaschine, die mit ihrem auf Rädern ruhenden Gestell *aa* auf einer temporären Eisenbahn in dem Maasse fortbewegt werden kann, als die Grabeschaufel *ff* die Erde fasst, hebt und überhaupt hinwegräumt.

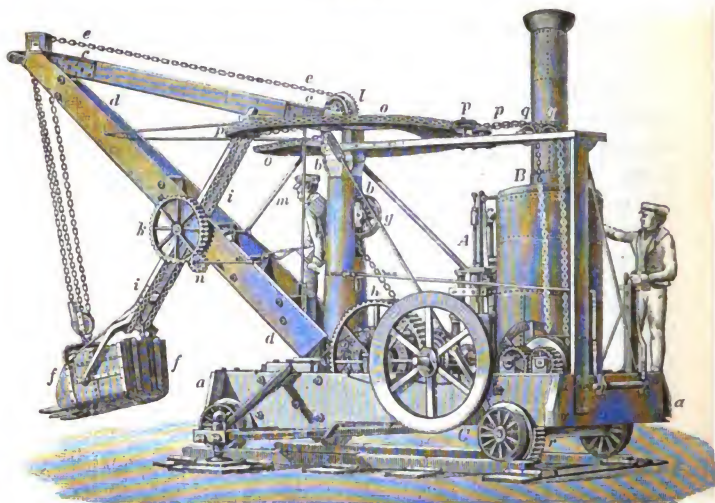
Auf dem Gestelle *a* ist ferner die verticale Säule *b* des aus Ausleger *d*, Strebe *c*, Rollen, Räderwerk etc. bestehenden Krahnens befestigt. Durch die Mitte der Krahnensäule *b* läuft abwärts die von der Grabeschaufel ausgehende Zugkette *ee*, passirt eine Leitrolle *g* und geht nach einer Winde, auf deren Welle ein grosses Stirnrad *h* sitzt, welches in ein an der Haupttriebelle befindliches Getriebe greift, dessen Achse das Schwungrad *C* trägt. Die Grabeschaufel *ff* ist ferner mit dem gabelförmigen Ende der diagonalen Arme *ii* verbunden, von denen aus Ketten um Rollen laufen, welche auf der Welle

1) Ueber zweicylindrige Wasserdruckmaschinen zur Wellendrehung bei Windewerken verschiedener Eisenbahnstationen handelt Armstrong selbst in den „Proceedings der Institution of Mechanical Engineers.“ 1868, Pg. 27.

2) The London Journal of Arts and Sciences etc. Vol. XXII (1843), Pg. 238, Plate X. Ferner Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 88 (1843), S. 328 und 423, sowie ebendasselbst Bd. 89 (1843), S. 77.

eines am Ausleger *d* sichtbaren Stirnrades *k* befestigt sind. Wird nun das Zahnrad *k* durch das mit ihm ~~zusammengreifende~~ Getriebe *n* in Umdrehung

Fig. 218.



gesetzt, so bewegen sich die diagonalen Arme *i* und mit ihnen die Schaufel *ff* auf- und abwärts. Das Ende der Schaufel steht durch Charniere noch mit anderen Theilen in Verbindung und wird während des Grabens vermittelst eines Bolzens in der gehörigen Lage erhalten. Dieser Bolzen lässt sich, wenn die gefüllte Schaufel durch die Kette *ee* gehoben in die erforderliche Lage gebracht wird, mit Hülfe eines geeigneten Apparates herausziehen, worauf die Schaufel überschlägt und die ausgegrabene Erde in einen bereit stehenden Waggon oder einen sonstigen Behälter schüttet.

An der Achse einer hoch oben über der Krahnssäule *b* sichtbaren Leitrolle (worüber die Kette *e* läuft) sitzt ein Kegelrad *l*, welches in ein anderes Kegelrad greift, dessen zugehörige Welle *m* in diagonalen Lage im Raume zwischen Krahnssäule *b* und Ausleger *d* in unserer Abbildung sichtbar ist. Am unteren Ende der Welle *m* befindet sich ein drittes Kegelrad, welches mit einem eben solchen Rade im Eingriffe steht, dessen Achse die des Stirnradgetriebes *n* ist. Letzteres Stirnrad lässt sich (in bekannter Weise) mit dem grösseren Zahnrade *k* in und ausser Eingriff setzen.

Geht nun die Hubkette *e* über die Rolle *c*, so wird durch die Umdrehung der letzteren schliesslich auch die Umdrehung der Welle bewirkt, auf welcher das Stirnrad *k* festgekeilt ist. Hierdurch erfolgt aber ein Niederwärtstreiben der Arme *ii*, bis zuletzt die Schaufel *ff* in den Grund (Erdboden etc.) ge-

trieben wird. Der bei *m* sichtbare, auf dem Gerüste stehende Mann kann letzteren Apparat (mit Leichtigkeit) ausser Eingriff bringen und so die Bewegung beim Senken oder Heben der Schaufel *ff* reguliren<sup>1)</sup>, hemmen etc.

Nachdem im Vorstehenden der Act des Grabens und Hebens der Erdmassen etc. beschrieben wurde, wenden wir uns jetzt zur zweiten Bewegung, welche die Dampfmaschine auszuführen hat, nämlich zur Rechts- und Links-Drehung des Krahnes.

Einen zur Ausführung dieser Drehung wesentlichen Theil bildet die in horizontaler Lage oben in der Krahnsäule befestigte hufeisenförmige Kettenscheibe *o*. An letzterer hat man die beiden Enden einer Kette *pp* befestigt, welche, nachdem sie die Peripherie der Scheibe *o* umschlungen hat, durch Rollen *qq* abwärts geleitet und auf eine horizontal gelagerte Welle geführt wird, deren Umdrehung (unter Verwendung anderer geeigneter Zahnradvorgelege) schliesslich die Dampfmaschine in erforderlicher Weise bewirkt.

Der Gang der Arbeit mit diesem Dampf-Excavator ist nun überhaupt folgender: Man giebt zuerst der Schaufel *ff* durch Nachlassen der Kette *ee* eine beinah senkrechte Stellung, so dass die Zähne derselben dem Erdboden zugekehrt sind und in denselben eindringen. Hierauf werden die verschiedenen Theile durch ihre Räderysysteme in Bewegung gesetzt, die Kette *ee* allmählig straff gezogen und diese nach und nach auf eine mit Spiralnuten versehenen Trommel gewickelt, welche mit dem Stirnrade *h* auf derselben Welle sitzt. Während dieser Operation kommen die Gabelarme *i* in Thätigkeit, darin bestehend, dass sie die Schaufel *ff* gewaltsam in den auszuhebenden Erdboden drücken. Gleichzeitig wird aber auch die Schaufel zufolge Zugwirkung der Kette *ee* zur Vorwärtsbewegung veranlasst und zum Erheben der gelösten (aufgeschaukelten) Erdmasse gezwungen. Zuzufolge dieser zwei Bewegungen, aus welchen die grabende Action der Schaufel *ff* besteht, beschreibt der Schaufelkörper beim Aufsteigen eine Curve, die an der Vorderseite der Maschine anfängt und dicht unter der Spitze des Krahnschnabels endet. Hat sich endlich die mit Erde gefüllte Schaufel *ff* bis zur letztgenannten Stelle erhoben, so wird sie mit Hilfe der hufeisenförmigen Kettenscheibe *o*, einen horizontal gerichteten Kreisbogen durchlaufend, zur Seite gewendet und der Verbindungsbolzen gelöst, welcher das Ende der losen Rolle (der unteren Flasche) mit dem Vordertheile der Schaufel *ff* vereinigt, worauf dann die Schaufel nach vornhin umkippt und ihren Inhalt in gewünschter Weise abliefern.

Die dritte fortschreitende Bewegung des ganzen Excavators auf der bereits erwähnten temporären Eisenbahn wird dadurch hervorgebracht, dass man auf die Hinterachse des vierrädrigen Wagens, worauf die ganze Maschine ruht, ein Zahnrad *r* befestigt hat, welches durch noch eingeschaltete Zahnradvor-

---

1) Im Civil Engineer und Architect's Journal vom Mai 1843 und daraus in Dingler's Polytechn. Journale Bd. 88 (1843), S. 423 befindet sich eine bessere, grössere und geometrische Darstellung des Excavators, auf welche wir alle Leser verweisen müssen, denen ein genaueres Studium der ganzen Maschinerie wünschenswerth ist.

gelege mit der Krummzapfenwelle der Dampfmaschine in geeignete Verbindung gesetzt werden kann<sup>1)</sup>.

Nach den Berichten glaubwürdiger Sachverständigen<sup>2)</sup> leisten Ottis' Dampf-Excavatoren geradezu Ausserordentliches. Mit einer Dampfmaschine von 22,86 Centimeter Cylinderdurchmesser, bei 30,47 Centimeter Kolbenhub und 90 bis 110 Kolbenspielen pro Minute, soll die Maschine im Stande sein, in zwölf Stunden 1100 Kubikmeter Mergelthon ausgraben, heben und laden zu können, was der Hand-Arbeit von 180 Mann gleich gerechnet wird, während die Maschine nur zwei Mann zur Bedienung erfordert. Ihr Anschaffungspreis wird zu 6000 Dollars angegeben.

In Amerika sind diese Excavatoren zur Herstellung von Eisenbahnen und Canälen unausgesetzt in Anwendung geblieben und so auch mit grossem Nutzen, ebenfalls in Folge des Mangels an Arbeitskräften, bei Ausführung der Pacific-Eisenbahn von Omaha nach San Francisco<sup>3)</sup> mit Erfolg benutzt worden, wie u. A. der interessante und lehrreiche Bericht über diese den nordamerikanischen Continent quer durchschneidenden Bahn angiebt, welchen der Ingenieur Fölsch in der Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins, Jahrgang 1872, S. 41, liefert. Die von Fölsch auf Blatt Nr. 5<sup>b</sup> der genannten Zeitschrift gelieferte Abbildung eines „Excavators für Erdarbeiten“ unterscheidet sich im Wesentlichen gar nicht von der im Vorstehenden besprochenen Ottis'schen Maschine. In etwas abgeänderter Construction hat man das Principielle der Maschine als Schaufelbagger-Maschine (statt der später auch im gegenwärtigen Werke zu besprechenden Eimerketten- oder Paternoster-Baggermaschinen)

1) Betreffende Detailzeichnungen finden sich auf Tafel VI, Fig. 31 des vorher citirten Dingler'schen Polytechnischen Journals, Bd. 88 (1843).

2) Nach dem Mining Journal vom 24. Juni 1842 in Dingler's Polytechn. Journal.

3) Nach Appleton's in New-York erscheinenden „Railway and Steam Navigation Guide“ hat die Bahn für die 1084 englische Meilen lange Strecke Omaha-Promontory den Namen „Union Pacific Railway“ und für die Strecke Promontory-Sacramento, von 690 englischen Meilen Länge, den Namen „Central Pacific-Railway of California.“ Für die Entfernung von Sacramento bis San Francisco rechnet Fölsch 136 englische Meilen, wonach die ganze Länge der Pacificbahn von Omaha bis San Francisco 1910 englische oder circa 400 geographische Meilen betragen würde. Von New-York bis San Francisco rechnet Fölsch in runder Zahl 760 deutsche oder 3504 englische Meilen.

ebenfalls in Nordamerika in Anwendung gebracht und eine derartige (von Osgood & Co. in Troy, Staat New-York) erbaute Maschine mit einer einzigen kübelartigen Stielschaufel bei der Drau-Regulirung mit besonderem Erfolge benutzt, worüber in der unten notirten Quelle <sup>1)</sup> vom österreichischen Ingenieur Gentilli berichtet wird.

Eine andere Art von Excavatoren wurde von dem französischen Ingenieur Couvreur bei der Durchstechung der Landenge von Suez, zur Herstellung des Suez-Canals, in Anwendung gebracht, als man dort im Jahre 1864 gezwungen war, die 20000 Arbeiter (Fellahs) durch Maschinen zu ersetzen, welche ursprünglich die ägyptische Regierung der betreffenden Baugesellschaft zur Verfügung gestellt hatte und diese, durch politische Gründe veranlasst, derselben entzogen wurden <sup>2)</sup>.

Fig. 219 wird zur allgemeinen Kenntnissnahme des Couvreur'schen Excavators hinreichen <sup>3)</sup>. Fast ganz so wie bei den bereits erwähnten Dampfbaggern, nur dass das Schiff durch eine auf der Eisenbahn laufende locomobile Dampfmaschine ersetzt ist, besteht das active Werkzeug, die eigentliche Grabe-

1) Man sehe hierüber eine mit Zeichnungen begleitete Abhandlung des Ingenieurs Gentilli in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins, Jahrg. 1871, S. 181.

2) Für manche Leser werden folgende Notizen und Bemerkungen über den Suez-Canal nicht überflüssig sein:

Die ganze Canallänge von Port Saïd bis Suez beträgt 160 Kilometer. Seine Querschnittsform ist die eines Trapezes, dessen Boden- (untere) Breite 22 Meter, seine Höhe (Tiefe) überall 8 Meter ist, seine Breite in der Wasserlinie variiert nach der Ueberschwemmung, welcher das betreffende Gebiet ausgesetzt ist. Wo man letzteres Uebel nicht zu erwarten hat, beträgt die Breite am Wasserspiegel 58 Meter.

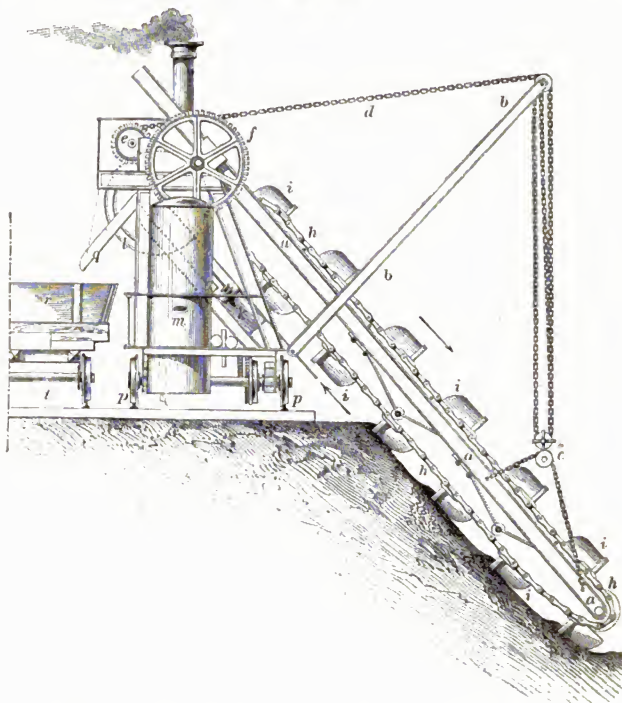
Das Geschichtliche der Bemühungen, das mittelländische Meer mit dem rothen Meere durch einen Schifffahrts canal zu verbinden, findet sich u. A. in der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Jahrg. 1856, S. 18 und Jahrg. 1862, S. 346. Betreffende Abbildungen liefern Förster's Bauzeitung, Jahrg. 1857, S. 346, so wie Oppermann's Annales des Constructions. 1858, S. 157 und 1862, S. 6.

Ein vortrefflich geschriebener Artikel findet sich in dem Jahrbuche zum Brockhaus'schen Conversationslexikon „Unsere Zeit“, Bd. 1, S. 1, unter der Ueberschrift: „Die Canalisirung des Isthmus von Suez.“ Endlich ist für den Maschinentechner zu verweisen auf die Mémoires et compte rendu des Travaux de la Société des Ingenieurs civils, Heft III. 1866, und daraus im Auszuge in der Berliner „Deutschen Bauzeitung“, Jahrg. 1870, S. 330.

3) The Practical Mech. Journal. Jan. 1867, Pg. 297, und Oppermann's Portefeuille des Machines. Januar 1865.

maschine, aus an endloser Kette *h* befestigten Schaufel-Eimern *i*, die auf einer Art Leiter *a* Führung erhalten, während die Kette an beiden Enden der Leiter über polygonartige Wellen geführt ist, deren obere Welle unter Einschaltung von Zahnradvorlegen *f* von der Dampfmaschine *k* in geeignete Umdrehung gesetzt wird.

Fig. 219.



Während die eimerförmigen Schaufeln die Erde von den Böschungen des Canals abgraben, schütteten dieselben ihr Füllmaterial oben so aus, dass dasselbe auf einer geneigten Ebene *q* herabgleitend und Waggons *rt* füllen konnte, die sich auf einem gewöhnlichen Eisenbahngleise fortbewegen ließen. Der ganze Excavator bewegte sich ferner selbstthätig entlang der Canal-Böschung auf einer anderen temporären Eisenbahn *pp* von 1,5 Meter Spurweite. Wie die Lagenveränderung der Leiter *aa*, der Eimerkette *ii* etc., deren völlige Auslösung (Erhebung) bei der erforderlichen fortschreitenden Bewegung des Excavators durch Ketten, Rollenzug *dd*, unterstützt von einem krahn-

ähnlichen Ausleger *bb*, eines Zahnradvorgeleges *e*, von der Welle des Schwungrades der Dampfmaschine *k* aus, erfolgen kann, ersieht man für gegenwärtigen Zweck hinreichend aus der Abbildung.

Wie aus letzterer ausserdem erhellt, wurde der Kessel *m* der Dampfmaschine auf dem Gestelle des ganzen Baues so nahe als möglich dem inneren Eisenbahngleise montirt, um den Schwerpunkt des Maschinensystemes unter allen Umständen in eine Verticale zwischen die Räder *pp* des Wagens zu bringen.

Gegenwärtig arbeiten Couvreur' Excavatoren mit ebenfalls entschiedenem Erfolge bei den Donau-Regulierungsarbeiten, in unmittelbarer Nähe der Stadt Wien, woselbst der Verfasser im Sommer 1873 mehrfach Gelegenheit hatte, dieselben in Thätigkeit zu sehen.

Am letzteren Orte liess man den Wagen des Excavators nahe der Canalböschung auf einer dreischienigen Eisenbahn laufen, um eine grössere Stabilität des Baues (des ganzen Maschinenwerkes) während der Arbeit herbeizuführen. Die Leistung der Dampfmaschine, welche die obere Welle der sechsseitigen Kettentrommel in Umdrehung setzte, wurde zu 20 Maschinenpferden angegeben, während eine andere kleine 4pferdige Dampfmaschine dazu bestimmt war, die Fortbewegung der ganzen Maschine auf den Eisenbahnschienen nach Bedarf zu vermitteln.

Während man bei den Suezcanal-Arbeiten mit sieben Couvreur'schen Excavatoren in den Jahren 1863 bis 1868 den grössten Theil der Erdarbeiten bei El-Guisr im Ausmaasse von 60000 Cubikmetern ausführte, wird bei den Donau-Regulierungsarbeiten die durchschnittliche, tägliche Leistung von 4 Excavatoren (jeder mit einer 20pferdigen Dampfmaschine ausgerüstet) zu 1125 Cubikmeter oder für einen Excavator zu 281¼ Cubikmeter pro Arbeitstag angegeben.

Zu einem der ferner beachtenswerthesten Beispiele, wie man sich helfen muss, um Menschenarbeit unter Umständen durch Maschinen zu ersetzen, gehören die sogenannten Elevatoren, womit man bei der Aushebung des Suez-Canals das von gewöhnlichen Baggermaschinen geförderte Material aus den betreffenden Schiffen (Prahmen) heben und auf das anliegende hohe Ufer transportiren musste, nachdem (wie schon erwähnt) die von der ägyptischen Regierung gestellten 20000 Arbeiter dem Baue entzogen wurden.

Fig. 220 ist die Abbildung eines solchen Elevators, dessen mächtiges, eisernes, aus sogenannten Fachwerkträgern construirtes Gerüst einerseits von einem Dampfschiffe *h*, andererseits von einer zum Fortrollen angeordneten Platt-

form  $g$  (am festen Ufer) getragen wird. Gleichzeitig ist auch das ganze Gerüst um eine Verticalachse  $AB$  drehbar gemacht. Den Verticalschnitt durch diese Achse lässt Fig. 221 erkennen, woraus man zugleich die der Breite nach (normal zur Bildfläche von Fig. 220) vorhandenen Dimensionen des Gerüsts zu entnehmen vermag<sup>1)</sup>.

Das Wesen der ganzen Anordnung besteht nun darin, aus einem Bagger-Prahme  $k$  mit Material (Erde, Sand etc.) gefüllte Kästen  $m$  mittelst einer Winde und Kette  $u$  zu heben, dann längs einer ansteigenden zweigleisigen Eisenbahn  $dd$  (Fig. 221) fortzuschaffen und endlich an der höchsten Bahnstelle die Kästen durch Umkippen zu entleeren. Die erwähnte Winde ist auf einem Wagen montirt, dessen vier Räder auf den Schienen der Eisenbahn  $dd$  laufen. Von den verschiedenen Orten, welche der Wagen mit Winde und Kasten nach und nach einnimmt, sind in Fig. 220 drei durch die Buchstaben  $a$ ,  $b$  und  $c$  notirt, wobei an der höchsten Stelle  $c$  der Kasten  $m$  im Zustande des Umkippens und Entleerens gezeichnet ist.

Die Ketten  $u$ , woran die Kästen  $m$  aufgehängt sind, wickeln sich auf zwei Trommeln  $ss$  (Fig. 222), die auf der Vorderachse des Wagens festgekeilt sind, während die Wagenräder sich lose um die Vorderachse drehen. Auf letztere Achse hat man ferner noch zwei andere Trommeln  $tt$  (Fig. 222) befestigt, über welche man im entgegengesetzten Sinne ein Drahtseil  $v$  geschlungen und dessen eines Ende am Trommelumfang eingehakt hat.

Ferner hat man dies Drahtseil nach oben hin (der schiefen Ebene des Gerüsts entlang) und am äussersten Ende über eine feste Rolle geleitet und von hier wieder abwärts nach einer Trommel geführt, welche durch die Dampfmaschine im Schiffe  $h$  in Umdrehung gesetzt wird. Beim Bewegen der Wagen  $m$  längs der schiefen Ebene  $dd$  wird eine Kreisscheibe (Rolle)  $p$  gezwungen, zwischen zwei Zwangsschienen  $e$  und  $f$  (Fig. 221) zu laufen. An beiden Enden der Bahn  $d$  sind diese Zwangsschienen in geeigneter Weise (Fig. 220) gebogen. Am Anfange, um das Aufsteigen der Wagen aus der Verticalen  $u$  in die schräge Richtung der geneigten Ebene  $d$  zu ermöglichen, nachher aber am Ende (bei  $c$ ) das selbstthätige Umkippen der Wagen zu veranlassen.

Die Aufeinanderfolge der von der Dampfmaschine als Motor ausgehenden Wirkungen ist nun folgende: Zuerst veranlasst das Dampfmaschinenseil das Verticalheben der Kästen  $m$ , indem durch das Drahtseil  $v$  (Fig. 222) die Vorderachse des Wagens  $a$  in Umdrehung gesetzt wird, wobei das Eigengewicht der Kästen nebst Inhalt gross genug ist, eine fortschreitende Bewegung des Wagens  $a$  zu verhindern. Sind aber die Kästen so hoch gehoben, dass sie mit den Rollen  $p$  den Zwangsschienen  $ef$  nahe genug gekommen sind und die Kästen in verticaler Richtung nicht weiter gehoben werden können, während die Dampfmaschine fortfährt, das Draht-Zugseil zu spannen, so erfolgt die aufwärts gehende Bewegung des Wagens auf der schiefen Ebene  $d$ , welche letztere auch in Fig. 222 durch eine Linie (nebst eins der Wagenräder  $r$ ) angedeutet ist.

1) Nach der Deutschen Bauzeitung, Jahrgang 1870, S. 330, u. nach Lacroix, „Etudes sur l'Exposition universelle de 1867 à Paris“ (Travaux de L'Isthme de Suez). Pl. XI. An letzterer Stelle ist auch eine Grundrisszeichnung des Elevators zu finden.



Fig. 220.



Fig. 222.

Fig. 221.

Mit Hilfe eines derartigen Elevators hat man täglich (durchschnittlich) 400 Cubikmeter Masse (Sand, Erde, Schlamm etc.) gehoben.

## Maschinen der Gegenwart zum Heben und Senken fester Körper.

### §. 13.

#### I. Die einfachsten Heb- und Senk-Maschinen mit directer Kraftwirkung, oder unter Einschaltung des einfachen Hebels.

Als mit directer Kraftäusserung wirksam sind in erster Linie die hydraulischen Hebmachines zu bezeichnen, welche zu Aufzügen in Hotels, Waarenhäusern, Hochöfen-Gichten, Eisenbahnhöfen etc. dienen und die man mit oder ohne Benutzung Armstrong'scher Accumulatoren (Seite 355) in Thätigkeit setzt.

Zum Repräsentanten der einfachsten hydraulischen Aufzüge wählen wir die des Pariser Mechanikers Édoux, welche derselbe mehrfach für Hotels, sowie auch zur Spazierfahrt auf das Hauptgebäude der Pariser Ausstellung von 1867 ausführte<sup>1)</sup>. Fig. 323 lässt die für letzteren Zweck getroffene Anordnung erkennen.

Dabei ist *aa* der Cylinder einer Art von hydraulischer Presse, *bb* der in ersterem gehörig dichtende Kolben, welchen man mit einer Plattform *gg* versehen hat. Letztere trägt den sogenannten Kiosk (richtiger Käfig) *gh* zur Aufnahme der zu befördernden Personen, während sämtliche genannten Theile *bgh* an Ketten *i* aufgehängt sind, die man über feste Rollen führt, in den vier hohlen Säulen *kk* herabgehen lässt und an die unteren freien Enden mit so grossen Gegengewichten belastet, dass dadurch sämtliche absteigende Maschinetheile und Körper (möglichst) ausbalancirt (im Gleichgewicht erhalten) werden. Der viereckigen Gestalt der Plattform *gg* und des Käfigs *gh* correspondirend, sind auch vier hohle Säulen *kk* vorhanden. Dass die Plattform (und der Käfig) an letzteren eine entsprechende Führung erhalten, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Das erforderliche Druckwasser wird von *d* aus durch das Rohr *c* dem Presscylinder *a* zugeführt und mittelst eines geeigneten Apparates *f* entsprechend geregelt, so zwar, dass man durch Stellung eines Schiebers das Druckwasser (beim Erheben) in die Röhre *c* treten oder das Wasser (beim Niedergehen) durch ein besonderes Rohr *e* abfließen lassen kann.

In dem speciellen Falle (Pariser Ausstellungs-Palais von 1867) hatte man das Rohr *a* auf mehr als 20 Meter Tiefe in den Boden versenkt, weil die betreffende Gebäudehöhe einen 20 Meter hohen Hub des Kolbens *b* erforderlich

1) Lacroix „Études sur l'Exposition de 1867“. 6e. Série. Pg. 426.

machte. Letzterer hatte 0,25 Meter Durchmesser und der gegen denselben ausgeübte Druck betrug im Maximum 1500 Kilogramm <sup>1)</sup>).

Fig. 223.

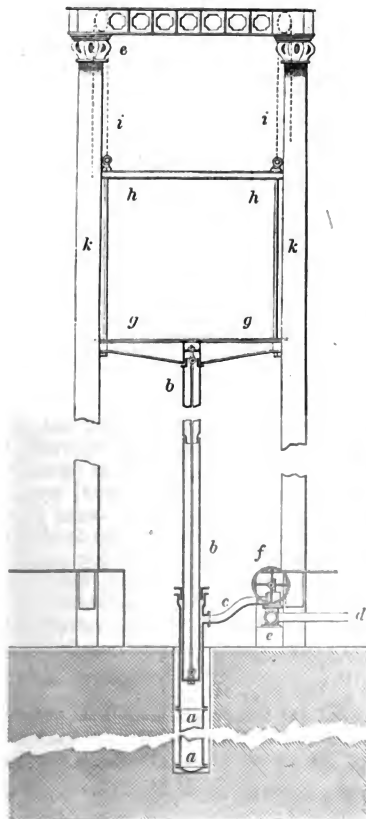
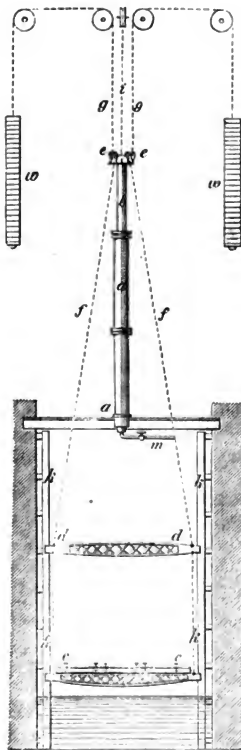


Fig. 224.



Ein ähnlicher ebenso interessanter, wie technisch wichtiger hydraulischer Aufzug zum Heben und Senken von Eisenbahnwagen wurde bereits früher (1853)

1) Ueber andere hydraulische Aufzüge französischer Ingenieure (namentlich eines solchen Aufzuges von Duvergier in Lyon für die Lyoner Eisenbahnstation Vaise) berichtet Armengaud in seinem Werke: Publication Industrielle des Machines. Vol. 17, Pg. 531. Mit Abbildungen auf Tafel 41.

für den Transport von Wagen und Gütern über den Rhein zwischen Ruhrort und Homburg (gleichsam als Fortsetzung der Aachen-Düsseldorfer Eisenbahn über Ruhrort hinaus nach Köln) hergestellt und in Gang gebracht<sup>1)</sup>. Die wesentlichsten Theile der hier getroffenen Anordnung lässt Fig. 224 erkennen.

Dabei ist *aa* der Cylinder zur Aufnahme des Hebkolbens. Die Anstellung des Hebcylinders über der Plattform oder Hebebühne war deshalb und zwar so hoch zu nehmen, weil man die zu transportirenden Wagen bis nahe auf den niedrigsten Rheinspiegel senken musste. Die bewegliche Bühne *ccdd* wurde dabei durch starke Ketten *ff* an den Kopf *e* des Kolbens *bb* gehangen. Um sowohl einen Theil des Eigengewichtes der Bühne *cddc*, der Kette *ff*, des Kolbens *b* nebst Kreuzkopf *e* zu balanciren, brachte man Gegengewichte *ww* an.

Die ganze Fahrbühne *ccd* bildet, ihrer rohen geometrischen Gestalt nach, in der (hier nicht abgebildeten) Seitenansicht ein gleichschenkliges Dreieck, wovon die Plattform *cc* (ihrer Längenrichtung nach, normal zur Bildfläche von Fig. 224) die Basis und der Träger *d* die Spitze ist. Hervorgehoben zu werden verdient, dass die Führung der Bühne nicht an deren vier Ecken, sondern in der Mitte der Länge in zwei Führungsständern und zwar einmal durch einen Träger unterhalb der Bühne *cc* und dann durch die Enden des die Bühne absteifenden Trägers *dd* geschieht. Diese Führung veranlasst sehr geringe Reibung, verhindert das Kanten und bietet die Möglichkeit einer soliden Befestigung.

In der Regel stellt man auf die Bühne zwei Eisenbahnwagen (auf jedes der beiden äusseren 24 Fuss langen Gleise einen) vom Maximalgewichte = 200 Ctr. Zwischen den beiden genannten Gleisen ist ein drittes Gleise (von 35 Fuss Länge) eingelegt, welches namentlich dann benutzt wird, wenn es sich um den Transport vierrädriger Wagen handelt, welche mit langen Gegenständen belastet sind. Das gesammte Eigengewicht der Bühne mit Zubehör ist 60859 Pfd. Der Durchmesser des Druckwasserkolbens beträgt 12 Zoll engl., sein grösster Hub  $27\frac{3}{4}$  Fuss engl. und die Höhe des Cylinders  $a$   $29\frac{3}{4}$  Fuss. Unter Zuziehung eines nebenbei placirten Accumulators<sup>2)</sup>, dessen gespannte Wasser im Rohre *m* dem Cylinder *a* zugeführt werden, kann gegen den Quadratzoll (engl.) der Querschnittsfläche des Kolbens *b* ein Druck von 650 Pfd. pro Quadratzoll oder eine Pressung von mehr als 44 (genauer  $\frac{6500}{147}$ ) Atmosphären ausgeübt werden. Hiervon gehen jedoch circa 161 Pfd. pro Quadratzoll für Reibungswiderstände ab, so dass ein resultirender Druck von 489 Pfd. pro Quadratzoll verbleibt. Die Zeit eines Aufzuges der belasteten Bühne beträgt in der Regel  $\frac{1}{2}$  Minute, wonach sich die Fahrgeschwindigkeit von  $\frac{27,75}{30} = 0,92$  Fuss pro Secunde ergibt.

Schliesslich werde noch erwähnt, dass eine dritte Kette *i* am Kreuzkopfe *e* des Kolbens *b* dazu dient, einen zweiten aber kleineren Wasserdruckmaschinen-

1) Erbkam, „Zeitschrift für Bauwesen.“ Jahrg. VII. (1857), S. 347 unter der Ueberschrift: „Die Homburg-Ruhrorter-Rheintraject-Anstalt.“

2) Zum Betriebe der den Accumulator speisenden Pumpen dient eine Dampfmaschine mit zwei horizontalliegenden Cylindern von 30 Pferdekraft.

cylinder mit dem grossen (*b*) zu verbinden. Diese kleinere Maschine dient zur Hebung der leeren Bühne, wobei der geringere nur halb so grosse Hub wie der des grossen Kolbens mit Hülfe eines Flaschenzuges (ähnlich wie S. 357) verdoppelt wird.

Von noch anderen bemerkenswerthen hydraulischen Hebevorrichtungen erwähnen wir noch die der Borsig'schen Maschinenbauanstalt in Berlin, mittelst welcher Locomotiven und Tender vom Niveau der Werkstätten gehoben werden, indem dieses etwa  $6\frac{1}{2}$  Fuss tiefer liegt, als das Niveau daran liegender Schienengleise (der Borsigstrasse), die nach Berliner Bahnhöfen (für Weltverkehrsbahnen) führen. In der Fabrik fertig montirte Locomotiven und Tender können durch diese Hebevorrichtung unmittelbar auf das Schienensystem des mitteleuropäischen Continentes gelangen. Die Presskolben dreier hydraulischen Pressen (mit Kolben von 42 Zoll Durchmesser) bilden die wesentlichen Betriebstheile, wobei die Hubhöhe der betreffenden Bühne 78 Zoll oder 6 Fuss 6 Zoll beträgt. Besonders bemerkenswerth ist noch die selbstthätige Ausrückung, durch welche die Schliessung der Schieber für den Zufluss des Wassers ausgeführt wird und in Bezug auf welche wir auf die hier benutzte unten citirte Quelle verweisen müssen<sup>1)</sup>.

Eine der grossartigsten Verwendung hydraulischer Hebmaschinen findet sich in den Londoner Victoria-Docks in Thätigkeit, mit Hülfe deren Schiffe von 2500 Tons und mehr Lastigkeit vertical aus dem Wasser zu heben sind. Die hier vom Ingenieur Clark getroffene Anordnung<sup>2)</sup> besteht aus zwei parallelen Reihen von je 16 gusseisernen hohlen Säulen, deren senkrechte Achsen um 6,248 Meter von einander abstehen, dies Mass in der geraden Linie genommen, in welcher die 16 Röhren einer Reihe neben einander gestellt sind. Je zwei dieser Säulen stehen einander gegenüber und zwar in solcher Entfernung, dass zwischen den Aussenwänden ein freier Raum von 18,88 Meter verbleibt, woraus erhellt, dass Schiffe von der grössten Breite gehoben werden können.

Sämmtliche Säulen hat man in ein dem Fluthwechsel nicht unterworfenen Bassin gehörig versenkt und befestigt, an den oberen Enden aber durch eine Brücke mit einander vereinigt, so dass ihre Stabilität eine grosse und ihr unverrückbarer verticaler Stand ein ganz sicherer ist. Jede solche Säule ist im Innern mit einem starken, ebenfalls hohlen Cylinder, dem Hebecylinder, ausgestattet, der wiederum nichts anderes als der Arbeitskolben einer hydraulischen Presse ist. Zwölf von einer 50pferdigen Dampfmaschine getriebene Druckpumpen treiben entsprechend Wasser in jeden der Hebecylinder.

Um ein Schiff zu heben, wird ein der Grösse des Schiffes entsprechendes Ponton, das mit Schützen und Ventilen zum Ein- und Auslassen von Wasser versehen ist, zwischen die Säulen geführt, dort mit den Köpfen der Presskolben in Verbindung gebracht und so tief gesenkt, dass seine Brücke (Plattform) tiefer als der Kiel des zu hebenden (und zu dockenden) Schiffes zu liegen

1) Wiebe, Skizzenbuch für den Maschinenbau, Heft XXII, Blatt 5.

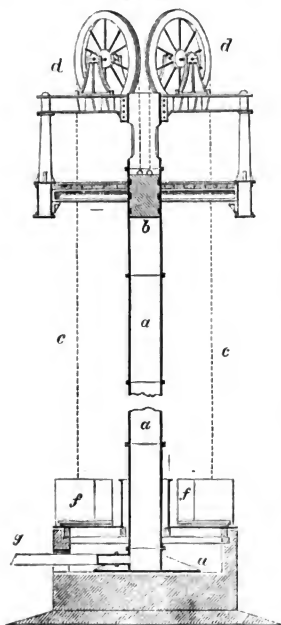
2) Ausführlich beschrieben und mit einer (grossen) Tafel Abbildungen begleitet in Förster's „Allgemeiner Bauzeitung“, 43ter Jahrgang (1868/69), Seite 280, Tafel 54.

kommt. Hat dann letzteres die entsprechende Stellung zum Ponton, so setzt man die Druckpumpen der hydraulischen Pressen in Thätigkeit und lässt das Schiff anheben etc.

In der Regel erfolgt eine Hebung auf 8 Meter Höhe in 30 Minuten, so dass die Steiggeschwindigkeit 0,0044 Meter pro Secunde beträgt. Der Flächeninhalt aller 12 Druckpumpen berechnet sich zu 0,02127 Quadratmeter, der sämtlicher zugleich arbeitender Kolben der Hebcylinder zu 1,6213 Quadratmeter, so dass der von der Dampfmaschine auf die Pumpenkolben übertragene Druck mit  $76 \left( = \frac{1,6213}{0,02172} \right)$  multiplicirt wird. Hiernach wird in unserer Quelle die grösste Hublast zu 7296 Tonnen angegeben.

Einen eigenthümlichen Apparat zum Heben und Senken grösserer und kleinerer Lasten vermittelt Wasserdrucks und atmosphärischer Luft soll nach

Fig. 225.



Prof. Reuleaux der Nationalrath Seiler erfunden haben. Dabei sollen Glocken, ähnlich den Gasometereinrichtungen, in ein mit Wasser gefülltes Bassin eintauchen und damit namentlich vortheilhaft Schiffe aus einer Schleusenkammer in die andere übergeführt werden können. In letzterem Falle soll das Seiler'sche Verfahren dieselbe Aufgabe mit  $\frac{1}{18}$  der bei gewöhnlichen Schleusen erforderlichen Wassermenge leisten und nur  $\frac{1}{6}$  der beim alten Verfahren nothwendigen Zeit bedürfen. Es ist zu bedauern, dass die einzige uns hinsichtlich des Seiler'schen Apparates zugängliche, unten citirte Quelle <sup>1)</sup> weder Zeichnung noch zum vollen Verständniss hinlängliche Beschreibung enthält.

Eine sogenannte pneumatische Aufzugsmaschine, d. h. eine solche, wo nur atmosphärische Luft die wirksame Druckkraft bildet, lässt nebenstehende Fig. 225 erkennen. Der hier dargestellte specielle Fall bezieht sich auf Gichtaufzüge, wie solche nach Angaben des englischen Ingenieurs Gjers auf den Ayresome-Eisenwerken (Middlesbrough) und auch an anderen Orten in Anwendung befindlich sind <sup>2)</sup>. Den Haupttheil eines solchen Aufzuges bildet eine vertical stehende gusseiserne

1) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen, 44ter Jahrgang (1865), S. 90 ff.

2) Engineering vom 24. Mai 1872, S. 343.

cylindrische Säule (Röhre) von 36 Zoll Durchmesser, die aus Theilen von 10 Fuss Länge mittelst Flantschen und Schraubenbolzen fest und luftdicht zusammengesetzt ist. In diesem Cylinder (von 80, 90 und mehr Fuss Höhe) läuft ein gusseiserner, mit Dichtungsringen ausgestatteter Kolben *b* auf und ab, wozu derselbe an vier Drahtseilen *cc* aufgehängt ist, die über ebenfalls vier diagonal zu einander gestellten Seilscheiben<sup>1)</sup> *d* geschlagen sind, während die anderen Seilenden die quadratische Plattform *f* von 15 Fuss Seitenlänge an je einer der vier Ecken fassen, woran die Plattform gehörig befestigt ist.

Durch ein Rohr *g*, welches seinerseits in den Cylinder *a* mündet, andererseits mit einer Luftpumpe in Verbindung steht, wird entweder atmosphärische Luft aus dem Cylinder *a* herausgesogen oder solche in denselben hineingedrückt.

In unserer Abbildung (Fig. 225) nimmt der Arbeitskolben *b* die höchste Stelle im Cylinder *a* ein, wobei natürlich die Plattform *f* (von 10 Ctr. Gewicht) bereits unten angelangt ist. Um letztere mit den aufgestellten und mit Erzen etc. gefüllten Fördergefäßen (gewöhnlich von 40 Ctr. Gewicht, so dass das Gesamtgewicht der beladenen Plattform 50 Ctr. beträgt) zum Aufsteigen zu veranlassen, lässt man die vorgedachte Luftpumpe<sup>2)</sup> als Sauger wirken, wodurch im Cylinder *a* ein luftverdünnter Raum erzeugt und vom überwiegenden Atmosphärendrucke auf die obere Endfläche des Kolbens *b* eine Pressung ausgeübt wird, die mehr als hinreichend ist, den Kolben *b* zum Niedergange und die belastete Plattform *f* zum Aufgange zu zwingen. Nach Entleerung der auf letzterer stehenden Fördergefäße macht man durch geeignete Anordnungen die Luftpumpe zur Compressionspumpe, wobei ein Ueberdruck von 2 Pfd. pro Quadratzoll schon hinreicht, den Niedergang der Plattform ganz eben so sanft und geräuschlos zu bewirken, als dies bei der Aufgangsbewegung der Fall war. Die Geschwindigkeiten, womit das Heben und Senken der Plattform geschieht, kann sehr leicht und sicher durch die Geschwindigkeiten der Dampfmaschine regulirt werden, womit diese die Luftpumpe in Bewegung setzt.

Noch andere Maschinen zur pneumatischen Förderung beschreiben Weisbach<sup>3)</sup> und von Hauer<sup>4)</sup> in den unten citirten Werken, auf welche für ausführlicheres Studium des Gegenstandes hier verwiesen werden muss.

Einen passenden Uebergang von den hydraulisch-pneumatischen Hebmäschinen zu denen, bei welchen man die einfachsten Hebelanordnungen wirksam gemacht hat, dürfte die Hebewinde Fig. 226 der Mechaniker Tangey, Brothers & Price in Birmingham bilden. Aus der Abbildung erkennt man ohne Weiteres, dass diese Maschine in der That nichts anderes als eine kleine, tragbare, hydraulische Presse ist, wie solche bereits Bd. 2, S. 265, 268 ff. zu

1) In der Abbildung (der Durchschnittsrichtung entsprechend) sind nur zwei dieser Seilscheiben sichtbar.

2) In unserer Quelle mit abgebildet. Die Bewegung der Luftpumpe wird durch eine zweicylindrige Dampfmaschine mit unter 45 Grad gegen den Horizont geneigten Cylindern erzeugt, deren Kolben 18 Zoll Durchmesser und 30 Zoll Hub haben.

3) Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, §. 220.

4) „Die Fördermaschinen der Bergwerke“ und zwar die Abschnitte „Maschinen mit Lufttransmission“, Seite 340, und „Pneumatische Förderung“, Seite 437.

Zwecken der Oelfabrication etc. beschrieben wurde. Hiernach ist *a* der unbewegliche (gusseiserne) Cylinder, in welchem sich am oberen Ende eine soge-

Fig. 227.

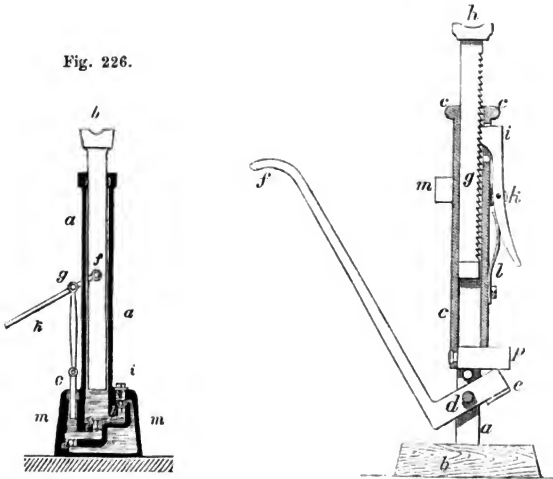


Fig. 226.

nannte Liederung befindet, um den Plonger-Kolben *b* luftdicht im Cylinder *a* auf- und abführen zu können. In dem mit Oel oder Wasser gefüllten Fusse *mm* der Maschine sind die bekannten Ventile, nämlich das Saugventil *d* und das Druckventil *e*, so wie ein drittes Ventil *k* befindlich, welches letztere jedoch während der Aufsteigzeit des Kolbens *b* durch eine Druckschraube *i* geschlossen gehalten und nur dann geöffnet wird, wenn man den Kolben *b* zum Niedergehen veranlassen und die im Cylinder *a* befindliche Druckflüssigkeit wieder in den Vorrathsraum des Fusskörpers *m* zurücktreiben will. Dass der Drehpunkt *f* des Arbeitshebels *fgh* am äusseren Mantel des Cylinders *a* befindlich ist und das Stück *fg* eine geeignete Gabel bildet, bedarf wohl ebenso wenig hervorgehoben zu werden, wie die Anordnung der Druckpumpe mit dem Kolben *c*.

Um die Beschädigungen derartiger als Wagen- und Bauwinde vielfach benutzten Maschinen beim Gebrauche möglichst zu vermeiden, auch dieselbe in der äusseren Form compacter zu machen, construiren die Engländer D. Adams & Co. in Hyde dieselbe so, dass der ganze Betriebsmechanismus dem Auge verborgen und im Innern des Hauptkörpers der Winde versteckt ist. Ohne die Zweckmässigkeit dieser Anordnung zu verkennen, sind die im Innern verborgenen wirksamen Theile doch verhältnissmässig unzugänglich, und ist das Ganze, namentlich beim Reinigen, etwas complicirt. Wir unterlassen



deshalb, hier Abbildungen beizufügen und verweisen auf die unten notirten Quellen<sup>1)</sup>.

Eine zweckmässige sogenannte Heblade, wovon sich ein (auf der Wiener Weltausstellung 1873 gekauftes) mit Barbou (Breveté) markirtes Modell in der Maschinensammlung der Polytechnischen Schule in Hannover befindet, stellt Fig. 227 dar.

Die ganze für geringe Hubhöhen, beispielsweise zum Abstützen (Erheben) von Wagenachsen beim Abziehen eines der Räder, sehr praktische Maschine besteht im Wesentlichen aus vier Theilen. Erstens aus einem eisernen, von zwei Parallelstücken gebildeten Ständer *a*, der in einem Fussklotze *b* gehörig befestigt ist. Zweitens aus einer (im Querschnitte) viereckigen Hülse *cc*, die sich längs des Ständers *a* auf- und abschieben lässt. Drittens aus einem Winkelhebel *def*, dessen Drehpunkt *d* von einem Bolzen gebildet wird, der in correspondirenden Oeffnungen der beiden Wände des Ständers *a* passt. Viertens aus einer gezahnten Stange *g* mit ausgerundetem Kopfe *h*, in deren Zähne eine ebenfalls geeignet verzahnte Sperrklinke *ik* fasst und deren stetes Eingreifen durch eine Feder *l* veranlasst wird, welche letztere eben so wie der Drehpunkt *k* der Klinke *ik* an der Hülse *cc* befindlich ist. Eine Backenfeder *m* dient zum Einklemmen des Hebelarmes *df*, wenn die Maschine ausser Thätigkeit gesetzt wird.

Gebrauch und Wirkungsweise dieser Heblade versteht sich hiernach fast von selbst.

Zuerst den Hebel *fde* in Ruhezustand gedacht, also mit dem langen Arme *fd* bei *m* eingeklemmt angenommen, und der kürzere Arm *de* horizontal vor- ausgesetzt, ruht die Hülse *cc* mit der an ihr befestigten Nase *p* auf dem Arme *de*. Die Zahnstange *gh* hat man vorher so hoch erhoben und durch die Klinke *ik* in der erforderlichen Höhe festgestellt, dass sich die (mit Leder gefütterte) Höhlung *h* bis auf wenige Centimeter der Achse genähert hat, die man zum Zwecke des Abziehens eines Rades auf ebenfalls nur einige Centimeter über den stützenden Boden erheben will. Ist letzteres geschehen, so bringt man den Hebel *fde* in diejenige Lage, welche unsere Abbildung erkennen lässt und wodurch die Hülse *c* nebst der Zahnstange *g* (diese beiden Theile durch das Klinkwerk *ikl* vereinigt) vom kurzen Hebelarme *de* in die Höhe geschoben wird und der Kopf *h* der Zahnstange ein festes Auflager für die betreffende Wagenachse bildet.

Eine andere, für grössere Hubhöhen brauchbare, einfache Maschine (ebenfalls aus der Modellsammlung des hannoverschen Polytechnikums) stellt Fig. 228 dar.

Hier ist *a* eine gusseiserne Hülse, die mit einem stützenden Fusse *bb* und einem durch die ganze Höhe gehenden Langschlitz *c* versehen ist. In dieser Hülse verschiebt sich der Hubcylinder *d* (ohne eine Drehung ausführen zu können), der mit Zähnen *ee* (nach Art einer Zahnstange) versehen ist, welche mit den Zähnen *i* eines Bogenstückes in Eingriff gebracht werden können. Letzterer Zahnbogen *i* bildet aber den kürzern Arm eines doppelarmig, ungleicharmigen Hebels *m*, dessen Drehpunkt beim Arbeiten (Heben des Zahnstangen-

1) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen, Jahrg. 1863, S. 280, und Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. 10 (1866), S. 710.

cylinders) in  $k$  befindlich ist. Ein Sperrrad  $p$  mit geeigneter Feder  $r$  verhindert den freiwilligen Niedergang des Hubcylinders  $d$  und damit das Zurücksinken der auf dem Kopfe  $q$  ruhenden Last.

Das am Ende einer Hubarbeit wieder erforderliche Niedergehen des Hub-

Fig. 228.

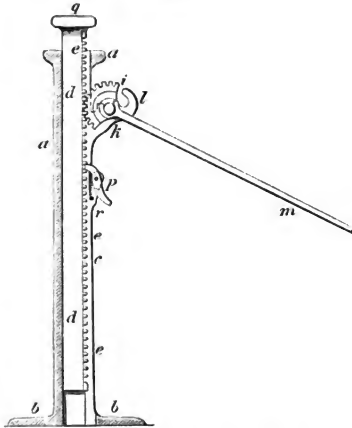
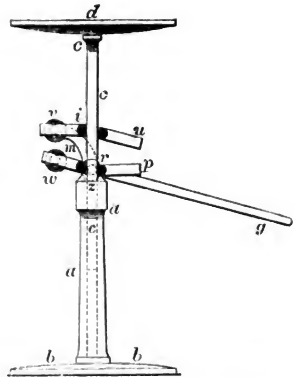


Fig. 229.



cylinders erfolgt dadurch, dass man erst den Hebel  $m$  aus seiner Lagerstelle  $k$  hebt und in die Lagerstelle  $l$  versetzt, wonach der Zahneingriff nicht mehr möglich ist, dann aber auch die Sperrklinke  $p$  ausser Eingriff bringt, worauf das Gewicht des Hubcylinders dessen Niedergang sofort veranlasst.

Mindestens interessant und bemerkenswerth ist die 1838 vom französischen Ingenieur Saladin<sup>1)</sup> angegebene Heblade Fig. 229, die auf dem Principe der Einklinkung durch Friction beruht und bei welcher Anordnung der bei Klinkhaken und Sperrkegel leicht vorhandene todte Gang vermieden wird.

Hier ist  $a$  wieder eine Hülse mit Fussgestelle  $b$ , in welcher ersteren sich ein gut abgedrehter Cylinder  $c$  von kreisförmigem Querschnitte mit der Lastplatte  $d$  verschieben lässt. Um den Cylinder  $c$  sind zwei Ringe  $i$  und  $r$  gelegt, deren innerer Durchmesser grösser ist, als der Durchmesser des Cylinders  $c$ . Jeder dieser Ringe ist mit zwei geraden Armen  $u$  und  $v$ , sowie  $p$  und  $w$  versehen, wovon  $u$  und  $p$  zum Anfassen mit der Hand dienen, dagegen  $v$  und  $w$  zu anderen Zwecken bestimmt sind. Auf letztere beide Arme hat man nämlich die Köpfe von Bolzen geschoben, welche sich zapfenförmig in Hülsen drehen, wovon die eine Hülse bei  $v$  von einem am Gestelle  $a$  befestigten Arme  $m$  aufgenommen wird, also unverrückbar ist,

1) Bulletin de la Soc. Indust. de Mulhouse, T. 12, p. 296, und Salzenberg's „Vorträge über Maschinenbau“, S. 324.

während die andere Hülse, die bei  $w$ , das Ende eines ungleicharmigen Hebels  $gzw$  bildet, dessen Drehpunkt  $z$  sich an der Seite des Gestellarmes  $m$  befindet und demnach ebenfalls unverrückbar ist. Bei ruhiger Lage aller Theile nehmen die Ringe  $i$  und  $r$  eine gegen den Horizont geneigte (20 bis 30 Grad betragende) Lage ein, wobei zwei innere, schräg einander gegenüberliegende Punkte (der eine oben, der andere unten) der inneren Ringflächen gegen den Mantel des Hubcylinders  $c$  gedrückt und demzufolge eine Reibung hervorgebracht wird, welche ausreicht, den Cylinder  $c$  (mit der belasteten Platte  $d$ ) aufwärts zu schieben, wenn man den Hebel, bei  $g$  anfassend, niederdrückt. Beim Aufhören des letzteren Druckes und während man das Hebelende  $g$  zur neuen Druckertheilung in die erforderliche schwingende Bewegung versetzt, wirkt die Reibung am oberen Ringe  $i$  derartig, dass die ganze Anordnung *in situ* die Stelle eines Gesperres vertritt, wodurch die rückgängige (niederwärts gerichtete) Bewegung des Hubcylinders und mit ihm der auf  $d$  placirten Last verhindert wird. Dass sich aus dem Winkel, welchen die Verbindungslinie der Punkte, wo die Ringflächen gegen den Cylinder  $c$  gepresst werden, mit dem Horizonte bildet, den betreffenden Reibungscoefficienten, und aus den Hebelarmverhältnissen, mit Beachtung von Kraft (bei  $g$ ) und Last (bei  $d$ ), ein mathematischer Ausdruck für das Gleichgewicht des Systems und dessen betreffende Anordnung bilden lässt, versteht sich wohl von selbst<sup>1)</sup>.

Nach längerem Gebrauche zeigt der Mantel des Cylinders  $c$ , zufolge des Einklemmens zwischen den Ringen  $i$  und  $r$ , eine Menge Eindrücke, die, andere Abnutzungen hinzugerechnet, die Sicherheit des Apparates beeinträchtigen und schliesslich fast unwirksam machen können.

## §. 14.

### II. Flaschenzüge als Heb- und Senk-Maschinen.

Unter Beachtung alles dessen, was bereits an früheren Stellen dieses Werkes<sup>2)</sup> über Rollen- und Flaschenzüge bemerkt und erörtert wurde, wird hier nur das Neueste, den Gegenstand betreffend, zu besprechen sein.

Diesem gemäss werde zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass man zur Zeit (fast ausschliesslich) die Rollen einer und derselben Flasche nicht mehr wie in Fig. 185 und 186 mit Rollen von verschiedener Grösse über einander, sondern wie Fig. 230 und 231 zeigt, mit Rollen von gleichem Durchmesser neben einander, als sogenannter Kastenflaschenzug, anordnet. Der Vortheil letzterer Anordnung ist leicht erkennbar, indem man nicht so beträchtlich lange Flaschen erhält, wie im ersteren Falle, die lose Flasche  $B$  der festen  $A$

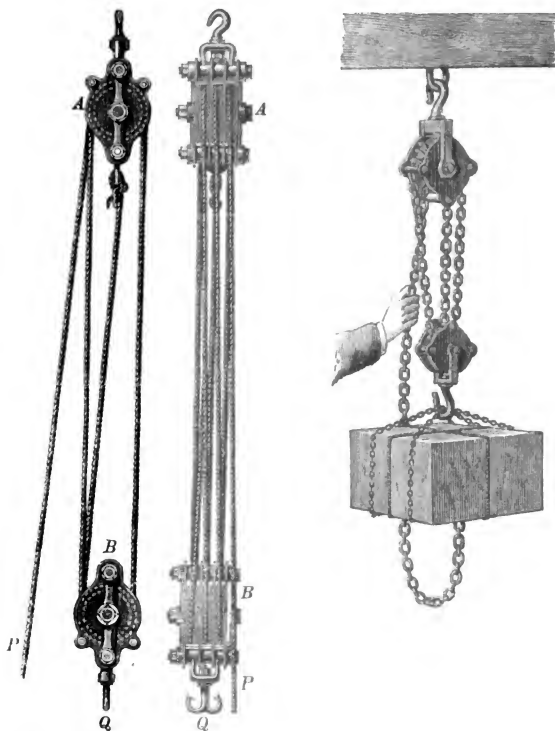
1) Man sehe deshalb das bereits citirte Werk von Salzenberg, so wie des Verfassers „Grundzüge der Mechanik.“ (Dritte Auflage.) S. 207.

2) Bd. 1, S. 39, Fig. 5; ferner Bd. 2, S. 135, Fig. 135, und allermeist Bd. 4, S. 19, 32, 33, 322 und 326.

näher gebracht und demnach auch eine an den Haken der unteren Flasche gehangene Last  $Q$  verhältnissmässig höher gehoben werden kann<sup>1)</sup>.

Fig. 230. Fig. 231.

Fig. 232.



1) Sollen bei übereinander gestellten Rollen die sämtlichen Seile parallel bleiben, so muss man den Radius jeder folgenden Rolle um den Radius der allerkleinsten (oder ersten) Rolle wachsen lassen.

Bei einer sehr grossen Zahl Rollen des Kastenflaschenzuges, Fig. 230 u. 231, muss man eigentlich, wenn die untere Flasche nicht in eine sehr schräge Lage kommen soll, die Last  $Q$  nicht in die Mitte, sondern etwas mehr nach rechts hin (Figur 231) aufhängen. Die Ursache hiervon ist die Reibung der Rollzapfen und der Biegungswiderstand der Seile.

Man sehe über Anordnungen von Flaschenzügen u. A. Schubert's Handbuch der Statik, Bd. 1, §. 51 und §. 52. Dresden und Leipzig 1832.

Nächstdem hat man mit grossem Erfolge angefangen, statt der Hanfseile geeignete Gliederketten (mit elliptischen Ringen) und zwar besonders dann in Anwendung zu bringen, wenn die zu hebenden Lasten gross sind und man die Flaschenzüge längere Zeit der Witterung aussetzen muss. In diesem Falle müssen aber die Rollen geeignete Furchen zur Aufnahme der Ketten erhalten. Ein wichtiger Vortheil der Kettenverwendung ist noch der, dass der Reibungswiderstand der Kettenglieder unter sich und auf den Rollen kleiner ist, als (unter sonst gleichen Umständen) der Biegungswiderstand der Seile, natürlich Hanfseile vorausgesetzt, da Drahtseile zu grosse Rollendurchmesser erfordern würden<sup>1)</sup>.

1) Bezeichnet man mit  $n$  die Anzahl Rollen einer Flasche, also mit  $2n$  die Anzahl der gespannten Seile, mit  $P$  die Kraft und mit  $Q$  die Last, so hat man ohne Beachtung der Reibung:

$$\text{I.} \quad Q = 2n P,$$

dagegen mit Beachtung von Reibung und Seilbiegung:

$$\text{II.} \quad Q = P \cdot \frac{K^{2n} - 1}{K^{2n}(K - 1)},$$

wobei für Seile:

$$K = 1 + 0,26 \frac{\delta^2}{D} + 2f \cdot \frac{d}{D}$$

und für Ketten:

$$K = 1 + 2f_1 \frac{\delta}{D} + 2f \frac{d}{D}$$

ist. Hierbei bezeichnet  $\delta$  den Seildurchmesser, beziehungsweise den Durchmesser des Rundeisens der elliptischen Kettencylinder,  $D$  den Durchmesser einer der gleichen Rollen,  $d$  den Zapfendurchmesser der Rollen,  $f$  den Zapfenreibungscoefficienten und  $f_1$  den Reibungscoefficienten des Ketteneisens. Die Ableitung der Gleichung II findet sich u. a. auch in meiner Geostatik, §. 103.

Für das Güteverhältniss =  $g$  erhält man aus den ersten beiden Werthen

$$g = \frac{\text{Last mit Beachtung der Reibung}}{\text{Last ohne Reibung}} = \frac{1}{2n} \cdot \frac{K^{2n} - 1}{K^{2n}(K - 1)}.$$

Setzt man ferner:

$$K = 1 + \alpha, \quad \alpha = K - 1,$$

so erhält man für  $g$  (nach Prof. Grove) genau genug:

$$\text{III.} \quad g = \frac{1 + \left(\frac{2n - 1}{2}\right) \alpha}{1 + 2n \alpha \left[1 + \left(\frac{2n - 1}{2}\right) \alpha\right]}.$$

Als Beispiel für einen Seil-Flaschenzug mit 3 Rollen in jeder Flasche, also  $2n = 6$  und für  $P = 500$  Kilogr. ferner für

$$\delta = \frac{1}{8} \sqrt{P} = 2,8 \text{ Centimeter,}$$

$D = 7\delta$ , und ebenfalls  $\frac{d}{D} = \frac{1}{7}$ , sowie wenn  $f = 0,08$  gesetzt wird, folgt:

$$K = 1 + 0,26 \cdot (2,8) \cdot \frac{1}{7} + 2 \cdot 0,08 \cdot \frac{1}{7} = 1 + 0,104 + 0,022 = 1,126,$$

Bei Seilflaschenzügen verwendet man, der passiven Widerstände wegen, selten mehr als vier Rollen in einer Flasche, so dass die Zahl der (parallelen) gespannten Seile 8 beträgt. Bei Kettenflaschenzügen kann man etwas weiter gehen.

Einen im Jahre 1861 von Weston erfundenen und von Ransome zuerst ausgeführten Flaschenzug<sup>1)</sup>, wobei der Vortheil einer bedeutenden Kraftübersetzung erreicht wird, ohne den Nachtheil zu grosser Reibung mit sich zu führen, lassen die Figuren 232, 233 und 234 erkennen.

Die Wirksamkeit dieser Maschine beruht auf dem Principe der bereits S. 331 (Note 1) erörterten Differenzial-Winde und wird deshalb Differenzial-Flaschenzug genannt.

Die specielle Anordnung erhellt aus den Abbildungen Fig. 233, 234 und 235.

In der oberen Flasche befinden sich auf derselben Achse (Welle) zwei Kettenrollen  $a$  und  $b$  von verschiedenem Durchmesser (in Fig. 233 mit  $D$  und  $D_1$  bezeichnet), beide in ihren Spuren oder Läufen mit sogenannten Stegen,

ferner erhält man:  $g = 0,659$ , so dass  $Q$  mit Beachtung der Reibung sich zu 2277 Kilogr. ergibt, während ohne Reibung  $Q = 6P = 3000$  Kilogr. gewesen sein würde.

Mit Hilfe vorstehender Gleichung III für das Güteverhältniss  $= g$  eines Seilflaschenzuges, und wenn man  $2n$  nach einander  $= 4, 6$  und  $8$  setzt, berechnet sich folgende kleine Tabelle, für  $g$ :

Werthe für $K = 1 + \alpha$ .			
$2n$	1,05	1,10	1,15
4	0,88	0,80	0,71
6	0,84	0,71	0,62
8	0,80	0,65	0,54

Für einen Kettenflaschenzug, wobei ebenfalls  $P = 500$  Kilogramm, würde man erhalten haben, wegen  $\delta = \frac{1}{40} \sqrt{P}$ , wenn überdies  $\frac{\delta}{D} = \frac{1}{21}$  und  $\frac{d}{D} = \frac{1}{5}$  gesetzt und  $f_1 = 0,18$  (Eisen auf Eisen) angenommen wird:

$$\delta = \frac{1}{40} \sqrt{500} = \frac{22,3}{40} = 0,55 \text{ Centimeter,}$$

sowie:

$$K = 1 + 2 \cdot 0,18 \cdot \frac{1}{21} + 2 \cdot 0,08 \cdot \frac{1}{5} = 1,049.$$

Nimmt man hiernach  $K = 1,05$ , so ergibt sich aus der Tabelle das Güteverhältniss des Kettenflaschenzuges (für  $2n = 6$ ) zu:

$$g = 0,840, \text{ gegenüber}$$

$$g = 0,659 \text{ beim Seilflaschenzuge.}$$

1) Civil Engineer and Architect's Journal, 1861, Pg. 129, und Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 161 (1861), S. 169.

Fig. 233.

Fig. 234.

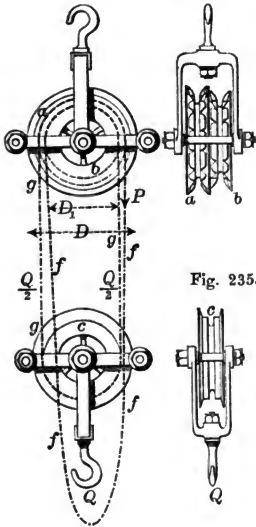


Fig. 235.

in welchen die Glieder der Kette Platz finden und gehalten werden können. Die lose Rolle *c*, woran die Last *Q* befestigt werden kann, hängt in einer Kette ohne Ende, welche alle 3 Rollen *a*, *b* und *c* in der Art umschlingt, dass für eine ganze Umdrehung, von einer Kraft *P* veranlasst, die am äusseren Seilstück der lose herabhängenden Kette *f* zieht, die Gleichung (ganz wie Seite 331, Note 1) besteht:

$$P \cdot D\pi = \frac{Q}{2} \pi D - \frac{Q}{2} \pi D_1,$$

woraus folgt:

$$P = \frac{Q}{2} \left( 1 - \frac{D_1}{D} \right).$$

Nimmt man daher mit Ransome  $\frac{D_1}{D} = \frac{10}{11}$  (d. h. giebt der grossen Kettenrolle 22, der kleinen 20 Kerbe zur Aufnahme der offenbar gleich grossen Kettenglieder), so erhält man:

$$P = \frac{1}{22} Q.$$

Hiernach ist also nur der 22. Theil als Kraft für den Gleichgewichtszustand erforderlich, sobald man die passiven Widerstände ausser Acht lässt<sup>1)</sup>.

1) Mit Beachtung der passiven Widerstände (Reibung der Zapfen in ihren Lagern und Reibung der Kettenglieder in Folge ihrer Umlegung um die Rolle) erhält man (nach Grashof in Redtenbacher's Maschinenbau-Resultaten, 5. Auflage, S. 117), wenn *K* denselben Werth wie vorher S. 381 bezeichnet, für die Last *Q*<sub>1</sub>:

$$Q_1 = P \frac{K + 1}{K^2 - \frac{D_1}{D}},$$

daher, weil ohne die passiven Widerstände

$$Q = \frac{2P}{1 - \frac{D_1}{D}}$$

war, das Güteverhältniss  $\eta$ :

$$\eta = \frac{Q_1}{Q} = \frac{K + 1}{K^2 - \frac{D_1}{D}} \cdot \frac{1 - \frac{D_1}{D}}{2}.$$

Hier *K* = 1,08 angenommen, giebt bei verschiedenen Werthen von  $\frac{D_1}{D}$ , nämlich

Ungeachtet des nicht sehr günstigen Güteverhältnisses <sup>1)</sup> des Differenzialflaschenzuges besitzt derselbe den (vorher auch in der Note hervorgehobenen) Vorzug vor dem gewöhnlichen Flaschenzuge, dass die Last  $Q$  nicht zurückläuft, wenn die Kraft  $P$  zu wirken aufhört, d. h.  $Q$  in jeder Höhe des Hubes im Gleichgewicht erhalten werden kann.

Ein Uebelstand der ganzen Maschine besteht allerdings noch darin, dass die Kettenglieder mit der Zeit durch Ausreiben sich verlängern und deshalb

nicht mehr in die Kerben der Rollenumfänge passen. Die natürliche Folge hiervon ist aber, dass ein Auspringen der Kette oder doch (wenn man dieses Herauspringen durch einen Bügel verhindert) ein starker Stoss nicht vermieden werden kann, der unter Umständen gefährlich zu werden vermag.

Um wenigstens einer der vielfachen Abänderungen und Verbesserungen des Differenzialflaschenzuges zu gedenken, welche man später und bis zur Gegenwart bemüht war, vorzunehmen <sup>2)</sup>, wählen wir hierzu des Engländers Eade epicyklischen Flaschenzug oder den Flaschenzug mit innerem Zahngetriebe, wovon Fig. 236 bis mit Fig. 238 Abbildungen sind <sup>3)</sup>.

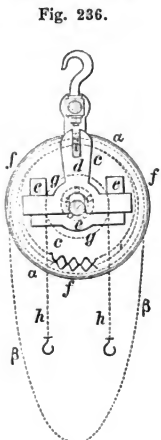


Fig. 236.

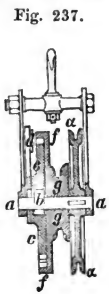


Fig. 237.

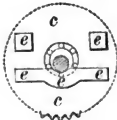


Fig. 238.

Mit einer Achse (Welle, einem Bolzen)  $aa$ , Fig. 237, ist ein Excentrik  $b$  aus einem Stück hergestellt, welches (letztere) mittelst kleiner Frictionsrollen das am äusseren Umfange verzahnte (Stirnrad)  $c$ , Fig. 240, trägt, ohne dies Rad mit der Welle  $a$  fest zu vereinigen. An dieses Rad sind

$\frac{D_1}{D} =$	$\frac{7}{8}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{9}{10}$	$\frac{10}{11}$
$\frac{Q_1}{P} =$	7,1	7,5	7,8	8,1.
$g =$	0,44	0,42	0,39	0,36.

Soll die Last  $Q$  selbst für  $P = 0$  in der Schwebe bleiben, so muss  $\frac{D}{D_1} < K^2$  sein.

1) Bemerkenswerthe Theorien dieses Differenzialflaschenzuges haben geliefert: Prof. Grove in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. IX. (1868), S. 160 ff. Ferner Prof. Werner in der Zeitschrift deutscher Ingenieure, Bd. VIII. (1864), S. 84 ff.

2) Dingler's Polytechnisches Journal, Bd. 180 (1868), S. 108.

3) The Engineer vom Februar 1867, Pg. 135, und hieraus Dingler's Polytechnisches Journal, Bd. 184 (1867), S. 476.



Knaggen *ee* angegossen, welche derartig über eine winkelförmige Platte (ein Winkelstück) *d* greifen, dass das Rad *c* sich nicht um die Achse *aa* drehen, wohl aber seitlich, sowie auch auf und ab etwas verschoben werden kann. Bei der seitlichen Verschiebung gleiten die Knaggen *ee* auf dem Seitentheile des Winkelstückes *d*, wogegen sich bei der Verschiebung des Rades *c* auf- und abwärts die Winkelplatte *d* mit dem ersteren zugleich etwas hebt und senkt. Letzteres Rad greift in das nach Innen verzahnte Rad *f*, welches, wie namentlich Fig. 237 erkennen lässt, das Zahnrad *c* überall umgiebt.

Dem Zahnrad *f* hat man ferner einen Zahn mehr als dem Rade *c* gegeben, so dass nach einer ganzen Umdrehung des Excentriks *b* das grössere Rad *f* um einen Zahn weiter gerückt wird. Mit dem Rade *f* ist aber die Last-Kettenscheibe *g* (Fig. 237) fest verbunden, welche in ihrem rinnenförmigen Umfange derartig mit zahnartigen Vorsprüngen (correspondirend den Kettengliedern) versehen ist, dass ein Rutschen der Kette nicht eintreten kann, wenn an dem einen oder anderen ihrer Endhaken *hh* eine Last hängt. Weiter befindet sich auf der Excentrikwelle *a* noch die grössere Kraftkettenscheibe *a*, welche jedoch nicht wie *g* lose auf der Welle *a* sitzt, sondern mit letzterer fest verbunden ist. Eine über diese Scheibe *a* gelegte endlose Kette *β* dient zum Anfassen mit der Hand, wenn man die Excentrikwelle *a* in Umdrehung setzen will.

Das theoretische Verhältniss zwischen einer an der Kette *β* wirkenden Kraft *P* und einer an eine der beiden Ketten *hh* gehangenen Last *Q* ergibt sich nach dem Vorstehenden ohne Weiteres, wenn der Durchmesser der Kraftscheibe *n* mal grösser als der der Lastscheibe ist, ferner *m* die Zähnezahl von *f* und *m* - 1 die von *c* bezeichnet, zu

$$\frac{Q}{P} = \frac{n \cdot m}{m - (m - 1)} = n \cdot m.$$

Ist dann beispielsweise *n* = 2 und *m* = 31, also *m* - 1 = 30, so erhält man:

$$\frac{Q}{P} = 2 \cdot 31 = 62,$$

welches Verhältniss jedoch durch die auftretenden Reibungen sehr vermindert, das Güteverhältniss der ganzen Maschine bedeutend herabgezogen wird, namentlich, wenn man den Vortheil der Selbsthemmung erreichen will, d. h. die Last *Q* in der Schwebe bleiben soll, sobald *P* zu wirken aufhört<sup>1)</sup>.

Um mindestens die Frage nach den Rüstwerken, den sogenannten Hebergerüsten, für die einfachsten Fälle der Flaschenzugverwendung beim Heben von Lasten in senkrechter Richtung, hier nicht ganz unbeantwortet zu lassen, erinnern wir zuerst an den sogenannten Dreifuss, wie er schon von Vitruv in Anwendung gebracht und bereits S. 326 abgebildet wurde. Das hier gebrauchte sehr einfache Verfahren eignet sich offenbar nur für ganz besondere Verhältnisse, vor Allem, wenn nur geringe Hübhöhen erforderlich werden, wie dies z. B. beim Röhrenlegen in Städten, bei Grundbauten gewöhnlicher Gebäude, beim Brunnengraben etc. der Fall ist.

1) Die Theorie dieses Flaschenzuges mit Rücksicht auf die Reibungswiderstände hat Herr Prof. Werner in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XII. (1868) S. 27, entwickelt, worauf hier verwiesen werden muss.

Eine andere Anordnung bei Verwendung eines einfachen Flasenzuges  $AB$ , wenn Lasten  $Q$  durch Kräfte  $p$  auf Gebäudefronten gehoben werden sollen, lässt untenstehende Skizze, Fig. 239, erkennen, wozu jede Erklärung überflüssig sein dürfte.

Eine ebenso eigenthümliche wie interessante und praktische Anordnung von Flasenzügen mit den erforderlichen Gerüsten für Hochofen-Gichtaufzüge ist in Fig. 240 dargestellt und der bereits oben S. 356 citirten Abhandlung Sir Armstrong's in den Proceedings

Fig. 239.

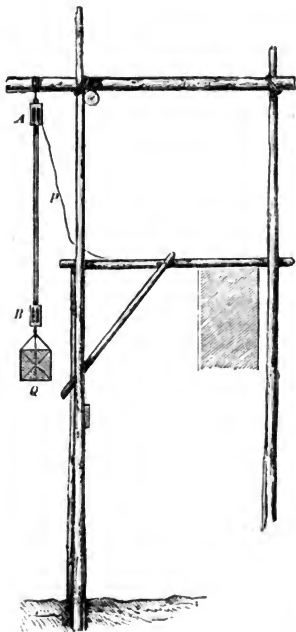
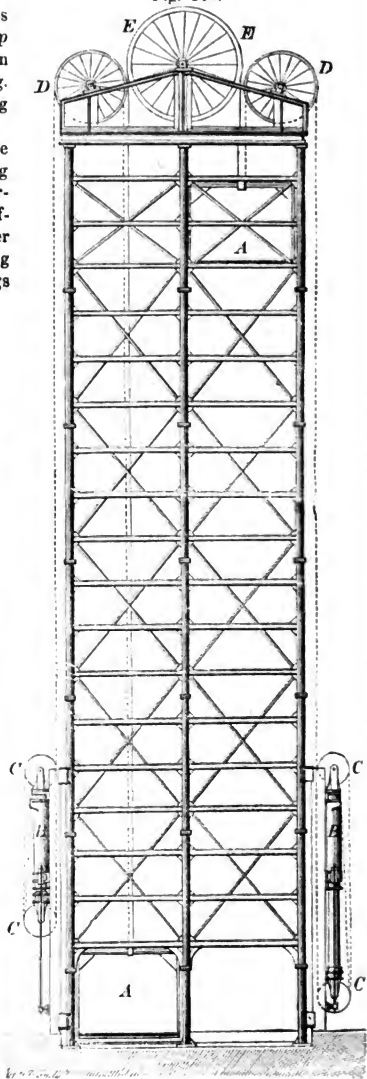


Fig. 240.



der Institution of Mechanical Engineers<sup>1)</sup> entnommen. Das Gerüstwerk besteht hier ganz aus Eisen (gusseiserne Säulen, schmiedeeisernes Gitterwerk) und hat eine solche Höhe, dass zwei Fahrkästen (Aufzugsbühnen) *AA*, welche Hochofen-Material nebst Transport-Gefässen enthalten, bequem bis zur Gicht senkrecht gefördert werden können. Beide Fahrkästen *AA* sind durch ein Drahtseil mit einander vereinigt, welches über die grosse Scheibe *E* geschlagen ist. Mit *AA* sind ferner Ketten verbunden, die über kleinere Scheiben *DD* geführt und unten mit je einem Flaschenzuge *BC* in Verbindung gebracht sind, der nach Armstrong'scher Weise (Seite 355) mit einer Wasserdruckmaschine *B* vereinigt ist, welche die erforderliche Hubkraft liefert. Da der Flaschenzug aus je 5 Rollen besteht, also zehn parallele gespannte Seile *CC* vorhanden sind, so wird der 8 Fuss betragende Hub des in *B* befindlichen Kolbens von  $11\frac{1}{2}$  Zoll Durchmesser verzehnfacht, also auf 80 Fuss gebracht. Das auf vorgemerkte Höhe geförderte Gewicht beträgt (in unserem speciellen Falle)  $1\frac{1}{2}$  Tons (= 30 Centner), während die Fahrgeschwindigkeit der Aufzugsbühnen in der Regel nicht 4 Fuss pro Secunde übersteigt.

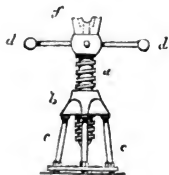
## §. 15.

## III. Direct wirkende Winden.

Unter direct wirkenden Winden sollen derartige Maschinen verstanden werden, deren Organe die bewegende Kraft ohne Zwischenbringen von Seilen, Ketten etc. auf die zu hebende Last übertragen etc. und wobei man vorzugsweise Menschen an Hebeln oder Kurbeln wirken lässt.

Eine der allereinfachsten derartigen Winden ist in Fig. 241 dargestellt. Eine kräftige flachgängige Schraube *a* findet ihre Mutter im Obertheile *b*

Fig. 241.



eines eisernen Gestelles *c*. Dass die zu hebenden Lasten am Kopfe *f* überwunden werden, die ganze Maschine wohl auch direct unter den zu hebenden Körper gestellt, die Schraube durch Anfassen stets von den Handgriffen *d* aus in Umdrehung gesetzt und der Kopf *f* so angeordnet wird, dass er sich nicht mit dreht, wenn die Last auf ihm ruht, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Eine zweite complicirtere Winde (in der Maschinenmodell-Sammlung der polytechnischen Schule in Hannover befindlich) zeigen die Fig. 242 und 243.

Hier erkennt man zuerst, wie bei der ganz gemeinen Wagenwinde eine Zahnstange *a*, welche mittelst Kurbel und Zahnrad *b* auf- und abbewegt werden und geeignete Widerstände am Kopfe *f* überwinden (Lasten heben) kann. Zur Vervielfältigung (Multiplication) der an einer zweiarmigen Kurbel *k* angreifen-

1) a. a. O. (Jahrgang 1868, S. 29).

den Menschenkraft ist eine endlose Schraube  $d$  nebst zugehörigem Zahnrade (Schraubenrade) eingeschaltet. Eine mehr gedrängte und noch kräftiger wirkende derartige Anordnung lassen die Figuren 244 und 245 erkennen. Hier ist die Zahnstange durch eine Schraubenspindel  $a$  ersetzt, deren Mutter sich

Fig. 242.

Fig. 243.

Fig. 244.

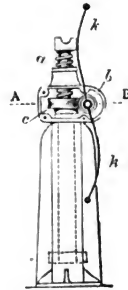
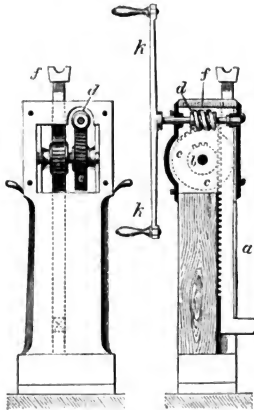


Fig. 245.

in der Nabe des Schraubenrades  $c$  befindet, dessen Zähne wieder in die endlose Schraube  $b$  fassen, an deren Achse die Drehkurbel  $k$  befestigt ist <sup>1)</sup>.

1) Die vorbeschriebenen, mit Zahnstange und Schrauben ausgestatteten He- und Senkmaschinen finden ganz besonders bei verschiedenen schweren Fuhrwerken, Eisenbahnlokomotiven etc. nützliche Anwendung und werden deshalb auch gewöhnlich „Wagenwinden“ genannt. Die sehr gedrängte vortheilhafte Anordnung derartiger Winden macht sie in der Praxis beliebt, trotzdem die hierbei auftretenden Reibungen so gross sind, dass die zu ihrem Betriebe erforderliche Kraft  $P$  je nach der mechanischen Combination um das 2 bis 6fache (also mehr wie bei irgend einer anderen Maschine) zur Ortsveränderung vergrössert werden muss, oder das Güteverhältniss nur  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{1}{6}$  ist. Bezeichnet man unter Voraussetzung einer einzigen Schraube mit Mutter die zu hebende Last mit  $Q$ , die Steigung der Schraube mit  $h$  und den Hebelarm der Kraft  $P$  mit  $a$ , so hat man theoretisch:  $Q = \frac{2 a \pi \cdot P}{h}$ . Setzt man ferner die durch die Reibung reducirte Last (wie oben Seite 383 Note) =  $Q_1$  und bezeichnet das Güteverhältniss mit  $\beta$ , so hat man  $Q_1 = \beta Q$  oder  $Q_1 = \beta \cdot \frac{2 a \pi \cdot P}{h}$ .

Eine zweckmässige Combination von zwei Schrauben ohne Anwendung der Handkurbel, womit man die gehobene Last auch horizontal zu transportiren im Stande ist, stellen die Fig. 246–248 dar. Die zum verticalen Erheben oder Senken bestimmte Schraube *a* findet ihre Mutter in einer Art Halslager *b* im Gestell der Maschine.

Fig. 246.

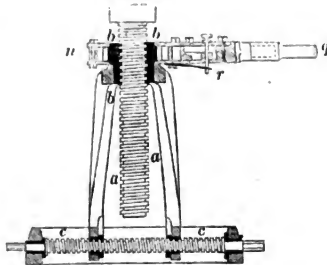
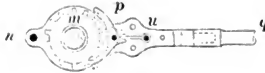


Fig. 247.



Fig. 248.



Sind wie in Fig 244 zwei Schrauben combinirt vorhanden und gelten für die erste, auf deren Kopf die Last  $Q$  ruht, die vorstehenden Bezeichnungen, ist dagegen für die zweite Schraube  $h_1$  die Steigung und  $R$  der Radius des Schraubenrades, so erhält man theoretisch  $Q = \frac{4\pi^2 \cdot aR}{h \cdot h_1} \cdot P$ .

Ist beispielsweise, in Centimetern ausgedrückt,  $a = 36$ ,  $R = 24$ ,  $h = 2$  und  $h_1 = 4,5$ , so ergibt sich  $Q = 3786 \cdot P$ , d. h. die Last, welche gehoben werden kann, ist 3786 mal so gross, als die angewandte Kraft.

Mit Berücksichtigung der Reibungen würde man erhalten haben (Gerstner, Handbuch der Mechanik, Bd. 1, S. 525):  $Q_1 = \frac{3786 P}{1 + 5,806} = 556 \cdot P$ . Die zu hebende Last darf also bei derselben Kraft  $P$  nur etwa  $\frac{1}{7}$  derjenigen betragen, welche ohne vorhandene Reibung zu bewältigen wäre, oder das Güteverhältniss ist nur  $g = 0,14$ .

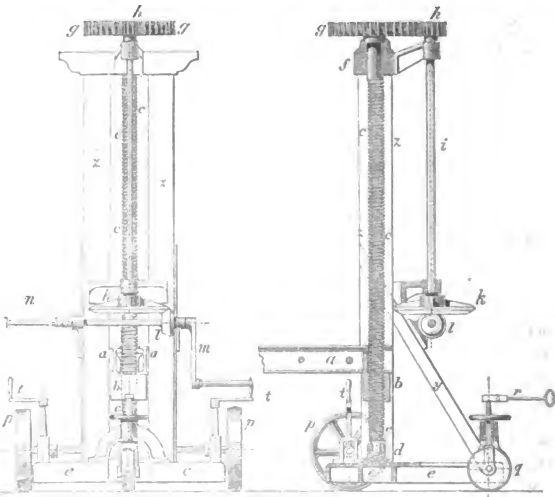
Aus diesem Beispiele erhellt, wie nothwendig es ist, bei Maschinen, welche Schrauben als Organe enthalten, die Reibung mit in Anschlag zu bringen, indem man ohne diese Rücksicht die Leistung der Maschine gar nicht zu beurtheilen im Stande ist.

Zum Heben und Senken der Schraube *a* ist mit der Mutter *b* ein Zahnrad *m* (Fig. 248) fest verbunden, in dessen Zähne eine der Sperrklinken *p* faßt (eine für die Rechts-, die andere für die Links-Drehung), welche Klinken beide am Hebel *q* entsprechend befestigt sind. Ein geeigneter Ring *n*, der mit dem Drehhebel *q* fest vereinigt ist, umgiebt concentrisch das Rad *m*, ohne dessen Bewegung zu stören. Ferner dient ein Bolzen *u* zum Erheben einer Feder, welche gegen die Sperrklinken *p* wirkt und entweder die eine oder die andere derselben (je nach der beabsichtigten Drehrichtung) zum Eingriffe zwischen die Zähne des Rades *m* veranlasst. Schliesslich ist *r* eine sogenannte Sicherheitsfeder, um jede Selbstauslösung zu verhindern.

Eine ebenso einfache wie sinnreiche und wirksame Schraubenanordnung zum Heben und Senken der schwersten Lasten, wie grosse Dampfkessel, Locomotiven etc., ist durch Fig. 249 und 250 dargestellt. Bemerket werde zuerst,

Fig. 249.

Fig. 250.



dass man diese Maschine (Hebebock, Locomotivwinde etc. genannt) gewöhnlich paarweise, je zwei einander gegenübergestellt, in Anwendung bringt, wobei eine aus eisernen Trägern gebildete Brücke *a* sowohl zur Verbindung der gedachten Paare, als auch zur Auflage der betreffenden Last dient.

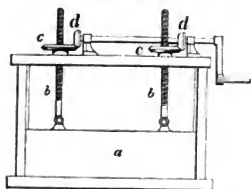
Die Mutter *b* der flachgängigen Schraube *c* gleitet in entsprechenden Führungen zwischen den hölzernen Ständern *zz* vertical auf und ab, ohne an den Umdrehungen der Schraube Theil nehmen zu können, welche man, unter Einschaltung zweier Zahnradvorlege *gh* und *kl*, durch das Umdrehen von Handkurbeln *mn* veranlassen kann. Das Gestell des ganzen Werkes aus einer

gusseisernen Plattform *e*, hölzernen Ständern *zz* und Streben *yy* gebildet, ist unterwärts zu einer Art Wagen gestaltet, der von drei Rädern oder Rollen *pp* und *q* getragen wird, wenn der ganze Bau von einer Stelle zur anderen transportirt werden soll. Während der Arbeit ruht die ganze Maschine mit der Plattform *e* auf dem Fussboden. Das hierzu erforderliche Heben und Senken der Platte *e* geschieht ebenfalls durch Schrauben, die man beziehungsweise von *r* und *tt* aus in Thätigkeit setzt. Die kleinere Rolle *q* wird beim Fortschaffen zugleich als Steuerrädchen benutzt.

Wie sich geeignete Schraubenwinden zum Heben und Senken von Dachstühlen<sup>1)</sup>, Bühnen oder Brücken für Eisenbahnfuhrwerke<sup>2)</sup>, ja selbst ganzer Häuser verwenden lassen, ohne diese Bauwerke auseinander nehmen zu müssen, lässt sich aus allem Vorstehenden leicht entnehmen und durch praktische Fälle erläutern, welche, sich in den unten verzeichneten Quellen erörtert finden<sup>3)</sup>.

Einen eigenthümlichen von Redtenbacher<sup>4)</sup> angegebenen Wasserrad-Schützenaufzug mit Schrauben zeigt Fig. 251. Dabei ist *a* das Schutzbret

Fig. 251.



(der Schützen), *bb* zwei Schraubenstangen, *cc* zwei Zahnräder, deren Naben mit Schraubenmutter ausgestattet sind. *dd* zwei in *cc* eingreifende Räder. *ee* eine horizontal gelagerte, mit einer Kurbel versehene Welle, deren Richtung die Richtung der Achsen von *b* und *b* nicht schneidet (sämmtliche Achsen liegen überhaupt nur in parallelen Ebenen). Letztere Anordnung verlangt, dass die Räder *cc* und *dd* nicht ge-

wöhnliche Kegelräder, sondern hyperbolische Räder sind, welche schräg geschnittene Zähne haben.

Schliesslich werde noch auf die vom Engländer W. Hunter erdachte und von Melville zuerst (in den Phil. transact. for the year 1781. Vol.

1) Gerstner, Handbuch der Mechanik. Bd. 1, S. 155 und 531.

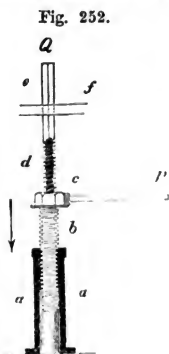
2) Minutes of Proceedings of the Inst. of Civil Engineers. Vol. XVII (1868). Beschreibung der Stephenson'schen Niel-Fähre zwischen Alexandria und Cairo. Hier wurden die Plattformen mit den darauf gefahrenen Eisenbahnwagen durch 16 mächtige Schrauben (8 in jeder Langseite) gehoben und gesenkt etc.

3) Engineering vom 14. Januar 1870, S. 23, unter der Ueberschrift „House moving at Boston“ (in Nordamerika). Speciell beschrieben wird das Heben und Transportiren des Hotels Pelham in Boston, wobei das Heben der 5000 Tons betragenden Last mittelst 72 starker Schrauben erfolgte. Beim Horizontaltransporte ruhte das ganze Gebäude auf 904 eisernen Walzen.

Auszugsweise wird über diese interessante Ortsveränderung gewichtiger Körper durch Maschinen berichtet im hannoverschen Wochenblatte für Handel und Gewerbe, Jahrgang 1870, S. 35.

4) Der Maschinenbau Bd. 1, S. 384.

LXXI, Part I, Pag. 58 etc.) bekannt gemachte, sogenannte Differenzialschraube (Doppelschraube)<sup>1)</sup>, Fig. 252, aufmerksam gemacht, die für besondere Fälle, ebenfalls zum Heben und Senken von Lasten benutzt werden kann.



Ein unterwärts befestigter unbeweglicher Hohlcylinder *a* enthält die Mutter einer hohlen Schraubenspindel *b*, die mittels eines am Kopfe derselben angebrachten Hebels oder Schlüssels *c* durch eine geeignete Kraft *P* in Umdrehung gesetzt werden kann. Die hohle (starke) Schraube *b* bildet ihrerseits wiederum die Mutter einer dünneren Schraube *d*, welche in der Höhlung von *b* niedergehen oder darin aufsteigen kann, deren Steigung *h*<sub>1</sub> jedoch grösser ist wie die Steigung *h*<sub>2</sub> der Schraube *b*. Verhindert man in geeigneter Weise (etwa so, wie es aus der Abbildung erhellt, wo die Fortsetzung der Schraubenspindel *d* nach oben bei *e* viereckig gestaltet ist und in einer festliegenden Leitung geht) die Drehung der massiven Schraube *d*, so erhellt leicht, dass während einer Umdrehung der hohlen Schraube *b* die obere Schraube *d* nebst irgend einer auf ihrem Kopfe ruhenden Last *Q* um die Steigungsdifferenz *h*<sub>1</sub> - *h*<sub>2</sub> beider Schrauben gehoben wird, so dass man ohne Beachtung der Reibungswiderstände<sup>2)</sup>, wenn die mechanische Hebellänge, woran *P* wirkt, = *R* ist, erhält:

$$P = \frac{h_1 - h_2}{2 R \pi} \cdot Q.$$

Das Princip der Differenzialschraube ist hiernach dasselbe, wie das der bereits Seite 331 (Note) besprochenen Differenzialwinde, d. h. man kann das Verhältniss zwischen Kraft und Last  $\left(\frac{P}{Q}\right)$  beliebig klein machen, ohne derartig dünne Gewindedicken in Anwendung bringen zu müssen, welche die erforderliche Haltbarkeit entbehren.

1) Der französische Ingenieur Prony hat bereits am Anfange dieses Jahrhunderts das Princip der Differenzialschraube (vis à double pas de Prony) zur Construction einer Mikrometerschraube angewandt. Man sehe hierüber (unter Beifügung von Abbildungen Borgnis, „Traité complet de mécanique appliquée aux arts.“ Composition des machines, Pag. 297, §. 307. ferner

Karmarsch, „Mechanik in ihrer Anwendung auf Gewerbe.“ Wien 1825, S. 120, §. 65, sowie Weisbach's Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 289.

2) Die Reibungswiderstände sind auch bei der Differenzialschraube sehr bedeutend. Man sehe deshalb namentlich Ritter's „Lehrbuch der technischen Mechanik, §. 87, woselbst für sonst gute Verhältnisse und für den geringen Reibungscoefficienten  $f = 0,07$  dennoch das Güteverhältniss (der Nutzeffect) nur 27 Procent ist, oder 73 Proc. durch Reibung verloren gehen.



## IV. Winden mit Benutzung von Seilen, Ketten oder Riemen.

### Indirect wirkende Winden.

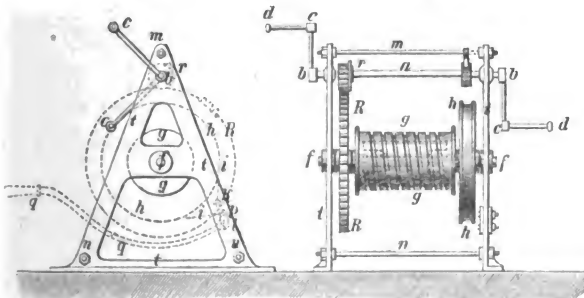
#### §. 16.

Die unter verschiedenen Namen, wie Kreuzhaspel, Hornhaspel, Radhaspel etc. bekannten Winden der Alten (Bd. 1, S. 233 und Bd. 4, S. 326, 330 etc.), wobei die zu hebende oder zu senkende Last an Seilen oder Ketten gehangen und letztere auf die einzige vorhandene Triebwelle beziehungsweise auf- oder abgewickelt wurden, lassen nur verhältnissmässig geringe Vervielfältigungen der Arbeitskräfte zu, oder führen zu colossalen Dimensionsverhältnissen zwischen Well- und Radhalbmesser (Länge der Kreuzhaspelarme, Hörner, Buge etc.), wie u. a. aus Fig. 143 und 144, Bd. 1 (S. 240) hervorgeht.

Deshalb eignen sich diese Maschinen auch nicht zum Fördern grösserer Lasten und werden jetzt überhaupt ziemlich allgemein durch Winden mit Zahnradvorgelegen von der Anordnung ersetzt, welche nachstehende (bereits Bd. 1, S. 227 besprochene) Abbildungen Fig. 253 und 254 darstellen und die man wohl auch Bockwinden zu nennen pflegt.

Fig. 253.

Fig. 254.



Gewöhnlich nimmt man die Kurbelhöhe  $bc$  im Maximum = 0,450 Meter, im Minimum 0,360 Meter, so dass Höhen von  $bc = 0,60$  Meter (wie bei den Haspeln in einigen Gegenden Norddeutschlands, Bd. 1, S. 232) zu ganz besonderen Ausnahmen gehören. Die Kurbelwelle  $ab$  sollte dabei immer bis zur

Hüftenhöhe des Arbeiters reichen, also nach der Grösse des Mannes veränderlich sein, was jedoch nicht möglich ist, weshalb man die Welle  $ab$  gern einen Meter hoch über den Boden nimmt, auf welchem die Maschine gestellt und befestigt ist. Das Verhältniss  $\frac{R}{r}$  der Zahnradradien (und folglich auch der Zähnezahlen) nimmt man gern 5 bis 6, so dass, wenn man dem Getriebe ( $r$ ) 7 bis 8 Zähne giebt, das Rad ( $R$ ) deren 35 bis 48 (seltener bis 60 Zähne) erhält. Den Halbmesser  $= b$  der Seiltrommel  $gg$  nimmt man meistens 3 bis 4 mal vom Durchmesser des zum Fördern bestimmten Hanfseiles, so wie man endlich als Druckkraft eines mittelstarken Arbeiters am Kurbelgriffe  $cd$ , wenn nicht ununterbrochen, vielmehr mit Pausen gearbeitet wird, 16 bis 18 Kilogramm in Rechnung bringt.

Setzt man die Kurbelhöhe  $bc = a$ , den Halbmesser der Seiltrommel, vermehrt um die halbe Seildicke  $= b$ , und behält für Kraft und Last die Bezeichnungen  $P$  und  $Q$  (wie Seite 381—383) bei, so hat man ohne Beachtung von Reibungs- und Seilbiegungswiderständen:

$$\frac{P}{Q} = \frac{r}{a} \cdot \frac{b}{R} \text{ oder } 1) \quad Q = P \frac{R}{r} \cdot \frac{a}{b}.$$

Bei einigermaassen guter Ausführung (und Abwartung) derartiger Winden mit einem Zahnavorgelege kann man 9 bis 10 Procent für die Reibungswiderstände in Rechnung bringen, d. h. für den Arbeitsdruck  $P$  beziehungsweise

$$\frac{P}{0,90} \text{ oder } \frac{P}{0,91} \text{ setzen}^1).$$

1) Zur besseren Beurtheilung und Kenntnissnahme einer solchen Winde berechnen wir, nach Redtenbacher (Maschinenbau, Bd. 1, S. 446), folgendes Beispiel, wobei vorausgesetzt wird, dass zwar im Ganzen 4 Arbeiter wirken, jedoch wegen der rechtwinkligen Stellung der Kurbeln gleichzeitig doch nur 2 derselben mit je 16 Kilogramm drücken können, so dass  $P = 2 \cdot 16 = 32$  Kilogr. zu setzen ist. Ferner sei in Centimetern  $r = 6,24$ ,  $R = 31,2$ , also  $\frac{r}{R} = \frac{1}{5}$  und weiter  $a = 36$  Centim.,  $b = 9$  Centim.; sonach  $\frac{b}{a} = \frac{1}{4}$ . Demnach ergibt sich  $Q = 32 \cdot 5 \cdot 4 = 640$  Kilogr. Um in Wirklichkeit diese Nutzlast bewältigen zu können, werden die Arbeiter statt mit 32 Kilogr. mit  $\frac{32}{0,9}$ , d. i. mit circa 36 Kilogr. an dem Kurbelgriffe drücken müssen.

Die erforderliche Seildicke berechnet sich für die Last von 640 Kilogr. zu 2,90 Centim., der Durchmesser der Kurbelachse  $ab$  zu 3 Centimeter, der der Seiltrommelachse  $ff$  zu 5,2 Centimeter, die Zahnhöhe zu 6,3 Centimeter, wobei das Getriebe ( $r$ ) 14, das Rad ( $R$ ) aber 70 Zähne erhält.

Zur Berechnung der erforderlichen Kraft  $p$  am Hebel  $FG$  Fig. 255 der Bandbremse sei  $AC = R_2$  der Halbmesser der Bremscheibe,  $l$  und  $L$  die mechanischen Längen der Hebel  $EF$  und  $FG$ , und die vom Bremsband umspannte Bogenlänge  $ABD$  werde für den Halbmesser  $= 1$  mit  $\varphi$  bezeichnet. Ist dann  $f$  der Reibungscoefficient zwischen Bremscheibe ( $R_2$ ) und Bremsband, so erhält man, wenn  $T$  und  $t$  die Spannungen sind, welche in den Enden des Brems-

Zum Fördern grösserer Lasten reicht das Verhältniss  $\frac{r}{R}$  bei einer gegebenen Zahl Arbeiter nicht aus, oder  $\frac{r}{R}$  muss unpraktisch kleine Werthe annehmen, weshalb man besser ein zweites Zahnradvorgelege einschaltet, überhaupt eine Winde mit doppeltem Vorgelege anordnet.

Eine derartige Winde stellen die Fig. 256 und 257 dar, zu deren Verständniss noch die Fig. 258 (Note) beitragen wird, insofern hier nur die sogenannten Theilrisskreise etc. der betreffenden Räder etc. (ohne die Maasse in Fig. 256 und 257 zu beachten) sichtbar sind.

Zunächst werde aufmerksam gemacht, dass die Einrichtung getroffen ist, beliebig mit zwei oder mit einem Zahnradvorgelege arbeiten zu können. Hierzu hat man auf die zwei parallel nebeneinander angeordnete Radwellen  $p$  und  $t$  (Fig. 258) zu achten, wobei die Zahnräder  $c$  und  $m$  auf  $p$ , die  $d$  und  $g$  aber auf der

Fig. 256.

Fig. 257.

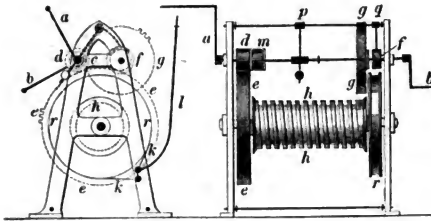
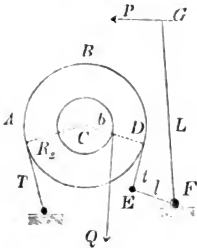


Fig. 255.



bandes vorhanden sein müssen, sobald die am Hebelarme  $b$  wirkende Last  $Q$  durch das Bremsen frei erhalten werden soll etc. und  $e = 2,71828$  ist:

$$TR_2 = tR_2 + Qb;$$

ferner:

$$T = te/\varphi \text{ und } tl = pL.$$

Hieraus aber:

$$\text{II) } p = \frac{b}{R_2} \frac{l}{L} \cdot \frac{Q}{1 - e/\varphi}.$$

Für  $R_2 = 24$  Centim.,  $\frac{l}{L} = \frac{1}{5}$ ,  $\varphi = 4,188$

( $= \frac{2}{3} \cdot 2\pi$ ) und  $f = 0,20$ , so unter Beibehaltung der obigen Werthe für  $b$  und  $Q$  folgt  $e/\varphi = 2,307$  und somit:

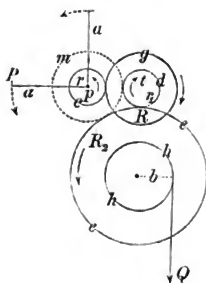
$$p = \frac{9}{24} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{640}{1,307} = 36 \text{ Kilogramm.}$$

Welle  $t$  befestigt sind, wohl beachtet, dass  $m$  und  $c$  gehörig weit von einander abstehen. Die Welle  $p$  lässt sich nun (nach Lösung eines Klink- oder Sperrwerkes  $q$ , Fig. 257) in ihrer Längsrichtung derartig verschieben, dass entweder  $c$  mit  $g$  (wenn man mit zwei Vorgelegen arbeiten will) oder  $m$  direct mit  $e$  in Eingriff gebracht werden kann. In ersterem Falle erhält man (analog I. S. 394) mit Bezug auf die in Fig. 258 eingeschriebenen Dimensionen:

$$\text{III) } Q = P \frac{a}{b} \cdot \frac{R}{r} \cdot \frac{R_1}{r_1},^1)$$

natürlich wieder ohne Beachtung der Reibung.

1) Beispielsweise werde hier (nach den Vorträgen des Herrn Prof. Grove) eine Bockwinde mit doppeltem Zahnradvorgelege unter der Voraussetzung berechnet, dass mit derselben Lasten  $Q$  bis zu 1200 Kilogr. gefördert werden sollen und dass die Arbeitskraft ebenfalls  $P = 2 \cdot 16$  Kilogramm = 32 Kilogramm ist, ferner der Radius der Handkurbel  $a = 40$  Centimeter beträgt.



Zuerst erhält man für den Durchmesser  $\delta$  des erforderlichen Hanfseiles:  $\delta = 0,095 \sqrt{Q} = 0,095 \sqrt{1200} = 3,3$  Centimeter.

Sodann ergibt sich für den Halbmesser der Seiltrommel  $h$ :  $3,5 \cdot \delta$  d. i. 11,50 Centimeter, demnach der Hebelarm  $b$  der Last:

$$b = 11,50 + \frac{\delta}{2} = 11,50 + 1,65 = 13,15 \text{ oder besser } 13,20 \text{ Centimeter.}$$

Das erforderliche Uebersetzungsverhältniss ist daher mit Bezug auf III) oben im Texte:

$$\frac{Qb}{Pa} = \frac{R}{r} \cdot \frac{R_1}{r_1}, \text{ d. i. } \frac{R}{r} \cdot \frac{R_1}{r_1} = \frac{1200 \cdot 13,2}{32 \cdot 40} = 12,4,$$

woraus wir entnehmen:

$$\frac{R}{r} = 4 \text{ und } \frac{R_1}{r_1} = 3,1.$$

Fürs erste Räderpaar  $\left(\frac{R}{r}\right)$  berechnet sich ferner die Zahntheilung zu 2,41 Centimeter, fürs zweite Paar  $\left(\frac{R_1}{r_1}\right)$  zu 4 Centimeter. Nimmt man dann für jedes der beiden Getriebe  $r$  und  $r_1$  die Zähnezahlen = 11, ferner die Zähnezahl von  $R = 44$  und die von  $R_1 = 34$ , so ergibt sich schliesslich für die gedachten Halbmesser selbst:

$$\begin{aligned} R &= 17,80 \text{ Centimeter} \\ r &= 4,55 \text{ „} \\ R_1 &= 21,64 \text{ „} \\ r_1 &= 7,0 \text{ „} \end{aligned}$$

Endlich berechnet sich noch die erforderliche Bremskraft =  $p$  nach II) (Note voriger Seite), wenn

Es dürfte hier der geeignete Ort sein, um die Verwendung sogenannter Keilräder nach dem Italiener Minotto<sup>1)</sup>, Fig. 259, und nach dem Engländer James Robertson<sup>2)</sup>, Fig. 260, für solche Fördermaschinen zu empfehlen, bei denen man vielfach Erschütterungen und Stöße zu erwarten hat und das Bremsen möglichst rasch und vorteilhaft bewirken will, so wenig sich diese Räder (wegen ihrer raschen Abnutzung) zur Transmission für andauernde Betriebe, wie z. B. für Brettschneidemaschinen Bd. 2, S. 395, zu eignen scheinen. Nach den Erörterungen an letzbezeichnetem Orte hier noch Folgendes:

Fig. 259.

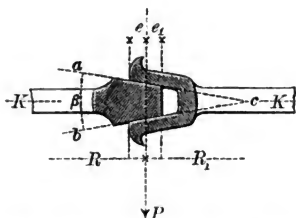
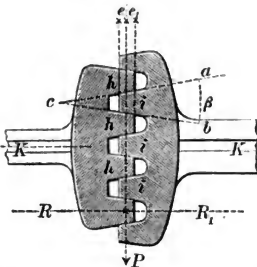


Fig. 260.



Den Keilwinkel  $\beta$  Fig. 259 und 260<sup>3)</sup> nimmt man meist 30 Grad und findet dann den Radialdruck =  $K$ , womit beide Räder zusammengepresst werden müssen, wenn  $P$  die Umfangskraft in den mit Radien  $R$  und  $R_1$  beschriebenen Theilrisskreisen und endlich  $f$  der Reibungscoefficient der sich berührenden Flächen ist, zu<sup>4)</sup>

$$K = \frac{P}{f} \cdot \sin. (\frac{1}{2} \beta).$$

Dem einfachen Keilraderpaare Fig. 259 ist das mehrfache Paar Fig. 260 mit den ausgehöhlten Zahnluken  $i$ ; deshalb vorzuziehen, weil sich hier am

$$\frac{b}{R_2} = \frac{13,2}{16,0}, \quad \frac{l}{L} = \frac{1}{25}, \quad \varphi = \frac{3}{12} \pi \text{ und } f = 0,18$$

genommen wird, also:

$$\frac{1}{e/\varphi - 1} = 0,75$$

ist zu:

$$p = \frac{132}{160} \cdot \frac{1}{25} \cdot 0,75 \cdot Q = \frac{99}{4000} \cdot 1200 = 29,5 \text{ Kilogr.}$$

- 1) Mech. Magazine, 61 Vol. (1854), Pg. 396.
- 2) Ebendasselbst, 64 Vol. (1856), Pg. 511, ferner Patent Specification (James Robert), Nr. 276 (1859) Pg. 14.
- 3) Reuleux, „Der Constructeur“. 2. Auflage. §. 109.
- 4) Ebendasselbst u. Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure, Bd. IV. (1860), S. 175 u. 243. Für gewöhnliche Frictionsräder, d. h. für solche mit glatten Um-

Ende der Zähne  $h$  kein sogenannter Grad bilden kann und weil dann auch die Kopfängen  $e$  und  $e_1$  der Keile im Verhältniss zu den Radien  $R$  und  $R_1$ , oder  $\frac{e}{R}$  und  $\frac{e_1}{R_1}$  kleiner genommen werden können und dadurch ein grosser Fehler dieser Räder (zu starke Reibungen) vermieden wird.

Gute Abbildungen einer Robertson'schen Dampfbremse mit Keilrädern findet sich in der unten verzeichneten Quelle <sup>1)</sup>.

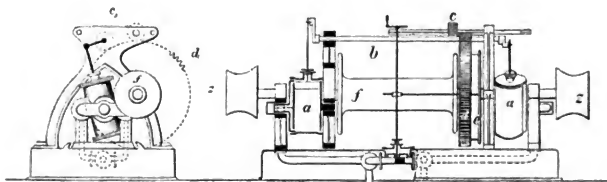
Winden mit drei Paar Zahnradern (mit drei Uebersetzungen) gebraucht man in der Regel gar nicht, da sie schwerfällig ausfallen und damit dennoch keine sehr bedeutende Lasten gehoben werden können <sup>2)</sup>.

Man wählt dafür lieber sogenannte Dampfwinden (namentlich für Schiffszwecke) oder verbindet die durch Menschen zu betreibende Winde mit Flaschenzügen.

Eine in  $\frac{1}{40}$  wahrer Grösse gezeichnete Dampfwinde nach der Construction des Ingenieur Corradi in Marseille stellen die Fig. 261 und 262 dar. Der Be-

Fig. 261.

Fig. 262.



trieb erfolgt hier direct durch zwei Dampfmaschinen  $aa$  mit oscillirenden Cylindern von je 15 Centimeter Durchmesser und mit 25 Centimeter Kolbenhub. Die Krummzapfenwelle wird direct durch die Kolbenstangen der Dampfmaschinen umgedreht und zwar durchschnittlich mit 100 Touren pro Minute. Zufolge einer ebenso einfachen wie sinnreichen Anordnung des Steuermechanismus der Dampfmaschine kann die Richtung der Umläufe der Kurbelwelle  $b$  schnell in die entgegengesetzte Drehung umgewandelt werden, in welcher Beziehung

fängen, wird  $\frac{\beta}{2} = 90^\circ$  und sodann  $K = \frac{P}{f}$ , d. h. der Achsendruck gewöhnlicher (cylindrischer oder konischer) Frictionsräder ist verhältnissmässig sehr gross und unter allen Umständen stets viel grösser als der bei Keilrädern. Die grossartigste Anwendung von Frictionsrädern findet sich bei den Treibrädern der Eisenbahnlocomotiven.

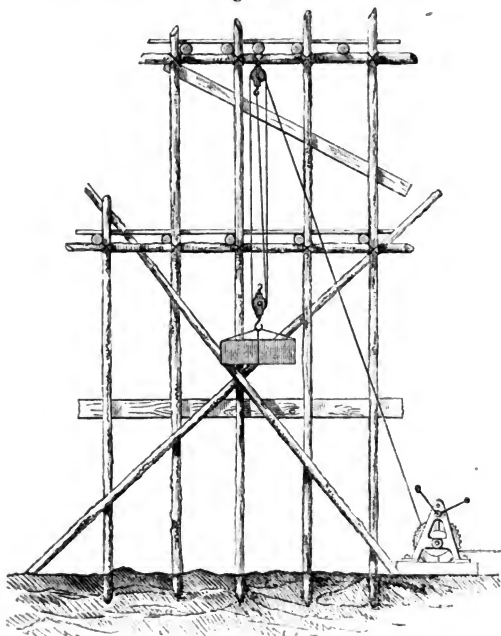
1) The Engineer. Febr. 1867, Pg. 121.

2) Bei Lasten von 3000 Kilogr. und mehr ersetzt man besser das Seil durch eine Kette. Um dann das Verdrücken der Kettenglieder auf der Lasttrommel zu verhindern, versieht man den Mantel der letzteren mit schraubenförmigen Furchen von der Gestalt, dass darin die stehenden Kettenglieder Platz finden können.

auf unsere Quelle <sup>1)</sup> verwiesen werden muss. Das Getriebe *c* auf der Krummzapfenwelle hat der Constructeur mit 11 Zähnen und das mit ihm zusammen-greifende Rad *d* (von 68 Centimeter Durchmesser) mit 68 Zähnen versehen. Der Durchmesser der Seiltrommel *f* beträgt 20 Centimeter. Die grössten mit der Maschine zu hebenden Lasten sind 1800 Kilogramm. Die Welle der Seiltrommel *f* hat man nach aussen hin verlängert, um mittelst der Köpfe *z* auch Seile durch Friction (ähnlich wie bereits S. 349 erörtert wurde) wirksam zu machen. Wir kommen weiterhin ausführlicher auf derartige Anordnungen zurück. Noch andere Combinationen von (englischen) Dampf-Seilwinden enthält die unten citirte Zeitschrift <sup>2)</sup>.

Die Disposition zur Verbindung einer eisernen Bockwinde mit einem Flaschenzuge zum Zwecke des Aufziehens von Materialien auf Baugerüste zeigt Fig. 263, die keiner besonderen Erörterungen bedürfen wird.

Fig. 263.



Bei grossen Seillängen, beispielsweise beim Fördern auf hohe Baugerüste, bei Ankerwinden etc. ist es unthunlich, das ganze Seil auf die Lasttrommel zu

1) Oppermann, „Portefeuille économique des Machines“. T. 13 (1868), Pg. 18, Pl. 4.

2) The Engineer, Jan. 1867, Pg. 65 und Fevr. 1867, Pg. 121.

winden, weshalb letztere nur zum sovielmaligen Umschlingen des Förderseiles benutzt wird, dass dasselbe nicht rutscht, sondern so viel Reibung zwischen Seil (oder Kette) entsteht, dass die Lasttrommel beim Fortschreiten des Seiles in Umdrehung gesetzt wird.

Um hierbei den Uebelstand der genau cylindrischen Trommeln zu vermeiden, dass sich das Seil stets seitwärts verschiebt, giebt man dem Trommelmantel eine mehr oder weniger conoidische Form *abc*, Fig. 264, macht dieselbe von Holz und beschlägt sie auch wohl mit Messingstreifen *dd*.

Unsere Abbildungen Fig. 264 und 265 gehören zu einer von C. Waltjen in Bremen construirten und ausgeführten Ankerwinde<sup>1)</sup>. Die Umdrehung der

Fig. 264.

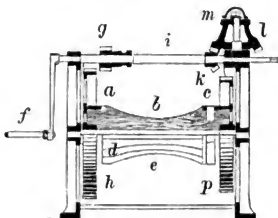
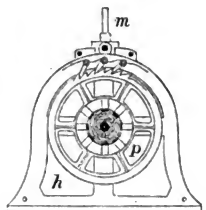


Fig. 265.



Seiltrommel *abce* geschieht durch Menschenkraft, entweder mittelst der Kurbeln *f*, wobei man das Zahngetriebe *g* in das Rad *h* eingreifen lässt, oder durch Handspeichen, die man in die hölzerne Trommel *abce* einsteckt. Durch dieselbe Vorgelegewelle *i* kann mittelst der Kurbeln auch noch ein kleiner stehender Windekopf *m* (Spillwinde) betrieben werden, wenn die Vorgelegewelle *i*, wie dies unsere Skizze darstellt, so verschoben ist, dass das Getriebe *g* für die hölzerne Trommel ausgertückt und das conische Getriebe *k* mit dem Kegelrade *l* des Windekopfs in Eingriff gebracht ist. Ein geeignetes Sperrrad *p* bedarf keiner Erörterung.

Eine ebenso zweckmässige wie wirksame Winde (als sogenannte Erdwinde oder Gangspill, S. 327, Fig. 186), wobei ebenfalls das Seil nicht aufgewickelt, sondern einigemal um zwei Trommeln *aa* gewickelt wird, welche hierzu mit schraubenförmigen Spuren versehen sind, stellen die Fig. 266 und 267 dar<sup>2)</sup>. Derartige Maschinen wurden vom Oberbaurath Laves beim Baue des königlichen Schlosses in Hannover zum Aufziehen grosser Werkstücke gebraucht und zwar nach dem Vorgange bei Aufrichtung des Schaftes der Alexanderssäule (1832) in Petersburg<sup>3)</sup>.

1) Wiebe, Skizzenbuch für den Ingenieur u. Maschinenbauer. Heft XXXIII. (1864), Blatt 5.

2) Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins. Jahrg. 1836, S. 41, Tafel 7.

3) Beim Aufwinden der 9 grossen Architravstücke des Portales des hannoverschen Schlosses, von denen ein jedes mindestens 220 Centner wog, wurden 2 obiger Winden (mit Hülfe von 2 Paar Flaschenzügen) von nur 8 Mann bedient.



Fig. 266.

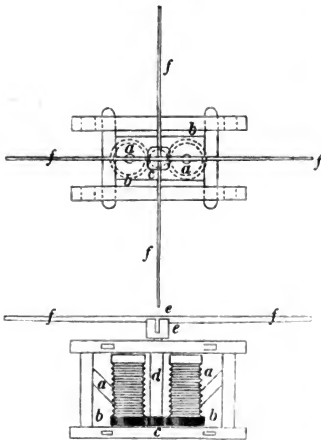
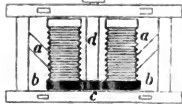


Fig. 267.



Die Arbeiter wirken an den langen Druckbäumen  $ff$ , die man durch den Kopf der stehenden (eisernen) Welle  $d$  steckt, an deren unterem Ende ein Zahngetriebe  $c$  sich befindet, welches mit den Rädern  $bb$  der beiden Windetrommeln  $a$  in Eingriff gebracht wird<sup>1)</sup>.

Noch viel wirksamer ist die in den Fig. 268 und 269 abgebildete Frictions-Seilwinde mit doppeltem Zahnrad-Vorgelege, wie solche der englische Ingenieur *Ashton* zum Aufziehen der schwersten Werkstücke (Säulen, Träger etc.) bei Errichtung des Gebäudes zur Londoner internationalen Ausstellung von 1862 mit grossem Erfolge unter Mitverwendung von Rollen und Flaschenzügen, als Dampfwinde, in Anwendung brachte<sup>2)</sup>. Die Seiltrommeln sind

mit spiralförmigen Nuten ausgestattet, die man so gegen einander versetzt hat, dass das Seil  $b, b_2, b_3$  möglichst gerade auf- und abläuft.

Von der Betriebsdampfmaschine wird die bewegende Arbeit auf die Warze  $i$  an der Schwungscheibe  $g$  übertragen, an deren Welle das Zahnradgetriebe  $f$  sitzt, welches letztere wieder mit den Zähnen des grossen Rades  $e$  zusammengreift. Mit  $e$  auf derselben Welle ist das Getriebe  $d$  des zweiten Vorgeleges befestigt, wodurch gleichzeitig die beiden Stirnräder  $cc$  in Umdrehung versetzt werden, auf deren Wellen die Seiltrommeln  $a_1, a_2$  befestigt sind.

Dass die Umfangsgeschwindigkeit beider Trommeln  $a_1, a_2$  gleich gross sein muss, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Von derartigen Frictionswinden macht man u. A. auch nützliche Anwendung in Lagerräumen, Werkstätten etc., wo man sie bequem an den Säulen des Gebäudes befestigen kann, damit sie sich gut einstellen lassen<sup>3)</sup>.

Wie die unten stehende Formel lehrt<sup>4)</sup>, wächst die zu bewältigende Last

1) Von diesen Bétancourt'schen Erdwinden wurden bei der Alexander-säule (Bd. 1, S. 3) 60 Stück in Anwendung gebracht.

2) The Illustrated Catalogue of the Industrial Department. British Division. Vol. I, Pg. 141.

3) Abbildungen in Le Blanc, Recueil des Machines. 4. Partie, Pg. 17.

4) Unter Beibehaltung der Bezeichnungen von Seite 394 ist hier  $T = Q = t \cdot e / \pi^n$ . Für  $t = 5$  Kilogr. und  $f = 0,28$  ergibt sich, wenn  $n$  nach einander 4, 6 und 8 gesetzt wird:

$Q (= T)$  sehr rasch mit der Zahl von Seilumschlingungen  $n$  der Trommeln  $a_1$  und  $a_2$ . Das ablaufende Seil  $b_1$  braucht nur mit wenig Kraft (2 bis 6 Kilogramm), angespannt zu sein.

Es dürfte hier der Ort sein, der eigenthümlichen Kettenwinde des französischen Mechanikers Bernier zu gedenken, welche auf der Pariser internatio-

Fig. 268.

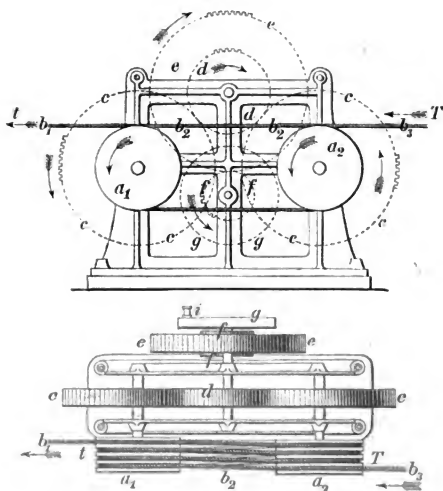


Fig. 269.

nalen Ausstellung von 1867 unter den Sachkennern Aufsehen erregte und bereits damals als Aufzugsmaschine für Bauzwecke in Frankreich sehr viel Anwendung fand. Bei dieser in Fig. 270 skizzirten Winde ist die Kettentrommel durch zwei, im Querschnitte dreieckige, sogenannte Nusswellen (noix)  $a$  und  $b$  ersetzt, auf denen sich eine endlose Kette  $c$  nicht aufwickelt, sondern daselbst nur Auflagen findet, um beim Arbeiten durch Drehen der Wellen zum Fortschreiten veranlasst zu werden. Dabei wickelt sich immer ebensoviel Ketten-

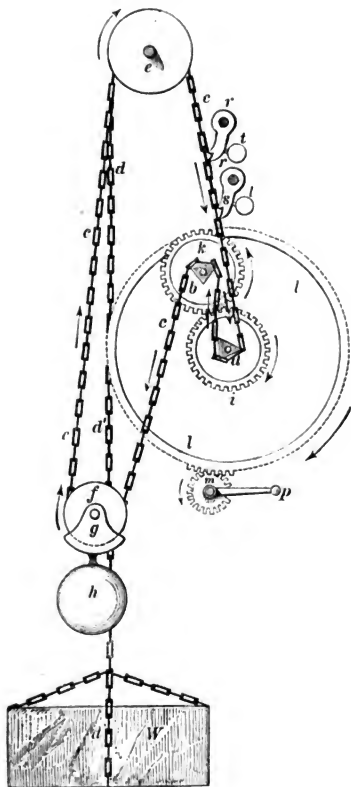
$n$	4	6	8
$Q$	168 Kilogr.	917 Kilogr.	5483 Kilogr.

Hinsichtlich Beachtung der Seilsteifheit und Achsenreibung sehe man Redtenbacher's Maschinenbau, Bd. 1, S. 453. Hierbei erhellt, dass eine grössere Zahl von Umwindungen die zur Ueberwindung eines Widerstandes ( $T = Q$ ) erforderliche Kraft ( $P$ ) nur wenig vermehrt. In dem von Redtenbacher gewählten speciellen Falle ist  $n = 6$ , und dann ist  $P$  nur im Verhältnisse 1122 : 1000 grösser, als wenn keine Nebenhindernisse zu bewältigen wären.

länge auf als ab, so dass stets nur dieselbe Kettenlänge auf und zwischen den Wellen verbleibt. Dass hierzu zwei gleich grosse Zahnräder *k* und *i* erforderlich sind, versteht sich von selbst.

Die tiefer liegende *a* der beiden Nusswellen wird beim Aufziehen einer Last *W* (die mittelst besonderer Kettenstücke *dd'* eingehangen ist) durch

Fig. 270.



ein Zahnradvorgelege *lm* von der Welle der Handkurbel *p* aus bewegt und zwar sind (was in unserer Abbildung weggelassen ist) zwei verschiedene Zahnradübersetzungen für grössere oder kleinere Lasten angebracht. Mit der Kurbelwelle ist übrigens noch eine geeignete Scheibe zur Auflage eines Bremsbandes zum entsprechenden Bremsen angebracht, wie bereits S. 394 beschrieben und besprochen wurde. Auch sitzt auf der Kurbelwelle ein geeignetes Sperrrad, auf welches sich ein Sperrhaken beim

Heraufziehen der Last stets auflegt, um im Falle einer nicht beabsichtigten Rückwärtsbewegung sofort einhaken zu können. Während des Niederlassens einer Last wird der Sperrhaken durch einen andern kleinen Haken vom Sperrrade abgehalten.

Recht zweckmässig wird die von der oberen Nusswelle *b* ablaufende Kette unter einer mit einem Gewichte *h* beschwerten Spannrolle *f* durchgeführt, wobei *f* von einer pendelnden Hülse *g* umfasst wird, während an letzterer das

spannende Gewicht  $h$  hängt. Durch diese Anordnung regulirt sich sowohl die Kettenspannung in Bezug auf die feste Leitrolle  $c$ , als auch jede Verwicklung der freien Kette (namentlich beim Senken oder Herablassen von Lasten) vermieden wird.

Um bei einem Bruche der Maschine oder der Kette oder bei Unaufmerksamkeit der Arbeiter das Herabfallen der Last zu verhindern, ist eine selbstthätige Fangvorrichtung (*parachute automatique*) vorhanden. Dieselbe wird dadurch gebildet, dass man die Lastkette, ehe sie sich auf die Welle wickelt, über eine (in unserer Abbildung weggelassene) gusseiserne Leitfläche führt und vor derselben zwei sperrkegelartige Fallen  $r$  und  $s$  um Bolzen drehbar angebracht hat. Diese Fallen werden durch Gewichte  $t$  stets in die Kette auf der Leitfläche gepresst und versperren den Rückgang der Kette, während sie beim Vorgange durch die Kettenglieder gehoben werden<sup>1)</sup>. Zur Verhütung des Herabfallens der Last, wenn ein Kettenglied oberhalb derselben reisst, verbindet Bernier mit der Last eine dritte Kette, führt diese über zwei horizontal gelagerte Rollen und bringt zwischen letztere beiden drei, vier oder mehr der vorerwähnten Fallen  $rst$  an.

Durch die Beseitigung der sonst erforderlichen grossen Kettentrommeln bei der Bernier'schen Winde erfordert dieselbe am Aufstellungsorte wenig Raum. Dagegen hat sie mancherlei Nachtheile. Zu letzteren gehört das Erforderniss genau gleich langer Kettenglieder wegen des Umlegens um die Nusswellen, die übrigens häufig erneuert werden müssen, da auch eine durch Abnutzung verlängerte Kette sich nicht mehr richtig und nicht ohne Stösse auf die Wellen legen kann. Ein anderer Nachtheil ist die unvortheilhafte Benutzung der Umdrehkraft, da die Reibungswiderstände, namentlich zufolge des Umlegens der Kette um die Nusswellen, die nur geringen Durchmesser haben, sehr gross sind.

Zu den bemerkenswerthen Fördermaschinen, wobei das erforderliche Lastseil oder die Lastkette nur in einigen Windungen um die betreffende Trommel geschlungen und das ablaufende Ende mit sehr geringer Kraft gespannt zu werden braucht, gehört die Schiffs-Ankerwinde (Gangspill) mit verticaler Achse, welche die Figuren 271, 272 und 273 in drei verschiedenen Ansichten darstellen<sup>2)</sup>.

Bei der einfachsten Art der Ausführung erfolgt die Umdrehung der Seiltrommel  $a$  direct dadurch, dass man in geeignete Oeffnungen  $bb$  am oberen Theile derselben Hebel, Bäume (Spaaken) steckt, an deren freien Enden (wie

1) Näheres über Bernier's Winde und insbesondere über Anordnung der Fangapparate findet sich in folgenden, überall mit Abbildungen begleiteten Quellen: Oppermann, *Visites d'un Ingenieur à l'exposition universelle*, Pag. 389, unter dem Titel: *Treuil à double noix, à parachute automatique*. 1867.

Armengaud aîné et fils, „*Les Progrès de l'Industrie*“ Vol. I. Tab. 105 et 106. Paris 1868.

Uhland, *Der praktische Maschinenconstructeur*. 1869, S. 51, Tafel 13 (die Armengaud'schen Abbildungen grösser gezeichnet).

2) Glynn, „*On the Construction of Hoisting Machinery*.“ 4<sup>o</sup> Edition. Pg. 10. London 1867.

bei der Erdwinde Fig. 186) Menschen anfassen und bei gleichzeitigem Gange derselben um die ganze Maschine herum die Umdrehung der Trommel *a* bewirken, um welche Kette oder Seil in einigen Windungen geschlungen ist.

Fig. 271.

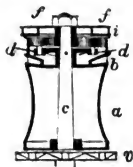


Fig. 272.

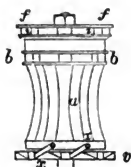
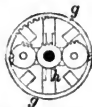


Fig. 273.



diert. *ff* ist ein starkes (scheibenförmiges) gusseisernes Kopfstück, ebenfalls mit Hülsen oder Aushöhlungen *i* zum Einstecken von Hebeln (Spaaken) versehen mittelst welchen *f* um die feststehende (unbewegliche) Achse *c* gedreht werden kann. Mit *f* verbunden ist ein Rad *h* (Fig. 273), dessen Zähne in die der Getriebe *ee* fassen, während letztere zugleich in die Zähne eines Ringes oder Kranzes *g* greifen, welcher mit der Seiltrommel *a* ein Ganzes bildet. Aus Allem ergibt sich jetzt, dass zufolge des zweiarmigen unbeweglichen Stückes *d* die Zahngetriebe *ee* bloß eine Drehung um die eigene Achse machen, nicht aber an den Umdrehungen des Kopfstückes (und nicht an der fortschreitenden Bewegung der im Kreise um *c* gehenden Arbeiter) Theil nehmen können. Sind aber die Getriebe *e* ausser Stande eine fortschreitende Bewegung anzunehmen, so erfolgt durch Umdrehung von *f* mittelst der in *i* steckenden Hebel oder Bäume eine Drehung des Rades *h*, weiter eine Umdrehung der Getriebe *ee* und zufolge dieser eine Umdrehbewegung der Trommel *a*.

Im Falle, dass die drei Räder *e*, *h* und *e* gleich gross sind, bewegt sich, wenn die Druckbäume (Spaaken) nicht in die Oeffnungen *b*, sondern in die *i* gesteckt werden, die Trommel *a* dreimal so langsam, wie die Angriffspunkte (deren Druck aber demzufolge auch verdreifacht auf die Last übertragen wird), sowie auch beide Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen erfolgen müssen.

Eine Gattung noch neuerer Ankerwinden mit horizontalliegender Seil- oder Ketten-Trommel, darüber gelagertem Balancier mit Druckbäumen (ganz der bekannten Disposition von durch Menschen getriebenen Feuerspritzen gleich), jedoch mit Benutzung sogenannter Klinken-Schaltwerke zur Umsetzung der oscillirenden Hebelbewegung in eine absatzweise rotirende der Lasttrommel, wurde bereits Bd. 1, S. 221 besprochen und dort erläutert. Speciellere Zeichnungen einer derartigen Ankerwinde (Bratspill), von Brown & Lenox in London con-

Zum Abziehen und Auflegen von Kette oder Seil reicht ein einziger Arbeiter aus. Sperrklinken *x* fassen dabei in zahnartige Vorsprünge einer starken Bodenplatte *v*, die ausserhalb *a* und ganz unabhängig davon auf dem Boden befestigt ist.

Um die Trommel *a* zu einer langsameren Bewegung als die der Arbeiter ist, zu veranlassen, trifft man folgende Anordnung.

Auf die unbewegliche Achse (stehende Welle) *c* der Trommel *a* befestigt man ein zweiarmiges Stück *d* (Fig. 271), welches zur Aufnahme zweier Zahnradgetriebe *ee*

struirt, finden sich u. A. in einem von mir verfassten Artikel an der unten citirten Stelle<sup>1)</sup>.

Die englischen Ingenieure Pow und Fawcus in North-Shields haben die viel Geräusch veranlassenden Klinken-Schaltwerke durch eine Art Frictions-Einklinkung (ähnlich den Anordnungen Saladin's, Worsam's u. A., Bd. 2, S. 385 und Bd. 4, S. 378) ersetzt, worüber u. A. Glynn in dem unten citirten Buche berichtet<sup>2)</sup>.

Sogenannte Winden-Systeme oder zusammengesetzte Seil- und Ketten-Windwerke für einige specielle Zwecke und für verhältnissmässig geringe Förderhöhen mögen den Schluss dieses Paragraphen bilden.

Wir eröffnen diesen Anhang mit der Besprechung sogenannter Coal-Droops<sup>3)</sup>, Senkmaschinen (wohl auch Hängemaschinen<sup>4)</sup>), welche man beim Niederlassen und Entladen (verhältnissmässig) kleiner Steinkohlenwagen in Anwendung bringt.

Ein derartiger, ebenso compendiöser wie wirksamer Droop (als Senk-bremsen construirt) ist in Fig. 274 dargestellt. Die auf einer Pferdeisenbahn *a* geförderten Kohlenwagen *b* gelangen auf die bewegliche Plattform *c*, werden mittelst Ketten *d* an das Ende *e* eines gehörig verbundenen Paares gusseiserner Balanciers *efg* gehangen und, was kaum zu erwähnen nöthig sein wird, das hintere Ende derselben mit einem entsprechenden Gegengewichte *h* belastet. Auf der Balancierwelle *f* sitzen zwei halbkreisförmige gusseiserne Zahnkränze *i* (von je 6 Fuss engl. Halbmesser), die in 2 Getriebe *k* (von je 18 Zoll Durchmesser) fassen, auf deren Welle die grosse Scheibe *l* (von 9 Fuss Durchmesser) für das Bremsband *m* befestigt ist. Der Gebrauch und die Wirksamkeit der ganzen Anordnung versteht sich nach dem, was Seite 394 über Bandbremsen erörtert wurde, jedenfalls von selbst. Ebenso lässt sich nach der angegebenen Quelle die Bremskraft leicht berechnen, welche bei gegebener Belastung der Plattform *c* am Hebel (Drückel) *qr* anzubringen ist.

1) Karmarsch und Höeren, „Wörterbuch der Gewerbkunde.“ Bd. 1, S. 48.

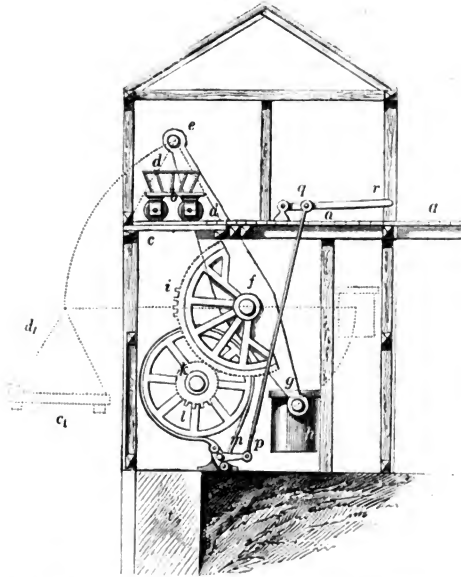
2) „On the Construction of Cranes and other Machinery.“ 4<sup>e</sup> Edit. (London 1867.) Pg 7.

3) Das erste englische Patent auf eine „Machine for lowering down Waggons“ wurde an Chapman im Jahre 1800 ertheilt, worüber Dunn berichtet in seinem Werke: „Treatise on the Winning and Working of Collieries.“ Newcastle upon Tyne. 1852, Pg. 129.

4) Mehrere Arten derartiger Maschinen finden sich besprochen und gezeichnet in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Jahrg. 1855, S. 22, und Jahrgang 1857, S. 352. Am ausführlichsten aber handelt ein Artikel in der Institution of Civil Engineers of England, Proceedings. Vol. V. Plates 18, 19. Die Berechnungen der Droops findet man in Weisbach's Ingenieur-Mechanik. Bd. 3, S. 471 etc.

Unsere Abbildung bezieht sich auf Droops in den Docks zu Sunderland. Die Eisenbahngleise *a* liegen daselbst etwa 30 Fuss hoch über dem gewöhn-

Fig. 274.



lichen Wasserstande im Dock, wobei dieselben theils auf hölzernen Gerüsten, theils auf Unterbau von Bruchstein-Mauerwerk ruhen. Den Quai *t* unter diesen Gerüsten benutzt man zu Fahrwegen und Lagerplätzen. Die betreffende Maschinerie befindet sich unter Dach in einem abgeschlossenen Raume mit verschalten Wänden.

In Sunderland werden die beladenen Kohlenwagen *b* direct in die vor der Quaimauer *t* schwimmenden Schiffe herabgelassen.

Zu den Aufzügen, wobei ebenfalls der von einer Bremse hervorgerufene Widerstand eine Rolle spielt, gehören die in Fabriken, Mühlen, Speichern etc. gebräuchlichen sogenannten Stuhlwinden, deren Hebkraft am besten Wasser- oder Dampfkraft ist. Am meisten verbreitet sind diejenigen, wovon Fig. 275, 276 und 277 (unserem Zwecke entsprechende) Skizzen sind <sup>1)</sup>.

Die Fahr-*bühne*, die Stuhl- oder die Plattform (das Gestell) *ac*, worauf hier die zu transportirenden Gegenstände (auch Arbeiter) Platz finden, läuft in Nuten zweier vertikaler Ständer (Ruthen), welche fast durch die ganze Ge-

1) Bereits Bd. 2, S. 135 als Sackwinde für Getreidemühlen besprochen.

bäudehöhe reichen. Der ganze Stuhl ist an einem kräftigen Riemen oder einer Gurte aufgehängt, über feste Rollen *ee* geführt und mit dem freien Ende am Umfange einer fernerer Rolle *f* befestigt, deren Ort besonders nach Fig. 276

Fig. 275.

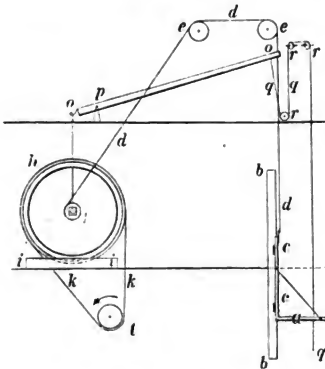


Fig. 276.

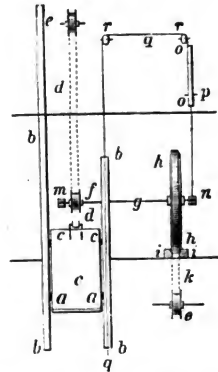
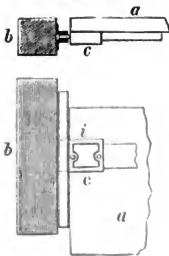


Fig. 277.



beurtheilt werden muss. Dabei wird leicht erkannt, dass die Rolle *f* mit der grossen eisernen Bremscheibe *h* (am Umfange mit Holz bekleidet) auf derselben Welle *g* sitzt und *ii* zwei hölzerne, nach Innen keilförmig gestaltete Backen sind, zwischen denen sich die Bremscheibe durch ihr eigenes Gewicht einklemmt, sobald diese sich selbst überlassen wird. Die Welle *g* hat in *m* ein unverrückbares Lager, in *n* dagegen ein solches, welches sich etwas auf- und abwärts schieben lässt. Dabei ist das Lager *n* an Zugstangen aufgehängt, die sich am Ende *o* des kürzeren Armes *op* eines doppelarmig ungleicharmigen Hebels *opo* befinden, während

an dem äussersten Ende des längeren Armes dieses Hebels ein Seil *q* befestigt ist, über feste Rollen *rr* geleitet und dann sich selbst so überlassen wird, dass es der auf der Plattform *a* stehende Arbeiter jederzeit mit der Hand fassen kann. Zieht in letzterem Falle der Arbeiter gleichzeitig das Seil *q* gehörig scharf an, so hebt er die Bremscheibe *h* aus ihren Backen *ii*, wodurch zugleich ein über *h* und über eine stets active Riemenscheibe *t* geschlagener Riemen *k* angespannt und mittelst desselben die Umdrehung der Scheibe *h* bewirkt wird.

Durch diese letztere Bewegung wickelt sich aber der Riemen *d* auf die Rolle *f* und veranlasst das Aufsteigen der Plattform (des Fahrstuhles) *ac*. Sobald das Seil *q* mehr oder weniger losgelassen wird, fällt *h* zwischen die Bremsbacken *ii* zurück, was entweder eine Verzögerung oder eine Vernichtung der Bewegung zur Folge hat. Hebt man die Bremscheibe *h* nur so weit aus



den Backen  $ii$  heraus, dass der Riemen  $k$  noch nicht völlig gespannt ist, so veranlasst das Gewicht des Fahrstuhls und dessen Transportlast den Niedergang von  $a$   $c$ , wobei die Beschleunigung wieder durch entsprechendes Niederlassen von  $h$  regulirt werden kann.

Eine Drehung nach entgegengesetzter Richtung (wie sie der Aufgang erfordert) nimmt das Rad  $h$  erst dann an, wenn es so hoch gehoben ist, dass der Riemen  $k$  die gehörige Spannung erlangt hat.

Schliesslich dürfte es angemessen sein, auf die beiden grossen Vortheile dieser Winde aufmerksam zu machen, darin bestehend, dass man erstens die Last an jeder beliebigen Stelle des Hubes ohne besondere Kraftanstrengung zum Stillstande bringen kann und zweitens, dass die Maschine von selbst zur Ruhe gelangt, wenn der betreffende Arbeiter das Ziehen am Seile  $q$  unterlässt, die Combination der Theile also an sich eine sehr wirksame Fangvorrichtung bildet, was nicht der Fall sein würde, wenn der Arbeiter durch Anziehen einer Bremse die Bewegung verzögern oder vernichten müsste. Hier bremst man beim Loslassen und bewegt beim Anziehen des Seiles  $q$ <sup>1)</sup>.

Von einer durch Dampfmaschine betriebenen Winde, um Eisenbahnen auf reichlich 20 Fuss Höhe zu heben, wie sie in Manchester in der London-Road Station ausgeführt ist<sup>2)</sup>, sind Fig. 278 und 279 für unsere Zwecke hinreichende Darstellungen.

Bemerkt werde zuerst, dass die genannte grosse Eisenbahnstation durchweg auf Bögen über der gewöhnlichen Verkehrsstrasse liegt. Die gesammten unteren gewölbten Räume werden als Waarenlager benutzt, die betreffenden Wagen daselbst beladen und entladen, wobei man die gedachte Winde als Hebe- und Senk-Maschine benutzt.

Von unseren Abbildungen ist Figur 278 der Aufriss und Figur 279 der Grundriss der ganzen Anordnung. Die bereits erwähnte Betriebsdampfmaschine  $aa$  ist zweicylindrig, treibt direct eine Vorgelegewelle mit dem Getriebe  $b$  (von etwa 15 Zoll Durchmesser), welches in die Zähne des (circa  $5\frac{1}{2}$  Fuss grossen) Stirnrades  $c$  fasst, von dessen Welle aus die Bewegung weiter (unter Einschaltung der Kegelradvorgelege  $d, e$ ) auf die beiden Seitenwellen übertragen wird, worauf man je 4 Seilscheiben  $f$  (von etwa 3 Fuss Durchmesser) festgekeilt hat. Auf diese je vier Seilscheiben  $ff$  wickeln sich Drahtseile  $gg$  auf und zwar in der Art, dass von den beiden überhaupt vorhandenen Plattformen  $A$  und  $B$  (Fig. 279) die eine stets aufsteigt, wenn sich die andere senkt, die betreffenden Seile also sich beziehungsweise auf- und abwickeln. Aus Fig. 278 erhellt überdies noch, dass man die Windeseile  $g$  mit Seilen  $h$  für Gegengewichte  $w$  entsprechend vereinigt hat. Die Gegengewichtsseile  $h$  sind unter Einschaltung von Stellschrauben  $kk$  an Federn  $ll$  befestigt, welche sich unter dem stark verstreuten und mit Eisenbolzen verbundenen Plattformgestell  $C$  vorfinden.

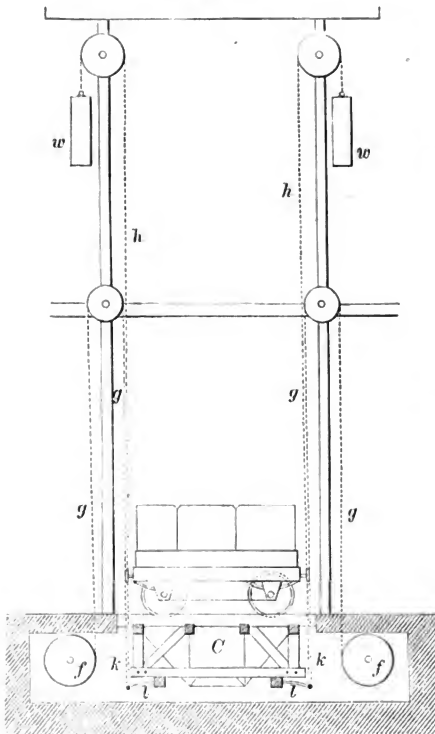
1) Noch andere derartige Aufzüge für Fabrikgebäude finden sich in folgenden Quellen:

Hülse, „Maschinen-Encyklopädie.“ Artikel „Aufzug“, und „Zeichnungen für die Hütte“. Jahrgang 1852. Tafel 10k.

2) Erbkam, „Zeitschrift für Bauwesen.“ Jahrgang III. (1853), Seite 263, Blatt 41.

Unsere Quelle <sup>1)</sup> handelt noch von einer zweiten ähnlichen Aufzugsmaschine, wobei man die Drahtseile mit Ketten vereinigt und überhaupt manche zweckmässige Anordnung getroffen hat. Bestimmte Angaben über die Geschwindigkeit, womit die Fabrbühne *A* u. *B* auf- und absteigt, werden an bezeichneter Stelle nicht gemacht <sup>2)</sup>.

Fig. 278



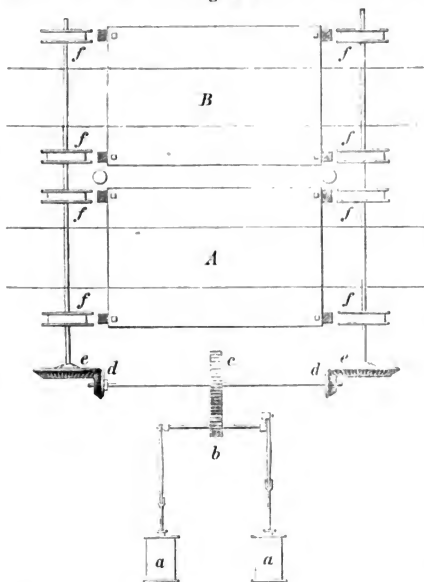
Andere sogen. Fabrikauzüge behandelt (und berechnet) Schwammkrug in der Maschinenencyklopädie von Hülse im Artikel „Aufzug“, S. 385 u. f. Hier werden keine grösseren Fördergeschwindigkeiten als die von 0,80 Meter in Rechnung gebracht, was mit Heuer's Angaben in dessen Werke: „Die Fördermaschinen für Bergwerke“, Seite 139, übereinstimmt, der für ähnliche Fälle die Geschwindigkeit 0,60 bis 1,30 Meter pro Secunde setzt.

Einen zweckmässigen Gichtaufzug oder eine Dampfwinde zum Fördern von Erzen, Zuschlägen, Kohlen etc. auf Hochöfen lässt Fig. 280 erkennen. Dieser Aufzug bedient fortwährend je zwei nebeneinander stehende Hochöfen der Eisenhütte zu Neustadt am Rügenberge

1) Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1853, S. 264 (Reisebemerkungen des Oberbauraths Hartwig).

2) Es wird nur bemerkt, dass zum Auf- und Abfahren der Wagen immer einige Minuten vergangen (natürlich die Stillstandszeit eingerechnet), pro Stunde aber jedenfalls 24 Wagen gehoben und gesenkt werden könnten.

(Provinz Hannover)<sup>1)</sup>. Die klimatischen Verhältnisse und andere Rücksichten machten hier das Fördern im Freien unthunlich, weshalb man zwischen beiden Hochöfen den in Figur 280 mit dargestellten Gichtthurm *aa* erbaute und in geeigneter Höhe desselben eine aus zwei oscillirenden Cylindern gebildete Zwillingdampfmaschine *b* aufstellte, welche direct die grosse Seilscheibe *c* umdreht. Um letztere ist mehrere Male das kräftige Drahtseil *d* geschlagen und an dessen Enden die Förderschaalen *e* und *f* befestigt. Unten treffen die Förderschaalen auf Bufferfedern *gg*, um den Stoss beim Hemmen des Niederganges zu vermindern. Den erforderlichen Wasserdampf führt man aus einem unten aufgestellten Kessel im Rohre *i* der Betriebsmaschine *b* zu.



Hochöfen den in Figur 280 mit dargestellten Gichtthurm *aa* erbaute und in geeigneter Höhe desselben eine aus zwei oscillirenden Cylindern gebildete Zwillingdampfmaschine *b* aufstellte, welche direct die grosse Seilscheibe *c* umdreht. Um letztere ist mehrere Male das kräftige Drahtseil *d* geschlagen und an dessen Enden die Förderschaalen *e* und *f* befestigt. Unten treffen die Förderschaalen auf Bufferfedern *gg*, um den Stoss beim Hemmen des Niederganges zu vermindern. Den erforderlichen Wasserdampf führt man aus einem unten aufgestellten Kessel im Rohre *i* der Betriebsmaschine *b* zu.

Die gewogenen (in unserer Abbildung weggelassenen) mit Kippkasten ausgestatteten Gichtwagen werden nach dem Thurme *aa* gefahren und, je nachdem sie für den einen oder den anderen Ofen bestimmt sind, von der rechten oder linken Seite desselben durch die unteren Oeffnungen auf die Förderschaalen geschoben. Letztere hebt die Dampfmaschine *d* unter Einschaltung der Seilleitung *cd* derartig, dass stets ein leerer Wagen nieder und ein gefüllter aufwärts geht.

Neben der Dampfleitung *i* liegt ein Sprachrohr, um eine Verständigung der oben und unten befindlichen Arbeiter zu ermöglichen.

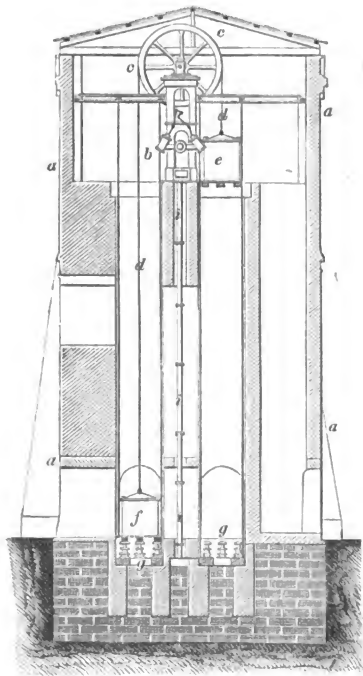
Sehr oft stellt man auch Dampfmaschine nebst Treibapparat auf der Hüttensohle auf<sup>2)</sup>, was allerdings den betreffenden Betriebs-Maschinen eine grössere

1) Notizen zur Sammlung von Zeichnungen für die Hütte. Jahrgang 1861, S. 33 etc. Hieraus in Percy-Wedding's Handbuch der Eisenhüttenkunde. Zweite Abtheilung, S. 618 etc.

2) Wiebe's Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer. Hft. VII. (Gichtaufzug der Hubertushütte in Oberschlesien.) Erfolgt der Betrieb durch Wasserräder, so muss der Treibapparat stets unten aufgestellt werden.

Stabilität giebt, die Fundirung erleichtert und die lange Dampfleitung *i* in Wegfall bringt. Indess wird die ganze Anordnung nicht so einfach wie bei der

Fig. 280.



Aufstellung aller Maschinerie im Niveau der Ofengicht, und was besonders wichtig ist, die Bedienung wird dann weniger sicher und bequem, weil der Maschinenwärter die oben ankommenden Fördergefäße nicht vor Augen hat. Weiteres über die hier erörterte Aufstellungsfrage nebst Beschreibung von Gichtaufzügen zu Hörde in Westphalen befindet sich in dem unten notirten empfehlenswerthen Werke des Professors von Hauer <sup>1)</sup>.

Einen der bequemsten und für die Handhabung vortheilhaftesten verticalen Gichtaufzug zeigt Fig. 281, wobei das Drabtseil durch zwei Laschenkettens *gg* ersetzt ist, zwischen denen die Förderschaalen *ii* (gleich den Schaalen an den Waagebalken der doppelarmigen Krämerwaagen) schwebend so aufgehängt sind, dass ihr Schwerpunkt lothrecht unter ihrem Aufhängepunkte liegt, also die Tragschaalen *ii* sich in allen Höhenlagen wagrecht stellen <sup>2)</sup>. Ein nicht geringer Vortheil dieses Aufzuges ist der, dass, wenn es der oben-

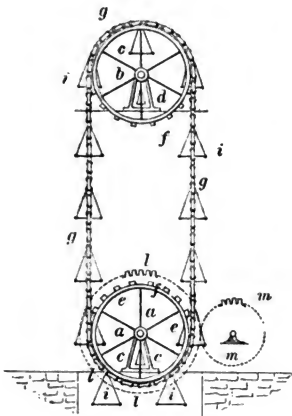
stehende Arbeiter versieht, eine Ladung von irgend einer Aufziehschaale abzunehmen, dies gar keinen Nachtheil mit sich führt, vielmehr die Nutzlast mit ihrer Schaale nur über die Welle der oberen Kettenscheibe hinweg und auf der anderen Seite ungestört wieder herabgeht und zur Aufladestelle zurückkehrt. Um dies Abladen sicher zu ermöglichen, lässt man die Aufzugsschaalen mit

1) „Die Hüttenwesen-Maschinen.“ Mit 26 Figurentafeln und 4 Tabellen. Wien 1867. Abschnitt „Gichtaufzüge, S. 137—152.

2) Die 4te Abtheilung des Le Blanc'schen Recueil des Machines enthält auf Pl. 18 eine ähnliche Anordnung (sehr schön gezeichnet), wobei bemerkt wird, dass derartige Aufzüge vielfach in französischen Zuckerfabriken Anwendung finden.

böchstens 0,15 Meter (=  $\frac{1}{2}$  Fuss) Geschwindigkeit pro Secunde auf- und absteigen. Unsere Skizze, nach Gichtaufzugszeichnungen grösserer belgischer

Fig. 281.



Eisenhüttenwerke (Monceaux u. Couillet bei Charleroi) gefertigt, findet sich als sehr schöne Zeichnung in Hülsse's bereits citirter Maschinenencyclopädie<sup>1)</sup>. Deshalb werde hier nur noch bemerkt, dass *a* und *b* zwei in Ständern *c* und *d* gelagerte parallele Wellen sind, wovon jede zwei in je 1 Meter Entfernung befestigte gusseiserne Kettenscheiben *e* von 2,35 Meter Durchmesser trägt. Letztere sind mit Warzen *ff* ausgestattet, deren Theilung naturgemäss der Gliederlänge der Kette *gg* entspricht. In gleichen Distanzen (von 1,4 Meter) sind beide Ketten durch wagrecht gelegte eiserne Rundstäbe verbunden, deren Enden zugleich die Gelenkbolzen für die entsprechend gelegenen Kettenglieder abgeben.

Auf die untere Ketten-Scheibenwelle ist ein gusseisernes Stirnrad *l* gekeilt, in welche ein Getriebe *m* fasst, das seine Umdrehkraft von einem Wasserrade oder von einer Dampfmaschine aus empfängt.

Ungeachtet des vorher ausgesprochenen Lobes hat dieser Aufzug dennoch vielfache Mängel, die wohl beachtet zu werden verdienen. Hierher gehört zuerst, dass die Ketten leicht recken und mit der überdies grossen Zahl beweglicher Theile zu sehr häufigen Reparaturen Veranlassung geben. Ebenso sind die Schwankungen der (aufgehängenen) Förderschaalen nicht immer zu vermeiden, ein Uebelstand, der leicht zu Brüchen führt. Endlich ist die ungleiche Belastung der auf- und absteigenden Ketten nicht vortheilhaft für die Nutzwirkung der vorhandenen Betriebskraft u. d. m.<sup>2)</sup>.

In England verwendet man vielfach den in Fig. 282 abgebildeten Aufzug zum Fördern verhältnissmässig leichter Baumaterialien, wie Mörtel, Kalk, Ziegelsteine etc., der unter dem Namen mechanische Leiter (mechanical ladder) bereits 1836 einem gewissen Spurgin patentirt<sup>3)</sup> und in etwas vereinfachter Gestalt aber zuerst in den Proceedings des engl. Ingenieur-Vereins beschrieben und besprochen wurde<sup>4)</sup>.

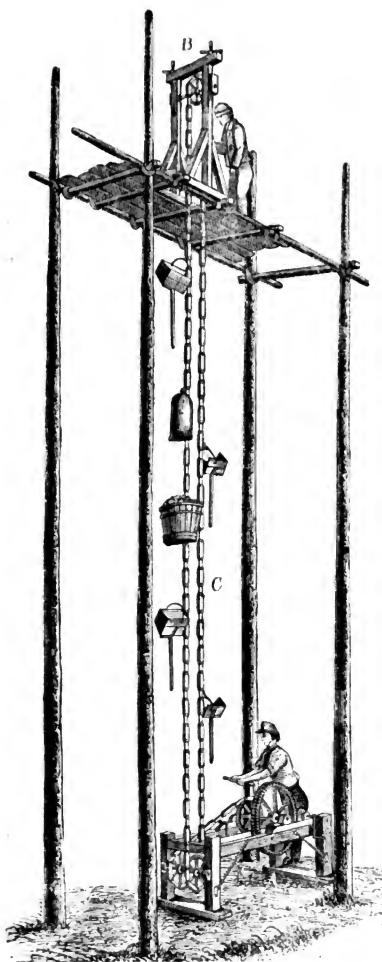
1) In dem mit grossem Fleisse von Schwammkrug bearbeiteten und mit vielen Zahlenbeispielen ausgestatteten Artikel „Aufzug.“

2) Einen fast gleichen Aufzug benutzte man viele Jahre zur Zufriedenheit des Besizers in der Meyer'schen Cementfabrik Theresienthal unweit Hameln.

3) Patent Specification. 1836. Nr. 7054.

4) Instit. of Civil Engineers. Vol. III, Pg. 221. Diese Quelle handelt auch von den bei Errichtung der Nelson-Säule in London (Trafalgar Square) benutzten Maschinerien.

Fig. 282.



Auch in Deutschland<sup>1)</sup> und Belgien<sup>2)</sup> hat man diesen Aufzug mehrfach in Anwendung gebracht, ohne jedoch unter allen Umständen damit zufrieden gewesen zu sein, da auch hier das Recken der Kette, das Rosten und der Reibungswiderstand der vielen Bolzen mancherlei Unannehmlichkeiten veranlasste, nicht zu gedenken, dass bald Kettenglieder herausgenommen, bald hinzugefügt werden müssen, wie dies die veränderliche Förderhöhe bei den meisten Bauzwecken mit sich führt. In Hannover hat man seiner Zeit einen solchen Aufzug beim Baue des neuen Zeughauses (am Waterloo-Platze) nicht ohne Erfolg benutzt.

Eine zweite Gattung derartiger Fördermaschinen bilden die geneigten Gichtaufzüge, d. h. solche, wo die zum Betriebe der Hochöfen erforderlichen Materialien auf unter 20 bis 40 Grad geneigten Ebenen in Wagen oder auf sogenannten beweglichen Auffahrten durch Maschinenkraft bis zur Gichthöhe aufgezogen wer-

1) Notizblatt des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrg. 1845, S. 68, Taf. V.

2) Jobard's Bulletin du Musée de l'Industrie. T. 7 (1845), Planche 12, unter der Ueberschrift: Spurgin's Machine a monter les briques, le mortier etc.

den<sup>1)</sup>. Man bedient sich ihrer besonders dann, wenn die Hochöfen an Bergabhängen liegen oder sonstige Betriebsverhältnisse, ferner die Art der Verwendung des Arbeitspersonals hierzu veranlassen oder endlich eine grössere Sicherheit gegen Unglücksfälle bei etwaigen Brüchen der Förderseile oder Ketten, wie solche bei verticalen Aufzügen nicht leicht beschafft werden kann, herbeizuführen<sup>2)</sup>.

Die umstehende Figur 283 (dem unten citirten Werke von Le Blanc und Walter, Tafel 17 entlehnt) stellt einen Haupttheil des geeigneten Gichtaufzuges der Hütte von Lavoulte im Ardèche-Departement dar, welches Werk in der Nähe der Rhone liegt, weshalb Erze, Zuschläge etc. auf Böten zu- und Roheisen ebenso abgeführt werden. Um dabei je nach der Wasserhöhe mit den Böten bequem genug anlegen und den Transport auf der schiefen Ebene *PP* möglichst leicht beschaffen zu können, hat man eine grosse Fahrbühne *QQ*, ähnlich den bei den Dampfzügen (S. 192, Fig. 93) besprochenen Landungsbrücken, angeordnet, deren vordere Partie eine Vertiefung *A* bildet, welche zum Zweck hat, die als Fördergefässe dienenden Wagen *B* aufzunehmen, diese aber gleichzeitig vor dem Selbstherabrollen zu sichern, wenn dies durch Unachtsamkeit der Arbeiter eintreten könnte, endlich auch um die Beladung der Wagen zu erleichtern, indem diese tiefer stehen, als die Fläche der Aufahrbühne *QQ*.

Bemerkt werden muss, dass auf der schiefen Ebene *PP* zwei Eisenbahngleise *DD* (zu zwei Schienen) in solcher Entfernung neben einander liegen, dass zwischen den beiden Bahnen ein Abstand bleibt, welcher den beschäftigten Arbeitern als freier Weg dient. In jeder der beiden Bahnen sind längs der ganzen schiefen Ebene mit den Schienen der letzteren parallel laufende (in unserer Abbildung weggelassene) Zahnstangen angebracht, in deren Zähne Sperrkegel (Hämmer, Knechte etc.) der Wagen *B* einfallen, damit letztere im Falle eines Seilbruches nicht von selbst herabrollen.

*C* ist eine Plattform, welche um eine geeignete Achse gedreht werden kann und für beide Bahngleise (nach zwei Richtungen hin) denjenigen Arbeitern als Aufrittsboden dient, deren Aufgabe das Beladen der Förderwagen *B* ist. *F* sind Klappen, welche vorn am Ausgange der Vertiefung *A* (der Fahrbühne *Q*) angebracht sind, um beim Uebergange der Wagen *B* auf die Eisenbahngleise *DD* nachtheilige Sprünge oder Stösse zu vermeiden.

1) Die vorzüglichsten Quellen (namentlich grösserer Zeichnungen) zum Studium von Hochofen-Gichtaufzügen sind folgende:

Le Blanc und Walter, „Eisenhüttenkunde“. Deutsch von Hartmann. Weimar 1839, S. 95 etc.

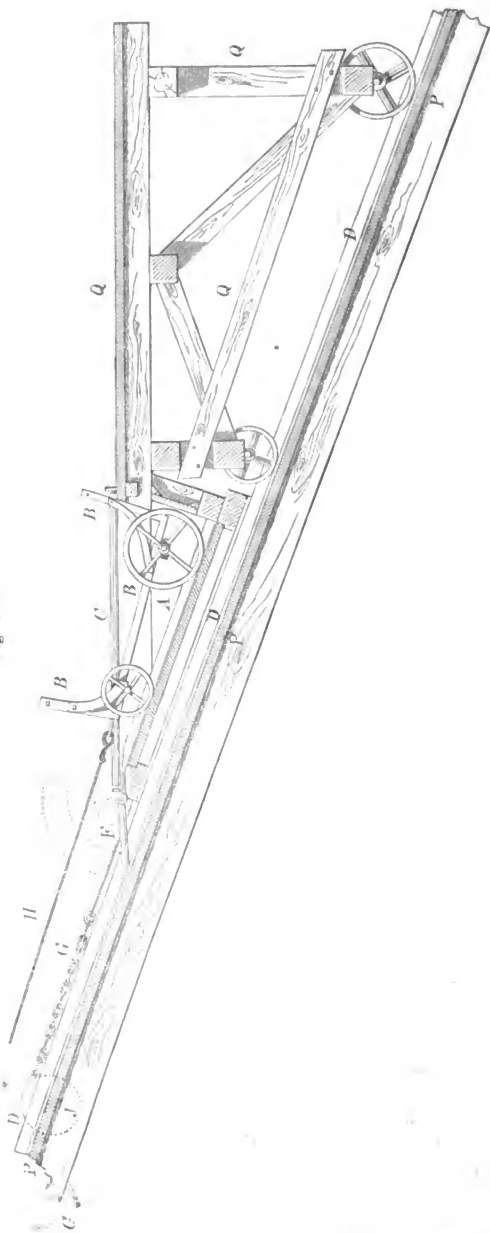
Hülse, „Maschinenencyklopädie“. Artikel „Aufzug“, S. 355 bis mit S. 377.

Flachat, Barrault und Petiet, Die Fabrikation des Eisens. Lüttich und Leipzig 1851.

Fernere Beschreibungen und Literaturangaben finden sich in v. Hauer's Werke: „Die Hüttenwesen-Maschinen.“ Wien 1867, S. 152.

2) Man sehe hierüber auch Abtheilung 2, S. 632 der Percy-Wedding'schen „Eisenhüttenkunde.“

Fig. 283.



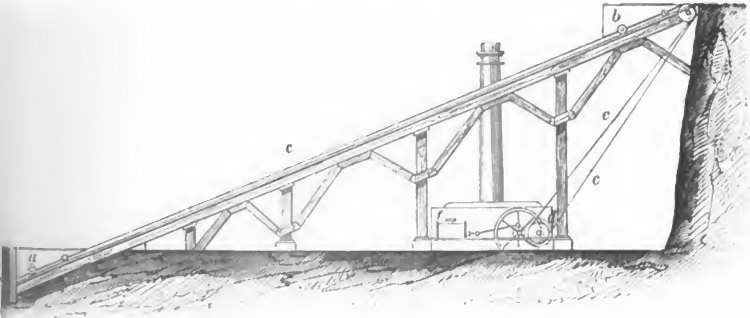
Am Vordertheile der Faßbühne *A Q* ist eine Kette *G* befestigt, welche über eine Leitrolle *J* läuft und nach einem Haspel geführt ist, mittelst welchem die Böhne *Q*, je nach dem Wasserstande, höher oder tiefer gestellt werden kann. *H* ist eins der Förderseile des Wagens *B*, welches erst aufwärts, dann durch die schiefe Ebene tretend nach unten geht und sich dort auf einer vertical gestellten Seiltrommel aufwickelt, welche ihre Umdrehkraft durch die das Gebläse des Hochofens treibende Dampfmaschine erhält. Da immer gleichzeitig ein beladener Wagen aufwärts geführt wird, während ein leerer herabgeht, so sind zwei Seiltrommeln



(von gleicher Anordnung und Grösse) vorhanden, worauf sich die Seile in entgegengesetzter Richtung beziehungsweise auf- und abwickeln<sup>1)</sup>.

Dimensionen und Umdrehzahlen der Seiltrommeln sind so regulirt, dass die Förderung der Wagen auf der schiefen Ebene mit der Geschwindigkeit von einem Meter pro Secunde (im Mittel) erfolgt.

Fig. 284.



Um wenigstens ein Bild der Gesamtdisposition eines geneigten Gichtaufzuges zu geben, entlehnten wir vorstehende Fig. 284 dem wiederholt citirten Hauer'schen Werke: „Die Hüttenwesen-Maschinen“<sup>2)</sup>. Die ganze geneigte Ebene ist hierbei aus Holz construiert und wird ebenfalls stets einer der beiden Förderwagen *a* und *b* an den Seilen *cc* auf, der andere gleichzeitig abgeführt. Letztere wickeln sich auf je einer der horizontal gelagerten Windetrommeln *d* auf, deren Umdrehungen durch eine Dampfmaschine mit horizontal liegenden Cylindern erzeugt wird.

## V. Fördermaschinen für Bergwerke und Verkehrszwecke<sup>3)</sup>.

### §. 17.

Mit dem Namen Fördermaschinen bezeichnet man gewöhnlich Aufzugs- und Senkmaschinen zum Transporte von Bergwerks- und Steinbruchs-Produkten auf grosse Höhen, wobei

1) Das vorher citirte Le Blanc-Walter'sche Werk enthält in grosser Darstellung (Tafel 18) vollständige Zeichnungen der Seiltrommeln, sowie alle Bewegungsmechanismen, Sicherheitsmittel etc.

2) Noch andere Maschinerien zu Gichtaufzügen finden sich namentlich in dem grossen, bei Brockhaus in Leipzig 1847 (in deutscher Sprache) erschienenen Werke: „Die Fabrikation des Eisens“ von Flachot, Barrault und Petiet.“

3) Aus dem Gebiete der reichen Literatur dieses Gegenstandes verzeichnen Rühlmann, Maschinenlehre. IV.

man wieder das Fördern in verticaler, geneigter und horizontaler Richtung unterscheidet. Wir wollen für unsere Zwecke diese Auffassung dahin abändern, dass wir (die Gelegenheit benutzend) auch die Maschinen für den Transport von Personen, Waaren, Gütern und Schiffen auf stark geneigten Ebenen mit einschliessen und dafür die Horizontal-Fördermaschinen als bereits im dritten Bande unseres Werkes in soweit erledigt annehmen, als erforderlich war, um das Fehlende (namentlich für Bergwerksförderungen) durch die unten verzeichneten Quellen ergänzen zu können.

Eine fernere Eintheilung der Fördermaschinen nach den bewegenden Kräften (Motoren), nämlich Menschen- und Pferdekräften, sowie den Kräften des Wasserdampfes und des bewegten Wassers, diene als zweiter Leitfaden, wobei jedoch wieder (für unsere allgemeinen Zwecke) diejenigen Fördermaschinen als bereits in Bd. 1, S. 227 und 240, sowie Bd. 4, S. 393 ff. hinreichend besprochen angenommen werden sollen, welche durch Menschenkräfte in Betrieb gesetzt werden.

### A. Maschinen zur Verticalförderung.

Als Repräsentanten empfehlenswerther, durch Pferde (am Göpel arbeitend, Bd. 1, S. 245) betriebener Maschinen zum Fördern aus grossen Tiefen (Schächten)

wir hier vorerst nur diejenigen Werke über Fördermaschinen der Bergwerke, welche gute Abbildungen enthalten. (Vollständigere Literatur liefert namentlich Prof. von Hauer in seinem Werke: „Die Fördermaschinen der Bergwerke.“ Leipzig 1871. Fast noch reichhaltiger sind die Quellenangaben im „Leitfaden für Bergbaukunde“ von Lottner-Serlo. Bd. 2. Berlin 1873.)

Combes, Handbuch der Bergbaukunst. Deutsch von Hartmann. Weimar 1844—1846.

Ponson: *Traité de l'exploitation des Mines de houille ou exposition comparative des méthodes employées en Belgique, en France, en Allemagne et en Angleterre, pour l'arrachement et l'extraction des minéraux combustibles.* 4 Tomes. Liège 1852.

Portefeuille de John Cockerill, ou description de machines d'épuisement, d'extraction, de fabriques, d'outillage, machines de bateaux à vapeur, locomotives et matériel de chemins de fer. Paris et Liège. 1855—1874.

v. Rittinger, Jahresberichte etc. der k. k. Montan-Beamten. Wien 1851—1853, und

Derselbe, Erfahrungen im Berg- und Hüttenmännischen Maschinen-Bau und Aufbereitungswesen. Zusammengestellt aus den amtlichen Berichten der k. k. österr. Berg-, Hütten- und Salinen-Beamten. Wien 1852—1874. (Nach v. Rittinger's Tode redigirt dies Werk v. Hauer.)

Wiebe, Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer etc. 1858—1874. Zeichnungen der Hütte. Berlin 1855—1874.

wählen wir den zuerst 1793 von Gerstner für die Eisengrube Krussna Hora in Böhmen entworfenen und ausgeführten Pferdegöpel, der in seinen Haupttheilen in den Fig. 285 und 286 dargestellt ist.

Das Wichtigste an dieser Maschine ist (nach dem, was bereits Bd. 1, S. 245 über Pferdegöpel erörtert wurde) der doppelte abgestutzte Kegel *abt*, auf dessen Mantel sich die Förderseile beziehungsweise auf- und abwickeln. Man erkennt leicht, dass der Zweck dieses konischen oder spiralförmigen Seilkorbes statt eines cylindrischen (Fig. 294) kein anderer als der ist, das Drehungsmoment der Achse während der ganzen Dauer einer Förderung ebenso constant zu machen, wie dies bei der Schnecke tragbarer Uhren (Bd. 1, S. 41) in Bezug auf die abnehmende Zugkraft der Triebfeder der Fall ist. Werden nämlich Lasten von 300 bis 400 Kilogramm aus Tiefen von 200 bis 300 Metern (und mehr) gefördert, so sind entsprechend dicke und somit schwere Zugseile erforderlich, deren Gewichte neue und zwar veränderliche Lasten der Fördertonne *n*, dem Förderkorbe, der Treibsäcke etc. hinzufügen. Man bestimmt deshalb die Radien der in einer Schraubenlinie an den Körben *a* und *b* aufsteigenden Seilspuren derartig, dass die Triebkräfte (in unserem speciellen Falle die Pferde) nur allein das Gewicht der Nutzlast (der Erze etc. in der Tonne) zu ziehen haben, Seil und Fördergefässgewicht aber sich für jede Höhe wechselseitig ausgleichen<sup>1)</sup>.

1) Die Verwendung sogenannter Spiralkörbe statt der cylindrischen scheint auf dem Continente früher geschehen zu sein, als in England. So findet sich u. a. die Zeichnung eines derartigen Korbes in Belidor's *Architectura hydraulica*. Aus dem Französischen übersetzt und in Augsburg von 1740—1770 erschienen. 1. Theil, 4. Buch. Cap. III. Tab. V. Ferner auch in Poda's kurzgefasster Beschreibung der Bergbau-Maschinen zu Schemnitz (Nieder-Ungarn). Prag 1771. S. 15, Vignette 5. Leupold in seinem *Theat. mach.*, Abtheilung *Hydraulicarum*. T. II. Cap. III. §. 45 berichtet nur über cylindrische Körbe, ebenso liefert John Taylor in Newcastle-on-Tyne in seinem werthvollen Aufsätze „*On the progressive application of Machinery to Mining purposes*“ (*Instit. of Mechanical Engineers, Proceedings*. 1859, Pg. 15, Plate 5) die Abbildung eines 1778 von Smeaton für eine Newcastler Steinkohlengrube ausgeführten Förderwerkes mit Newcomen'scher Dampfmaschine, wobei jedoch nur von cylindrischen Seilkörben die Rede ist. Auf die sogenannten cylindrischen Spulen (Bobinen) für Bandseile (statt der Rundseile), womit ebenfalls eine gewisse Ausgleichung erreicht werden kann, kommen wir im Texte ausführlich zu sprechen.

Eine noch in England vorkommende Ausgleichung des Seilgewichts (*Instit. of Mechanical Engineer a. a. O.*, Plate 4) wird dadurch erreicht, dass man an jedem Fördergefässe unten eine Kette befestigt, deren Längeneinheit soviel wiegt als die des Seiles. Allein diese Anordnung hat, abgesehen von den Anschaffungskosten, den grossen Uebelstand, dass hierdurch das todtte Gewicht der Fördermasse und damit die Reibungswiderstände vergrössert werden, nicht zu gedenken, dass sich diese Ausgleichketten leicht verschlingen und Unfälle veranlassen können. Dasselbe ungünstige Urtheil lässt sich über die auf Bahnen von abnehmender Neigung (ähnlich wie die Gegengewichte bei den sogenannten Klappbrücken) laufenden Karren (den Ausgleichhunden) sagen. Ueber noch andere Ausgleichungs-

Der Korb *abt* besteht (bei Gerstner) aus Holz, welches oben und unten durch Kreuzarme und Kränze verbunden und mit der stehenden Welle gehörig

Fig. 285.

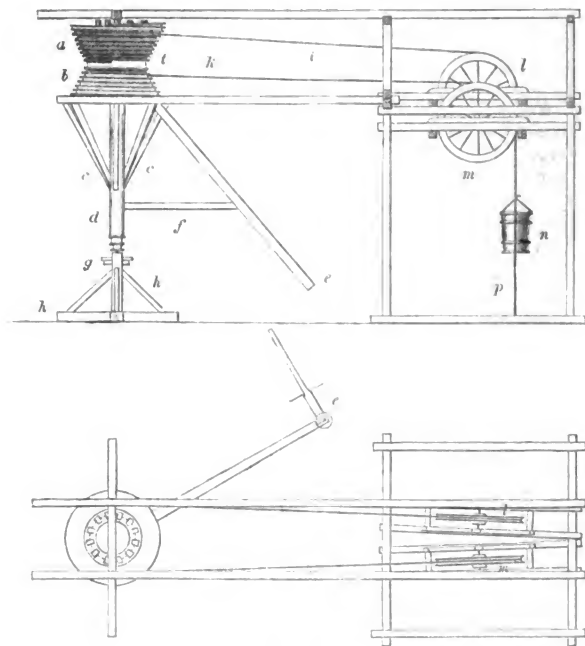


Fig. 286.

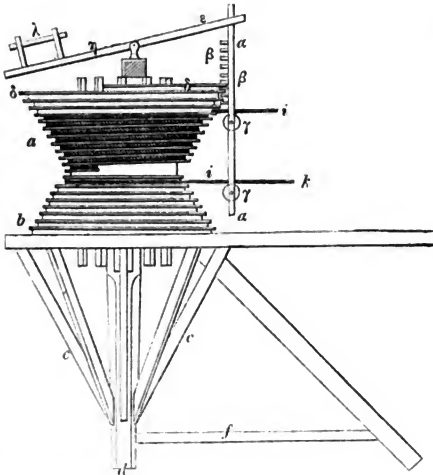
vereinigt, sowie durch andere Hölzer *c* entsprechend verstrebt ist. Stärkere Bretter und schwache Scheidewände bilden oben und unten die Spiralwindungen für die Treibseile, während sich in der Mitte des Korbes ein cylindrischer Theil *t* befindet, der zum Aufwinden des leeren Seiles (oder der leeren Ketten) bestimmt ist, wenn aus verschiedenen Tiefen gefördert werden soll<sup>1)</sup>. Die übrigen Theile des Göpels wie die Schwengelanordnung *f e*, ein Stock *g* zur Unterstützung des Spurzapfens, welcher auf einem untermauerten Zimmerwerke sitzt und durch Streben *h* unterstützt wird etc., verstehen sich von selbst.

methoden des Seil- oder Kettengewichtes berichtet v. Hauer in seinem Werke: „Die Fördermaschinen der Bergwerke“. S. 184 etc.

1) Speciellere Abbildungen mit Erörterung der ausführlichen Korbconstruction enthält Gerstner's „Handbuch der Mechanik.“ Erster Band, S. 224, Tafel 13.

Einen sehr wichtigen Theil der Wirksamkeit des Spiralkorbes und der ungestörten Arbeit damit bildet die durch Figur 287 besonders dargestellte

Fig. 287.



sogenannte Seilleitung, das heisst diejenige Anordnung, welche die Kette immer genau in die gehörigen spiralförmigen Spuren oder Windungen des Korbes führt. Dieselbe besteht aus einem hölzernen, ein Rechteck bildenden Rahmen, wovon in unserer Abbildung nur eine der beiden verticalen Seiten  $\alpha\alpha$  sichtbar ist, eine Fortsetzung des Rahmens nach oben ist mit Zähnen  $\beta$  ausgestattet, die in eine schraubenförmige Spur  $\delta\delta$  an der oberen Endfläche des Korbes greifen.

Ausser den Zahnstangen  $\beta\beta$  sind zwischen den beiden Rahmstücken  $\alpha\alpha$  noch zwei um Zapfen drehbare Walzen oder Leitrollen  $\gamma\gamma$  eingeschaltet, welche die Ketten oder Seile derartig führen, dass sie den betreffenden Schraubengewinden der Körbe  $a$  und  $b$  horizontal zugeführt werden. Schliesslich ist das ganze Rahmwerk  $\alpha\beta\gamma$  an einem Hebel  $\epsilon\eta\lambda$  aufgehangen, der bei  $\lambda$  einen Steinkasten trägt, dessen Gewicht so gross sein muss, als das Gewicht des Rahmens  $\alpha\beta\gamma$  und der Hälfte der Seil- oder Kettenstücke, welche zwischen dem Spiralkorbe und den Leitscheiben (Seilscheiben)  $l$  und  $m$  (Fig. 286) der Förderseile  $i$  und  $k$  horizontal gespannt sind.

Dass unsere Abbildungen derjenigen Stellung entsprechen, wobei eine volle Tonne  $n$  oben, am sogenannten Sturzhaken angelangt, das betreffende Seil  $i$  also fast ganz auf dem oberen Korbtheil aufgewickelt ist, dagegen die leere Tonne den Schachtboden erreicht hat, bedarf wohl nicht der Erörterung<sup>1)</sup>.

1) Streng genommen muss, wenn eine ganz vollständige Ausgleichung erreicht werden soll, der Korbmantel keinem doppelten abgestutzten gemeinen Kreiskegel, sondern einer eigenthümlichen krummen Fläche angehören, oder er muss die Gestalt eines Rotationskörpers erhalten, dessen Erzeugungslinie dem Querschnitt der sogenannten Karniesleisten ähnlich ist. Mit der Berechnung derartiger Spiralkörbe haben sich besonders Gerstner und Weisbach beschäftigt. Ersterer in der

Um die Bewegung des Göpels und der damit zu fördernden Lasten vollständig in der Gewalt zu haben und den Gang der Maschine sowohl zu re-

bereits 1816 zu Prag erschienenen Schrift: „Abhandlung über die Spirallinie der Treibmaschinen und einige dazu gehörige Verbesserungen“ und letzterer in seiner „Bergmaschinenmechanik.“ Zweiter Band, S. 388. Leipzig 1836.

In der Praxis begnügt man sich gewöhnlich mit derjenigen Ausgleichung, welche der Annahme gleicher Drehungsmomente am Anfange und zu Ende des Treibens entspricht, wonach beide Körbe die Gestalt abgestutzter Kegel mit kreisförmigen Querschnitten erhalten.

Bezeichnet für diesen Fall  $P$  die Zugkraft der Pferde,  $a$  die mechanische Schwengellänge des Göpels,  $R$  den grössten, sowie  $r$  den kleinsten Kegelhalbmesser, ist ferner  $L$  die seigere Tiefe des Treibschachtes, wiegt die Längeneinheit der Kette oder des Seiles  $q$  Kilogramme und bezeichnet endlich  $K_1$  das Gewicht der vollen und  $K_2$  das der leeren Tonne, so erhält man

$$(1) \quad Pa = r(K_1 + qL) - RK_2$$

für den Anfang des Treibens, sowie

$$(2) \quad Pa = RK_1 - r(K_2 + qL)$$

für das Ende des Treibens.

Hieraus folgt aber, beziehungsweise durch Addition und Gleichsetzung:

$$(3) \quad R + r = \frac{2Pa}{K_1 - K_2}$$

und

$$(4) \quad \frac{r}{R} = \frac{K_1 + K_2}{K_1 + K_2 + 2qL}$$

Aus diesen Gleichungen ergibt sich schliesslich, wenn

$$\frac{2Pa}{K_1 - K_2} = c$$

gesetzt wird:

$$I. \quad R = c \left\{ \frac{K_1 + K_2 + 2qL}{2(K_1 + K_2 + qL)} \right\}$$

und

$$II. \quad r = c \left\{ \frac{K_1 + K_2}{2(K_1 + K_2 + qL)} \right\}.$$

Bezeichnet ferner  $\alpha$  den Winkel, welchen eine Gerade als Erzeugungslinie des Kegels mit der Verticalen einschliesst und ist  $s$  die Länge der gedachten Geraden, so hat man noch

$$III. \quad s = \frac{R - r}{\sin. \alpha}$$

Wird überdies  $\frac{R + r}{2}$  also (nach 3)  $\frac{Pa}{K_1 - K_2} = \varrho$  gesetzt, so ergibt sich für die der ganzen Seillänge  $L$  entsprechende Anzahl von Windungen =  $n$  einer Korbhälfte:

$$IV. \quad n = \frac{L}{2\pi\varrho},$$

guliren als vernichten (dieselbe zum Stillstande bringen) zu können, hat man eine sogenannte Backenbremse (Bd. 3, S. 182, 183 etc.) angebracht, bei welcher von 2 Seiten Bremsklötze gegen einen etwas hervorspringenden Kranz am unteren grössten Durchmesser des Korbtheiles *b* gepresst werden, deren Aufnahme jedoch in unseren Abbildungen deshalb weggelassen wurde, weil ihre Anordnung mit der in den folgenden beiden Figuren dargestellten (der Hauptsache nach) übereinstimmt und bei anderen später zu betrachtenden Maschinen fast ganz gleiche Anordnungen vorkommen.

Bei Schächten von einigermaßen bedeutender Tiefe und (nach alter Regel) bei Förderlasten, welche mehr als drei, höchstens vier Paar Pferde als Gespann erfordern, wendet man zum Fördern vorzugsweise Dampfmaschinen oder, wenn Wasserkräfte vorhanden sind, Wasserräder an, d. h. benutzt Dampfoder Wasser-Göpel.

Als Repräsentanten neuer Dampföpel benutzen wir die in den Fig. 288 und 289 skizzirte Disposition einer (in der Aufstellung begriffenen) Fördermaschine für die Steinkohlengrube Pluto in Westphalen, die von der Maschinenbau-Actien-Gesellschaft Union zu Essen a. d. Ruhr geliefert wurde. Zum Betriebe dient hier eine Zwillingdampfmaschine *ab*, von je 91 Centimeter Cylinderdurchmesser und von 152 Centimeter Kolbenhub<sup>1)</sup> mit Spiraltrommeln *cc* und *dd*, wobei der grösste Durchmesser 9,0 Meter, der kleinste 3,7 Meter,

folglich die Höhe = *h* der einen Korbhälfte, wenn jedes Seilfach die Höhe *e* beansprucht:

$$V. \quad h = n \cdot e = \frac{L}{2\pi\rho} \cdot n,$$

oder auch

$$VI. \quad h = \frac{R - r}{tg.\alpha},$$

sowie, wenn *d* der Seildurchmesser ist:

$$VII. \quad e = d \cos. \alpha \text{ etc.}$$

Weiteres und Ausführlicheres über die Berechnung derartiger Treibkörbe findet man besonders (ausser den bereits citirten Arbeiten von Gerstner, Weisbach und Hauer) in nachbemerkten Quellen:

Prof. R. R. Werner, „Theorie der Tiefbauförderung“ in der Zeitschrift f. B., H.- u. S.-Wesen des preussischen Staates. Bd. 16.

J. Hrabák, Förderung von jährlich 2 Millionen Centner aus einer Seigertiefe von 600 Wiener Klafter, im Berg- und Hüttenmännischen Jahrbuch d. k. k. Bergakademie Leoben. XX. Bd. S. 290 und 319. Prag 1872.

W. Riehn in Clausthal, „Ueber Berechnung der Förderdrahtseile und der Seilkörbe.“ Separatabdruck aus der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate. Jahrgang 1873, S. 239.

Dwelschauvers-Dery, sur la Forme de Tambour régulateur des Machines d'Extraction. In Cuyper's Revue universelle. 1872. Vol. 31. Pg. 45 et 185.

J. Havrez, Notice sur les Progrès réalisés dans l'Engins d'Extraction. Ebendasselbst 1873. Vol. 33. Pg. 86.

1) Die Steuerung geschieht hier durch Ventile, deren Bewegung zur Rich-

die Korbböhe eines jeden 2 Meter beträgt. Mit dieser Anordnung gedenkt man 40 bis 60 Scheffel (2000 bis 3000 Kilogramm) Steinkohlen pro Zug aus der Tiefe von 300 Lachter (627 Meter) zu fördern. Die hier in Anwendung gebrachte Backenbremse  $efef'$  wird (ähnlich Bd. 3, S. 273) durch eine kleine einfach wirkende Dampfmaschine  $i$  in Thätigkeit gesetzt, wozu die Bremsäulen

Fig. 288.

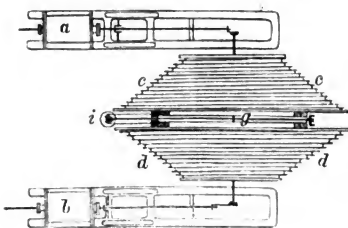
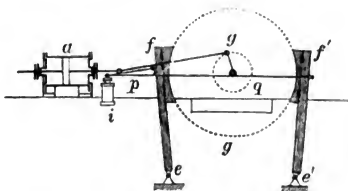


Fig. 289.

(Bremsdrückel)  $ef$  und  $e'f'$  durch Zugstangen  $p$  und  $q$  mit dem Kreuzkopfe der Dampfmaschine entsprechend in Verbindung gesetzt sind. Manche Berg- und Hütten-Maschinen-Techniker, u. a. v. Hauer<sup>1)</sup>, halten den Dampfbremsen für Fördermaschinen keine Lobrede, während dieselben, richtig construirt und aufmerksam gehandhabt, vortreffliche Dienste leisten, da ihre Wirksamkeit rasch und kräftig ist<sup>2)</sup>.

Es erübrigt jetzt noch, Einiges über die Seilkörbe mit Spiralkorb nachzutragen. In dieser Beziehung mag voran die Bemerkung Platz finden, dass man in der Praxis (nicht lobenswerth) conische Seilkörbe

und Spiralkörbe unterscheidet<sup>3)</sup>, unter ersteren solche kegelförmige Körbe versteht, wobei sich die Seile dicht nebeneinander legen, mit letzterem Namen aber die bezeichnet, wo (wie in den Figuren 287 und 288) die Seilwindungen durch Brettstücke, Rillen, ausgehöhlte (aufgenietete) Bahnen

tungsveränderung der Drehbewegung des Korbes mit der Stephenson'schen Coullisse (Bd. 3, S. 288) in Verbindung gebracht ist. Man sehe deshalb auch v. Hauer a. a. O. S. 174.

1) Die Fördermaschinen der Bergwerke, S. 205.

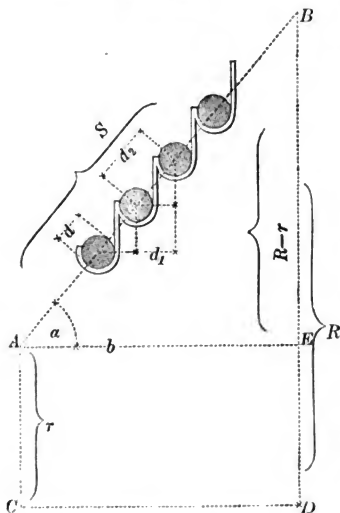
2) Schönemann, Maschinenmeister beim königl. Bergamt Saarbrücken: „Dampfbremsen für Fördermaschinen.“, Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Jahrgang 1860 (Bd. IV), S. 57.

3) Detailzeichnungen ganz oder theilweis aus Eisen construirter Seilkörbe mit spiralförmigen Seilriemen finden sich besonders in Wiebe's Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer. Jahrg. 1871, Heft 75, Blatt 6, sowie auch in dem österreichischen (Pibram-Leoben-Schemnitzer) Berg- und Hüttenmännischen Jahrbuche, XX. Bd. (Prag 1872), S. 370, Tafel VII, Fig. 5.



aus Blech etc. (Seilrinnen)<sup>1)</sup> derartig von einander getrennt sind, dass sie sich nie berühren können und, wie Fig. 290 erkennen lässt, der Durchmesser  $d$

Fig. 290.



des Seiles kleiner ist als die Entfernung ( $d_2$ ) von Mitte zu Mitte des Seildurchschnittes. Bezeichnet daher  $\alpha$  wiederum den Neigungswinkel der Erzeugenden  $AB$  des Grundkegels gegen die Korbbachse,  $AE = b$  die Korbbreite parallel der Drehachse  $CD$ , sowie  $d_1$  die Entfernung zweier Seildurchschnittsmitten in horizontaler Richtung unserer Figur gemessen, so hat man, sobald überdies

$d_1 = \frac{7}{5} d = 1,4 d$  (im Mittel) angenommen wird:

$$d_2 = \frac{d_1}{\cos. \alpha} = \frac{1,4 \cdot d}{\cos. \alpha}.$$

Obwohl sich  $d$  (der Seildurchmesser) berechnen lässt, so dürfte es für praktische Zwecke doch angemessener sein, diesen Werth je nach der Förderlast und Teufe aus Erfahrungstabellen zu nehmen, wovon die vorzüglichsten die der Herren Felten & Guilleaume, Seilerei etc. in Köln

am Rhein sind und die wir, soweit es hier der Raum gestattet, in umstehenden Tabellen verzeichnen. Der Winkel  $\alpha$  kann hier recht gut auf 60 bis 65 Grad steigen. Bei der vorher besprochenen Fördermaschine der westphälischen Steinkohlengrube Pluto (Fig. 289) beträgt dieser Winkel 50 Grad<sup>2)</sup>.

1) Siehe Note 3 auf voriger Seite.

2) Eine brauchbare Formel zur Berechnung des Drahtseildurchmessers  $d$  oder der Summe  $= \Omega$  der Querschnitte aller einzelnen Drähte giebt u. A. Redtenbacher in seinem Werke; „Der Maschinenbauer.“ Dritter Band. S. 247. Dieselbe ist aus der Gleichung entwickelt:

$$K_1 + \gamma \Omega L = \mathfrak{A} \Omega,$$

wobei  $\mathfrak{A} = \frac{1}{7}$  des absoluten Festigkeitscoefficienten (die zulässige Zugspannung) ist,  $\gamma$  das Gewicht eines Kubikmeters Seilmaterial bezeichnet und die übrigen Größen die frühere Bedeutung (Seite 422) haben. Redtenbacher setzt für Metermaasse und für eiserne Drahtseile  $\gamma = 8000$ ,  $\mathfrak{A} = 10000000$  (10 Mill.) und nimmt überdies an, dass der Durchmesser  $= \delta$  des Drahtes 10 mal kleiner als der Durchmesser  $d$  des Seiles ist, endlich dass das Drahtseil aus 36 Drähten besteht. Sodann findet sich:

Tabelle zur Anwendung von Drahtseilen.

Runde Seile							
aus gehämmertem Holzkohlen-Eisen.					Patent-Gussstahl.		
Durchmesser.	Anzahl der Drähte.	Dicke der Drähte.	Gewicht pro Meter.	Bruch Belastung.	Förderlast bei 250 Meter Teufe.	Bruch Belastung.	Förderlast bei 300 Meter Teufe.
Millim.		Millim.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
7	24	0,9	0,21	1200	100	2200	200
8	36	0,9	0,32	1800	150	3200	300
10	42	0,9	0,38	2100	200	3800	350
11	36	1,2	0,48	2500	250	5500	500
13	42	1,2	0,58	3000	300	6400	600
15	36	1,5	0,75	4200	400	8500	750
16	42	1,5	0,85	5000	500	12000	1000
18	36	1,9	1,07	6300	600	15000	1200
20	42	1,9	1,28	7400	700	17000	1300
22	49	1,9	1,53	8600	800	19000	1500
23	36	2,5	1,70	11000	900	23000	1800
25	42	2,5	2,13	12600	1000	25000	1900
	84	1,9	2,40	14700	1200	33000	2500
28	42	2,7	2,40	14700	1200	32000	2500
	49	2,5	2,50	14700	1200	32000	2500
30	36	3,1	2,55	16200	1250	29000	2200
	114	1,9	3,20	20000	1800	46000	3600
33	42	3,1	3,04	19000	1700	34000	2500
	36	3,5	3,20	20000	1800	35000	2500
35	72	2,5	3,52	21600	1900	46000	3500
	49	3,1	3,72	22000	1900	40000	2900
38	42	3,5	3,98	23000	2000	41000	2900
	84	2,5	4,00	25000	2100	55000	4300
40	98	2,5	4,64	29000	2400	64000	5000
	49	3,5	4,80	27500	2200	48000	3500
43	114	2,5	5,44	34200	2600	75000	5700
	84	3,1	5,60	37000	2800	68000	5200
45	133	2,5	6,90	40000	3000	86000	6500
50	114	3,1	8,00	51000	4000	90000	6600
	133	3,1	9,28	60000	5000	108000	8000
	114	3,5	10,30	64000	5000	113000	8200

$$d = \frac{10}{3} \sqrt{\frac{K_1}{\mathfrak{A} - \gamma L}}$$

Drahtseile für grössere Längen oder Fördertiefen als solche, wo

$$L = \frac{\mathfrak{A}}{\gamma} = \frac{10000000}{8000}$$

d. i.  $L = 1250$  Meter ist, wären hiernach theoretisch unstatthaft.

Hierzu noch Nachstehendes aus dem bereits citirten Artikel über „Berechnung der Förderseile und der Seilkörbe“ des Civil-Ingenieurs Riehn in Clausthal: Bezeichnet  $i$  die Anzahl der Drähte in einem Seilquer-

Tabelle zur Anwendung von Drahtseilen.

Flache Seile								
aus gehämmertem Holzkohlen-Eisen.						Patent-Gussstahl.		
Breite.	Dicke.	Anzahl der Drähte.	Dicke der Drähte.	Gewicht pro Meter.	Bruch Belastung.	Förderlast bei 250 Meter Teufe.	Bruch Belastung.	Förderlast bei 300 Meter Teufe.
Millim.	Millim.		Millim.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
40	8	144	0,9	1,07	3600	300	13300	1000
55	11	144	1,2	1,60	7200	600	22000	1500
65	13	120	1,5	2,66	13000	1000	29200	2000
75	16	144	1,5	3,50	16000	1200	35000	2500
90	18	168	1,5	4,10	18500	1400	40000	3000
75	14	120	1,9	3,68	21000	1500	49000	3500
80	17	144	1,9	4,25	25000	1700	58000	4500
100	20	168	1,9	5,10	29000	2000	68000	5000
110	20	196	1,9	5,84	34000	2500	80000	6000
125	20	224	1,9	6,67	39000	2800	90000	6500
135	22	256	1,9	8,00	45000	3500	102000	7000
130	23	168	2,5	7,97	50000	4000	108000	8000
150	23	196	2,5	9,30	58800	4500	117000	9000
170	23	224	2,5	10,70	67000	5000	130000	10000
175	28	256	2,5	14,50	77000	5500	150000	11000

Kabel-Seile (Seile für Winden).					
Durchmess.	Anzahl der Drähte.	Dicke der Drähte.	Gewicht pro Meter.	Bruch Belastung.	Arbeitslast.
Millim.		Millim.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
25	114	1,5	2,25	8000	2000
30	114	1,9	3,20	13000	3200
33	133	1,9	4,00	15000	3800
35	84	2,5	4,00	16800	4000
40	114	2,5	5,90	23000	5500
43	133	2,5	6,72	26000	6000
45	234	1,7	6,90	24000	6000
48	152	2,5	7,84	30000	7500
50	294	1,9	9,00	34000	8000
50	133	3,1	9,30	40000	10000
60	234	2,3	11,50	39000	9000
60	133	3,5	12,00	50000	12000
65	294	2,3	13,90	50000	12000
65	152	3,5	13,90	57000	14000
72	294	2,5	16,00	58000	14000
75	294	2,7	17,60	68000	17000
75	343	2,5	17,60	68000	17000

Statt der Spiralkörbe <sup>1)</sup> wendet man seit Einführung der Flach- oder Band-Seile sehr häufig cylindrische Spulen (Bobinen) an, wobei eine (hinreichende)

schnitt  $\Omega = \frac{d^2 \pi}{4}$  und ist  $m$  ein Coefficient, der für  $i$  bis 48,  $m = \frac{i}{4}$  und

für  $i = 49$  und mehr,  $m = 9,40 + \frac{i}{19}$  ist, so erhielt Riehn aus Vergleichen von Seilmustern, mit Hilfe graphischer Darstellung, folgende Tabelle:

für $i =$	24	36	48	54	64	72	90	108	120	180	240
$m =$	6	9	12	12,24	12,77	13,20	14,14	15	15,71	18,88	22

Hieraus lässt sich  $d = n \delta$  berechnen, vorausgesetzt, dass  $d$  und  $\delta$  in Millimetern gemessen werden. Für die Redtenbacher'sche Annahme, dass  $i = 36$ , würde

sonach  $\frac{d}{\delta} = 9$  oder  $d = 9 \delta$  sein.

1) Unter Voraussetzung eines Spiralkorbes mit Seilrinnen (Fig. 290) gestalten sich die Seite 422 (Note) entwickelten Formeln wie folgt:

Nach bekannten Sätzen der Geometrie erhält man für die Mantelfläche =  $M$  eines mit der Grundfläche parallel abgekürzten Kegels (unter Beibehaltung der früheren Bezeichnungen)  $M = 2 \pi \rho \cdot s$ . Offenbar muss aber auch  $M = L \cdot d_2$  sein (wenn  $L$  die Seillänge oder die Schachttiefe ist, aus welcher gefördert wird), so dass man erhält:

$$2 \rho \pi \cdot s = L \cdot d_2.$$

Hier die früheren Werthe  $\rho = \frac{R+r}{2}$ ,  $s = \frac{R-r}{\sin. \alpha}$  und  $d_2 = \frac{1,40 \cdot d}{\cos. \alpha}$  substituirt, giebt:

$$r = \sqrt{\frac{1,40 \cdot L \cdot d}{\pi \cotg. \alpha \left[ \left( \frac{R}{r} \right)^2 - 1 \right]}}$$

Da nun

$$\frac{R}{r} = \frac{K_1 + K_2 + 2 q L}{K_1 + K_2}$$

ist, so sind alle Data ermittelt, um die Dimensionen des Spiralkorbes mit Seilrinnen für einen bestimmten Fall zu berechnen. Wir wählen hierzu ein Riehn'sches Beispiel (a. a. O. S. 35), woselbst ist:

folglich  $K_1 = 2400$  Kilogr.,  $K_2 = 1400$  Kilogr.,  
 $K_1 + K_2 = 3800$  Kilogr.,  
 $L = 360$  Meter,  
 $q L = 1400$  Kilogr.,  
 $\alpha = 45^\circ$  und  $d = 0,036$  Meter.

Hiernach berechnet sich zuerst:

$$r = \frac{3800 + 2 \cdot 1400}{3800} = 1,73.$$

Sodann:

$$r = \sqrt{\frac{1,40 \cdot 360 \cdot 0,036}{3,14 \cdot \cotg. 45^\circ [(1,73)^2 - 1]}} = 1,70 \text{ m.}$$

und

$$R = 1,73 \cdot r = 2,941 \text{ m.}$$

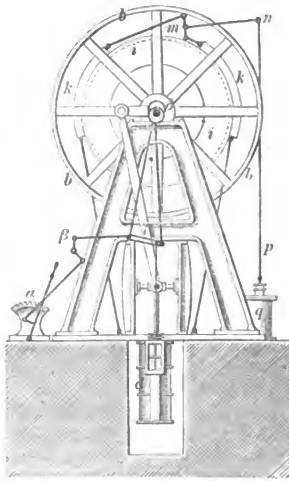
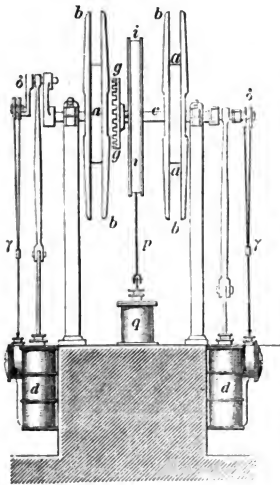
Ausgleichung des Seilgewichtes durch die beziehungsweise zu- und abnehmende Dicke der übereinander sich wickelnden Seillagen erfolgt, derartig, dass von den vorhergehenden Bezeichnungen  $R$  der Halbmesser der Seilmasse ist, wenn sich auf die Spule (Bobine) die ganze Seillänge  $L$  aufgewickelt hat, während  $r$  den Halbmesser der Spule selbst bezeichnet.

Die vorher für Spiralkörbe aufgestellten Formeln lassen sich daher auch für Spulen und Flachseile (Bänder) brauchen, sobald man dort  $\alpha = 90$  Grad setzt und mit  $d$  die Dicke des Flachseiles bezeichnet<sup>1)</sup>.

Als Repräsentanten einer Förderung mittelst flacher Draht- oder Bandseile entlehnten wir dem bereits früher citirten Cockerill'schen Werke<sup>2)</sup> die Figuren 291 und 292.

Fig. 291.

Fig. 292.



Ferner erhält man :

$$s = \frac{R - r}{\sin. \alpha} = 1,75 \text{ m}, \quad b = s \cos \alpha = 1,237 \text{ m}.$$

Endlich ergibt sich für die Anzahl Windungen =  $n$  eines Korbes:

$$n = \frac{L}{\pi(R + r)} = 24,7.$$

1) Man sehe auch den mit „Flache Seile“ überschriebenen Abschnitt der Felten & Guilleaume'schen Tabelle (S. 427).

2) Portefeuille John Cockerill, 3<sup>e</sup> Vol. Pl. 19 et 20.

Noch andere Förder-Dampfmaschinen mit Spulen für Band-Drahtseile enthält dasselbe Werk (ebenfalls 3<sup>e</sup> Vol.) folgende:

Diese Maschine fördert Steinkohlen aus 450 Meter Tiefe, wobei die Kohlenladungen von 1500 bis 1800 Kilogr. differiren. Die beiden gekuppelten Dampfmaschinen  $dd$  entwickeln dabei eine Arbeit von 80 Maschinenpferden.

Die gusseisernen Kerne  $a$  der Spulen haben 1,70 Meter Durchmesser und sind so mit Rosetten versehen, dass darin 8 hölzerne Arme befestigt werden können, die man ausserhalb durch leichte eiserne Reifen  $b$  verbunden hat. Die Hauptwelle  $c$  der ganzen Maschinerie besteht aus Gussstahl und ist zweitheilig angeordnet und derartig mit einer sogenannten Zahnkuppelung ausgerüstet, dass man beliebig mit einer oder mit beiden Spulen arbeiten kann. Zur Rück- und Vorwärtssteuerung der Dampfmaschinen hat man die Stephenson'sche Coullisse  $\gamma$  in bekannter Weise (Bd. 3, S. 288) mit den Kreisexcentriks  $\delta\delta$  und mit dem Handhebelwerke  $\alpha$  in geeignete Verbindung gebracht<sup>1)</sup>.

Die hierbei benutzte Backenbremse  $ik$ , wobei die Bremscheibe  $i$  einen Durchmesser von 3 Meter hat, wird wieder durch eine einfach wirkende Dampfmaschine  $q$  in Thätigkeit gesetzt, wobei die Verbindung der Kolbenstange  $p$  mit dem betreffenden Hebelwerke  $m$  hinlänglich aus unserer Skizze erhellt.

Die hier gewählte verticale Aufstellung der Hauptmaschinerie statt der sonst stabileren horizontalen (Fig. 288 und 289) wird in dem unserer Quelle beigefügten Texte damit entschuldigt, dass hierzu mancherlei Umstände, insbesondere der Platzmangel in horizontaler Richtung, veranlassten.

Hinsichtlich der Frage, ob Spulen mit Bandseilen den Spiralkörben mit Rundseilen zum Schachtfördern vorzuziehen sind oder nicht, neigt sich die Mehrzahl der Sachverständigen zu Gunsten der Spiralkörbe, natürlich immer vom Einflusse localer Verhältnisse in speciellen Fällen abgesehen<sup>2)</sup>.

Pl. 39 und 40. Zwillingdampfmaschinen von 120 Pferdekraft mit gegen den Horizont geneigten Cylindern nach unten auf einen und denselben Krummzapfen arbeitend.

Pl. 42—43. Zwillingdampfmaschine von 40 Pferdekraft, mit vertical gestellten, zum Theil in's Fundament gesenkten Cylindern.

Pl. 53 und 54. Eincylindrige Dampfmaschinen von 80 Pferdekraft mit horizontal liegenden Cylindern und Zahnradvorgelege zwischen den Spulen und der Dampfmaschine.

1) Gute Abbildungen von Förderdampfmaschinen deutscher Bergwerke finden sich namentlich (ausser bei Wiebe a. a. O.) in der „Sammlung von Zeichnungen für die Hütte.“ Jahrg. 1855, Bl. 5 und 12; 1859 Bl. 18ab; 1862, Bl. 3 und 18ab; ferner 1864, Bl. 36b.

2) Lottner-Serlo, „Leitfaden zur Bergbaukunde.“ Zweiter Band. Zweite Auflage. S. 155. Berlin 1873.

J. Hrabák, Förderung von jährlich 2 Millionen Centner aus einer Seigertiefe von 600 Wiener Klafter (3600 Wiener Fuss = 1137,6 Meter) beim Albertschachte des Pribramer Adalbertschachtes. Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. österr. Bergakademie zu Pribram und Leoben. 20. Band. S. 290. Prag 1872.

W. Riehn, Ueber Berechnung der Förderseile und der Seilkörbe. Zeitschr. für Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuss. Staate. Jahrg. 1872. S. 239.

Nicht gering sind die Vortheile, welche Spulen und Flachseile hinsichtlich des geringen Biegungswiderstandes der Seile, der verhältnissmässig leichten und kleineren Seilkörbe, der Seilgewichtsausgleichung ohne Weiteres, des Nahestellens der Fördermaschine an den Schacht etc.<sup>1)</sup> bieten, dem gegenüber aber auch von den Spiralkörben und Rundseilen die grössere Dauerhaftigkeit und leichtere Anfertigung gerühmt werden muss. Hierbei ist noch ganz unbeachtet gelassen, dass es geradezu unmöglich ist, ein Bandseil so anzufertigen, dass sämtliche Drähte desselben gleichmässig angespannt sind, dass die unteren Windungen der Bandseile auf den Spulen von den darüber gewickelten kolossale und nachtheilige Drucke auszuhalten haben, ein theilweises Versenken der Seilschläge in einander Statt hat etc. Zur Beseitigung der Streitfrage, ob Spiralkörbe oder Spulen bei Schachtförderungen benutzt werden sollten, sieht man oft von jeder Seilgewichtsausgleichung ab und verwendet für Schächte von verhältnissmässig geringer Tiefe 50 bis 70 Lachter (100 bis 140 Meter)<sup>2)</sup> immer noch cylindrische Körbe mit Vortheil. Offenbar ist ihre Construction die einfachste und wohlfeilste und zwar selbst dann noch, wenn man ihre Umfänge (Mäntel) mit Spiralnuten versieht und ein gleichmässiges Seilaufwickeln durch geeignete Mechanismen herbeiführt (wie beim Gerstner'schen Spiralkorbe S. 421 oder durch eine hin- und hergehende Schraube, wie u. a. beim Dampf Göpel der Steinkohlengrube v. d. Heydt bei Saarbrücken)<sup>3)</sup>.

Die Disposition eines Dampf göpels mit cylindrischem Seilkorbe, wie solche beim sächsischen Bergbaue (namentlich in der Umgegend von Freiberg) mehrfach in Anwendung sind, lassen die Figuren 293 u. 294 erkennen, welche einem schönen in Freiberg gefertigten Modelle des königl. Polytechnicums in Hannover entnommen sind<sup>4)</sup>.

Die Betriebsdampfmaschine mit horizontalliegenderm Cylinder *a* hat einen Kolben von 22 Zoll (sächs.)<sup>5)</sup> Durchmesser und von 46 Zoll Hub und ist mit einer Stephenson'schen Coulisse zum Umsetzen der Bewegung ausgestattet. Durchschnittlich macht die Welle des Schwungrades *c* 24 Umdrehungen pro

1) v. Hauer, Fördermaschinen etc, S. 197, ist den Spiralkörben und Rundseilen weniger günstig.

2) Nach Riehn (a. a. O. S. 26) soll man cylindrische Körbe nur für Schachttiefen bis zu 100 Meter anwenden, wenn man Eisendrahtseile benutzt und nicht über 140 Meter Schachttiefe gehen bei Verwendung von Stahldrahtseilen.

3) Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate. Bd. X. (1862), S. 294.

Lottner macht (a. a. O. Bd. 2, S. 272) auf eine besondere Vorrichtung von Craven in Wakefield aufmerksam, welche die Seiltrommeln während ihrer Umdrehung langsam verschiebt und wodurch das Seil gezwungen wird, stets senkrecht zur Trommel aufzulaufen.

4) Auch Weisbach beschreibt einen solchen Dampf göpel. Ing.-Mechanik. Bd. 3, S. 560.

Ausführliches über Leistungen und Förderkosten der Göpel im Freiburger Bergrevier liefert Braunsdorf in den Freiburger Jahrbüchern f. d. Berg- und Hüttenmann von 1857, S. 190 ff.

5) 1 sächs. Fuss = 0,283 Meter. 1 Meter = 3,53 Fuss sächs.

Minute, wobei der Dampf eine Pressung von circa  $2\frac{1}{2}$  Atmosphären Ueberdruck hat. Die cylindrischen Seiltrommeln (Seilkörbe) *f* und *g* haben  $8\frac{1}{2}$  Fuss Durchmesser und (nur) 2 Fuss Breite.

Fig. 293.

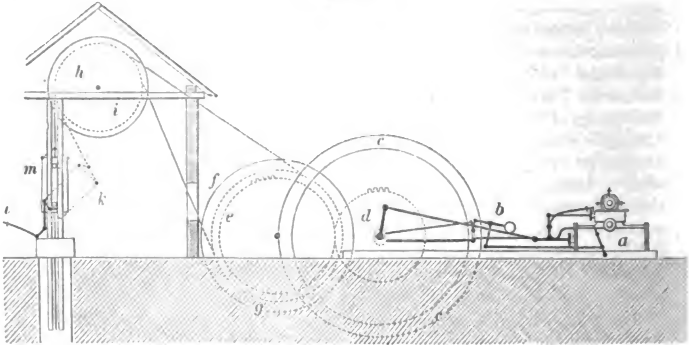
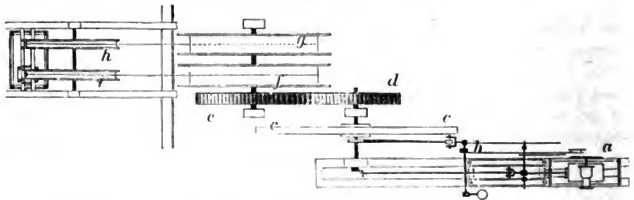


Fig 294.



Zwischen der Schwungradwelle und der Seiltrommelwelle ist ein Zahnradvorgelege eingeschaltet, dessen Zähnezahl beziehungsweise 49 (*d*) und 85 (*e*) ist, so dass sich die Tourenzahl der Seiltrommeln zu  $24 \cdot \frac{49}{85} = 13,95$  d. i. zu fast 14 pro Minute herausstellt.

Das Schwungrad *c* ist an seiner unteren Hälfte mit einer (in unserer Abbildung weggelassenen) schmiedeeisernen Bandbremse ausgestattet, welche sich durch einen Fusstritt des Maschinenwärters in Thätigkeit setzen lässt. Die Anordnung der zur Seilleitung bestimmten Scheiben *h* und *i* bedürfen wohl ebensowenig einer besonderen Erörterung, wie die Sturzvorrichtung *lm* der Fördertonne *k*.

Die mittlere Geschwindigkeit, womit hier das Fördern der Tonnen *k* erfolgt, würde sich zu etwa  $6\frac{1}{2}$  Fuss sächsisch oder zu 1,80 Meter berechnen, was verhältnissmässig sehr gering ist und wofür Weisbach<sup>1)</sup> beim Dampf-

1) a. a. O. Bd. 3, S. 564.



göpel des Davidschachtes auf Himmelfahrt-Fundgrube 7,9 Fuss sächsisch oder 2,2 Meter angeht. Offenbar stammen diese geringen Geschwindigkeiten aus der Zeit der Aufstellung dieser Dampfögel, die bei den citirten Maschinen Anfang der 50er Jahre zu sein scheint. Redtenbacher<sup>1)</sup> räth schon Fördergeschwindigkeiten bis zu 4 Meter pro Secunde, wenn die Tonne, die Fahrbühne etc. in einer verlässlichen Führung auf- und absteigt. Neuerdings geht man noch weiter. Lottner<sup>2)</sup> berichtet von Fördergeschwindigkeiten bei Dampfögeln von 6 bis 8 Met. pro Secunde. Letztere Angaben stimmen mit den Annahmen Hrabák's, der bei seinem Spiralkorbentwurf<sup>3)</sup> die Fördergeschwindigkeit zu 7,6 Met. annimmt.

Um auch den durch Wasserräder betriebenen Schachtfördermaschinen, so weit es hier Zweck und Raum gestatten, zu gedenken, wähle ich zwei geeignete Beispiele, beziehungsweise des sächsischen (Freiberger) und des Harzer (Clausthaler) Bergbaues.

Ueber ersteren Fall berichtet Weisbach<sup>4)</sup>, während das zweite Beispiel sich auf die Förderung der Grube Dorothea bezieht, wovon sich ein sehr schönes (in Clausthal gebautes) Modell in der Maschinen-Sammlung des königl. Polytechnicums in Hannover befindet.

In beiden Fällen sind die Betriebsmaschinen Kehrräder, d. h. überschlägige Wasserräder, deren Breite (lichte Weite) in zwei Abtheilungen (Hälften) gesondert ist, die mit einander entgegengesetzter Beschauflung ausgestattet sind, so dass man nur auf die eine oder die andere Hälfte das Betriebswasser zu schlagen nöthig hat, um die Umdrehung nach rechts oder links geschehen zu lassen, je nachdem dies die Förderung nothwendig macht.

Dabei ist entweder die Korbwelle zugleich Wasserradwelle, wie in Fig. 296, oder erstere ist mit letzterer durch ein sogenanntes Stangenvorgelege verbunden, wie dies bei der erwähnten Freiberger Fördermaschinenanlage der Fall ist, deren Anordnung die Fig. 295 erkennen lässt. Hier ist *aa* das Kehrrad, mit dessen zweiwarzigem Krummzapfen die Gestänge *bc* und *de* entsprechend vereinigt sind. Eine zweite ebenfalls zweiwarzige Krummzapfenanordnung verbindet die oberen Enden der Lenkstangen *bc* und *de* mit der Welle des cylindrischen Treibkorbes *f*, von welchem letzteren aus die Seile nach der Scheibe *g* und nach dem Schachte *h* geführt werden, in welchem die Treibtonnen auf- und absteigen. Die Backenbremse *pq* ist von derselben Anordnung, wie Seite 424 beschrieben wurde. Die zur Links- oder Rechts-Leitung des Aufschlagwassers vorhandenen Schützen werden (ebenso wie die Backenbremse) von der Hängebank aus regulirt, was hinlänglich in unserer Figur durch den Buchstaben *m* markirt ist.

Um einer (alten) berühmten Grube der hannoverschen Harz-Silberbergwerke, der Dorothea bei Clausthal (Burgstädter Revier) zu gedenken und die Studierenden des hannoverschen Polytechnicums an das gedachte schöne (Vortrags-) Modell

1) Der Maschinenbau. Bd. 3, S. 249.

2) Bergbaukunde. Bd. 2, S. 154.

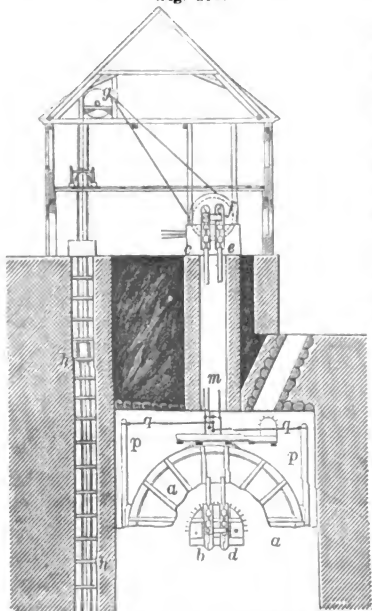
3) Berg- und Hüttenmännisches Jahrb. der k. k. Bergakademien zu Schemnitz, Leoben etc. XX. Bd., Seite 297.

4) Ing.-Mechanik. Bd. 3, S. 545.

Rühlmann, Maschinenlehre. IV.

der hiesigen Sammlungen zu erinnern, liefern wir noch Fig. 296 u. 297, darstellend den Motor, ein überschlägiges Kehrrod *a* und *b* mit den entgegengesetzten Wassereinfläufen *c* und *d* (Fig. 296), zwei Seilkörben *e* und *f*, zwei Seilscheiben *m* über dem Schachte *p* etc.

Fig. 295.



Die Lage des Kehrrodes *ab*, 60 Fuss tiefer als die Hängebank *y* und circa 190 Fuss entfernt vom Schachte *p*, ist durch die örtlichen Umstände bestimmt, durch das unabänderliche Gefälle des Aufschlagwassers, den erforderlichen Raum zum Stürzen der mit den Erzen gefüllten Tonnen *q* etc.

Das Kehrrod hat  $26\frac{1}{2}$  Fuss <sup>1)</sup> Durchmesser und  $2\frac{1}{2}$  Fuss lichte Weite, das Wassergefälle ist circa 30 Fuss und die zu Gebote stehende Aufschlagwassermenge beträgt ungefähr 180 Cubikfuss pro Secunde. Die Seilkörbe *e* u. *f* (Fig. 297) haben 9 Fuss Durchmesser und wird die Bewegung des auf der Wasserradwelle *w* steckenden Korbes *f* auf den zweiten Korb *e* mittelst des Zahnradvorgeleges *hg* übertragen, wobei man jedem Rade 90 Zähne gegeben hat. Wasserrad und Seilkörbe machen bei gewöhnlichem Fördern 7 Umläufe pro Minute, was für das Wasserrad eine Umfangsgeschwindigkeit

von 9,7 Fuss und eine Fördergeschwindigkeit von  $3\frac{1}{3}$  Fuss pro Secunde giebt. Das Kehrrod ist mit einer Backenbremse *rstu* von der bereits früher (mehrfach) beschriebenen Anordnung versehen. Sowohl die Bremsen als auch die Schützen des Wasserrades werden von der Hängebank *y* aus in Thätigkeit gesetzt, wozu die Züge *vz* und *wz* vorhanden sind. Die Seilkörbe wie auch die 12füssigen Seilscheiben *m* über dem Schachte sind aus Holz gefertigt.

Bei der Anordnung der Seilkörbe und Zubehör hat man zwei Zwecken zu entsprechen gesucht. Erstens beide Seile von je 15 Millimeter Durchmesser oben ablaufen zu lassen, was der räumlichen Verhältnisse wegen wünschenswerth ist, und zweitens das Ausrücken des einen Seilkorbes *e* möglich zu machen, was beim Umspannen der Seile behufs Förderung von verschiedenen Sohlen nothwendig wird.

Eine kleine Doppelkurbel *i* in der Verlängerung der Wasserradwelle *w* dient zur Bewegung zweier dünnen Gestänge, welche bis oben in das Schacht-

1) 1 Lachterfuss = 0,2879 Meter.

gebäude gehen und dort einen Zeiger- und Registrirapparat in Thätigkeit setzen. Hierdurch wird die Umlaufsrichtung und die Zahl der Tonnen des Wasserrades

Fig. 296.

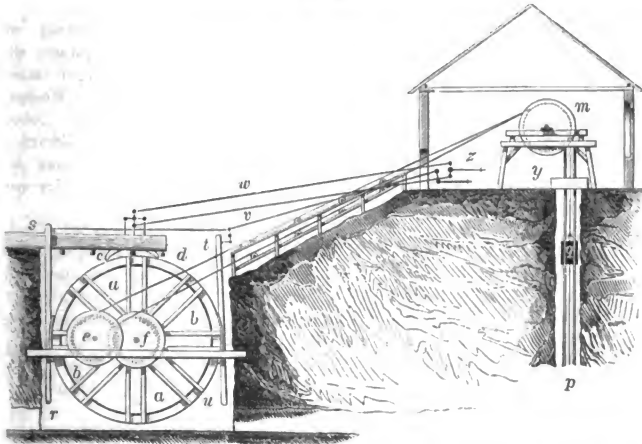
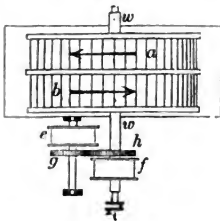


Fig. 297.



notirt und zugleich die jedesmalige Stellung der Tonne *q* im Schachte angegeben.

Die grösste Fördertiefe dieser Grube beträgt jetzt 534 Met. Das Gewicht der Ladung variirt sehr nach Beschaffenheit der Erze. Im Mittel wird das Treiben Erz zu 220 Cntr. angenommen, wonach sich die Tonnenladung zu 525 Kilogramm ergäbe<sup>1)</sup>. Nach anderen Angaben beträgt die Förderlast bei 7 Scheffel Inhalt der Tonne und gewöhnlichen guten Erzen 1800 Pfd. exclusive des circa 300 Pfd. betragenden Gewichtes der leeren Tonne.

In neuerer Zeit hat man hin und wieder auch horizontale Wasserräder als Motoren zur Schachtförderung, also Turbinengöpel (Kehrturbinen) in Anwendung gebracht<sup>2)</sup>, die jedoch sämmtlich an dem

1) 1 Treiben = 280 Cubikfuss = 220 Ctr. = circa 7 Cubikmeter und 1 Cubikmeter ungefähr = 1500 Kilogr.

2) Ueber im (sächsischen) Freiburger Reviere ausgeführte Turbinengöpel handelt ausführlich das Freiburger Jahrbuch für den Berg- und Hüttenmann. 1857, Seite 203.

Ebenso berichtet v. Hauer (Die Fördermaschinen, S. 261 ff.) über in den österreichischen Staaten ausgeführte Turbinengöpel, Turbinenhaspel (nach Rit-

Uebel leiden, dass sie zu schnell umlaufen, um dieselbe vortheilhaft zum Schachtfördern verwenden zu können, eine sogenannte Rückwärtsübersetzung durch geeignete Räderwerkvorlege erfordern, was viel Geld kosten kann und die Reibungswiderstände vermehrt.

Ueber Verwendung von Wassersäulenmaschinen (mit natürlichem Wassergefälle und Wasserdruckmaschinen (mit Accumulatoren) zu Schachtförderungen wurde bereits Bd. 1, S. 361 berichtet. Wir ergänzen die an letzterer Stelle gegebenen literarischen Nachweisungen durch hier unten stehende<sup>1)</sup> und bemerken nur noch hinsichtlich der Benutzung von Wasserdruckmaschinen zur Erzeugung von Drehbewegungen nach Armstrong (oben Seite 359), dass derartige Maschinen durch den Ingenieur Schmidt in Zürich<sup>2)</sup> wesentlich verbessert wurden und dass letztere Anordnung (einigermaassen der Faivre'schen Dampfmaschine Bd. 1, S. 435, Note 1, Nr. 18 gleichend) der von Armstrong unter allen Umständen vorgezogen zu werden verdient.

Endlich wurde über Schachtförderung mittelst comprimierter Luft (pneumatische Förderung) bereits S. 375 berichtet, so dass auch in dieser Beziehung nur noch auf Lottner-Serlo's Bergbaukunde<sup>3)</sup> und auf eine vortreffliche Arbeit von Hasslacher aufmerksam gemacht zu werden braucht, welche in der unten citirten Zeitschrift<sup>4)</sup> unter dem Titel erschienen ist: „Die Anwendung comprimierter Luft zum Betriebe unterirdischer<sup>5)</sup> Maschinen“.

Der Vollständigkeit wegen fügen wir vorstehendem Paragraphen über „Maschinen zur Verticalförderung“ noch Einiges über die sogenannten „Fährkünste“ und über „Fangvorrichtungen“ bei.

Unter „Fährkünsten“ versteht man mechanische Anordnungen von steifen Gestängen oder von Drahtseilen, mittelst welchen das Aus- und Einfahren der Arbeiter in tiefe Schächte ohne viel Anstrengung, Mühe und Zeit und ohne in den gefährlichen Fördergefässen (Tonnen, Körben etc.) Platz nehmen zu müssen, erfolgen kann. Eine derartige Fährkunst wurde bereits im Jahre 1831 vom Oberbergrath Albert<sup>6)</sup> in Clausthal angeregt und 1833

tinger's „Erfahrungen.“ Jahrg. 1857 und 1867) etc. Endlich sehe man über eine in Preussen in Anwendung gebrachte Kehrturbine Hauchecorne, „Versuche und Verbesserungen bei dem Bergwerksbetriebe in Preussen (Bezirk Bonn) während der Jahre 1863 bis 1867. Bd. 17 (1869) der Zeitschr. f. das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen in dem preussischen Staate, Seite 78.

1) v. Hauer, „Die Fördermaschinen.“ S. 270. Rittinger, „Erfahrungen.“ Jahrgänge 1867, S. 1, und 1869, S. 2, sowie Zeitschrift f. d. B., H. u. S. W. in Preussen, Bd. 3, S. 121; ferner Bd. 8, S. 189, und endlich Bd. 9, S. 1 ebendas.

2) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1872, S. 592, und Uhlend, „Der praktische Maschinenbauer.“ 1871, S. 208.

3) Bd. 2, S. 156.

4) Zeitschrift f. d. B., H. u. S. W. in Preussen. Bd. 17 (1869), S. 27.

5) Auch Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XV, S. 736 u. 800 ff.

6) Es mag hier die Gelegenheit zu der Bemerkung benutzt werden, dass Oberbergrath Albert der Erfinder der Treibseile aus Eisendraht (statt aus Hanf oder Kettengliedern) ist und dass die ersten Versuche mit Drahtseilen 1827 auf der Grube Franz August bei Clausthal gemacht wurden. Man sehe deshalb auch

zuerst von dem Oberberggeschworenen Dörell<sup>1)</sup> in Zellerfeld (im Spiegelthals Hoffnungen Richtschachte) in Ausführung gebracht. Bald nachher führte man (ausser an Harzgruben, wo einige schon damals auf 340—354 Lachter oder 2360 Fuss<sup>2)</sup> Tiefe niedergebracht waren) solche Fahrkünste beim englischen Bergbaue in Cornwall<sup>3)</sup> und später auch in belgischen, westphälischen<sup>4)</sup> und österreichischen<sup>5)</sup> Gruben aus.

Für gegenwärtige Zwecke wird es genügen, nur über Fahrkünste mit steifen Gestängen zu berichten, hinsichtlich des namentlich jetzt fast ausschliesslich in England und Schottland angewandten Fahrens am Seile (oder im Förderkorbe) aber auf die unten verzeichneten Quellen<sup>6)</sup> zu verweisen.

Figur 298 zeigt die ursprünglich von Dörell getroffene Anordnung einer Fahrkunst und zwar sind *aa* und *bb* die beiden sich abwechselnd auf und ab bewegenden Holzstangen (von 7 Zoll Breite und 6 Zoll Stärke), welche mit Trittbrettern *dd* versehen sind, auf welchen die Fahrenden stehen. Diese in Abständen von 48 Zoll befestigten Tritte ruhen auf Eisen *ee*, deren Schrauben zugleich beide Theile (Hälften) verbinden, aus welchen jedes Gestänge zusammengesetzt ist. Handgriffe *ff* dienen den Ausfahrenden zum geeigneten Festhalten an den Stangen *ab*, während zwischen beiden noch eine gewöhnliche Fahrt (Leiter) *h* der Sicherheit wegen angebracht ist, worauf sich der etwa irre werdende Anfänger leicht zurückziehen oder auf die alte gewohnte Weise ausfahren kann. In Entfernungen von je 32 Fuss sind ferner Bühnen *i* eingebaut, mittelst welcher man sich nach je 8 einfachen Hüben auf die andere (Rückseite in unserer Abbildung) begiebt, indem der Ort der Trittbrette *dd* bei *ii* wechselt.

Der Fahrende steht nur mit einem Fusse auf einem der Tritte entweder des rechten oder linken Gestänges, neigt sich mit seinem Körper soweit als möglich nach der Fahrt *h*, greift und tritt taktmässig, der Hubzahl und Hubhöhe des Gestänges entsprechend, continuirlich fort, bis er mit 8 Hüben zu je 4 Fuss an die nächste Bühne gelangt, wo er durch fehlenden Handgriff an das Ende einer Fahrung erinnert und zum Abtreten seit- oder rückwärts auf

Lottner-Serlo's „Bergbaukunde.“ Bd. 2, S. 104. Albert selber berichtet ausführlich über seine Erfindung in Karsten's Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde. Bd. X. (1837), S. 215 (unter d. Ueberschrift: „Ueber Treibseile am Harz“).

1) Karsten's Archiv etc. Ebendasselbst (S. 199) unter der Ueberschrift: „Ueber die seit 1833 beim Oberharzer Bergbau angewandten Fahrmaschinen.

2) 1 Clausthaler Lachter = 80 Lachterzoll = 2,0376 Meter. 1 Lachterfuss = 0,2879 Meter.

3) Annales des Mines. Quatrième Serie. Tome VII. (1845), Pg. 330.

4) Lottner-Serlo, „Bergbaukunde.“ Bd. 2, S. 168.

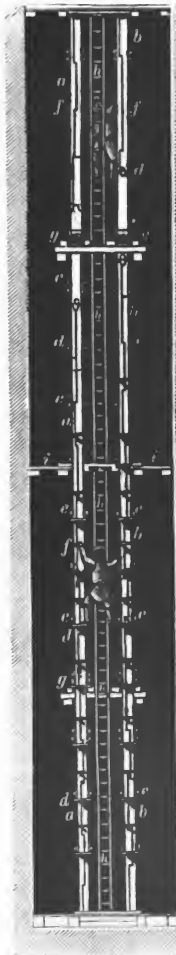
5) Rittinger, „Erfahrungen“. Jahrg. 1856, S. 15, und Jahrg. 1870, S. 1.

6) Lottner-Serlo a. a. O. Bd. 2, S. 186.

Zeitschrift f. d. B., H.- u. S.-W. in Preussen. Bd. X. (1862), S. 91 und Bd. XVII. (1869), S. 88.

↳ Nach Lottner-Serlo a. a. O. S. 171 wendet man auch bei der 780 Meter tiefen Harzgrube „Samson“ zwei parallele Drahtseile als Fahrgestänge an.

Fig. 298,



der Bühne veranlasst wird. Von hier aus biegt er sich auf die andere Seite der Gestänge zur Fortsetzung der Ausfahrt, welche nach der in unserem speciellen Falle gewählten Hubzahl bei 100 Lachter (= 8000 Lachterzoll = 203,76 Meter) Teufe in 7 bis 10 Minuten vollendet ist, während man ohne Fahrmaschine  $\frac{1}{2}$  Stunde Zeit zur Ausfahrt bedurfte und ermüdet, im Schweiß gebadet, herauskam<sup>1)</sup>.

Anlangend die sogenannten maschinellen Anordnungen zum Betriebe der Fahrkünste, so kann man, Dampfmaschinen als Bewegervorausgesetzt, direct und indirect wirkende unterscheiden. Bei directer Wirkung benutzt man in der Regel einfach-wirkende Dampfmaschinen, die keine Rotationsbewegungen, sondern nur auf- und abgehende (wiederkehrende) geradlinige Bewegungen erzeugen und wobei zugleich am Ende jeden Hubes eine Pause (Stillstand) zum Umwechseln der Tritte veranlasst wird<sup>2)</sup>. Bei indirect wirkenden Dampfmaschinen, wobei die abwechselnd hin- und hergehende Kolbenbewegung mittelst Lenkstange und Krummzapfen in eine continuirliche Drehbewegung umgesetzt wird, schaltet man am besten zwischen Krummzapfen und Fahrkunstgestänge sogenannte Kunstkreuze *abc* u. *def* (Fig. 299) ein. Letztere Disposition ist u. a. die der neuen Fahrkünste im Annaschachte bei Pribram<sup>3)</sup>, wobei das Kunstgestänge auch zugleich zur Wasserpumpenbewegung benutzt wird. Den Motor bildet eine horizontalliegende, mit Expansion und Condensation arbeitende Dampfmaschine, deren Dampfzylinder 20 Wiener Zoll (52,6 Centimeter) weit ist, während der Kolbenhub 42 W. Zoll (110,6 Centi-

1) Ueber die Leistungen der Fahrkünste auf dem Oberharze bis zum Jahre 1860 berichtet der Sohn des (verstorbenen) Bergmeisters Dörell ausführlich in der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung von Bornemann und Kerl. Jahrgang 1860, S. 21.

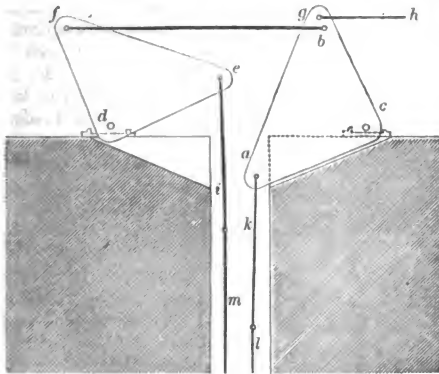
2) Literatur über Fahrkünste mit directer Bewegung findet sich sowohl bei v. Hauer („Die Fördermaschine.“ S. 409 ff.), als bei Lottner-Serlo („Bergbaukunde.“ 2. Bd., S. 182 etc.). Die grössten und besten dem Verfasser bekannten Zeichnungen einer solchen, von zwei einfach wirkenden Dampfmaschinen betriebenen Fahrkunst finden sich in der „Sammlung von Zeichnungen für die Hütte.“ Jahrg. 1867, S. 28, Tafel 15 a, b und c. Diese von Havrez & Co. ausgeführte Fahrkunst ist auf der Zeche Strepy-Bracquegnis bei Mons im Betriebe.

Auch Rittinger, Erfahrungen. Jahrg. 1859, S. 1.

3) Rittinger, „Erfahrungen“ etc. Jahrg. 1870, S. 1.

meter) beträgt. Beim Fahrkunstbetriebe macht das Schwungrad der Dampfmaschine 40 bis 50 Touren pro Minute. Schon bei einer Viertel-Füllung und

Fig. 299.



wenn der Dampfdruck 4 Atmosphären beträgt, werden die zum Fahrkunstbetriebe erforderlichen 85 Pferdekräfte entwickelt.

Vermittelt eines doppelten Zahnradvorgeleges (zweifache Rückwärtsübersetzung) wird die Tourenzahl der Schwungradwelle auf 4 bis 5 der Kunstkreuzkurbelwelle reducirt. In unserer Figur ist die abgebrochen gezeichnete Korb- oder Lenk-

stange (von nicht weniger als 33 Fuss  $8\frac{1}{2}$  Zoll Länge), welche die Warze des Vorgelegekrummzapfens (von 5 Fuss Bughöhe) mit dem nächstliegenden Kunstkreuz *abc* verbindet, mit *gh* bezeichnet. Da hiernach die Hubhöhen der Fahrkunstgestänge *l* und *m* zehn Wiener Fuss betragen, so resultirt eine Gestängegeschwindigkeit von höchstens  $\frac{2 \cdot 10 \cdot 5}{60} = 1\frac{2}{3}$  W. Fuss (= 0,524 Met.)

pro Secunde. Die grosse Hubhöhe von 10 Fuss (= 3,16 Meter) wurde namentlich auch deshalb gewählt, damit die Fahrenden nicht gar zu häufig übertreten müssen, was bei einer Tiefe von 2400 Fuss (758,4 Met.) des Annaschachtes nicht wenig ermüdend ist. Auf der ganzen Schachttiefe von 2400 Fuss sind übrigens 120 Austritts-Böden (Ruheplätze) in je 20 Fuss Entfernung von einander angebracht.

Es muss bedauert werden, dass hier kein Raum ist, um die schönen, vorzugsweise aus Eisenblech gebildeten Kunstkreuze *abc* und *def* aufnehmen und im Detail besprechen zu können, weshalb wir auf unsere Quelle verweisen müssen<sup>1)</sup>, worin auch die Fahrkunst eines zweiten Schachtes derselben Stelle (des Marienschachtes) besprochen und abgebildet ist<sup>2)</sup>.

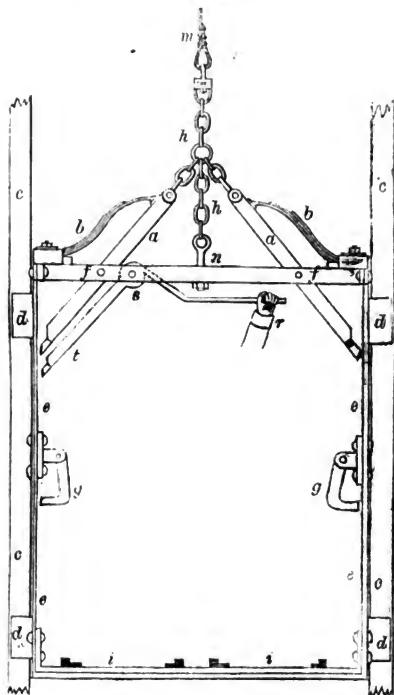
Was die vorerwähnten Fangvorrichtungen oder Fangwerke betrifft, so versteht man hierunter diejenigen Anordnungen, welche das Herabstürzen der Tonnen, Förderschaalen, Gehäuse etc. verhüten sollen, wenn ein Seilbruch eintritt.

Ohne hier ganz speciell auf die ausserordentlich grosse Zahl mechanischer Combinationen einzugehen, die man zu Fangwerken ersonnen und ausgeführt

1) Rittinger, „Erfahrungen.“ S. 5. Tafel III.  
2) Ebendasselbst. Tafel IV. und VII.

hat, werde mit Hinweisung auf die unten notirten Quellen<sup>1)</sup> nur erwähnt, dass sich die bemerkenswerthesten Constructionen in drei Classen theilen lassen. Die erste Classe verhindert das weitere Herabsinken der Förderschaale nach erfolgtem Seilbruche, während die zweite Classe dazu bestimmt ist, das

Fig. 300.



Fördergefäß für den Fall aufzufangen, dass der Seilkorb lose wird, sich also auf seiner Welle (der Seilkorbwelle) drehen kann, oder eines der Fördergefäße von der Verbindung mit der Fördermaschine getrennt wird, ohne dass das Seil reisst, dasselbe also gespannt bleibt. Eine dritte Classe soll beiden gedachten Unfällen zugleich entsprechen.

Bei den Anordnungen der ersten Classe wird das Herabstürzen der Förderschaale nach erfolgtem Seilbruche durch das Einpressen von Hebeln, Eingreifen von Excentrikzähnen oder durch Eintreiben von Keilen in die Schachtleitungen verhindert<sup>2)</sup>. Bei den Fangvorrichtungen der zweiten Classe wird das Princip zu Grunde gelegt, die lebendige Kraft des fallenden Fördergerippes durch die Reibungsarbeit einer daran angebrachten Fallbremse aufzuheben<sup>3)</sup>.

1) Die vier wichtigsten Werke sind auch hier wieder die von v. Hauer (Die Fördermaschine der Bergwerke etc., S. 109 etc.), Lottner-Serlo (Bergbaukunde. Bd. 2, S. 112), die Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in den preussischen Staaten (in den meisten der bis jetzt erschienenen Bänden) und die Berg- und Hüttenmännische Zeitung von Kerl etc. (namentlich Jahrg. 1860, S. 70, und Jahrg. 1861, S. 190).

2) Ausführlich in einem sehr gut von Malmedie geschriebenen Artikel (mit 3 Tafeln Abbildungen) in der Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XII. (1868), S. 353 etc. Hierzu auch Jahrg. 1869, S. 499.

3) Hoppe, „Förderschaale mit Fallbremse.“ Ebendasselbst Bd. XIV. (1870), S. 619 ff.



Von der dritten Classe existirt, nach Wissen des Verfassers, zur Zeit nur eine Anordnung, die von Eichenauer, welche auf der geringen Elasticität des Wassers beruht<sup>1)</sup>. Leider ist, den Erfahrungen gemäss, hinsichtlich sämtlicher jetzt in Anwendung befindlichen Fangvorrichtungen das allgemeine Urtheil auszusprechen, dass keine derselben als absolut zuverlässig betrachtet werden kann, weshalb es um so mehr (für unsere Zwecke) genügen dürfte, hier nur folgende zwei, zur ersten Classe gehörige Constructionen, zu besprechen.

Fig. 300 ist unter dem Namen der Mache court-Fontaine'schen Fangvorrichtung bekannt, bei welcher meiselförmig zugespitzte Hebel in die Leitungen (Leitbäume, Schachtlatten) des Fördergefässes eingreifen, sobald durch den Bruch des Seiles vorhandene Blatt- oder Spiral-Federn zur Wirkung kommen. Die erwähnten, mit *aa* bezeichneten, um *ff* drehbar gemachten Meisel oder Fangarme werden beim Bruche des Förderseiles *m* von den Federn *b* zum Einsetzen in die Schachtleitungen *cc* veranlasst, woran die sogenannten Anschlussketten (Zwiselketten) *hh* nicht hindern. Die betreffenden Förderwagen stehen auf Schienen *ii* am Boden des Fördergestelles *de* und werden überdies durch eine Art Klinken *g* am bestimmten Platze gehalten. Ein gewisser Borgsmüller, Verwalter der westphälischen Steinkohlengrube Constantin der Grosse<sup>2)</sup>, hat einen besonderen Handhebel *rst* angebracht, welchen der Fahrende bei der Fahrt in der Hand behält, um im Falle eines Seilbruches sofort eingreifen zu können.

Unter den verschiedenen mit Excentriks ausgestatteten Fangvorrichtungen (von White und Grant, Hohendahl u. A.) ist die in Fig. 301 abgebildete eine der beachtenswerthesten<sup>3)</sup>.

Statt der sonst bei dieser Gattung in Anwendung gebrachten Federn hat man hier einen Cylinder *a* angeordnet, in welchem beim Anholen des Fördergefässes (Anheben des Förderseiles) ein Kolben *b* die in *c* eingeschlossene Luft zusammenpresst. Beim Bruche des Seiles wirkt die comprimirt Luft durch die ihr innewohnende Expansivkraft auf Zugstangen *d* und auf Arme *f* der Wellen der Excentriks *g* und zwar in dem Sinne drehend, dass die Excentrikzähne in Leitbäume *i* eingreifen. Zum gehörigen Verständnisse der ganzen Anordnung diene noch Folgendes:

Der unten offene messingene Cylinder *a* ist auf dem oberen Querstücke *k* des Korbes durch Strebestützen *m* befestigt, wovon jedoch in unserer Abbil-

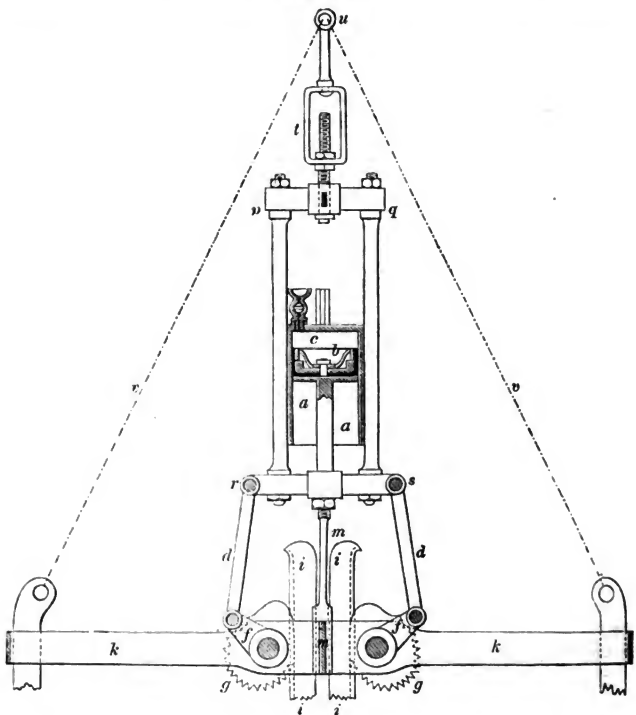
1) Eichenauer, unter der Ueberschrift: „Fangvorrichtung für Fördermaschinen.“ Ebendasselbst, Bd. XIII. (1869), S. 225. Diese Anordnung ist zur Zeit noch Project geblieben.

2) Zeitschr. f. d. B., H- und S.-W. in Preussen. Bd. 17 (1869), S. 80.

3) Constructive Zeichnungen dieser „Fangvorrichtung mit comprimirt Luft“ finden sich in der „Sammlung von Zeichnungen für die Hütte.“ Jahrg. 1864. Tafel 30. In dem beigegebenen Texte (Seite 35 ff.) ist auch Bericht über in jeder (?) Beziehung befriedigende Versuche erstattet. Bei einer Geschwindigkeit des herabgehenden Förderkorbes von 12 Fuss pro Secunde hatten die Excentriks sofort nach erfolgter Anslösung des unteren Seiles so fest in die Leitbäume eingegriffen, dass der Korb fast momentan still stand. Das nachgefallene 34 Lachter lange Drahtseil lag auf dem Schutzdamm.

nung nur eine sichtbar ist, weil beide Streben in einer zur Bildfläche der Figur normalen Ebene liegen. Der luftdicht anschliessende Kolben *b* steht durch seine Stange mit dem Gevier (zwei Querhäuptern und zwei Zugstangen) *pqr* in fester Verbindung und ist mit letzterem als ein Ganzes unter Einschaltung geeigneter Theile *t* an demselben Ringe *u* aufgehängt, an welchem man auch

Fig. 301.



die vier Zwieselketten *v* befestigt hat. Im Zustande der Ruhe steht der Kolben *b* im Luftcylinder *a* unten und die Fangexcentriks *g* stellen den Förderkorb fest. Beim Anheben des Förderseiles wird vermittelst des oberen Querhauptes *pq* und der Zugstangen *pr* und *qs* der Kolben *b* im Cylinder in die Höhe getrieben, die Hebelarme *ff* angezogen und die Excentriks *gg* geöffnet, hierdurch aber der ganze Förderkorb zum Aufsteigen frei gemacht. Beim niedrigsten Stande des Kolbens nimmt in unserem speciellen Falle die darüber befindliche Luft die Höhe von  $7\frac{1}{2}$  Zoll ein, während dieselbe beim höchsten Kolbenstande nur  $1\frac{1}{2}$  Zoll Höhe hat, so dass eine Compression der Luft auf  $\frac{1}{6}$  eintritt und

demgemäss eine Spannung von 5 Atmosphären oder von 4 Atmosphären Ueberdruck im Cylinder über dem Kolben entsteht. Mit letzterer Spannung wird bei einem Seilbruche der Kolben *b* nach unten getrieben, die Excentriks *gg* hergeworfen und deren Zähne gewaltig in die Leitbäume *ii* eingetrieben, der Korb also am Herabfallen gehindert.

### B. Maschinen zum Transporte (zur Förderung) auf stark geneigten Ebenen.

#### §. 18.

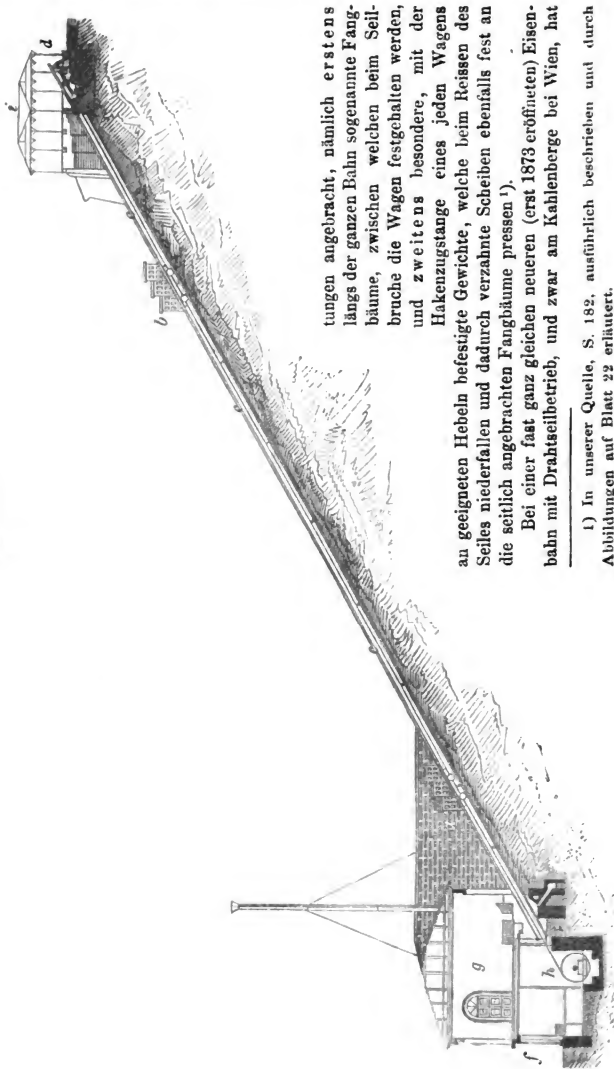
Als eine erste für unsere Zwecke besonders instructive Anordnung eines Transportes auf stark geneigter Ebene wählen wir die sogenannte Dampf-Seilbahn (Fig. 302), welche zur Verbindung des unteren Theiles der Stadt Ofen (Ungarn) mit der circa 150 Fuss höher liegenden Königsburg (Festung) und zwar lediglich für den Personenverkehr seit einigen Jahren dem Betriebe übergeben ist<sup>1)</sup>. Da die Gesamtlänge der Bahn 300 Fuss beträgt, so steigt dieselbe mit  $\frac{1}{2}$  ( $= \frac{150}{300}$ ) oder unter 30 Grad gegen den Horizont an. In dem Souterrain des am Fusse des Festungsberges *f* errichteten Aufnahmegebäudes *g* befindet sich eine Dampfmaschine mit 2 gekuppelten Cylindern (von je 15 Zoll Weite und 24 Zoll Kolbenhub). Die Tourenzahl der Dampfmaschinen-Schwungradwelle wird rückwärts übersetzt, d. h. unter Einschaltung von einem Kegelradvorgelege in dem Verhältniss von  $\frac{1}{2}$  vermindert auf zwei gusseiserne Seiltrommeln *h* von 9 Fuss Durchmesser so übertragen, dass letztere Trommeln nur die halbe Umdrehzahl der Schwungradwelle machen. Da jede Trommel auf einer besonderen Welle befestigt ist und beide stets in entgegengesetzter Richtung umlaufen, so wird das 1 Zoll dicke Drahtseil *cc* gleichzeitig von der einen Trommel auf- und von der anderen abgewickelt. Am oberen Ende *i* der Bahn (in der Festung) befindet sich in geeignet schräger Lage eine grosse Leit- (Umsatz-) Rolle *d*, während an jedem Ende dieses Seiles ein Personenwagen *a* und *b* befestigt ist, derart, dass bei Umdrehung der Seiltrommeln *h* der eine Wagen sich auf dem einen (von zwei neben einander liegenden) Eisenbahngleisen hinaufbewegt, während der andere, unterstützt durch sein eigenes Gewicht, auf dem zweiten Gleise hinabrollt.

Die 14 Fuss langen und 6 Fuss breiten Wagen erhielten mit Rücksicht auf die starke Steigung der Bahn eine ganz eigenthümliche Construction. Es besteht nämlich jeder Wagen aus drei für je 8 Personen bestimmte Abtheilungen von verschiedener Niveauhöhe und zwar der Art, dass jede Abtheilung gleich hoch über den Schienen r. sp. über die zum Einsteigen dienenden Treppen sich erhebt.

Zur Verhütung von etwaigen Unglücksfällen, namentlich wenn das Seil *c* reissen sollte, hat man zwei von einander unabhängige Sicherheitsvorrich-

1) Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. Jahrgang 22 (1870), S. 181.

Fig. 302.



tungen angebracht, nämlich erstens längs der ganzen Bahn sogenannte Fangbäume, zwischen welchen beim Seilbruche die Wagen festgehalten werden, und zweitens besondere, mit der Hakenzugstange eines jeden Wagens

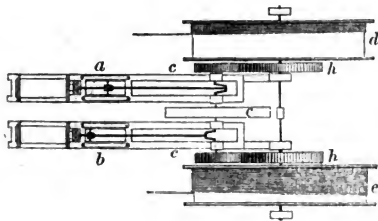
an geeigneten Hebeln befestigte Gewichte, welche beim Reißen des Seiles niederfallen und dadurch verzahnte Scheiben ebenfalls fest an die seitlich angebrachten Fangbäume pressen<sup>1)</sup>.

Bei einer fast ganz gleichen neueren (erst 1873 eröffneten) Eisenbahn mit Drahtseilbetrieb, und zwar am Kahlenberge bei Wien, hat

<sup>1)</sup> In unserer Quelle, S. 182, ausführlich beschrieben und durch Abbildungen auf Blatt 22 erläutert.

man die Erfahrungen benutzt, welche seit 1870 an der Ofener Bahn gemacht wurden. Vor Allem placirte man hier die Betriebsdampfmaschine, Fig. 303,

Fig. 303.



auf dem Scheitel der Bahn (statt am Fusse derselben Fig. 302), sodann verbesserte man die Disposition der Dampfmaschine dahin, dass deren Schwungradwelle parallel zur Seiltrommelwelle liegt (statt rechtwinkliger Richtung gedachter Welle bei der Ofener Bahn), wodurch der ganze Maschinencomplex nicht nur gedräng-

ter (rationeller) wurde, sondern auch die Kegelradvorgelege durch Cylinder- oder Stirnradvorgelege ersetzt werden konnten. Die Disposition der Kahlenberger Betriebs-Maschinen-Anordnung lässt Fig. 303 erkennen, wozu noch nachstehende Bemerkungen gefügt werden mögen<sup>1)</sup>. Von den beiden gekuppelten Dampfmaschinen mit horizontal liegenden Cylindern *a* und *b* hat jede 24 (Wiener) Zoll (0,63 Meter) Kolbendurchmesser und  $6\frac{1}{3}$  Fuss (1,90 Meter) Kolbenhub. Bei einer Dampfspannung von 6 Atmosphären Ueberdruck (in den vorhandenen Röhrendampfkesseln) macht die Schwungradwelle *c* durchschnittlich 17 Umläufe pro Minute. Mittelst der Stirnradvorgelege *h* wird die Bewegung auf die Seiltrommeln *d* und *e* übertragen und dabei die Tourenzahl der letzteren auf die Hälfte der Schwungradwelle herabgezogen. Hiernach machen die 22 Fuss (6,30 Meter) im Durchmesser haltenden Trommeln *d* und *e* je  $\frac{17}{2}$  Umläufe pro Minute und das sich in 33 spiralförmigen Spuren auf die Trommeln wickelnde Seil läuft ungefähr mit  $3\frac{1}{4}$  Meter Geschwindigkeit pro Secunde auf und ab.

Das von Felten & Guillaume in Köln (Seite 426) bezogene Drahtseil hat 50 Millimeter Durchmesser und besteht aus 114 Drähten, wovon jeder 3 Millimeter dick ist.

Dass sich die Seile der Trommeln *d* und *e* derartig nach entgegengesetzten Richtungen auf- und abwickeln<sup>2)</sup>, immer ein Seil abläuft, während das andere aufläuft, obwohl sich beide Trommeln zugleich nach derselben Richtung drehen, bedarf wohl ebensowenig einer Auseinandersetzung wie die Nothwendigkeit der Drehrichtungsveränderung der Trommeln zum Abwechseln des Auf- und Abfahrens der Personenwagen auf der geneigten Eisenbahn. Zur

1) Ausführlicher im „Engineering“ vom 13. März 1874, S. 189.

2) Zur gehörigen Leitung des Seiles an den Auf- und Ablaufstellen der Trommeln *d* und *e* wird auch hier eine Schraubeführung benutzt, ähnlich wie beim Gerstner'schen Pferde-Göpel (Seite 421), wie bei der Seiltrommel der Saarbrückener Steinkohlengrube v. d. Heydt. Zeitschr. f. d. B-, II.- u. S.-W. im preuss. Staate. Bd. X, S. 294, und endlich wie bei J. Craven's zu Wakefield Seiltrommel im Engineering. März 1871, Pg. 216, sowie hieraus im Polytechn. Centralblatte, Jahrg. 1871, S. 681.

betreffenden Bewegungsumsetzung der Dampfmaschine (Umsteuerung derselben) wird auch hier die Stephenson'sche Coulissee benutzt. Dass jeder Waggon *a* und *b* an seinem eigenen mit dem anderen nicht in Verbindung stehenden Drahtseile hängt, dessen oberes Ende am Umfange der betreffenden Trommel befestigt ist, werde hier zur Vermeidung von Missverständnissen nachträglich besonders bemerkt. Die Waggonen sind zur Aufnahme von je 100 Personen eingerichtet, wovon 60 in den unteren 5 Coupés, 40 aber im Imperiale Platz finden.

Die Sicherheitsvorrichtung gegen das Hinabrollen eines Waggonen im Falle eines Bruches des Zugseiles besteht in der Verwendung eines zweiten Seiles von gleicher Stärke wie ersteres, welches (letztere) an beiden Waggonen befestigt ist, über eine unter dem Fussboden der oberen Station angebrachten, schwach gegen den Horizont geneigten Seilscheibe von dem der Gleisedistanz <sup>1)</sup> (gleich 6 Meter) entsprechenden Durchmesser geht und beim normalen Gange der Maschine todt mitläuft. Sowohl die Seilscheibe für das Sicherheitsseil als auch die Seiltrommeln für die Betriebsseile sind überdies mit geeigneten Bremsvorrichtungen ausgestattet. Die Totallänge der ganzen, in verticaler Ebene etwas, und zwar ein Paar Mal gekrümmten, sonst ganz geraden Bahn beträgt 2400 Wiener Fuss, wobei sie sich auf die verticale Höhe von 720 Fuss erhebt, so dass die Steigung (durchschnittlich) circa  $\frac{1}{3}$  beträgt<sup>2)</sup>.

Wir benutzen die Gelegenheit, hier an die bereits Bd. 3, S. 188 (kurz) besprochene Eisenbahn in Lyon zu erinnern, welche mit  $\frac{1}{6}$  (genauer  $\frac{70 \text{ m.}}{489,2 \text{ m.}}$ ) Ansteigung den niedrig liegenden Stadttheil „Les Terreaux“ mit dem höher liegenden „La Croix-Rousse“ sowohl für Zwecke des Personen- wie Güterverkehrs verbindet. Das hier verwendete Drahtseil, bestehend aus 252 Drähten (je 36 Drähte in 7 Litzen), jeder von 2 Millimeter Dicke, hat einer Zugspannung von 9000 Kilogramm zu widerstehen. An jedem Ende dieses Seiles ist in der Regel ein aus drei Waggonen gebildeter Zug angehängt. Jeder dieser Waggonen, aus zwei übereinander angebrachten Abtheilungen bestehend, kann 54 Personen, also ein Zug 162 Personen aufnehmen. Geeignete Dampfmaschinen von zusammen 300 Pferdekraft (am Scheitel der 482,20 Meter langen schiefen Ebene aufgestellt) setzen eine Seiltrommel von 4,50 Meter Durchmesser in Umdrehung, wodurch gleichzeitig ein Train aufwärts, der andere abwärts bewegt wird und demgemäss bei jeder Fahrt in Summa 324 Personen befördert werden können. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt 2 bis  $2\frac{2}{3}$  Meter pro Secunde.

Zur regelmässigen Auf- und Abwicklung des Betriebsseiles ist auch hier eine entsprechende Leitung mit Schraubenbewegung, ähnlich der angeordnet, welche bereits S. 445, Note 2 erörtert wurde<sup>3)</sup>.

1) Die Spurweite jedes der beiden nebeneinander liegenden Bahngleise der schiefen Ebene beträgt 1,90 Meter.

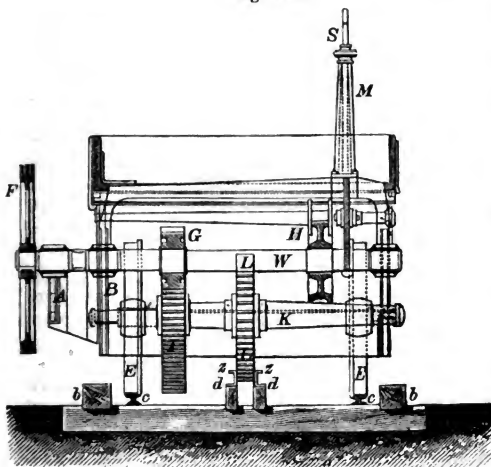
2) Der Neigungswinkel der Anfangssteigung beträgt 15 Grad (wonach die Waggonen erbaut sind), während 27 Grad die steilste Ansteigung ist. Specielleres enthält ein von mir geschriebener Aufsatz über die Kahlenberger Eisenbahn mit Drahtseilbetrieb im Wochenblatte des Hannoverschen Gewerbe-Vereins. Jahrgang 1873, Seite 284.

3) Zeitschr. f. B., H.- u. S.-W. d. preuss. Staates. Bd. X, S. 294.

Zur Sicherung der Fahrenden bei etwaigen Seil-, Maschinen- oder Waggon-Brüchen sind auch hier zwei verschiedene Gattungen von Bremsen angebracht, nämlich Bandbremsen, welche gegen die Räder wirken, und Zangenbremsen, welche die Bahnschienen zwischen sich klemmen <sup>1)</sup>.

Beide im Vorstehenden besprochenen, stark ansteigenden Eisenbahnen mit Drahtseilbetrieb bilden gleichsam zur Zeit die Concurrenten mit den Bahnen, wobei man das bereits Bd. 3, S. 250 u. S. 251 (Note 4) erörterte Zahnstangensystem anwendet. Dasselbe wurde in neuester Zeit sowohl von dem nord-amerikanischen Ingenieur Marsh als namentlich von Riggenbach, Director der Central-Werkstätte der schweizerischen Centralbahn in Olten, mit grossem Er-

Fig. 304.



folge beim Betriebe von sehr stark ansteigenden Eisenbahnen (Gebirgsbahnen) in Anwendung gebracht.

Als ganz besonders gelungen und mit entschiedenem Vortheile technisch wie finanziell betrieben <sup>2)</sup>, ist die Zahnstangeneisenbahn zu bezeichnen, welche mit Steigungen bis zu  $\frac{1}{4}$  vom Dorfe Vitznau am Vierwaldstätter-See ab bis Rigi-Culm führt, deren Oberbau (für unsere Zwecke hinlänglich) aus Fig. 304 erhellt, während den

Fachmännern und zum genauen technischen Studium dieser Bahn die unten citirte Quelle <sup>3)</sup> empfohlen werden kann. Demgemäss genüge in Bezug auf die citirte Abbildung Folgendes. Der Oberbau besteht aus Querschwellen  $\alpha$

1) Ausführlich beschrieben und erörtert in folgenden Quellen:

Molinos et Pronnier, Chemin de Fer de Lyon à la Croix-Rousse. Paris 1862, und hieraus im Auszuge (mit Abbildungen begleitet) in Förster's Bauzeitung. Jahrg. 29 (1864), S. 79 etc. Ferner in den Annales des Mines, 1861, Pg. 621, und im Polytechn. Centralblatt. Jahrg. 1866, S. 634.

2) Dritter Rechenschaftsbericht der Rigi-Zahnstangen-Eisenbahn etc. Auszugsweise im hannoverschen Wochenblatte für Handel und Gewerbe. Jahrgang 1873, S. 299 etc.

3) Kronauer, „Die Rigi-Eisenbahn mit Zahnradbetrieb.“ Schweizerische Polytechn. Zeitschrift. Bd. XV, (1870), S. 151. Mit 3 Taf. guter Abbildungen.

von 2,40 Meter Länge, welche in Entfernungen von 0,75 Meter in den Unterbau vollständig eingebettet und durch zwei darauf eingelassene Langschwellen *bb* an ihren Enden unter einander zu einem steifen Gestänge verbunden sind. Die gewöhnlichen Bahnschienen *cc* liegen in der bei den europäischen Eisenbahnen fast allgemein angenommenen Entfernung von 1,435 Meter. Die erwähnte Zahnstange *zz* ist auf zwei Langschwellen *dd* befestigt, welche letztere in der Mitte einen freien Raum lassen. Gebildet wird die Zahnstange aus Stücken von je 3 Meter Länge, deren jedes aus  $\square$  Eisen zusammengesetzt ist und zwischen welchen Zähne von trapezförmigem Querschnitte eingieniet sind. In die Lücken dieser (leiterartigen Zahnstange greifen starke Zahnräder aus Gussstahl, welche sich sowohl an jeder Triebachse der (vierrädrigen) Locomotive <sup>1)</sup>, als auch an je einer Achse der Personenwagen befinden. Die Touren der Locomotivtriebachse werden durch Einschaltung eines Stirnradvorgeleges im Verhältniss von circa 1 zu 3 vermindert <sup>2)</sup>, so dass die Fahrgeschwindigkeit gering, nur 4800 Meter in der Stunde oder  $1\frac{1}{2}$  Meter pro Secunde ist. Sowohl beim Aufwärts- wie Abwärtsfahren ist immer dieselbe Seite der Locomotive bergaufwärts gerichtet, so dass sie beim Aufsteigen den betreffenden Personenwagen schiebt, beim Abwärtssteigen den Wagen am schnellen Herabgehen hindert. Zu bemerken ist hierbei, dass bei der Abwärtsfahrt die Dampfcylinder keinen Dampf zugeführt erhalten, dagegen Luft ansaugen und dadurch die Fahrgeschwindigkeit hemmen. Eigenthümlich angeordnete Bremsen (mit gekerbten Scheiben) sind sowohl an der Locomotive, als auch an den Personenwagen angebracht.

Neuerdings hat sich herausgestellt, dass für geringe Berghöhen von nicht mehr als 100 bis 150 Meter Höhe der Betrieb mit freien Locomotiven nicht mehr ganz dienlich und vortheilhaft ist und dass sich namentlich dann, wenn hinlängliche Wassertriebkraft zu Gebote steht, also der Betrieb mit stationären Maschinen (verticalen oder horizontalen Wasserrädern) erfolgen kann, viel besser eine Combination des Zahnstangensystemes mit dem Seilbetrieb eignet.

Zur Aufnahme der bewegenden Kraft und zur Uebertragung derselben auf die zu transportirenden Personen- und Güterwagen dient ein besonderer, in den Figuren 304 und 305 abgebildeter Waggon (Locomoteur), welcher die be-

Heusinger v. Waldegg im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Jahrg. 1870, S. 240. Ebenfalls mit Abbildungen begleitet.

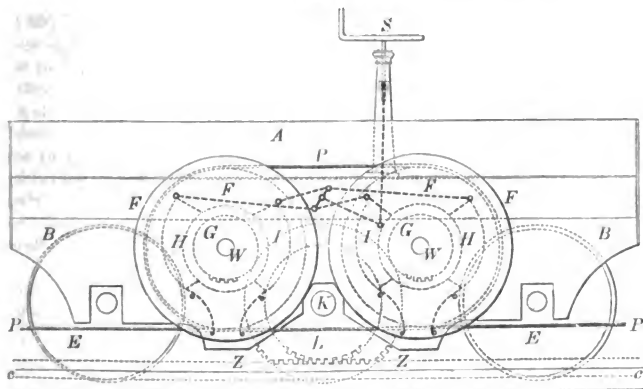
1) Die Locomotiven haben aufrecht stehende Dampfkessel, wobei die Plattform gegen den Horizont um  $\frac{1}{5}$  (genauer um 19 Proc.) geneigt angeordnet ist, so dass man den Kessel gegen die Verticale geneigt erblickt, wenn die Maschine auf eine horizontale Bahnstrecke zu stehen kommt. Die beiden schwach gegen den Horizont geneigten Betriebsdampfcylinder haben jeder 27 Centimeter Durchmesser, 40 Centimeter Kolbenhub und können mit 10 Atmosphären Dampfdruck arbeiten. Das Totalgewicht der Locomotive, mit Wasser und Kohlen beladen, beträgt 1200 Kilogramm.

2) Die Disposition der Rückwärtsübersetzung auf das in die Zahnstange greifende Getriebe ist bei den Rigi-Locomotiven ähnlich der Anordnung von Fig. 304, nur dass zwei Paar zusammengreifende Stirnräder wie *G* und *J* symmetrisch zu beiden Seiten des in die Zahnstange *z* greifenden Rades *L* vorhanden sind.



merkten Transportwagen vor sich herschiebt. Hierbei wurde das Princip des Italieners Agudio<sup>1)</sup> und des Engländers Ramsbottom<sup>2)</sup> in Anwendung gebracht, darin bestehend, dem Treibseile eine grössere Geschwindigkeit zu geben als dem betreffenden Wagenzuge. Hierdurch erreicht man offenbar den grossen Vortheil, dass die Spannung im Treibseile verhältnissmässig geringer wird, der Durchmesser des Seiles also entsprechend kleiner genommen werden kann, was in Bezug auf Anschaffungskosten, Biegungswiderstände und Abnutzung des Seiles von entschiedenem Vortheile ist.

Fig. 305.



Die hierzu erforderliche Anordnung des genannten Transmissions-Waggon (Locomotive) erhellt aus den Figuren 304 und 305. Da die Wagenteile *AB* sowie die vier Laufräder *EE* keiner Erörterung bedürfen, werde zunächst auf die höher gelegenen Wellen *WW* aufmerksam gemacht, deren jede an einem ihrer Enden die Scheiben *FF* für das Treibseil *PP* trägt. Letzteres ist um jede Scheibe zweimal herumgeschlungen und läuft sowohl unten auf als ab. Zu bemerken dürfte sein, dass das Treibseil *P* endlos ist und an beiden Enden der als geradlinig vorausgesetzten Bahnstrecke über Umsatz-Rollen (Seilscheiben) läuft, wovon die obere von der betreffenden Betriebsmaschine in Umdrehung gesetzt wird.

Auf jedes der beiden nebeneinander liegenden Bahngleise läuft ein solcher Transportwagen (Locomotive), von welchen der eine die Bergfahrt, der andere gleichzeitig die Thalfahrt macht.

Wird die obere grosse Seilscheibe von der Betriebsmaschine in Bewegung gesetzt, so wird das Seil *P* zur fortschreitenden Bewegung veranlasst und da-

1) Heusinger, Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1865, S. 227, sowie dessen Handbuch der speciellen Eisenbahn-Technik. Bd. 1, S. 712.

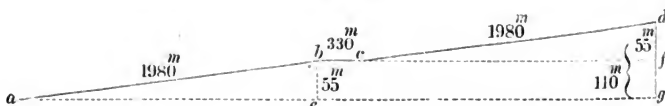
2) Proceedings der Institution of Mechanical Engineers vom Jahre 1864, Pg. 44. Rühlmann, Maschinenlehre. IV.

durch die Seilscheiben  $F'$  am Transportwagen in Rotation versetzt. Auf der Welle  $W$  jeder der Seilscheiben ist ein Zahngetriebe  $G$  befestigt, wovon jedes in das grössere Zahnrad  $I$  fasst, welches auf der Welle  $K$  sitzt, auf der zugleich das Zahnrad  $L$  festgekeilt ist, dessen Zähne zwischen die Lücken (trapezförmigen Zähne oder Sprossen) der festliegenden Zahnstange fassen und wodurch der Zug zum Fortlauf gezwungen wird. Auf jeder der Wellen  $W$  sitzen noch Bremscheiben, gegen welche Bremsklötze  $H$  gedrückt werden, deren Anziehen und Lösen von Handrade  $S$  aus durch Schraube, Zugstangen und Hebelwerke (in Fig. 305 hinlänglich angedeutet) bewirkt wird.

In gewisser Beziehung könnte man die neuere Wiederaufnahme der Seilbetriebe bei Eisenbahnen als eine Rückkehr zu dieser (nach Bd. 3, S. 303 bereits Ende der dreissiger Jahre fast überall verlassen) Betriebsweise bezeichnen, wäre der ganz charakteristische Unterschied nicht vorhanden, dass man jetzt die sogenannten Seilebenen nicht für Eisenbahnen mit Personenverkehr hervorgesucht hat, welche im grossen Netze der Weltverkehrsbahnen liegen, sondern nur für abseits liegende Orte und Stellen, zur Verbindung in bedeutender Höhendifferenz liegender Stadttheile (wie z. B. in Ofen und Lyon) oder zur bequemen und schnellen Erreichung von Vergnügungsorten (u. a. das Schloss und den Königsstuhl bei Heidelberg, den Schafberg etc.). Merkwürdiger Weise hat sich dennoch ein Seilebenenbetrieb, der für die belgische Bahnstrecke von Lüttich nach Ans, wenigstens für den Güterverkehr, erhalten, weshalb dieser Stelle hier kurz gedacht werden mag.

Wie aus der Fig. 306 erhellt, besteht der Hauptsache nach die ganze Anlage aus zwei schiefen Ebenen  $ab$  und  $cd$ , jede von 1980 Meter Länge und

Fig. 306.



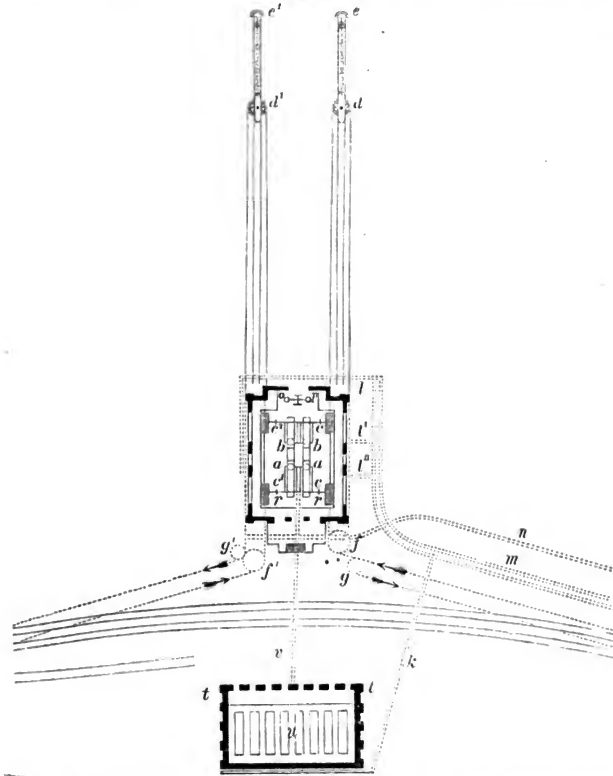
55 Meter Höhe, welche in der Mitte durch eine horizontale Strecke  $bc$  von 330 Meter verbunden sind. Die Steigung jeder Ebene beträgt sonach  $\frac{1}{36}$  und die Gesamthöhe, welche die Bahn vom Maasthale bei Lüttich bis zur Hochebene nach Ans zu ersteigen hat, ist 110 Meter.

Gleich anfangs hat man auf der ganzen Strecke zwei Gleise nebeneinander angelegt, wovon das eine für die aufwärtsgehenden, das andere für die abwärtsgehenden Züge bestimmt ist. Abwärts durchlaufen die Züge die Bahn nur durch die Wirkung der Schwerkraft, wobei man die Geschwindigkeiten sowohl durch die gewöhnlichen Rad-Backen-Bremsen, als durch Schlittenbremsen regelt, welche letzteren sich an besonderen mitlaufenden Waggons und zwar so angeordnet finden, wie dies bereits Bd. 3, S. 184 besprochen und durch Abbildungen erläutert wurde.

Das Aufwärtsziehen der Züge beschafft auf jeder schiefen Ebene ein endloses Drahtseil, welches letztere durch die bewegende Arbeit von Dampfmaschinen getrieben wird, die man auf der zwischen beiden Ebenen gebildeten Horizou-

talstrecke *bc* placirt hat. Die hierzu getroffenen Dispositionen ergeben sich leicht mit Zuziehung der Grundrissfigur 307<sup>1)</sup>. Dabei sind mit *aa* die Plätze der beiden Dampfmaschinen (von je 80 Pferdekraft) zum Betriebe der unteren schiefen Ebene und mit *bb* die der ebenso grossen Dampfmaschinen für die obere schiefe Ebene bezeichnet. Jedes dieser Dampfmaschinenpaare bewegt zunächst zwei grosse Triebrollen *cc* und *c<sub>1</sub>c<sub>1</sub>* von je 4,8 Meter Durchmesser,

Fig. 307.



1) Die ausführlichste, mit vielen Abbildungen und Detailzeichnungen begleitete Beschreibung der ganzen Anlage hat seiner Zeit der französische Bergwerksingenieur Garella in den *Annales des Ponts et Chaussées*. Jahrg. 1843, 2. Serie, Fig. 129 ff. geliefert. Ferner ist zu notiren: „Organ f. d. Fortschritte des Eisenbahnwesens.“ Bd. 4 (1849), S. 5 ff.

während in die fünf ringförmigen Spuren oder Rinnen derselben das Treibseil so eingeführt ist, dass eigentlich eine Frictions-Seilwinde von der Art gebildet wird, wie solche S. 401 beschrieben und durch die Fig. 266 und 267 erläutert wurde. Die Auflaufstelle des Bahnbetriebsseiles ist in Fig. 307 durch Leit-scheiben  $f$  und  $f'$  angedeutet. Hat das Seil die grossen Triebwellen  $cc'$  verlassen, so macht es einen Umlauf um eine horizontalliegende Rolle (beziehungsweise)  $d$  und  $d'$ , die man auf je einen auf Eisenbahnschienen laufenden Wagen (Spannwagen genannt) placirt hat und der dazu dient, dem Treibseile diejenige angemessene Spannung zu geben, welche es zum Haften auf den Bewegungs-, Umsatz- und Leit-Rollen (Scheiben) zwingt, ungeachtet der Längenveränderungen des Seiles, welche aus den verschiedenen Ladungen der Eisenbahnzüge, atmosphärischen Einflüssen u. a. m. hervorgehen. Zu diesem Zwecke wird jeder der Spannwagen  $d$  und  $d'$  durch 7000 Kilogramm grosse Gewichte gezogen, welche sich in 30 Meter tiefen Schächten  $e$  und  $e'$  auf- und abbewegen können und wobei die Verbindung zwischen Gewichten und Spannwagen durch starke Ketten bewirkt ist. Von den Spannwagen weg kehrt das Treibseil zur Eisenbahn zurück, dabei die Leitrollen (beziehungsweise)  $g$  und  $g'$  passirend. Am Fusse  $a$  (Fig. 306) der Strecke  $ab$  und am Scheitel  $d$  der Strecke  $cd$  macht jedes der Treibseile wieder einen halben Umlauf um je eine daselbst gelagerte Leitrolle, deren Ebene zur Bahnlinie parallel gerichtet ist.

Von den sonst in der Grundrissfigur 307 aufgenommenen Buchstaben sind  $k$ ,  $l$ ,  $m$  und  $n$  Leitungsröhren für Wasser zum Condensiren des Dampfes der Betriebsmaschinen und zum Speisen der im Gebäude  $t$  aufgestellten Dampfkessel,  $v$  das Rohr, in welchem der Dampf von den Kesseln zu den Maschinen geführt wird,  $o$  und  $p$  sind beziehungsweise Luft- und Warmwasser-Pumpen,  $r$  und  $r'$  sind Mechanismen zum Aus- und Einrücken der Betriebsdampfmaschinen etc. etc. Erwähnt zu werden verdient noch, dass man ganz nach Belieben jede der beiden Seilebenen mit dem einen oder anderen Dampfmaschinenpaare zu betreiben im Stande ist, so dass man ein Maschinenpaar (z. B. für Ausbesserungszwecke) ohne Störung des Fahrdienstes ganz ausser Thätigkeit setzen kann.

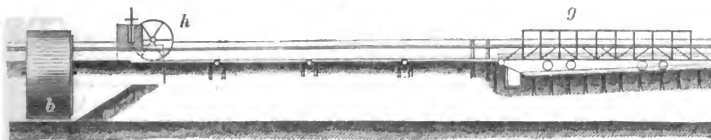
Die Fahrgeschwindigkeit zu Berg beträgt durchschnittlich 20 Kilometer pro Stunde oder  $5\frac{1}{2}$  Meter pro Secunde. Die Fahrt zu Thal geschieht etwas langsamer. Die ganze Anordnung macht den Eindruck eines wohl durchdachten Werkes, dessen elegante, sinnreiche und zugleich (verhältnissmässig) einfache Anordnung in der Geschichte des Eisenbahn-Maschinenwesens wohl verzeichnet zu werden verdient.

Ein ganz eigenthümlicher Transport auf schiefen Ebenen unter Verwendung endloser Seile findet in Preussen auf einer Strecke des 1861 eröffneten oberländischen Canales zwischen der Stadt Elbing und dem Pinnauer See Statt. Statt nämlich bedeutende Höhendifferenzen des genannten Canales durch Schleussen zu überwinden (wobei im betreffenden Falle deren 15 mit 32 Kammern nothwendig geworden wären), hat man an vier Stellen geneigte Ebenen angelegt, auf deren Eisenbahnen grosse Wagen laufen, die zur Aufnahme der Canalschiffe dienen und wobei man Wasserkraft (rückenschlägige Räder) als Motor benutzt <sup>1)</sup>.

1) Die Eisenbahnen haben die colossale Spurweite von 10 Fuss rheinisch

Das Hauptsächlichste der Betriebsanordnung einer der schiefen Ebenen (der bei Kanthen) erhellt aus den Fig. 308 und 309.

Fig. 308.



Durch Wasser, welches aus der oberen Canalhaltung seitwärts durch eiserne Rohre *a* (Fig. 309) abgeleitet ist, wird ein rückschlägiges Wasserrad *b* in Betrieb gesetzt, welches 27 Fuss äusseren Durchmesser, 12 Fuss lichte Weite und eine Peripheriegeschwindigkeit von  $12\frac{1}{2}$  Fuss pro Secunde hat, wobei dasselbe eine widerstehende Arbeit von 68 Pferdekräften entwickelt. Unter Kinschaltung geeigneter Zahnradvorgelege wird die 12 Fuss im Durchmesser haltende und 7 Fuss breite Seiltrommel *d* in Umdrehung gesetzt und das endlose Seil *f* auf derselben so auf- und abgewickelt, dass das Seil mit der Geschwindigkeit von  $2\frac{1}{2}$  Fuss pro Secunde fortschreitet, was denn auch die Geschwindigkeit ist, womit sich die Wagen *g* auf der schiefen Ebene bewegen. Zur geeigneten Umsetzung der Seiltransmission dienen grosse Seilscheibenpaare *h*.

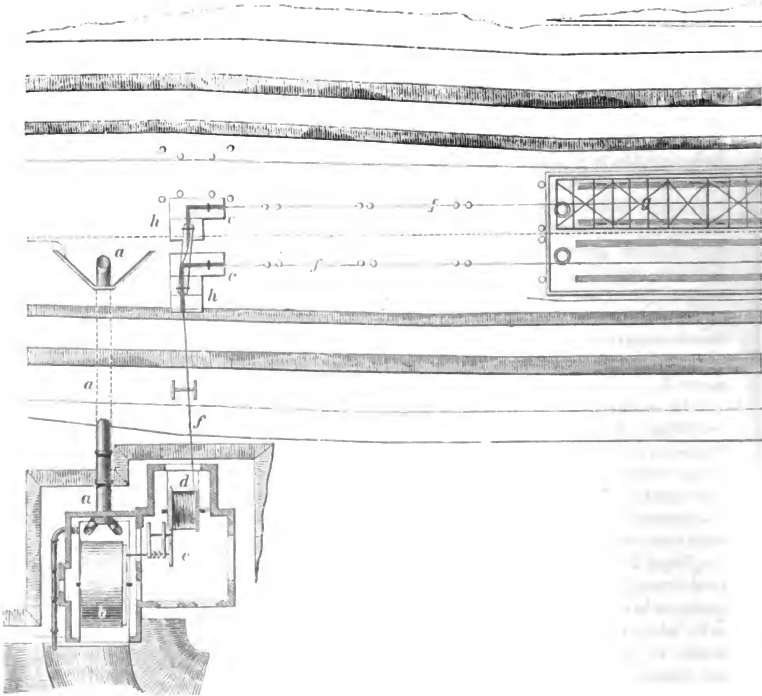
Es erübrigt jetzt noch Einiges über den Betrieb derjenigen Seilebenen zu bemerken, welche nur zum Abwärtsfördern bestimmt sind, wobei das Wesentlichste der Maschinenanordnung auf dem Scheitel der schiefen Ebene Platz findet, die Schwerkraft ausschliesslich als Motor benutzt wird und die auftretenden Beschleunigungen (Accelerationen) der Transportmasse durch Wirksamachen von Bremsen regulirt werden. Aus letzterem Grunde nennt man diese Anordnungen „Bremsberge“ oder selbstthätige Rampen.

Diese Bremsberge sind entweder zweigleisig (doppeltrümmig) oder eingleisig (eintrümmig). Im ersteren Falle liegen auf der schiefen Ebene zwei Eisenbahngleise neben einander, auf welchen stets ein beladener Wagenzug abwärts geht, während der andere (leere Zug) gleichzeitig hinaufgezogen wird. Entweder gehört zu beiden Wagenzügen ein gemeinsames Seil, welches oben am Scheitel der Bahn über eine geeignete Spurscheibe oder Rolle läuft, mit der man Backen-, Band- oder Flügelbremsen in gehörige Verbindung gebracht hat, oder es wickelt sich jedes Wagenseil auf derselben Trommelwelle für sich beziehungsweise ab und auf, wobei Seilkörbe in Anwendung kommen. Bis auf die Bremsen gleicht ein derartiger Bremsberg in den meisten Theilen

(3,13 Meter), die Länge der Wagen im Boden beträgt 64 Fuss bei einer lichten Weite derselben von 10 Fuss. Die Canalschiffe sind 78 Fuss lang und 8 Fuss (am Boden) breit. Die betreffenden Gewichte sind folgende: Wagengewicht = 521 Centner, Schiffsgewicht = 156 Centner, grösste Ladung = 1000 Centner. Ausführlich handelt über die ganze Canalanlage unter der Ueberschrift: „Der Elbing-Oberländische Canal“ ein Aufsatz des Baumeisters Schmid in Erbkam's „Zeitschrift für Bauwesen.“ Jahrgang XI. (1861), S. 150.

den S. 416 und 417 besprochenen und dort abgebildeten geneigten Gichtaufzügen.

Fig. 309.



Beim eintrümmigen Bremsberge ist (der Benennung entsprechend) für den auf- oder abgehenden Förderwagen nur ein einziges Eisenbahngleis vorhanden, wobei man zum Aufzuge der leeren Wagen entweder ein senkrecht niedergehendes oder auf einer besonders angeordneten Bahn (Führung) laufendes Gewicht benutzt.

Während wir auch hier für specielle Studien auf die unten notirten besonders empfehlenswerthen Werke verweisen <sup>1)</sup>, notiren wir hier nur Folgen-

1) Combes, „Handbuch der Bergbankunde.“ Deutsche Uebersetzung (von Hartmann). Zweiter Band, S. 205.

des: Die Neigungswinkel der Bremsbergbahnen variiren nach den Verhältnissen und Zwecken von 1 Grad 50 Minuten<sup>1)</sup> bis 30 Grad, ja bis 36 Grad, und zwar scheinen steile Anlagen letzterer Art besonders in dem Gebiete des österreichischen Bergwerksbetriebes vorzukommen<sup>2)</sup>.

Die Bewegungs- (Förder-) Geschwindigkeit auf Bremsbergen giebt v. Hauer<sup>3)</sup> zu 2 Meter in der Grube und zu 4 Meter und mehr über Tag an.

Die in Anwendung gebrachten Bremsen sind entweder Backen-, Band- oder Kettenbremsen und zwar von der Anordnung, wie an anderen Stellen unseres Werkes wiederholt und ausführlich erörtert wurde. Als Grundregel bei allen diesen Bremsen gilt die, welche bereits S. 408 in Anwendung gebracht wurde, d. h. „sie müssen durch ein angehangenes Gewicht geschlossen gehalten werden und sind nur durch den betreffenden Arbeiter nach Bedürfniss zu lüften oder zu lösen.“

Zuweilen braucht man die Reibungsbremsen nur periodisch, veranlasst aber die gleichförmige Bewegung beim Niedergange der Last durch den Widerstand, welchen geeignete Flügelräder beim schnellen Umlaufe der Wasserräder im Wasser oder in freier Luft erfahren, d. h. man ordnet Wasser- oder Windflügel von der Einrichtung an, wie solche u. a. beim Wassermesser von Siemens (Bd. 1, S. 121) und bei den Schlagwerken der Uhren (Bd. 1, S. 76—79) und bei gewissen Uhren mit Centrifugalpendeln (Bd. 1, S. 66) vorkommen.

Ein Bremsbergbetrieb mit Wasserflügelregulator<sup>4)</sup> befindet sich u. a. auf

Rittinger, „Erfahrungen.“ Besonders die Jahrgänge 1862, S. 13; 1870, S. 9, und 1871, S. 5 und 6.

Zeitschrift f. d. B., H.- u. S.-Wesen in Preussen. Bd. 2, S. 375; Bd. 3, S. 41; Bd. 8, S. 188; Bd. 10, S. 60; Bd. 17, 1869.

Buresch, „Ueber englische Schieferbrüche.“ Notizblatt des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins. Bd. 1 (1851—1852), S. 314, 322 ff.

v. Hauer, „Die Fördermaschinen der Bergwerke.“ S. 361 (Maschinen zum Abwärtsfördern).

Lottner-Serlo, „Leitfaden für Bergbaukunde.“ Bd. 2, S. 64 (Förderung abwärts unter Einwirkung der Schwere).

1) Serlo, v. Rohr, Engelhardt, „Der Steinkohlenbergbau in England und Schottland.“ Bd. X. (1862), S. 60.

2) Rittinger, Erfahrungen. Jahrg. 1870, S. 9, unter der Ueberschrift: „Bremsberganlage beim k. k. Kohlenwerk Häring in Tyrol. Ferner im Berg- u. Hüttenmännischen Jahrbuche der k. k. Bergakademien zu Primbram, Leoben und Schemnitz. XX. Band, S. 182, unter der Aufschrift: „Bergmännische Notizen aus Polnisch-Ostrau.“ Prag 1872.

Dasselbe Jahrbuch. XVIII. Bd. (1869), S. 271: „Der Chromerzbergbau bei Kraubath in Steiermark.“ Ein Bremsberg von 143 Meter Länge und von 31 bis 36 Grad Neigung.

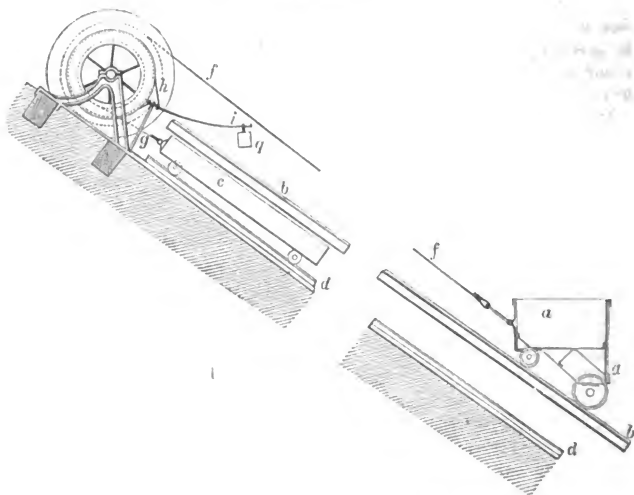
3) Fördermaschinen für Bergwerke. S. 368.

4) Beschrieben und abgebildet im 1. Bande (1861) des Berg- und Hüttenmännischen Jahrbuches der k. k. Montan-Lehranstalt Leoben. S. 110. Taf. 1 in einer Arbeit Tunnier's, welche die Ueberschrift trägt: „Der steiermärkische Erzberg.“

der Vordernberger Strecke des Erzberges<sup>1)</sup> bei Eisenerz in Steiermark, während v. Hauer<sup>2)</sup> über Luftflügel-Regulatoren bei Bremsbergen in Kärnten und in Frankreich<sup>3)</sup> berichtet.

Um Vorstehendes mit Abbildung einer (gewissermaassen eigenthümlichen) Bremsberg-Betriebsanordnung schliessen zu können, wählen wir die auf Steinkohlengruben bei Saarbrücken gebräuchliche, wovon Fig. 310 eine Skizze ist<sup>4)</sup>.

Fig. 310.



Diese Bremsbergförderung ist eintrümmig, zu deren Verständniss in unserer Figur der Förderwagen oder das Gestell mit *a* und die Haupteisenbahn der schiefen Ebene mit *b* bezeichnet ist. Das für den Aufzug des leeren Wagens bestimmte Gegengewicht *c* läuft hier versenkt unter der Hauptbahn parallel der schiefen Ebene auf einer schmalspurigen Eisenbahn *dd*. Beide

1) v. Perro, „Die k. k. Innernberger Hauptgewerkschaft“ etc. Ebendasselbst<sup>o</sup> Jahrgang 3 bis 6 (ältere Reihe), Jahrg. 1843 bis 1846. Eine vortreffliche Arbeit zur Geschichte und Betrieb des Erzbergbaues und der zugehörigen Werke in Eisenerz, Hiefau und Vordernberg betreffend. Tunner hat hierzu (1861) die Ergänzungen der auf voriger Seite unter Note 4 bezeichneten Quelle geliefert.

2) A. a. O. S. 375.

3) Ebendasselbst S. 363.

4) Zeitschrift f. d. B., H.- u. S.-Wesen im preussischen Staate. Bd. 3 (1856), S. 186.



Seile  $f$  und  $g$  sind Flachseile (Eisenbandseile), welche sich jedoch auf Spulen (Bobinen) wickeln, die zwar auf derselben Welle festsitzen, wovon jedoch die des Gegengewichtsseiles  $g$  einen Durchmesser hat, der nur  $\frac{2}{3}$  vom Durchmesser der Spule des Wagenseiles  $f$  beträgt. Die Bremsbacken sind mit Holz gefüttert und werden durch einen eisernen, an seinem langen Arme  $h$  mit einem Gewichte  $q$  beschwerten Hebel angedrückt.

Vorbemerkte Anordnung hat v. Hauer<sup>1)</sup> dahin abgeändert, dass das Gegengewicht  $g$  ebenfalls auf der Förderbahn selbst läuft und nur an der Begegnungsstelle ein erhöhtes Bahngleis, gleichsam eine Ausweiche in verticalen Ebenen, angebracht ist, auf welches der Förderwagen über das Gegengewicht hinweglaufen kann. Der Gestellwagen ist hierzu an jedem Ende seiner zwei Achsen mit zwei Rädern versehen, von welchen die Inneren auf der Hauptbahn rollen, die äusseren aber an der Begegnungsstelle auf den Schienen des erhöhten (Hilfs-) Gleises auflaufen. Ein derartiger Bremsbergbetrieb ist auf dem Chromerzbau bei Kraubath in Steiermark ausgeführt und in Thätigkeit<sup>2)</sup>.

### Förderung auf Drahtseileisenbahnen.

Es dürfte hier der gelegentlichste Ort sein, derjenigen Förderung zu gedenken, wobei die Unterlage, die Transportbasis der in Körben, Kästen, überhaupt in Gefässen untergebrachten Fördergegenstände ein Drahtseil ist. Obwohl diese Transportweise als sehr alt bezeichnet werden muss, indem man seit Jahrhunderten in China, Ostindien, Südamerika etc. hängende Bahnen unter der Benennung „Seilbrücken“ in Anwendung brachte<sup>3)</sup>, so ist sie doch erst in ganz jüngster Zeit unter Benutzung von Drahtseilen in Deutschland von Dücker<sup>4)</sup> und in England von Hodgson<sup>5)</sup> zu einer vielseitigeren Benutzung ausgebildet worden.

1) Oesterreichische Zeitschrift f. Berg- und Hüttenwesen. 7. Jahrg. (1859), S. 34.

2) v. Hauer, „Die Fördermaschinen“ S. 366.

3) Auch in Leupold's bereits 1730 erschienenem „Theatrum Machinarum“ finden sich Angaben und Beispiele von Transporten auf gespannten Seilen. Nach Uhland's „Praktischer Maschinenconstructeur“. 4. Jahrgang. 1871, S. 99, förderte man auch längst in ähnlicher Weise in Amerika, Australien und in einigen europäischen Bergwerksdistricten Materialien über Flüsse oder Schluchten mittelst darüber gespannter Seile. In Südtirol förderte man Holz über tiefe Einschnitte an einem Eisendrahte etc., in welcher Beziehung sich (1859) der österreichische Forstmann Hohenstein besondere Verdienste erworben haben soll.

4) Die in Köln a. Rhein erscheinende Zeitung „Der Berggeist“ vom 6. Juli 1869 veröffentlichte eine glaubwürdige Erklärung, dass der preussische Berg-Assessor, Baron von Dücker, bereits 1861 ein von ihm erfundenes Seilbahnsystem in Bochum und im Badeorte Oeynhausien in Ausführung gebracht habe. Man sehe deshalb auch das hannoversche Wochenblatt für Handel und Gewerbe. Nr. 31 von 1871.

5) Eine der vorzüglichsten Arbeiten über die aus dem Jahre 1868 stammenden

v. Dücker beschreibt selbst<sup>1)</sup> die Anordnung seiner „Seileisenbahn“ wie folgt, dabei Skizzen beifügend, denen wir die Fig. 311 und 312 entlehnen.

Fig. 311.

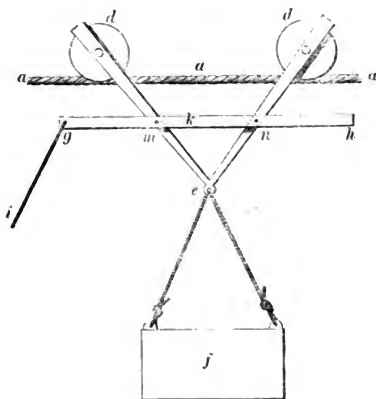


Fig. 312.



Ein scharf angespanntes Drahtseil oder ein Eisendraht *a* von 2 bis 5 Centimeter Stärke, welches oder welcher in Abständen von 50 bis 100 Meter derartig durch Gehänge *b* unterstützt ist, dass einseitige Rollwagen *de*, mit daran gehangenen Lasten *ef* darüber hinweg, respective an den Unterstützungspunkten entlang fahren können.

Bei der Fig. 312 skizzirten Anordnung ist angenommen, dass die Unterstützungen der Bahn *aa* durch eine Art Galgen gebildet sind, an dessen Horizontalstücke (Holm, Zange etc.) *cc* die eigenthümlich gebogenen Haken *b* mit ihren oberen Enden aufgehängt sind. Der erwähnte Rollwagen besteht aus einem Bänderisengerippe *demn*, an dessen tiefstem Punkte *e* die Lastkästen *f* (zur Aufnahme von Bergwerks- oder Steinbruchs-Produkten, Ziegel, Torfsoden etc.) eingehängt sind. Dass man hierbei, ähnlich dem Gesetze stabiler Gewichtswaagen, den Schwerpunkt des Systems zwingt, möglichst genau unter

den Drahtseilbahnen von Hodgson findet sich im Engineer, Vol. XXXII, Nr. 825. Dasselbe mit Zusätzen (des Uebersetzers) deutsch bearbeitet, enthält der Civilingenieur vom Kunstmeister Bornemann, Bd. 18 (1872), S. 28—46.

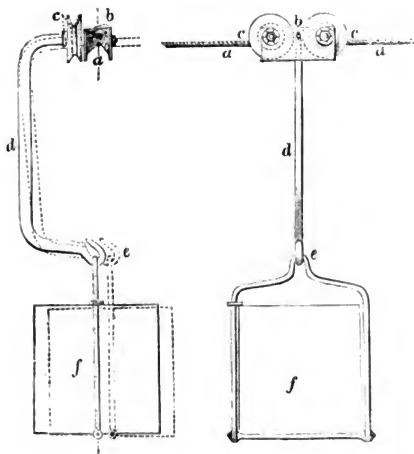
1) Der Berggeist. Zeitung f. Berg- u. Hüttenwesen u. Industrie. XIV. Jahrgang (1869), S. 293.

dem stützenden und tragenden Seile *a* zu liegen, bedarf wohl keiner Erörterung. Die Transportlasten können 10 bis 20 Cntr. betragen, sowie man auch mehrere Seilwagen zu einem gemeinsamen Zuge vereinigen kann. Die fortschreitende Bewegung der Lastwagen *def* auf dem unbeweglichen Seile *a* (was wie ein Seiltänzer-Seil gespannt ist) wird entweder durch ein Zugseil *i* veranlasst, am Rahmenstücke *ghk* befestigt, oder es wird dies Zugseil mit einem endlosen Seile in Verbindung gesetzt, welches man in bekannter Weise an beiden Enden über Treib- und Leitrollen legt und wovon man erstere durch Menschen-, Thier- oder Elementarkräfte in geeignete Umdrehung versetzt. Eine der ersten Ausführungen derartiger Dücker'schen Drahtseilbahnen scheint die am Hoffmann'schen Gypswerke „Schwarzhütte“ bei Osterode gewesen zu sein, die noch jetzt zur Zufriedenheit aller Betheiligten im Betriebe ist<sup>1)</sup>.

Was die Drahtseilbahnen nach Hodgson betrifft, so ist vorerst hervorzuheben, dass dieser sein System nach zwei verschiedenen Methoden ausführt, wovon die erste, der Hauptsache nach, mit der v. Dücker'schen Anordnung

Fig. 313.

Fig. 314.



vollständig übereinstimmt, die zweite Methode aber als eine glückliche Anwendung und Abänderung der bekannten Uebertragung (Transmission) von Bewegungen auf verhältnissmässig grosse Distanzen durch endlose Drahtseile<sup>2)</sup> bezeichnet werden kann.

In letzterem Falle dient demnach das Seil nicht bloß zum Tragen der Förderlast und Zubehör, sondern auch zum Fortbewegen derselben. Wie aus der Hodgson'schen Anordnung Fig. 313 u.

1) Hannoversches Wochenblatt für Handel und Gewerbe. Jahrgang 1871, S. 267.

2) Die ersten gelungenen Ausführungen von Drahtseiltransmissionen auf grössere Entfernungen gelangen (auf rationelle Basis gestützt) zuerst im Jahre 1850 dem französischen Ingenieur Hirn, der jedoch erst im Jahre 1862 eine zusammenhängende Darstellung in einer Schrift veröffentlichte, welche den Titel führt: „Notice sur la Transmission télodynamique.“ In Deutschland erwarb sich Reuleaux wesentliche Verdienste durch die treffliche Behandlung des Gegenstandes

314 erhellt, ruhen die Hunde (Transportgefäße) *f* mit bajonettförmig gebogenen Gehängen *b d e* mittelst  $\wedge$  Sätteln *b* auf dem in fortschreitender Bewegung begriffenen Seile *a*. Die überdies vorhandenen kleinen Rollen *cc* dienen zum Fortlaufe auf besonderen (Hülf-) Bahnen<sup>1)</sup>, welche etwas erhöht auf Säulen angebracht sind, die auch hier in entsprechenden Abständen zum Stützen und Führen des endlosen Seiles erforderlich sind. Diese betreffenden kurzen Strecken durchlaufen die Lastwagen *abcdef* (den Sattel *b* vom Seile abgehoben). Dieselben Einrichtungen finden sich ferner auch an den Ein- und Ausladestellen. Ebenso hat es Hodgson verstanden, sinnreiche Anordnungen zu treffen, mittelst welcher verhältnissmässig kleine Curven durchlaufen werden können. Ueber diese und noch andere Detailconstructions berichten die unten citirten Quellen<sup>2)</sup>, woraus zugleich (wenigstens theilweise) entnommen

in seiner „Constructionslehre“ und in seinem „Constructeur.“ 3. Auflage, S. 374. Ueber dies Alles, sowie über Drahtseiltransmissionen in England berichten Arbeiten des Verfassers im Hannoverschen Wochenblatt f. Handel und Gewerbe. Jahrg. 1869, S. 136, und in Wirth's „Illustr. deutschem Gewerbekalender für 1870.“ S. 82. Ferner verdienen Notizen über denselben Gegenstand gelesen zu werden; welche Dr. Ritter in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins. Bd. V. (1859), S. 119 veröffentlichte.

1) Diese Bahnen sind, wie in unserer Abbildung, entweder nur einseitig zur Seite des Seiles oder an beiden Seiten derselben vorhanden.

2) a) „Die Seilbahn in Brighton“, für Ceylon bestimmte Versuchsbahn, nach dem Engineer Nr. 147 in der „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.“ Bd. XIV. (1870), S. 720.

b) „Die Hodgson'schen Drahtseilbahnen bei Leicester, Bardou-Hill etc. in England und Irland“ in Böhmen für Torfransporte, für Zuckerrübenfabriken etc. in Umland's „Der praktische Maschinenconstructeur.“ Jahrgang 1871, S. 99 und 110.

c) Drahtseilbahn zwischen Martinsschacht und Krughütte bei Eisleben. Höchst beachtenswerthe Abhandlung von Leuschner in der Zeitschrift f. d. B.-, H.- u. S.-Wesen in Preussen. XX. Bd. (1872), S. 1 (Abthl. B.). Dieser Abhandlung ist zugleich ein Verzeichniss von 33 in den verschiedensten Ländern der Erde (Frankreich, Italien, Spanien, Russland, Schweden, Südamerika etc.) von Hodgson ausgeführten Drahtseilbahnen von  $\frac{1}{8}$  bis 15 engl. Meilen Länge beigegeben, worauf wir verweisen müssen.

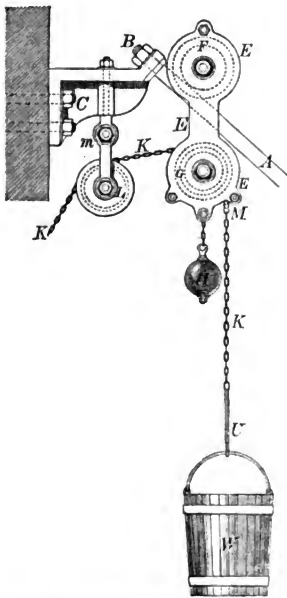
d) Zweitrümmige Drahtseilbahn-Bremsberg in Raibl (Blei- und Galmei-Bergbau) vom Bergverwalter Schaublegger im Jahrgange 1870 der Rittinger'schen „Erfahrungen“, S. 8, und durch eine grosse Tafel Abbildungen erläutert, dürfte als eine der eigenthümlichsten Verwendungen der v. Dücker'schen (unbeweglichen) Seilbahn zu bezeichnen sein. Zwei gespannte Seile sind hier unter einem Winkel von 30 Grad gegen den Horizont geneigt, während jedes derselben (die ganze Bahn) 124 Klafter = 744 Wiener Fuss Länge hat. Die Fördergeschwindigkeit wird zu  $16\frac{1}{2}$  Fuss pro Secunde und die Belastung (das Füllgewicht) der Förderhunde zu 3 Cntr. angegeben. Nach dreijährigem Betriebe (hebt unsere Quelle hervor) konnte die Abnutzung des gespannten Bahnseiles als Null bezeichnet werden. Zur Regulirung der Geschwindigkeit beim Abwärtsfördern hat man das laufende Förderseil um zwei Scheiben gekreuzt, geführt, gegen welche Scheiben Bremsklötze

werden kann, welche vielseitige Anwendung die Hodgson'schen Seilbahnen bereits erlangt haben.

In fast allen Fällen wird das endlose Leitseil durch besondere Triebseile in Thätigkeit gesetzt, welche letztere man (in bekannter Weise) um eine Seiltrommel oder um ein Paar Seilscheiben laufen lässt, deren Umdrehung von einer Dampfmaschine beschafft wird.

In Bezug auf letztere Anordnungen müssen wir wieder auf die bereits citirte, mit guten Zeichnungen begleitete Abhandlung von Leuscher in Eisleben verweisen, worin vorzugsweise die Anordnung der 500 Ruthen oder 1883 Meter langen, über Berg und Thal gehenden Bahn bei Eisleben mit wechselnden Neigungsverhältnissen ( $\frac{1}{9,8}$  bis  $\frac{1}{69,0}$ ) des von 26 Holzböcken (auf der ganzen Längenausdehnung) gestützten Drahtseiles ausführlich behandelt ist.

Fig. 315.



Als Schluss des vorstehenden Capitels erörtern wir noch eine interessante und zweckmässige Verwendung der schwebenden Eisenbahn mit festliegender Seil- oder Rundeisen-(Draht-)Bahn, welche, obwohl schon von Leupold<sup>1)</sup> beschrieben, in Deutschland wenig oder gar keine Anwendung gefunden hat. Es ist dies eine derjenigen schwebenden Eisenbahnen, welche man in Italien (namentlich in Rom) zum Schöpfen und Fördern von Wasser aus offenen Brunnen der Städte benutzt und in die höchsten Etagen der Wohnhäuser ebenso bequem wie rasch transportirt.

Auf eine ausführlichere Besprechung des Gegenstandes in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1872, S. 112, verweisend<sup>2)</sup>, wird es genügen, die ganze Anordnung mit Hülfe der Figur 315 zu besprechen.

A ist die aus Rundeisen von durchschnittlich 20 bis 30 Millimeter gebildete schwebende Eisenbahn, deren Richtung der geraden Linie entspricht, welche sich von der höchsten Stelle eines Etagenfensters (ausserhalb desselben) nach dem äussersten Rande des

wirksam gemacht werden. Ein herabgehender gefüllter Hund zieht stets auf der Parallelbahn einen leeren Hund wieder in die Höhe.

1) *Theatrum machinarum*. Schauplatz der Wasserkünste. Erster Theil, S. 62, Taf. XXVI.

2) *Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins*. Jahrg. 1872, S. 112, mit vollständigen Abbildungen auf Tafel IV.

im Hofe etc. befindlichen Brunnens ziehen lässt. Die Art der Befestigung der Bahn  $A$  am oberen Ende  $B$  an einem Wandlager  $C$  über der gedachten Fensteröffnung erhellt hinlänglich aus unserer Skizze, wobei auch erkannt wird, dass dies Lager  $C$  noch zur Befestigung eines Gehänges  $m$  dient, woran eine feste Rolle  $L$  gehangen ist. Auf der Bahn  $A$  reitet und läuft ein eisernes Gehäuse  $E$ , welches mit Einschaltung einer Rolle  $F$  zur leichten fortschreitenden Bewegung angeordnet ist. Eine zweite Rolle  $G$  in demselben Gehäuse dient zur Leitung einer Kette  $KK$ , an welcher man den Wassereimer  $W$  unter Zwischenbringung eines Federhakens (eines sogenannten Carabinerhakens)  $U$  aufhängt. Die dritte schon erwähnte Leitrolle  $L$  ist derart gelenkartig angeordnet und ausserhalb des Fensters so hoch angebracht, dass die im Innern der betreffenden Etage stehende, den Aufzug bewirkende Person alle Manipulationen leicht und bequem ausführen kann.

Beim Loslassen der Kette  $K$  derart, dass die letztgedachte Person dieselbe unter leichter Reibung durch die Hände gleiten lässt, reicht das Gewicht des leeren Eimers in Verbindung mit dem Gewichte  $H$  am Gehäuse  $E$  und der sonstigen Theile der letzteren vollkommen hin, um das Herablaufen der Hülse  $E$  nebst dem Eimer  $W$  zu veranlassen, wozu nur noch zu erwähnen sein dürfte, dass in der Kette  $K$  bei  $M$  ein Steg eingeschaltet ist, welcher das Selbsterablaufen des Gefässes  $E$  verhindert.

Genau über der Mitte der Mündung des kreisförmigen Brunnenschachtes ist am Bahnrundeisen  $A$  ein Stift angebracht, welcher dem Weiterlaufe des Gehäuses  $E$  ein Ziel setzt. Dies hindert jedoch nicht, die Kette  $K$  und mit ihr den Eimer noch ferner und zwar so weit im Brunnen herabsinken zu lassen, bis das erforderliche Wasser geschöpft ist und der Aufzug mittelst der Kette  $K$  beginnen kann. Beim Aufziehen selbst trifft der Steg  $M$  das über der Brunnenmitte auf der Bahn  $A$  gehaltene Gehänge  $E$ , so dass letzteres mit dem Wassereimer so weit in die Höhe geht als erforderlich und wie dies unsere Abbildung erkennen lässt.

## VI. Krahn<sup>1)</sup>.

### §. 19.

Die bereits Seite 336 Note 1 aufgestellte Definition der mit dem Namen „Krahn“ bezeichneten, zur Ortsveränderung, vor-

1) Von neueren Werken und Encyklopädiën, welche fast sämmtliche, zur Zeit in Anwendung befindlichen „Krahne“ umfassen, sind vorzugsweise folgende zu verzeichnen:

Weisbach, „Lehrbuch der Ingenieur-Mechanik.“ Bd. 3, S. 473 ff. Braunschweig 1851–1860.

Redtenbacher, „Der Maschinenbau.“ Erster Band, S. 455. Mannheim 1862.

Prechtl-Karmarsch, „Supplemente zu v. Prechtl's Technologischer Encyklopädie.“ 4. Bd., S. 205. Stuttgart 1865.

zugsweise zum Heben und Senken der Körper bestimmten Maschinengattung, deren charakteristisches Merkmal „der Ausleger“ ist, lässt hinsichtlich Constructionsdisposition, Gestalt und Verwendung folgende Classification zu, die zugleich den Gang bezeichnen mag, nach welchem die Besprechung des Gegenstandes im Nachfolgenden geschehen soll <sup>1)</sup>.

### Krahn.

A. Feststehende Krahne.		B. Transportable Krahne.
a. Gebäude-Krahne (Magazin-, Giesserei-, Wandkrahne etc.).	b. Freistehende Krahne (Drehkrahne, Schiebekrahne).	(Für Montir-Werkstätten, Eisenbahnen, Bauplätze und andere Zwecke.)

#### A. Feststehende Krahne.

Die Gebäude- oder Wandkrahne lassen sich in solche mit constantem und in solche mit veränderlichem Ausleger unterscheiden. In letzterem Falle wird entweder die Zugstange des Auslegers als Bahn eines Wagens für die Förderlast construirt oder der Ausleger ist um einen Zapfen am Fusse der Krahnsäule drehbar und die Zugstange ist durch eine Kette ersetzt. Es wird (für unsere Zwecke) genügen, den Krahn mit veränderlichem Ausleger zu besprechen und die Anordnung Fig. 316 als (zweckmässigen) Repräsentanten dieser Art (Holzconstruktion) zu betrachten <sup>2)</sup>.

Sämmtliche über die um zwei Endzapfen drehbare Säule *aa* hinausragenden Theile, der Ausleger *b* und die Strebe *c* sind doppelt. Die horizontalen

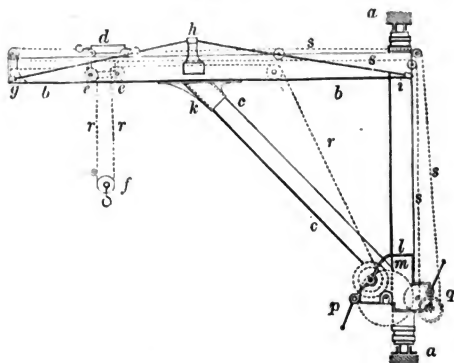
Reuleaux, „Vorträge über Maschinenbaukunde.“ Herausgegeben mit Bewilligung des Herrn Professors etc. von Studirenden des Polytechnicums in Carlsruhe. Als Manuscript autographirt. Carlsruhe 1865.

1) Einer jetzt recht oft gebräuchlichen Definitionsweise, dahin gehend, mit dem Namen „Krahne“ auch die Windensysteme auf hohen transportablen Gerüsten (für Montirwerkstätten, Giessereien, Brücken-, Kirchen- und anderen grossen Bauten) zu bezeichnen, kann der Verfasser (hier) nicht folgen, da diesen (in der Regel) der Ausleger fehlt. Deshalb sollen diese letzteren (Windensysteme) in einem „Nachtrage“ (in §. 21) selbständig besprochen werden.

2) Schöne Zeichnungen eines Krahnes, wobei der Ausleger um einen Zapfen der Krahnsäule drehbar gemacht und die Zugstange durch eine Kette ersetzt ist, findet sich u. a. in Wiebe's Skizzenbuch f. d. Ingenieur und Maschinenbauer. Heft II. (Hölzerner Krahn von 160 Centner Tragfähigkeit aus der Fabrik von F. Wöhlert in Berlin.)

Balken  $bb$  sind der Länge nach mit Bahnschienen aus Flacheisen belegt, auf welchen ein kleiner vierräderiger Wagen  $de$  (die Katze genannt) laufen kann. Ferner stehen beide nebeneinander liegende Balken so weit von einander ab, oder lassen einen Raum zwischen sich, der fast dem Durchmesser der Säule  $a$

Fig. 316.



gleich kommt und wodurch einem mit zwei Rollen versehenen Gehänge  $ee$  Platz gemacht wird, welches mit der Katze  $d$  zu einem Ganzen vereinigt ist. Die Verstärkung des Auslegers  $b$  geschieht durch eiserne Sprengwerke  $ghi$ , sowie die Verbindung der Strebe  $c$  mit dem Ausleger  $b$  durch gusseiserne Schube etc. Alles das bedarf (für unsere Zwecke) keiner besonderen Erörterung<sup>1)</sup>.

Zum Heben und Senken von Lasten, welche man am Haken einer losen Rolle  $f$  aufhängt, dient eine geeignete Winde  $p$  mit doppeltem Zahnradvorlege, auf deren Trommel die Kette  $r$  auf- und abgewickelt wird. Den geeigneten Horizontaltransport der Last bewirkt man durch entsprechendes Ziehen an einer zweiten Kette  $s$  und deren Windewerk, welches mit  $q$  bezeichnet wurde.

Die freistehenden Krähne kann man in solche mit fester, nicht drehbarer Säule und in solche unterscheiden, wobei die Krähnsäule gedreht wird. Erstere Art wird dann entweder so ausgeführt, wie Fig. 317 erkennen lässt, wobei die Krähnsäule sehr kurz ist, oder es reicht diese entsprechend weit in das Fundament hinab und wird darin fest gemauert<sup>2)</sup>. In der Regel hält man

1) Ausführliche (grosse Zeichnungen) eines derartigen (Giesserei-) Krahns für 200 Centner Tragfähigkeit finden sich in der Sammlung von Zeichnungen für die Hütte. Jahrgang 1864. Tafel 16.

2) Schöne Zeichnungen eines freistehenden gusseisernen Krahnes mit langer feststehender, im Fundamente vermauerter Säule (Krahn im Hafen von Constanz) enthält Bd. 1 der „Polytechnischen Mittheilungen“ von Volz und Karmarsch. S. 87. Tafel I–IV.



die erstere Constructionsform für die zweckmässigere und zwar verbindet (befestigt) man dann die Krahnsäule  $a$  in einer starken gusseisernen Platte  $b$ , die durch kräftige Bolzen  $c$  mit dem Fundamente  $d$  vereinigt wird. Oben trägt die feste Säule  $a$  einen Zapfen  $i$ , auf welchen letzteren mittelst einer nach abwärts gekehrten Pfanne das bewegliche Drehgerüst  $g$  gehängt ist, während sich dieses gleichzeitig unterwärts, vermittelst Rollen im erweiterten ringförmigen

Fig. 317.

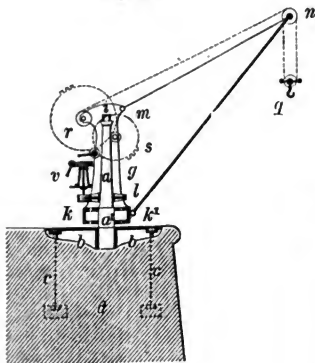
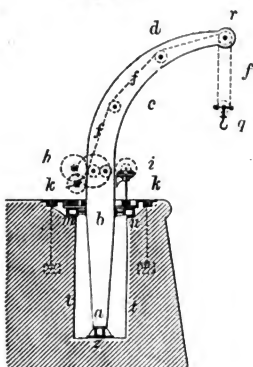


Fig. 318.



Untertheile (des Drehgerüsts) gegen den cylindrischen, gut abgedrehten Theil (Hals)  $a_1$  der Säule  $a$  stützt. Den Auslader  $ln$ , welcher von der zu fördernden Last  $q$  nur auf Druck in Anspruch genommen wird, bildet man entweder aus Holz oder aus Gusseisen, oder wohl auch als Hohlkörper aus Blech, was man kasten- oder zellenförmig vereinigt. Die Zugstange  $mn$  wird nur auf Zerreißen in Anspruch genommen und deshalb aus Schmiedeeisen hergestellt.

Das aus Zahnradpaaren und Kettentrommeln gebildete Windewerk  $rs$  zum Heben und Senken der Last hängt aber so durch geeignete Schilder etc. am Drehgerüst  $g$ , wie ebenfalls der Mechanismus  $v$  zum Drehen des Krahnens <sup>1)</sup>.

Der Umstand, dass der Ausleger verhältnissmässig viel Platz einnimmt und seine niedrige, zu schräge Lage zu mancherlei Unbequemlichkeiten bei der Verwendung des Krahnens Veranlassung wird, endlich Zugstange und Ausleger zwar eine geeignete, aber keine continuirliche feste Construction abgeben, veranlasste (1850) den englischen Ingenieur W. Fairbairn, Krahne aus Eisenblech zu construiren, wobei Ausleger, Zugstange und Krahnsäule zu einem Continuum verbunden sind, gleichsam aus einem Stücke bestehen.

Die Gestalt eines derartigen, aus genieteten Eisenblech gebauten Krahnens lässt Figur 318 erkennen, wobei man zugleich wahrnimmt, dass dieselbe (nach der Fairbairn'schen Anordnung ausgeführt) zur Gattung der

1) Abbildungen verschiedener derartiger Krahne giebt auch J. Glynn in dem kleinen Werkchen: „On the Construction of Cranes.“ Fourth Edition. London 1867.

Krahne mit drehbarer Säule gehört. Die Querschnitte, rechtwinklig zur geometrischen Mittel- oder Achs-Linie des ganzen Körpers  $abcd$ , sind überall hohle Rechtecke, welche nach oben hin (also von  $b$  nach  $c$  und  $d$  zu) an Grösse abnehmen. Im hohlen Raume des Körpers läuft die Aufzugskette  $f$  und liegt die Kettentrommel, während das Windewerk  $h$ , sowie die Mechanismen  $i$  zum Drehen des ganzen Krahnes um den Spurzapfen  $z$  und um das (mit 12 Frictionsrollen ausgestattete) Halslager  $mn$  an entsprechenden Schildern an den Aussenseiten des Krahnes angebracht sind.

Der Verfasser hat den seiner Zeit (1859) grössten derartigen Krahn (Fairbairn's tubular crane) für den Keyham Dock zu Devenport (Plymouth) ausführlich beschrieben und durch Zeichnungen erläutert, worauf hier verwiesen werden muss<sup>1)</sup>. Dieser (damals) grösste Krahn der Erde<sup>2)</sup> für Förderlasten bis zu 60 Tons (1200 Cntr.) bestimmt, hat 83 Fuss Totalhöhe von  $z$  bis  $r$  gerechnet, wovon 23 Fuss auf  $bz$  kommen (d. h. die Drehsäule  $ab$  reicht 23 Fuss unter der Plattform  $kk$  im gemauerten Schachte  $tt$  hinab), während der höchste Punkt  $r$  des Auslegers 60 Fuss hoch über der Plattform  $kk$  liegt und derselbe Punkt bei der Umdrehung einen Kreis von 53 Fuss Radius beschreibt<sup>3)</sup>.

Auch für die Construction hydraulischer Krahne, wie solche (nach Armstrong) bereits (S. 356) besprochen und abgebildet wurden, hat man die Fairbairn'sche Anordnung ausgeführt und zwar u. a. für den Hafen zu Geestemünde in der Provinz Hannover<sup>4)</sup>. Der hohle Blechkörper um eine ebenfalls hohle, in das Fundament wenig versenkte, feste (gusseiserne) Säule drehbar gemacht, hat hier die Gestalt  $\int$ , Aufzugskette und Windetrommel liegen ausserhalb des Krahnkörpers und anstatt eines Gusseisenringes an der Lagerstätte ist hier eine Blechconstruction angewandt etc.

Eine Krahnanordnung, welche seit 1855 in Frankreich sehr viel von sich reden machte, ist die in den Fig. 319 und 320 skizzirte von Camille Neu-

1) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover. Bd. V. (1859), S. 56.

2) Später (1861?) construirte Rennie in London einen schmiedeeisernen Krahn für noch grössere Förderlasten, nämlich für 80 Tons (1800 Centner), wobei zwar Ausleger und Zugstange ebenfalls ein continuirliches Ganzes bilden, jedoch in einer sogenannten Gitterwerkconstruction vereint sind. Dieser für die Woolwicher Dockyards ausgeführte Krahn findet sich beschrieben und abgebildet in Mallet's „Record of the Great Exhibition.“ 1862, Pg. 261.

3) Ein von Waltjen in Bremen für den Geestemünder Hafen gelieferter ähnlicher Blechkrahn findet sich in Wiebe's Skizzenbuch etc. Heft 31, Bl. 3 bis 6.

4) Welkner in der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover. Bd. XII. (1866), S. 316. Im Geestemündener Hafen finden sich zwei solche hydraulische (Blech-) Krahne von je 50 Cntr. Tragkraft, sowie 8 hydraulische Krahne, jeder von 20 Cntr. Tragkraft. Vorbemerkter Quelle sind vier grosse Tafeln Abbildungen beigegeben. Wir benutzen die Gelegenheit, die noch ganz nach Armstrong'scher Weise angeordneten Krahne der steuerfreien Niederlage zu Harburg, in derselben Zeitschrift Bd. VI. (1860), S. 443 etc. besprochen, hierbei in Erinnerung zu bringen.

stadt, einem Beamten der Paris-Orleans-Eisenbahn<sup>1)</sup>. Hierbei hat man (ähnlich wie bei Bernier's Winde S. 402) die gewöhnliche Seiltrommel durch eine sogenannte Nuss *a* (richtiger Kettenzahngetriebe) und die aus elliptischen

Fig. 319.

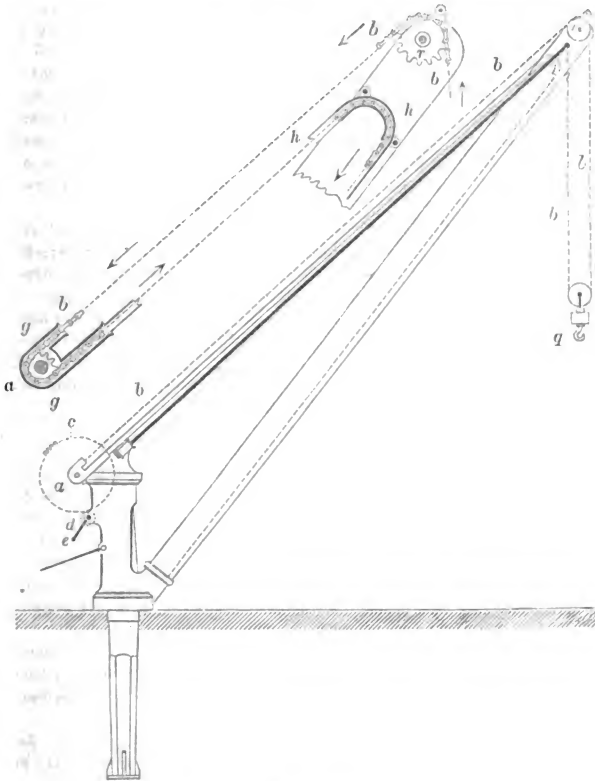


Fig. 320.

1) Armengaud, Publication industrielle. Vol. XII. Pg. 489, Pl. 39, und Vol. XVI. Pl. 23 und 24.

Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen. 1866, S. 189.

Ringen gebildete Kette durch eine Gall'sche Gliederkette  $b$  ersetzt. Auf der Welle von  $a$  steckt dann das grosse Zahnrad  $c$ , in dessen Zähne die des Getriebes  $d$  fassen, welches mit der Handkurbel  $e$  auf derselben Welle steckt.

Die Gall'sche (oder Gelenk-) Kette wird dabei in geeigneten Röhren  $gg$  und  $hh$  von der Triebkraft fortgeschoben, zuerst im Rohre  $gg$ , nachdem (beim Erheben einer Last  $q$  die Förderkette ein oberes Kettenrad  $r$  passirte) und nachher im Rohre  $hh$ , welches letztere gleichsam ein Magazin für den Theil der Kette ist, welcher die Hubarbeit verrichten half. Hiernach kann man nicht läugnen, dass mit dieser Anordnung mancherlei Vortheile erreicht werden, wohin namentlich der Wegfall einer (verhältnissmässig) grossen Ketten-trommel gehört, die Länge der aufzuwickelnden Kette ist nicht so beschränkt wie bei den gewöhnlichen (zugleich als Kettenmagazin dienenden) Windtrommeln, der verminderte Druck zwischen den Zähnen der Windezahnräder  $c$  und  $d$ , die bei Ketten mit Ringgliedern sehr oft vorkommenden Erschütterungen und Stösse fallen weg etc.

Dessen ungeachtet haben sich die Neustadt'schen Krähne in Deutschland (nach unserem Wissen)<sup>1)</sup> wenig oder gar keinen Eingang verschaffen können und zwar höchst wahrscheinlich deshalb, weil die ganze Construction wieder Uebelstände mit sich führt, wodurch die angeführten Vortheile mehr oder weniger aufgehoben werden. Dahin gehört vor Allem die grosse Reibung in den vielen Bolzen der Gall'schen Kette (S. 381, Note 1) und deren Schleifen in den Leit- und Magazin-Röhren  $g$  und  $h$ , nicht zu gedenken des Reckens und Abnutzens der Gall'schen Kette, wodurch der Eingriff der Getriebzähne  $a$  und  $r$  mehr oder weniger beeinträchtigt wird<sup>2)</sup>.

1) Eine dem Verfasser vorliegende Broschüre, welche er 1862 in der Londoner Ausstellung zum Geschenk erhielt und betitelt ist: „Note sur les Grues et Appareils de Levage a chaine Galle“ (Système Neustadt), verzeichnet Pg. 6 eine sehr grosse Anzahl an verschiedene Etablissements abgelieferte derartige Krähne u. a. 116 Stück für die französische Westbahn, 61 für die Orleansbahn, 51 für die kaiserlich französische Marine, 59 für spanische, 19 für schweizerische Eisenbahnen etc., jedoch nur 3 für die österreichische Staatsbahn und keinen einzigen für Deutschland!

2) Es wäre hier vielleicht der Ort, nachträglich über die Krahnungattung zu berichten, bei welchen die gehobenen Lasten zugleich gewogen werden können. Es wird indess genügen, folgende Quellen zu notiren, worin sich dieselben beschrieben und durch Abbildungen erläutert vorfinden:

„Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für das Königreich Hannover.“ Jahrg. 1845, S. 229: George's „Brückenwaagensystem,“ und besonders S. 234, Figur 6 und 7.

Armengaud, Publication industrielle. Vol. IV. Pl. 13: „Grue dynamometrique“ par Lasseron et Legrand.

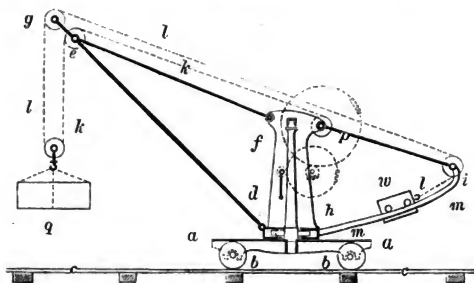
## §. 20.

## B. Transportable Krähne.

Anstatt beim Krähne mit kurzer Säule (Fig. 317) die gusseiserne Plattform mit dem Steinfundamente zu vereinigen, kann man dieselbe auch auf 3 oder 4 Räder, d. h. auf einen Transportwagen  $aabb$ , Fig. 321, setzen, sobald man nur geeignete Mittel zur Herbeiführung der nothwendigen Stabilität in Anwendung bringt. Dass man dabei den ganzen Bau auf entsprechenden Radbahnen  $cc$  laufen lässt, versteht sich von selbst.

Da die mittelst des Krähnes zu hebenden Lasten nur selten constant sind, so bringt man am Krähnmantel  $d/fh$  auf der entgegengesetzten Seite des Auslegers  $de$  entsprechende Gegengewichte  $w$  an, die derartig verstellbar sind, dass das Drehmoment

Fig. 321.



der zu fördernden Last, welche das Umkippen der ganzen Maschine nebst Wagen veranlassen könnte, durch die entgegengesetzt wirkende Drehenergie des Gegengewichtes aufgehoben wird.

Vortreffliche (Constructionszeichnungen) Darstellungen von Lauf- oder Rollkrähnen (wohl auch Eisenbahnkrähne genannt) mit Gegengewichtsanordnungen findet man in den unten verzeichneten Werken und Zeitschriften<sup>1)</sup>.

1) Le Blanc, „Recueil des Machines“ etc. 4<sup>e</sup> Partie. Pg. 39 et 40. Dieser aus dem berühmten Maschinenbau-Etablissement von Sharp-Robert's in Manchester stammende Laufkrahn ist lange Zeit als Muster zweckmässiger schöner

Auf der Pariser internationalen Ausstellung von 1867 fand sich ein nach der Idee Jambille's (Ingenieur der Eisenwerke von Maubège) ausgeführter fahrbahrer Krahn von der in Figur 321 dargestellten Anordnung vor, der in Oppermann's „Visite d'un Ingenieur à l'exposition universelle de 1867“ Pg. 383 unter der Bezeichnung „Grue roulante à l'équilibre constant et a contre-poids automateur“ beschrieben und abgebildet ist. Neu ist an diesem Krahn die eigenthümliche gekrümmte Bahn  $hi$ , auf welcher ein Gegengewicht  $w$  läuft, woran eine Kette  $l$  befestigt ist, die über eine besondere Rolle an der höchsten Stelle  $g$  des Auslegers  $gd$  geht und in der Fortsetzung zugleich die Förderkette  $k$  bildet, an welcher die Last  $q$  hängt. Der Kettentheil  $k$  läuft über die gewöhnliche feste Leitrolle  $e$  und wird bei  $p$  auf der Windtrommel auf- und abgewickelt. Je grösser die Last  $q$  ist, um so höher wird das Gegengewicht  $w$  in der Bahn  $hm$  aufsteigen, welche letztere (nach den bekannten statischen Gesetzen über die sogenannten Gleichgewichtskurven)<sup>1)</sup> derartig gestaltet werden kann, dass (innerhalb selbstverständlicher Grenzen) das Gegengewicht  $w$  jeder zu fördernden Last  $q$  das Gleichgewicht hält<sup>2)</sup>. Diese Anordnung hat offenbar die Nachtheile, dass sie ein (verhältnissmässig) grosses Quantum Förderkette  $kl$  beansprucht, die Arbeit verlangsamt und viel Platz einnimmt. Zur Beseitigung dieser Uebelstände hat (kürzlich) ein Ingenieur Grosse in Manchester das Balancirgewicht an langen Armen eines hochgestellten Hebels angebracht, über dessen kurzen Arm (unter Einschaltung einer festen Rolle) die aufzuwindende Kette läuft<sup>3)</sup>. Je nach der zu fördernden Last wird das Balancirgewicht am gedachten Hebel zu einer Höhe erhoben, welche der jedesmaligen Last entsprechend ist, bevor sich letztere hebt oder senkt. Da auch dieser Anordnung Mängel anhaften, so wird es bis auf Weiteres

Construction betrachtet und zum Nachbauen etc. benutzt worden. — Grosse Aehnlichkeit mit diesem Laufkrahn hat ein für 100 Cntr. Tragfähigkeit berechneter „Eisenbahnkrahn“, welcher in der Maschinenfabrik von van der Zypen & Charlier in Deutz erbaut wurde und fast auf sämmtlichen rheinischen und westphälischen Eisenbahnstationen in Gebrauch ist. Veröffentlicht ist derselbe in der „Sammlung von Zeichnungen für die Hütte.“ Jahrg. 1864, Tafel 35.

Ganz eigenthümlich ist die Anordnung eines Laufkrahnes mit Standfüssen etc., den Neustadt in Paris ausführte. Man sehe deshalb das Polytech. Centralblatt, Jahrgang 1865, S. 924.

1) Man sehe u. a. d. Verfassers „Grundzüge der Mechanik.“ (Leipzig 1860.) S. 235.

2) Contamin (Portef. écon. des Machines par Oppermann. 1869. Pg. 7) ermittelt im vorliegenden Falle die Curven  $km_i$  als Parabelbogen. Die neueste Bestimmung ist die des Prof. Weiss in Dresden, welcher zu Kreisbahnen gelangt und worüber nachzulesen ist in der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover. Bd. XX. (1873), S. 61, unter der Ueberschrift: „Die Form der Gegengewichtsbahn des fahrbaren Krahns mit selbstthätiger Ausbalancirung.“

3) Dr. Grothe's „Allgemeine deutsche polytechn. Zeitung.“ Jahrgang 1873, Nr. 22, S. 278, unter dem Titel: „Ueber Krahn.“ Vortrag des Ingen. Grosse in der Scientific and Mechanical Society of Manchester. (Mit einer Abbildung begleitet.) Ferner in der Zeitschrift „The Engineer.“ 1873, Vol. XXV. Pg. 295.

am praktischsten sein, ein festes Gegengewicht für mittelgrosse Lasten anzubringen und dies beim Fördern bedeutender Lasten durch aufgelegte Eisenstücke (Bahnschienen etc.) zu vergrössern<sup>1)</sup>.

Bei Dampfkrahnen, d. h. solchen Krahnen, wo die Kraft des Wasserdampfes derartig als Motor benutzt wird, dass man Kessel und Maschine mit Krahngehäuse, Ausleger, Strebe etc. in der Weise vereinigt, dass diese sämtlichen Theile als ein zusammenhängendes System transportirt werden können (sogenannte Drehroll-Krahne), sucht man so weit als möglich das Gewicht des Kessels und der Dampfmaschine als Balanciergewicht nützlich zu machen.

Einen der vorzüglichsten Dampfkrahne der Gegenwart, von Brown Brothers (früher Brown, Wilson & Co.) in London construiert und vielfach ausgeführt, lassen die Fig. 322 und 323 erkennen<sup>2)</sup>. An diesen Krahnen ist vor Allem die glückliche Uebertragung des Flaschenzugs-Principes der hydraulischen Krahne (S. 356) auf die Dampfkrahne zu rühmen. Das Gestell  $\alpha$ , worauf die ganze Construction ruht, läuft auf vier Rädern. Die fortschreitende Bewegung des Krahnes auf einer geeigneten Eisenbahn wird dadurch bewirkt, dass die Lastkette  $x$  möglichst weit vorausgebracht und an einem Pfahl etc. befestigt wird. Der Krahnführer lässt der Dampfmaschine einen vollen Hub machen und zieht dadurch die ganze Maschinerie mit grosser Geschwindigkeit fort<sup>3)</sup>.

1) Eine eigenthümliche Anordnung der Art, dass (unter Bezugnahme auf ein Untergestell von allerdings nicht geringem Gewicht) ein festes Gegengewicht dem Krahn in jedem besonderen Falle den nöthigen Grad von Stabilität giebt, hat Ingenieur Schwanke in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. V. (1861), S. 299, Taf. 26 veröffentlicht, die jedenfalls der Beachtung werth ist.

2) The Engineer. October 1867, Pg. VIII, und ebendasselbst vom 22. Juli 1870, Pg. XVI.

3) Kleine Nachhülfen, um den Krahn genau in die richtige Stellung zu bringen, werden mittelst einer Art Knarre bewirkt, welche ein Zahnrad und damit die Räder des Wagens  $\alpha$  dreht. Eine gute pers. optische Zeichnung des Brown'schen Krahnes enthält ein vortrefflich geschriebener Artikel in Erbkam's Zeitschrift für Baukunst. Jahrg. 1868, S. 529, Blatt R bis U (im Text), welcher den Herrn Wasserbau-Director J. Dalmann in Hamburg zum Verfasser hat. Diese Arbeit ist mehr als irgend eine andere geeignet, die Vielseitigkeit der jetzigen Laufkrahnenconstruction mit Dampf-, Wasser- und Luftbetrieb kennen zu lernen und sogar eine gewisse Uebersicht zu bieten. Auf Submissionen zu Laufkrahnen für den Betrieb der Sandthor-Quais waren Offerten aller Art eingegangen. Die hervorragendsten Projecte bemerkenswerther Firmen sind folgende:

1. Dampfkrahne (die meisten solche, welche ihren Kessel mit sich führen) von C. Waltjen in Bremen, Schwarzkopf in Berlin, Moltrecht in Hamburg, Behne & Hertz in Harburg, Routhledge in Liverpool, Forrest & Bar in Glasgow, Appleby Brothers in London.

Fig. 322.

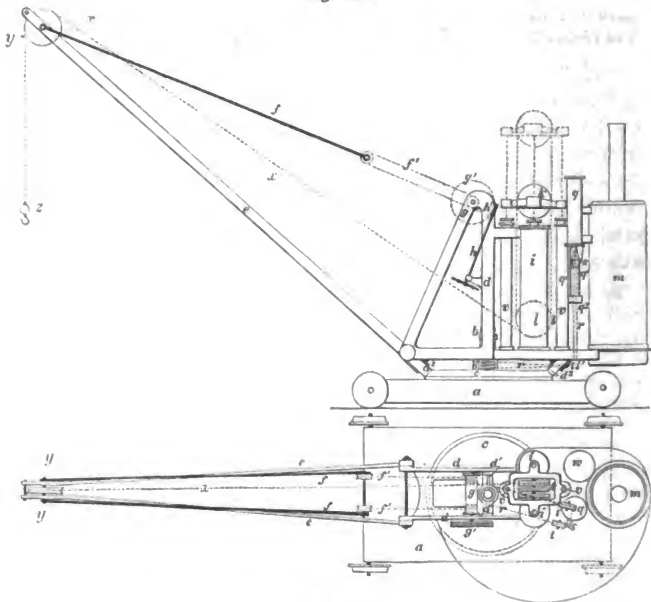


Fig. 323.

2. Luftkrahne von John Cockerill in Seraing und von Hoppe in Berlin.

3. Hydraulische Krahne von Lange & Zeise in Altona, W. Ritter ebendasselbst und von Hoppe in Berlin.

4. Turbinen-Krahne von A. Nagel in Hamburg.

Die Krahne aus der Fabrik von Brown, Wilson & Co. in London fanden erst später Beachtung.

Die hiernach schliesslich gewählten 27 Krahne für den Verkehr am Sandthorquai sind folgende:

2 grosse Dampfkrahne (60 bis 100 Cntr. Tragkraft) von C. Waltjen,

16 Dampfkrahne (32 Cntr. Tragkraft) von Brown, Wilson & Co.,

1 Dampfkrahne von Appleby Brothers,

4 Handkrahne von W. Ritter und

4 Handkrahne vom Lüneburger Eisenwerk.

Der Dalmann'schen Abhandlung ist auch eine Abbildung des Waltjen'schen 100 Centner-Dampfkrahns (mit Frictionsrollen und Mittelzapfen ohne Krahnsäule) beigelegt.



Fast die ganze Last des Krahnes ist hierbei auf den Mittelzapfen der Krahsäule  $b$  gebracht, so dass nur noch ein geringer Theil der Last von drei conischen Laufrollen  $d^2$  aufzunehmen ist, welche auf einem grossen, auf der Grundplatte befestigten Kranze  $c$  laufen. Schilde  $d$  und Traverse  $d_1$  sind die gewöhnlichen.

Zum Fördern (Heben oder Senken) einer am Haken  $z$  der Kette  $x$  aufgehängenen Last dient eine Dampfmaschine mit 2 Cylindern  $ii$ , jeder von 16 Zoll Durchmesser und von 6 Fuss Kolbenhub. Beide Kolbenstangen sind durch einen Kreuzkopf mit einander verbunden, der dabei so gestaltet ist (einen viereckigen Rahmen bildend, wie namentlich aus dem Grundrisse Fig. 323 erhellt), dass er geeignet ist, die 3 losen Rollen eines Flaschenzuges aufzunehmen, dessen correspondirende drei feste Rollen da placirt sind, wo in Fig. 322 der Buchstabe  $l$  steht. Durch Einschaltung dieses Flaschenzugs wird Hub und Geschwindigkeit der Dampfkolben versechsfacht auf die fortschreitende Bewegung der Förderkette  $x$  übertragen, die am oberen Ende des Auslegers in gewöhnlicher Weise über eine feste Rolle  $y$  läuft und am äussersten Ende mit dem Haken  $z$  zum Anhängen von Lasten versehen ist. Wird der Dampf ausgelassen, so sinken die Kolben und zugleich die Last.

Zum Drehen des Krahnes dient eine zweite eincylindrige Dampfmaschine  $q$ , deren Kolben 12 Zoll Durchmesser und 40 Zoll Hub hat. An der Kolbenstange  $q^1$  dieser Maschine sitzt die Traverse  $q^2$ , woran eine Kette  $r$  befestigt ist, welche über Rollen  $s$ ,  $t$  und  $t_1$  (Figur 323) und schliesslich über eine Trommel  $b^1$  an der Krahsäule  $b$  läuft. Sobald der Kolben der Dampfmaschine  $q$  zum Aufsteigen gezwungen wird, zieht man die Kette  $r$  an, wickelt sie um die Krahsäule und dreht dadurch den beweglichen Theil des Krahnes um die Säule. Mit Wasser gefüllte Cylinder  $vv$ , deren Kolbenstangen ebenfalls an dem Kreuzkopfe befestigt sind, deren Kolben also an den Bewegungen der Dampfkolben Theil nehmen, dienen als Sicherheits-Bremsen, die in Wirksamkeit treten, wenn zufolge eines Kettenbruchs oder durch einen anderen Umstand veranlasst, die Dampfkolben in zu rasche Bewegung versetzt werden. Der Raum über und unter den Kolben der Cylinder  $v$  ist mit einem eigenthümlich eingerichteten, mit einem Ventile ausgestatteten Wasserreservoir (Cylinder)  $w$  (Fig. 323) in Verbindung gesetzt.

Beim Aufgange der Kolben in den Cylindern  $vv$  folgt diesen das Wasser aus dem Reservoir  $w$ , während beim Kolbenniedergange dies Wasser in den Behälter  $w$  zurückfliesst. Dabei passirt das Wasser das erwähnte Ventil, welches demselben gestattet, aus  $w$  nach  $vv$  zu strömen, während der Rückgang des Wassers aus den Cylindern  $vv$  nach dem Reservoir  $w$  nur dann erfolgen kann, wenn der Maschinist (mit Hülfe eines Hebels) das Ventil geöffnet hat<sup>1)</sup>.

Der Ausleger  $e$  ist um seinen tiefsten Punkt am beweglichen Krahngehäuse drehbar gemacht, so dass dessen Neigung gegen den Horizont (also seine Ausladungsgrosse) verändert werden kann.

Hierzu haben die Constructeure die Zugstange  $f$  zum Theil durch einen Rollenzug  $f'$  ersetzt, dessen Kette auf einer Trommel  $g$  auf- und abgewickelt

1) Herrn Dalmann's Abhandlung enthält eine besondere detaillirte Abbildung der zur Bremsvorrichtung gehörigen Theile, worauf hier verwiesen werden muss.

werden kann. Die Drehung der Trommel  $g$  wird durch ein Rad  $g'$  vermittelt, in dessen Zähne das Gewinde einer Schraube ohne Ende  $h'$  fasst und welche letztere durch ein sogenanntes Handrad  $h$  in Umdrehung gesetzt werden kann.

Ueberdies lässt sich der vordere Theil des Auslegers  $e$  teleskopisch aus- und einschieben, also verlängern und verkürzen. Die grösste Ausladung des Auslegers durch Senkung und Hinausschieben beträgt demgemäss 33 Fuss.

Der Arbeitsdampf wird im Kessel  $m$  entwickelt, durch dessen Gewicht der Krahn so balancirt ist, dass beim Leergange die beiden hinteren kegelförmigen Frictionsrollen  $d_2$  im belasteten Zustande die vordere sehr grosse Rolle den Führungsring berührt.

Der Dampfdruck, mit welchem gearbeitet wird, beträgt 90 bis 120 Pfd. pro Quadratzoll. Letztere Pressung wird jedoch nur in Anwendung gebracht, wenn die zu hebenden Lasten auf etwa 40 Cntr. anwachsen.

Von den vier Laufkrahn-Gattungen, welche bei der erwähnten Hamburger Submission zur Ausführung und Anwendung gelangten, verdienen namentlich zwei noch ganz besonders der Erwähnung. Es sind dies die grossen Dampfkrahne von C. Waltjen in Bremen und die hydraulischen Krahne von W. Ritter in Altona. Hinsichtlich der speciellen Constructionsanordnungen beider Krahn-gattungen müssen wir wieder auf die unten angegebenen Quellen verweisen<sup>1)</sup>.

Waltjen's grosse Maschinen gehören wieder zur Gattung der Krahne mit Frictionsrollen und Mittelzapfen ohne Krahnssäule. Die von ihnen besonders zu lösende Aufgabe bestand darin, sich rasch (in einer Viertelstunde) aus einem mit höchstens 50 Cntr. arbeitenden Krahne in einen Krahn von 100 Cntr. verwandeln zu lassen. Soll letzteres geschehen, so wird das auf einen besonderen Wagen liegende Gegengewicht herangefahren, die horizontale Stangenverbindung, welche den richtigen Abstand des Gewichtes sichert, mittelst Bolzen am Krahn befestigt, die vorhandenen Strebeketten durch Schrauben verkürzt etc.

Die Bewegungsmechanismen schliessen sich sämmtlich an die hochgelagerte Schwungradwelle der beiden vorhandenen gekuppelten Dampfmaschinen mit vertical gestellten Cylindern an. Es sind vorhanden: ein Frictionskegel für das Heben, einer für die Rechtsdrehung und einer für die Linksdrehung. An der noch höher (über der Schwungradwelle) liegenden Kettentrommel sitzt ein Bremsrad. Die als Differenzialbremse<sup>2)</sup> construirte Bremse wird durch ein

1) Dalmann, a. a. O. S. 16 und Blatt V, und S. 17 mit beigefügtem Holzschnitte des Ritter'schen Krahns. Werkzeichnungen von letzterem Krahne enthält die „Sammlung von Zeichnungen für die Hütte.“ Jahrgang 1868, S. 9, Tafel 12<sup>a</sup>. und 12<sup>b</sup>.

2) Unter „Differenzialbremsen“ versteht man diejenige Gattung von Bandbremsen, bei welchen beide Enden der Bandbremse (S. 394 ff.) nicht um gleichviel angezogen werden, sondern sich das eine Ende lockert, während das andere angezogen wird. Auf diese Weise tritt eine Differenzwirkung ein, welche so regulirt werden kann, dass die geringste Kraft und sogar die durch das blosse Gewicht des Hebels bewirkte Reibung des Bandes eine bedeutende Last am Herabsinken zu hindern vermag. Specielles hierüber findet sich in Bornemann's

Gewicht fest angezogen gehalten. Soll eine Last gehoben oder gesenkt werden, so hat man durch Heben des Gewichtes das Bremsrad nach Bedürfniss zu lösen etc.

Bei den Ritter'schen<sup>1)</sup> hydraulischen (Hand-) Krähnen bildet die Krähnsäule eine senkrecht stehende hydraulische Presse, wobei der Hub des Presskolbens durch Einschaltung eines geeigneten Flaschenzuges (gewöhnlich um das sechsfache) vergrössert wird. Bei der Arbeit wird Wasser, mittelst einer auf dem Wagengerüste des Krähns placirten Hand-Druckpumpe, aus einer Art Windkessel gesogen und in den Presscylinder getrieben. In eben diesen Windkessel strömt auch das Wasser bei sinkender Last (beim Herablassen derselben), wobei ein dem Ausleger gegenüber angebrachtes, um einen Schwingarm (Hebel) bewegliches Gegengewicht gehoben und das unter dem Presskolben befindliche Wasser wieder in den Windkessel zurückgetrieben wird. Durch letzteren Act wird die Luft im Windkessel comprimirt und durch die Elasticität dieser Luft, in Verbindung mit dem Niedergange des Gegengewichts, das selbstthätige Hinaufgehen der Kette (nach abgenommener Last) bewirkt, ein Umstand, der besonders beim Absetzen von Lasten sehr wichtig ist. Um die Last von der Kette lösen zu können, wird durch einen einfachen Umsteuerungsmechanismus die Wirkungsweise der Pumpe umgekehrt, so dass sie aus dem Presscylinder saugt und in den Windkessel drückt. Die Kette wird dadurch schlaff.

Die Vortheile dieser Ritter'schen hydraulischen Krähne sind vornehmlich: sanfte und sichere Bewegungen, das Fehlen aller Zahnräder, Kettentrommeln und Bremsen und geringe Arbeiterzahl (zur Bedienung), welche hier nicht auf dem Krähne, sondern neben demselben auf dem Erdboden steht.

Indem wir glauben, mit vorstehenden Erörterungen den freien Laufkrähnen (für unsere Zwecke) hinreichende Aufmerksamkeit gewidmet zu haben, notiren wir unten<sup>2)</sup> einige der neuesten Mittheilungen über Dampfkrähne, wenden uns aber dann zu derjenigen Gattung von Laufkrähnen, welche ausschliesslich für Innenräume von Gebäuden, Locomotiv- und Montir-Werkstätten, sowie Giessereien bestimmt sind, dabei namentlich solche beachtend, welche mittelst Seiltransmissionen durch eine feststehende Dampfmaschine in Thätigkeit gesetzt werden. Namentlich sollen aber von derartigen Krähnen diejenigen des englischen Ingenieurs Rams-

---

Civil-Ingenieur (Differenzialbremse von Napier), Jahrg. 1863, S. 223, und in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. VIII. (1864), S. 65.

1) In einem vom Verfasser für Wirth's „Deutschen Gewerbskalender“, Jahrgang 1870, gelieferten und mit „Zustände und Fortschritte des Maschinenwesens“ überschriebenen Artikel“, ist S. 86 der Name Ritter mit Richter verwechselt worden.

2) Elsaesser, „Ueber Dampfkrähne und deren Verwendung.“ Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XVI. (1872), S. 749.

Die Dampfkrähne der Wiener Weltausstellung von 1873 in Uhland, „Der praktische Maschinenconstructeur.“ 1873, S. 357.

bottom<sup>1)</sup> in das Bereich unserer Betrachtungen gezogen werden, wo die Geschwindigkeit des Betriebsseiles eine sehr grosse, bis 60 englische Meilen pro Stunde oder 88 englische Fuss (26,8 Met.) pro Secunde ist. Durch letztere Anordnung erreicht man den Vortheil, eine bestimmte Arbeit mit verhältnissmässig geringer Seilspannung überwinden und ein schwaches (dünnes) Seil in Anwendung bringen zu können, was wenig kostet und geringe Biegungswiderstände zeigt. (Aehnlich wie dies schon bei dem neuen Seilbahnsysteme der Herren Riggerbach und Zschokke S. 449 erörtert wurde.)

Die Fig. 324 und 325 sind Skizzen (in  $\frac{1}{30}$  wahrer Grösse) eines Ramsbottom'schen Laufkrahns, wovon sich mehrere in den Werkstätten der North-Western Eisenbahn zu Crewe in Thätigkeit befinden.

Jeder solcher Krahn läuft auf einer am Boden der Werkstatt angebrachten Eisenbahn, während seine hoch hinaufgeführte Säule *AH* am oberen Ende mittelst einer Leitrolle *C* zwischen Schienen *BB* aus  $\text{H}$ -Eisen geführt wird.

Das von der Dampfmaschine mit grosser Geschwindigkeit bewegte Treibseil<sup>2)</sup> ist derartig über 3 Spurscheiben *D*, *E* und *E* gelegt, dass es die mittlere Scheibe *D* fast genau zur Hälfte umgibt. Die Seilscheibe *D* ist aber oben auf der Verticalwelle *I* festgekeilt, welche durch die ganze hohle Krahnssäule *AH* hindurchgeht und von welcher Welle *I* aus alle Bewegungen durch Reibungsräder an die Stellen übertragen werden, wo sich die Mechanismen zum Heben von Lasten oder zum Transport des ganzen Krahns vorfinden.

Für erstere Zwecke befindet sich auf der Welle *I* ein doppelter Reibungskegel *M*, dessen Nabe mit einer Nute versehen ist und welcher sich über eine Feder wegschieben lässt, die auf derselben Welle *I* sitzt. Je nachdem nun der Doppelkegel (vermittelst eines Handhebels *P*) nach oben oder unten geschoben und der höher oder tiefer gestellte Kegel gegen die eine oder andere Seite eines dritten Reibungskegels gepresst wird, wird eine an der Welle des letzteren sitzende endlose (eingängige) Schraube *N* nach links oder rechts ge-

1) John Ramsbottom, of Crewe: „On the improved Traversing Cranes.“ Institution of Mechanical Engineers. Proceedings. 1864, Pg. 44.

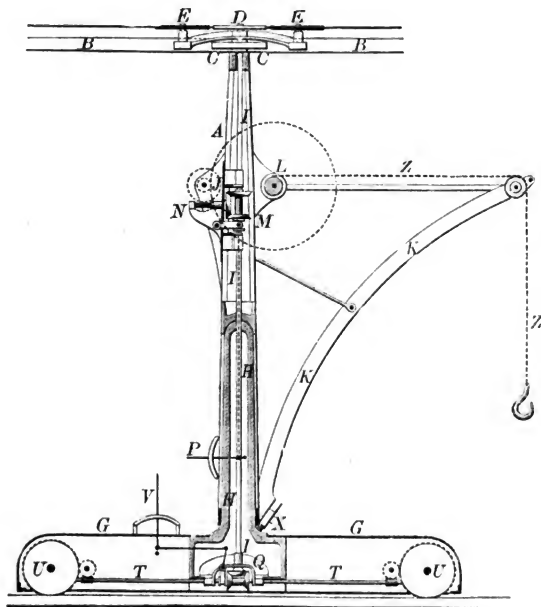
Lentz, „Ueber Laufkrahne mit Seilbetrieb.“ Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XII. (1868), S. 289.

Hartig, „Ueber einen Säulenlaufkrahne mit Seilbetrieb“ in dessen schätzbarem Werke: „Versuche über Leistungen und Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen.“ Leipzig 1873, S. 226.

2) Bei einem Ramsbottom'schen Säulenkrahne der Rich. Hartmann'schen Maschinenfabrik wird (nach Prof. Hartig a. a. O. S. 226) die Verticalwelle *I* (unter Einschaltung von drei Riemenvorgelegen, wobei die Antriebscheibe von der Dampfmaschine zu 200 Umläufen pro Minute gezwungen wird) pro Minute 1000 mal umgedreht. Es ist nämlich  $200 \cdot \frac{900}{450} \cdot \frac{625}{250} \cdot \frac{450}{450} = 1000$ , indem die Zahlen der Brüche die Scheibendurchmesser in Millimeter ausdrücken.

dreht und dadurch ein Schraubenrad *J* in Umkehrung versetzt, welches mit einem Stirnradgetriebe auf derselben Welle sitzt und durch dessen Eingriff das grosse Rad *L* bewegt wird, auf dessen Welle sich die Lastkette *Z* auf- und

Fig. 324.



abwickelt<sup>1)</sup>. Der schräge Druck des Auslegers *K* nach unten wird von einer Frictionsrolle *X* aufgenommen, welche von einem gusseisernen Rahmen gehalten wird.

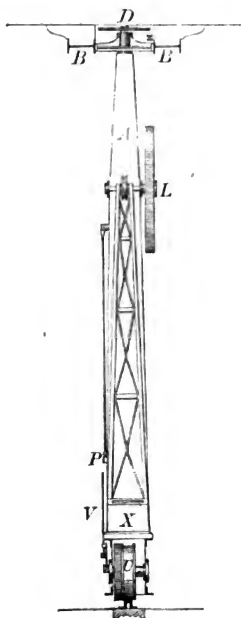
1) Das von der endlosen Schraube *N* bewegte Rad *J* hat 60 Zähne, während das mit letzterem Rade auf derselben Welle festgekettete Getriebe 12 Zähne besitzt und das grosse Stirnrad *L* deren 115 hat. Da nun der Durchmesser der Trommel, auf welcher sich die Lastkette auf- und abwickelt, 325 Millimeter beträgt, so ergibt sich die Geschwindigkeit, womit die Hebung oder Senkung einer Last ausgeführt wird, zu

$$1000 \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{12}{115} \cdot \frac{325 \cdot \pi}{60},$$

also da  $\pi = 3,14$ , zu 29,6 Millimeter pro Secunde.

Die fortschreitende oder Längenbewegung des Krahn's wird durch folgende Anordnungen bewirkt. Aehnlich der vorbeschriebenen Mechanismen zum Heben und Senken der Last vermittelt auch hier ein auf die Verticalwelle *I* gekeilter Frictionskegel *Q* die Links- oder Rechtsdrehung einer Horizontalwelle *T*, je nachdem das eine oder andere des auf letztere Welle geschobenen Kegel-paares (Doppelkegels) gehörig gegen *Q* gepresst wird, was mit Hilfe eines Hebelwerkes *V* leicht geschehen kann.

Fig. 325.



Unter Einschaltung von endloser Schraube, Rad und Zahnradvorgelege wird schliesslich die Bewegung auf die beiden Laufräder *U* des Krahn's übertragen<sup>1)</sup>.

Im kastenförmigen Fusse des Krahn's sind keine Balanciermassen angebracht, da derselbe Eigengewicht genug besitzt, um bei der grössten zu hebenden Last (= 80 Cntr.) fest zu stehen.

Der Ausleger *K* des Ramsbottom'schen Laufkrahn's hat (in der Horizontalprojection gemessen)  $8\frac{1}{2}$  Fuss Radius und kann dabei eine Länge von 120 Fuss durchlaufen, d. h. seinen Standpunkt auf diese Distanz verändern.

Als Betriebsseile für die Spurscheiben *DED* haben sich (nach Ramsbottom) ganz vorzüglich solche aus weisser Baumwolle bewährt, welche mit etwas Talg und Wachs abgerieben wurden. Derartige Seile besitzen verhält-

1) In dem von Prof. Hartig (a. a. O. S. 226) mitgetheilten Beispiele haben die Räder, welche von den eingängigen Schrauben der Wellen *T* in Umdrehung gesetzt werden, je 33 Zähne und die zwischen den Laufrollen (von je 500 Millim. Durchmesser) und den endlosen Schrauben eingeschalteten Zahnradvorgelege haben  $\frac{16}{58}$  als Grössenverhältniss. Demnach erhält man als die Fahrgeschwindigkeit des Krahn's pro Secunde:

$$1000 \cdot \frac{1}{33} \cdot \frac{16}{58} \cdot \frac{500 \cdot \pi}{60} = 219 \text{ Millimeter.}$$

Von diesem Werthe sowie von den vorher für die Heb- und Senkgeschwindigkeit berechneten ergab die Hartig'sche Beobachtung im Durchschnitt nur 58 Proc. Hartig schreibt diese grossen Geschwindigkeitsverluste dem Gleiten zu, welches zwischen den zur Uebertragung der Bewegung vorhandenen Frictionskegeln unvermeidlich

nissmässig grosse Dauer, sind leicht, geschmeidig, auf der Oberfläche glatt und leiden nicht vom Staub.

In Deutschland befasst sich namentlich die Maschinenfabrik von Ludw. Stuckenholz zu Wetter a. d. Ruhr (Westphalen) mit dem Baue von Krahnern verschiedener Gattung mit Seilbetrieb als beachtenswerthe Specialität<sup>1)</sup>.

## §. 21.

**Winden auf fahrbaren Hochgerüsten.**

(Erhöhte Lauf- oder Schiebebühnen.)

Die hier zu besprechenden, zum Heben, Senken und gleichzeitig zum Horizontal-Transport bestimmten Maschinen pflegt man gewöhnlich ohne Weiteres den „Krahnern“ zuzurechnen, was jedenfalls nicht richtig ist, insofern ihnen das charakteristische Merkmal des Krahnens, der Ausleger, gänzlich fehlt. Je nach den besonderen Zwecken der Anwendung nennt man sie wohl auch Rollkrahne für Giessereien, Montirwerkstätten, Verladestellen (insbesondere für den Eisenbahnverkehr), Fahrgerüst-Krahne für Brücken-, Palast-, Kirchenbauten etc.

Für unsere Zwecke wird es genügen, ein Paar besondere Fälle solcher Winden auf fahrbaren Hochgerüsten speciell zu besprechen, und zwar einige für innere Räume von Montirwerkstätten, Giessereien etc., sowie einen Fall für Kirchenbau bestimmt, hinsichtlich zahlreicher anderer Verwendungen aber (namentlich für Brückenbauten) auf die unten citirte Literatur zu verweisen<sup>2)</sup>.

---

war, ungeachtet ein mit Erlenholz bekleideter Kegel während der (Hartig'schen) Versuche in Brand gerieth.

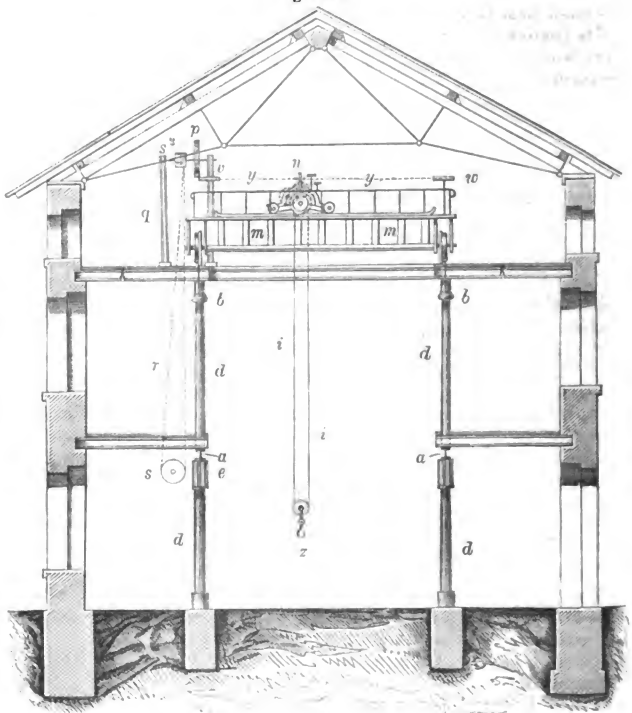
Die erforderliche Betriebsarbeit ergab sich, wenn die Auslegerkette  $z$  mit 17 Cntr. belastet war, zur Hebung = 4,38 Pferdekräften und zur Horizontalverschiebung = 4,62 Pferdekräften.

1) Ein mir gedruckt vorliegender Prospect der Stuckenholz'schen Maschinenfabrik bezieht sich auf „Hebzeuge mit Dampf-, Seil-, Wellen-, Riemen-, Hand- und hydraulischem Betrieb“ und hebt besonders hervor „Fahrbare Dreh-Roll-Krahne bis zu 300 Cntr.“ Nach Wien zur Weltausstellung gelieferte Krahne dieser Fabrik finden sich beschrieben und abgebildet im Engineering, August 1873, und im Polytechnischen Centralblatte 1873, S. 1460.

2) Armengaud, Publ. indust., Vol. 7, Pl. 6 (grue de transbordement).

Prechtl-Karmarsch, Technologische Encyclopädie. Supplementbände. Artikel „Krahne“.

Fig. 326.



Wiebe, „Skizzenbuch.“ Hest 1, Bl. 2, ferner Hest 6, Bl. 4 u. 5, auch Hest 9, Bl. 4, und Hest 16, Bl. 1 u. 2.

Zeichnungen f. d. „Hütte.“ Jahrg. 1855, 1856, 1859, 1860, 1868, Taf. 23 (von Hoppe in Berlin) u. 1869 (Taf. 17 a—f, Bochumer Gussstahlfabrik, 800 Cntr. Tragkraft).

Ramsbottom und Fernie in den Inst. of Mech. Engineers. Ersterer im Jahrg. 1864, Letzterer im Jahrg. 1868.

Lentz, „Ueber Laufkrane mit Seilbetrieb.“ Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XII. (1868), S. 289.

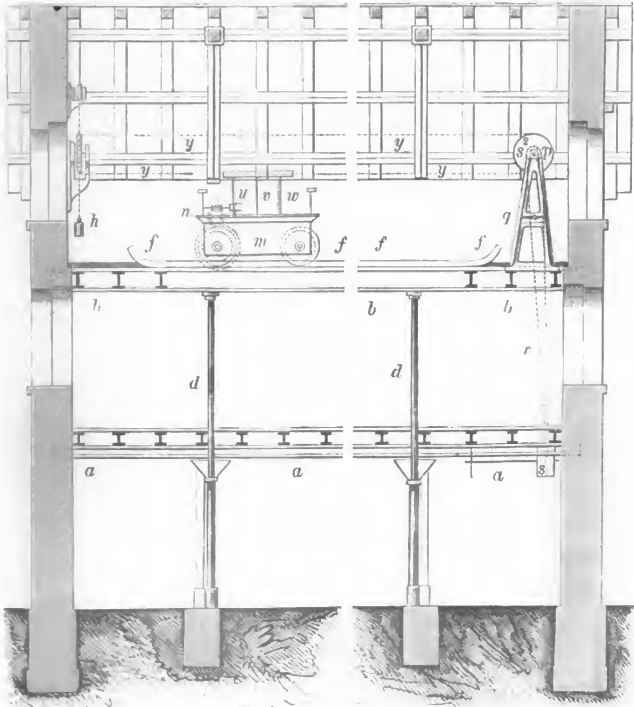
Ledebur, „Krahe für Eisengiessereien“ in Kerl's Berg- und Hüttenmännischer Zeitung, Bd. XXX. (1871), S. 206, und Polytechn. Centralbl., Jahrgang 1871, S. 1019.

Literatur für „Hohe Fahrgerüste mit Winden“; wie solche vorzugsweise für Bauzwecke erforderlich werden, folgt weiter unten.



Die Disposition einer transportablen Winde auf einem Fahrgerüste der Werkzeugmaschinenfabrik von Zimmermann in Chemnitz lassen die Fig. 326 u. 327 erkennen. Mittelst dieser Anordnung kann man eine am Haken einer losen Rolle  $z$  aufgehängene Last nach drei verschiedenen Richtungen in fortschreitende Bewegung versetzen, nämlich erstens vertical heben oder senken, zweitens in der Breite  $kk$  (Fig. 326) des Gebäudes bewegen und drittens ebenso in der Längsrichtung  $ff$  des Gebäudes transportiren<sup>1)</sup>. Die Haupt-

Fig. 327.



1) Ausführlich beschrieben und mit 2 Tafeln Abbildungen begleitet in Bornemann's Civil-Ingenieur, Bd. 17 (1871) unter der Ueberschrift: „Laufkahn durch eine feststehende Dampfmaschine betrieben.“ Von W. Jeep, Civil-Ingen. Rühlmann, Maschinenlehre. IV. 81

balken *aa* und *bb* des Gebäudes sind aus Blech- und Winkeleisen hergestellt und durch eine hinreichende Anzahl gusseiserner Säulen *dd* unterstützt. Der Raum zwischen den Balken *aa* und *bb* ist (wie aus Fig. 326 erhellt) derartig frei, dass an den Bewegungen in den drei erwähnten Richtungen durch tragende und stützende Bauconstructionen keinerlei Hindernisse erwachsen können.

Die Balken *bb* sind mit Eisenbahnschienen *ff* belegt, um das fahrbare Windegerüst *m* möglichst leicht und bequem transportiren zu können. Die auf letzterem Gerüste placirte Bockwinde mit mehrfachen Frictionsscheiben-, Zahn- und Schraubenrad-Vorgelegen ausgestattet, ist in unseren Abbildungen mit dem Buchstaben *n* bezeichnet, in der Breitenrichtung *kk* (Fig. 326) des Gebäudes verschiebbar und in ihren allgemeinen Anordnungen denjenigen Constructionen ähnlich, wie solche bereits vorher, namentlich beim Ramsbottom'schen Laufkrahne mit Seiltrieb (S. 476), besprochen wurden<sup>1)</sup>.

Die vorhandene stationäre Betriebsdampfmaschine überträgt ihre bewegende Arbeit auf eine Hauptriemenscheibe *s*, zu deren Lagerträger an einer der unteren Säulen *d* gehörig abgerichtete Flächen *e* angeordnet sind. Von hier aus pflanzt ein Riemen *r* die Bewegung vertical aufwärts auf eine (passive) Scheibe *s*<sup>2</sup> fort, deren Welle auf zwei Böcken *q* gelagert ist.

Ueber die grosse (einen Meter im Durchmesser haltende) Schnurscheibe *p*, welche mit *s*<sup>2</sup> auf derselben Welle sitzt, ist ferner das endlose Treibseil *y* der ganzen Winde-Maschinerie gelegt, deren correspondirende, gleichgrosse (in Bezug auf *p* passive) Scheibe am anderen Ende der ganzen Gebäudelänge *ff* (Fig. 327) befindlich ist, woselbst man auch die mit *h* bezeichnete Spannvorrichtung des Treibseiles *yy* placirt hat.

Zur Führung des Treibseiles auf der Fahrbühne *mm* dienen die Scheiben *v* und *w*, während mit *u* eine dritte Scheibe bezeichnet ist, welche die Fortschaffung (die fortschreitende Bewegung) der Fahrbühne bewirkt. Vor *p* liegen ausserdem noch Scheiben (deren horizontale Ebenen verlängert normal zur Scheibe *p* liegen), welche die hier erforderliche Ableitung des Treibseiles unter einen rechten Winkel veranlassen. Die notwendigen Bewegungen der Winde *n*, sowohl zum Heben und Senken einer Last *z* am Seile *i*, als zur Querverschiebung (rechtwinklig auf die Längenrichtung des Gebäudes) erfolgen ebenfalls vom Treibseile *y* aus durch Anordnungen und Mechanismen, die in

---

in Holzminden a. d. Weser. Im Wesentlichen Ramsbottom'sche Anordnungen mit Seiltrieb.

1) Ein derartiges Windesystem auf verschiebbarem (transportablem) Hochgerüste nach Ternie's Vorgänge mit Drahtseilbetrieb unter Benutzung der Fowler'schen Clip-drum (Bd. 2, S. 471 u. Bd. 4, S. 185), welche die Caird'sche Maschinenfabrik und Bauanstalt eiserner Schiffe etc. in Greenock (Schottland) benutzt, findet sich unter der Ueberschrift: „40 Tons Travelling Crane“ im Engineering vom 20. März 1874, Pg. 208 beschrieben und durch eine beigefügte grosse Tafel Abbildung erläutert. Die hierbei angeordneten Geschwindigkeiten sind folgende: Treibseil  $4\frac{1}{2}$  englische Meilen (7,24 Kilometer) pro Stunde. Grosse Hub- und Senkgeschwindigkeit: 4 Fuss (langsamer 2 Fuss) pro Minute. Querbewegungsgeschwindigkeit: 28 Fuss pro Minute Längenbewegungsgeschwindigkeit: 30 Fuss pro Minute.

unseren Skizzen nur angedeutet werden konnten und in Bezug auf welche in unserer Quelle<sup>1)</sup> Belehrung gesucht werden muss.

Wie sehr auch unter Umständen für grössere Etablissements diese Windesysteme belobt und empfohlen werden mögen, immerhin bleibt ihnen das Uebel anhaften, dass allein der Leerlauf der Betriebsseile ein verhältnissmässig grosses Arbeitsquantum consumirt<sup>2)</sup>, sowie die Anschaffung und Unterhaltung des ganzen Werkes sehr kostspielig ist, noch gar nicht zu gedenken, dass namentlich für deutsche Verhältnisse eine solche (complicirte) Maschinerie auf transportablen Hochgerüste nur selten vollständig auszunutzen sein wird<sup>3)</sup>.

Letztere Gründe erklären auch die Thatsache, dass man mit derartigen transportablen Windesystemen recht zufrieden ist, wenn ihr Betrieb durch Menschenhände erfolgt, wie dies u. a. auch in betreffenden grösseren Etablissements in und nahe der Stadt Hannover, u. a. in der Hannover'schen Eisengiesserei und in den Räumen der ehemaligen G. Eggestorff'schen Maschinenbau-Anstalt (jetzt der hannoverschen Maschinenbau-Actien-Gesellschaft gehörig) der Fall ist.

Dem entsprechend wird es nicht überflüssig sein, hier noch Fahrgerüst und Winde des genannten Eisengiesserei-Krahnes zu beschreiben, wie solcher bereits 1861 von der Wilhelmsütte bei Sprottau geliefert wurde und noch gegenwärtig zur Zufriedenheit der Betheiligten im Gebrauche ist. Figur 329 die ganze Breite des Fahrgerüstes darstellend, ist dabei nach einem um  $\frac{1}{4}$  kleineren Massstab als Fig. 328 gezeichnet, welche letztere Figur die Seitenansicht des Fahrgerüstes und des Windewerks erkennen lässt. Sämmtliche Theile des ganzen Baues sind so bemessen und construirt, dass mit Sicherheit Lasten bis zu 450 Centner Gewicht gefördert und transportirt werden können.

Die Spannweite des Fahrgerüstes beträgt 32 Fuss Hannov. (29 Fuss 9 Zoll rhein. oder  $9\frac{1}{3}$  Meter), während das aus Eisenblech gebildete Gerüst selbst 29 Fuss 2 Zoll rhein. Länge,  $7\frac{1}{2}$  Fuss rhein. Breite und 30 Zoll rhein. Höhe hat.

Das Windewerk besteht aus einer gusseisernen Trommel *a* (Fig. 328) von 18 Zoll Durchmesser und von 2 Fuss  $1\frac{7}{8}$  Zoll Länge. Mit ihr auf derselben Welle steckt ein Stirnrad *b* von  $3\frac{1}{2}$  Fuss (Theilriss-) Durchmesser, in welches ein Getriebe *c* von 9 Zoll Durchmesser greift. Auf die Welle des letzteren hat man ein zweites grosses Stirnrad *f* von 3 Fuss Durchmesser befestigt und solches in Eingriff mit einem Getriebe *d* gebracht, dessen Durchmesser 7 Zoll beträgt. Die Welle des Getriebes *d* trägt an einem Ende (rechts

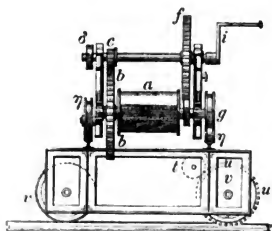
1) Jeep in Bornemann's Civil-Ingenieur, Bd. 17, S. 243—246 etc. Auch Professor Hartig's Krahnartikel im Anhang zu seinem vortrefflichen Werke: „Versuche über Leistung und Arbeits-Verbrauch der Werkzeugmaschinen.“ S. 227, Tafel XVIII. Endlich die von Ramsbottom und Fernie in den bereits citirten Abhandlungen der Institution of Mechanical Engineers (Proceedings, beziehungsweise 1864 und 1868), enthaltend Detail-Skizzen und Zeichnungen der etwas complicirten Mechanismen zur Hervorbringung, Abänderung etc. der verschiedenen hier erforderlichen Bewegungen. Ueber Grösse der erforderlichen Betriebsarbeiten giebt Prof. Hartig's citirte Arbeit hinlängliche Auskunft.

2) Hartig a. a. O. S. 227.

3) Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIII. (1869), S. 223.

von Fig. 328) die (16 Zoll hohe) Betriebskurbel *i*, am anderen linken Ende aber ein Sperrrad *σ*, um möglich rückgängige Bewegungen zu verhindern. Ein eben solches Sperrrad befindet sich auf der Welle der Trommel *a* (Fig. 328

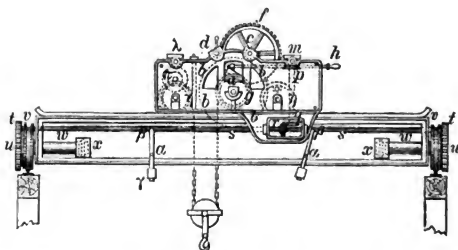
Fig. 328.



unmittelbar unter *f* angedeutet), sowie an dem äussersten Ende rechts derselben Welle überdies die zu einer Bandbremse gehörige Scheibe *g* aufgesteckt ist.

Zum Quertransporte des Windegerüstes dient folgende Anordnung. Vier mit Doppelspurkränzen versehene Laufrollen *η* tragen das ganze Windegerüst und lassen eine leichte Verschiebung desselben auf einer Eisenbahn zu, welche auf dem grossen Eisenblechträger *w* *s* gelagert ist. Von den Rollen *η* wird nur das in Fig. 328 links befindliche Paar durch Kurbel und Rädervorgelege

Fig. 329.



in Bewegung gesetzt und zwar deshalb, weil es dasjenige Paar ist, auf welchem der grösste Druck lastet.

Auf der Achse dieses Räderpaares, innerhalb des Windegerüstes, ist ein Stirnrad von 16 Zoll (Theilriss-) Durchmesser befestigt, welches in ein Getriebe *π* (Fig. 329) von 8 Zoll Durchmesser greift, auf dessen Welle gleichzeitig ein Zahnrad von 16 Zoll Durchmesser sitzt, wovon die Umdrehung durch Eingreifen eines  $4\frac{1}{2}$  zölligen Getriebes bewirkt wird, das mit der betreffenden Kurbel auf dieselbe Welle *λ* gekellt ist.

Zum Transporte des ganzen Fahrgerüstes nach der Längenrichtung des Gebäudes hat man den grossen Blechträger mit vier Spurrädern *u* ausgestattet, deren kurze Wellen *w* innerhalb des Trägers bei *x* besonders sorgfältig gelagert sind. Die Eisenbahnschienen, worauf diese zwei Räderpaare laufen, sind auf Balken befestigt, welche auf dem Mauerwerke des Gebäudes ruhen.

Wie aus den Abbildungen erhellt, ist auf dem äussersten Achsende eines jeden dieser Eisenbahnräder *v* ein Stirnrad *u* befestigt, wovon jedes mit einem Getriebe *t* im Eingriffe befindlich ist. Diese Getriebe sitzen an den äussersten Enden einer langen Welle *s* (Fig. 329), die in vier Lagern läuft, wovon die

beiden mittleren  $\beta$  beweglich, d. h. mit ihrem Gestell  $\alpha\gamma$  um einen Zapfen  $\alpha$  drehbar gemacht sind und zwar aus dem Grunde, um betreffende Theile des Windewagens an der fortschreitenden Bewegung nicht zu hindern.

Auf der langen Welle  $ss$  befindet sich ferner ein Kegelrad  $r$ , welches in ein anderes Kegelrad  $s$  fasst. Mit letzterem auf derselben Verticalachse sitzt ein drittes Kegelrad  $p$ , das mit einem vierten Kegelrade  $m$  im Eingriffe steht, an dessen horizontaler Welle die Kurbel aufgesteckt wird, an welcher die Arbeiter wirken müssen, um den Längentransport des ganzen Fahrgerüstes zu veranlassen.

Endlich ist auf der Welle  $s$  deren ganzer Länge nach in gerader Linie eine Nute eingehobelt, in welche das Kegelrad  $r$  mit einem Schlüssel derartig greift, dass es mit der Welle  $s$  zwar umgedreht werden kann, jedoch ohne dabei an einer Längerverschiebung auf der Welle gehindert zu werden. Diese Anordnung ist durchaus nothwendig, weil die verticale Welle mit den zwei Kegelrädern  $p$  und  $q$  (welches letztere die Bewegung des Wagens nicht stören darf) am Windewagen selbst befestigt ist.

Nummehr erklärt sich auch noch die Nothwendigkeit zweier schwingender Lager  $\alpha\beta$  (Fig. 329), da diese Lager offenbar für die kurze Zeit weggedrückt (entfernt) werden müssen, damit das conische Rad  $r$  ungehindert vorbeipassiren kann. Ist letzteres erfolgt, so bringen Gegengewichte  $\gamma$  die betreffenden Lagerarme wieder in die erforderliche Stellung zurück.

Hinsichtlich Windemaschinen auf Fahrgerüsten für Bauzwecke wird es, wie schon bemerkt, genügen, den Fig. 330 skizzirten Fall (Gerüstwerk, welches besonders beim Baue der Pariser Kirche Notre Dame des Champs Anwendung fand) hier zu besprechen<sup>1)</sup>, hinsichtlich anderer Beispiele (namentlich solchen von Brückenbauten) aber auf die unten verzeichneten Quellen zu verweisen<sup>2)</sup>.

1) Oppermann, „Portefeuille économique des machines“ etc. 1869 (14<sup>e</sup> année), Pg. 83, Pl. 45.

2) Fahrgerüste mit Winden etc. beim Werra- und Fuldabrückenbau (bei Münden) in der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins f. d. Königreich Hannover. Bd. II. (1856), S. 77, Blatt 38, und Bd. IV. (1858), S. 181, Blatt 119 und 120.

Ferner die beim Baue der Okerbrücke (Eisenbahn Vienenburg-Goslar) benutzten Windewerke (Lauf- und Krahn-Gerüste). Ebendasselbst Bd. XII. (1866), S. 219 u. 222, Blatt 345.

Weiter ist noch zu empfehlen (insbesondere auch wegen grösserer Zeichnungen der Fahrgerüste und Windewerke) eine Abhandlung über den Bau der Weserbrücke (für die Bremen-Oldenburger Eisenbahn). Ebendasselbst Bd. XV. (1869), S. 281 etc., Blatt 438 (Transport der Senkkasten auf Schiffen) und Blatt 439 (Gerüste mit Laufkränen f. d. Versenkung).

Aus dem Gebiete der französischen Literatur verdienen in Bezug auf hohe Fahrgerüstwinden besonders Oppermann's „Nouvelles Annales de la Construction“ beachtet zu werden. Folgende Ausführungen sind vor Allem zu empfehlen:

„Grand Échafaudage Roulant (Chemin de fer d'Orléans).“ Jahrgang 1857, Pg. 123, Pl. 55 et 56.

„Cintres et Grues mobiles“ (Chemin de fer de Vincennes). Jahrgang 1860, Pg. 172, Pl. 53 et 54.

Der ganze colossale Gerüstbau  $AB$  von 30 Meter Höhe und von 25 Meter grösster Breite läuft unten mittelst 6 Räder auf einer provisorischen Eisenbahn  $AA$ , während in grösster Höhe eine zweite, zu genannter Bahn rechtwinklig gerichtete  $FF$  dazu dient, die Gleise für den Transport der sogenannten Katzen oder Rollwagen  $a$  und  $b$  aufzunehmen, welchen die Leitung des Lastseiles  $f$  obliegt.

Feste Rollen  $cc$  an beiden Enden der horizontalen Scheitelbahn  $FF$  dienen zur geeigneten Richtungsveränderung des Lastseiles  $ff$ , dessen Auf- und Abwickeln durch eine in  $CC$  aufgestellte und in unserer Figur angedeutete locomobile Dampfmaschine besorgt wird.

Wie mittelst geeigneter Kegelradtransmission  $DD$  dieselbe Dampfmaschine zur Erzeugung der erforderlichen fortschreitenden Bewegung des ganzen Fahrgerüsts verwandt werden kann, erhellt hinlänglich aus der Figur.

Aufmerksam möchten wir noch machen, dass die Figur der Horizontalprojection des unteren Gerüsttheiles  $DD$  ein vollständiges Quadrat von etwas über 8 Meter Seitenlänge bildet, sowie dass die grössten bei dem genannten speciellen Kirchenbaue zu hebenden Steine etc. ein Volumen von 4 Cubikmeter Inhalt hatten. Rechnet man daher das specifische Gewicht dieser (als hart bezeichneten) Steine =  $2\frac{1}{2}$ , so würden im Maximum Baumaterialien bis zu  $1000 \cdot 2\frac{1}{2} \cdot 4 = 10000$  Kilogramm zu fördern gewesen sein.

„Cintres Roulants“ (Canal St. Martin). Jahrg. 1861, Pg. 5, Pl. 1, 2, 3 et 5.

„Grand Échafaudage Roulant“ (de la Nouvelle Gare d'Orléans) von 52,5 Meter Spannweite. Jahrgang 1870, Pg. 18, Pl. 7 u. 8.

„Grand Echafaudage à treuil roulant“. Jahrgang 1871, Pg. 91, Pl. 47 et 48.

Fern ist noch bemerkenswerth: „Moselbrücke bei Konz“ in Erbkam's Zeitschrift f. Bauwesen, 1863, S. 111.

Fontenay, „Construction des Viaducs.“ Paris 1852 (Machines employées au Viaduc de l'Indre), Pl. 6, 7 et 8.

Oppermann, „Visites d'un Ingenieur à l'Exposition universelle de 1867“ (Montage des Fermes), Pg. 56, Pl. 2.

Kessler, „Deutsche Ausstellungszeitung.“ (Bau des Pariser Ausstellungspalastes von 1867), Nr. 8, 9 u. 11.

Krafft, „Traité des Échafaudages.“ (Appareil exécuté pour lever la Statue de Napoléon I) Paris 1856, Pl. 47.

Noch andere Quellen sind folgende:

Kemm, „Die Bahnhofshalle in Altona und die Gerüste zur Aufstellung derselben“ in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIII. (1869), S. 22.

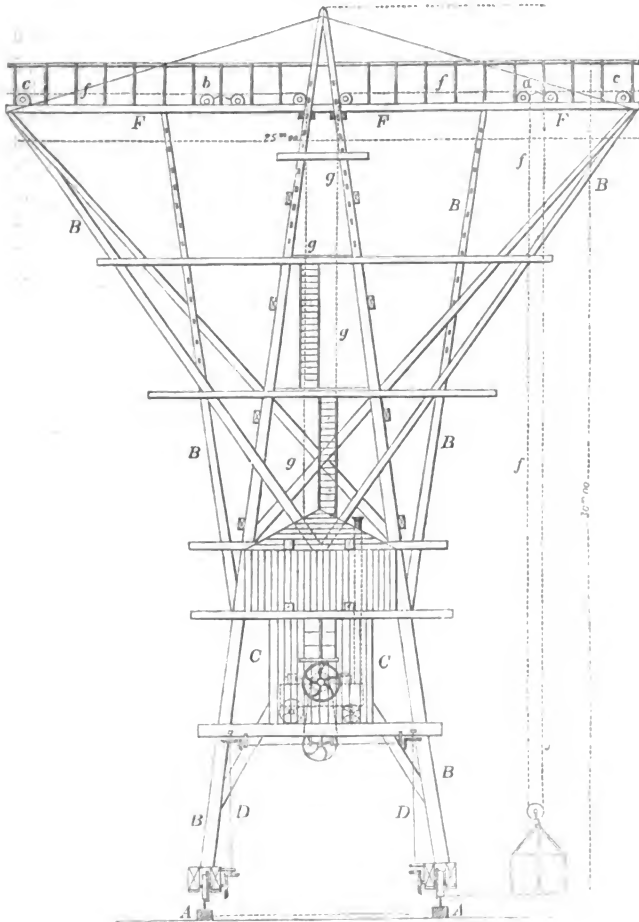
Etzel, Supplement zu den Brücken- und Thalübergängen schweizerischer Eisenbahnen (Rüstungen und Werkzeuge). Basel 1859.

Fenoux, „Sur les travaux de construction du grand viaduc de Morlaix.“ Annales des Ponts et Chaussées. Tome XIII, 1867, Pg. 219. (Grues de distribution.)

Arnoux, „Sur le viaduc de l'Aulne.“ Ebendasselbst Vol. XX. (1870), Pg. 262, Pl. 234. (Appareil élévatoire pour l'exécution des voûtes et tympans.) Hieraus in Bornemann's Civil-Ingenieur, Jahrgang 1872, S. 47, Taf. 4.

Das Vortheilhafte und die grosse Brauchbarkeit der ganzen Anordnung wird in unserer Quelle ausserordentlich hervorgehoben,

Fig. 330,



## §. 22.

**Die sogenannten Scheeren-Krahne<sup>1)</sup>.**

(Mastenmaschinen. Bewegliche Dreibeine und Vierbeine.)

Ertheilt man den Seite 326 erörterten dreifüssigen Gerüsten (Dreibeinen) zum Anhängen von Rollen- oder Flaschenzügen geeignete Bewegungen ihrer Fussstützen, so erhält man die in der Ueberschrift genannten, gleichzeitig zur Vertical- wie Horizontalförderung brauchbaren Maschinen, die unter Umständen wohl auch vierbeinig oder so construirt werden, dass das dritte oder Hinterbein durch eine Kette ersetzt wird, oder endlich dass man je zwei Beine zu einem Paare vereinigt und das obere horizontale Verbindungsstück als Brücke für fahrbare Winden benutzt, wie dies u. A. bei einem 50 Tons-Krahn für den Touloner Kriegshafen der Fall ist, welcher in dem unten citirten Werke Armengaud's ausführlich besprochen und durch schöne Abbildungen erläutert wird.

Der wenig charakteristische Name Scheeren-Krahn stammt aus dem englischen (shear, Scheere), wo man derartige Maschinen zuerst zur Ausrüstung der Schiffe, zum Aufstellen der Masten (Masting Shears), zum Montiren der Dampfschiffe etc. benutzte.

Die beiden folgenden Figuren 331 und 332 lassen das Wesentlichste eines solchen beweglichen Dreibeines oder Scheeren-Krahnes für 60 Tons Förderlast erkennen, wie derselbe u. A. (aus England bezogen) auf dem Steinwärd bei Hamburg aufgestellt und im Gebrauche befindlich ist.

Der sogenannte Krahnusleger *aa* ist hier doppelt vorhanden und jeder dieser starken Beine oder Bäume ist um seinen Fusspunkt *b* drehbar angeordnet. Das dritte Bein *d* ist oben bei *c* mit den Enden von *aa* charnierartig vereinigt, während das untere Ende, der Fuss des Beines *d*, verschiebbar und zwar derartig angeordnet ist, dass das System aller drei Beine nebst einer zu

1) Literatur: Glynn, „On the Construction of Cranes.“ Fourth Edition. London 1867, Pg. 91 (Masting Shears).

Armengaud, Publication industrielle. Vol. VI. Pl. 3, und ebendasselbst Vol. XVIII. Pl. 14–17. (Letzteres ein colossales Vierbein unter der Benennung: „Grand Appareil de Transbordement et de Matage.“)

Redtenbacher, „Der Maschinenbau.“ S. 466.

Prechtl, Technologische Encyclopädie. Supplemente Bd. 4, S. 232.

Taylor, „Sheers at Pembroke Dockyard.“ Engineering vom 23. Juli 1869, Pg. 49 u. 56.

Clarke im Engineering vom 17. Mai 1872, Pg. 329, unter der Ueberschrift: „Arrangement of Shear Legs.“ Hieraus (ohne Quellenangabe) in Uhländ's „Praktischer Maschinen-Constructeur.“ Jahrgang 1872, S. 282.



fördernden Last  $w$  aus der Gestalt  $bacdiw_1$  in die  $bpqh_2w_2$  gebracht werden kann.

Eine bei  $r$  auf gehörigem Fundamente gelagerte Dampfmaschine liefert die zu sämtlichen Bewegungen erforderlichen Kräfte.

Fig. 331.

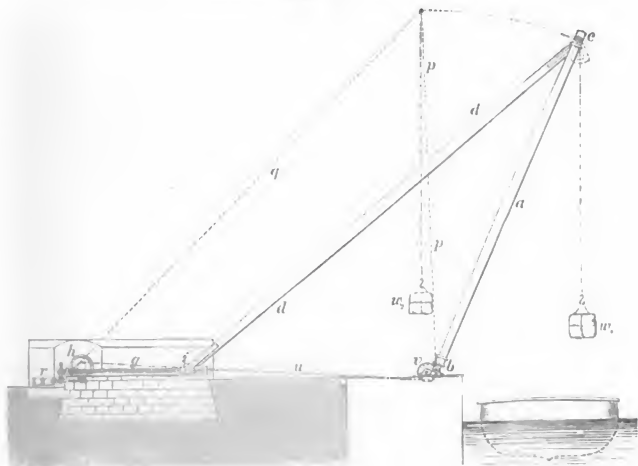
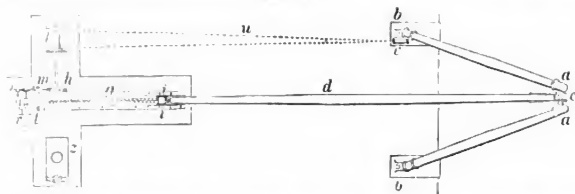


Fig. 332.



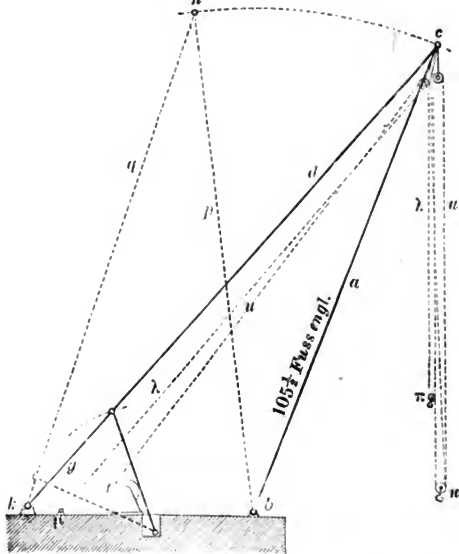
Zum Heben und Senken einer Last wird die bewegende Arbeit der Dampfmaschine  $r$  auf ein Schraubenradvorgelege  $h$  (Fig. 332) und von letzterem aus weiter auf eine Kettentrommel  $t$  übertragen, deren Zugketten  $u$  unten bei  $v$  über feste Rollen geführt sind und von hier aus weiter über andere Rollen an der Traverse  $c$  im Scheitel des Ausladers laufen.

Der fortschreitende Transport der Last in horizontaler Richtung erfolgt durch eine kolossale Schraube  $g$ , deren Mutter  $i$  im Schube der Fussstütze  $g$  befindlich ist. Zwischen dieser Schraube und der Dampfmaschinen-Krummzapfenwelle ist ebenfalls ein Stirnradvorgelege  $lm$  eingeschaltet. Durch geeignete Umdrehung der grossen Schraube  $g$  kann die zugehörige Mutter  $i$  nach links verschoben werden und das Hinterbein  $d$  in die durch eine punk-

tirte Linie angedeutete Lage  $q$  kommen, die zugehörigen Auslegerbäume in die senkrechte Richtung  $p$  und die zu fördernde Last von  $w_1$  nach  $w_2$  gelangen.

Ein derartiges, höchst zweckmässig verändertes Dreibein hat in jüngster Zeit die jetzige Maschinenfabrik „Actiengesellschaft Weser“ (früher Carstens Waltjen) in Bremen für den deutschen Kriegshafen Heppens ausgeführt, wovon Fig. 333 eine für unseren Zweck hinlängliche Dispositions-Skizze ist<sup>1)</sup>.

Fig. 333.

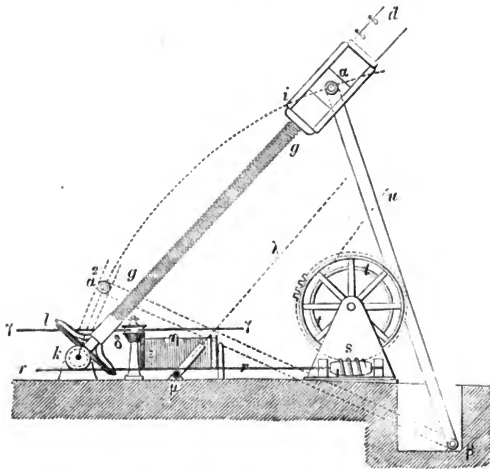


Hierbei erkennt man sofort, dass zweierlei wesentliche Veränderungen (in Bezug auf die ursprüngliche englische Disposition der Fig. 331 und 332) vorgenommen wurden, erstens, dass das Hinterbein  $d$  nicht mehr mit seinem Fusspunkte  $k$  verschiebbar angeordnet, vielmehr um diesen Punkt nur drehbar gemacht ist, daher beim Horizontaltransporte der Last  $w$  nur das Beindreieck aus der Lage  $bck$  in die  $bnk$  übergeht, die Vorderbeine  $bc$  aber unverändert lang bleiben müssen, während sich die Länge des Hinterbeines verkürzt aus der Linie  $kcd$  in die kürzere  $nqk$  übergehen muss; zweitens, dass man die grosse Schraube  $g$  gleichsam zu einem Theile des Hinterbeines  $d$  gemacht hat, dessen Achse also mit der Achse der Schraube zusammenfällt, wodurch die Reibungswiderstände beim Horizontaltransporte wesentlich vermindert werden.

1) Bei weitem weniger zweckmässig ist die von Clarke im Engineering vom 17. Mai 1872, Pg. 329 vorgeschlagene Anordnung eines solchen Scheeren-Krahnes.

Unter Einschaltung mehrer Zahnradvorgelege beziehungsweise auch von einer Umkuppelung zur Veränderung der Drehrichtung der Welle  $r$  wird schliesslich zum Heben und Senken der Last von einer stationären Dampfmaschine die endlose Schraube  $s$  (Figur 334) in Umdrehung gesetzt, deren

Fig. 334.



Gewinde in die Zähne eines Rades greift, welches auf der Welle der Trommel  $t$  befestigt ist und die zum Auf- und Abwickeln der zum Heben und Senken der Last  $w$  vorhandenen Förderkette  $u$  dient. In ähnlicher Weise werden auch die Umdrehungen der Dampfmaschinen-Schwungradwelle auf das Kegelradgetriebe  $k$  (Figur 334) übertragen, durch dessen Eingreifen in das grosse Kegelrad  $l$  die Drehung der grossen Schraube  $g$  und damit die Verschiebung der Mutter  $i$  bewirkt wird, wodurch die Verkürzung oder Verlängerung des Hinterbeines  $d$  für den Horizontaltransport der Last  $w$  erfolgt.

Die extremen Lagen  $\alpha\beta$  und  $\alpha^2\beta$  eines Lenkers zur geeigneten Führung der grossen Mutter  $i$  sind in Fig. 334 hinlänglich angedeutet.

Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass sämtliche erforderliche Bewegungen (für geringere Lasten) auch ohne Dampfmaschine mit Hilfe von Arbeitern ausgeführt werden können. Hierzu sind Erdwinden (Gangspillen) vorhanden, wovon die zum Heben und Senken einer Last  $\pi$  in Figur 333 mit den Buchstaben  $\gamma\delta\epsilon\eta$  bezeichnet ist, während  $\mu$  die Stelle anzeigt, woselbst sich eine Umsatzrolle für das Förderseil  $\lambda$  befindet.

## VII. Rammmaschinen<sup>1)</sup>.

(Geschichte und Gegenwart.)

### §. 23.

Um Pfähle für eine bestimmte Widerstandsleistung bis zur nöthigen Tiefe mittelst eines fallenden, festen Körpers, Ramm-

1) Literatur: De la Hire, „Machine pour retenir la roue qui sert à élever le Mouton pour battre les pilotis dans la construction des Ponts, des Quais et autres ouvrages de cette nature.“ In der Pariser Histoire de l'Academie des Sciences. Année 1707, Pg. 188. (Mit einer Abbildung in Holzschnitt.)

Camus, „Machine pour battre des Pilotis“ in dem Recueil des Machines approuvées par l'Academie des Sciences. Années 1713, Pg. 3. (Mit 1 Kupfertafel.)

Leupold, „Theatrum Machinarum Hydrotechnicarum.“ (Schauplatz der Wasserbaukunst.) Leipzig 1724. S. 116—122. (Von diversen Rammeln und anderen Maschinen die Pfähle einzuschlagen.) Während die ersten beiden Quellen jede nur eine bestimmte Rammmaschine behandelt, werden hier verschiedene Arten von Rammmaschinen gleichsam im Lehrtone besprochen. Zugleich enthält dies Werk die ältesten bemerkenswerthen Abbildungen der betreffenden Maschinen.

Belidor, „Architectura Hydraulica.“ 5. Band. Zweiter Theil. Zweite und dritte Ausgabe der Uebersetzung aus dem Französischen. Augsburg 1766 und 1767. Sechstes Capitel, S. 21 (Von dem Eintreiben der Grundpfähle) und achtes Capitel, S. 32 (Von der englischen Rammmaschine). Noch praktischer und rationeller wie die Leupold'schen Abhandlungen verfasst, auch mit besseren Kupfertafeln ausgestattet.

Perronet, „Description des projets et de la Construction des Ponts de Neuilly, de Mantes, d'Orléans, de Louis XVI.“ etc. Paris 1788. Deutsch bearbeitet von Dietlein. Halle 1820.

Gilly u. Eytelwein, „Praktische Anweisung zur Wasserbaukunst.“ Berlin 1802. Dritte Auflage 1830. Erstes Heft: Von den Pfählen, Rammen und den Fangdämmen. Seiner Zeit das beste Werk dieser Art in deutscher Sprache.

Hagen, „Handbuch der Wasserbaukunst.“ Erster Theil. Abschnitt V. S. 536, §. 36 (Die Zugramme) und §. 37 (Die Kunstramme). Erste Aufl. 1810, zweite Auflage 1852. Eins der vorzüglichsten Werke der Gegenwart.

Nasmyth, Patent Specification. Nr. 9850 vom 4. Januar 1844. Driving Piles. (Beschreibung der berühmten Dampfamme des Erfinders unter Beifügung grosser Abbildungen.) Auch Dingler's Polytechnisches Journal, Bd. 94, S. 9. (Siehe nachher den Text.)

Soutter's und Hammond's pneumatischer Hammer zum Einrammen der Pfähle. Mechan. Magazine. 1846, Nr. 1192, und hieraus in Dingler's Polytechn. Journale, Bd. 101 (1846), S. 409. Hiernach wird der „Bär“ nicht durch Wasserdampf, sondern durch die Elasticität zusammengedrückter atmosphärischer Luft in Bewegung gesetzt.

Lentze, „Beschreibung der Nasmyth'schen Dampfamme, wie solche beim

klotz, Knecht oder Bär genannt, in den Erdboden zu treiben, bedient man sich der Rammmaschinen. Dabei hängt der

Baue der grossen Weichselbrücke bei Dirschau in Anwendung gebracht wurde.“ Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen. 27. Jahrgang (1848), S. 151. Begleitet von 5 schönen und grossen Kupfertafeln. Sehr zu empfehlen.

Scott und Robertson, „Steam Pile Driver.“ Proceedings der Instit. of Mech. Engineers. 1857, Pg. 12. (Zwillingsramme mit indirectem Dampfbetriebe.) Eine werthvolle Abhandlung.

Scheffler, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Bd. 12, 1857, S. 153. (Dampframme zu Toulon.) Ebenfalls beachtenswerth.

Sonne, „Die Kunstrammen beim Baue der Werrabrücke.“ Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins. Bd. IV. (1858), S. 160. Enthält werthvolle Notizen für Praktiker.

Knop, „Schwartzkopf's Dampframme mit Daelen'scher Expansion.“ Zeitschrift d. Vereins deutscher Ingenieure. 1860, S. 224. (Theorie dieser Maschine.)

Köpke, „Die steuerfreie Niederlage zu Harburg.“ Ebendasselbst Bd. VI. (1860), S. 272 (Rammarbeiten) und besonders von S. 279 ab (Beobachtete Leistungen der Zug- und Kunst-Rammen). Eine ganz vorzügliche Arbeit!

Hübbe jun., „Erweiterung des Quarantänehafens zu Cuxhaven.“ Ebendasselbst S. 459 und 466. Lesenswerth.

Riggenbach, „Die Dampframme beim Bahnhofbaue zu Biel in der Schweiz.“ Annales des Mines, 1864, Pg. 329, und hieraus im Polytechn. Centralblatt, Jahrg. 1865, S. 219. Der Dampfkolben ist hier fest, der Cylinder beweglich. (Nach dem Principe des Condie'schen Dampfhammers. In den Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereines, Jahrg. 1863, S. 242, vom Verfasser beschrieben.)

Schwarz, „Der Grundbau.“ Berlin 1865, S. 8. „Die Rammen.“ Vortreffliche kurze Uebersicht des Gegenstandes.

Schwartzkopf, „Dampframme mit Frictionssteuerung.“ Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen.“ 44. Jahrgang (1865), S. 110 ff., mit 2 schönen Tafeln Abbildungen. Eine besondere locomobile Dampfmaschine betreibt das Aufziehen des Rammhärens.

Sisson und White, „Dampframme mit locomobiler Dampfmaschine auf dem transportablen Gerüste mit continuirlich bewegter endloser Kette zum Erheben des Härens.“ Mit drei Tafeln Abbildungen. Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. XII. (1866), S. 418. Hierzu als Ergänzung ebendasselbst Jahrg. XV. (1869), S. 279.

Essie, „Steam Pile Driver with endless chain.“ Institution of Mechanical Engineers. Proceedings 1867, Pg. 255, Plate 90—97. (Die zur Zeit beste Dampf-ramme mit endloser Kette.) Auch Polytechn. Centralblatt, Jahrg. 1870, S. 1649.

„Schliess-Pulver-Ramme.“ Wochenblatt des Hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1869, S. 314, und Jahrg. 1870, S. 30. Auch Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Jahrg. 1870, S. 273, sowie Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover, Bd. XIX. (1873), S. 112. (Nach dem Civil-Ing. 1872, S. 288.)

Bär an einem Taue (oder an einer Kette), welches über eine feste Rolle (die Riemenscheibe) geführt wird, die man im Scheitel eines geeigneten, meist pyramidalen Gerüsts befestigt. Durch Ziehen am freien Tauende (am Rammtaue) lässt sich der Bär heben, der sodann sich selbst überlassen auf den Kopf des Pfahles herabfallen und die beabsichtigte Wirkung ausüben kann.

Lässt man mittelst sogenannter Zugleinen am Rammtaue Menschen unmittelbar anfassen und den Bärhub direct ausführen, so wird die Maschine Zugramme genannt. Schaltet man dagegen zwischen Rammtau und den Angriffspunkten der Menschenkraft besondere Bewegungsmaschinen (Hebel, Winden, Göpel, Laufräder etc.) ein, oder bringt man durch Elementarkräfte bewegte Motoren (Dampfmaschinen oder Wasserräder) in Anwendung, so nennt man die Maschine eine Kunstramme. Mit dem Namen Dampfamme bezeichnet man die Maschine speciell dann, wenn die Kraft des Dampfes die Erhebung des Bären direct (ohne Anwendung eines Taus oder einer Kette) bewirkt. In allerjüngster Zeit hat man sogar die Explosionskraft des Schiesspulvers zum directen Heben des Rammjärens verwandt, weshalb man auch die „Schiesspulver-Ramme“ unterscheiden könnte.

Anlangend die Geschichte der Rammmaschine, so ist zunächst zu bemerken, dass der Erfinder der Zugramme unbekannt ist, diese Maschinen aber, sowie namentlich gewisse Kunstrammen bereits in den ältesten Zeiten Anwendung gefunden haben müssen, wie dies u. A. Vitruv's Bemerkungen über das Rammen des Grundes zu den grossen Tempeln<sup>1)</sup>, der Bau gewaltiger Leuchthürme, unter anderen des auf der Insel Pharos vor Alexandrien<sup>2)</sup> von über 500 Fuss Höhe, ferner vieler Hafengebäuden und

1) Im 3. Buche Capitel 3 des Vitruv'schen Werkes über die Baukunst (Deutsch von A. Rothe. Leipzig, 1796, S. 133) lautet die betreffende Stelle wie folgt:

„Kann man keinen festen Grund erhalten und ist der Ort unten locker oder morastig, so grabe und leere man denselben aus; schlage angebrannte ellerne oder ölbäumene oder eichene Pfähle ein; verbinde damit durch Maschinen dicht neben einander gelegte Schwellen; fülle den Raum zwischen den Pfählen mit Kohlen aus und mauere sodann fest den Grund auf.“

2) Dieser Leuchthurm (Pharus oder Pharos) stand an dem östlichen Vorgebirge der Insel Pharos, soll unter den Ptolemäern und zwar ungefähr 300 Jahre vor Christo erbaut worden sein und wird deshalb auch der Ptolemäische Leuchthurm genannt. Von Einigen wurde der Pharos von Alexandrien anstatt der

Molen der Alten als fast zweifellos vermuthen lassen. Die Häuser und Paläste der 451 nach Christi Geburt gegründeten Lagunenstadt Venedig sind meistens auf Pfähle gebaut, die man sicher nicht mit Handrammen, sondern mit Zug- oder Kunstrammen eintrieb. Dasselbe lässt sich von vielen Bauwerken der Holländer vermuthen, so u. A. vom Baue des Amsterdamer Stadthauses, welches auf 13659 eingerammten Pfählen ruhen soll etc.

Als die bereits im vorigen Jahrhundert gebräuchlichste (Nord-)Deutsche Zugramme kann die in den Fig. 335 und 336 skizzirte Anordnung bezeichnet werden.

Fig. 335.

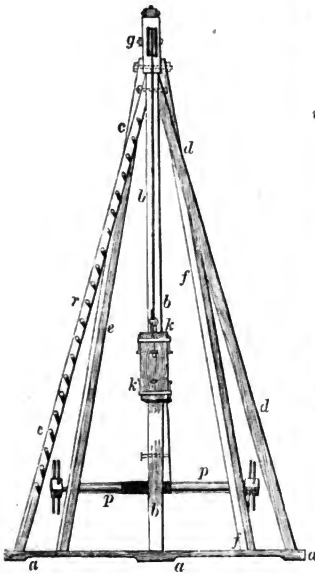
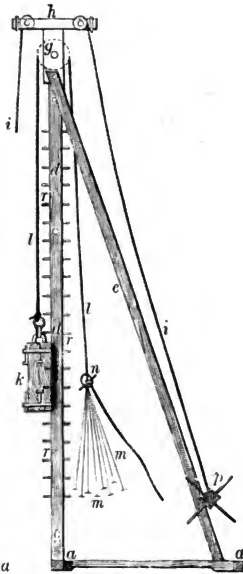


Fig. 336.



Auf einem geeigneten Schwellwerke *aa* steht vorn die sogenannte Läufer-  
rute *b* (Läufer, Mäkler), welche durch zwei Vorderstreben (Streben) *cd* und

ägyptischen Pyramiden zu den 7 Wundern der Welt gezählt. (Man sehe hierzu  
S. 315, Note 2 dieses Bandes der Maschinenlehre.)

zwei Hinterstreben *ee* gehalten wird<sup>1)</sup>. Der meist aus hartem Holze (bei der Kunstramme aus Gusseisen) hergestellte Bär *k* (von 6 bis 20 Cntr. Gewicht) ist am Rammtau *l* befestigt und umfasst in geeigneter Weise (mittelst Arme, Bügel etc.) die Läuferrolle *b*<sup>2)</sup>. Oben geht das Rammtau *l* über die Rammscheibe *g*, während am freien Ende *n* des Taus die Zugleinen *m* angebracht sind, an welchen die Arbeiter die geeigneten Angriffspunkte finden. Zum Herbeiholen, Richten und Setzen der Pfähle benutzt man das sogenannte Windetau *i*, was oben über feste Rollen des Krahnbalkens *h* läuft und sich auf der Welle eines Kreuzhaspels *p* auf- und abwickeln kann. Sprossen *r* an der linksseitigen Strebe *c* dienen den Arbeitern zum Auf- und Absteigen, beim Schmieren der oberen Rollen etc.

Die Zuglänge (die Hübhöhe) des Bären beträgt bei der Zugramme circa 4 Fuss (1¼ Meter), während die Gerüsthöhe bei etwa 30 Fuss (9½ Meter) langen Pfählen ungefähr 45 Fuss (14 Meter) ist. Die Rammscheibe *g* erhält mindestens 18 Zoll (47 Centimeter Durchmesser). Bestimmte, namentlich mit Abbildungen begleitete Angaben über bemerkenswerthe Kunstrammen habe ich in keinem älteren Werke als in den vorher (S. 492) citirten Pariser Memoiren vom Jahre 1707 finden können. Hier schlägt de la Hire (a. a. O. S. 189) vor, bei den durch grosse Laufräder (Bd. 1, S. 238) zu betreibenden Kunstrammen für den Fall, dass das Rammtau durch einen Umstand oder Zufall schlaff wird, die der Arbeit entgegen gesetzte Drehung des Laufrades durch ein in letzteres einfallendes Sperrwerk zu verhindern, natürlich vorausgesetzt, dass Menschen im Laufrade thätig sind.

Camus (a. a. O. S. 3) empfiehlt, ebenfalls unter Beifügung von Abbildungen, eine stehende Winde (einen Göpel), woran Menschen wirken, zum Betriebe einer Kunstramme, wobei er jedoch den oberen Theil der stehenden Welle (ähnlich wie einen cylindrischen Korb für Treibseile) von dem unteren Theile lösen kann, sobald man den zur erforderlichen Höhe gehobenen Bär frei fallen lassen will, der dann allerdings das Rammtau ungehindert mit dem Korbe laufen lässt. Nach dem Aufschlagen des Bären auf dem Pfahlkopfe wird die Verbindung zwischen dem oberen Welltheile (dem Korbe) und dem unteren durch ein geeignetes Klinkwerk wieder hergestellt.

Kunstrammen mit zwei Läufern durch stehende Winden (Göpel) oder Laufräder betrieben, beschreibt und bespricht ausführlich Leupold (a. a. O. S. 118). In einem besonderen Falle wird namentlich empfohlen, den 10 Cntr. und mehr Gewicht habenden Bären durch im Laufrade thätige Menschen auf 24 Fuss Höhe aufzuziehen, wobei allerdings pro Stunde nicht mehr als 15 Schläge erfolgen könnten. Bei diesen Rammen finden sich bereits verschiedene Methoden, die Verbindung zwischen Bär und Rammtau zu lösen, sobald ersterer auf die erforderliche Höhe gehoben ist. Leupold empfiehlt besonders die in Fig. 337 skizzirte Anordnung. Das Rammtau ist hier nicht mit dem Bären *k*, sondern mit einem besonderen Körper *aa* aus Holz oder Eisen (Katze, Fallblock) verbunden. An letzterem Körper befindet sich ein um *b*

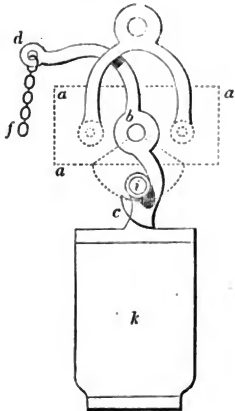
1) Vollständige Skizzen und Zeichnungen mit Details von Zugrammen finden sich in den bereits angegebenen Werken von Gilly-Eytelwein (Tafel I.), Hagen (Tafel XV.) und Schwartz (Tafel IV.).

2) Eine Ramme mit zwei Läuferrollen ist in Fig. 343 abgebildet.



drehbar gemachter Haken  $dbc$ , der um einen geeigneten Zapfen  $i$  am oberen Ende des Bären fassen und diesen an der Katze aufhängen kann. Behuf des Auslösens hat dieser Haken einen Gegenarm  $bd$ , an dessen äusserstem Ende eine Zugkette  $f$  angebracht ist etc.

Fig. 337.



Leupold hebt dabei ganz besonders hervor, dass der Haken bei  $c$  nach innen, dem Zapfen  $i$  am Bärkopfe entsprechend, so ausgehöhlt sein müsse, dass die betreffende krumme Fläche zum Mantel eines Cylinders gehört, dessen Achse sich im Drehpunkte  $b$  des Hakens und normal zur Bildfläche der Figur befindet.

Belidor beschreibt (und erläutert durch Abbildungen) verschiedene Anordnungen von Zug- und Kunstrammen, unter anderen auch solche, welche auf Schiffen (Pontons, Prahmen, Böten etc.) aufgestellt werden können und als schwimmende Rammen arbeiten müssen (a. a. O. S. 27 mit Abbildungen auf Tafel X. u. XI., Cap. VI.).

In einem besonderen Abschnitte (a. a. O. Cap. VIII. S. 32) macht Belidor auf eine Kunstramme mit zwei Läuferuthen aufmerksam, welche nach den Angaben des Londoner Uhrmachers Vauloué construiert, beim Baue der

Westminsterbrücke mit Erfolg in Anwendung gebracht wurde. Besonders gerühmt wird dabei die in Fig. 338 und 339 skizzirte Hakenanordnung, womit die Oehse des Bären von zwei Seiten gefasst werden kann und daher Zange genannt wird. Diese Zange  $aced$ , deren Drehbolzen  $b$  ist, steckt in einer eisernen Kappe (Katze)  $iklm$ , die mittelst eines Bügels  $pqr$  (Fig. 339) am Rammtaue aufgehängt ist. Damit sich die Zange nach Erfassen des Bären gehörig schliesse, ist zwischen ihren beiden Armen  $ab$  und  $bd$  eine bei  $h$  angeschweisste Feder  $gh$  angebracht, wodurch die oberen Armenden  $a$  und  $d$  gezwungen werden, auseinander zu gehen, die unteren  $c$  und  $e$  aber sich zu schliessen.

Wenn dann die Zange mit dem von  $c$  und  $e$  gefassten Rammbar aufwärts gezogen wird, so gerathen die Armenden  $a$  und  $d$  in einen festen Bügel hinein, dessen lichte Weite jedoch kleiner ist als die grösste Breite  $tu$  der gekrümmten Arme. Gelangt daher die Stelle  $tu$  zwischen den Bügel, so öffnet sich die Zange und der Bär kann frei herabfallen. Um hierauf Katze und Zange ebenfalls zum abermaligen Fassen des Bären herabgehen zu lassen, löst man bei der genannten Londoner Ramme (des Vauloué), wie schon bei den Belidor'schen Rammen erörtert, den Obertheil (Korb) der stehenden, durch Menschen betriebenen Winde, indem man an einem Klinkwerke anfasst, derart, dass sich beim Herabfallen der Katze wiederum nur der Korb nach der entgegengesetzten Richtung dreht, als nach welcher die Winde für den Aufzug

des Bären bewegt werden musste, die Winde selbst aber während der Fallzeit völlig still steht.

Perronet wendete beim Baue der Neuilly-Brücke Kunstrammen mit zwei Läufern an, zwischen denen sich die eisernen Bären bewegten<sup>1)</sup>.

Fig. 338.

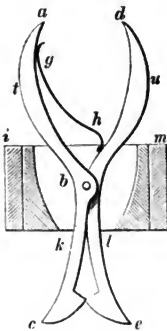
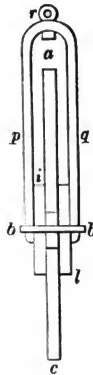


Fig. 339.



Zwischen Bär und Rammtau hatte Perronet die einfache Hakenklinke (Figur 337) eingeschaltet, die durch einen besonders hierzu angestellten Arbeiter rechtzeitig gelöst wurde. (Perronet bezeichnet diese Ramme mit dem Namen *Sonnette à dé clic*). Zum Erheben des Bären wurden Pferde benutzt, die man an ein Seil gespannt hatte, welches mehrere Mal um ein grosses verticales Rad (von 10 Fuss Durchmesser) geschlungen war, während sich

das Rammtau von der Welle dieses Rades abwickelte. Der Perronet'sche Bär hatte ein Gewicht von 12 bis 19 Cntr. und dessen grösste Fallhöhe betrug 27 Fuss, die ganze Gerüsthöhe 33 Fuss etc.

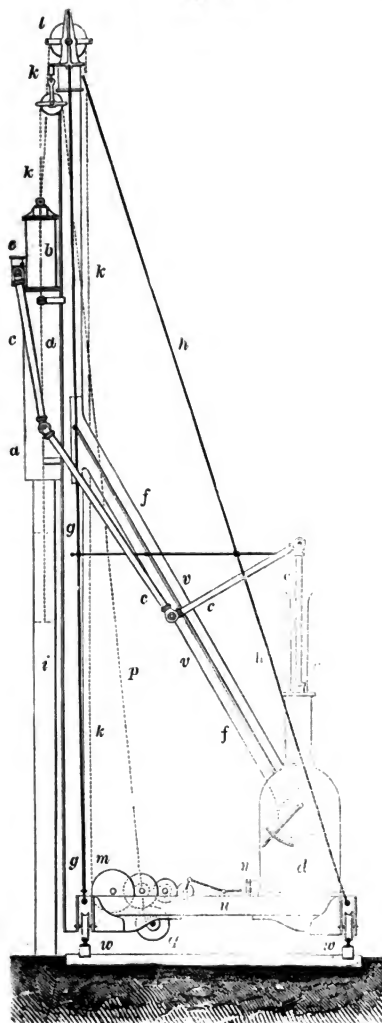
Erwähnt zu werden verdient es noch, dass Perronet beim Baue der Brücke zu St. Maixence<sup>2)</sup> die Ramme durch ein Wasserrad treiben liess. In England hatte man wiederholt Rammen durch stationäre Dampfmaschinen betrieben, bis 1844 der englische Maschineningenieur James Nasmyth zu Patrieroff bei Manchester die Idee verwirklichte (nach dem Muster des nach ihm benannten Dampfhammers)<sup>3)</sup> den Rammbar durch directe Einwirkung des

1) Am ausführlichsten beschrieben und durch Abbildungen erläutert (nächst dem Perronet'schen Werke „Description des Ponts“ etc. selbst) in Gilly und Eytelwein's „Wasserbaukunst,“ Heft 1, S. 35, Tafel V. Fig. 55 bis 57. Auf derselben Tafel (Fig. 59) ist auch ein von Rothe zu Gohlis bei Leipzig (1781) angegebener Kupplungs- und Lösungs-Mechanismus zwischen Bär und Rammtau gezeichnet, der fast ganz mit der Bd. 1, Fig. 3 abgebildeten Sperrrad-Verbindung bei Uhren übereinstimmt.

2) Description des Ponts etc. Oder in der Dietlein'schen Uebersetzung der Perronet'schen Werke. (Halle 1820), S. 159.

3) Die Geschichte des Nasmyth'schen Dampfhammers hat der Verfasser seiner Zeit für die Mittheilungen des Hannover'schen Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1863, S. 238 etc. bearbeitet, wobei besonders auf eine Note S. 243 zu verweisen sein dürfte.

Fig. 340.



Dampfes zu heben<sup>1)</sup>. Die erste Nasmyth'sche Dampframme gelangte im Sommer 1845 beim Baue des Hafens zu Devonport zur Anwendung und zwar mit ausserordentlich günstigem Erfolge. Letzterem entsprechend bezog man eine gleiche Maschine zu den betreffenden Bauarbeiten der Weichselbrücke bei Dirschau, deren Beschreibung und Abbildung die bereits oben (S. 493) notirte Quelle (nach den Mittheilungen des Oberbauraths Lentze) enthält und der wir auch die Fig. 340 bis 342 entlehnten. Wir verweilen erst bei Figur 340, die ganze Anordnung übersichtlich in der Seitenansicht darstellend.

*aa* ist ein eisernes Gehäuse, woran man den Dampfzylinder *b* befestigt hat, während ersteres über den Kopf des einzurammenden Pfahles *i* so gestülpt ist, wie dies die Detailfiguren 341 und 342 ohne Weiteres erkennen lassen. Von einem Dampfkessel *d* aus, der sich mit der ganzen Maschinerie auf einem fahrbaren Gerüste *g**u**v**w* befindet, geht eine Röhrenleitung *ccc* nach

1) Patent Specification vom 4. Januar 1844 („Certain Improvements in Machinery or Apparatus for Driving Piles“). *Dingler's polytech. Journal*, Bd. 94, S. 9.

dem Cylinder  $b$  und führt unter dessen Kolben  $r$  (Fig. 341 und 342) den zum Erheben des Bären erforderlichen Dampf.

Dass die vier Theile, welche die gesammte Rohrleitung  $cc$  bilden, an ihren Winkelpunkten charnierartig vereinigt sind, ohne daselbst Dampf durchzulassen, bedarf wohl kaum der Bemerkung, indem der Dampfcylinder  $b$  und das Gehäuse  $a$  mit dem in das Erdreich dringenden Pfahle  $i$  zugleich niedergehen muss, ohne deshalb die Dampfzuführung zu unterbrechen.  $k$  ist eine Kette, welche vom Dampfcylinder  $b$  aus über die Rammscheibe  $l$  zur Kettentrommel (Rammtrommel, Haupttrommel)  $m$  geführt ist. Eine besondere kleine Dampfmaschine mit horizontalliegenderm Cylinder  $n$  auf der Plattform  $u$  des Gerüsts, windet nach Bedürfniss die Rammmaschine mittelst der Kette  $k$  und der Trommel  $m$  auf die erforderliche Höhe, zieht ferner mittelst einer zweiten Trommel  $q$  und einer anderen Kette  $p$  den einzuschlagenden Pfahl  $i$  auf, bewegt das Rammgerüst  $gfv$  auf einer Eisenbahn  $wv$  nach der Stelle des einzuschlagenden Pfahles und versieht den Dampfkessel mit dem nöthigen Speisewasser.

Bemerkt zu werden verdient noch, dass die einzige hier vorhandene Läufer-*ruthe*, woran das Gehäuse  $a$  in eisernen Federn gleitet, in unseren Figuren mit  $g$  bezeichnet ist und dass die untere Oeffnung des Gehäuses den passend bearbeiteten Kopf des Pfahles  $i$  aufnimmt, um diesen während seines Eindringens richtig geführt zu erhalten. Naturgemäss ist vor dem Beginn des Rammens die Kette  $k$  zu lösen, mit der die Rammmaschine  $ab$  hinaufgezogen wurde.

In der Stellung aller Theile der eigentlichen Rammmaschine, wie solche Fig. 341 erkennen lässt, tritt der frische Dampf aus dem Steuerkasten  $x$  unter dem Kolben  $r$  im Cylinder  $b$  und erhebt mit dem Kolben den Rammbar  $t$ , welcher mit ersterem durch die Stange  $r^2$  vereinigt ist. Ehe der Bär seinen Hub vollendet hat, ergreift er mit einer schrägen Fläche  $\alpha\alpha$  den längern Arm  $\beta$  eines um  $\gamma$  drehbaren Hebels  $\beta\gamma\delta$ , dessen kürzerer Arm  $\gamma\delta$  in einen Schlitz des nach unten verlängerten Dampfschiebers fasst und letzteren in seine tiefste Stellung (Fig. 342) bringt, wobei der Dampf den Cylinder  $b$  wieder verlässt und ins Freie entweicht etc., während der Zufluss aus dem Dampfkessel abgesperrt ist. In der bemerkten (tiefsten) Lage wird der Dampfschieber durch eine unten in die Steuerstange  $\epsilon^2$  einfallende Klinke  $\eta$  gegen den Dampfdruck gehalten, der ununterbrochen auf einen oben angebrachten Kolben  $\lambda$  wirkt.

Unterdess erreicht der Bär  $t$  seinen höchsten Stand. Die atmosphärische Luft, welche vor dem Aufgange in dem Dampfcylinder über dem Kolben befindlich war, ist theils durch Oeffnungen  $\mu\mu$  (oben) im Cylinder  $b$  entwichen, theils in dem oberen Raume des Dampfcylinders zusammengepresst worden und hat das Niederfallen des Bären befördert.

In dem Augenblicke, wo letzterer den Pfahlkopf trifft, überwindet der innerhalb des Rammbars  $t$  angebrachte Hebel  $\pi$  den Druck einer Stahlfeder  $\rho$  mittelst des dem Bären innewohnenden Beharrungsvermögens und kommt wieder in die in Fig. 341 gezeichnete Lage. Dabei tritt der linke kurze Arm des Hebels  $\pi$  über die äussere Fläche des Rammbaren hinaus und löst mittelst einer Schiene (eines Bügels)  $\varphi$  die Sperrklinke  $\eta$ , worauf der Dampf sofort die Stange  $\epsilon^2\epsilon$  und damit den Dampfschieber in seine oberste (Fig. 341 ge-

Fig. 341.

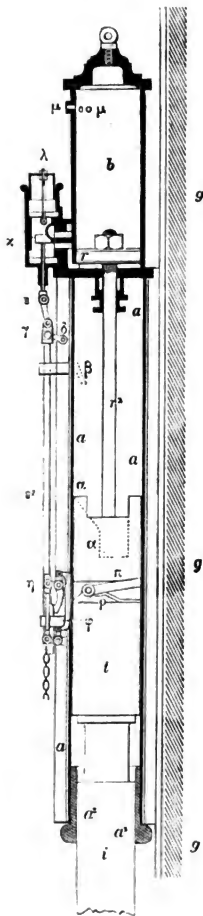
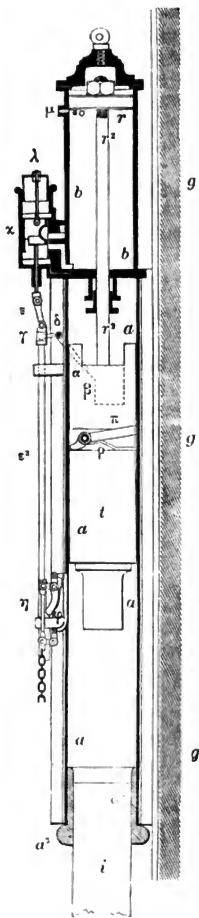


Fig. 342.



zeichnete) Stellung hebt und in den Cylinder *b* strömt, um den Bär von neuem zu heben.

Aus letzterem ergibt sich, dass sich das Zuführen und Absperren des Dampfes unabhängig von der Hubhöhe des Dampfkolbens und Rammbärs regelt, was sehr wichtig ist, weil das mehr oder weniger tiefe Eintreten des Pfahlkopfes in das Rammgehäuse *a* (da wo bei  $a^2 a^2$  an letzterem Backen angebracht sind, welche den Kopf umfassen), wegen des mit dem Rammern vor sich gehenden Zusammenpressens der Holzfasern, nicht zu vermeiden ist.

Bei vorbeschriebenem Exemplar der Nasmyth'schen Dampframme beträgt das Gewicht des Bären *t*, der Kolbenstange und des Kolbens *r* zusammen 28 Centner, das Gewicht des Dampfzylinders *b* aber mit dem Gehäuse *a* etwa 40 Centner. Die grösste Hubhöhe ist 34 Zoll, wobei aber der Dampfzufluss schon nach einer Hubhöhe von 24 Zoll abge-

sperrt wird und das Entweichen des Dampfes bei 25 Zoll Hub eintritt.

Gewöhnlich (bei reichlich  $4\frac{1}{2}$  Atmosphären Dampfdruck im Kessel und bei 13 Zoll rheinisch Durchmesser des Dampfkolbens  $r$ ) macht die Ramme 60 bis 70 Schläge pro Minute und beendet das Einrammen durchschnittlich in 10 Minuten mit etwa 600 Schlägen<sup>1)</sup>.

Nach Vollendung der Dirschau-Weichsel-Eisenbahn-Brücke arbeiteten (von 1858—1859) dieselben Dampfrahmen mit ebenso grossem Erfolge beim Hafenaufbau zu Geestemünde, worüber in der unten citirten Zeitschrift berichtet wird<sup>2)</sup>.

Zu bedauern sind die hohen Anschaffungskosten einer solchen Dampfrahmen, sowie der Umstand, dass man das ganze Werk nur selten völlig auszunutzen vermag. Beide Gründe mögen wohl eine wesentliche Ursache mit gewesen sein, dass man sich fortwährend bemühte, die Nasmyth'sche Ramme durch andere zu ersetzen oder diese selbst zu verbessern.

Unter anderem hat man sich bemüht, pneumatische Rahmen zu construiren und zwar entweder solche, wobei der Bär mittelst comprimierter Luft gehoben wird<sup>3)</sup>, oder solche, wobei man einen luftverdünnten Raum bildet und den Bär durch den auf die Gegenseite eines Kolbens wirkenden Druck der atmosphärischen Luft zum Aufsteigen veranlasst<sup>4)</sup>. Beide Gattungen von Rahmen sind wahrscheinlich zufolge des bekannten Nichtdichtungsübels bei allen pneumatischen Maschinen wieder verlassen worden.

Besseren Erfolg scheint eine von Schwartzkopf in Berlin versuchte Veränderung der Nasmyth'schen Dampfrahmen gehabt zu haben, dahin gehend, wie bei dem Daalen'schen Dampfhammer<sup>5)</sup>, die Kolbenstange

1) Diese Resultate entsprechen Versuchen, welche der Oberbaurath Lentze mit Pfählen aus starkem Kiefernholze von 12 Zoll (rhein.) im Quadrat erhielt, welche er im sandigen, mit etwas Lehm gebundenen, trockenen Boden eintrieb, der weiterhin eine grosse Widerstandsfähigkeit zeigte. Bei den ersten Schlägen drangen die Pfähle 1 bis  $1\frac{1}{3}$  Fuss, dann beträchtlich weniger, und im Ganzen 16, 18 und beziehungsweise 20 Fuss tief ein.

2) Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. XI. (1865), S. 221 u. 222. Hierselbst lautet u. A. das Urtheil (des Oberbauraths Buchholz) folgendermaassen: „Nach entsprechender Einübung der Maschinenleute haben hier drei Nasmyth'sche Dampfrahmen Ausserordentliches geleistet, so dass nur durch ihre Verwendung, abgesehen von Zeit und Kostenersparung, dass vorgesteckte Ziel zu erreichen gewesen ist. Die neben diesen drei Dampfrahmen gleichzeitig in Thätigkeit gewesenen 12 Stück Kunstrahmen mit Menschenbetrieb und mit Bären von 16 Cntr. Gewicht konnten die 24füssigen Querspundwände nicht genügend bewältigen, so dass die Nachhülfe der Dampfrahmen dabei nothwendig gewesen ist.“

3) Soutter's und Hammond's pneumatische Pfahlrahmen. Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 101 (1846), S. 409.

4) Clarke und Varley's „Atmosphärische Ramme“. Bornemann's Zeitschr. der Ingenieure, Bd. II. (Erste Reihe), S. 279.

5) Rühlmann, „Zur Geschichte der Dampfhammer.“ Mittheil. d. Hannov. Gewerbe-Vereins, 1863, S. 243.

(r<sup>2</sup> Fig. 341 und 342) derartig zu verstärken, dass mit Zuziehung einer passenden Steuerung der zum Kolben- und Bärhube verwandte (Unter-) Dampf vor dem Abblasen nochmals als Oberdampf benutzt werden kann, um dadurch die Schlagwirkung des Bären (unter sonst gleichen Umständen) um das Doppelte (?) zu vergrössern<sup>1)</sup>.

Riggenbach<sup>2)</sup> suchte die Nasmyth'sche Dampftramme durch Anwendung des Principes des Condie'schen Dampfhammers<sup>3)</sup> zu verbessern, indem er den Cylinder der Betriebsdampfmaschine beweglich und den Kolben fest (unbeweglich) machte. Hierbei ist die Kolbenstange hohl und gelangt nur durch diese Höhlung (Bohrung) der Dampf in den Cylinder und zwar stets in den über dem Kolben befindlichen Raum, weil der Dampf nur den Zweck hat, den Cylinder zu heben, welcher nach der entgegengesetzten Richtung durch sein eigenes Gewicht niederfällt. Dass unter diesen Umständen die Kolbenstange unveränderlich fest mit dem Pfahle verbunden sein muss, versteht sich wohl von selbst. Auch diese Gattung von Dampftrammen hat sich nicht recht des Beifalls der Praktiker erfreuen können, wozu wahrscheinlich der Umstand besonders mitgewirkt haben mag, dass eines der kostspieligsten Stücke dieser Maschine der Dampfzylinder ist, der mehr als bei der Nasmyth'schen Anordnung dem Zerbrechen ausgesetzt war.

In jüngster Zeit scheint man die Dampftrammen (wobei der Dampf direct auf das Heben des Bären wirkt) immer mehr durch die Dampfmaschinenramme zu ersetzen, bei welcher man in der Regel eine Kette als Transmissionsmittel der Dampfkraft zum Bären in Anwendung bringt.

Eine bemerkenswerthe Maschine letzterer Gattung führte gegen Mitte der 60er Jahre L. Schwartzkopf in Berlin aus<sup>4)</sup>, indem derselbe eine auf vier Rädern ruhende 12pferdige Locomobile (Bd. 2, S. 481) zum Aufziehen eines Bären von 12 Cntr. Gewicht benutzte, zwischen Rammtau und Locomobile aber eine Frictionswinde mit zwei Trommeln einschaltete, wovon die eine zur Aufnahme des Rammtaues, die andere zum Auf- und Abwickeln eines zweiten Seiles zum Aufziehen, Richten etc. der Pfähle diente, mit anderen Worten, man vereinte eine Rammbärwinde und eine Pfahlwinde auf derselben Welle.

Auf letzterer (zwischen den beiden genannten Trommeln) hatte man die passive Scheibe einer Cissold'schen Keilkette (Bd. 2, S. 478, Note 2) befestigt, deren active Scheibe auf die Schwungradwelle der Locomobile gekeilt war. Je nachdem man nun (von einem Handspillenrade mit Schraube aus) die eine oder andere der beiden genannten Trommeln gegen die (grosse) passive Kettenscheibe presste, die linke oder rechte Reibungskupplung in Thätigkeit setzte, bewirkte man beziehungsweise das Erheben des Bären oder setzte die Pfahlwinde in Thätigkeit<sup>5)</sup>.

1) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. IV. Jahrg. 1860, S. 224. (Abbildungen, Beschreibung und eine Theorie des Dampfhammers von Knop.)

2) Polytechn. Centralbl., Jahrg. 1865, S. 219.

3) Rühlmann, a. a. O. S. 242.

4) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen. 24. Jahrg. (1865), S. 110. Mit schönen Abbildungen auf zwei Kupfertafeln.

5) Nach unserer Quelle schlägt man mit dieser Schwartzkopf'schen Kunstramme täglich 6–10 Pfähle von 50 Fuss Länge ein, wobei sich die ge-

Bemerkt wird in unserer Quelle, dass diese Gattung von Kunstrammen sich neben der Nasmyth'schen direct wirkenden Dampfamme nicht nur behauptet, sondern sich vor derselben durch hequeme Handhabung und leichte Transportirbarkeit ausgezeichnet habe.

Kunstrammen mit Dampfmaschinenbetrieb, ohne directe Einwirkung des Dampfes, unter Benutzung noch anderer selbstthätiger Kuppelungen construirten und verwendeten zuerst u. A. die Engländer Scott und Robertson speciell für den Bau von Docks an der Mündung des Flusses Blyth<sup>1)</sup>, wobei man überdies von der Ansicht ausging, dass Schläge mit schweren Bären und grosser Hubhöhe wirksamer seien, als verhältnissmässig mehr Schläge (rasch auf einander folgend) mit mässig schweren Bären.

Seit Ende der 50er Jahre hat man in England sich bemüht, durch Dampfmaschinen betriebene Kunstrammen zu construire und in der Praxis einzuführen, bei welchen das Erheben des Bären durch continuirlich immer in derselben Richtung bewegter Gelenkketten (Gall'scher Ketten) erfolgt, so dass die Maschine während der Arbeit weder angehalten noch umgesteuert zu werden braucht.

Die seiner Zeit beliebteste Rammmaschinen-gattung dieser Art war die der Engländer Sisson und White in Hull<sup>2)</sup>. Offenbar war die wichtigste hier zu lösende Aufgabe die, den Bären zum Anheben mit der continuirlich bewegten Kette zu vereinigen, dann aber auch denselben rechtzeitig aus dieser Verbindung zu lösen, um sein Herabfallen ungestört geschehen lassen zu können.

Bei der Kunstramme von Sisson und White befindet sich zu letzterem Ende im Bären selbst ein mit zwei Armen (einen kurzen und einen langen) versehenes Excentrik, durch dessen geeignete Drehung eine Nase, ein Riegel, derart nach aussen (rechtwinklig zur Bewegungsrichtung der endlosen Kette) verschoben wird, dass diese von dem aufsteigenden Kettenstrange erfasst und der Bär mit in die Höhe genommen werden kann. Ein besonders hierzu angestellter Arbeiter zieht an einem Seile, dessen oberes Ende an dem längeren der Excentriksarme befestigt ist und wodurch die erwähnte Drehung des Excentriks veranlasst wird. Die Auslösung des Bären wird durch einen eisernen Bügel bewirkt, welcher an einer der (hier) vorhandenen zwei Läuferuthen (Mäkler) in derjenigen Höhe befestigt wird, aus welcher man den Bär herabfallen lassen will. Der mit der Kette aufsteigende Bär drückt von unten mit dem kurzen (linken) Arme des Excentriks gegen den erwähnten, im Mäkler befestigten Bügel, dessen Widerstand ausreicht, das Excentrik so zu drehen, dass die Verbindungsnase zwischen Bär und Kette aus dem betreffenden Gliede der letzteren zurückgezogen und damit das Lösen und Herabfallen des Bären bewirkt wird.

samtlichen Tageskosten zu 15 Thaler oder pro Pfahl im Mittel etwa zu 2 Thaler herausstellen. Eine Zugamme würde bei gleicher Leistung 50 Mann Besatzung erfordern, welche, pro Mann zu (nur) 20 Sgr. gerechnet, 33 1/3 Thaler an Schichtlohn nöthig machen.

1) Institution of Mechanical Engineers. Proceeding 1857, Pg. 12 (Pile Driver etc. by Scott and Robertson). Hieraus (ohne Quellenangabe) in der schweizerischen Polytechn. Zeitschrift, Jahrg. 1860 (Bd. V.), S. 31.

2) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. XII. (1866), S. 418.



Zur Beurtheilung der Leistungen eines Exemplars dieser Ramme sind die Angaben des (damaligen) Baudirectors Berg in Bremen recht sehr zu empfehlen, welche derselbe beim Eintreiben von Rostpfählen zur Fundirung der Pumpenkammer bei Entwässerungsanlagen im Bremer Blocklande als Arbeitsergebnisse sammeln konnte<sup>1)</sup>.

Dieselbe Dampfamme wurde dann wieder bei den Fundamentirungen der Brücke über die grosse Weser in Bremen bei dem Bau der Bremen-Oldenburger Eisenbahn benutzt<sup>2)</sup> und hierbei abermals die grosse Brauchbarkeit dieser Maschine in Erfahrung gebracht.

Es wird (für unsere Zwecke) genügen, hier nur folgende Werthe zu notiren. Das Gewicht des Rammjärens mit Armirung beträgt 2200 Pfund englisch. Die mit einem oscillirenden Cylinder ausgestattete und mit der Kettenwinde unmittelbar verbundene Dampfmaschine ruht auf der Plattform des Rammgerüstes, während sich der Dampfkessel auf einem nebenstehenden besonderen Wagen befindet.

Die Dampfmaschine läuft sehr rasch, ihre Schwungradwelle macht gewöhnlich 380 Umdrehungen pro Minute und vollführt während dieser Zeit 9 bis 10 Schläge, wobei die Fallhöhe 4 bis 5 Fuss engl. beträgt<sup>3)</sup>.

Bei der genannten Weserbrücke schlug man mittelst dieser Maschine in 20<sup>3</sup>/<sub>4</sub> Arbeitstagen 447 Stück Buchenholz-Pfähle (20 Fuss lang, 10 Zoll mittleren Durchmessers) durchschnittlich 19 Fuss tief ein. Die Kosten für das Einschlagen eines laufenden Fuss Pfahl betragen 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Bremer Grote (3<sup>2</sup>/<sub>3</sub> Sgr.).

In allerjüngster Zeit hat der englische Ingenieur Peter Eassie in Gloucester die Kunstramme mit endloser Kette in mehreren Theilen so wesentlich verbessert, dass wir diese Maschine, gleichsam als Muster der Gattung betrachtend, hier noch besprechen und, was nicht minder wichtig ist, die beiden Fig. 343 u. 344 beifügen<sup>4)</sup>.

Die wesentlichsten Verbesserungen, welche Eassie an der Kunstramme mit endloser Kette und durch eine Dampfmaschine betrieben, erdachte und ausführte, bestehen hauptsächlich in folgenden drei: Erstens lässt er die Zugrichtung der Hebekette durch den Schwerpunkt des Bären gehen; zweitens ordnet er Federn (Gummi-Buffer) an, um nachtheilige Stöße zu vermeiden, wenn der schwere Bär plötzlich mit der Kette verbunden (an diese gehalten) wird und drittens traf er solche Einrichtungen, dass der Bär zufolge Zurückprallens nach jedem Schlage nicht zu früh von der Kette wieder erfasst wird.

1) Ebendasselbst S. 422 ff.

2) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover, Bd. XV, Jahrgang 1869, S. 279 ff.

3) Bei den letzten 5 Schlägen der Dampfamme und bei 5 Fuss mittlerer Fallhöhe drangen die Pfähle nur <sup>5</sup>/<sub>8</sub> Zoll ein. Die Last, welche jeder solcher Pfahl zu tragen hat, beträgt 29500 Pfund.

4) Institution of Mechanical Engineers. Proceedings 1867, Pg. 255, unter der Ueberschrift: „Description of an improved Steam Pile Driver with endless Chain.“ (Mit 7 schön ausgeführten Kupfertafeln.) Einen schlechten Auszug giebt die Zeitschrift Engineering vom Nov. 1870, Pag. 337, und hiernach berichtet das Polytechnische Centralblatt, Jahrg. 1870, S. 1649.

Während sich das Detail der beiden letztgenannten Verbesserungen aus der Beschreibung nachstehender Abbildungen ergibt, werde hinsichtlich der ersteren Verbesserung Folgendes bemerkt. Bei der gewöhnlichen Weise (auch bei Sisson und White's Ramme) den Bär mit der Kette durch einen vorgeschobenen Riegel (oder durch andere ähnliche Mittel) zu verbinden, wo also der Angriffspunkt der Kette weit entfernt vom Schwerpunkte des Bären lag, entstand an der Vorder- und Rückseite ein nachtheiliges Klemmen (ein Kanten) des Bären und demzufolge ein bedeutender Reibungswiderstand, der beim Anheben des Bären von der bewegenden Arbeit mit zu gewältigen war.

Eassie will durch Versuche gefunden haben, dass dieser Reibungswiderstand bis zu  $\frac{1}{4}$  des Bärge wichts erwachsen kann, so dass beim Aufziehen eines Bären von 1 Tonne (20 Cntr.) Gewicht die erforderliche Hebkraft bis zu  $1\frac{1}{4}$  Tonne anwachsen kann, noch gar nicht den Kraftüberschuss zu gedenken, welcher zur Ueberwindung des Beharrungswiderstandes der trägen Massen erforderlich ist.

Hiernach besprechen wir erst die in Figur 343 (in  $\frac{1}{80}$  wahrer Grösse) skizzierte Total- (Seiten-) Ansicht der Eassie'schen Kunstramme, dabei bemerkend, dass hier überall gleiche Theile mit denselben Buchstaben bezeichnet sind, wie in der Detailfigur 344.

Der gusseiserne Rambahar *A* kann sich ungezwungen zwischen den beiden vorhandenen Läufern (Mäklern) *BB* auf- und abbewegen, wobei er jedoch durch zwei klammer- oder gabel förmige Splinte *GG* in seiner Lage gehalten wird. Wie aus der im vergrösserten Maassstab ( $\frac{1}{24}$  der Wirklichkeit) gezeichneten Figur 344 erhellt, haben diese Splinte äusserlich abgerundete Augen, um die Hubkette *C* des Bären frei hindurchzulassen. Ein geeigneter stählerner, im Bären befestigter, jedoch etwas drehbarer Haken *H* dient zur Verbindung mit der Kette *C*. Derselbe ist gelenkartig mit einem durch den Schwerpunkt des Bären gehenden Stabe (Zugstange) *h* verbunden, wobei er zugleich von einer kleinen Spiralfeder unausgesetzt nach den Mäklern *BB* hin gedrückt wird, um im rechten Augenblicke in den freien Raum zweier Glieder der Gall'schen Kette *CC* einfallen zu können.

Die Verbindung der Zugstange *h* mit dem Bären wird ausserdem durch Gummi-Buffer *JJ* vermittelt, die den Zweck besser erfüllen als vorher angewandte stählerne Schneckenfedern.

Die Hubkette *C* des Bären geht erst, an der Rückseite der Mäkler und des Bären aufsteigend und dann durch einen Fallblock (follower) *L*, der ein leichtes Rahmwerk mit einer Walze *F* bildet. So lange der Bär aufwärts geht, ruht der Fallblock auf dessen oberem Ende und wird von ihm mit in die Höhe genommen.

Die Art und Weise der Auslösung des Kettenhakens *H* erhellt hinlänglich aus der Durchschnitsfigur 344. Das Auslösen erfolgt nämlich durch einen Körper *K*, der Ausstosser („striker of“) genannt, der Aehnlichkeit mit dem Fallblocke *L* hat. Von den Vorderkanten einer Hülse oder eines Rahmenwerkes *M* gehen nämlich zwei eigenthümlich gebogene Hebel *K* aus, die an ihren freien Enden Frictionsrollen tragen. Sobald nun das zungen förmige (obere) Ende des Hakens *H* mit den Rollen von *K* in Berührung kommt, wird bald der Haken *H* in die punktirte gezeichnete Lage *H*<sup>2</sup> gebracht, d. h.

Fig. 343.

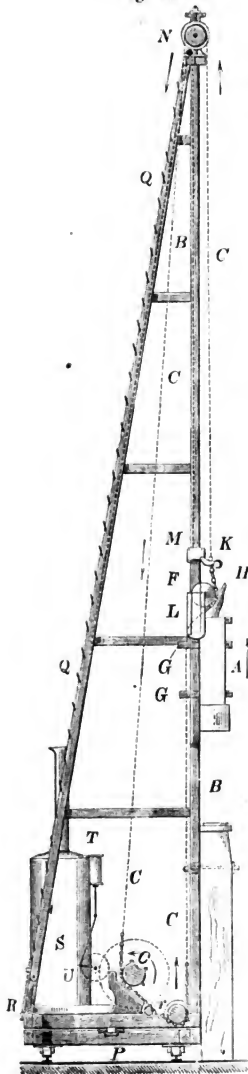
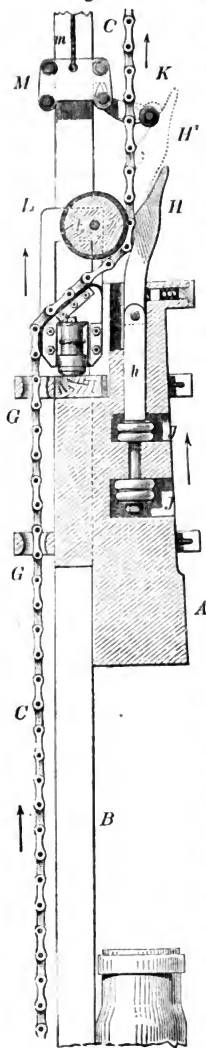


Fig. 344.



aus der Kette gehoben und der Bär zum Herabfallen freigemacht. Die gewünschte Fallhöhe wird ganz einfach durch Aufziehen und Herablassen des Ausstossers *K* reguliert, indem mit der Hülse *M* ein Seil *m* verbunden ist, welches am oberen Ende der Mäkler über eine Rolle läuft, während sein freies Ende herabhängt und im Bereiche des Maschinisten befestigt wird.

So lange die Ramme arbeitet, wird die Kette *C* ununterbrochen in einer an der Vorderseite der Mäkler aufwärts gerichteten Bewegung erhalten. Dabei läuft sie über die Scheibe *N* (Fig. 343) am oberen Ende der Mäkler, geht dann niederwärts zu dem Kettengetriebe *O* auf der Haupttrommelwelle, ferner noch weiter abwärts über eine Leitrolle *r* an der Plattform *P* der Maschine, steigt wieder aufwärts an der Rückseite der Mäkler, bis sie am Fallblocke *FL* wieder an der Vorderseite der Mäkler senkrecht über den Bär geführt wird. Mit Hilfe von Schrauben,

welche die Lage der Rammscheibe *N* reguliren, wird die Kette *C* nach Bedürfniss straffer oder schlaffer gemacht.

Die Plattform *P*, worauf die ganze Maschine ruht, ist an jeder Ecke mit einem Spurkranzrade ausgestattet, so dass der ganze Bau auf einer dem Zwecke entsprechenden Eisenbahn verhältnissmässig leicht transportirt werden kann. Die untere Plattform trägt noch eine zweite Plattform, welche sich um einen Drehzapfen (gleich einer Drehscheibe) drehen lässt, wodurch die Beweglichkeit und die Leistung der Maschine nicht unwesentlich erhöht wird.

Auf dieser oberen Plattform sind die beiden Mäkler *B* nebst seitlichen Streben drehbar angebolzt und in geeigneter Weise mit der auf der Rückseite befindlichen Leiter *Q* verbunden, an deren Fusspunkte sich eine kräftige Stellschraube *R* mit Führung befindet, um der Ramme erforderlichen Falles eine gewisse Neigung geben zu können, wenn Pfähle in schräger (nicht vertikaler) Richtung eingerammt werden sollen.

Der ebenfalls auf der zweiten Plattform placirte aufrechtstehende Dampfkessel *S*, wie die nach unten auf die Krummzapfenwelle *U* wirkende Dampfmaschine *T* bedarf ebensowenig besonderer Erörterungen, wie das auf die Krummzapfenwelle gekeilte Getriebe, welches in ein Stirnrad fasst, das mit der Kettentrommel *O* auf derselben Welle steckt.

Hinsichtlich aller dieser Specialitäten auf die schönen Zeichnungen unserer Quelle verweisend, bedauern wir noch (des Raummangels wegen) keine Abbildungen einer sogenannten „Teleskop-Ramme“ des Herrn *Eassie* liefern zu können, wodurch man in den Stand gesetzt wird, Pfähle bis 40 Fuss unter der Oberfläche der Eisenbahnschienen, worauf die ganze Maschine gestellt ist, einrammen zu können. Bei den Erweiterungsbauten der Marinemagazine zu Chatam und beim Dockbaue zu Cardiff etc. haben sich diese „Teleskop-Rammen“ ganz vorzüglich bewährt.

An letzterer Stelle (Cardiff) war es *Eassie* möglich, Versuche mit der Ramme anzustellen, wobei sich herausstellte, dass drei Pfähle von 46 Fuss Länge (im Mittel) und von 13 Zoll Seite des quadratischen Querschnittes mit einem Bären von 2150 Pfd. (engl.) Gewicht, von  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{3}{16}$  Zoll pro Schlag niedergingen, wobei die letzten 40 bis 50 Schläge aus einer Fallhöhe von 14 Fuss gegeben wurden. Zum Rammen eines jeden dieser drei Pfähle auf durchschnittlich 31 Fuss Tiefe waren im Mittel 128 Schläge erforderlich. Die gesammte Zeit des Rammens der drei Pfähle betrug incl. aller Zeitverluste  $4\frac{1}{2}$  Stunden. Zur Verwendung kamen dabei ein Maschinist und 3 Arbeiter. Der Steinkohlenverbrauch betrug gegen  $3\frac{1}{2}$  Pfd. englisch für jeden Fuss der eingeschlagenen Pfahlänge oder 3 Pfund pro 1 Cubikfuss Pfahl. Die Gesamtkosten der Rammarbeit stellten sich pro eingeschlagenen Pfahl zu 3 Pences oder zu  $2\frac{1}{2}$  Pences pro jeden Cubikfuss eingetriebenen Pfahles.

---

Zur Vervollständigung alles Vorstehenden machen wir noch auf folgende Dinge aufmerksam:

1. Auf *Appleby Brother's* in London (69 Kings William Street) schwimmende, durch die Dampfmaschine betriebene Kunstrammen mit

Riemen und Ketten-Transmission<sup>1)</sup>. Derartige Rammen haben bekanntlich schon zu Belidor's Zeiten (S. 497) Anwendung gefunden.

2. Auf Shaw's in Philadelphia, wie es scheint völlig geglückte und höchst effectvolle Ramme, wobei der Bär durch die Explosionskraft des (weissen) Schiesspulvers in die Höhe getrieben wird<sup>2)</sup>.

3. Auf die Wipprammen (Schwingbaum-Rammen) des Holländers Bovy in Luik, Hebel-Kunstrammen, die den gewöhnlichen Zugrammen gegenüber wesentliche Vortheile bieten und beim Baue der holländischen Staats-eisenbahnen mit Erfolg in Anwendung sein sollen<sup>3)</sup>.

4) Auf die Vortheile, welche Kunstrammen gegenüber Zugrammen fast unter allen Umständen gewähren. Während (1830) zur Zeit des Erscheinens der praktischen Anweisung zur Wasserbaukunst von Gilly und Eytelwein (a. a. O. Heft 1, S. 32) die Kunstrammen im Allgemeinen als nicht von Nutzen bezeichnet wurden, entschieden sich später gewichtige Autoritäten (voran der jetzige Ober-Baudirector Hagen) zweifellos für Kunstrammen, ohne für ganz besondere Fälle nicht auch Vortheile der Hand-Zugrammen anerkennen zu wollen<sup>4)</sup>. Hiermit stimmen die beim Baue der hannoverschen Eisenbahnbrücken angestellten Versuche und gesammelten Erfahrungen völlig überein, in welcher Beziehung namentlich auf Sonne's Abhandlung über den Bau der Fuldabrücke bei Kragenhof<sup>5)</sup> und noch mehr auf Köpke's vortreffliche Arbeit: „Die steuerfreie Niederlage zu Harburg“<sup>6)</sup> aufmerksam gemacht werden muss. An einer Stelle (a. a. O. S. 284) gelangt Köpke zu folgendem Schlusse: „Eine Zugramme arbeitet ungefähr zweimal so rasch als eine Kunstramme<sup>7)</sup>, etwa viermal so theuer und erfordert neunmal so viel Arbeiter. Weiter (S. 288) wird über die betreffende Frage noch Folgendes bemerkt: „Die Ursache der überwiegenden Leistung der Kunstramme dürfte darin zu suchen sein, dass ein Arbeiter dauernd einen grösseren Effect

1) Rühlmann, „Appleby's schwimmende Dampfamme.“ In Wirth's Illustr. Deutschem Gewerbskalender, Jahrgang 1870, S. 94. (Mit Abbildung begleitet.) Auch von Castor bei Bauten in der Rhône angewandt. Abbildungen und Beschreibungen in dessen Werke: „Travaux de navigation“ etc. Paris 1861, Pg. 81.

2) Engineering vom 6. August 1869, Pg. 79 u. Pg. 92. (An ersterer Stelle mit Abbildungen.)

Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIV. (1870), S. 273.

Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover, Bd. XIX. (1873), S. 112. Notiz nach dem Franklin Journal, Juli 1872, und dem Civil-Ingenieur, 1872, S. 288.

3) Prof. Fränkel über Bovy's Wipprammen in der deutschen Bauzeitung, Jahrg. 1869, S. 631, und hieraus im Polytechn. Centralblatte, Jahrg. 1870, S. 168.

4) Handbuch der Wasserbaukunst. Erster Theil. (Die Quellen.) S. 589. (Zweite Auflage.)

5) Zeitschr. d. Hannov. Architekten- u. Ingenieur-Vereins, Bd. IV. (1858), S. 163.

6) Ebendasselbst Bd. 6. (1860), S. 279 etc.

7) Dieser Zeitgewinn bei Zugrammen gegenüber den Kunstrammen passt nicht mehr auf die neueren, durch Dampfmaschinen bewegten Kunstrammen. Man beachte in letzterer Beziehung die bereits S. 505 gemachten Leistungsangaben.

an der Kurbel im Vergleich zum Ziehen ausüben kann<sup>1)</sup>; dass bei der Zugramme ein grosser Theil der Arbeiter schräg zieht und endlich der Verlust durch die häufigeren Stösse grösser sein wird. Dagegen lässt sich nicht in Abrede stellen, dass in manchen Bodenarten kurz auf einander folgende Schläge ein besseres Eindringen hervorbringen, als in längeren Zwischenräumen erfolgende heftige Schläge. Die Anwendung der Hand-Zugramme wird daher nie (?) ganz zu vermeiden sein und wird die Kunstramme sie nicht überall ersetzen können.<sup>4</sup>

5) Auf die Berechnung der Tragfähigkeit eingerammter Pfähle. Hagen hält alle betreffenden Rechnungen für unbrauchbar<sup>2)</sup>, vornehmlich deshalb, weil sich die Vorstellungsart über den Widerstand nicht rechtfertigen lässt, worauf man diese Rechnungen stützt<sup>3)</sup>.

1) Ganz übereinstimmend mit unserem Resultate Bd. 1, S. 255 und 230.

2) Handbuch der Wasserbaukunst. Erster Theil, S. 628 und 629.

3) Die gewöhnliche Ableitung betreffender mathematischer Formeln ist folgende. Bezeichnet  $W$  das Tragvermögen oder den totalen Widerstand, welchen das Erdreich dem weiteren Eindringen des Pfahles entgegensetzt, wenn derselbe beim letzten Schlage um  $e$  eingedrungen ist,  $Q$  das Gewicht des Rammjärens,  $q$  das Gewicht des Pfahles und  $H$  die Fallhöhe des Järens, so setzt man ohne Weiteres (nach dem Principe von der Erhaltung der lebendigen Kräfte), wenn  $g = 9,81$  Met. ist:

$$We = \frac{1}{2} \frac{Q + q}{g} v^2,$$

worin  $v$  die Geschwindigkeit beider Körper (des Järens und des Pfahles) gemeinsam ist, diese als völlig unelastisch gedacht am Ende des Stosses bezeichnet. Für  $v$  lässt sich dann annehmen:

$$v = \frac{Q \sqrt{2gH}}{Q + q},$$

so dass man schliesslich erhält:

$$1) W = \frac{Q^2}{Q + q} \cdot \frac{H}{e}.$$

Um diesen für  $W$  berechneten Werth für die Praxis brauchbar zu machen, hält man für hinreichend, einen gewissen Bruchtheil desselben als die zulässige Belastung des Pfahles annehmen zu können, was jedoch meistens eine Täuschung und nicht einmal für Sandboden richtig ist. Offenbar wird die Formel I) dadurch nicht praktischer, wenn man mit aller Sorgfalt die Zusammendrückbarkeit des Pfahles und des Järens in Betracht zieht. Die Mathematik giebt eben nur richtige, mit der Erfahrung stimmende Resultate, wenn man im Stande ist, die Rechnung auf naturgemässe Hypothesen stützen zu können, was hier (mit Hagen ganz übereinstimmend) nicht der Fall ist.

Um wenigstens ein Zahlenbeispiel bringen zu können, entnehmen wir den bereits citirten Mittheilungen des Baudirectors Berg, über die Fundirungen der grossen Weserbrücke für die Bremen-Oldenburger Eisenbahn (Zeitschr. d. Hannoverischen Architekten- und Ingenieur-Vereins, 1869, S. 279), die Thatsache, dass hier u. A. 20 Fuss lange und 10 Zoll mittleren Durchmesser haltende Pfähle aus Buchenholz bei den letzten 5 Schlägen der Sisson-White'schen Dampfgramme noch  $\frac{5}{8}$  Zoll eindringen, wenn die mittlere Fallhöhe des 2200 Pfund = 22 Centner wiegenden Järens 5 Fuss oder 60 Zoll betrug. Das Gewicht eines Pfahles zu 700 Pfund = 7 Centner berechnet, giebt demnach:

VIII. Baggermaschinen <sup>1)</sup>.

(Geschichtliche Uebersicht.)

## §. 24.

Zum zweckmässigen Lösen und Heben von unter Wasser liegendem Erdreich bedient man sich der Baggermaschinen.

$$W = \frac{(22)^2}{29} \cdot \frac{60}{\frac{1}{8}} = 7968 \text{ Cntr.} = 796800 \text{ Pfd.}$$

Herr Berg berichtet, dass jeder dieser Pfähle in Wirklichkeit nur 29500 Pfd. zu tragen habe. Hiernach würde (in gewöhnlicher Weise zu schliessen) eine 27fache  $\left( = \frac{796800}{29500} \right)$  Sicherheit vorhanden sein! (?) Wie man ohne solche Rechnungen die Tragfähigkeit der Pfähle dennoch bemessen kann, ergibt sich am besten aus den praktischen Belehrungen, welche Hagen über diesen Gegenstand in dem vorher citirten Werke seiner Wasserbaukunst (1. Theil, §. 39, S. 622 bis mit 632) liefert.

1) Literatur: Leupold, *Theatrum Machinarum Hydrotechnicarum*, S. 114 (§. 171). Der Verfasser giebt hier Nachricht über die ältesten holländischen Baggermaschinen, geneigte Schaufelwerke, „Mudder Molen“ genannt. Abbildungen auf Tab. XXVII. (Skizzen von letzteren folgen nachher in Fig. 345.)

Belidor, *Architectura Hydraulica*. Zweiter Theil. Siebente Ausgabe der 1769 in Augsburg erschienenen Uebersetzung. Im neunten Kapitel werden, unter Befügung sehr schöner Abbildungen, Taf. XX—XXV (Kupferstiche), die „Maschinen zur Vertiefung der Seehäfen, insbesondere derer, welche man zu Toulon braucht“ besprochen und interessante Beobachtungs- und Versuchsergebnisse mitgetheilt. Die betreffenden Baggermaschinen gehören zur Gattung der Stiel-Schaukel- oder Stiel-Löffel-Bagger. — (Letztere finden sich nachher in Fig. 347 skizzirt.)

Régemortes, „Description du nouveau pont construit sur la rivière d'Allier. Paris 1771. Hier wird der (älteste von de Lons herrührende) Vertical-Eimer-Bagger besprochen. Referent kennt dies Werk nur aus Hagen's Wasserbaukunde, Bd. 4, Thl. 3, §. 75, S. 141. (Später folgt eine Abbildung.)

John Weale's „Quarterly Papers on Engineering.“ Artikel „Dredging.“ Vol. I. London 1844. In diesem Werke finden sich nicht nur die zuverlässigsten Angaben über die allerältesten Baggermaschinen, sondern auch vortreffliche Abbildungen (Kupferstich) der ersten in England benutzten Baggermaschinen mit geneigten Eimerketten, durch Pferdeweg und Dampfmaschine betrieben. Diese Maschinen sind von denen der Gegenwart wenig verschieden.

Molard, Die Eimerketten-Baggermaschinen, welche in Frankreich zum Reinigen etc. der Canäle des Ourcq und Saint-Denis benutzt wurden. Nach dem Bulletin de la Société d'Encouragement vom Monat Mai 1824 durch Dingler's Journal, Bd. 15 (1824), S. 144, mit einer Tafel Abbildung. Die hier benutzten Eimerketten arbeiten in geneigter Lage, der Betrieb erfolgt durch Menschenkraft. Diese Maschine ist den vorher citirten englischen nachgebildet.

Schwahn, „Fluss-Baggermaschinen.“ Berlin 1832. Das erste selbstständige

Durch das Baggern vertieft man Flüsse, Canäle und Häfen, entfernt man Ablagerungen im Fahrwasser der Schiffe, beseitigt Untiefen u. dgl. m.

deutsche Werk seiner Art mit sieben Kupfertafeln, grösstentheils Eimerbagger für Hand- und Pferdebetrieb.

**Baiausführungen des Preussischen Staates.** Herausgegeben von dem königl. Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. Bd. II. Berlin 1851. Unter Beifügung vortrefflicher Abbildungen (Kupferstich) wird hier über die ersten in (Nord-) Deutschland mit Erfolg angewandten Baggermaschinen mit geneigter Eimerkette berichtet. Die erste (S. 5) 1839 zur Vertiefung des Fahrwassers der Ucker erbaute für Handbetrieb (abgebildet auf Blatt 2—4), die zweite (S. 119) im Jahre 1844 in Elbing ausgeführte mit Dampftrieb zur Vertiefung des Danziger Seehafens zu Neufahrwasser. (Abgebildet auf Bl. 40—44.)

**John Duncan**, „Machines for Excavating Soil.“ Patent Specification, Nr. 9281 (1842). Stiel-Löffel- und Stiel-Schaufel-Bagger als Trocken- und Nass-Bagger. Ersterer fast ganz der S. 362, Fig. 218 besprochenen gegenwärtigen Construction der Amerikaner gleich. Der Nassbagger entspricht den ebenfalls zur Zeit in Amerika gebräuchlichen, worüber Gentili in der Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins, Jahrg. 1871, S. 181 berichtet.

**Nilus**, *Drague à vapeur à deux chaînes, marchant par courrois.* *Armengaud Publ. Indust., Tome VII. (1851), Pg. 137.* Bagger mit zwei geneigten Eimerketten, den man besonders für Hafenbauten in Havre benutzte. Schiff (Prahm) und Maschinengestell sind noch aus Holz construirt. Die beigegebenen (2) Tafeln Abbildungen sind schön ausgeführt.

**Löwe**, *Fluss-Dampfbagger von 10 Pferdekraft für die Melioration des Nieder-Oderbruchs.* *Erbkam, Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. IV. (1854), S. 503.* Mit Zeichnungen auf Bl. 61, 62 und 63, sowie Blatt Z im Texte. Dampfbagger mit geneigter Eimerkette am Hintertheile des Schiffes. (Schiff und Maschinengerüst noch Holzconstruction.) Auch Sammlung von Zeichnungen f. d. Hütte, Jahrg. 1858, S. 9. Drei grosse Tafeln Abbildungen.

**Régemortes'sche Baggermaschine**, im Jahre 1852 und 1853 beim Ausbaggern und Instandsetzen des Düsseldorfer Sicherheitshafens benutzt. Zeichnungen f. d. Hütte, Jahrg. 1855, S. 16.

**Wiebe**, *Skizzenbuch f. d. Ingenieur- und Maschinenbauer. Heft VIII. (1859) Bl. 5 und 6.* Handbaggermaschine (nach Régemortes) beim Baue der Weichselbrücke bei Dirschau benutzt.

**Castor**, „*Travaux de navigation et de chemins de fer*“ etc. Paris 1861. Das zur Zeit vorzüglichste und schönste Werk über Dampfbagger mit geneigter und verticaler Eimerkette. Von ganz besonderem Interesse sind hier die bei der Pfeiler-Gründung (mittelst comprimirtter Luft) der Strassburg-Kehler Eisenbahnbrücke in Anwendung gebrachten Bagger mit verticalen Eimerketten.

Ueberdies werde die Gelegenheit benutzt, auf dieses mit 29 Kupfertafeln in Folio ausgestattete vortreffliche Werk nachträglich auch in Bezug auf Fördermaschinen, (schwimmende) Rammmaschinen und Gebläsmaschinen noch besonders aufmerksam zu machen.

**Oppermann**, *Portefeuille économique des machines*, Sept. 1863, unter der



## Die älteste Nachricht über Baggermaschinen datirt vom

Ueberschrift: „Les Dragues et les Dragages de la Clyde“, mit Abbildungen auf Pl. 35, 36 und 37. Dampfbagger mit einer Eimerkette in der Mitte des Schiffes arbeitend und am Hintertheile ausgiessend. Beigefügt sind hier Leistungs- und Rentabilitätsberechnungen der auf dem Flusse Clyde arbeitenden Bagger der „Clyde Schiffahrt's Compagnie.“

Duncan (Andrew), „On the Construction and Results of working of the large Steam Dredgers on the Clyde.“ Institution of Mechanical Engineers. Proceedings 1864, Pg. 147, mit schönen Abbildungen, wovon hier weiter unten Skizzen zu finden sind.

Diese Arbeit ist eigentlich eine (gründliche) Vervollständigung der vorigen Abhandlung im Oppermann'schen Portefeuille.

Waltjen's „Dampfbagger mit geneigtem Schaufelwerke“ statt geneigter Eimerkette für den Hafen von Geestemünde erbaut. Wiebe's Skizzenbuch, Heft XXXII. u. XXXIII. (1864). Da hier vorzugsweise Schlick zu baggern ist, hat man diesen Bagger gleichsam als eine verbesserte holländische Mudder-Mole construiert.

Gouin, „Grande drague à vapeur“ beim Baue und beim Betriebe des Suez-Canales in Anwendung. Bagger mit einer geneigten Eimerkette in der Mitte des Schiffes und nach beiden Seiten ausgiessend. Armengaud, Publication industrielle, Tome 17, Pg. 87, mit schönen Zeichnungen auf Pl. 7 und 9.

Borel (mit Lavalley, Couvrez u. A., Bauunternehmer des Suez-Canales): „On the Steam Dredgers employed in the excavation of the Isthmus of Suez Canal. Inst. of Mechanical Engineers. Proceedings 1867, Pg. 192 (mit Abbild. auf Plate 50 bis 63).

Die Baggararbeiten am Suez-Canal machten eigenthümliche Constructionen geneigter Rinnen (long couloirs, long shoots) erforderlich, um, ähnlich wie Fig. 220, S. 369) die gebaggerte Masse über die Canalufer hinaus (auf's feste Land) transportiren zu können. Noch grössere Abbildungen dieser Rinne liefert Oppermann in seinem „Portefeuille des machines,“ Année 1869, Pl. 15 u. 16.

Ueber einen neuen Dampfbagger. (Mittheilungen des Bureaus der Schiffahrts- und Hafen-Deputation in Hamburg.) Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. XIV. (1868), S. 231, mit Abbildungen auf Bl. 417 und 418. Dieselbe Maschine wird nochmals (mit grossen Abbildungen begleitet) im Engineering vom 20. October 1871, S. 246 bis 248, sowie in Oppermann's „Portefeuille des machines,“ Année 1871, Pg. 25, besprochen.

Kozłowski, „Notizen über den zur Regulirung des Plauer Canals benutzten Dampfbaggers.“ Erbkam, Zeitschrift f. Bauwesen, Jahrg. XVII. (1867). Die geneigte Eimerkette liegt in der Mitte des Schiffes und giesst nach zwei Seiten aus. Eine sehr beachtenswerthe Arbeit, der mehrere Tafeln gute Abbildungen beigefügt sind.

Simons-Cunningham, „Steam Dredger, 50 Nominal Horse Power, for the Dundee Harbour Trustees.“ Im Engineer vom 18. October 1871, S. 251 und 254. Mit schönen Abbildungen begleitet. Zur Zeit wohl die grossartigste Dampfbaggermaschine. Sie soll im Stande sein pro Stunde 180 bis 250 Tons Material zu fördern.

Simons, „Dredge for the Canadian Government“ im Engineer vom 3. Mai 1872, S. 309 u. 312. Dieser Eimer-Dampfbagger ist zugleich Prahm zum Trans-

Jahre 1591 <sup>1)</sup>, wo, nach unserer Quelle, ein gewisser Verantius ein seltenes (curious) Werk mit Abbildungen über diesen Gegenstand veröffentlichte. Bei dieser Maschine lassen zwei in paralleler Lage mit einander verkuppelte Pontons einen solchen Raum zwischen sich, dass darin bequem zwei Löffel (Löffelbagger, Stielbagger) arbeiten können. Die erforderlichen Bewegungen werden erzeugt unter Benutzung eines geeigneten Laufrades (walking wheel), in welchem Menschen thätig sind.

1685 erschien (ebenfalls nach der unten citirten englischen Quelle) in Rom ein vom Holländer Cornelius Meyer verfasstes Buch, unter dem Titel: „L'arte di restituire a Roma la tralasciata navigazione del suo Tevere,“ in dessen zweitem Theile eine Baggermaschine beschrieben ist, von der bemerkt wird, dass sie sich nur wenig von den Maschinen der Gegenwart unterscheidet, indem sie ein geneigtes Schaufelwerk mit sogenanntem Troge als arbeitendes Werkzeug hätte, statt der jetzigen Eimer oder Kübel an nach unten durchhängender freier Kette (Fig. 219, S. 366). Der Verfasser bezeugt dabei zugleich, dass ähnliche Maschinen bereits in Holland im Gebrauche wären. Zweifellos sind diese Maschinen keine anderen als die, welche Leupold (1724) in dem *Theatrum Machinarum Hydrotechnicarum*, Cap. XX. §. 171, S. 115, unter der Ueberschrift beschreibt: „Ein holländischer Haven-Räumer, von ihnen die Modder Mole genannt.“

Die nebenstehende Fig. 345 ist eine treue Copie aus dem Leupold'schen Werke (Taf. XXVII, Fig. 4), wozu sich im Originale nur noch die Bemerkung von Leupold hinzugefügt findet: „Amsterdamer Modder Mühle nach Sturm's Zeichnung, aber verbessert.“ Leupold giebt hierzu (a. a. O. Cap. XX. S. 115) folgende Beschreibung:

porte des Baggergutes auf hohe See und ist deshalb mit einer Schraube als Propeller ausgestattet.

Gleichsam als Anhang zu vorstehenden Literaturangaben citiren wir noch folgende Quellen, worin über sogenannte Saugbagger Mittheilungen zu finden sind:

Hagen, a. a. O. S. 115 u. S. 187.

Dulk, „Ueber Hafenanlagen in Frankreich.“ *Erbkam's Zeitschrift f. Bauwesen*, 1863, S. 102.

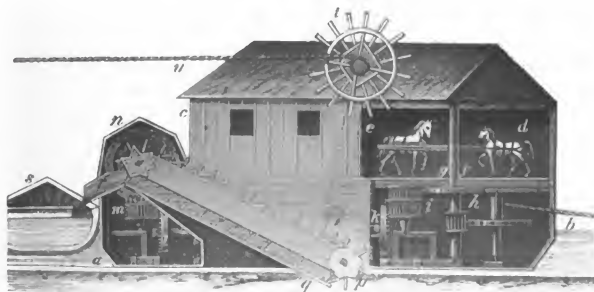
Rühlmann, „Centrifugalmaschine zum Transporte von Baggergut.“ *Mittheilungen des Hannoverischen Gewerbe-Vereins*. Jahrgang 1869, S. 30.

Burt, „Dredging Machinery.“ Ebenfalls eine Centrifugalpumpe. *Engineering* vom 1. Sept. 1871, Pg. 133 u. 134.

1) *Quarterly Papers of Engineering*, Vol. I. Part I. Nr. 3, unter der Ueberschrift: „The Dredging Machine.“ London 1844. (John Weale.)

„Auf einem Schiffe *ab* ist ein ziemlich grosses Haus erbaut und dies in drei Kammern getheilt. In der obersten grössten Kammer *de* gehen zwei Pferde am Göpel *fg*, wodurch ein Stirnrad *h*, ferner ein Drehling *i* und weiter ein Rad *k* in Umdrehung versetzt wird. Die Welle, worauf letzteres Rad steckt, geht fast durch die ganze Schiffslänge hindurch, bis *l* und trägt an letzterer

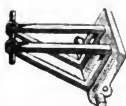
Fig. 345.



Stelle ein Kammrad, welches einen Drehling *m* treibt. Letzterer fasst zugleich in die Zähne eines zweiten grossen Kammrades *n*, auf dessen horizontal liegender Welle ein Prisma (Turas) von solcher Gestalt befestigt ist, dass sich die Glieder einer endlosen Kette in geeigneter Weise auf die Seiten des Prisma legen können. Wird dies Prisma in Umdrehung gesetzt, so folgt auch die Kette dieser Bewegung und zwar derartig, dass immer die eine Hälfte der Kette aufwärts geht, während sich die andere fortschreitend abwärts bewegt. Zwischen je zwei Kettengliedern ist eine viereckige, auf die hohe Kante gestellte Scheibe (ein Brett, eine Schaufel) gelenkartig befestigt, deren specielle Construction aus der (perspectivisch) gezeichneten Detailfigur 346 erhellt.

Am unteren Ende läuft das Kettenscheibensystem über ein zweites, gehörig gestaltetes Prisma *p*, während die ganze Anordnung von einem viereckigen oben offenen Kasten *q*, einer schrägen Rinne mit Seitenwänden, umgeben wird. Die bemerkten Schaufeln schieben bei der aufsteigenden Bewegung die vom

Fig. 346.



Grunde gelöste Erde etc., auf dem Boden des Kastens *q* liegend, vor sich her und führen solche endlich oberhalb einer geneigten Rinne *r* zu, welche die gebaggerte Masse in ein geeignetes Schiff (Prahm, Ponton etc.) *s* fallen lässt. Um das Schiff *ab* entsprechend fortschaffen zu können, hat man im Dache des Baggergebäudes eine Winde *t* angebracht, auf deren Welle sich ein Tau *u* wickeln kann, dessen freies Ende stromaufwärts gehörig verankert ist.

Dass man beim Lösen und Heben festerer Erdmassen (Schlamm, Mudde, weichen Sand etc.) bald auf den Gedanken kommen musste, die Ketten mit Schaufeln der vorbeschriebenen Art, durch Ketten mit Eimern oder Kübeln (S. 366, Fig. 219) zu ersetzen, ist wohl selbstverständlich, weshalb es nicht

befremden darf, wenn Hagen behauptet<sup>1)</sup>, dass auch diese Eimer- (Pferde-) Bagger aus Holland stammen und vielleicht schon im siebenzehnten Jahrhundert in Preussen eingeführt waren. Hinsichtlich Abbildung und specieller Beschreibung eines Baggers letzterer Art müssen wir auf die unten verzeichnete Quelle<sup>2)</sup> verweisen.

Eine zweite Gattung von Baggermaschinen sind die sogenannten Stielbagger, wobei das eigentliche Baggerinstrument eine Art Löffel (daher Löffelbagger), eine kastenförmige Schaufel, ein Sack (daher Sackbagger) etc. etc., mit einem langen Arme, einem Stiele (ähnlich Fig. 218, S. 362) verbunden ist, welcher letzterer bei der Arbeit erfasst und entsprechend bewegt wird. Diese Gattung von Baggermaschinen datirt wahrscheinlich ebenfalls aus dem 17. Jahrhundert. Abbildungen hat indess der Verfasser erst aus dem Anfange des 18. Jahrhunderts auffinden können. Vornehmlich ist es der Franzose de la Balme, welcher in dem Werke „*Machines approuvées*“ etc. vom Jahre 1718 (Pg. 161) zwei Maschinen unter der Ueberschrift: „*Ancien et nouveau Ponton pour curer les Ports*“ beschreibt und durch eine ganze Kupfertafel erläutert, wozu überdies bemerkt wird, dass diese Maschinen in den Häfen von Brest, Toulon etc. im Gebrauche wären.

Von einem dieser Balme'schen Stielbagger (Pl. 2 des Originales) ist Fig. 347 eine Skizze, wozu Nachstehendes als Erläuterung dienen wird.

Ein gewöhnlicher Ponton *AB* ist an seinen Langseiten mit Ständern ausgestattet, die man durch einen Holm *CD* vereinigt, überhaupt ein Gerüst zur Aufnahme zweier Laufräder *E* und *F* gebildet hat, die sich um Zapfen gehörig gelagerter Horizontalwellen *G* beziehungsweise *H* drehen können. Das grosse Laufrad *E* dient zum Aufwinden einer Kette *KCJ*, welche am beladenen Löffel (ein geeigneter, oben offener Kasten mit versteiften Seitenwänden) befestigt ist und bei *C* um eine feste Rolle läuft. Der Stiel *N* des Löffels *L* bewegt sich in entsprechenden Führungen am Holme *CD* über der durch den Buchstaben *P* angedeuteten Stelle, welcher Anordnung noch durch gehörige Leitung eines am Stiele *N* befestigten und einige Male um den Ständer *Q* geschlungenen Seiles unterstützt wird. Das kleinere Laufrad *F* dient zum Zurückziehen des entleerten Löffels mittelst eines Taus *MR*.

In unserer Abbildung ist zugleich eine von Belidor<sup>3)</sup> ausführlich beschrie-

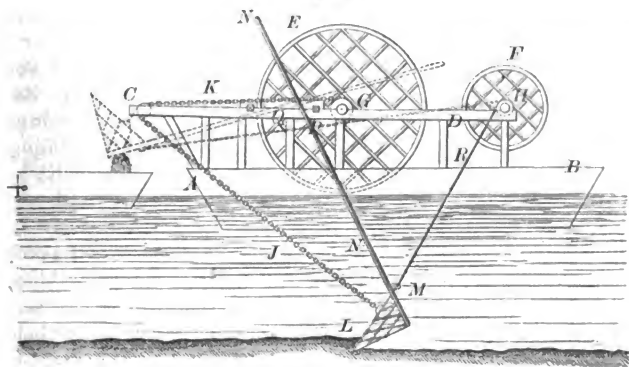
1) Handbuch der Wasserbaukunst. Vierter Band. Dritter Theil. Seite 170.

2) Ebendasselbst S. 170, Tafel XL. Fig. 206 bis 210. (Nach Maassstab gezeichnete schöne Darstellungen eines hölzernen Pferde-(Eimer-)Baggers, wobei die Eimer-Kette quer vor das Ende des pontonartigen Fahrzeuges gelegt ist.

3) *Architectura Hydraulica*. (Neunte Ausgabe der Uebersetzung. Zweiter Theil. Drittes Buch, S. 2, Cap. IX. Taf. XX. Augsburg 1770) und hier-nach in Hagen, Wasserbaukunst. Vierter Band. Dritter Theil. Tafel XXXIX.

bene (und in der unten notirten Quelle auf einer grossen Kupfertafel dargestellte) Maschine angedeutet, welche mit zwei Stielbaggern versehen ist, derartig, dass an jeder Langseite des Pontons einer thätig sein kann. Während sich dann einer der Löffel füllt und gehoben wird, ziehen die im kleinen Lauf-

Fig. 347.



rade thätigen Arbeiter den anderen Löffel zurück und umgekehrt. Dass dabei die zu beiden Löffeln gehörigen Ketten und Taue in verschiedenen Richtungen um die Wellen *G* und *H* der Laufräder geschlungen sind, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Belidor berichtet <sup>1)</sup> über Versuche mit einer Doppel-Löffel-Maschine, welche im Hafen von Toulon angestellt wurden, wonach sich u. A. ergab, dass man mittelst einer solchen bei 10 Mann Bedienung <sup>2)</sup> täglich 6 Cubik-Toisen = 216 Cubikfuss = 7,41 Cubikmeter schlammigen Grund (Schlick?) auf 12 bis 15 Fuss oder auf 3,90 Meter bis 5,0 Meter Höhe zu baggern vermochte und die täglichen Kosten dieser Arbeit 9 Franken oder 72 Silbergroschen betrug.

De la Balme bespricht, beschreibt und erläutert durch Abbildungen (1718) auch eine dritte Gattung von Maschinen, welche er zum Hafenreinigen (pour curer les ports) als vortheilhaft bezeichnet und zur Gattung der Schöpfräder mit sich drehenden Eimern (am Radumfang) gehören und deshalb ganz richtig mit dem Namen „Radbagger“ bezeichnet werden müssen <sup>3)</sup>.

1) A. a. O. §. 811 und 812.

2) Davon arbeiteten 3 Bootsleute im grossen Laufrade *E* und 2 Schiffsjungen im kleinen Laufrade *F*.

3) Machines approuvées par l'Academie royale des sciences. Vol. III. (1713 bis 1719), Pg. 167, Pl. 1 et 2.

Ein solcher Bagger soll bei etwa 30 Fuss Raddurchmesser am Umfange 6 parallelepipedische eiserne Kübel enthalten, deren Böden durch charnierartige Klappen zur rechten Zeit geöffnet und geschlossen werden können. Den Betrieb dieser Maschinen will de la Balme durch Pferde beschaffen, die an einem Göpel laufen, der auf dem Deck des betreffenden Pontons (Prahm) angebracht ist.

Noch andere Radbagger beschreibt (unter Beifügung von Abbildungen) Krünitz im 21. Theile seiner Encyclopädie <sup>1)</sup>. Zuerst bespricht derselbe eine derartige Maschine als die Erfindung eines Schweden mit Namen Knutberg <sup>2)</sup>, von solcher Anordnung, dass nahe dem Umfange eines Rades vier kastenförmige Kübel befestigt sind, welche man an den äussersten Kanten nach der Bewegungsrichtung hin mit Messern, sogenannten Vorschneidern (Mudderschaufeln) zum Lösen der Bodenmassen versehen hat. Die Böden der Kübel lassen sich in geeigneter Weise schliessen und öffnen, während die Umdrehung des Rades durch Menschen erfolgt, welche fast ganz so an schwingenden Hebeln (Schwingbäumen) arbeiten, wie dies bereits Bd. 1, S. 221 (Fig. 133 u. 134) bei der Schiffswinde von Lenox der Fall war. Auch bei der Knutberg'schen Maschine wird die oscillirende Bewegung der Schwingbäume durch Einschaltung sogenannter Ratschenbewegung (Sperrrad und Klinke, Klinken-Schaltwerke) in eine continuirliche Drehbewegung des Baggerrades umgesetzt.

Der Radbagger des Holländers Redelykheid <sup>3)</sup> ist am Umfange des Rades mit (durchschnittlich 16) gebogenen Röhren ausgestattet, an deren äussersten Enden sich wieder Messer (Vorschneider), sowie Klappen (Ventile) befinden, welche letztere sich rechtzeitig selbstthätig öffnen und schliessen.

Die Umdrehung wird hier ebenfalls durch Menschen bewirkt, die an pendelartig aufgehängenen Hebeln wirken, deren oscillato-

1) Artikel „Hafen“, Seite 61 u. 57.

2) Nach dem 11. Bande der Abhandlungen der königl. schwedischen Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1749, S. 132.

3) Krünitz citirt S. 55 a. a. O. eine 1776 erschienene Uebersetzung aus dem Holländischen, in welcher die Redelykheid'sche „Vertiefungsmaschine“ ausführlich beschrieben und abgebildet ist. In nachbemerktem, mir nur durch den Titel bekannt gewordenem Werke findet man wahrscheinlich noch Ausführlicheres über diese Maschine: „De nieuw uitge von den dip machine door Cornelii Redelykheid.“ Amsterdam 1771.

rische Bewegung ebenfalls mittelst Klinken-Schaltwerke auf das Baggerrad übertragen wird.

Bemerkenswerthe Bagger mit senkrechter Eimerkette (verticale Eimerbagger) scheint zuerst Régemortes (1771) beim Baue der Brücke zu Moulin über den Allier in Anwendung gebracht zu haben <sup>1)</sup>. Derartige Bagger sind namentlich dann von Vortheil, wenn es sich darum handelt, Fluss- oder Hafен- (überhaupt Bau-) Stellen zu vertiefen, wo man mit dem Platze sehr beschränkt ist.

Wir entlehnen dem unten citirten Hagen'schen Werke die Figur 348, welche die Seitenansicht der Régemortes'schen Bagger-Maschine darstellt. Abgesehen von den für unsere Zwecke unwesentlichen Pfahlrosten *a* mit Holmen *b*, worauf das Bockgerüst, (Gestell) *cde* der ganzen Maschine, dem jedesmaligen Fortschreiten der Baggerarbeit entsprechend, leicht verschoben werden kann, besteht hier das Hauptwerkzeug aus der endlosen Kette *f* mit den daran befestigten eisernen Eimern *g*. Auf der Welle des oberen sechseitigen Prismas (Turas, S. 173) ist ein Zahnrad *i* befestigt, in welches ein Getriebe *k* greift, welches letztere (in dem von Hagen besprochenen speciellen Falle) von vier an Kurbeln *l* wirkenden Arbeitern in Umdrehung gesetzt wird. Am unteren Ende läuft die Kette *f* über zwei Leitrollen oder Walzen *mm*, unter denen die Eimer weggezogen werden, während sie sich mit Bodenmasse füllen. Zum Auffangen des Baggermaterials, was oben von den Eimern ausgeschüttet wird, dient eine kleine Rinne *p*, die ein besonderer Arbeiter jedesmal vorschieben und gleich darauf wieder zurückziehen muss, damit der Eimer in seinem Niedergange nicht gehindert wird.

Um die Eimer in derjenigen Tiefe arbeiten lassen zu können, welche der beabsichtigten Baggerung entspricht, sind zwei senkrechte Bohlen *ee* vorhanden, denen zugleich unten der eiserne Querarm *h* für die beiden genannten Kettentrommeln *mm* zur Verbindung und Befestigung dient. Jede dieser Bohlen ist mit einer grossen Anzahl Löcher versehen, um solche mittelst Vorsteckbolzen in der erforderlichen Höhe zu halten. Bei noch grösseren Fördertiefen hat man begreiflicherweise die Kette *f* durch Einsetzen neuer Glieder entsprechend zu verlängern.

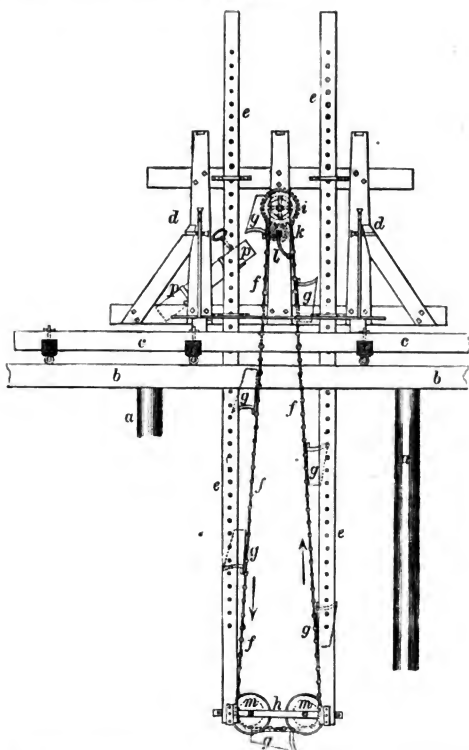
Die erste durch Dampfkraft betriebene Baggermaschine wurde 1796 bei der Soho-Fabrik, Firma Boulton & Watt (Bd. 1, S. 405 ff. Note, unten), für Arbeiten im Sunderland-Hafen von einem Ingenieur Grimshaw bestellt und ausgeführt <sup>2)</sup>. Diesen

1) Hagen, „Wasserbaukunst.“ Bd. 4, Theil 3, S. 141, citirt eine mir nicht zu Gesicht gekommene Abhandlung von Régemortes, „Description du nouveau pont construit sur la rivière d'Allier.“ Paris 1771, in welcher bemerkt werden soll, dass diese Maschine von einem gewissen de Lons herrühre.

2) Quarterly Papers on Engineering. Vol. I. (1844), Pg. 4. Unserer Quelle ist eine treue Copie des Bestellbuchs (memorandum book) der Herren Boulton & Watt (vom 17. Juni 1796) beigelegt.

mit dem Löffelsysteme (und zwar mit vier Stiellöffeln, spoons) ausgestatteten Bagger hatte man in einem flachbodigen Schiffe von 60 Fuss Länge aufgestellt.

Fig. 348.



Die Betriebsdampfmaschine besass eine Arbeitskraft von 4 Maschinenpferden (12 $\frac{1}{8}$ . Zoll Cylinderdurchmesser, 36 Zoll Kolbenhub).

Die zweite Dampfbaggermaschine soll 1802 Rennie für die Hull Dock Company in Vorschlag gebracht und deren Ausführung befördert haben<sup>1)</sup>. Diese Maschine scheint zugleich der

1) Quarterly Papers, Vol. I. a. a. O. Pg. 5.



erste Dampfbagger mit Eimern gewesen zu sein, welcher in England und zwar von einem holländischen Mühlenbauer (a Dutch mill wright, heisst es in unserer Quelle) ausgeführt wurde, während man die 6pferdige Betriebsdampfmaschine ebenfalls aus der Fabrik von Boulton & Watt bezogen hatte. Mittelst dieses Baggers hob man jährlich 20000 bis 23000 Tonnen Schlick (mud) aus durchschnittlich 22 Fuss Tiefe im Preise von 3 Pence für jede Cubik-Yard (27 Cubikfuss)<sup>1)</sup>. Die Dampfmaschine dieses Baggers wurde 1807 durch eine neue und kräftigere ersetzt. Mit letzterer Veränderung enthält unsere Quelle die vollständige Abbildung dieses Dampfbaggers.

Die Eimerkette ist geneigt, liegt in der Mitte des Schiffes, während die Eimer nach einer Seite hin ausgiessen, die Baggerleiter trägt oben und unten viereckige Prismen als Auflager und Wendemittel der Eimerkette etc.

Um dieselbe Zeit brachte auch der aus der Geschichte der Locomotivenerfindung (Bd. 3, S. 246) bekannte Trevethick eine Dampf-Baggermaschine für die Themse zu Stande, worüber in unserer Quelle nachzulesen sein würde<sup>2)</sup>.

Eine besondere Veranlassung zur Einführung und Vervollkommnung der Dampfbagger gaben die Bemühungen der seit 1770 bestehenden schottischen Gesellschaft zur Verbesserung und namentlich Vertiefung des Fahrwassers des Flusses Clyde auf seiner Strecke von Glasgow bis Greenock (Ort an der Clyde-Mündung in's irische Meer). Was hier mit Baggern geleistet worden ist, muss als enorm bezeichnet werden. Im Jahre 1770 hatte man zu Glasgow nur 1½ Fuss tiefes Fahrwasser zur Ebbezeit und höchstens 3 Fuss bei der Fluth<sup>3)</sup>.

1) Oder 0,41 Franken (41 Centimen) für 1 Cubikmeter, oder endlich die Schachtruthe zu 14,6 Silbergroschen.

2) Im Pariser Bulletin de la société d'encouragement pour l'industrie nationale, 34<sup>e</sup> année (1835) wird Pg. 482 ein Schriftstück mitgetheilt, aus welchem hervorgeht, dass der bekannte amerikanische Ingenieur Olivier Evans (Bd. 1, S. 435, Bd. 2, S. 28, und Bd. 3, S. 132) bereits 1803 für die Corporation der Stadt Philadelphia einen Dampfbagger mit geneigter Eimerkette ausgeführt und in den Gang gebracht habe. Dieser Dampfbagger kann unmöglich Erfolg gehabt haben, da Marestier in seinem „Mémoire sur les bateaux à vapeur“ (Paris 1824) nicht das Mindeste von derartigen Dampfbaggern erwähnt, vielmehr Pg. 251 einen Stielbagger beschreibt, der von Pferden am Göpel in Umdrehung gesetzt wird.

3) Institution of Mechanical Engineers, Proceeding 1864, Pg. 147 ff., und Oppermann, „Portefeuille économique des machines.“ Sept. 1863, Pg. 138 ff.

Mittelst einer Art Pflüge (ploughs) und einem Handbagger hatte man 1798 die Fahrwassertiefe der Fluthzeit auf 6 Fuss gebracht. Mit Einführung der Eimer- oder Paternoster-Dampfbagger 1825 bereits das Doppelte, also 12 Fuss Tiefgang, erreicht, welche letztere Zahl 1831 auf 13 Fuss, 1836 auf 15 Fuss, 1839 auf 17 Fuss, 1853 auf 19 Fuss und 1863 sogar auf 22 Fuss gebracht worden war, so dass zur Fluthzeit Schiffe (wie die Panzerfregatte der Black Prince) von 6000 Tons Displacement und 21 Fuss Tauchung bis Glasgow gelangen konnten.

Nach solchen Ergebnissen war es begreiflich, dass sich die Eimer- oder Paternoster-Dampfbagger in England rasch verbreiteten und bereits am Anfange der 40er Jahre solche Mustermaschinen aufzuweisen waren, wie sie sich namentlich in dem bereits citirten John Weale'schen „Quarterly Papers“<sup>1)</sup> auf schönen Kupfer- tafeln abgebildet und hinsichtlich Construction und Rentabilität erörtert vorfinden.

In französischen technischen Journalen wird zuerst im Jahre 1835<sup>2)</sup> von einem Paternoster-Dampfbagger (mit Betriebsmaschinen aus dem englischen Etablissement von Boulton & Watt) berichtet, der mit Erfolg in Paris (wahrscheinlich zur Verbesserung des Fahrwassers der Seine) schon 1814 gearbeitet haben soll. Wahrscheinlich hat sich der französische Ingenieur Valcourt diesen Bagger zum Muster genommen, als ihm 1829 (angeblich) der Auftrag wurde, einen Dampfbagger für Nordamerika und zwar für die Correctionen des Hafens von New-Orleans zu entwerfen. Das vorher citirte „Bulletin d'encouragement (34<sup>e</sup> année) enthält auf Pl. 641 eine schöne Abbildung dieses Baggers, woraus hervorgeht, dass derselbe als Doppelbagger mit zwei geneigten Paternosterwerken oder Eimerketten (zweileitrig) projectirt war, mit Pacquer'schen Hochdruckdampfmaschinen ausgestattet und jedes

---

1) Im ersten Bande dieses Werkes finden sich Nachrichten über die Dampfbagger von Summers, Groves & Day in Southampton mit geneigter Doppel-Eimer-Kette und 20pferdiger Dampfmaschine und von Girwood in Glasgow mit einfacher Eimerkette, hinten ausgiessend. Im 2. Bande die Dampfbagger von Curtis & Kennedy in Liverpool, ebenfalls mit geneigter Doppel-Eimerkette und mit Dampfmaschinen von 25 Pferdekräften.

2) In der 1832 in Berlin erschienenen Abhandlung des Mühlen- und Bauinspectors Schwahn, „Fluss-Bagger-Maschinen“ ist noch von keinem Dampfbagger die Rede. Der Betrieb geschieht bei diesen Baggern überall durch Menschenhand oder Pferde am Göpel arbeitend.

Räderwerk vermieden wurde, indem alle Transmissionen durch Riemen oder Ketten geschehen sollten. Zur Ortsveränderung und zum Fortlaufen des betreffenden Schiffes sollte ein am Hintertheile angebrachtes Ruderrad dienen. Ob dies Project wirklich zur Ausführung gelangte und mit Erfolg arbeitete, wird in unserer Quelle verschwiegen.

In Deutschland scheint der erste Dampf-Eimer- oder Paternoster-Bagger<sup>1)</sup> im Jahre 1841 für den Elbinger Hafen durch den Schiffsbaumeister Mitzlaff und den Maschinenbauer Schichau in Elbing ausgeführt worden zu sein, dem auch bald (1844) ein zweiter grösserer und verbesserter Bagger zur Vertiefung des Danziger Seehafens zu Neufahrwasser folgte und wovon sich Abbildungen und Beschreibungen in dem unten notirten Werke vorfinden<sup>2)</sup>. Letzterer Bagger ist einleitrig, d. h. arbeitet mit einer geneigten Eimerkette (mit 20 Eimern), die in der Mitte des (86½ Fuss langen) Schiffes sich befindet, und giesst nach hinten aus. Die Betriebsdampfmaschine, deren Arbeitsgrösse zu 16 Pferdekräften angegeben wird, ist noch mit einem hochliegenden Balancier ausgestattet.

Seiner Zeit vermochte man mit diesem Bagger bei 16 Fuss Wassertiefe täglich im Schlickboden 100 Schachtruthen (à 12. 12. 1 = 144 Cubikfuss = 4,4519 Cubikmeter), im festen Boden jedoch nur 60 Schachtruthen zu fördern, wenn die Arbeit nicht unterbrochen wurde.

Castor in seinem grossen vortrefflichen Werke (*Travaux de navigation et de chemins de fer etc.*<sup>3)</sup>) datirt die allgemeinere Einführung der Dampf-Paternosterbagger in Frankreich aus dem Jahre 1840 und nimmt für sich selbst wesentliche Verbesserungen derselben in Anspruch. Gegen Ende der 40. Jahre scheint Nilus in Havre seine ersten Dampfbagger für Bordeaux, Havre u. a. französische Häfen mit Schiffsschaalen aus Eisenblech geliefert zu haben. Ein schöner Doppelbagger dieses Constructeurs findet sich beschrieben, besprochen und durch drei Tafeln Abbildungen erläutert in Armengaud's „*Publication industrielle.*“ Vol. 7 (1851), Pg. 148 ff. Die Uebertragung der Bewegung von der

1) Bauausführungen im Preussischen Staate. Bd. II. (1851), S. 119.

2) Ebendasselbst mit 5 Blatt Zeichnungen in Kupferstich.

3) *Machines à draguer*, Pg. 7 ff.

Welle einer doppelcylindrigen Dampfmaschine (nach Penn'schen Modellen hergestellt) auf die obere Prismenwelle, erfolgt hier ausschliesslich durch Riemen.

In die Zeit der 40er Jahre fällt auch das Patent eines Engländer's Duncan<sup>1)</sup> auf einen Dampfbagger mit Stielschaufeln (Löffelbagger), gleichsam eine neue verbesserte Auflage des vorher besprochenen Touloner Stielbaggers, was insofern von Interesse ist, als diese Thatsache zu der Classe von Beispielen gehört, welche zeigen, dass es auch im Gebiete des Maschinenwesens Dinge giebt, welche (beinah) von jeder neuen Generation wieder erfunden und als ganz neu von denen bezeichnet werden, welche sich um das Schondagewesene nicht kümmern!<sup>2)</sup> Duncan's Dampf-Stiel- oder Löffel-Bagger von 1842 wird (wie schon S. 365 erwähnt) 1871 von Gentili in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins (Jahrgang XXIII. S. 181) ohne Weiteres als eine neue Baggermaschine der Amerikaner Osgood & Co. in Troy (im Staate New-York) bezeichnet, die bei den jüngsten Arbeiten der Drauregulirung aber fast unglaubliche Leistungen (gegenüber den Eimer- oder Paternoster-Baggern) gezeigt habe, worauf wir später zurückkommen werden.

Von den 40er Jahren an bis zur Gegenwart ist aus der Geschichte der Baggermaschinen Bemerkenswerthes etwa Folgendes zu berichten, wobei zugleich auf die Seite 511 in chronologischer Folge verzeichnete „Literatur“ des Gegenstandes aufmerksam gemacht werden muss.

Die seit gedachter Zeit verbreitetsten und beliebtesten Bagger sind die, nach dem Principe der Paternosterwerke, mit geneigter oder vertical arbeitender Eimerkette, einleitrig oder zweileitrig, wozu noch erwähnt werden muss, dass Waltjen in

1) Patent Specification, Nr. 9281 vom 7. September 1842. Sheet 6.

2) Dem im Texte besprochenen Beispiele der Schaufelbaggermaschine des Amerikaners Osgood verdient noch das der Hipp'schen Stromkratzmaschine beigegeben zu werden, eine unter Wasser drehbare Kratzvorrichtung (eine Egge, welche um eine horizontal gelagerte Welle rotirt). Diese rotirende Kratze, welche 1865 (Jahrg. XV.) in der Erbkam'schen Zeitschrift für Bauwesen, S. 114, als etwas Neues bezeichnet wird, wurde bereits 1841 (also vor 24 Jahren) dem Engländer William Scamp in Woolwich patentirt. Die betreffende (Patent-) Specification trägt die Nummer 8848 und ist mit einer grossen Tafel Abbildungen begleitet.

Bremen für das Arbeiten in geeignetem Schlick die bereits S. 515 besprochene alte holländische Moddermühle vortrefflich umconstruirt und mit Beachtung aller Fortschritte des rationellen Maschinenbaues der Neuzeit ausgestattet hat <sup>1)</sup>.

Auf einen von C. Waltjen in Bremen in jüngster Zeit für Hamburg ausgeführten, ganz eigenthümlichen Dampfbagger mit einer verticalen, aber oscillirenden Eimerkette kommen wir nachher zurück, weshalb auf diesen hier nur aufmerksam gemacht werden mag. Beachtenswerth sind ferner die beim Baue des Suez-Canales in Anwendung gebrachten Eimerbagger und zwar besonders deshalb, weil man hier in sehr vielen Fällen die Baggermassen an's Ufer transportiren und demnach zu den bereits S. 369 besprochenen und abgebildeten mächtigen Elevatoren und langen Rinnen (long couloirs) <sup>2)</sup> seine Zuflucht nehmen musste. Diese letzteren ganz besonderen Constructionen werden am ausführlichsten und gründlichsten von einem der Bauunternehmer am Suez-Canale, einem Herrn Borell (Firma: Borell & Lavalley), besprochen in den Proceedings der Institution of Mechanical Engineers für 1867, worauf also hier verwiesen werden kann <sup>3)</sup>.

Rühmlichst zu erwähnen sind noch die zur Regulirung des Plauer Canales von der Dampfschiffahrts-Compagnie zu Buckau bei Magdeburg (Director Andräe) gelieferten Dampfbagger mit einer geneigten Eimerkette <sup>4)</sup>, sowie die neueren Hamburger Bagger, deren Fahrzeug und Baggergeräth die Reiherstieger Schiffswerfte (Director Ferber) lieferte, während die Dampfmaschine und Zubehör von der Maschinenfabrik Smielinsky Söhne in Hamburg geliefert wurde. Bis zur Gegenwart hinein reichend verdienen ferner die colossalen Dampfbagger (Dampfmaschinen bis zu 50 Nominal-Pferdekräften) der Londoner Firma Siemens & Co. für den Hafen von Dundee bestimmt <sup>5)</sup>, erwähnt zu werden, sowie endlich, nach dem Vorgange von Mazeline in Havre (im

1) Wiebe's Skizzenbuch, Heft XXII. u. XXIII.

2) Oppermann, Portefeuille des machines. 14<sup>e</sup> année, 1869, Pg. 26, Pl. 15 et 16.

3) In Betreff ganz vorzüglicher Darstellung eines der betreffenden Dampfbagger mit einem Eimer- oder Paternoster-Werke in der Mitte des Schiffes sehe man Armengaud's Publication industrielle des machines, Vol. 17 (1867), Pg. 87, unter der Ueberschrift: „Grande drague à vapeur a une seule élince.“ (Pl. 7 bis 9.)

4) Erbkam's Zeitschrift f. Bauwesen. 1867 (XVII.), S. 350.

5) The Engineer vom 13. Octbr. 1872, Pg. 250 -- 256.

Jahre 1857), deren neuester combinirter Dampfbagger und Dampfprahm (Steam-Hopper) mit Schraube als Propeller und einem einzigen geneigten Eimerwerke, welchen dieselben Ingenieure unlängst für die canadische Regierung lieferten <sup>1)</sup>. Auf die überraschend grossen Leistungen (Versuchsergebnisse unserer Quelle) dieser „Hopper-Dredger“, worauf wir nachher zurückkommen, verdient besonders aufmerksam gemacht zu werden. Hier am Schlusse der geschichtlichen Notizen werde ferner noch der sogenannten Saugbagger gedacht, die sämmtlich auf das Princip derjenigen Wasserhebmaschinen basirt sind, bei welchen der Druck der atmosphärischen Luft eine motorische Rolle spielt und die man begreiflicher Weise nur verwenden kann, wenn es der (halbflüssige) Zustand der Baggermasse gestattet. Diese Maschinen sind entweder Centrifugalpumpen mit rotirenden Flügelrädern (Turbinen), wie neuerdings die Centrifugalbagger von Gwynn in London <sup>2)</sup> und von Burt zu Velsen (Nord-Holland) <sup>3)</sup>, oder es sind Kolben-Pumpen mit anschliessender Liederung und geradlinig wiederkehrender Bewegung, wie insbesondere die Sandpumpe von Gill <sup>4)</sup>, welche letztere sowohl beim Absenken der Brunnen für die Pfeiler der Brücke über den Djumnafluss (Delhi-Eisenbahn), als auch zur Herstellung von Brunnen auf den Berliner Wasserwerken mit Erfolg benutzt wurde. Bemerkenswert verdient hierbei vielleicht noch, dass Castor bei der Gründung der Pfeiler der Eisenbahn-Rheinbrücke zwischen Strassburg und Kehl <sup>5)</sup> die unter Anwendung von Luftdruck in eisernen Caissons <sup>6)</sup> zugänglich gemachte Bodenmasse, vorzugsweise Kies

1) The Engineer vom 3. Mai 1872, Pg. 309—312. Dergleichen englische Ballast-Bagger (doch ohne Dampfmaschine arbeitend), wobei das Werkzeug ein Sack am Stiele ist, beschreibt schon Hagen a. a. O. §. 73, S. 123.

2) Engineering. 1869, Nr. 157, Pg. 4, und hieraus in der Zeitschrift deutscher Ingenieure, Bd. XIII. (1869), S. 580.

3) Dasselbe Journal, 1871, Nr. 296, Pg. 133.

4) Z. f. B.-, H.- u. S.-W. in Preussen, 1871, S. 25, u. Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XVI. 1872, S. 209.

5) Mit vortrefflichen Abbildungen auf Tafel XVII. u. XVIII. begleitet in dem bereits wiederholt citirten Werke Castor's ausführlich besprochen.

6) Die betreffenden Caissons, viereckige, eiserne, nach der dem Boden (Flussgrunde) zugekehrten Seite offene Kästen, in welchen man atmosphärische Luft comprimirt, um durch deren Pressung den Wassereintritt (bis zu 18 Meter Tiefe) zu verhindern, hatten 7 Meter Länge, 5 Meter Breite und 3,40 Meter Höhe. Castor a. a. O. Pg. IX. u. Pg. 97.

(gravier), mittelst Dampfbagger hob, welche zur Gattung der verticalen Paternosterwerke gehörten und 18 Meter und mehr unter Wasser lösen mussten.

## §. 25.

**Specielles über einige Dampfbagger der Gegenwart.**

Aus vorigem Paragraph erhellt, dass unter den drei zur Zeit in Anwendung befindlichen Gattungen von Baggermaschinen, nämlich Paternosterwerke, Stielschaufel- (Löffel-) Bagger und Saugbagger, die ersteren sich vorzugsweise bewährt haben und wahrscheinlich noch länger die beliebtesten und praktisch brauchbarsten bleiben werden, indem die Angaben über beispiellos hohe Leistungen der jüngsten amerikanischen Stielschaufelbagger <sup>1)</sup> wenigstens zur Zeit noch etwas zweifelhaft sind und die Saugbagger nur unter ganz besonderen Umständen Anwendung finden können <sup>2)</sup>.

Diesem entsprechend beschreiben und besprechen wir hier zuerst einen Doppelbagger, einen zweileitrigen Dampfbagger mit geneigten Eimerketten, an beiden Langseiten des betreffenden Schiffes arbeitend, welcher seiner Zeit in den Werkstätten von Thomas Wingate & Co. in Glasgow für die bereits erwähnte Gesellschaft zur Verbesserung des Clyde-Fahrwassers erbaut wurde <sup>3)</sup>.

Figur 349 ist der verticale Längendurchschnitt dieses Baggers in  $\frac{1}{240}$  wahrer Grösse und Fig. 350 dessen senkrechtcs Querprofil in  $\frac{1}{120}$  der wirklichen Grösse.

Das betreffende, ganz aus Eisen erbaute Schiff mit Flachboden hat 120 Fuss (engl.) Länge, 33 Fuss Breite und (normal) 5 Fuss Tiefgang (Tauchung). Die Blechplatten des Bodens sind  $\frac{7}{16}$  Zoll dick, die der Seitenwände  $\frac{5}{16}$  Zoll.

1) Zeitschrift des österr. Ingenieur- u. Architekten-Vereins, XXIII. Jahrgang (1871), S. 182.

2) Stielschaufelbagger werden, ungeachtet der besten Bagger mit Paternosterwerken, überall da mit Nutzen zu verwenden sein, wo die betreffenden Arbeiten unmittelbar an den Kaimauern, zwischen den sogenannten Duc d'Alben, in der Nähe von Ladungs- und Landungsbrücken etc. ausgeführt werden müssen.

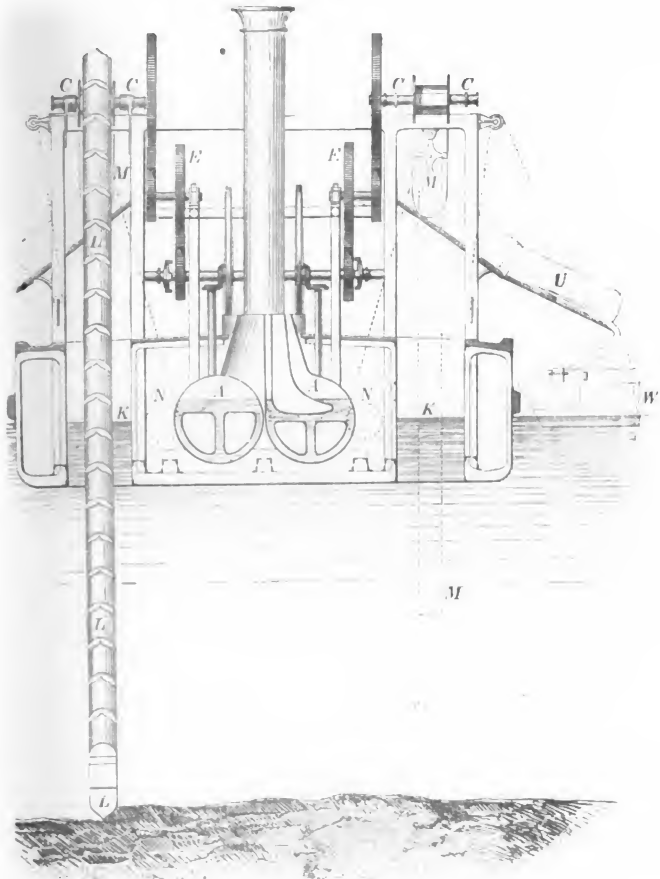
3) Unsere Abbildungen sind entnommen der „Institution of Mechanical Engineers.“ Proceedings. 1864, Pl. 49—51.





hat, wobei der Kolbenhub 3 Fuss beträgt und die Schwungradwelle 32 Umläufe pro Minute macht. Die Uebertragung der Bewegung von der Schwungradwelle aus auf die Kettentrommelwelle *CC* erfolgt durch zwei Paar Zahnräder, derartig, dass die Welle *CC* pro Minute nur 6 Umläufe macht, demnach

Fig. 350.



eine sogenannte Rückwärtsübersetzung von  $\frac{6}{32}$  stattfindet. Von diesen Rädern sind die bei *E* so angeordnet, wie die Detailfiguren 351 und 352 erkennen lassen, d. h. die Zahnkränze sind nur durch Reibung mit gut abgedrehten Ringen *F* vereinigt, welche allein auf der Welle von *EE* befestigt sind. Wird der Widerstand in den Theilkreisen der Zahnräder *E* (von der Kettentrommel aus) grösser als die Reibung zwischen *GJ* und *F*, so werden letztere (Reibungsscheiben) von der Dampfmaschine allein umgedreht, ohne die Zahnräder

Fig. 351.

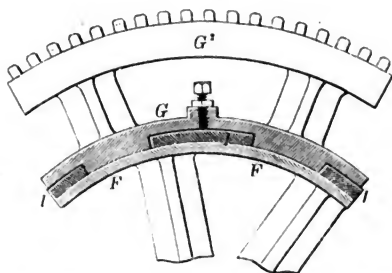
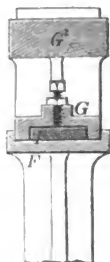


Fig. 352.



*E* mitzunehmen, d. h. ohne die Eimerkettentrommeln *CC* in Bewegung zu setzen. Dass eine derartige Reibungs-Kuppelung zur Vermeidung von Brüchen ein wesentliches Erforderniss ist, bedarf wohl kaum der Erörterung<sup>1)</sup>.

Die Innenseite eines jeden betreffenden Ringes *G*, womit das zugehörige Zahnrad *G*<sup>2</sup> den äusseren Ring von *F* berührt, ist an mehreren Stellen mit gusseisernen Einlagen *J* (von 8 Zoll Länge und 1 Zoll Dicke) ausgestattet, welche man mittelst Schrauben gegen die Aussenfläche des Ringes *F* pressen und dadurch die erforderliche Reibungsgrösse erzeugen und reguliren kann. Die zu den grossen Zahnrädern *EE* gehörigen Getriebe sitzen überdies lose auf der Schwungradwelle, weshalb auf letzterer sogenannte Klauenkupplungen (in Fig. 350 sichtbar) angebracht sind, die man gehörig einrücken muss, wenn die Umdrehung der Schwungradwelle der Dampfmaschine auf die Wellen *CC* der Kettentrommeln übertragen werden soll.

Die Baggerleitern oder Baggerschlitzen *DD* (zwei für jede Eimerkette) aus schmiedeeisernem Gitterwerke gebildet (im Querschnitt viereckige Röhren), haben 77 Fuss Länge und  $3\frac{2}{3}$  Zoll grösste Höhe (in der Mitte), sind auf ihren oberen Längenkanten mit eisernen Rollen ausgestattet, auf welchen die Glieder der Eimerkette gleiten. Bemerkenswerth dürften die verschiedenen Querschnittsformen der oberen und unteren Kettentrommeln (Turas) sein.

1) Der Verfasser kann sich mit der Ansicht nicht einverstanden erklären, welche die Frictionskuppelungen (beim Dampfbagger zum Plauer Canale, *Erbkam's* Zeitschr. f. Baukunst, 1867, S. 356) für unnöthig erachtet.

Während die oberen bei *CC* Quadrate (vierseitige Prismen) bilden, sind die unteren *HH* regelmässige Fünfecke (fünfseitige Prismen). Ueber die Vorzüge der vierseitigen oder mehrseitigen Prismen lässt sich streiten, in welcher Beziehung wir auf die unten angegebene Quelle<sup>1)</sup> verweisen und noch bemerken, dass sobald nur die Seitenlängen vom Querschnitte des Prismas die den Kettengliedern correspondirende Länge haben, ein sicheres Halten schon erfolgt, wenn die Polygonwinkel nicht grösser als rechte sind.

In unserer englischen Quelle<sup>2)</sup> wird bestimmt hervorgehoben, dass bei den oberen Kettentrommeln eine solche Anordnung getroffen ist, dass die (schmiedeeisernen) Betriebswellen *CC* das Gewicht der Baggerleitern *DD* nicht zu tragen haben. Jede dieser Leitern arbeitet übrigens in sogenannten Schlitzen, Brunnen (wells) oder Buchten, die in Figur 350 mit den Buchstaben *KK* bezeichnet wurden.

Jede der beiden arbeitenden Ketten ist mit 41 Eimern aus Eisenblech ausgestattet, deren jeder  $3\frac{1}{4}$  Cubikfuss Inhalt hat. Das von jedem dieser Eimer gelöste und wirklich gehobene Material beträgt aber nicht mehr als 2 Cubikfuss, dabei allerdings Sand vorausgesetzt. Bei  $6\frac{1}{2}$  Umläufen der oberen Kettenwellen *CC* schütten sie pro Minute 13 bis 14 Eimer Material aus. Die Geschwindigkeit der fortschreitenden Bewegung der Eimerkette beträgt circa 0,90 Fuss pro Secunde<sup>3)</sup>.

Die von den Ketteneimern gehobene Masse wird in gehörig 30 bis 45 Grad geneigten Rinnen *U* (Fig. 350) ausgeschüttet und weiter in sogenannte Baggerprahme *W* (meistens flachbödige Fährschiffe, Pontons oder Kasten) gefördert und in diesen nach geeigneten Ablagerstellen geführt.

Die Tiefe, in welcher gebaggert werden muss, wird durch einen Flaschenzug *M* regulirt, dessen unteres Ende mit der unteren (fünfseitigen) Kettentrommel *H* in geeignete Verbindung gesetzt ist, während das obere Zugseilende mit einer Winde *N* in Verbindung steht, die ihre Umdrehung ebenfalls von der Betriebsdampfmaschine *B* aus empfängt. Die grösste Tiefe, in welcher unser Bagger (unter Wasser) arbeiten kann, wird zu 28 Fuss angegeben.

Die erforderliche Vorwärtsbewegung des Baggers stromaufwärts (zu Berg) wird mittelst einer zweiten Winde *P* (am Schiffsvordertheile) ertheilt, auf deren Trommel sich eine Kette *O* aufwickelt, die mit ihrem zweiten Ende (stromaufwärts) gehörig verankert ist<sup>4)</sup>. Die Winde *P* wird gleichfalls von der Betriebsdampfmaschine *B* aus in Thätigkeit gesetzt, wonach das Schiff um einen Weg von  $4\frac{1}{2}$  Fuss pro Minute in weichem Sande und um  $1\frac{1}{2}$  Fuss pro Minute in härterem Materiale zum Fortlauf gezwungen wird.

Bei der Arbeit des Baggers werden parallele Rinnen und zwar hier von

1) Hagen a. a. O. (Bd. 4, Theil 3, S. 146).

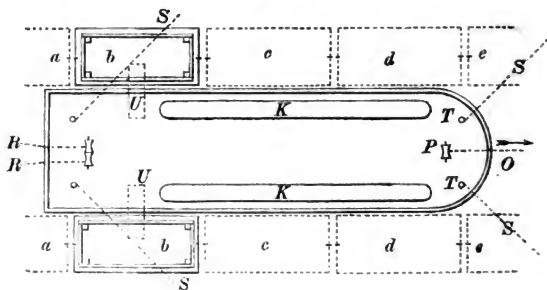
2) Instit. of Mechan. Engineers, Proceedings, 1864, Pg. 152.

3) Hagen bemerkt (a. a. O. S. 159) hinsichtlich der Kettengeschwindigkeit, dass 1 Fuss pro Secunde als das Maximum anzusehen sein dürfte, dass aber eine Geschwindigkeit von  $\frac{3}{4}$  Fuss noch vortheilhafter wäre.

4) Nach unserer Quelle liegt der betreffende 12 Cntr. schwere Anker beim Beginn der Baggerarbeit ungefähr 600 Fuss vom Vordertheile des Schiffes stromaufwärts.

je 125 Fuss Länge ausgehoben und dabei (wie man zu sagen pflegt) gegen den Berg gebaggert. Nach Darstellung zweier solcher Rinnen (durch unseren Doppelbagger) und vor Beginn zweier neuer Rinnen holt man das Baggerschiff zurück, wozu zwei andere Taue *RR* (Fig. 349) stromabwärts verankert sind. Die erforderlichen Winden sind in der hier folgenden Grundrissakizze Fig. 353

Fig. 353.



hinlänglich angedeutet, wozu noch erwähnt werden mag, dass der Betrieb dieser Winden durch eine besondere kleine Hochdruckdampfmaschine mit 12zölligen Cylindern erfolgt und dass die Baggermaschine während des Rückganges des Schiffes ganz zum Stillstand gebracht wird. In der Regel erfolgt dies Zurückholen des Baggers in ungefähr 15 Minuten Zeit, so dass die Geschwindigkeit dieser Bewegung pro Minute  $\frac{125}{15}$  circa 8 Fuss beträgt.

Zur erforderlichen Seitenbewegung des Schiffes, um dasselbe nach erfolgtem Rückgange zum Ausheben neuer zu ersteren parallel liegenden Rinnen fertig zu stellen, hat man in unserem Falle noch vier Seiten-Anker angebracht, deren Taue in Fig. 353 mit dem Buchstaben *S* bezeichnet sind, während die zugehörigen vier Winden durch die Buchstaben *T* markirt wurden. Diese Winden können sowohl durch die Dampfmaschine *B* des Baggerwerkes als auch durch Menschenhand in Thätigkeit gesetzt werden.

In unserer Grundrissfigur 353 ist noch angedeutet, wie zu beiden Seiten des Schiffes eine Reihe von Baggerprahmen *a, b, c, d* . . . in gehöriger Ordnung angelegt, nach Füllung (mit etwa 10 Tons<sup>1)</sup> oder circa 216 Cubikfuss Baggermasse) einer entsprechenden Anzahl derselben von Schleppdampfern nach geeigneten Ablagerstellen geführt werden können.

1) An einer Stelle unserer Quelle (a. a. O. Pg. 149) wird das jährliche Baggerquantum des von uns besprochenen Werkes zu 179200 Tons angegeben und dies Gewicht gleich 143360 Cubik-Yards gerechnet. Hiernach wurde die Reduction der 10 Tons Gewicht auf 216 Cubikfuss ausgeführt. Das specifische Gewicht der Baggermasse ergibt sich dann zu  $1\frac{2}{3}$ , und der Cubikfuss zu  $1\frac{2}{3}$ .  $62,5 = 103,75$  Pfund englisch.

Muss die gebaggerte Masse weit in's Meer hinaus gefahren werden, so benutzt man hierzu entweder besondere Bagger-Prahm-Dampfer oder man combinirt sogleich Bagger-Schiff und Prahm. In unserer Quelle <sup>1)</sup> wird auch der von der Clyde-Corrections-Gesellschaft benutzte Schrauben-Bagger-Prahm (Screw Hopper Barge) beschrieben und durch Abbildungen erläutert, dessen Dampfmaschine sowohl die Umdrehungen der Schraube beim Fortlaufe des Schiffes (zum Transporte des Baggergutes in's Meer oder nach Fluss-Untiefen) besorgt, als auch zum Oeffnen von Bodenklappen im Schiffe dient, wenn das Ausladen (Fallenlassen) der gebaggerten Masse erfolgen soll<sup>2)</sup>.

So vortheilhaft hinsichtlich Vertheilung der Massen und der grösseren (doppelten) Leistung ein sogenannter Doppelbagger mit an beiden Langseiten des Schiffes placirten Eimerleitern etc. gegenüber einem Bagger mit nur einer Leiter auch auf den ersten Blick

1) Instit. of Mechanical Engineers. Proceedings 1864, Pg. 156, Pl. 54, 55.

2) Später folgender Leistungsangaben verschiedener Dampfbagger wegen entlehnen wir unserer englischen Quelle Nachstehendes.

Das in 2680 Arbeitsstunden (in einem Jahre) gebaggerte Quantum wird zu 303957 Tonnen oder in 10 Arbeitsstunden (pro Tag) zu 1134 Tonnen, d. i. pro Stunde zu 113½ Tonnen angegeben. Rechnet man wie vorher (Note 1 auf Seite 533) die Tonne zu 21,60 Cubikfuss engl. oder zu 0,6112 Cubikmeter, so erhält man für dies stündliche Quantum 2451,6 Cubikfuss engl. oder 69,38 Cubikmeter, oder endlich 15,58 preussische Schachtruthen, eine Schachtruthe zu 4,4519 Cubikmeter gerechnet.

Ueber die Betriebsdampfmaschine berichtet unsere Quelle, dass sie 37 Zoll Cylinderdurchmesser und 3 Fuss Kolbenhub habe, sowie dass die Schwungradwelle im Mittel 33 Umläufe pro Minute mache, endlich die Dampfpressung im Kessel 4 Pfund pro Quadratzoll über Atmosphärendruck betrage. Der Kolben hat hiernach 1075,21 Quadratzoll Querschnitt, so dass derselbe mit ungefähr  $1075,21 \times 14,7 = 15806$  Pfd. resultirenden Druck (1 Pfund pro Quadratzoll Gegendruck vom Condensator aus gerechnet) zur Bewegung angeregt wird. Die Geschwindigkeit des Kolbens

pro Secunde ergibt sich (nach Vorstehendem) zu  $\frac{2 \cdot 3 \cdot 33}{60} = 3,3$  Fuss und demnach die theoretische Arbeit (wenn mit Volldampf gearbeitet wird) zu 52160 Fuss-Pfd. pro Sec. Rechnet man hiervon 45 Proc. als wirklich geleistet,

so ergibt dies circa 23472 Fuss-Pfd. oder  $\frac{23472}{550} = 42$  Pferdekräfte. Opper-

mann (Portfeuille des Machines, Vol. 81, 1863, Pg. 143) giebt für die Nutzarbeit dieser Maschine 40 Pferdekräfte an, wonach sich die Leistung des Baggers

pro Stunde pro Pferdekraft nur zu  $\frac{69,38}{40} = 1,74$  Cubikmeter oder zu  $\frac{693800}{40 \cdot 44519}$

= 0,389 Schachtruthen berechnet, während gute Bagger wenigstens eine Schachtruthe pro Stunde pro Pferdekraft liefern. Wahrscheinlich arbeitet die Maschine nicht mit Volldampf, sondern sperrt sehr früh ab. Später mehr über diese Leistungen.

erscheint, ebenso wenig bestätigt dies die Erfahrung, vielmehr lehren die Beobachtungen ausgezeichneter Praktiker <sup>1)</sup>, dass die Leistung eines Doppelbaggers recht oft nicht grösser, als die eines einfachen Baggers (mit einer Leiter) ist, welcher mit einer Dampfmaschine von der halben Arbeitsgrösse des Doppelbaggers ausgestattet wurde. Die Ursachen dieser Thatsache sind mehrfach. Erstens sind die an beiden Seiten angelegten Prahme (zum Transporte des Baggergutes) nicht in ganz gleicher Zeit zu füllen und auszuwechseln, um jede Betriebsunterbrechung und Pausen im Arbeitsgange zu vermeiden. Zweitens schwanken, heben und senken sich bei bewegtem Wasser (Wellenschlage) die Baggerleitern des Doppelbaggers (zufolge des Schlingerns oder Drehens des Schiffes um seine Längsachse) zuweilen derartig stark, dass ein nachtheiliges Aufstossen der unten befindlichen Eimer ganz unvermeidlich ist, wodurch die Wirksamkeit der Maschine nicht bloß beeinträchtigt, sondern letztere auch leicht beschädigt wird. Drittens kann das Zurückholen des Baggerschiffes, wenn eine Rinne dargestellt ist und der Angriff neuer (paralleler) Rinnen vorbereitet werden muss, nicht gleich bequem und so rasch bei zwei Leitern geschehen, als dies bei einer Leiter der Fall ist, da der ganze Bau seiner grossen Breite wegen unbeweglicher wird. Diese und noch andere Rücksichten sind die Veranlassung, dass man in jüngster Zeit die Doppelbagger immer mehr verlässt und Baggern, mit einer Eimerleiter in der Mitte des Schiffes montirt und hinten ausgiessend, den Vorzug giebt <sup>2)</sup>.

Einen einfachen (einleiterigen) Bagger, wie er besonders bei Correctionen der Niederelbe vielfach benutzt und in Hamburg ausgeführt wird <sup>3)</sup>, lassen nachstehende Fig. 354 und 355 erkennen. Hinsichtlich der hier getroffenen Disposition und namentlich Massenvertheilung dieses Baggers werde zuerst Folgendes bemerkt. Von links stromabwärts und vorn angefangen, ist das Fahrzeug in folgende Räume abgetheilt: Werkstatt und Raum für den Maschinisten, Dampfkesselraum, Maschinenraum mit Kohlenbehältern zu beiden Seiten, neben dem Brunnen (dem Schlütze, der Bünne) für Leiter und Eimerkette, die Kajütenräume für Capitän und Mannschaften und endlich (hinten) ein abgetheilter

1) Hagen a. a. O. S. 161.

2) Einen einleiterigen Dampfbagger, in der Mitte des Schiffes ausschüttend, beschreibt Hagen a. a. O. S. 189, woselbst auch zwei Tafeln Abbildungen beigegeben sind.

3) Schiff und Baggerzeug werden in Hamburg auf der Reiherstieger Schiffswerfte (Director Ferber) und Dampfmaschinen nebst Kessel in der Fabrik von Schmielinski Söhne erbaut.

Raum für Maschinetheile. Hinsichtlich der Massenvertheilungen bilden hienach Kessel und Maschine zweckmässige Gegengewichte in Bezug auf Baggerleiter und Eimerkette <sup>1)</sup>.

Was dann speciell das ganz eiserne Fahrzeug anlangt, so ist dasselbe flachbodig mit verticalen Seiten, am Vordertheile halbkreisförmig abgerundet und am Hintertheile rechtwinklig zur Länge abgeschnitten. Die ganze Länge des Schiffes beträgt 30 Meter, seine Breite 7,50 Meter, seine grösste Höhe 3 Meter und sein Tiefgang 1,25 Meter.

Der Brunnen, in welchem die Baggerleiter Platz findet und sich bewegen kann, theilt das Schiff von hinten bis über die Hälfte hinaus in zwei Theile. Am Deck hat die betreffende Oeffnung eine Länge von 17,70 Meter, am Boden von 15,55 Meter, während die Breite überall 1,60 Meter ist.

Die Länge der Baggerleiter von Mitte zu Mitte der beiden Kettentrommeln (oben ein vierseitiges, unten ein fünfseitiges Prisma) gemessen, beträgt 17,40 Met., vermöge welcher bis auf 8,50 Meter Tiefe, vom Wasserspiegel aus gerechnet, gebaggert werden kann. Der grösste zulässige Neigungswinkel der Leiter, bei welchem man den Bagger arbeiten lassen kann, beträgt 45 Grad. Beim Fortschaffen des Schiffes zum Zwecke des Rückganges, Verändern der Arbeitsstelle etc. wird die Leiter ganz auf Deck gehoben und bildet dann ihre Richtung mit dem Horizonte einen Winkel von 15 Grad.

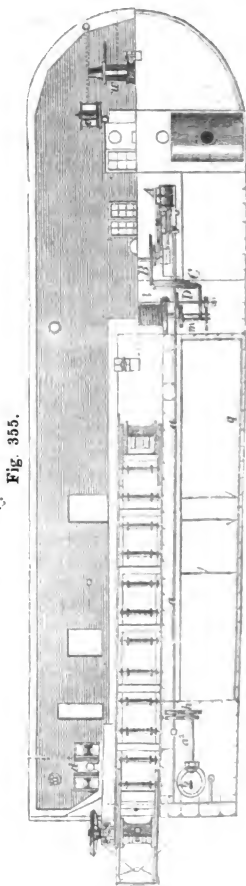
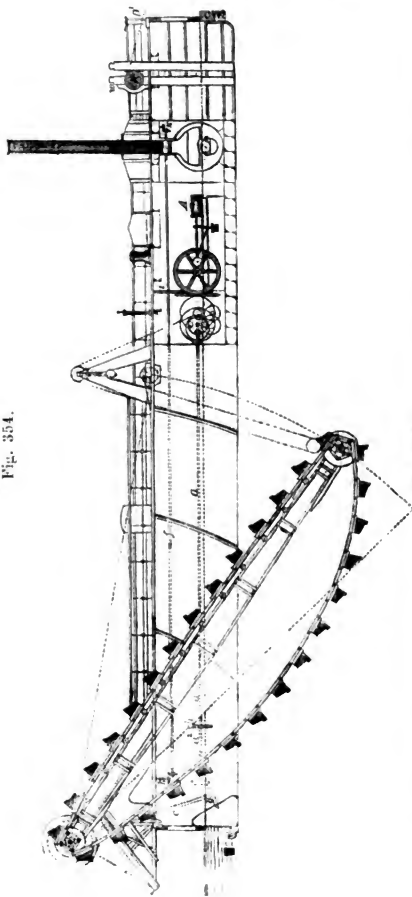
Die Leiter selbst ist aus zwei Blechträgern gebildet, welche 1,60 Meter von einander entfernt liegen und durch 7 Querstücke unter einander verbunden sind. Ihre grösste Höhe (in der Mitte) beträgt 0,90 Meter. Auf den oberen Kanten der Baggerleiter hat man in je 1,25 Meter Entfernung von einander entsprechende Leitrollen für die Eimerkette angebracht. Die Eimer, deren 29 an der Kette befestigt sind, haben einen Fassungsraum von 0,222 Cubikmetern (7,84 Cubikfuss englisch). Je nachdem das Baggern im schweren oder leichten Boden erfolgt, macht die obere (vierseitige) Kettentrommel beziehungsweise 5,8 oder 9 Umläufe pro Minute, wonach die Geschwindigkeit der Kette bei ihrer fortschreitenden Bewegung 0,30 Meter bis 0,40 Meter pro Secunde beträgt.

Die Quelle der bewegenden Arbeiten ist eine Dampfmaschine *A* mit zwei horizontalliegenden Cylindern von (zusammen) 30 Pferdekraft, deren Cylinder 0,325 Durchmesser haben, die Kolben aber 0,55 Meter Hub besitzen.

Von letzterem Motor ausgehend, wird die Bewegung zur oberen Kettentrommel in nachbemerkerter Weise übergetragen. Von der Schwungradwelle aus besorgt die Fortpflanzung der Bewegung das Kegelradpaar *B* und *C* von gleichem Durchmesser, also im Verhältnisse von 1:1. Das Kegelrad *C* trägt die Umdrehung auf die lange Welle *a* nicht direct, sondern indirect durch Einschaltung einer Frictionsanordnung über, die in unserer Abbildung durch den Buchstaben *D* angedeutet ist. Bald am Hintertheile des Schiffes überträgt ein Stirnradpaar *h* die Bewegung auf eine kurze Parallelwelle *a*<sup>2</sup> und zwar im Verhältnisse von 13:17. Weiter finden sich zwei Kegelräder *b*, welche die Um-

1) Bei nachstehender Beschreibung wurde besonders eine betreffende Abhandlung in Oppermann's „Portefeuille des Machines,“ 16<sup>e</sup> Année (1871), Pg. 25 benutzt, während man die Fig. 354 und 355 dem „Engineering“ vom 20. Octbr. 1871, Pg. 246 entlehnte.

drehungszahl abermals vermindern und zwar im Verhältnisse von 11 : 24. Endlich trägt die geneigt nach oben gerichtete Welle *c* die Bewegung auf das Kegelpaar an der oberen Kettentrommel über, wodurch schliesslich die Geschwindigkeit noch dreimal kleiner wird. Hiernach dreht sich also die Kettentrommel

$$\frac{17 \cdot 24 \cdot 3}{13 \cdot 11 \cdot 1} = \frac{1224}{143}, \text{ d. i. über } 8\frac{1}{2} \text{ mal (genauer 8,56 mal) langsamer als die}$$




Schwungradwelle der Dampfmaschine oder die Schwungradwelle muss pro Minute beziehungsweise 77 oder 49,6 Umläufe machen, wenn sich die Kettentrommel 9 oder 5,8 mal in derselben Zeit umdrehen soll<sup>1)</sup>.

Das erforderliche Höher- und Tieferstellen der Baggerleiter erfolgt durch eine Winde<sup>2)</sup>, welche in unserer Grundrissfigur durch den Buchstaben *l* markirt ist. In den Nuten der Trommel dieser Winde wickelt sich eine Kette auf und ab, die zugleich einem Flaschenzuge angehört, dessen lose Flasche mit dem unteren fünfseitigen Prisma der Baggerkette verbunden ist, während man die obere feste Flasche an einem kräftigen Gerüste befestigt hat.

Um die Leiter zu heben, presst man einfach die Frictionsscheibe *D* (Fig. 355) mittelst eines in unserer Abbildung weggelassenen Hebels gegen das bewegte grosse Kegelrad *C*, wodurch die von der Dampfmaschine erzeugte Drehung mittelst des Räderwerkes *m* auf die cannelirte Windetrommel *l* übertragen und die durch den Flaschenzug gehende Kette aufgewickelt wird. Lüftet man dagegen den auf die Frictionsscheibe wirkenden Hebel nur wenig, so sinkt die Leiter.

Die Decks-Winden *d* am Hintertheile und *v* am Vordertheile des Schiffes, welche zur Seitenbewegung des Schiffes dienen, werden ebenfalls von der Betriebsdampfmaschine *A* aus bewegt. Zur Uebertragung der erforderlichen Drehung dienen zwei Stirnräder *i* (Fig. 354), deren Uebersetzung 11:10 ist und wodurch die Bewegung auf die Welle *f* übertragen wird, deren Länge sich fast über das ganze Schiff erstreckt, wie aus der Fig. 354 hinlänglich erhellt. Kegelräderpaare *kk* mit dem Uebersetzungsverhältnisse 1:1 pflanzen die Bewegung auf ein Keilräderpaar (S. 397) im Verhältnisse von 1:3 fort, demzufolge endlich das grosse Keilrad das Zahngetriebe bewegt, welches in das auf der Windetrommelwelle befestigte grosse Stirnrad fasst etc.

Diese Winden holen übrigens 5 Zoll (127 Millimeter) pro Eimer ein, so dass also der nächste Eimer immer 5 Zoll (127 Millim.) weiter seitwärts einfasst als sein Vorgänger.

Letztere Bemerkung benutzen wir als Ausgangspunkt, um überhaupt über die Art, wie das Baggern geschieht, zu berichten.

Wie aus der Grundrissfigur 356 erhellt, liegt der Bagger *BC* parallel zum Flusse, wozu der Fluthanker *A* stromabwärts der (Haupt-) Anker *D* aber stromaufwärts gehörig befestigt ist.

Der Fluthanker hat eigentlich nur den Zweck, bei Unterbrechungen während der Fluth das Wenden und Zurücktreiben des Baggerfahrzeuges zu verhindern. Da die Baggereimer am Hintertheile des Schiffes in die dort aufgestellten Prahme ausschütten und letztere über die Kette des Ankers *A* weg-

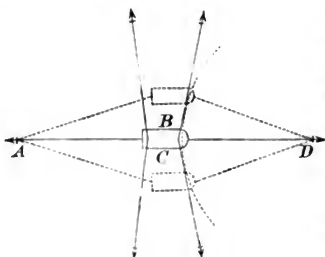
1) Unsere sämtlichen Quellen berechnen (bei sonst gleichen Zahlenangaben) die Umlaufszahl der Schwungradwelle falsch, nämlich zu 40 pro Minute, wenn die Kettentrommel 9 Umläufe in derselben Zeit macht.

2) Hinsichtlich der Details dieser und der übrigen vorhandenen Winden (zur Seiten-, Vor- und Rückwärts-Bewegung des Schiffes) müssen wir auf die guten Abbildungen unserer Quellen, insbesondere auf Bd. 14 der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Tafel 417, sowie auf die englische Zeitschrift „Engineering“ vom 20. Octbr. 1871, S. 247 verweisen.

fahren müssen, so hat man letztere Kette an der Hinterwand des Baggers über Rollen geleitet.

Von der Hauptkette werden stromaufwärts circa 800 bis 1200 Fuss ausgebracht und lässt man den Hauptanker *D* unverändert, bis je nach der Tiefe und Beschaffenheit des Grundes etc. noch 500 bis 700 Fuss Kette ausstehen, worauf er versetzt werden muss.

Fig. 356.



Zur bereits angedeuteten Seitenverschiebung des Baggers dienen vier andere Anker, welche zu je zwei an den Seiten des Schiffes ausgeworfen und die in nebenstehender Figur ohne Weiteres erkennbar sind. Mittelst dieser Seitenanker wird der Bagger zwischen den punktierten Stellungen (Fig. 356) hin- und herbewegt. Nach jeder solchen Oscillation rückt der Bagger durch Einholen der Hauptkette um ein entsprechendes Maass dem Anker *D* näher.

Was die Tiefe betrifft, bis zu welcher die Eimer in den Grund fassen, so hängt dies offenbar von der Widerstandsfähigkeit der Bodenmasse ab. Besteht z. B. der zu baggernde Grund aus festem Klai, so wird  $1\frac{1}{2}$  bis  $1\frac{3}{4}$  Fuss in einem Gange abgebaggert. Besteht dagegen der Grund aus Sand, so wird die ganze herzustellende Vertiefung auf einmal beschafft, wobei es häufig vorkommt, dass die Eimer gegen einen Sandberg von 8 bis 10 Fuss anarbeiten.

Unsere französische Quelle<sup>1)</sup> giebt die Leistung des Baggers zu 126 bis 170 Cubikmeter oder beziehungsweise zu 28,52 bis 38,18 preussische Schachtruthen<sup>2)</sup> an. Ist nun Oppermann's Angabe richtig, dass die Dampfmaschine eine Arbeit von 30 Pferden entwickelt, so beträgt die Leistung pro Stunde und pro Pferdekraft

4,2 bis 5,6 Cubikmeter oder 0,95 bis 1,27 preuss. Schachtruthen.

Diese Resultate stimmen übrigens recht gut mit den Angaben Castor's, sowie mit denen Hagen's überein. Ersterer giebt<sup>3)</sup> die Leistung eines Doppelbaggers, welcher von einer 15pferdigen Dampfmaschine betrieben wird, zu 100 Cubikmeter pro Stunde an, was 6,66 Cubikmeter oder 1,47 preussische Schachtruthen pro Stunde und pro Pferdekraft geben würde. Fast denselben Werth, nämlich 6,25 Cubikmeter oder 1,406 preussische Schachtruthen, giebt Castor für die Leistung des einleiterigen Dampfbaggers an<sup>4)</sup>, insofern er hier 50 Cubikmeter als stündliche Leistung rechnet, wenn die Betriebsdampfmaschine eine 8pferdige ist. Hagen<sup>5)</sup> berichtet, dass der Oder-Dampfbagger „Greif“

1) Oppermann, „Portefeuille des Machines.“ März 1871, Pg. 28.

2) Eine preussische Schachtruthe gleich 4,4519 gerechnet.

3) A n. O. Pg. 18 u. 19.

4) Ebendasselbst Pg. 23.

5) Seeufer und Hafengebäude. Vierter Band, S. 204.

im Jahre 1864 durchschnittlich pro Pferdekraft und Stunde 1,29 Schachtruthen gehoben habe. Fast ebenso wird die Leistung des bereits oben Seite 525 erwähnten Waltjen'schen Schaufelbaggers (im Geestemünder Schlick arbeitend) angegeben, indem derselbe in 12 Stunden 75800 Cubikfuss oder 43,86 preussische Schachtruthen gefördert haben soll. Da die Arbeitsgrösse der Betriebsdampfmaschine zu 35 Pferden angegeben wird, so betrüge hiernach die Leistung pro Stunde und pro Pferdekraft  $\frac{43,86}{35} = 1,25$  Schachtruthen oder 5,56 Cubikmeter.

Es dürfte hier der rechte Ort sein, wenigstens Einiges über Baggerkosten zu berichten. Glaubwürdige und zuverlässige Beobachtungen liefern hierzu Nachstehendes<sup>1)</sup>.

Bei dem oben besprochenen Doppel-Clyde-Bagger Nr. 6 wird (nach mehrjähriger Durchschnittsberechnung) der Cubik-Yard (also 27 Cubikfuss oder 0,764 Cubikmeter) für den Preis von 4,06 Pence (= 0,42 Franken = 3,38 Sgr.)

gebaggert<sup>2)</sup>, was pro Cubikmeter  $\frac{420}{764} = 0,55$  Franken oder 4,40 Sgr. giebt, in

welchen Kosten Löhne, Kohlen, Reparaturen, sowie 5 Proc. des Anschaffungs-capitalis inbegriffen sind, nicht aber das Fortschaffen der gebaggerten Masse (in gewöhnlichen Prahmen oder in besonderen Dampf-Prahmen mit Schrauben als Propeller)<sup>3)</sup>. Castor<sup>4)</sup> giebt die Kosten beim Doppelbagger zu 0,50 bis 0,70 Franken an, je nach dem Widerstande der zu lösenden Grundmasse. Beim einleiterigen Bagger mit geneigter Eimerkette rechnet derselbe Ingenieur 0,70 Franken als Unkosten pro Cubikmeter, bemerkt aber dabei, dass darin das besondere Beladen der Baggerprahme (chargement des bateaux) mit inbegriffen sei. Beim Verticalbagger notirt Castor<sup>5)</sup> die Kosten des ausschliesslichen Lösens und Förderns des Cubikmeters Baggermasse zu 0,40 Franken<sup>6)</sup>.

Wir schliessen den Abschnitt „Baggermaschinen“ mit dem Besprechen des S. 525 erwähnten, in Hamburg verwandten Brunnen-Baggers mit verticalem, aber oscillirendem Eimerwerke, der sowohl wegen seiner sinnreichen Construc-

1) Wiebe's Skizzenbuch etc. Heft XXXII. (1864).

2) Institut. of Mechanical Engineers. Proceedings 1864, Pg. 155.

3) Abbildung und Beschreibung dieser Dampf-bagger-Prahme (Screw Hopper Barges) in dem soeben citirten Instit. of Mechanical Engineers. Pg. 156, mit Abbildungen auf Tafel 54.

4) Travaux de Navigation etc., Pg. 20.

5) Ebendasselbst Pg. 30.

6) Nach vorstehenden Angaben über Baggerkosten wird es interessant sein, eine von Gentilli im XIII. Jahrgange, 1871, S. 182 der Zeitschr. des österr. Ingenieur-Vereins gelieferte Zusammenstellung der Erzeugungskosten eines Cubikmeters gebaggerten Materials bei verschiedenen Baggersystemen kennen zu lernen, welche namentlich darauf berechnet zu sein scheint, das wahrhaft Ausgezeichnete der Leistungen des amerikanischen Dampföffelbaggers von Osgood in Troy (richtiger von Duncan in London) in volles Licht zu stellen. Mir hat es angemessen geschienen, die betreffende Gentilli'sche Tabelle um eine Columne zu vermehren, welche die Leistungen pro Dampfpferd und pro Stunde in Cubikmetern enthält:

tion als grossen Brauchbarkeit für specielle Zwecke hier aufgeführt zu werden verdient und wozu uns von der Direction des Weser-Maschinen- und Schiffsbau-

Bagger-System.	Pferdekraft.	Anschaffungskosten. Franken	Tägliche Leistung bei günstigem Materialie. Cubik- Meter	Erzeugungskosten pro Cubikmeter. Franken	Leistung pro Stunde und pro Pferdekraft. Cubik- Meter	Anmerkungen.
Dampfbagger mit zwei gros- sen Elevatoren und Zubehör.	80	450000	700	1,22	0,87	Beim Suezcanale in Anwendung gebracht. Jede Baggermaschine beschäftigte zwei Ele- vatoren. (Nach S. 369.)
Dampfbagger mit langer Rinne incl. einer Lo- comotive und Zubehör.	80	320000	1000	0,63	1,25	Ebenfalls beim Suez- canale benutzt. Trans- portweite des Bagger- gutes 70 Meter auf temporärer Eisenbahn mit Locomotiven- betrieb.
Gewöhnliche Paternoster-Bag- ger-Maschine.	25	160000	500	0,46	2,0	In Triest verwendet. Transportweite = 0.
Grosser Pater- noster-Bagger von Mauser.	40	240000	1500	0,25	3,75	An der Sulina-Mün- dung verwendet. Trans- portweite = 0.
Osgood's Bag- ger mit einer Schaufel oder einem Kübel arbeitend.	14	51000	350	0,17	2,50	Bei der Drau-Reguli- rung verwandt. Trans- portweite = 16 Meter.

Die Widersprüche in den Leistungs-Angaben der drei letzteren Bagger-systeme mit den Angaben von Hagen, Castor und Oppermann (oben im Texte) vollständig aufzuklären, hat sich Referent vergeblich bemüht. Einen Fehler hat Gentilli jedenfalls in seiner Leistungsberechnung des Osgood'schen Schaufel-(Löffel-) Baggers insofern gemacht, als er den Fassungsraum von 22 Cubikfuss der Schaufel (des Löffels oder Kübels) als voll in Rechnung bringt, während Duncan beim Clyde-Bagger Nr. 6 vom Inhalte der Eimer nur  $\frac{2}{3\frac{3}{4}} = 0,53$ , also nur 53 Proc. nutzbar machen konnte, und Castor sogar nur 45 Proc. angiebt.

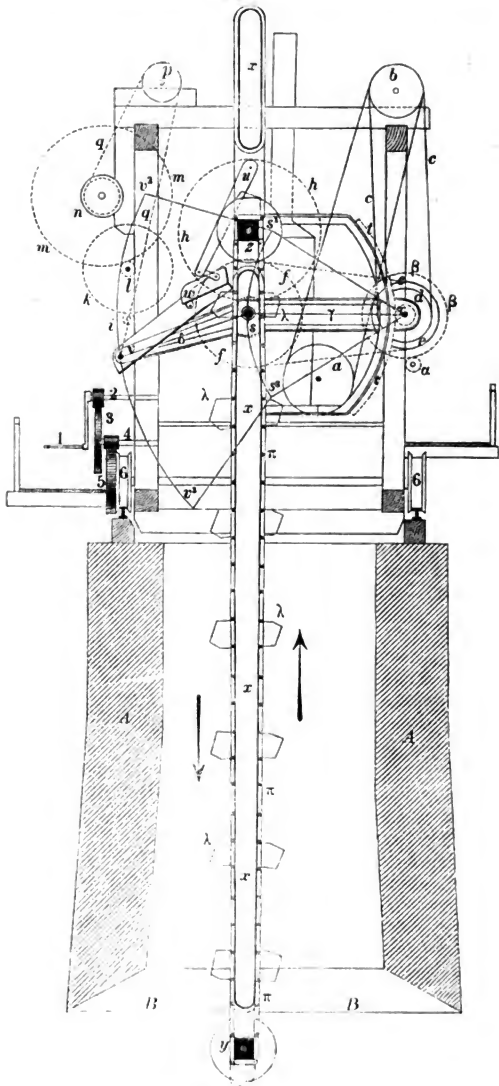
Etablissements (früher Carstens Waltjen) in Bremen bereitwilligst die Werkzeichnungen zur Anfertigung der Fig. 357 mitgetheilt wurden.

Durch die Buchstaben *A* und *B* ist zunächst der Brunnen (von 8 Fuss engl. = 2,44 Meter) angedeutet, in welchem die Baggerkette hinabreicht und arbeitet, und wozu noch bemerkt werden mag, dass die grösstmögliche Baggertiefe von der Oberkante des Brunnens an gerechnet 23 Fuss engl. oder 7 Meter beträgt. Die Betriebsarbeit wird von einer 4pferdigen locomobilen Dampfmaschine geliefert, die mit auf dem transportablen Maschinengerüste des Baggers placirt ist und welche die Umdrehung ihrer Schwungradwelle zunächst auf die in Fig. 357 mit *a* bezeichnete Riemenscheibe überträgt. Von letzterer Stelle aus wird die Drehung der Kettentrommel *z* und dadurch die fortschreitende Bewegung der verticalen Eimerkette veranlasst, während man alle sonst erforderlichen Bewegungen (pendelnde Bewegung der Eimerleiter *xx*, ferner Höher- und Tieferstellen der letzteren und endlich Transport des ganzen Baues auf einer in unserer Figur mit der Ziffer 6 bezeichneten provisorischen Eisenbahn) durch Menschenhände ausführen lässt, welche an geeigneten Kurbeln angreifen. Was nun zuerst die in verticaler Richtung auf- und abgehende, continuirlich fortschreitende Bewegung der endlosen Kette *ππ* mit den daran befestigten 16 Eimern *λλ* betrifft, so kommt diese folgendermassen zu Stande. Von der bereits erwähnten activen Scheibe *a* hat man einen Riemen zur oben liegenden Scheibe *b* geführt und auf der Welle letzterer Scheibe eine zweite gleich grosse (in  $5\frac{2}{3}$  Fuss Abstand) befestigt, welche mittelst eines Riemens *c* die Bewegung auf eine darunter liegende Scheibe *d* überträgt. Auf der Welle von *d* sitzt dann noch eine andere etwas grössere Scheibe *e*, welche die Drehung auf die noch grössere Riemenscheibe *f* fortpflanzt. Letztere ist mit einem Zahntriebe *g* auf derselben Welle befestigt, welches endlich in das grosse, auf der Kettentrommelwelle des oberen vierseitigen Prismas *z* befestigte Zahnrad *h* fasst. Zufolge der stattfindenden Uebersetzung der drei vorhande-

Es ist zu bedauern, dass Genilli nur Leistungsberechnungen, nicht aber Leistungsergebnisse aus Beobachtungen giebt.

Sind auch Ketten-, Zapfen- und Zahnreibungen bei den Paternosterbaggern nicht gering zu veranschlagen, so ist doch der Unterschied von  $\frac{1}{2}$  Franken (beim Paternosterbagger) gegen fast nur  $\frac{1}{6}$  Franken beim Osgood'schen Löffel- oder Schaufel-Kübelbagger zu gross, als dass man nicht Irrthümer in den letzteren Angaben vermuthen sollte. Diese Vermuthung wird noch durch die Leistungsangaben bestätigt, welche die Herren Simons & Co. in London ihren einleiterigen Prahm-Paternoster-Baggers (Hopper-Dredges) im Engineer vom 3. Mai 1872 machen, wobei Bagger und Bagger-Prahm zu einem Systeme vereinigt sind und die vorhandene Betriebs-Dampfmaschine auch die Schraube als Propeller in Bewegung setzt, welche den Fortlauf des mit Baggergut gefüllten Schiffes veranlasst. Simons & Co. behaupten, dass sie im Stande sind, die Tonne Baggergut zu 2,40 Pence zu liefern (die Fortschaffungskosten inbegriffen), was (die Tonne zu 21,6 Cubikfuss engl. oder zu 0,61 Cubikmeter gerechnet) 0,408 Franken pro Cubikmeter geben würde. Denselben Preis (4 Pence pro Tonne) giebt Simons auch in dem citirten Mech. Instit. von 1864, Pg. 157, an, mit der Bemerkung, dass die eingerechnete Transportweite nicht weniger als 50 engl. Meilen betrage.

Fig. 357.



nen Vorgelege, nämlich (vom grossen Zahnrade der Kettentrommel ausgehend):  
 $\frac{111}{14} \cdot \frac{71}{43} \cdot \frac{40}{59}$  macht das Prisma  $z$  8,85 mal weniger Umläufe, als die active Riemenscheibe  $\alpha$  der Dampfmaschine in derselben Zeit. Da nun die obere Kettenscheibe  $z$  beim Arbeiten pro Minute 10 Umläufe macht<sup>1)</sup>, so muss sich die Betriebsscheibe  $\alpha$  in derselben Zeit 88,5 mal umdrehen, wonach sich zugleich die Arbeitsgeschwindigkeit der Eimer  $\lambda$  zu  $\frac{2}{3}$  Fuss oder 0,203 Meter pro Secunde ergibt.

Die pendelnde Bewegung der Eimerleiter  $xx$  wird folgendermaassen zu Stande gebracht, wozu im Voraus zu beachten ist, dass man diese Leiter an einer Welle  $s$  aufgehängt hat, die zwischen den beiden Armen  $s\delta$  und  $sr$  einer Art Gabel ( $\gamma\delta$ ) gelagert ist, welche sich um  $r$  als Achse drehen lässt und von  $\delta$  ab in einer Weise höher und tiefer gestellt werden kann, worauf wir nachher zurückkommen.

Zuerst hat man nahe des äussersten Gestellständers, rechts in Fig. 357, ein Keilnuten-Räderpaar (S. 397)  $\alpha\beta$  mit dem Uebersetzungsverhältnisse 1 zu 11 angeordnet, dessen kleineres Rad (Getriebe)  $\alpha$  durch eine Handkurbel in Umdrehung gesetzt werden kann.

Mit dem grossen Keilrade auf derselben Welle sitzt ein Zahnrad (13 Zähne), welches mit einem Stirnrade (92 Zähne) ebenfalls gemeinsam auf der Welle sitzt, worauf man das Getriebe  $r$  (mit 13 Zähnen) befestigt hat, und was sich mit einem Zahnbogen  $tt$  (48 Zähne) in Eingriff befindet, dessen Theilrisskreis von  $s$  aus mit dem Halbmesser  $sr$  beschrieben ist. Die hierdurch zu erreichende höchste und tiefste Lage der Baggerleiter  $xx$  wurde in unserer Abbildung durch einen punktiert angegebenen Kreisbogen und beziehungsweise durch die Buchstaben  $s^2$  (höchster Stand) und  $s^3$  (niedrigster Stand) markirt. Die Sehne des ganzen Kreisbogens  $s^2s^3$ , d. i. der Hub der Eimerleiter, beträgt 6 Fuss englisch oder 1,83 Meter.

Die pendelnde Bewegung der Eimerleiter durch Menschenhand und nicht von der Dampfmaschine aus verrichten zu lassen, hat offenbar den doppelten Vortheil, dass erstens das Handgefühl des an der Kurbel drehenden Arbeiters sofort bemerkt, wenn ein am Boden durch die Eimer allein nicht zu überwindendes Hinderniss (Steine, harte Hölzer etc.) die Fortsetzung der pendelnden Bewegung unmöglich macht und demgemäss ein Bruch in den betreffenden Maschinentheilen vermieden wird. Zweitens erspart man die Umsatzmechanismen, welche beim Dampfmaschinenbetriebe erforderlich würden, wenn die Drehrichtung der Bewegung in die entgegengesetzte verwandelt werden muss.

1) Die vorhandenen 16 Eimer  $\lambda$  (jeder von  $\frac{3}{4}$  Cubikfuss Inhalt) sind an einer Gall'schen Gelenkkette  $\pi$  befestigt, deren Glieder, von Mitte zu Mitte der Verbindungsbolzen gerechnet, 1 Fuss lang sind, so dass, weil 64 Glieder vorhanden, die ganze Kettenlänge 64 Fuss beträgt. Da ferner pro Minute 10 Eimer entleert werden, wozu 40 Fuss Kettenlänge gehören und je 4 Kettenglieder einer Umdrehung der Kettentrommel  $z$  entsprechen, so macht letztere Trommel pro Minute 4 Umläufe und die fortschreitende Geschwindigkeit von Kette und Eimer beträgt sonach:  $\frac{40}{60} = \frac{2}{3}$  Fuss pro Secunde.

Das erforderliche Höher- und Tieferstellen der Eimerleiter  $xx$  wird folgendermaassen bewirkt. Bei  $v$  am linken Ende von  $d$  hat man eine Kette  $q$  befestigt, diese nach oben hin und dort über eine feste Rolle  $p$  geleitet, sowie endlich einer Trommel  $n$  zugeführt, auf welcher die Kette je nach Bedarf auf- und abgewickelt werden kann. Die erforderliche Umdrehung der Kettentrommel  $n$  wird ebenfalls von  $i$  aus durch an einer Kurbel thätigen Arbeiter unter Einschaltung der zwei Zahnradvorgelege  $ik$  und  $lm$  zu Stande gebracht. Die höchste und tiefste Lage des äussersten Endes  $v$  der Gabel  $dsy$  wurde in unserer Figur beziehungsweise durch einen punktirt ausgeführten Kreisbogen  $v^2v^3$  angedeutet.

Die vierte hier erforderliche Bewegung, die des ganzen Maschinenwerkes auf der vorhandenen interimistischen Eisenbahn (mittelst glatten, aber mit zwei Spurkränzen versehenen Rädern 6 6 laufend), ebenfalls durch Menschenkraft getrieben von der mit Ziffer 1 bezeichneten Kurbel aus, unter Einschaltung der Zahnradvorgelege 2 und 3 sowie 4 und 5, bedarf wohl keiner besonderen Erörterung.

## Fünftes Capitel.

### **Maschinen zum Fördern (Schöpfen und Heben) des Wassers.**

#### Geschichtliche Einleitung<sup>1)</sup>.

#### §. 26.

Die Verwendung von Maschinen zum Fördern (Schöpfen, Heben) von Wasser für die verschiedenen Bedürfnisse des mensch-

1) Literatur: Geschichtliche Werke, worin die Wasserfördermaschinen von den ältesten Zeiten an bis zur Gegenwart in einem gewissen Zusammenhange besprochen werden, hat der Verfasser gar nicht auffinden können. Ueber die betreffenden Maschinen der allerältesten Culturvölker findet sich Einiges in den bereits wiederholt citirten Werken Wilkinson's, Layard's, ferner bei Vitruv im X<sup>ten</sup> Buche seiner Baukunst, sowie bei Beckmann in den Beiträgen zur Geschichte der Erfindungen. Vierter Band (1799), S. 430. Angaben viel späterer Zeiten, insbesondere nach älteren Reisebeschreibungen (Aegypten, Indien, China etc. betreffend), enthält der Artikel „Bewässerung“ in Ersch's und Gruber's Encyclopädie. Ferner ist zu erwähnen: Salomon de Caus' 1615 in Heidelberg erschienenes Werk: „Beschreibungen etlicher, sowohl nützlicher als lustiger Maschinen“ und Georgi Agricolae „De Re metallica,“ Lib. XII. Basiliae 1621. Endlich wäre noch zu erinnern an Leupold, „Theatrum Machinarum,“



lichen, häuslichen und öffentlichen Lebens, zu Gewerbbetrieben, für Bau- und Luxus Zwecke und in der Landwirthschaft hat in den ältesten Zeiten, vorzugsweise zuerst in den letztgenannten Kreisen und zwar im grössten Maassstabe überall da stattgefunden, wo einsichtsvolle Männer bemüht waren, das Pflanzenwachsthum auf Ländereien aller Art (Felder, Wiesen, Gärten etc.), sobald es klimatische Zustände gestatteten, durch Bewässerung etc. entweder hervorzurufen oder zu vermehren.

Lehrt doch die Erfahrung, dass in sehr vielen Fällen Cultur und Wohlhabenheit der Völker mit dem Bemühen um Schaffen und Erhalten der Bodenerzeugungskraft fast Schritt gehalten und die Vernachlässigung dieser volks- und staatswirthschaftlichen Aufgabe sich hart bestraft hat. Aegypten, Assyrien, Persien etc. verloren mehr oder weniger an Bedeutung, als ihre Bewohner die Bewässerung des Landes (durch künstliche Wasserwerke und durch Maschinen) vernachlässigten, während andere, wie die Chinesen, Indier, die Araber in Spanien, später die Italiener, in neuerer Zeit die Franzosen u. m. a. ihre Bemühungen, das erfrischende und ernährende Wasser auf dem Erdboden zu verbreiten, durch Herbeiführung segensbringender Zustände gekrönt sahen <sup>1)</sup>.

---

und an Belidor's „*Architectura Hydraulica*“, sowie an die neuere (1819) von Navier besorgte Ausgabe vom ersten Theile des letzteren Werkes, unter dem Titel: „*Architecture Hydraulique*“ ou l'Art de conduire, d'élever, et de ménager les eaux pour les différentes besoins de la vie.“ Insbesondere Liv. II. Chap. IV.: „Des Machines pour les épuisements.“

1) Herodot im zweiten Buche Nr. 13 berichtet ein Urtheil der alten Aegypter über den Segen der Nilüberschwemmungen und sonstigen Bewässerungen in Bezug auf Griechenland, welches kein Fluss bewässert, das also lautet: „Die Hellenen könnten sich einmal in ihrer schönsten Hoffnung betrügen und schmähhchen Hunger leiden. Das will sagen, wenn Gott ihnen einmal keinen Regen sendet, sondern Dürre eintritt, so werden die Hellenen durch eine Hungersnoth umkommen, denn sie können nirgend anderswoher Wasser bekommen, denn vom Zeus allein.“

Ebenso erzählt Herodot (nach eigener Anschauung) vom Segen der Bewässerung in Assyrien, Buch I. Nr. 193, Nachstehendes:

„Regnen thut es wenig in der Assyrer Land und was die Wurzel des Getreides ernährt, ist dieses: Nämlich von dem Flusse bewässert, gedeihet die Saat und wächst das Korn, nicht dass der Fluss, wie in Aegypten, selbst übertrete auf die Aecker, sondern durch der Hände Arbeit und Pumpen (?) wird bewässert. Denn das ganze Land, gleich wie Aegypten, ist von Gräben durchschnitten und der grösste derselben ist schiffbar und liegt gen Mitternacht zu und geht vom

Die Wasserfördermaschine der ältesten Culturvölker, der Aegypter am Nile und wahrscheinlich auch der Babylonier am Euphrat, sowie der Assyrer am Tigris scheint ausschliesslich der bereits S. 324 besprochene Schwingbaum (doppelarmiger Hebel mit Wassereimer an einem und Gegengewicht am anderen Ende), die sogenannte Wippmaschine („Shaduf“, Kadouf, Chadouf) gewesen zu sein, wovon wir hier noch eine grössere Abbildung in Fig. 358

Fig. 358.

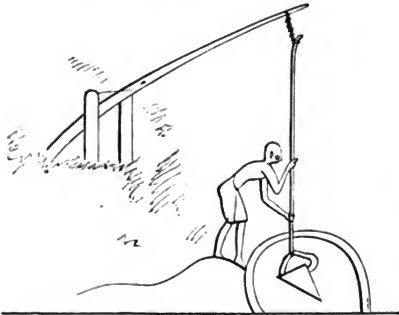


Fig. 359.



liefern, welche wir Wilkinson<sup>1)</sup> entlehnten und die Ueberreste von Grabdenkmälern des ehemaligen Theben entnommen sein soll, im Allgemeinen aber auch mit denen übereinstimmt, welche Layard an Basreliefs am Tigris bei Mosul (Kundjundscheck gegenüber) vorfand und wovon wir bereits in Fig. 184 Abbildungen lieferten. In Beziehung auf die sich bei Herodot (nach Note 1 auf voriger Seite) findende Angabe, dass die Assyrer auch Pumpen als Maschinen zum Bewässern ihrer Ländereien benutzt hätten, ist zu bemerken, dass sich an keinen der aufgefundenen assyrischen Ueberreste (Baudenkmalern Wandgemälden oder Zeichnungen) eine Pumpe in unserem heutigen Sinne vorgefunden hat. Höchstens wird man annehmen dürfen, dass die betreffende Wasserhebmaschine ein von fließendem Wasser getriebenes Rad mit festen oder beweglichen Gefässen am Umfange (letztere Gattung gewöhnlich „Per-

Euphrat bis an einen andern Fluss, den Tigris; daran die Stadt Ninos (Ninive) gelegen. Und das Land ist, unseres Wissens, von allen Ländern bei weitem am besten geeignet zum Getreidebaue, indem es immer an zweihundertfältige Frucht trägt und in recht guten Jahren wohl an dreihundertfältige Frucht. Die Weizen und Gerstenblätter werden allda leicht vier Finger breit und zu welcher Grösse die Hirsen und Sesamstaude wächst, ist mir zwar ebenfalls bekannt, ich will es aber lieber gar nicht sagen; denn ich weiss recht gut, wer nicht in Babylonien gewesen ist, glaubet schon das nicht, was ich von den Früchten gesaget.“

1) *Manners and Customs of the Ancient Egyptians.* London 1837, Vol. II, Fig. 4.

sisches Rad“ genannt) gewesen sei und dass diese Maschinengattung vielleicht aus Indien oder China(?) nach Westen gelangt sein könnte<sup>1)</sup>.

Dem bereits Bd. 2, S. 8 benutzten Staunton'schen Reisewerke über China (London 1797) ist noch (nach der Kupferplatte Nr. 26, S. 354 im 3. Bd.) die hier gegenüberstehende Abbildung entlehnt<sup>2)</sup>, welche ausser dem „Schaduf“ noch ein Werkzeug zum Wasserheben zeigt, was man Schleuderkorb nennen könnte und dessen Anordnung und Gebrauch ohne Weiteres aus der Fig. 359 erhellt. Bemerket werde nur noch, dass dieser Korb je nach dem hierzu vorhandenen Materiale aus Bambusrohrgeflecht, Palmblättern etc. besteht und mit einer inneren Schaalung aus Kuhmist und Thonerde, Leder u. dgl. versehen ist, um seine Wandungen möglichst dicht zu machen. Nach Niebuhr wird ein solcher Korb in Aegypten „Kuffa“ genannt<sup>3)</sup>.

Eine eigenthümliche Anordnung von Wippmaschinen der Indier zum Bewässern der Reisfelder beschreibt Sonnerat<sup>4)</sup>, darin bestehend, den kürzeren Arm des Schwingbaumes statt mit Gewichtsstücken (Gegengewichten) auszustatten, mit Stufen zu versehen, auf welchen Männer auf- und absteigen können, die ebenfalls durch ihr Gewicht wirken, beim Verändern ihres Standpunktes aber sich an ein daneben angebrachtes Gitter aus Bambusrohr festhalten. Nach Sonnerat nennen die Indier diese Maschine „Pikote.“

Statt der dem Sonnerat'schen Werke beigefügten, weniger guten Abbildung einer solchen „Pikote“ entlehnten wir die hier folgende Fig. 360 einer interessanten beachtungswerthen Schrift des Professors Reuleaux,

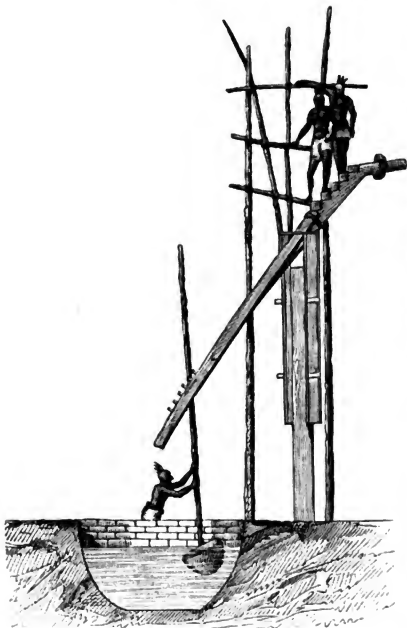
1) Wilkinson (a. a. O.) schreibt über den betreffenden Gegenstand Folgendes: „In Egypt, the garden and the fields, were both watered by the Shadoof, or by buckets, carried on a yoke across the shoulders; but there is no appearance of their having used any hydraulic machine similar to the „Persian Wheel“, now so common in East; nor do the sculptures represent the foot machine (Schaufelwerk der Indier und Chinesen; worauf wir nachher zurückkommen) mentioned by Philo, which is supposed to be referred to in sacred writings. It is however, not a little remarkable that an Arab tradition still records the use of the shadoof in the time of the Pharaohs and I have found a part of one in an ancient tomb at Thebes, consisting of an angular piece of wood, on which the pole turned, and the rope that secured it to the cross bar.“

2) Abbildungen und Beschreibung dieses Wasserwurf-Korbes finden sich auch in Niebuhr's Reisebeschreibung nach Arabien und umliegenden Ländern. Kopenhagen 1774. Erster Band, S. 150. Ferner berichtet hierüber Sonnerat in seiner Reise nach China. Zürich 1783. Erster Band, S. 92. In dem grossen (Napoleon'schen) Werke: „Description de l'Égypte“, Vol. XII. bespricht S. 418 Cécile diesen Wasserwurfkorb unter Beifügung einer hübschen Abbildung auf Tafel VI. im Atlas: „État moderne.“ II. (Arts et Métiers.) Allom in dem noch 1843 in London erschienenen Werke: „China.“ T. III. Pg. 30, Abschnitt: „Transplanting Rice.“

3) Reisebeschreibung nach Arabien und anderen umliegenden Ländern. Erster Band, S. 150. Kopenhagen 1774.

4) A. a. O. Erster Band, S. 91, Tafel 23.

Fig. 360.



unter dem Titel: „Ueber das Wasser in seiner Bedeutung für die Völkerwohlfahrt“<sup>1)</sup>.

Reuleaux hebt hervor, dass das Auf- und Niederschwingen des Baumes (Hebels), an welchem die Stange mit dem Kübel (Eimer) aufgehängt ist, zuweilen nur von einem Manne verrichtet, manchmal aber auch mit fünf bis sechs Männern besetzt wird. Ausserdem wird bemerkt, dass dergleichen Wippen (gegenwärtig noch) auch in Spanien, sowie in Nordafrika vielfach vorkommen und dort „Kappleva“ genannt werden<sup>2)</sup>.

Noch während der Occupation Aegyptens durch die Franzosen unter Bonaparte (1798 und 1799) fanden sich daselbst sogenannte Wasserförderungsstationen vor (in der „Description d'Égypte“ etc. Ateliers d'Irrigation genannt und durch eine Abbildung erläutert, wo-

1) Ein akademischer Vortrag, der gedruckt im Verlage der Nicolai'schen Verlagsbuchhandlung in Berlin 1871 erschienen ist. Prof. Reuleaux hat dabei als Motto den Pindar'schen Satz gewählt: „Das herrlichste ist das Wasser.“

2) Wir benutzen die Gelegenheit, der erwähnten Reuleaux'schen Schrift noch die Abbildung einer eigenthümlichen Maschine (Fig. 361) zu entlehnen, mit der, durch Zugthiere bewegt, der indische Bauer (noch jetzt) das Wasser auf hochgelegene Felder (meist Reisfelder) hebt.

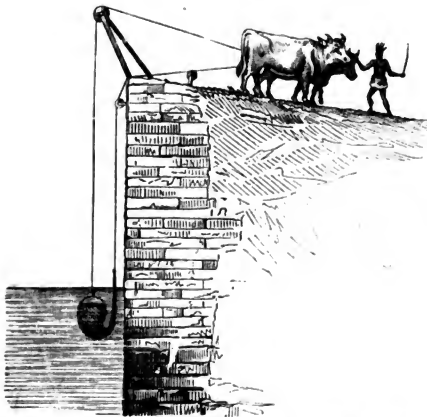
Man erkennt hierbei leicht, dass vermöge der ganzen Anordnung die Thiere mittelst eines geschickt angebrachten Taus einen grossen (trichterförmig gestalteten) Lederschlauch mit Wasser gefüllt in die Höhe ziehen. An der Mauerkrone angelangt, nimmt der Schlauch eine solche Lage an, dass der weitere Theil seines fast kegelförmigen Körpers höher liegt, als der engere am Ende zugespitzte Theil,

nach Fig. 362 copirt wurde), woselbst mittelst Shadufs, staffelförmig aufgestellt, das Nilwasser je nach dem Sinken des Flusses nach und nach auf diejenigen Höhen gehoben wurde, von welchen aus die Bewässerung des Landes durch geeignete Gräben, Ueberfälle etc. beschafft werden konnte.

Man erkennt, dass das Werk aus vier Etagen besteht, und dass auf der Plattform einer jeden Etage soviel Gerinne vorhanden sind, als Männer arbeiten. Zu den ersten Etagen gehören je vier Arbeiter, zu den beiden letzten nur je zwei. Die betreffenden Wippbäume finden ihre Drehachsen in Gehängen, welche an Holmen befestigt sind, die auf Erdpfeilern ruhen (unten je drei, oben nur zwei für jede Etage). Die an den kurzen Armen der Wippen aufgesteckten Gegengewichte sind Scheiben aus an der Sonne getrocknetem Thon. Die Mannschaften der beiden ersten Etagen fördern das Wasser auf je zwei Meter Höhe, die der beiden oberen Etagen auf je einen Meter Höhe, so dass die Totalförderhöhe des ganzen Wasserwerkes sechs Meter beträgt.

Wir wenden uns nun speciell zu dem bereits Seite 547, Note 1 erwähnten geneigten Schaufelwerke, geneigten Paternosterwerke, wohl auch Kettenpumpe genannt, die in allen älteren und neueren Reisebeschreibungen über China<sup>1)</sup> als

Fig. 361.



an welcher letzteren Stelle auch der Ausfluss erfolgt, sobald der Schlauch eine gestreckte, fast horizontale Lage annimmt. Nach gehörigem Leeren des Schlauches werden die Thiere wieder rückwärts getrieben, bis der Schlauch abermals in's Wasser taucht und die Theile der ganzen Anordnung wieder in die durch Figur 361 dargestellte Lage gekommen sind.

1) Johann Baptist du Halde, Ausführliche Be-

schreibung des chinesischen Reichs etc. Zweiter Theil, S. 80. Rostock 1748. Hier wird die Maschine „Paternosterwerk“ genannt.

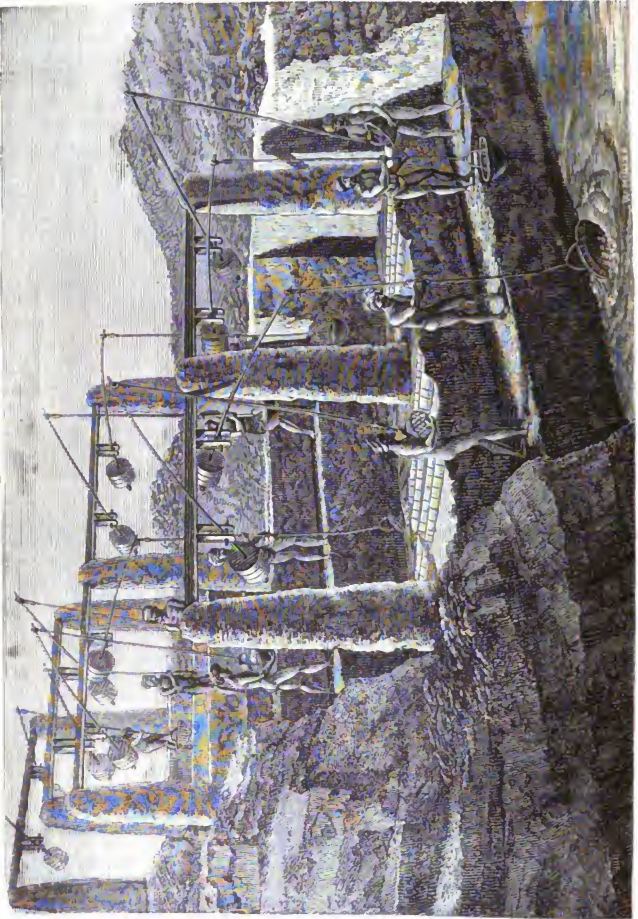
Sonnerat a. a. O. Tome III. Pg. 314, Plate Nr. 25, mit der Ueberschrift: „Chinese Chain-Pump.“ London 1797.

Allom, China, Tome III, Pg. 30. London 1843. Chain-Pumps in Capitel: „Transplanting Rice.“

Heine, Deutsche Originalausgabe der Resultate einer Expedition in die Seen von China, Japan und Ochotsk unter Commodore Ringgold und Commodore

die dort verbreitetste Maschine zum Wasserheben für Bewässerungszwecke bezeichnet wird, sobald es sich um nicht zu grosse Förderhöhen handelt.

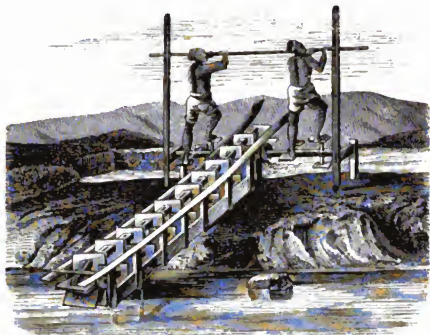
Fig. 362.



Rodgers, im Auftrage der Regierung der Vereinigten Staaten unternommen in den Jahren 1853 bis 1856. Erster Band, S. 211. Leipzig 1858.

Die nachstehende Fig. 363 zeigt dieses chinesische Schaufel- oder Paternosterwerk, wozu bemerkt werden muss, dass hier Vergangenheit und Gegenwart zugleich dargestellt ist, da sich die ältesten dem Verfasser zu Gebote gestandenen Abbildungen von den neueren durch Nichts als durch schlechte

Fig. 363.



Zeichnungen und unvollkommene Ausführungen unterscheiden. Hiernach schien es auch angemessen, das Original zu Fig. 363 dem von Heine bearbeiteten (auf Seite 549 Note citirten) Werke: „Nordamerikanische Expedition“ von 1853—1856 zu entnehmen<sup>1)</sup>. Diese Maschine hat natürlich die grösste Aehnlichkeit mit der Seite 515 besprochenen „Amsterdamer Modder-Mühle“ oder richtiger, letztere wurde dem chinesischen Schaufelwerke nachconstruirt<sup>2)</sup>, wozu es den Holländern (lange Zeit in China allein zulässig) an Gelegenheit nicht fehlte.

Unsere jüngste Quelle (Heine etc.) wie allerälteste (du Halde) heben beide hervor, dass der Betrieb derartiger Wasserfördermaschinen entweder

1) Ausser der bereits S. 547 (Anmerkung 1) mitgetheilten Notiz Wilkin-son's, dahingehend, dass die Aegypter wahrscheinlich auch das chinesische geneigte Schaufelwerk gekannt hätten, welchen Ausspruch derselbe Autor auch in seinem 1854 in London erschienenen kleineren Werke: „A popular Account of the ancient Egyptians“, Vol. I. Pg. 34, wiederholt, hat der Verfasser nirgends Etwas auffinden können, was die Anwendung dieser Wasserfördermaschine bei den Aegyptern bestätigt. Selbst für die neuere Zeit fehlen solche Angaben, indem von einer derartigen Maschine (geneigtes Paternosterwerk) weder im grossen Napoleonischen Werke, noch bei Niebuhr die Rede ist, letzterer vielmehr nur verticale Paternosterwerke als ägyptische Wasserfördermaschinen bezeichnet.

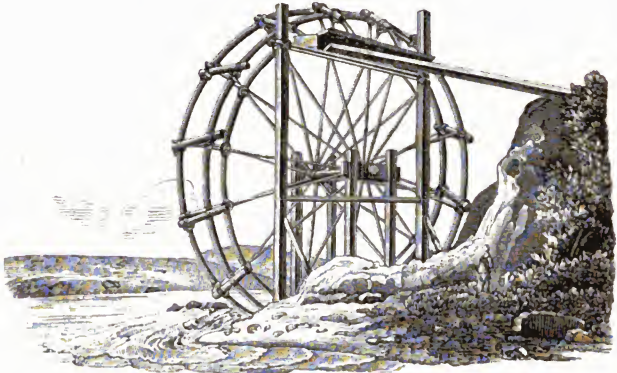
2) Nach dem vortrefflichen Werke „Die Preussische Expedition nach Ost-Asien“, Bd. 3, S. 22, gründeten die Holländer bereits im Jahre 1624 die erste Niederlassung auf der Südwestküste von Formosa. In diesem Werke ist über Bewässerungsmaschinen nicht einmal eine Notiz zu finden!

durch Menschen, an einer Kurbel arbeitend oder mit den Füssen thätig (als Trittwerk, ähnlich Bd. 1, S. 258), also wie in unserer Abbildung, erfolgt, oder durch geeignete Thiere, meist Büffel, an Göpeln wirkend<sup>1)</sup>.

In unserer Quelle wird (a. a. O. S. 212) hervorgehoben, dass diese Maschine in China wahrscheinlich ebenso alt sei, als der Ackerbau selbst<sup>2)</sup>.

Zum Wasserfördern auf bedeutendere Höhen benutzt man in China grosse, vom fliessenden Wasser getriebene (unterschlägige), aus Bambusröhren zusammengebaute Räder, an deren Umfange entsprechend geneigte kurze Cylinder oder Büchsen (ebenfalls Bambusröhren) angebracht sind, wie dies nachstehende, dem Davis'schen Buche über China<sup>3)</sup> entlehnte Fig. 364 erkennen lässt.

Fig. 364.



Staunton<sup>3)</sup> scheint der erste gewesen zu sein, welcher diese Räder beschrieben (leider keine Abbildung beigegeben) hat. Derselbe macht besonders darauf aufmerksam, dass ein solches Rad aus zwei Kränzen von ungleichem Durchmesser bestehe, und zwar sei der kleinere Kranz der Ausgussseite den Wasserröhren zugekehrt. Beispielsweise habe bei einem 20 Fuss (engl.) hohen Rade der innere Durchmesser nur 18 Fuss 9 Zoll, sei also um 15 Zoll kleiner. Da ferner Staunton den Neigungswinkel der Röhren gegen den Horizont zu 25 Grad angiebt, so berechnet sich die Länge dieser Röhren zu fast  $17\frac{3}{4}$  Zoll. Dass die Röhren nach der Seite zum grösseren Radkranze hin geschlossen und nur auf der entgegengesetzten Seite offen sind, versteht sich wohl von selbst.

1) Abbildung eines chinesischen geneigten Schaufelwerkes als Bewässerungsmaschine, welche von einem Büffel getrieben wird, der (unter Einschaltung geeigneter Wellen, Räder etc.) am Göpel arbeitet, liefert unsere Quelle (Heine a. a. O. Bd. 1) ebenfalls.

2) „The Chinese“, Tome II. Pg. 303.

3) A. a. O. Tome III, Pg. 335 etc.

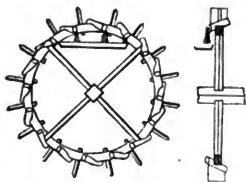


Staunton hebt noch ausdrücklich hervor, dass an den von ihm gesehenen derartigen Schöpfrädern weder Nägel noch Schrauben noch irgend ein Verband aus Metall zu finden gewesen wäre, dass vielmehr alle Kränze, Verstärkungsringe, Arme und sonstigen Verbände aus Bambusrohr oder Bambusbast bestanden hätten und auch Holz nur zu Welle, Nabe des Rades und Ständerwerk (Gerüst) verwandt worden wären<sup>1)</sup>. Schliesslich berechnet derselbe, dass mittelst eines solchen Schöpfrades pro Tag recht gut 300 Tonnen Wasser gefördert werden könnten<sup>2)</sup>.

Einer der bereits vorher citirten neueren Schriftsteller<sup>3)</sup>, welcher über chinesische Baukunst, Landwirthschaft, sociale Verhältnisse etc. ausführlich berichtet, behauptet gerade zu, dass alle sogenannten Wasser-Schöpfräder von den Chinesen erfunden worden wären.

1) Merkwürdiger Weise erzählt Staunton (a. a. O. Pg. 338) im Jahre 1797, ebenso wie (einige 50 Jahre später) Weisbach im 3. Bande seiner Ingenieur-Mechanik S. 792, dass derartige (chinesische) Schöpfräder auch im südlichen Frankreich und in Tyrol mehrfach im Gebrauche wären. Weisbach fügt noch hinzu, dass sie in Tyrol (überdies) auf einem Schemel mit Gegengewicht ruhen,

Fig. 365. Fig. 366. wodurch sie, dem jedesmaligen Wasserstande entsprechend, höher oder tiefer gestellt werden können.



Dem Verfasser sind von einem solchen in Europa angewandten chinesischen Schöpfrade vor einigen Jahren durch Freundeshand die beiden Fig. 365 und 366 (Vorderansicht und Profil) zugegangen, die wohl nach den bereits gemachten Erörterungen ohne Weiteres zu verstehen sein dürften.

2) Staunton erwähnt zuerst (a. a. O. S. 337), dass diese Schöpfräder 20 bis 40 Fuss Durchmesser hätten, je nach den Höhen, auf welche das Wasser gehoben wird. Ein solches Rad trage durchschnittlich 20 Röhren von je 4 Fuss Länge und 2 Zoll lichtigem Durchmesser. Der Wasserinhalt einer jeden Röhre betrage 0,60 Gallons, so dass die ganze Radperipherie 12 Gallons fasse. Unter der Voraussetzung, dass das fließende Wasser, in welches das Rad taucht, letzterem 4 Umläufe pro Minute ertheile, betrüge die während dieser Zeit geförderte Wassermasse 48 Gallons, pro Stunde also  $60 \cdot 48 = 2880$  Gallons oder pro Tag (24 Stunden) 69120 Gallons oder 313,8 Cubikmeter (1 Gallon = 4,54 Liter = 0,00454 Cubikmeter), was 308,8 englische Tonnen giebt, jede der letzteren = 1016 Kilogramm gerechnet.

3) Allom & Wright (a. a. O. Vol. III. Pg. 31) bemerken hierüber wörtlich Folgendes: „The bamboo water wheel, with hollow fellies, or with buckets, and employed when the quantity of water required, and the height to which it is to be raised, are both considerable, is of ancient existence amongst the Chinese; from them the Egyptians, Syrians and Persians adopted this useful invention, and European machinists have ignorantly ascribed the honour of the discovery to the very nation that became last acquainted with its value, obstinately designating it the Persian wheel.“

Man sehe auch hierüber Haindl's „Maschinen zur Wasserförderung.“ München 1849, Blatt 15.

Nachdem wir im Vorhergehenden wenigstens die Hauptquellen von Nachrichten über die ältesten Wasserfördermaschinen (aus monumentalen Ueberresten der Aegypter und Assyrer, aus Herodot's Geschichtswerke und aus den Aufzeichnungen von Reisenden in China und Indien) erschöpft haben, wenden wir uns dem alten uns bereits mehrfach nützlich gewordenen Schriftsteller Vitruv zu, der im zehnten Buche seiner „Baukunst“ verschiedenartige Wasserfördermaschinen beschreibt und von dem wir (für jetzt) die herausheben wollen, welche sich dem Vorstehenden unmittelbar anschliessen oder als Variationen derselben bezeichnet werden können.

In letzterer Beziehung beginnen wir mit dem Besprechen derjenigen Gattung von Vitruv'schen Wasserfördermaschinen, welche dieser Schriftsteller als diejenigen bezeichnet, welche vorzugsweise da angelegt werden, wo die lebendige Kraft strömenden Wassers unmittelbar zu Gebote steht und wovon bereits Bd. 2, S. 16, Fig. 8 auf ein Exemplar hingewiesen wurde, dessen zugehöriges unterschlägiges Wasserrad zugleich eine Getreidemahlmühle in Thätigkeit setzte. In der bereits mehrfach erwähnten Perrault'schen Ausgabe des Vitruv (bekanntlich die besten Abbildungen enthaltend) wird das im X. Kapitel beschriebene Schöpfrad so dargestellt, wie dies die Fig. 367 erkennen lässt. In der von Vitruv selbst gelieferten Beschreibung wird Folgendes gesagt:

Fig. 367.

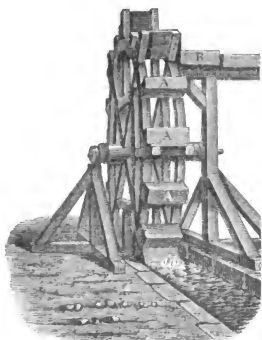
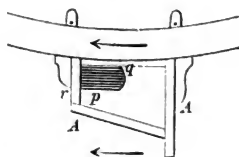


Fig. 368.



„Die Kästen (AA am Umfange des Wasserrades) schöpfen zugleich Wasser ein und bringen es in die Höhe. Ohne von Menschen getreten zu werden, blos vom Flusse umgetrieben, leisten also solche Räder die nöthigen Dienste.“

Hierzu dürfte noch zu bemerken sein, dass diese Kästen in den meisten Fällen wahrscheinlich so angeordnet waren, wie die Detailfigur 368 erkennen lässt. Die Wände des hohlen parallelepipedischen Raumes sind nämlich überall geschlossen, mit Ausnahme von Oeffnungen *pq* in den Seitenwänden und Oeffnungen *r* in der Hinterwand, deren Ort und Lage der Bedingung entspricht, in der tiefsten Stellung Wasser eintreten zu lassen und in der höchsten dasselbe in ein Gefäss *B* auszugießen, woraus es

mittelst Gerinnen nach der Stelle fließt, woselbst es zu Bewässerungen oder anderen Zwecken benutzt werden soll<sup>1)</sup>.

Fig. 376 lässt die von Vitruv mit dem Namen „Tympanum“ (Trommelrad)<sup>2)</sup> bezeichnete und von ihm beschriebene Wasserfördermaschine erkennen, zu deren besserem Verständniss wir noch die Fig. 377 fügen, welche den Ver-

1) Noch andere (später gemachte) Anordnungen derartiger Schöpfräder, im Wesentlichen von den Vitruv'schen Rädern wenig abweichend, lassen die Figuren 369 bis 374 erkennen. Die beiden ersten Figuren sind Belidor's

Fig 369.

Fig. 370.

Fig. 371. Fig. 372.

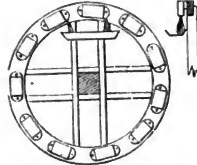
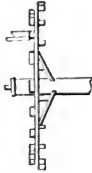
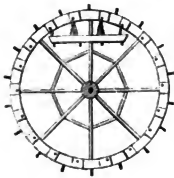
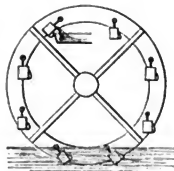
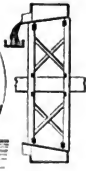
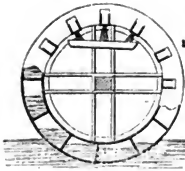


Fig. 373.

Fig. 374.

Fig 375.



„Architecture Hydraulique“ (Navier's Ausgabe) Pg. 610 bis 612 entlehnt, wobei angegeben ist, dass sie in Spanien gebräuchlich wären. Eine Abart derselben zeigen die Fig. 371 und 372. Die folgen-

den beiden Figuren finden sich in Hagen's Handbuch der Wasserbaukunst. Erster Theil, S. 750, Fig. 248. Ein derartiges Rad soll Perronet beim Baue der Neuilly-Brücke zum Trockenlegen der Baugrube angewandt haben.

Ein Schöpfrad, welches, statt mit festen Eimern ausgestattet zu sein, diese pendelartig am Radkranze trägt, lässt Fig. 375 erkennen. Staunton (An Embassy to the Emperor of China, Vol. III. Pg. 338) nennt dieses Rad „das Persische“ (the Persian wheel with loose buckets suspended to the edges of the rim of the wheel). Von der vortheilhaften Wirksamkeit dieser mit beweglichen Eimern ausgestatteten Schöpfräder wird schon in der 1742 erschienenen sechsten Ausgabe (deutscher Bearbeitung) von Belidor's Architectura hydraulica, erster Theil, zweites Buch, viertes Capitel, §. 783, gehandelt. Es sollen diese Räder von dem Fehler (der mit festen Eimern) frei sein, von dem unten aufgenommenen (geschöpften) Wasser viel zu verlieren, bevor sie zur Ausgussstelle gelangen. Belidor rechnet, dass die mit festen Eimern durchschnittlich nur  $\frac{2}{3}$  des geschöpften Wassers fördern.

2) Vom griechischen Worte *Τύμπανον*, das Tambourin (Pauke), die Trommel, ein Wagenrad ohne Speichen (Scheibenrad).

ticaldurchschnitt des Rades darstellt. Eine hohle Trommel  $DDB$  (Fig. 376) oder  $aa$  (Fig. 377) mit einer ebenfalls hohlen Welle  $E$  (Fig. 376) oder  $bb$  (Fig. 377) wurde durch radiale Wände in acht gleiche sectorförmige Räume getheilt. Jeder dieser Räume hatte eine Mündung  $D$  (Fig. 376) am äusseren

Fig. 376.

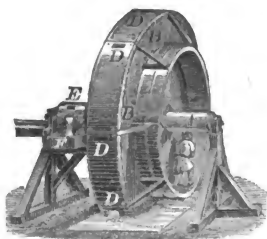
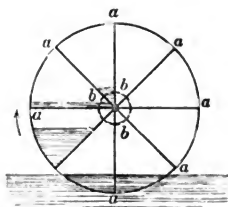


Fig. 377.



Umfange für den Eintritt] des Wassers und stand ferner durch eine Seitenmündung  $E$  in dem hohlen Theile der Welle  $AE$  mit dem Inneren der letzteren in Verbindung. Wenn nun die ganze Trommel entsprechend in's Wasser getaucht und in Umdrehung gesetzt wurde, so nahm jede der erwähnten acht Zellen eine kleine Menge Wasser mit in die Höhe und goss endlich dasselbe in die hohle Welle aus, von wo ab es weiter in einen geeigneten Abflusskasten  $F$  (Fig. 376) floss und endlich in Gärten oder auf Feldern zum Begiessen und Bewässern etc. oder (wie Vitruv bemerkt) in Satzgruben zum Temperiren geleitet werden konnte. Für gewöhnliche Fälle nahm Vitruv an, dass die Umdrehung des Trommelrades durch ein Laufrad erfolgte, welches mit einer Wasserfördermaschine gehörig in Verbindung gebracht war und welches man durch Menschen in bekannter Weise (Bd. 1, S. 228, Fig. 143) in Bewegung setzte. Dass bei einem solchen Rade (Tympnum der Alten) die Förderhöhe des Wassers stets geringer als der Halbmesser des Rades ist, versteht sich wohl von selbst.

Fig. 378.

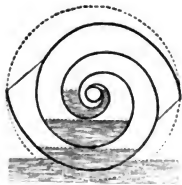


Fig. 379.

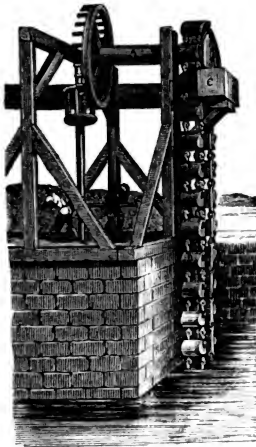


Bei näherer Betrachtung des zwischen den Scheidewänden der Sektoren in Fig. 377 befindlichen Wassers erkennt man bald, dass die Hebelarme der Schwerpunkte der betreffenden Massen, von unten, den Eintrittsstellen ab, nach oben hin bis fast zur Ausgusstelle wachsen, die widerstehenden Drehmomente also fortwährend zunehmen, von den betreffenden Motoren also auch fortwährend eine verschiedene Arbeit

geleistet wird. Zur Beseitigung dieses Uebelstandes wies bereits 1717 der französische Akademiker Lafaye nach, dass man das Wasser vom äusseren Umfange ab in Röhren nach der Mitte hin führen müsse, welche nach der Evolute eines Kreises zu krümmen sind, dessen Radius gleich dem der Aus-

flusströhre *E* (Fig. 366) des Rades ist<sup>1)</sup>. Perronet änderte dies Trommelrad dahin ab, dass er die spiralförmigen Röhren durch derartige spiralförmige Scheidewände ersetzte, dass dasselbe an den Seiten durch ebene Wände begrenzt werden konnte und überhaupt die Gestalt erhielt, welche die Fig. 378 und 379 erkennen lassen<sup>2)</sup>. Perronet verwandte ein derartiges Schöpfrad beim Baue der Orléans-Brücke, was dadurch in Bewegung gesetzt wurde, dass an jeder Seite des Schöpfrades ein Laufrad angebracht war, worin Arbeiter gingen. Dies Rad hatte 6,30 Meter Durchmesser, tauchte 0,16 Meter in's Wasser und machte 3 Umläufe pro Minute. 12 Arbeiter, welche täglich 8 Stunden thätig waren, hoben damit 12,34 Cubikmeter Wasser auf 2,60 Meter Höhe. Hiernach stellt sich die tägliche Leistung eines Arbeiters zu 21100 Meter-Kil. heraus. Verglichen mit den täglichen Leistungen der Menschen an Handkurbeln (Bd. 1, S. 232 und 233) ist demnach vorstehendes Resultat kein Ungünstiges.

Fig. 380.



In neuester Zeit hat Cavé in Paris diese neueren Tympanons ganz aus Eisenblech construiert und damit sehr gute Wirkungen erzielt<sup>3)</sup>.

Vitruv in seiner Beschreibung verschiedener Wasserschöpfmaschinen folgend, finden wir daselbst am Ende des 9. Kapitels (Buch X.) die sogenannte Eimerkunst (nach Art der bereits S. 541 bis 544 erörterten Bagger mit verticaler Eimerkette) besprochen, wovon wir wieder der Perrault'schen Ausgabe die nebenstehende Fig. 380 entlehnen.

Ist das Wasser auf grössere Höhen zu fördern, als dies (vernünftiger Weise) mittelst Schöpfräder geschehen kann, so schlägt man (Fig. 380) über die geeignete Scheibe an der horizontalen Welle eines Göpel-Vorgeleges eine eiserne Kette ohne Ende, die bis in das Wasser hinabreicht, aus welchem gefördert werden soll und woran kupferne Eimer *B* (zu je 3 Maass) hangen. Die Umwälzung der Scheibe an der Welle *A* bewegt zugleich diese Kette, bringt nach

1) Ueber das Tympanum von Lafaye (das Tympanum der Neueren) handelt ausführlich Navier in den Anmerkungen der von ihm besorgten Ausgabe der Belidor'schen *Architecture Hydraulique*, T. I. Pg. 609 (Note ff). In der deutschen (6.) Ausgabe des Belidor'schen Werkes vom Jahre 1742 findet man das gedachte Krümmungsgesetz Theil I. Buch II. Cap. IV. §. 779 erörtert.

2) *Oeuvres de Perronet*, T. I. Pg. 20.

3) *Annales des Ponts et Chaussées*. 1856, (2) Pg. 273, und Armengaud's *Publication industrielle des Machines*, Tome VI. Pg. 47, Pl. 4.

und nach die mit Wasser gefüllten Eimer in die Höhe, welche, wenn sie über die Welle *A* empor kommen, nothwendiger Weise umstürzen und das geförderte Wasser in einen geeigneten Behälter *C* giessen, von welchem aus es in Gerinnen dahin geführt wird, wo man es zu Bewässerungen oder zu anderen Zwecken benutzen will<sup>1)</sup>.

Von der fast bei allen Völkern Afrikas und Asiens bereits Bd. 2, S. 14 erwähnten Stetigkeit in der Bewahrung ihrer Sitten und Gebräuche liefern auch die Wasserfördermaschinen ein thatsächliches Zeugniß. So erinnert z. B. nebenstehende, dem grossen Napoleon'schen Werke „Description de l'Égypte“ entlehnte<sup>2)</sup> Figur 383 an die Vitruv'schen verticalen Eimerwerke (Eimerkünste) und an die wahrscheinlich von den Arabern in Spanien eingeführten Norias. Hervorgehoben wird in unserer Quelle ganz besonders, dass die zur Aufnahme des zu fördernden Wassers vorhandenen und in der Regel an endlosen Seilen befestigten Eimer oder Töpfe (pots) aus gebranntem Thone gebildet sind, die ganze Construction des Maschinenwerkes aber mit einer gewissen Sorgfalt und (gewissermassen) Eleganz hergestellt wäre, wie man solche nur in den Umgebungen der Hauptstädte und in den Gärten der Beys finde. Die Motoren sind an Göpeln arbeitende Ochsen. In unserer Abbildung sind zwei derartige Maschinensysteme neben einander aufgestellt, wobei das Trieb-

1) Diesen Eimerwerken hat man später in Spanien den Namen „Noria“ gegeben von dem arabischen Worte naara schnauben, weil das Ausgiessen der Kübel schnaubende Laute erzeugt. Man sehe hierüber die bereits vorher citirte Schrift des Prof. Reuleaux „Ueber das Wasser“ etc., S. 14.

Andere, neuere Anordnungen derartiger Norias lassen nachstehende Fig. 381 und 382 erkennen. Während Fig. 382 ohne weitere Erörterung zu verstehen

Fig. 381.

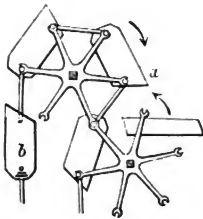
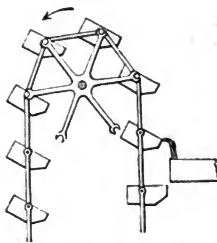


Fig. 382.



sein wird, ist Fig. 381 die Skizze einer von Gateau in Frankreich getroffenen Anordnung, wovon sich in Le Blanc's „Recueil des machines“, Vol. I. Pl. 72 die vollständigste Abbildung und Beschreibung vorfindet. Die Eimer bestehen hier aus Blech, welche oben neben dem schrägen Boden eine

grössere Seitenöffnung *a* zum Ausgiessen des Wassers und unten ein kleines, durch ein Ventil bedecktes Loch *b* zum Ein- und Abführen der Luft enthalten.

D'Aubuisson in seinem „Traité d'Hydraulique“, Paris 1840, berichtet Pg. 559 und 562 über grosse, bis zum Wirkungsgrade 0,657 gehende Leistungen derartiger Norias.

2) Tome Douzième. État moderne „Explication des planches des arts et métiers“, Pg. 412 unter der Ueberschrift: „Roue à Pots ou Machine à arroser.“

werk des zur rechten Hand gelegenen Rades weggelassen ist. Das von beiden Maschinen geförderte Wasser wird schliesslich in einem und demselben Reservoir gesammelt.

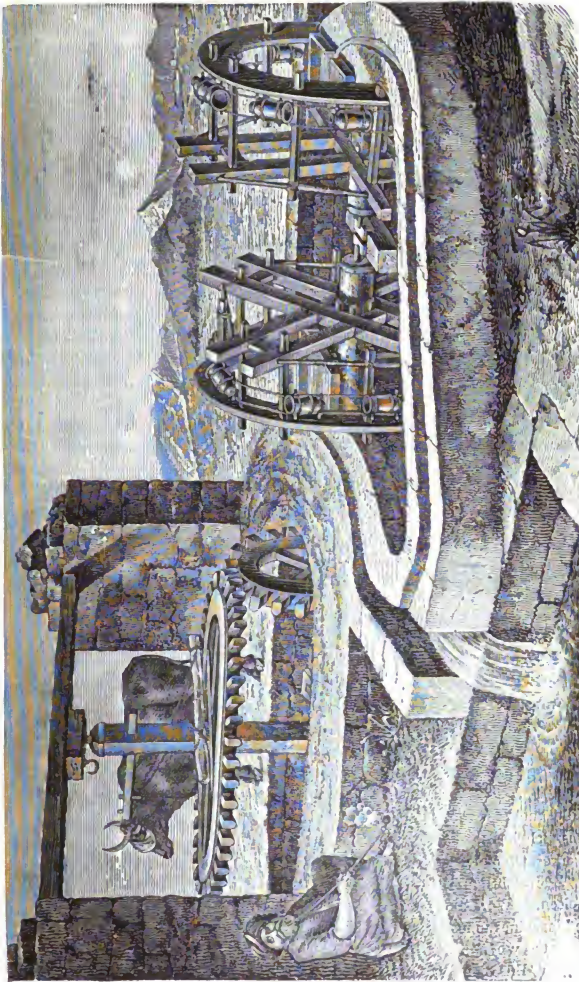


Fig. 383.

Nach Angabe des französischen Ingenieurs Faye<sup>1)</sup> förderte (im besonderen Falle) ein solches Maschinenwerk pro Minute 67,6 Liter Wasser auf 10,39 Meter Höhe<sup>2)</sup>.

Bei der in Fig. 384 skizzirten Anordnung, wo eine solche Noria durch ein umlaufendes Triebstöckenrad in Bewegung gesetzt wird, hat man das Gefäß, welches zum Auffangen des geförderten und ausgegossenen Wassers dient, höher gestellt, was offenbar vortheilhafter wie bei Fig. 383 ist, wo das Abflussgerinne des gehobenen Wassers in der Mitte des Eimerrades liegt.

Wenn man blos die Böden der Eimer an dem endlosen Seile oder der endlosen Kette befestigt, also sämtliche Seitenwände der Eimer entfernt, ferner den einen der beiden Seil- oder Kettenstränge in einer verticalstehenden Röhre aufsteigen lässt, so entsteht die in Fig. 385 skizzirte Anordnung, welche man verticales Paternosterwerk, Rosenkranzmühle, Scheiben- oder

Fig. 384.

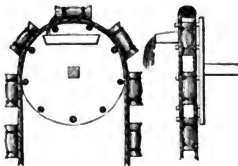


Fig. 385.



Püschel-Kunst zu nennen pflegt. Leupold in seinem *Theatrum machinarum hydraulicarum*, T. I. Pg. 81 erklärt die Püschel- oder Taschenkunst „als eine Maschine, da vermittelt eines Seiles oder einer eisernen Kette und etlichen daran gebundenen Wulsten (Püscheln) oder ledernen mit Haaren ausgefüllten Kugeln, so durch eine (senkrechte) Röhre gehen, das Wasser aus der Tiefe her-

ausgehoben wird.“ Werden statt der gedachten Wulste lederne oder metallene Scheiben oder letztere beiden in geeigneter Verbindung angebracht, so pflegt man die Maschine wohl auch mit dem Namen Scheibenkunst oder Kettenkunst zu bezeichnen<sup>3)</sup>.

1) Ebendasselbst Pg. 415.

2) 67,6 Kilogramm pro Minute auf 10,39 Meter Höhe gehoben, entsprechen einer Nutzarbeit von 42142 Meter Kilogramm pro Stunde oder von 337136 Meter Kil. bei 8stündiger (täglicher) Arbeit. Man vergleiche damit die Bd. 1, S. 257 notirte Leistung von an Gupeln arbeitenden Ochsen.

3) Leupold handelt in demselben Bande seines *Theat. mach. hydraul.* Cap. V. Pg. 45 ff. von dem sogenannten geneigten Schaufelwerke, welches man, wie die meisten französischen Schriftsteller, als geneigtes Paternoster- oder geneigtes Scheibenwerk (*Chapelet incliné*) im Gegensatze zu dem senkrechten Scheibenwerke (*Chapelet vertical*) betrachten kann. Für unsere Zwecke dürfte es genügen, hinsichtlich des geneigten Schaufelwerkes auf die Abbildung S. 515 zu verweisen. Wer ausführliche Studien und mathematische Berechnungen über diese Maschine anzustellen wünscht, dem empfehlen wir das 2. Heft von Gilly's und Eytelwein's „*Wasserbaukunst*“, S. 10 ff., sowie Weisbach's *Ingenieur-Mechanik*, Bd. 3, S. 806.



Die älteste Abbildung einer solchen Püschelkunst oder Kettenpumpe, welche der Verfasser aufreiben konnte, fand sich im 6. Buche des Agricola'schen Werkes „De re metallica“, Pg. 149, was bekanntlich 1621 in Basel erschienen ist und wo diese Maschine zur Wasserförderung aus Gruben der Bergwerke empfohlen wird<sup>1)</sup>.

Da sich ausgestopfte Bälle (Wülste) leicht abnutzen, so hat man sich in späterer Zeit fast ausschliesslich der ledernen Scheiben bedient, die man mit mehr oder weniger konisch gestalteten Schäften (Unterlagen) versieht, überhaupt Körper bildet, welche die Steigröhre fast kolbenförmig ausfüllen<sup>2)</sup>.

Noch im Jahre 1828 wurde die Scheibenkunst oder das Paternosterwerk zum Auspumpen gesunkener Schiffe in Neufahrwasser mit grossem Vortheile benutzt. Berichtet wird hierüber sowohl in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen, 8. Jahrgang (1829), S. 109, als auch im 1. Theil von Hagen's Wasserbaukunst. 2. Aufl., S. 768 etc. An ersterer Stelle heisst es: „Diese Maschine leistete so vorzügliche Dienste, dass die Seeleute deren Wirksamkeit nicht genug rühmen konnten.“ Hagen hebt hervor, dass beim Heben eines mit Ballast beladenen Schiffes eine Menge Sand und sogar feiner Kies mit herausgeworfen wurde, ohne den Gang der Maschine zu beeinträchtigen.

In ebenfalls nicht ungünstiger Weise berichtet Navier (in den Anmerkungen zu seiner Ausgabe der Belidor'schen Architecture Hydraulique, Pg. 579, Note *fc*) nach zuverlässigen Versuchen des französischen Ingenieurs Soyer über das Güteverhältniss einer zweckmässig angeordneten verticalen Scheibenkunst (chaplet vertical), dahin gehend, dass ein Mann damit pro Tag 110 bis 120 Cubikmeter Wasser auf einen Meter Höhe fördern könne, was im Mittel eine tägliche Leistung von 115000 Meterkilogramm giebt. Im Vergleich mit der Menschenarbeit an der Handkurbel (180000 Met.-Kil. nach Bd. I, S. 233) gäbe dies das Verhältniss  $\frac{115}{118} = 0,64$ . Die Wasserverluste schätzt

Navier zu 36 Proc., so dass von 100 Theilen Wasser 64 Theile wirklich gefördert werden, das übrige zwischen dem Umfang der Scheiben und den Wänden der Steigröhre entweicht und in den Behälter zurückfällt, aus welchem geschöpft wird. Die geeigneten Scheiben- oder Schaufelwerke (chaplets inclinés) geben weit ungünstigere Güteverhältnisse (Wirkungsgrade).

Noch gegenwärtig werden diese Scheiben-Paternosterwerke oder Kettenpumpen mit sehr gutem Erfolge als Jauchepumpen (wo die Flüssigkeit mit Unrath, Stroh, Pflanzenresten etc. gemengt vorkommt) bei landwirthschaftlichen Betrieben, dann auch als Schlempe-, Theer-Pumpe u. dgl. m. verwandt, wobei man naturgemäss alle Theile aus Eisen herstellt, die Steigröhre entsprechend ausbohrt u. dgl. m.<sup>3)</sup>.

1) Ueber Leonardo da Vinci's (geb. 1452 bei Florenz) Verdienste um die Verbesserungen der Kettenpumpe berichtet Dr. Grothe in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen, 1874, S. 183.

2) Gilly u. Eytelwein a. a. O. S. 27 unter der Ueberschrift: „Scheibenkunst.“

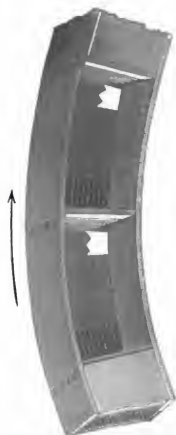
3) Abbildungen im (schönen) illustrierten Kataloge der permanenten Ausstellung Rühlmann, Maschinenlehre. IV.

Um hier keinen der wichtigsten Fälle über neuägyptische Bewässerungsmaschinen unbeachtet zu lassen, worüber in dem bekannten grossen Napoleon'schen Werke berichtet wird, tragen wir noch das in Fig. 386 abgebildete

Fig. 386.



Fig. 387.



Schöpfrad nach. Unsere Quelle<sup>1)</sup> bemerkt besonders, dass derartige Schöpfmaschinen vorzugsweise im sogenannten Delta im Gebrauche sind und dass in dem besonderen Falle, worauf sich die Fig. 386 und die Detailfigur 387 beziehen, das Wasser 2,70 Meter hoch gehoben wird. Das ganze Rad ist aus Holz construirt, wobei man allerdings die kastenförmigen, hohlen Wände aus Bohlen von 9 Centimeter Dicke hergestellt hat.

Wir schliessen die Geschichte der Wasserfördermaschinen mit continüirlich bewegten Gefässen (Kästen, Eimern, Röhren etc.), indem wir in Fig. 388 und 389 die Abbildung einer Noria mittheilen, wie solche gegenwärtig noch in Spanien zur Bewässerung (Berieselung) von Feldern und Gärten in Anwendung sind. Nach unseren Quellen<sup>2)</sup> arbeitet das hier abgebildete Rad in der Nähe von Palma<sup>3)</sup>, Provinz und Fabrik landwirthschaftlicher Maschinen und Geräthe des Commerzraths Ahlborn in Hildesheim. Ausgabe von 1874, S. 207.

1) Tome XII. (1823) Explication des planches des arts et métiers. Pl. III: „Vue et détails de la Roue à Jantes creuses.“

2) Aymard, „Irrigations du Midi de l'Espagne.“ Paris 1864, Pg. 279, und Scott-Moncrieff, „Irrigation in Southern Europe.“ London 1868, Pg. 135.

3) Palma del Rio ist eine kleine Stadt von 10000 Seelen am rechten Ufer des Flusses Genil, unweit der Stelle, wo sich dieser in den Guadalquivir ergiesst. Trotz der wenig cultivirten und daher gering fruchtbaren Ebene des Guadalquivir,

Cordova (Andalusien) und zwar entnimmt es das Wasser aus dem Flusse Genil. Dies Rad hat 9,10 Meter Durchmesser, mit Schaufeln am äusseren Umfange

Fig. 388.

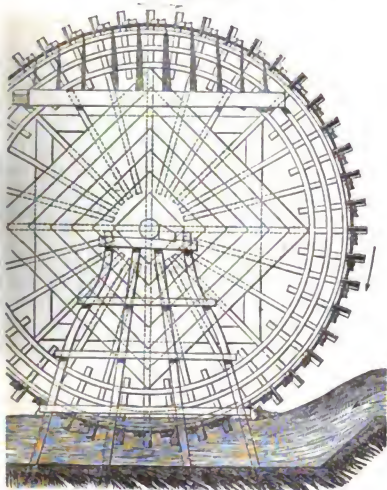


Fig. 389.



von 1,20 Meter Breite und 0,40 Meter Höhe. Jede dieser Schaufeln ist nahe der inneren Kante mit 2 Löchern versehen, durch welche man Seile (harts) aus Baumzweigen gezogen und daran 96 aus gebranntem Thon gebildete Töpfe befestigt hat. Aus sorgfältigen Messungen im Abflusscanale bestimmte

welche sich von Cordova nach Sevilla und Cadix erstreckt, machen die Umgebungen von Palma auf circa 8 Kilometer Länge zu beiden Seiten des Genil eine rühmliche Ausnahme. Diese Huerta (Garten) von Palma gleicht (nach Aymard a. a. O. p. 278) der Métidja von Algier, so dass auf einer Fläche von ungefähr 200 Hektaren (784 preussische Morgen) die herrlichsten Getreidefelder, Orangen-, Citronen-Bäume etc, Cactus, Aloë etc. zu finden sind. Diese Huerta wird vollständig durch 20 der Norias (Fig. 388 und 389) bewässert.

Aymard bemerkt in Bezug auf diese Bewässerungsmaschine noch wörtlich Folgendes: „L'établissement de ces roues, leur mode de construction se perdent dans la nuit des temps, et le nombre de godets que chaque roue doit avoir est réglé par la tradition.“

Ueber die grossartigen Bewässerungen der spanischen Provinz Valencia mittelst Canälen aus dem Turia-Flusse, Stauwerke, Norias etc. auf einer Fläche von circa 100000 engl. Acre oder 404000 Hektaren giebt Scott-Moncriff a. a. O. Pg. 127 etc. ausführliche Auskunft. In dieser Provinz wird besonders der Cultur des Reises Aufmerksamkeit geschenkt. Unsere englische Quelle bezeichnet diese Stelle (Pg. 163) als die „beautiful „Huerta“ of Valencia, the most perfectly irrigated district in Spain.“

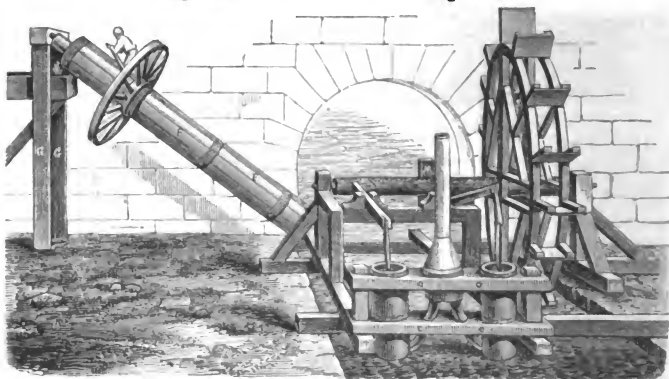
sich die pro Secunde geförderte Wassermenge zu 17 Liter oder zu 0,017 Cubikmeter. Da diese auf 6,80 Meter Höhe gehoben wird, so resultirt die Nutzleistung des Rades zu  $17 \cdot 6,80 = 115,6$  Meter-Kil. oder zu 1,54 Pferdekraften. Da ferner ein Umlauf des Rades in 27 Secunden erfolgt, so erhält man für den Fassungsraum eines der Töpfe  $\frac{27 \times 17}{96}$ , d. i. 4,78 Liter.

Wiederum zu den Vitruv'schen Nachrichten in seinem Werke „die Baukunst“ zurückkehrend, finden wir daselbst im 11. Kapitel des 10. Buches Nachrichten über die bemerkenswertheste Wasserfördermaschine der Alten, bei welcher der Druck der atmosphärischen Luft keine Rolle spielt, über die sogenannte Wasserschnecke. Diodor (S. 315, Note 3) schreibt die Erfindung dieser Maschine dem Archimedes zu (geb. 287 v. Chr. zu Syracus) und nennt sie deshalb „Die Archimedische Wasserschnecke“, während Andere behaupten<sup>1)</sup>, dass sie schon den alten Aegyptern zur Austrocknung ihres vom Nil überschwemmten Landes gedient habe.

Die Abbildung einer Wasserschnecke, wie sich solche in der am besten ausgestatteten Ausgabe des Vitruv'schen Werkes (bei Perrault Pg. 321) findet, giebt wenig Einsicht in die Construction und Wirksamkeit dieser Maschine, weshalb wir solche durch Hinzufügung zweier anderer Abbildungen, der Fig. 392 und 393, vervollständigen. Die von Vitruv selbst gelieferte Be-

Fig. 390.

Fig. 391.



schreibung lautet auszugsweise) folgendermaassen: „Man nimmt ein Holz (Rundholz, einen hölzernen Cylinder als Spindel oder Kern), welches so viel Zoll dick als Fuss lang ist und verzeichnet krumme Linien auf dessen Mantel von der Art, dass deren Erhebung genau ebenso gross ist, als ihr Umlauf (also am Cylindermantel gemeine Spirallinien beschrieben werden, welche unter einem Winkel von 45 Grad aufsteigen). In diesen Linien, solche als Spur gedacht, befestigt man rechtwinklig zur Länge der Spindel (in gehörig gebildeter Vertiefung) Splisse oder Brettstückchen, schneidet diese in gleicher Entfernung

1) Perrault in seiner Ausgabe des Vitruv, Pg. 316, Note 1.

von der Spindel entsprechend ab und sorgt, dass jedes solches Brettchen dicht an das andere (benachbarte) anschliesst.

„Um dieses Gewinde (diesen Schneckengang) wird dann zur Bedeckung ein Mantel *FF* von Brettern geschlagen, welchen man mit Theer sättigt und darum eiserne Reifen legt, damit ihn die Gewalt des Wassers nicht zersprengt. Jedes der beiden Enden der Spindel wird mit einem geeigneten Zapfen (stilus) versehen. Zur rechten und linken dieser Wasserschnecke bringt man dann Pfähle (Ständer) *GG* an, befestigt auf deren höchsten Enden Querhölzer (Holme) und lagert dort den oberen Zapfen, während der untere ebenfalls placirt wird: und so vermag die Maschine von Menschen durch Treten umgetrieben zu werden.“

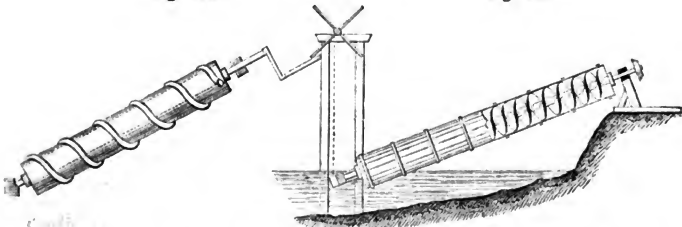
Die Neigung der Spindelachse gegen den Horizont wird so bemessen, dass auf je 5 Theile der Achslänge immer 3 Theile der Erhebung kommen, also (nach dem Pythagoräischen Lehrsatz 4 solche Theile auf die entsprechende Horizontalprojection<sup>1)</sup>.

Aus dieser Vitruv'schen Beschreibung und Constructionsregel geht hervor, dass die heutige Wasserschnecke (jetzt Tonnenmühle genannt), wie sich solche in Fig. 393 skizzirt vorfindet, keine andere als die ist, welche bereits vor fast 2000 Jahren existirte!

Bemerkenswerth dürfte sein, dass Salomon de Caus in seinem 1615 zu

Fig. 392.

Fig. 393.



Heidelberg geschriebenen Werke<sup>2)</sup>: „Ueber gewaltsame Bewegungen“, 1. Buch, S. 5 (Theorema VII), die Wasserschnecke folgendermaassen beschreibt:

„Nimm eine bleierne oder kupferne Röhre, Fig. 392, von grösserer Länge, als du das Wasser zu heben begehrt, winde sie um einen geraden Cylinder von kreisförmigen Querschnitten und stelle letzteren hiernach so, dass seine Lage gleichsam die Richtung der Diagonale eines Quadrats annimmt. Dabei gehe das untere Ende der Achse im Wasser an einem Pfahl herum, während

1) Bezeichnet  $\alpha$  den Neigungswinkel der Spindelachse, so hat man hiernach  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4} = 0,75$ , so dass sich  $\alpha = 36^{\circ} 52'$  herausstellt.

2) Der vollständige Titel dieses Werkes lautet also: „Von gewaltsamen Bewegungen. Beschreibung etlicher, sowohl nützlicher als lustiger Maschinen.“ Von Salomon de Caus, Churfürstlich Pfälzischer Ingenieur und Baumeister. Erstlich in französischer, jetzund aber in unserer deutschen Sprache herausgegeben.“ Frankfurt bei Abraham Pacquart.

sich das obere Ende (dieser Achse) gegen eine Wand lehnt oder überhaupt so stützt, dass die Maschine von hier aus mit der Hand in Umdrehung gesetzt werden kann. Schöpft dann das untere Ende bei der Umdrehung Wasser, so steigt und fällt<sup>1)</sup> dasselbe so lange, bis es am oberen Ende herausläuft.“

Von dieser Anordnung der Wasserschnecke (wo die Spindel einen viel grösseren Durchmesser hat, als das spiralförmige Wasserrohr) dürfte man in der Praxis selten oder gar nicht Gebrauch gemacht haben, da die geförderte Wassermenge verhältnissmässig nur gering und die Reibung (das Anhängen) des Wassers an den Wänden der engen Röhre sehr gross sein muss, vielmehr scheint sie blos den betreffenden mathematischen Theorien der Wasserschnecke als Ausgangspunkt gedient zu haben<sup>2)</sup>.

1) Unter der Voraussetzung, dass die Achse des Cylinders so geneigt ist, dass in jeder Rohrwindung immer ein Theil niedriger liegt, wie vorhergehende Theile, muss, wenn die untere Oeffnung des Schlangenrohres beim Umdrehen unter Wasser kommt (nach hydrostatischen Sätzen) ein Theil der ersten Windung mit Wasser angefüllt werden, und weil bei fortgesetzter Umdrehung der Maschine dieses Wasser nicht zurücktreten kann, so muss es so lange in die Höhe steigen, bis es am oberen Ende der Schlangenröhre ausfliesst. Ganz dasselbe findet auch Statt, wenn man (nach der Beschreibung Vitruv's) rechtwinklige Schraubenflächen um die Spindel herumführt und dieselben durch einen cylindrischen Mantel von aussen begrenzt, d. h. eine Maschine wie die anordnet, welche in Fig. 393 skizzirt ist und Tonnenmühle genannt wird.

Eine hin und wieder ausgesprochene Ansicht, als höre die Tonnenmühle zu wirken auf, könne also kein Wasser fördern, sobald ihr unteres Ende mit der Mündung ganz unter Wasser liegt, so dass nicht jeder Gang abwechselnd Wasser und Luft schöpft, ist nicht richtig. Navier hat bereits in den Noten seiner Ausgabe der Belidor'schen Arch. Hydraul. Pg. 624, Note, §. 3, und ferner in seinem Résumé des leçons, troisième partie, Pg. 382 die beiden Fälle entsprechend beleuchtet, wenn das untere Ende der Tonnenmühle ganz unter Wasser steht, oder nur zum Theil unter Wasser gesetzt ist. Später hat Hagen (Handbuch der Wasserbaukunst, 1. Theil, S. 758) dieselbe Frage dahin beantwortet, „dass ein Unterschied nur insofern eintreten könne, als die einzelnen Gänge sich nicht so vollständig füllen, wie dies geschehen wäre, wenn sie schon durch die untere Mündung Luft geschöpft hätten. Eytelwein (Wasserbaukunst, Heft 2, S. 24, §. 82) räth deshalb, darauf zu sehen, dass die Schnecke (Tonnenmühle) mit ihrer Einmündung so gestellt werde, dass solche sowohl Wasser als Luft in der erforderlichen Menge schöpfen könne. Bei den von Köpke in Harburg mit Tonnenmühlen angestellten sorgfältigen Versuchen (Zeitschrift des Hannoverischen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. VI. 1860, S. 266 ff.) hat sich die Eytelwein'sche Behauptung von der Nothwendigkeit eines sogenannten Normalpunktes der Eintauchung (ungefähr so, dass der Wasserspiegel den höchsten Punkt der Spindel in der Grundebene des Mantels erreicht) nur bestätigt, sobald man die grösstmögliche Leistung erhalten will. Sobald Köpke die Schnecke ganz unter Wasser gehen liess, verringerte sich der Effect bedeutend.

2) Bemerkenswerthe Theorien der Wasserschnecke haben folgende Altmeister

Von den in der jetzigen Praxis vorkommenden Wasserschnecken soll später noch speciell gehandelt werden, während es hier genügen mag, zu bemerken, dass zur Zeit zwei Hauptgattungen benutzt werden, nämlich die sogenannte Tonnenmühle (Fig. 393) und die holländische Wasserschraube. Letztere ist von ersterer dadurch unterschieden, dass sie nicht ringsum von einem mit ihr fest verbundenen, mit ihr zugleich drehbaren Mantel umgeben ist, sondern nach einer Seite hin ganz frei liegt, nach der anderen (nach unten gekehrten) Seite hin aber in einem Troge (Kumm genannt) liegt, welcher unbeweglich bleibt, wenn sich die Spindel mit den Schneckengängen um ihre Achse dreht. Die Tonnenmühle ist daher transportabel, die Wasserschraube nicht. Auch auf diese Wasserschraube kommen wir weiter unten speciell zurück.

### §. 27.

Immer noch Vitruv folgend, begegnen wir im X. Buche, Kapitel XII seiner Baukunst der Wasserpumpe mit geliedertem Kolben in einem cylindrischen Stiefel, deren Erfindung er dem Griechen Ktesibius (150 v. Chr.) zuschreibt <sup>1)</sup> und welches Kapitel in der Perrault'schen Uebersetzung die Ueberschrift trägt: „Von der Maschine des Ktesibius, welche das Wasser sehr hoch hebt.“

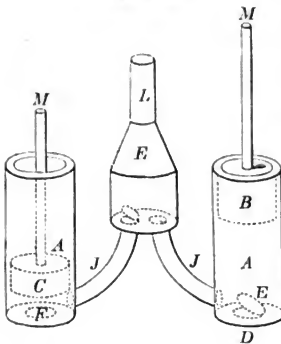
geliefert: Pitot in den Memoiren der Pariser Akademie von 1736. Daniel Bernoulli, Hydrodynamica. 1738. L. Euler in den Petersburger Commentarien von 1754 und 1755.

Das Vorzüglichste seiner Art ist jedoch Navier's Arbeit in dem bereits vorher citirten Résumé des Leçons. III. §. 232. Ergänzungen hierzu lieferte Grahn im IX. Bande (1863) der Zeitschr. d. Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins, S. 276—292. Wir können hier nur eines der wichtigsten Ergebnisse dieser Theorien notiren, dahin gehend, dass Neigungs- und Steigungswinkel der Schnecke zusammen stets kleiner als 90 Grad sein müsse. Vitruv nahm bekanntlich diese Winkelsumme zu  $36^{\circ} 52' + 45^{\circ} = 81^{\circ} 52'$  an.

1) Beckmann in seiner Geschichte der Erfindungen, vierter Band, S. 430, behauptet, dass dieser Ktesibius zur Zeit des Philadelphus und Evergetes, also ungefähr ein paar Jahrhundert vor unserer Zeit, zu Alexandrien gelebt haben soll. — Die Erfindung der (hier) vereinigten Saug- und Druckpumpe ist offenbar die der Klystirspritze (von *κλυστήρ* das Klystir) vorausgegangen. Herodot erwähnt der Klystire an zwei Stellen seines 2. Buches (Euterpe). Einmal in Nr. 77 als Mittel zur Reinigung der Körper lebender Menschen und ein anderes Mal in Nr. 87 beim Einbalsamiren der menschlichen Leichen, um Oel und andere Stoffe in deren Bauch einzuspritzen. Wilkinson in seinem „Popular Account of the Ancient Egyptians“, Vol. II. Pg. 318, schreibt ohne Weiteres die Erfindung der Klystirspritze (the syringe) den Aegyptern zu, indem er sie auf vielen Sculpturen der ältesten (ägyptischen) Zeit dargestellt gefunden haben will. Wenn jedoch die Uebersetzung des Herodot (u. a. auch die dem Verfasser vor-

Die auch hier bei Vitruv fehlende Abbildung ergänzt Perrault, mit Bezug auf Figur 391, durch die in Figur 394 copirte Skizze<sup>1)</sup>. Der Vitruv'sche Text lautet (auszugsweise) folgendermassen: „Die Ktesibische Maschine besteht aus zwei (cylindrischen) Stiefeln oder Kolbenröhren *AA*, welche nahe beisammen stehen und 2 gabelförmige Kropf- oder Gurgelröhren *JJ* haben, die mit einander zusammenhängen, indem beide in einem Behälter (Windkessel?) *E* münden, in dessen Boden auf die oberen Oeffnungen der Röhren *JJ* Klappenventile angebracht wurden. Oben wird das Gefäss (der Windkessel) *E* mit einer Decke (paenula) versehen, aus deren Mitte sich die Steigröhre (tuba) erhebt. In der Mitte eines jeden Bodens der Stiefel sind ebenfalls (sich nur nach oben hin öffnende) Klappenventile *E* und *F* angebracht, während man in den Stiefeln selbst massive, gut schliessende Kolben *B* und *C* angeordnet hat, die abwechselnd an Stangen *M* auf- und abgezogen werden können.

Fig. 394.



Wenn in dem zur rechten Hand in Fig. 394 liegenden Stiefel der Kolben *B* in die Höhe gezogen wurde und durch das Ventil *E* Luft und Wasser in den Stiefel trat, so wurde gleichzeitig der zweite Kolben *C* (im Stiefel links) niedergedrückt und da hier das Wasser durch das dann verschlossene Ventil *F* nicht zurückweichen konnte, solches in der zugehörigen Kropfröhre *J* in die Höhe nach *E* getrieben.

Mit Hilfe der in *E* befindlichen Luft wird endlich das Wasser gezwungen durch die Steigröhre *L* hoch in die Luft zu spritzen<sup>2)</sup>.

liegende deutsche von Lange, Berlin 1811) im ersten Buche (Klio) Nr. 193 als Bewässerungsmaschine der Babylonier die Pumpen anführt, so ist dies falsch, da im griechischen Originale das Wort: „κηλώνειον“ (Keloneion) steht und dies keine andere Wasserfördermaschine als den Eimer mit Hebel oder den Brunnenschwengel, den „Shaduf“ (S. 324 und 550) bezeichnet.

Die Kolbenpumpe ist jedenfalls eine griechische Erfindung und ihr Name von dem griechischen Worte πέμπο (pempo) wegschicken, werfen, schleudern hergenommen. Da dies Wort auch Geleit, Schauracht, Gepränge bedeutet, so darf man sich nicht wundern, wenn noch heute in der französischen Sprache unter pompe-funèbre ein Leichengepränge verstanden wird.

1) Ganz dieselbe Skizze findet sich auch in der deutschen (guten) Uebersetzung von Rode, Leipzig 1796, Tafel XIX.

2) Perrault giebt in einer mit Nr. 8 bezeichneten Note auf S. 318 seiner Uebersetzung eine noch andere (richtigere) Skizze des Gefässes *E*, sobald dies ein sogenannter Windkessel, d. h. ein Behälter für atmosphärische Luft gewesen sein soll, welche vermöge ihrer Elasticität durch das ankommende Wasser erst zusammengedrückt wird, nach Aufhören des Druckes aber bestrebt ist, sich wie-



Beckmann ist (a. a. O. S. 431) der Ansicht, dass Ktesibius schon selbst den Gedanken gehabt habe, sein Druckwerk zur Feuerspritze zu machen, d. h. in der Fortsetzung am äussersten Ende des Steigrohres *L* ein conisch-convergentes Ausgussrohr mit Mundstück von kleinem Durchmesser anzubringen, wodurch das Wasser nicht ausgegossen, sondern weithin geworfen wird. Bestätigt wird dies allerdings dadurch, dass Ktesibius' Schüler, Hero von Alexandrien, im XXVII. Kapitel seines (bereits citirten) Buches „Von Luft- und Wasserkünsten“ (S. 66 der Carion'schen Uebersetzung) vom Gebrauche der Feuerspritze bereits ausdrücklich redet und die Anordnung einer sogenannten Stossspritze mit zwei einfach wirkenden Pumpen lehrt. In der von Hero beigegebenen Abbildung findet man die Kolbenstangen beider Pumpen an einem und demselben Balancier aufgehängt, kurz das Grundprincip der heutigen, durch Menschen zu betreibenden Feuerspritzen genau dargestellt. Zweifelhafter ist allerdings, ob man zu Hero's Zeiten schon allgemein Gebrauch von den Feuerspritzen gemacht und ob namentlich das alte Rom diese vortheilhafte Maschine gekannt habe. Unter Anderem meldet Plinius der Jüngere<sup>1)</sup>, dass die Stadt Nicomedien in Bithynien grösstentheils deshalb abgebrannt sei, weil es an den nöthigen Löschgeräthen gefehlt habe. Eine Vorrichtung, Siphon mit Namen, scheint die Feuerspritze des Ktesibius gewesen zu sein. Im vierten Jahrhundert (n. Chr.) verstand man zweifellos unter Siphon eine eigentliche Feuerspritze, worüber Beckmann<sup>2)</sup> ausführlich berichtet. Im Oriente soll man sogar (ebenfalls nach Quellen, welche der letztgenannte Geschichtsschreiber anführt) Spritzen zur Erregung von Feuersbrünsten in Anwendung gebracht haben. Hierzu scheint eine eigenthümliche Flüssigkeit unter dem Namen des griechischen Feuers (vom Baumeister Callinicus aus Heliopolis

---

der auszudehnen und so auf das zu fördernde Wasser einen Druck ausübt, wenn keiner der Kolben (was beim Wechseln des Auf- und Abganges Statt hat) gegen das Wasser zu pressen vermag. Natürlich hat hierzu Perrault nicht unterlassen, das Steigrohr *L* soweit über den Boden des dann wirklich als Windkessel dienenden Gefässes *E* hinabzuführen, dass das geförderte Wasser der Pumpe dies untere Ende ganz bedeckt und die über dem Wasserspiegel vorhandene Luft (im oberen Theile des Gefässes *E*) völlig abgesperrt ist.

1) Epistel 42, Lib. 10, und Beckmann a. a. O. S. 433.

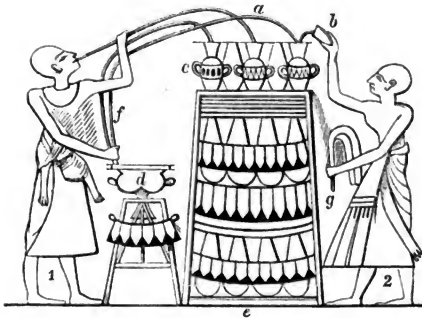
2) Nach Beckmann a. a. O. S. 436.

678 erfunden) verwandt worden zu sein, die man auf feindliche Schiffe und Werke spritzte und damit Zündungen erzeugte<sup>1)</sup>.

Die Verwendung der Pumpen zur Abführung, Emporhebung (Gewältigung) der sich unterirdisch beim Bergbau ansammelnden Wässer scheint nach Mathesios<sup>2)</sup> und Agricola<sup>3)</sup> zuerst im sächsischen und böhmischen Erzgebirge, nachher aber auch beim Bergbaue des Harzes<sup>4)</sup> stattgefunden zu haben.

1) Wir können diesen Theil der Geschichte von der Erfindung der Wasserpumpen mit Kolben nicht verlassen, ohne noch auf zweierlei aufmerksam gemacht zu haben. Erstens, dass die den Aegyptern zweifellos bekannt gewesene Klystirspritze doch noch keine Pumpe für tropfbare Flüssigkeiten war, indem hier die Flüssigkeit durch dieselbe Oeffnung eingesogen und nachher auch ausgetrieben wurde und ferner diesem Apparate die wesentlichsten Theile einer Pumpe, nämlich die Ventile, fehlten. Zweitens, dass den Aegyptern der Heber und seine Verwendung bereits bekannt war, wie u. A. die hier folgende Fig. 395 lehrt,

Fig. 395.



welche sich an monumentalen Ueberresten Thebens findet. (Nach unserer Quelle Wilkinson, *The ancient Egyptians*, Vol. II. Pg. 318, 1430 v. Chr.) Von zwei Priestern giesst der eine Flüssigkeiten in Gefässe aus, während der andere unter Verwendung von Hebern, die er mit dem Munde ansaugt, dadurch die Flüssigkeit wieder heraushebt und in

ein grösseres Sammelgefäss laufen lässt. Wahrscheinlich schied man auf solchem Wege reines Nilwasser von mitführenden, in demselben aufgelösten Substanzen ab, indem man sowohl jede Neigung der Gefässe, als auch das Ausschöpfen mit Handbechern vermeiden musste, um das Wasser nicht wieder zu trüben.

Schliesslich werde noch erinnert, dass man mit Hebern zwar Flüssigkeiten über Höhen, nicht aber auf Höhen heben kann. Ausführlich über die Gesetze des Hebers und deren Verwendung zu verschiedenen technischen Zwecken wird u. A. auch vom Verfasser in dessen *Hydrodynamik* §. 56 ff. gehandelt.

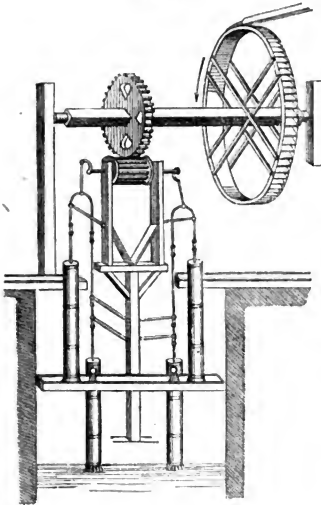
2) *Mathesios*, Bergpostille oder Sarepta. Darinnen von allerley Bergwerk und Metallen bericht gegeben wird. Sampt der Joachimsthalischen kurzen Chroniken, bis auf das 1578 jar. 2. Aufl. Nürnberg 1587. Insbesondere S. 132<sup>a</sup>.

3) *Agricola*, *De re metallica*. Basiliae 1621. (Geschrieben, nach der Vorrede, 1550.) Liber sextus. Pg. 131 und 147.

4) *Calvör*, *Historisch-chronologische Nachricht etc. des Maschinenwesens und der Hilfsmittel bei dem Bergbaue auf dem Oberharze etc.* 1. Theil. Braun-

Anfänglich bediente man sich hierzu der verticalen Eimerwerke (Norias), die man durch Menschen, an Hornhaspeln oder in Laufrädern arbeitend, oder auch durch Wind- und Wasserräder in Bewegung setzte und Heintzenräder nannte. Abbildungen hiervon finden sich in dem unten citirten Werke Agricola's. Auch von den erst in späterer Zeit benutzten Pumpen, in sogenannten Kunstsätzen angeordnet, finden sich bei Agricola Abbildungen, denen wir die Fig. 396 entlehnten<sup>1)</sup>. Man erkennt dabei, dass der Motor ein überschlägiges Wasserrad ist, dessen Um-

Fig. 396.



drehgeschwindigkeit, vergrößert durch ein Zahnrad- und Triebstock-Vorgelege, auf eine horizontale Welle übertragen wird, deren äusserste Enden mit Krummzapfen ausgerüstet sind, die unter Einschaltung von Lenkstangen auf die Pumpengestänge wirken. Da man mit derartigen Pumpen das Wasser noch nicht ganz auf 10 Meter ansaugen kann<sup>2)</sup>, so sind hier zwei sogenannte „Pumpensätze“ über einander angebracht, wovon der obere Satz das gehobene Wasser des unteren ansaugt und schliesslich auf die beabsichtigte Höhe fördert. Aufmerksam zu machen dürfte noch auf den Umstand sein, dass hier die Kolben der Pumpen durchbrochen und mit Ventilen ausgestattet sind, während bei Ktesibius die Kolben massiv undurchbrochen waren. Man pflegt derartige Pumpen Saug- oder Hebepumpen zu nennen.

Nach Calvör (a. a. O. Thl. I.

§. 3) sollen Pumpwerke mit sogenannten Stangenkünsten, Fig. 397, für Bergwerkszwecke (zum Betriebe der Wasserhaltungsmaschinen) zuerst 1550 zu Joachimsthal (bei böhmischen Silberbergwerken) in Anwendung gebracht worden sein. Derartige Gestänge, auch Kunstgestänge genannt, wurden begreiflicherweise überall da erforderlich, wo die bewegende Kraft verhältnissmässig weit vom Angriffspunkte des zu bewältigenden Widerstandes thätig

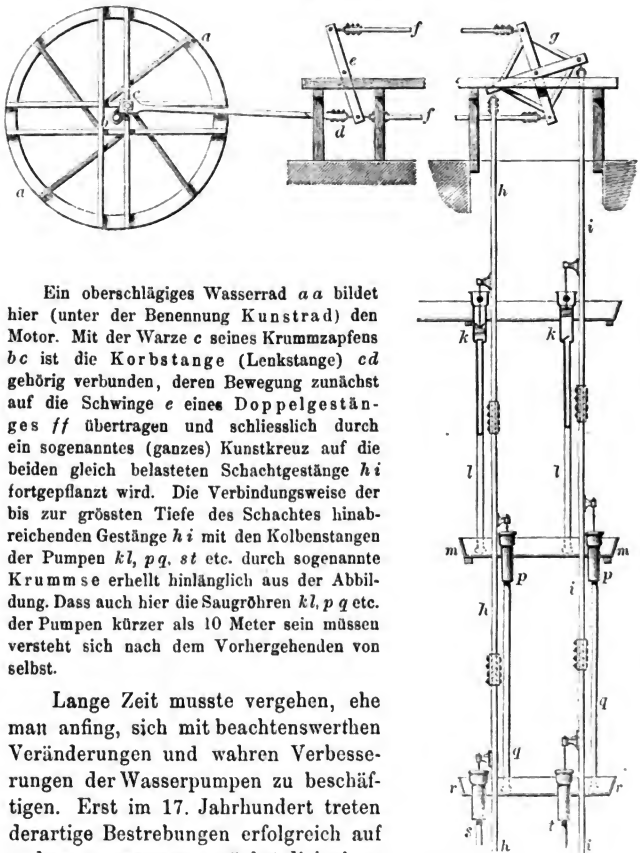
schweig 1763. 2. Abthlg.: „Von den Künsten, die Wasser auf die Stollen zu erheben.“

1) Auch die Engländer erkennen die continentalen (sächsischen, böhmischen etc.) Bergleute als die an, welche zuerst Pumpen zur Wassergewältigung in Bergwerken benutzten. Man sehe deshalb Taylor's Arbeit in den Instit. of Mech. Engineers Proceedings 1859, Pg. 15 ff. unter der Ueberschrift: „On the progressive application of machinery to mining purposes.“

2) Rühlmann, „Hydromechanik,“ S. 125 ff.

war, wie dies unsere Fig. 397 erkennen lässt, welche (beiläufig erwähnt) einem besonderen Falle des Harzer Bergwerksbetriebes entnommen ist und von Calvör (a. a. O. §. 5.—23) ausführlich beschrieben wird.

Fig. 397.



Ein überschlägiges Wasserrad *aa* bildet hier (unter der Benennung Kunstrad) den Motor. Mit der Warze *c* seines Krummzapfens *bc* ist die Korbstange (Lenkstange) *cd* gehörig verbunden, deren Bewegung zunächst auf die Schwinge *e* eines Doppelgestänges *ff* übertragen und schliesslich durch ein sogenanntes (ganzes) Kunstkreuz auf die beiden gleich belasteten Schachtgestänge *hi* fortgepflanzt wird. Die Verbindungsweise der bis zur grössten Tiefe des Schachtes hinreichenden Gestänge *hi* mit den Kolbenstangen der Pumpen *kl*, *pq*, *st* etc. durch sogenannte Krumme *s* erhellt hinlänglich aus der Abbildung. Dass auch hier die Saugröhren *kl*, *pq* etc. der Pumpen kürzer als 10 Meter sein müssen versteht sich nach dem Vorhergehenden von selbst.

Lange Zeit musste vergehen, ehe man anfang, sich mit beachtenswerthen Veränderungen und wahren Verbesserungen der Wasserpumpen zu beschäftigen. Erst im 17. Jahrhundert treten derartige Bestrebungen erfolgreich auf und zwar gewannen zunächst diejenigen Wasserfördermaschinen einige Geltung, welche man noch heute mit dem Namen „Rotationspumpen“ bezeichnet, weil ihre Wirkung darin besteht, dass sie das Wasser mittelst rotiren-

der (in continuirlicher Kreisrehung begriffener) Kolben empordreiben, die sich in entsprechenden Gehäusen oder Kapseln bewegen, weshalb sie auch schon von Leupold<sup>1)</sup> mit den Namen Kapsel- oder Büchsenkünste (Kapselräder) bezeichnet wurden.

Von dieser Maschinenclasse notiren wir zuerst diejenige Construction, welche, wie Fig. 398 erkennen lässt, aus zwei zusammengreifenden, zahnradartigen Körpern besteht und bereits im ersten Bande der Maschinenlehre, S. 410, als Muddock's rotirende Dampfmaschine besprochen wurde. Hienach wird sie als Wasserpumpe keiner besonderen Erklärung bedürfen, wegen nachstehende geschichtliche Erörterungen nicht ohne Interesse sein dürften. Thatsache ist zunächst, dass diese Maschine schon zur Zeit des dreissigjährigen Krieges unter dem Namen „Machina Pappenheimiana“

Fig. 398.

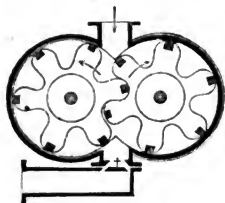
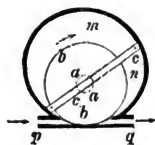


Fig. 399.



bekannt war<sup>2)</sup>, ungeachtet nicht bestimmt behauptet werden kann, ob ihr Erfinder „Pappenheim“ geissen hat oder nicht<sup>3)</sup>. Ewbank<sup>4)</sup> behauptet, dass diese Pumpe (mit Zwillingskolben) von einem Franzosen Servièrè erfunden worden sei, welcher 1593 in Lyon geboren wurde.

Die zweite hierhergehörige Maschine desselben Zeitalters, durch Fig. 399 skizzirt, wird von Leupold (a. a. O. S. 125, Tab. XLVII.) als eine Erfindung des englischen Prinzen Rupert oder Ruprecht (geb. 1609, † 1682) bezeichnet, der sich mit allerlei Dingen aus dem Gebiete der Mechanik, Physik, des Schiffsbauwesens mit Erfolg beschäftigt haben soll. Leupold nennt diese Pumpe „die andere Kapselmaschine oder den Wasserriegel.“ Der Pumpenkörper, die Kapsel, wird hier von einem hohlen, festliegenden Cylinder  $mn$  mit elliptischem (ovalem) Querschnitte gebildet, in dessen Innern sich ein massiver Kreisylinder  $bb$  excentrisch zu  $mn$  um eine Achse  $a$  dreht, wobei er sich an der untersten Stelle von  $mn$  dicht an die Wand legt. Durch eine Mittelöffnung in der ganzen Länge des sich drehenden Cylinders ist ein plattenförmiger Schieber (Riegel)  $cc$  gesteckt, der sich bei der continuirlichen Drehung von  $bb$  ungehindert verschieben kann und dabei doch immer mit seinen Enden

1) Theat. Machin. Hydraulicarum, Tomus I. Cap. XIII. S. 123. Leipzig 1724.

2) Schwenter, „Mathematische Erquickungsstunden.“ Nürnberg 1636.

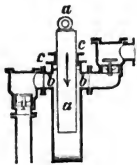
3) Man sehe auch Reuleaux' empfehlenswerthe Arbeit: „Ueber die Kapselräder“ in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerfleisses in Preussen. 47. Jahrgang (1868), S. 44.

4) A Descriptive and Historical Account of Hydraulic and other Machines for Raising Water. New-York 1856, Pg. 284.

(in welche Lederstreifen als Dichtungsmittel eingelegt sind) die inneren Wände von *mn* berührt. Um die gedachte Verschiebung des Riegels *cc* in gehöriger Weise für den beabsichtigten Zweck zu bewirken, ist derselbe in seiner Mitte mit einem (in unserer Skizze weggelassenen) Längenschlitze versehen, in welchem ein viereckiger Zapfen passt, der mit dem Cylinder *bb* fest verbunden ist, also an der Drehung des letzteren Theil nimmt. Die Wirkungsweise dieser Pumpe wird keiner besonderen Erklärung bedürfen.

Von beiden hier erörterten Drehpumpengattungen (mit zwei Kolben oder mit einem Kolben) gilt übrigens noch heute (da man sie bald da, bald dort immer wieder gern als etwas Neues aufischt) dasselbe, was Leupold bereits vor 150 Jahren urtheilte: „Das Fundament ist theoretisch ganz richtig, allein die Friction macht das Werk sehr schwer und reibt sich daher leicht aus.“

Fig. 400.



Ungemein praktisch und lobenswerth war dagegen die zuerst 1674 von Morland<sup>1)</sup> (Bd. I, S. 397, Note 2) getroffene Anordnung in Fig. 400 statt der niedrigen Pumpenkolben mit Hanf- oder Lederdichtung, lange, völlig glatt abgedrehte Kolben *a* ohne Liederung herzustellen, die Dichtung oder Packung *a* und *b* aber am oberen Ende des Kolbencylinders (Stiefels) in einer sogenannten Stopfbüchse (mit Hanf- oder Lederdichtung, durch eine Drückung *e* geregelt) zu placiren.

Man pflegt derartige Kolben Taucher- oder Mönchskolben (englisch Plonger) zu nennen. Die Liederung dieser Kolben ist leichter zugänglich und in Stand zu halten, als wenn sie unmittelbar mit dem Kolben selbst verbunden ist, ferner fallen die Kolben weniger ins Gewicht, indem man sie als Röhren ausführen kann u. dgl. m.

So weit wir jetzt in der Geschichte der Wasserpumpen gelangt sind, waren diese immer nur einfach wirkende, indem sie entweder (als sogenannte Druckpumpen), wie bei Ktesibus und Morland, mit massivem Kolben ausgestattet beim Aufgange des letzteren nur ansogen, beim Niedergange aber förderten (drückten), oder, ausgeführt als Saug- oder Hebepumpen<sup>2)</sup>, wie bei den Bergwerkspumpen nach Calvör (Fig. 397), wo sie beim Aufgange des Kolbens Wasser ansogen und förderten, während beim Niedergange das Saugventil im obersten (höchsten) Ende des Saugrohres geschlossen wurde und lediglich Wasser durch den durchbohrten und ebenfalls mit Ventilen zu schliessenden Kolben hindurchtrat.

Eine doppelt wirkende Pumpe, d. h. eine solche zu erfinden, welche sowohl beim Aufgange wie Niedergange (Hin- oder Hergange) des Kolbens eine gleiche Wassermenge ansaugt und fördert, gelang erst 1716 dem französischen Akademiker De la Hire, der solche auch am 5. December des-

1) Patent Specification auf Sir Samuel Morland lautend, Nr. 175, datirt vom 14. März 1674.

2) Der Verfasser kann die gewöhnliche Eintheilung der Pumpen in Saug-, Hebe- und Druckpumpen nicht gut heissen, da es keine derartige Pumpen ohne Saugwirkung giebt!

selben Jahres der Pariser Akademie bekannt machte<sup>1)</sup> und das betreffende Memoire mit einer Zeichnung begleitete, wovon Fig. 401 eine (dem Principe treue) Copie ist. Es sind hier vier Ventile und ein massiver, nicht durchbrochener Kolben vorhanden. Oeffnen und Schliessen der Ventile geschieht stets in diagonalen Richtung (über Kreuz), so dass bei dem in unserer Figur gedachten Aufgange des Kolbens das untere Ventil links geöffnet ist und durch dessen Oeffnung das Wasser eintritt, welches der Kolben ansaugt, während durch das obere ebenfalls geöffnete Ventil rechts Wasser empor gehoben wird, die beiden anderen, in diagonalen Richtung liegenden Ventile aber geschlossen sind. In weiterer Verfolgung der geschichtlichen Entwicklung der Pumpen werden wir erkennen, dass seit De la Hire bis jetzt, das ist

Fig. 401.

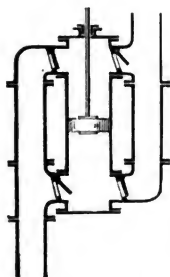
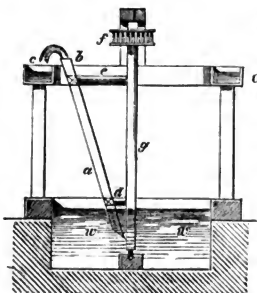


Fig. 402.



nach einer Zeit von mehr als 1½ Jahrhunderten noch keine bessere doppelt wirkende Pumpe erfunden wurde, vielmehr alle späteren sogenannten Erfinder und Verbesserer das De la Hire'sche Grundprincip beibehalten mussten!

Wie immer vortrefflich aber die De la Hire'sche Pumpe auch zu nennen war, einen völlig continuirlichen

ten Wassers konnte dieselbe doch nicht schaffen, so höchst wünschenswerth dies für manche Zwecke der Anwendung auch war.

Um Letzteres zu erreichen, kam man auf neue Pumpenanordnungen mit continuirlicher Drehbewegung betreffender Körper zurück, brachte jedoch dabei (zum Unterschiede der Wirkungsweise der vorher erörterten Pumpen mit rotirenden Kolben) die sogenannte Centrifugalkraft in Anwendung. Die erste derartige Maschine datirt vom Jahre 1732, wo solche in der oben skizzirten Anordnung (Fig. 402) von Demour in den „Recueil des machines approuvées par l'Académie royale des sciences“<sup>2)</sup> bekannt gemacht und erläutert wurde. Hierbei ist *g* eine vertical stehende Welle, welche unten in dem zu fördernden Wasser läuft und ihren Antrieb von oben durch geeignetes Räderwerk *f* etc. erhält. Mit der Welle *g* ist bei *d* und *e* eine schräg gerichtete Röhre *ab* verbunden, die mit ihrem unteren Ende ebenfalls in das Unterwasser *w* taucht. Ein auf gehörigen Ständern ruhendes Sammelbassin *cc* umgibt kreisförmig die ganze Maschine. Versetzt man nun die Welle *g* in schnelle

1) Mémoires de l'Académie royale des sciences, de l'année 1716, Pg. 322. Paris 1718.

2) Tome sixième. Depuis 1732 jusqu'en 1734. Pg. 11. Paris 1735.

Umdrehung, so wird durch diese Bewegung die sogenannte Centrifugalkraft hervorgerufen, welche zuerst die atmosphärische Luft aus der Röhre *ab* treibt, der jedoch bald, veranlasst durch den Druck der äusseren Luft auf die Oberfläche des Wassers in *w*, das Wasser nachfolgt und bei *b* zum Ausgusse in das Bassin *cc* gelangt, sobald die Umdrehungsgeschwindigkeit eine der Steighöhe entsprechende Grösse erlangt hat.

Man erkennt bald, dass diese Centrifugalpumpe auch als das bereits Bd. 1, S. 303 beschriebene, nur umgekehrte Segner'sche Wasserrad betrachtet werden kann.

In demselben Bande des citirten „Recueil“ von 1732 findet sich auf Pg. 13 Beschreibung und Abbildung eines zweiten solchen Rades unter der Ueberschrift: „Machine pour élever de l'eau par une force centrifuge.“ Von der Abbildung ist Fig. 403 eine Copie, welche unverkennbar an die Centrifugal-

Fig. 403.

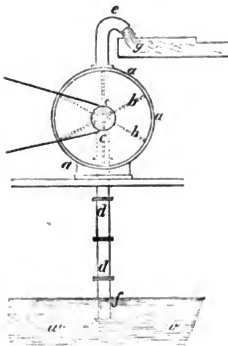
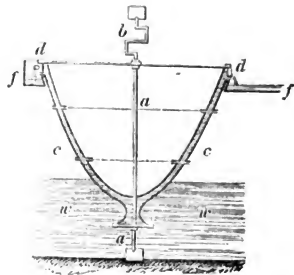


Fig. 404.



pumpen der Gegenwart erinnert und wovon später ausführlich die Rede sein wird. In einem festliegenden Kreiscylinder von geringer Länge (in einer Trommel) *aa* mündet in der Mitte *cc* um seine horizontal gerichtete Achse herum das Saugrohr *df* der Pumpe, während oben an der höchsten Stelle der Trommel *aa* das Steig- und Ausgussrohr *eg* des Wassers angebracht ist. Im Innern der Trommel sind sechs Arme oder Flügel *bb* sichtbar, die auf einer horizontal gerichteten (durchgehenden) Welle befestigt sind, während auf derselben Welle, ausserhalb der Trommel, die passive Scheibe eines Schnur- (Seil-) Betriebes sitzt, dessen active Scheibe (in der Abbildung unserer Quelle) auf der Welle eines Schwungradvorgeleges mit Handkurbel festgekeilt ist. Die ganze Anordnung in Verbindung mit den sonstigen Dispositionen erinnert überhaupt an die Betriebsweise (mittels Schwungradvorgelege) der Steine unserer Handmesserschleifer, gewisser Handdrehbänke (ohne Fusstritte) etc. Durch schnelle Umdrehung der Scheibe *c* und mit ihr der Flügel *bb* wird zuerst (wie in Fig. 402) die im Innern von *a* und *d* befindliche atmosphärische Luft bei *efg* ausgetrieben, der dann bald das Wasser *w* in ununterbrochenem Strome folgt.



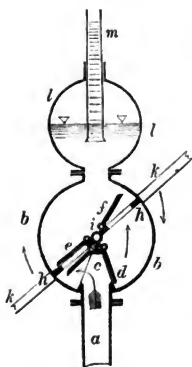
Mit der Theorie der Centrifugalpumpe hat sich ausführlich zuerst Leonhard Euler beschäftigt, worüber in den Memoiren der Berliner Akademie der Wissenschaften für 1752 nachzulesen ist. Navier hat hierüber in seinen Noten zu Belidor's „Architecture hydraulique“ (Pg. 619 und ferner) Bericht erstattet.

Euler's Bemühungen gingen besonders dahin, den Eintritt des Wassers in das rotirende Gefäß *abc* so vorthailhaft wie möglich, dann aber auch das in den Canälen *cc* aufsteigende Wasser schwer los zu machen. Letzteres erreichte Euler dadurch, dass er das Wasser zwang, in einer Curve empor zu steigen, in welcher Schwerkraft und Flihkraft auf die Wassertheilchen wirken, sich überall das Gleichgewicht hielten und wozu die Canäle *cd* in Fig. 404 nach gemeinen Parabeln gekrümmt sein mussten. Eine praktisch brauchbare Maschine wurde hierdurch jedoch die Centrifugalpumpe leider nicht, da, abgesehen von anderen Uebeln, auch Euler das Maximum ihrer Leistung an die (unausführbare) Bedingung knüpfen musste, dass die Rotationsgeschwindigkeit der in der Bewegungsrichtung liegenden Ausflussöffnungen *dd* unendlich gross gemacht werde!

Fig. 405.



Fig. 406.



Um eine doppelwirkende Pumpe in einen möglichst kleinen Raum zusammenzudrängen, construirte 1785 der uns bereits durch seine hydraulische Presse (Bd. 2, S. 265) bekannt gewordene Engländer Bramah eine solche Maschine, wie sie Fig. 405 zeigt, wobei der thätige Kolben *h* eine pendelartige oscillatorische Bewegung annehmen muss, um immer gleichzeitig Wasser anzusaugen und wegzudrücken.

Umschlossen wird der an einer horizontalen Welle *i* befestigte Kolben *h* von einem cylindrischen Gehäuse, mit dessen geometrischer Achse die der Welle *i* zusammenfällt. Nach oben hin sind überdies feste (unbewegliche) Scheidewände *fg* erforderlich. Wie bei De la Hire's Pumpe, so öffnen sich auch hier die beiden Saugventile *c* und *d*, ebenso wie die beiden Steigventile *e* und *f* über's Kreuz. Dass ferner *m* das Steig- und *a* das Saugrohr ist, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

In einem zweiten Patente, datirt 1793, giebt Bramah seiner Pumpe als Feuerspritze die in Fig. 406 skizzirte Einrichtung.

Hier ist der plattenförmige Kolben *h* selbst mit den Steigventilen *e* und *f* versehen und wird dabei durch den Schwengel oder Balancier *kk* um die Achse *i* in Kreisbogen auf- und abbewegt. In der in Fig. 406 gezeichneten Stellung wird durch das links angebrachte Ventil *c*, von *a* aus, Wasser angesogen, während der Kolben *h* nach rechts niederschwingt und dadurch (von dem zwischen *h* und *d* befindlichen Wasser) das Steigventil *f* geöffnet wird etc.

Ein Windkessel  $l$  dient zur Erzeugung eines möglichst gleichförmigen Wasserstrahles im Steigrohre  $m$ , dessen äusserste Mündung mit einem derartigen conisch-convergenten Ausgussrohre (einem Mundstücke) versehen ist, dass schliesslich das Wasser (für den gedachten Zweck der Pumpe als Feuerspritze) nicht ausgegossen, sondern ausgeworfen (gespritzt) wird.

Mit den Bramah'schen Anordnungen und Constructionen haben wir die bemerkenswerthesten Erfindungen und Verbesserungen im Gebiete der Kolbenpumpen bis zum Ende des 18. Jahrhunderts erschöpft und wäre höchstens noch an die Verwendung der Dampfmaschinen zum Wasserpumpen erst von 1712 ab durch Newcomen <sup>1)</sup>, dann später 1772 ff. von Smeaton <sup>2)</sup> und nachher besonders durch Watt <sup>3)</sup> zu erinnern, worüber namentlich in dem unten citirten Werke Farey's ausführlich berichtet wird.

Noch aber verdienen insbesondere drei Maschinen in einer selbst gedrängten (kurzen) Geschichte der Wasserfördermaschinen Erwähnung, welche zwar hinsichtlich Princip und Ausführung mit den Kolbenpumpen Nichts gemein haben, denen jedoch zu ihrer Zeit mehr oder weniger Bedeutung beigelegt wurde und die diesem entsprechend zu Hoffnungen praktischer Nutzbarkeit berechtigten, die sich leider nicht erfüllt haben. Es sind diese drei Maschinen: Wirz's Spiralpumpe, Höll's Luftsäulen-Maschine und Boulton-Montgolfier's hydraulischer Widder.

Die sogenannte Spiralpumpe <sup>4)</sup>, bereits 1746 von einem Zinngiesser in Zürich, Wirz mit Namen, erfunden, ist insofern unrichtig benannt, als ihr die

1) Bd. 1, S. 401, Note 2 ff.

2) Farey: A Treatise on the Steam Engine. London 1827, Pg. 134.

3) Ebendasselbst Pg. 328. Hier wird eine von Watt auf dem Hawkesburger Kohlenwerke zum Pumpenbetriebe construirte und aufgestellte Dampfmaschine als die grösste ihrer Zeit (1778) in England bezeichnet. Der Dampfzylinder dieser (einfach wirkenden) Dampfmaschine hatte 58 Zoll Durchmesser und der Kolben 8 Fuss Hub. Die Wasserpumpenkolben hatten 14 Zoll Durchmesser. Die Wasserförderung geschah aus 65 Fathoms (390 Fuss) Tiefe etc.

4) Die Beschreibung der Spiralpumpe, wie sie von Wirz zuerst angegeben wurde, befindet sich im 3. Bande der Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich vom Jahre 1766, während die ersten von Daniel Bernoulli aufgestellten theoretischen Untersuchungen in den Petersburger Commentarien vom Jahre 1772 zu finden sind. Die vollständigsten Untersuchungen aber (von Nicauder) sind im 4. und 5. Bande der Abhandlung der schwedischen Aka-

**Haupttheile einer Pumpe, Kolben (Flügelrad, Sack etc.), sowie Ventile fehlen. Wie aus ihrer Abbildung, Fig. 407 bis 409 erhellt, besteht dieselbe aus einem langen, spiralförmig gewundenen Rohre, welches derartig auf einer horizontal gelagerten Welle befestigt ist, dass sich solches mit der Welle drehen kann. Am vorderen Ende ist diese Röhre mit einem trichterförmigen Schöpfer, dem**

Fig. 407.

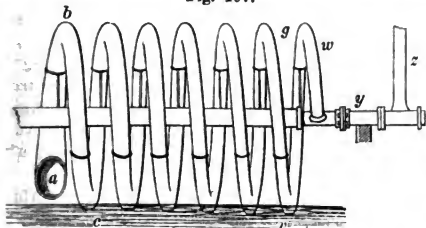


Fig. 408.

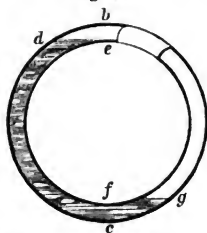
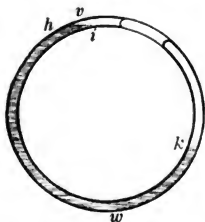


Fig. 409.



sogenannten Horne, versehen, am anderen Ende aber mit einer festliegenden Röhrenfortsetzung *y* in Verbindung gebracht, an deren Ende man das Steigrohr *z* befestigte. Zwischen *w* und *y* ist in entsprechender Weise eine sogenannte Stopfbüchse eingeschaltet<sup>1)</sup>. Wird die Horizontalwelle in Umdrehung gesetzt, so taucht das Horn *a* in das zu fördernde Wasser, schöpft solches, tritt aber dann wieder in's Freie und schöpft abermals Luft. Bei der ferneren Umdrehung rückt das Wasser in dem Schlangenrohre weiter und das neu geschöpfte Wasser sperrt die Luft ab. Auf

demie der Wissenschaften von 1783 und 1784 enthalten. Nach diesen Quellen hat Eytelwein (Handbuch der Mechanik und der Hydraulik) seine schätzbaren, einfachen Theorien geschrieben, die von allen Nachfolgern mehr oder weniger benutzt wurden. Eytelwein hat besonders nachgewiesen, dass es besser ist, die Röhren um einen Kegel, als um einen Cylinder zu winden.

1) In unseren Abbildungen ist angenommen, dass die Durchmesser der Windungen überall gleich, die Durchmesser der Röhre selbst aber vom Horne *a* aus nach dem Ende *w* hin gleichmässig abnehmen. Bei der ersten von Wirz erbauten Maschine waren die Windungshöhen vom Horne *a* aus abnehmend, die Röhre aber überall von gleichem Durchmesser. Ferner lagen bei dieser Wirz'schen Maschine sämtliche Windungen schneckenförmig (wie bei der Feder gewöhnlicher Uhren, Bd. 1, S. 41, Fig. 7) in einer Verticalebene.

Von Ausführungen dieser Maschine im Grossen ist sehr wenig bekannt geworden. Nach Wissen des Verfassers beschränkt sich alles vorhandene Lob in dieser Beziehung auf eine 1784 in Archangelsky bei Moskau durch Norberg ausgeführte Maschine, welche in jeder Minute 7 Kubikfuss Wasser 72 Fuss hoch durch eine 740 Fuss lange Rohrleitung hob. Ausführlich berichtet hierüber Lempe in dem „Magazin für Bergbaukunde“, XI. Theil. Dresden 1795, S. 38 ff.

diese Art befinden sich in dem ganzen Schlangenrohre abwechselnd Wasser und Luftschichten, in der ersten Windung  $bc$  derartig, wie es Fig. 408 erkennen lässt, wo  $de$  und  $fg$  die betreffenden Wasserspiegel sind, in der letzten Windung  $vw$ , sowie sie Fig. 409 angiebt, wo  $hi$  und  $kw$  die Begränzungsf lächen der Wasserspiegel sind, während die abgesperrte Luftmasse von der ursprünglichen Höhe in Fig. 408 (gleich der Wassersäulenhöhe) auf ein Volumen zusammengedrückt erscheint, welches zwischen  $hi$  und  $k$  sichtbar ist. In der That befinden sich in dem ganzen Schlangenrohre  $aw$  abwechselnd Wasser und Luftschichten, die gleichförmig vorrücken und bis zur letzten Windung  $w$  gelangen. Hier kann das Wasser nirgends ausweichen, es muss daher durch das horizontale, unbewegliche Rohrstück  $y$  und in der Steigröhre  $z$  so lange weiter rücken, bis es endlich an der höchsten Stelle des letzteren zum Ausgusse gelangt. Dieser Ausfluss ist aber nicht gleichförmig, vielmehr tritt abwechselnd Luft und Wasser durch die Ausflussmündung.

In Betreff der Höll'schen Luftmaschine ist die Vorbemerkung nöthig, dass zwar schon 1685 Papin (Bd. 1, S. 398) Ideen veröffentlichte, Maschinen zu construiren, wobei zusammengedrückte atmosphärische Luft (ähnlich wie beim Heronsballe) den Motor zum Fördern von Wasser auf Höhen bildete<sup>1)</sup>, allein von einer Ausführung der Projecte ist Nichts bekannt.

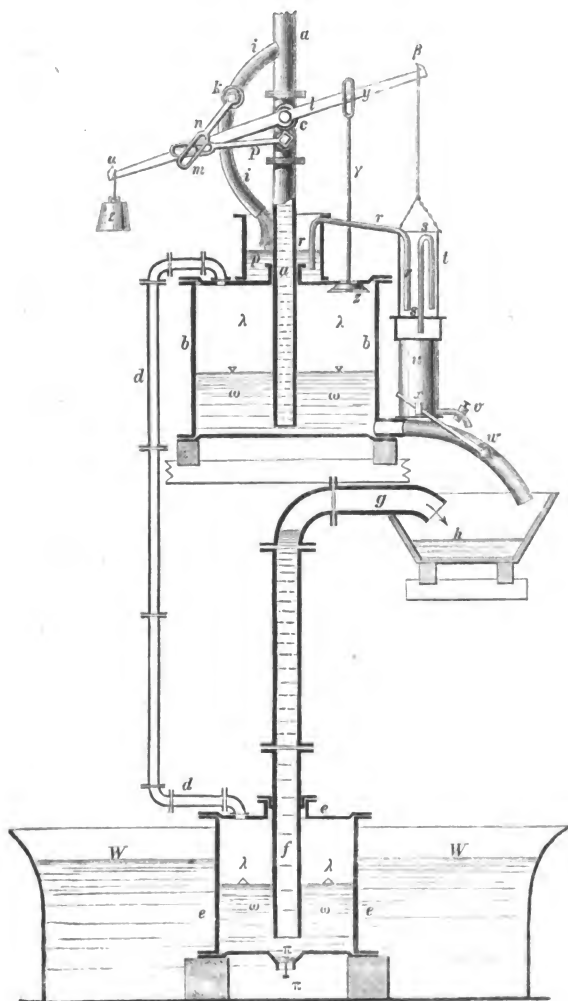
Wirklich gelungen ist eine zum Wasserfördern dienende Luftmaschine zuerst 1753 dem Oberkunstmeister Höll beim Amaliaschachte unweit Schemnitz in Ungarn<sup>2)</sup>. Die Anordnung dieser Maschine erhellt aus Fig. 410. Das vom Tage aus gesammelte Aufschlagwasser wird in einer Röhre  $a$  einem sogenannten Kessel  $b$  zugeführt, der anfänglich nur so viel Wasser  $\omega$  enthält, als hinreicht, dass das untere Ende von  $a$  untertaucht. Durch einen mittelst des Hebels  $p$  stellbaren Hahn ist die Einfallsröhre  $a$  abzusperrn oder zu öffnen. Sobald letzteres geschieht, strömt neues Wasser  $\omega$  in den Kessel  $b$ , wodurch nach und nach der Raum  $\lambda$  über dem Wasser kleiner, die hierin befindliche atmosphärische Luft zusammengedrückt und zum Entweichen im dünnen Rohre  $d$  gezwungen wird. Letztere Röhre führt die zusammengedrückte Luft in einen zweiten, entsprechend tiefer stehenden Kessel  $ii$ , durch dessen Boden das zu hebende Wasser aus einem Sammelbehälter  $W$  treten kann, während den Rückgang desselben ein Kegelventil  $n$  verschliesst. Durch den Deckel dieses zweiten Kessels tritt ferner gehörig dichtend ein drittes Rohr  $fg$ , worin das aus  $W$  nach  $h$  zu fördernde Wasser aufsteigen kann. Ist durch das von  $a$  kommende Aufschlagwasser nach und nach alle atmosphärische Luft  $\lambda$  aus dem Kessel  $b$  heraus und nach dem unteren Kessel  $i$  getrieben, so ist ein sogenanntes Spiel vollendet und es muss das in  $b$  befindliche Wasser durch Oeffnen eines Hahnes  $w$  abgelassen und durch ein sich nach Innen öffnendes Ventil  $z$  neue frische Luft zugeführt, natürlich vorher auch durch den Hahnhebel  $p$

1) Phil. Transactions, Vol. XV. Pg. 1093, und Abridgement, Vol. I. Pg. 539. Ferner (auszugsweise) in Jahrbüchern des k. k. Polytechnischen Instituts in Wien. Bd. 1, S. 160 ff.

2) Poda, „Kurzgefasste Beschreibung der beim Bergbaue zu Schemnitz in Nieder-Ungarn errichteten Maschinen.“ Prag 1771, S. 57 und ferner. Auch (nach anderen Quellen) Gerster im 2. Bande, S. 277, §. 201 seiner Mechanik flüssiger Körper.

das Aufschlagwasser abgesperrt werden. Diese Verrichtungen (Steuerungen) geschahen bei Höll's Maschine durch hierzu besonders angestellte Arbeiter

Fig. 410.



(sogenannte Kunstwärtergesellen), während in unserer Abbildung eine Selbststeuerung angeordnet ist, wie sich solche an einem schönen Modell der Sammlungen des königlichen Polytechnicums in Hannover ausgeführt vorfindet<sup>1)</sup>. Die betreffende Anordnung ist folgende:

Wir nehmen an, der Hahn  $p$  ist geöffnet und bemerken gleich dazu, dass dann auch ein zweiter Hahn  $k$  geöffnet ist, welcher das Aufschlagwasser auch aus einem dünneren Zweigrohre  $i$  in ein cylindrisches Gefäss  $p$  treten lässt, wovon  $a$  umgeben wird. In dies Gefäss  $p$  taucht das kürzere Ende eines Hebers  $r$ , dessen längeres Ende fast zum Boden eines kleineren Gefässes  $t$  hinabreicht, in welchem letzteren Gefässe noch ein zweiter Heber angebracht ist. Die zweite Heberanordnung pflegt man (bekanntlich) den Diabetes des Heron zu nennen, indem hierbei das Gefäss  $t$  sofort ausgeleert wird oder der Heber zu laufen beginnt, wenn das aus  $r$  nach  $t$  fließende Wasser den Scheitel des Hebers  $s$  erreicht hat. Sobald aber letzteres geschieht, hat das Gefäss  $t$  (nebst Zubehör) eine solche Gewichtsgrösse erreicht, dass es einen Hebel  $\alpha\beta$  zur Umdrehung nach rechts abwärts nöthigt, ein Gegengewicht  $z$  überwindet und durch diese Bewegungen, unterstützt durch die Fanger  $m$  und  $n$ , die Hähne  $k$  und  $p$  schliesst. An diesem Niedergange des Gefässes  $t$  nimmt aber auch ein zweites darunter angebrachtes Gefäss  $u$  Theil, wodurch gar bald (zufolge einer in der Abbildung hinlänglich erkennbaren Anordnung) der Hahn  $w$  geöffnet, das Wasser  $\omega$  im Kessel  $b$  abgelassen und durch das mit dem Hebel  $\alpha\beta$  gleichzeitig niedergegangene Ventil  $z$  frische Luft  $\lambda$  in den Kessel  $b$  gelassen wird. Hat man bei diesem Vorgange zum Oeffnen eines Hahnes  $v$  am untersten Gefässe  $u$  Sorge getragen, so entleert sich letzteres Gefäss rechtzeitig, das in  $t$  und  $u$  befindliche Wasser läuft mit in das Abflussgefäss  $h$ , die grössere Drehkraft am Ende  $\beta$  des Hebels  $\alpha\beta$  verschwindet, es macht sich wieder das am anderen Arme  $\alpha$  aufgehängene Gewicht  $z$  geltend, letzteres dreht den Hebel  $\alpha\beta$  nach links abwärts und veranlasst endlich wieder die Stellung aller Theile der Steuerung, wie solche in Fig. 410 dargestellt ist. Da sich der Wirkungsgrad dieser Wasserfördermaschine viel kleiner als der von Wassersäulenmaschinen (Bd. 1, S. 346 u. S. 355) für gleiche Zwecke und unter sonst gleichen Umständen herausstellte<sup>2)</sup>, wurden ähnliche Luft-

1) Diese Selbststeuerung rührt von einem Engländer Boswel her und wurde zuerst 1796 im Journal des Arts et Manufactures, T. 13, Pg. 210 bekannt gemacht. Hieraus entnahm Hachette die seinem Werke: „Traité élémentaire des machines“, Pl. 4 beigefügte (schlechte) Skizze, die er übrigens Pg. 49 gehörig erläuterte.

2) Nach Poda (a. a. O. S. 59) berechnete sich der Wirkungsgrad (das Güteverhältniss) der Höll'schen Luftmaschine wie folgt: Bei  $22\frac{1}{2}$  Spielen pro Stunde wurden 21 Eimer Aufschlag-Wasser verbraucht, welche 40 Lachter hoch herabkamen. Gehoben wurden in derselben Zeit 19 Eimer Wasser und zwar betrug die Förderhöhe 16 Lachter, demnach der Wirkungsgrad  $g$ :

$$g = \frac{19 \cdot 16}{21 \cdot 40} = 0,36.$$

Der Wirkungsgrad gut ausgeführter Wassersäulenmaschinen beträgt aber (nach Bd. 1, S. 346, 355 und 359) reichlich 0,82.

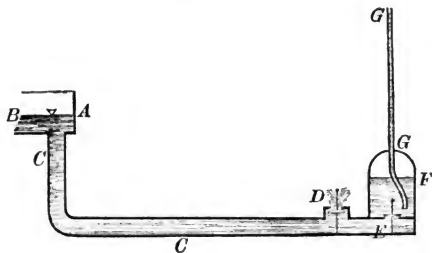
maschinen, wie die Höll'sche (nach unserem Wissen), nicht weiter in Anwendung gebracht, ja die des Amalienschachtes selbst bereits 1769 ausser Betrieb gesetzt.

Nicht viel besser ist es mit ähnlichen Luftmaschinen von Darwin und Detrouville ergangen, welche Navier im 3. Theile seines bereits citirten *Résumé des leçons etc.* §. 185 und §. 186 bespricht.

Auf der Pariser internationalen Ausstellung von 1867 fand sich das Modell eines russischen Ingenieurs Zaronbine, welches er hydropneumatische Pumpe ohne Kolben nannte und wobei die Luftcompression (zum Wasserheben) mittelst eines grossen Gummiballons bewirkt wurde, der bei Ausführung im Grossen durch eine Compressionspumpe ersetzt werden sollte<sup>1)</sup>.

Anlangend die dritte der bezeichneten eigenthümlichen Wasserfördermaschinen des 18. Jahrhunderts, den hydraulischen Widder oder Stossheber (Fig. 411), so streiten sich um die Erfindung dieser Maschine Franzosen und Engländer. Erstere schreiben sie dem bekannten Montgolfier, letztere sowohl einem gewissen Whitehurs, als auch Mathieu Boulton von Soho zu<sup>2)</sup>.

Fig. 411.



Zum Verständniss der Maschine und ihrer Wirkungsweise mag nebenstehende, der Montgolfier'schen (unten citirten) Abhandlung entnommene Fig. 411 dienen. In einem Behälter *AB* befindet sich Aufschlag- und Hubwasser vereinigt. Dies Wasser wird in einem Rohre *C* fortgeleitet und

nach Stellen geführt, wo sich zuerst bei *D* ein sich nach Innen (unten) öffnendes Ventil befindet, sodann bei *E* ein zweites Ventil angebracht ist, welches sich nach oben öffnet und zwar in einem Windkessel *F*, worin ein Rohr *G* tief genug herabreicht, um als Steigröhre für das zu fördernde Wasser zu dienen.

1) Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins; Jahrgang 1868, S. 38, und Rittinger's „Mittheilungen über Berg- und Hüttenwesens-Maschinen“ der Pariser Ausstellung von 1867, S. 21.

2) Thatsache ist, dass Montgolfier für Frankreich ein Brevet erhielt, welches vom 13. Brumaire des Jahres VI. (3. Nov. 1797) datirt, während das englische Patent vom 13. Decbr. 1797 lautet. Ausführlich hierüber handelt das „Journal des mines“, 11<sup>e</sup> Vol. Année X. Premier Semestre, Pg. 490. Montgolfier selbst veröffentlichte in einem späteren 13<sup>e</sup> Vol. des Journal des mines, Pg. 42, einen Aufsatz unter dem Titel: „Sur le bélier hydraulique, et sur la manière d'en calculer les effets.“ Diese Theorie war leider nicht viel werth, weshalb in dieser Beziehung wieder auf Navier's *Résumé des leçons etc.* Troisième Partie, Pg. 341 ff. verwiesen werden muss.

Die Wirkungsweise der Maschine ist folgende. Das Ventil bei  $D$  ist so belastet, dass es der hydrostatische Druck des Wassers nicht zu schliessen vermag, das Wasser also durch die hier gelassene Oeffnung ausströmt. Hat jedoch diese Geschwindigkeit die volle hier überhaupt zu erlangende Grösse erreicht, so wohnt der bewegten Wassermasse endlich eine lebendige Kraft inne, welche im Stande ist, das Ventil nicht blos zu drücken, sondern auch zu heben, bis ein sich als Stoss äusserndes Schliessen den Ausfluss des Wassers bei  $D$  gänzlich unterbricht. Die dann dem Wasser einmal innewohnende lebendige Kraft wird aber hierdurch nicht ganz vernichtet, sondern hat noch so viel Arbeit innewohnend, dass hierdurch das Ventil  $E$  gehoben und ein verhältnissmässiger (kleiner) Theil Wasser in den Windkessel getrieben wird.

Durch letztere Action hat aber das in Bewegung begriffene Wasser seine vorher noch übrige lebendige Kraft vollends verloren, das Gewicht des Ausfluss- (Stoss-) Ventils  $D$  macht sich wieder geltend, geht wieder niederwärts, stellt die Ausflussöffnung abermals her und das bemerkte Spiel wiederholt sich von Neuem.

Die besten und zuverlässigsten Versuche über die Leistungen des hydraulischen Widders oder Stosshebers hat Eytelwein angestellt und diese in der unten citirten Schrift <sup>1)</sup> veröffentlicht.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass der Wirkungsgrad des Widders immer mehr abnimmt, je grösser bei gegebenen natürlichen Gefällen  $H$  die Förderhöhe  $h$  ist <sup>2)</sup>. Auch diese Wasserhebmaschine hat sich in der Praxis (der Natur der Sache nach) keinen allgemeinen Eingang verschaffen können. Am meisten machen noch die Franzosen davon Anwendung, sowie die Maschine

1) Bemerkungen über die Wirkung und vortheilhafte Anwendung des Stosshebers. Berlin 1805.

2) Bezeichnet  $Q$  die verbrauchte und  $q$  die geförderte Wassermenge, so ergibt sich aus dem Eytelwein'schen Versuche folgende (auszugsweise) Uebersicht:

Zahl der Spiele des Ventils $D$ pro Minute	Gefälle in Meter $H$	Förderhöhe in Meter $h$	Beobachtete Wassermenge pro Minute in Cubikmetern		Wirkungsgrad $\eta = \frac{qh}{QH}$	
			$Q$	$q$	Versuch	Rechnung
66	3,066	8,017	0,0484	0,0154	0,90	0,97
54	3,099	9,86	0,0635	0,01742	0,873	0,92
45	2,661	11,78	0,0498	0,00952	0,845	0,84
36	1,843	11,78	0,0404	0,00478	0,754	0,710
26	1,386	9,86	0,0238	0,00225	0,672	0,670
17	0,915	9,81	0,0491	0,00218	0,473	0,510
14	0,758	11,78	0,0548	0,00100	0,284	0,32
10	0,601	11,78	0,0466	0,00041	0,181	0,180

Die Eytelwein'sche Formel, wonach die letzte Columne berechnet wurde, ist folgende:

$$\eta = \frac{qh}{QH} = 1,42 - 0,28 \sqrt{\frac{h}{H}}$$



auch von dem belgischen Ingenieur Leblanc (nach Boulton's Vorgange) neuerdings als saugender Stossheber zur Wasserhaltung für Bauzwecke, in Anwendung gebracht wurde, worüber in den unten citirten Quellen nachzulesen ist <sup>1)</sup>).

Am Ende des 18. Jahrhunderts lassen sich die bis dahin bekannt gewordenen und zur wirklichen Anwendung gelangten Wasserfördermaschinen in nachstehender übersichtlicher Weise classificiren, wozu als oberster Eintheilungsgrund der Umstand gewählt wurde, dass gewisse Maschinen mit, andere ohne Benutzung des atmosphärischen Luftdruckes wirksam sind.

## I. Maschinen mit Benutzung des Druckes der atmosphärischen Luft.

### Pumpen.

A. Mit Kolben.		B. Ohne Kolben <sup>2)</sup> .	
a. Kolben mit geradlinig wiederkehrender Bewegung.	b. Kolben mit oscillatorischer Bewegung.	c. Kolben mit drehender Bewegung.	α. Spiralpumpen. β. Gebläspumpen.
α. Einfach wirkende (Pumpen).	β. doppelt wirkende (Pumpen).	α. Mit Liederung.	β. Ohne Liederung.
1. Durchbrochene Kolben.			
2. Massive Kolben		am Kolben.	
		{ mit Liederung ohne Liederung }	

## II. Maschinen ohne Mitwirkung des atmosphärischen Luftdruckes.

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| 1. Schöpfräder.  | 8. Schwungschaufeln.         |
| 2. Tympanons { alte<br>neue                            | 9. Wurfschaufel.             |
| 3. Schaufelwerke (geneigte).                           | 10. Zickzack.                |
| 4. Eimerwerke (Norias).                                | 11. Schwengel-Hebetrog.      |
| 5. Paternosterwerke.                                   | 12. Handhebetrog.            |
| 6. Wasserschnecken { Tonnenmühlen.<br>Wasserschrauben. | 13. Schwingbaum-Ventileimer. |
| 7. Wurfräder.  | 14. Seil- oder Bandmaschine. |
|  | 15. Hydraulischer Hohlstab.  |
|  | 16. Hydraulischer Widder.    |

1) Annales des Ponts et Chaussées. 1858. 3. Serie, Tome XV. Pg. 75, und hieraus entlehnt im 5. Bande (1859) S. 91 von Bornemann's Civil-Ingenieur.

2) Hierher rechnen könnte man noch: 1) Savery's hydraulische Dampfmaschine als Pumpe mit directer Dampfwirkung (Bd. 1, S. 399). 2) Venturi's Aufsaugapparate (Rühlmann, Hydromechanik, S. 244). 3) Rittinger und Werner, Wasserhebung durch unmittelbaren Dampfdruck (Z. d. V. deutscher Ingen. Bd. XV. S. 353). 4) Giffard's Dampfstrahlpumpe (Bd. 3, S. 319).

Zur Vervollständigung und Erläuterung dieser Uebersicht diene Nachstehendes.

In Bezug auf die Hauptabtheilung I. wurden alle hier verzeichneten Pumpen im Vorstehenden erörtert, mit Ausnahme der in der Unterabtheilung  $\beta$  notirten „Gebälspumpen“, Sackpumpen oder Priesterpumpen.

In Bezug auf diese werde erwähnt, dass sich nach Ewbank<sup>1)</sup> in der bereits 1511 in Erfurt erschienenen ersten deutschen Uebersetzung des römischen (Kriegs-) Schriftstellers Vegetius eine Maschine zum Wasserheben abgebildet vorfindet, wobei ein gewöhnlicher Lederblasbalg als Pumpe benutzt ist. Dieselbe Quelle nennt noch andere ähnliche Anwendungen (hundert Jahre später), sowie auch Leupold<sup>2)</sup> (1724) dergleichen beschreibt, sich aber auch tadelnd über dieselben äussert, indem die Lederbälge sich zu sehr abnutzten und unbrauchbar wurden. Die Anordnung in Fig. 412, als Schiffspumpe bekannt, wobei

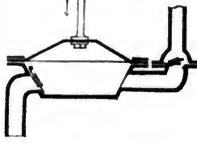
Fig. 412.



Fig. 413.



Fig. 414.



der Mittelkörper einen cylindrischen Ledersack bildet, mit Saugventil in der unbeweglichen Bodenscheibe und zwei Steigventilen in der beweglichen Deckelscheibe, wird bei Ewbank<sup>3)</sup> unter der Benennung Bag-Pump aufgeführt. Im Jahre 1732 übergab ein gewisser Boulogne der Pariser Akademie ein Mémoire über eine Pumpe mit „Piston sans Frottement“, wovon sich Abbildung und Beschreibung in der unten citirten Quelle findet<sup>4)</sup>. Diese Anordnung ist besonders deshalb interessant, weil solche 1851 auf der ersten Londoner internationalen Industrie-Ausstellung mit Eisenumkleidung als Shalder's (in Norwich) Sackpumpe in der Gestalt zu finden war, wie solche Fig. 413 erkennen lässt und die seiner Zeit vom Verfasser ausführlich beschrieben wurde<sup>5)</sup>. Endlich benutzen wir die Gelegenheit, um diese Pumpengattung hier gleich vollständig zu erledigen, auf die Fig. 414 aufmerksam zu machen, welche als „pompe soufflet hydraulique“ in französischen Werken<sup>6)</sup> figurirt und in Prechtl's technol. Encyclopädie<sup>7)</sup> als „Pumpe ohne Kolben“ (von Rollé und Schwilgué in Strassburg ausgeführt) belobt wird!

Alle diese Pumpen leiden immer noch an dem bereits von Leupold gerügten Uebel und sind deshalb kaum ausnahmsweise zu empfehlen<sup>8)</sup>.

1) Description and historical account of hydraulic and other machines for raising water. New-York 1856, Pg. 207 etc. (Ebendasselbst Copie der Abbildung mit der Unterschrift: „German Atmospheric Bellow's Pumps. A. D. 1511.“)

2) Theat. mechan. hydraulicarum, T. II. Cap. IX. Pg. 102 etc.

3) A. a. O. Pg. 209.

4) Recueil des machines, approuvées etc. Von 1732, Pg. 85.

5) Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1853, S. 105 ff.

6) Belidor, Arch. hydraulique (deutsche Ausgabe), Bd. 1, Buch 3, S. 95 ff. Borgnis: Traité complet de mécanique appliquée aux arts (des machines hydrauliques). Paris 1819, Pg. 52.

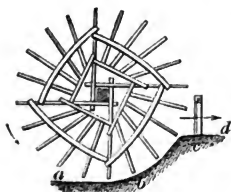
7) Artikel „Pumpen“, Bd. 11, S. 270.

8) Beispielsweise als Pumpe der Uhlampen (u. A. bei dem von Carcel-

Von den in der Tabelle unter Abtheilung II. verzeichneten Wasserfördermaschinen sind die ersten sechs im Vorstehenden hinlänglich besprochen und kommen wir in Bezug der heute noch wichtigen Wasserschnecken später in gebührender Ausführlichkeit zurück. Die folgenden 10 Maschinen sind noch zu erörtern, was im Nachstehenden geschehen soll.

Ad 7. Wurfräder, Fig. 415, den sogenannten Kropfrädern (als Strauberräder Bd. I, S. 278 und 287) als Gattung verticaler Wasserräder ähnlich, scheinen eine holländische Erfindung zu sein. Die älteste (mit Abbildungen begleitete) Nachricht über diese Räder, welche der Verfasser aufzutreiben vermochte, war die in Leupold's Theat. mach. hydraulicarum, T. I. §. 85 unter der Ueberschrift: „Ein Schaufelwerk oder Rad, da das Wasser durch die Schaufeln herausgeschlagen wird und in Holland gebräuchlich ist.“

Fig. 415.



Aus unserer Abbildung (Fig. 415) erkennt man leicht, dass hier an einer viereckigen, horizontalen Welle vier Kreuzarme befestigt sind, deren äussersten, freien Enden zugleich als Schaufeln dienen. Diese vier Schaufeln sind durch krumme Hölzer (Schwerter) und Gürtelbänder vereinigt und mit den letzteren beiden die übrigen Schaufeln (durch Ueberblattung, Verzapfung und Verkeilung) gehörig verbunden. Sämmtliche Schaufeln stehen nicht radial, sondern sind etwas nach rückwärts geneigt, des besseren Wasserablaufes wegen.

Das zu fördernde Wasser wird einem Gerinne *ab* (dem Hinterfluther) zugeführt, welches bei *a* eine Erweiterung, zuweilen auch noch eine Vertiefung erhält, damit das Binnenwasser leicht zufließen kann. Von der Mitte des Rades nach vorn zu ist eine Kröpfung *bc* (der Aufleiter) vorhanden, welche nach der Höhe des fortzuschaffenden Wassers eingerichtet wird. Vom Aufleiter gelangt das Wasser in den Vorfluther *cd* und, im Falle das Rad still steht, befindet sich bei *c* eine Thür (Wachtthür), die sich, wenn das Rad im Gange ist, nach aussen (nach *d*) hin öffnet und beim Stillstand desselben verschliesst, so dass kein Aussenwasser zurückereten kann.

Von Vortheil sind diese Räder nur, wenn die Förderhöhe eine verhältnissmässig geringe und zwar nicht viel mehr als  $1\frac{1}{2}$  Meter ist. Nach Smeaton's Versuchen<sup>1)</sup> soll man mit einem derartigen Rade, durch ein Pferd betrieben, eine Tagesleistung von 1344560 Meter Kilogr. bewirken können. Wir kommen

Gagneau in Paris). Man sehe deshalb Prechtl, Technol. Encyclopädie, Bd. 9, Artikel „Uhr Lampe“, S. 205.

In jüngster Zeit sind die Sackpumpen wieder als Kloaken-Pumpen versucht worden. Ueber diese Art der Verwendung (als Mestdagh'sche Pumpe mit beweglicher Ledertasche) berichtet folgende Schrift: „Die Abfuhr und Verwerthung der Düngstoffe in verschiedenen deutschen und ausserdeutschen Städten.“ Von Salviani, Röder und Eichhorn. Berlin 1865, S. 23 ff.

1) Navier, Résumé des leçons etc. Troisième partie, Nr. 201.

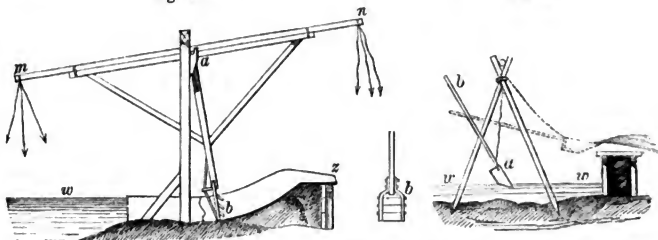
später im Abschnitte „Entwässerungs- und Bewässerungs-Maschinen“ auf diese (durch Windmühlen und Dampfmaschinen betriebene) Räder zurück<sup>1)</sup>).

Ad 8. Die Schwungschaufeln (Fig. 416). Eine einzige Schaufel *b* (auch in der Seitenansicht sichtbar) ist mit einem Arme *ab* von etwa  $2\frac{1}{2}$  Meter Länge verbunden, die an einem Schwingbaume *mn* befestigt und um Zapfen in Lagern eines entsprechend starken Holzbockes drehbar gemacht ist. Die Hubhöhe des Wassers kann hier nicht vielmehr als einen Meter betragen. Unter Umständen können solche Schwungschaufeln auch bei Wasserbauten gute Dienste leisten.

Ad 9. Die Wurf-schaukel oder Holländerin (Fig. 417), wobei die Stiel-schaukel *ab* am Seile eines Bockgestelles aufgehängt ist, bedarf keines Ge-

Fig. 416.

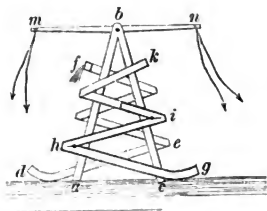
Fig. 417.



rinnens und wird in der Regel am Stiele bei *b*, von der Hand eines Mannes erfaßt, der seinen Standpunkt auf einer Rüstung oder auf einem Flosse nimmt, wie man am besten aus Belidor, Arch. hydraul., Bd. 2, Cap. IV. Tab. VI, und aus Gilly-Eytelwein, Wasserbaukunst. 2. Heft, Tafel XV. §. 72 entnehmen kann. Nach Belidor ist ein geübter Mann im Stande, mittelst dieser

Maschine in sechsständiger Tagesarbeit eine Leistung von 120000 Meter-Kil. zu verrichten.

Fig. 418.



Ad 10. Conté's Zickzack-Maschine (Fig. 418), von Belidor bereits 1737 als Erfindung eines Franzosen Morel bezeichnet, besteht aus lauter viereckigen Rinnen *de, gh, ik* etc., doppelt und zickzackförmig zusammengefügt und das ganze System schliesslich an einem dreieckigen Rahmen *abc* befestigt, den man in *b* pendelförmig

1) Die ältesten Schriften über diese holländischen Wurfräder sind (ausser Leupold) folgende:

Van Zyl, Groot algemeen Moolen Book. I. Deel. Te Amsterdam 1761, Pg. 5, Tab. XX—XXVI.

Belidor, das bereits wiederholt citirte Werk: „Arch. hydraul.“ 1. Theil, 3. Buch, 2. Capitel, §. 856.

Woltmann, „Beiträge zur hydraulischen Architektur.“ Bd. 4, S. 169, §. 40, unter der Ueberschrift: „Von den Schöpfradmühlen und deren Effect beim Betriebe durch Windräder.“

aufgehängt hat. An den Winkelpunkten oder an der Vereinigungsstelle je zweier der Rinnen sind Klappen oder Ventile angebracht, die sich nach oben hin öffnen.

Beim Gebrauche schwingt man die ganze Maschine um den festen Aufhängepunkt *b*, was unter Benutzung eines doppelarmigen Hebels (Schwingbaumes) oder dadurch geschehen kann, dass man (wie eine Abbildung bei Belidor belehrt) an den unteren freien Enden *a* und *e* des Rahmens Seile anbringt und durch Ziehen an denselben das abwechselnde Hin- und Herschwingen veranlasst. Bei dieser Bewegung streichen die beiden offenen Rinnenenden *d* und *g* durchs Wasser, schöpfen davon, werden höher gehoben und lassen die Flüssigkeit, die Klappen passierend, aus einer der betreffenden Rinnen in die nächst obere übertreten. Beim entgegengesetzten Schwunge schliessen sich die Klappen wieder und verhindern das ungeeignete Zurückfliessen des Wassers. Gelangt auf diese Weise das Wasser aus einer Rinne in die andere, so erreicht es schliesslich die höchsten Hubstellen und kommt bei *f* und *k* zum Ausgusse in geeignet angebrachte Behälter. Schon Belidor giebt dem verticalen Eimerwerke vor diesem Zickzacke den Vorzug, was erklärlich ist, wenn man beachtet, welcher grosser Raum *dg* etc. schon als Schöpfbehälter erforderlich ist und welches verhältnissmässig grosses Rüstzeug die Aufstellung der Maschine nöthig macht. Beachtet man schliesslich noch, dass Stösse der in den einzelnen Rintheilen abgesperrten Flüssigkeitsstränge (beim Wechseln der Schwingungsrichtungen des Rahmens) ganz unvermeidlich sind, der Wirkungsgrad also kein sehr günstiger sein kann, so darf man sich nicht wundern, dass diese Maschine fast keine praktische Verwendung gefunden hat und jetzt ganz der Geschichte anheim gefallen ist.

Ad 11. Schwengel-Hebetrog (Fig. 419) nach Navier<sup>1)</sup>, in Italien sehr gebräuchlich und dort unter dem Namen *Conchetta* bekannt. Der um

Fig. 419.

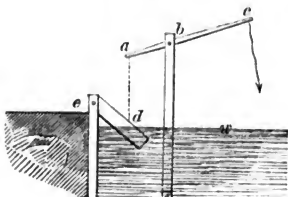


Fig. 420.



*e* oscillirende Hebetrog *ed* wird am äussersten Ende zuweilen auch mit einer Bodenklappe versehen. Besondere Vortheile bietet die Maschine nicht.

Ad 12. Handhebetrog (Fig. 420). Nahe dem zugespitzten Ende schwingt dieser Trog *ab* um eine feste Achse, während am anderen Ende ein sich nach oben öffnendes Bodenventil *c* den Eintritt des Wassers gestattet und dessen Rückkehr verhindert. Bei *b* fassen in der Regel Menschen an, die (wie bei Belidor<sup>2)</sup>) aus detaillirten, grossen Abbildungen erhellt) ihren Aufstellungsort in dem (seichten) Wasser selbst oder auf geeigneten Stegen nehmen. Zuweilen construirt man diese

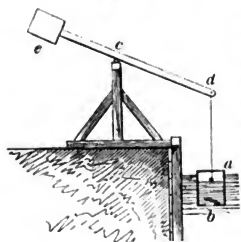
1) A. a. O. Troisième partie, Nr. 197.

2) Belidor a. a. O. 1. Thl. 2. Buch, Cap. IV. Tafel VI. Fig. 4, und

Hebetröge auch doppelt<sup>1)</sup>, wo dann an der Drehstelle des gleicharmigen, zweiarmigen Doppelhebels auch das Abflussgerinne für das geforderte Wasser angebracht ist. Dass hier die Förderhöhen nur gering sein können, versteht sich von selbst.

Ad 13. Schwingbaum-Ventil-Eimer (Fig. 421). Wenn die Hubhöhen bedeutender werden, ist es zuweilen vortheilhaft, Handeimer *ab* an einen Hebel *cde* zu hängen und letzteren durch ein Gegengewicht *e* so zu belasten, dass das Gewicht *e* dem Eimer das Gleichgewicht hält oder diesen trägt, wenn derselbe zur Hälfte gefüllt ist. Die Kraft zum Fördern des gefüllten Eimers ist dann ungefähr dieselbe, wie die zum Herabdrücken des leeren<sup>1)</sup>. Navier<sup>2)</sup>

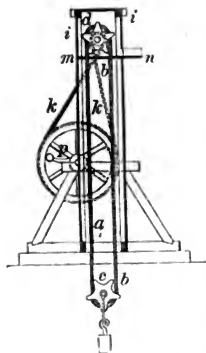
Fig. 421.



räth, im Boden des Eimers ein Ventil anzubringen, was offenbar die Arbeit des Schöpfens oder Füllens erleichtert.

Ad 14. Seil- oder Bandmaschine (Fig. 422). In den Anmerkungen zur Navier'schen Bearbeitung des 1. Theiles der Belidor'schen Arch. hydraul., Pg. 588, §. 3 liefert Navier eine Beschreibung dieser Maschine und vergleicht sie mit einer Ketten-Eimer-Noria, wobei man die Eimer (oder Töpfe) durch ein endloses Seil *ab* ersetzt habe, welches zwischen zwei geeigneten Walzen *c* und *d* ausgespannt ist und wobei die untere Partie *cd* in das Wasser taucht, aus welchem gefördert werden soll. Die erforderliche Bewegung wird durch Menschen, an einer Kurbel *p* arbeitend, erzeugt, wobei deren Umdrehgeschwindigkeit durch Einschalten eines Schnurlauf-Vorgeleges *kk* in geeigneter Weise multiplicirt wird. Das Wasser erhebt sich mit dem Seile *ab* und zwar lediglich durch die Adhäsion des Wassers an der Umfläche des Seiles. Im Boden *mn* eines Sammelgefässes *i* finden sich zwei Löcher, wovon das eine, nämlich das für das aufsteigende Seiltheil, weit, das andere, für den niedergehenden Theil des Seiles aber eng sein muss, um das Wasser herauszudrücken, ohne das Seil zu beschädigen.

Fig. 422.



Navier<sup>3)</sup> giebt an, dass man mittelst dieser Maschine Wasser (bei ge-

Hagen (als beim Baue der Orleansbrücke angewandt) im Handbuche der Wasserbaukunst. Erster Theil (2. Auflage), S. 751.

1) Hagen a. a. O. S. 745.

2) A. a. O. §. 194 (wobei Perronet citirt wird).

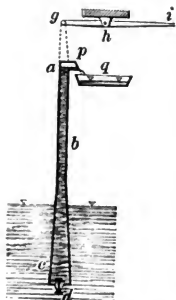
3) Resumé des leçons. Troisième partie, Nr. 234.

höriger Seilgeschwindigkeit<sup>1)</sup> auf 55 Meter Höhe gefördert habe, wobei der Umfang des Seiles (Tauses) 45 Centimeter betrug. Die Nutzleistung soll dabei 0,40 von der betragen haben, welche man mit durch Kurbeln bewegte (vertical) Norias erhalten haben würde.

In Deutschland hat man (in grösserem Maassstabe) von Vera's Seilmaschine 1805 beim Baue einer steinernen Brücke über die Use zu Friedberg in der Wetterau Gebrauch gemacht. Mittelst zwei neben einander angebrachten Seilen förderte hier ein an der Kurbel thätiger Arbeiter pro Minute  $5\frac{1}{2}$  Cubikfuss Wasser auf 8 Fuss Höhe, wobei die Geschwindigkeit des Seiles 13,9 Fuss pro Secunde betragen haben soll<sup>2)</sup>. Zu den empfehlenswerthen Wasserfördermaschinen kann man dennoch die Seilmaschine nicht rechnen.

Ad 15. Hydraulischer Hohlstab. Diese von dem Franzosen Vialon vorgeschlagene Wasserfördermaschine besteht, wie Fig. 423 erkennen lässt, aus einer hohlen Röhre *abc*, die mit ihrem unteren Ende in das Wasser getaucht ist, aus welchem gefördert werden soll.

Fig. 423.



Mit dem oberen Ende ist die Röhre am kurzen Ende *gh* eines Schwingbaumes aufgehängt, während am anderen Ende bei *i* ein betreffender Arbeiter anfasst und den Hebel *ghi* in solche Bewegungen versetzt, dass die Röhre mit dem Ende *c*, immer ins Wasser tauchend, in vertical auf- und absteigende Oscillationen versetzt wird. Durch die niedergehende Bewegung der Röhre wird die Trägheit des Wassers überwunden, dies zu einer aufsteigenden Geschwindigkeit veranlasst, und das Wasser schliesslich bei *p* zum Ausflusse mit einer lebendigen Kraft genöthigt, welche der vom Hebel *igh* aus übertragenen Arbeit proportional ist. Die Wassermasse im aufsteigenden Rohre darf nicht gering sein, während die Zeitdauer einer Oscillation der Röhre klein sein muss.

Navier<sup>3)</sup> hat nach Wissen des Verfassers die Theorie dieser Maschine zuerst aufgestellt und diese sehr richtig auf das Princip der lebendigen Kräfte gestützt.

1) In der Navier'schen Bearbeitung des Belidor'schen Werkes wird im §. 3 von 1784 im Schlosse Windsor angestellten Versuchen berichtet, wo man mittelst der Vera'schen Seilmaschine aus 29 Meter Brunnentiefe förderte. Das Haarseil hatte 13 Centimeter Durchmesser, bei 30 Touren pro Minute der Kurbel *p* (Fig. 422) förderte das Seil nur wenig Wasser, bei 50 Touren schon viel und bei 60 Touren (allerdings nur kurze Zeit hindurch) wurde pro Minute die verhältnissmässig beträchtliche Wassermenge von 0,0289 Cubik gefördert. Als ein besonderes Uebel stellte sich die öftere nothwendige Erneuerung des Seiles heraus.

2) Ausführlich wird hierüber berichtet in Röder's Brückenbaukunde, Darmstadt 1821, Bd. 1, S. 108, und hiernach in Haindl's Maschinen zur Wasserförderung. München 1849, S. 55.

3) Resumé des leçons etc. Troisième partie, Nr. 235.

Nach verhältnissmässig kurzer Zeit und bei gehöriger Regelung der auf- und absteigenden Bewegung der Röhre wird das Ventil *d* überflüssig!).

Ad 16. Der hydraulische Widder oder Stossheber wurde bereits S. 583 für unsere Zwecke hinlänglich erörtert.

### §. 28.

Am Anfange des 19. Jahrhunderts hatte die bereits Bd. 2, S. 37 (Note 1) hervorgehobene Verwendung des Gusseisens zu den verschiedensten Gegenständen des Maschinenbaues in England bereits so an Umfang zugenommen, dass man sich nicht wundern konnte, wenn auch Wasserpumpwerke so weit als möglich ganz aus gegossenem Eisen hergestellt wurden.

Von deutschen Ingenieuren, welche zu jener Zeit England bereist hatten, war keiner, der sich lobenswerther über die Fortschritte der Engländer im Gebrauche des Gusseisens als Baumaterial aussprach, als der bairische Oberbergrath und Maschinendirector v. Baader in München und zwar in seiner 1797 erschienenen: „Theorie der Saug- und Hebe-Pumpen.“ Wir entlehnten diesem Werke die auf folgender Seite abgedruckte Fig. 424 eines sogenannten englischen, hohen Kunstsatzes<sup>2)</sup>. Hierbei ist das 12 bis 13 Fuss lange Saugrohr *eg* (meistens) aus einem Stücke gegossen. Sein unterer, auf einer gusseisernen Fussplatte *pp* ruhender Theil (der Schlund) *fg*, welcher bis an die punktirte Linie unter Wasser zu stehen kommt, bildet einen erweiterten Cylinder, Saugkorb genannt, der gehörig mit Löchern versehen ist, um Wasser durchzulassen und gröberer Sand, Unrath etc. abzuhalten. Bei *n* ist noch ein kurzes Rohrstück angegossen, was mit einem Pflocke verschlossen und im

1) In besonderer Anordnung beschreibt Hachette die Vialon'sche „Canne hydraulique“, worüber nachzulesen ist in dessen Werke: „Traité élémentaire des machines“, Pg. 78, mit Abbildungen auf Pl. 2, Fig. 2.

2) Man nannte seiner Zeit alle Pumpen mit durchbrochenem Kolben einen niedrigen Satz, wenn das Saugrohr viel länger als der Kolbencylinder (der Stiefel) war, ersteres höchstens 24 Fuss, letzterer (das Kolbenrohr) bis zum Ausgusse des Wassers etwa 4 Fuss Höhe hatte. Bei einem hohen Satze betrug die Saugröhrenhöhe 8 bis 12 Fuss, während über dem Kolbenrohre noch so viel Aufsatzröhre angebracht war, dass die Förderhöhe Hunderte von Füssen betragen konnte. Hieraus erklären sich auch die Benennungen Saugpumpen und Hebepumpen. Die hohen Sätze waren auf den sächsischen Bergwerken fast allgemein üblich, wie dies die Beschreibung von Calvör (Maschinenwesen des Oberharzes. Theil I. §. 36) erkennen lässt. Eine Zeit lang sollen sie aus Deutschland (vom Harze?) fast gänzlich verbannt gewesen sein, wie dies u. A. Baader a. a. O. §. 128 berichtet. Mit Recht spricht sich Baader a. a. O. S. 170 ff. entschieden für hohe Sätze aus. Derartige hohe Sätze (aus Gusseisen hergestellt) wurden schon von Smeaton angewandt. Man sehe deshalb Farey, Pg. 213, Pl. IV.



Nothfalle geöffnet wird, wenn die Saugkorblöcher verstopft sind. Der kurze Cylinder *bhec*, das Ventilstück, verbindet sowohl das Kolbenrohr *abcd* mit dem Saugrohre *eg*, als es hauptsächlich den Sitz für das Ventil enthält, zu dem

Fig. 424.



man durch eine Art Verschlussthüre gelangen kann, welche (nach gehöriger Lösung von Schrauben) mittelst eines Griffes *t* abgenommen werden kann. Die Höhe des Kolbenrohres *abcd* beträgt dabei 9 bis 12 Fuss, sein Durchmesser (seine Weite) je nach dem Quantum des zu hebenden Grubenwassers 6, 8, 12, 16 bis 30 Zoll. Der Kolben ist geliedert, die Ventile bilden geeignete Klappen<sup>1)</sup>.

Gerade über dem Kolbenrohre findet sich ein zweiter, dem unteren *bceh* ganz gleicher Cylinder aufgeschoben, der ebenfalls mit einer Thüre versehen ist, um den Kolben untersuchen, herausnehmen etc. zu können. In dem noch sichtbaren Theile des sogenannten Aufsatzrohres *iklm* bemerkt man auch ein Stück des hölzernen Gestänges als Fortsetzung der eisernen Stange des Kolbens.

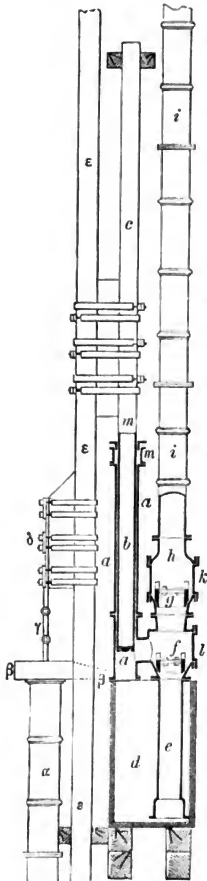
Mit Hilfe der hohen Pumpensätze vermochte man dennoch das Wasser nicht höher als bis zum Standpunkte (Horizonte) der Betriebsmaschine, in der Regel eine einfach wirkende Watt'sche Dampfmaschine von der Art zu heben, wie solche bereits Bd. 1, S. 408 besprochen und Fig. 253 abgebildet wurde. Diesem Uebelstande halfen die bereits 1796 von Murdock eingeführten Druckpumpen oder Pumpen mit nicht durchbrochenem Kolben ab, die man sogleich mit Morland's Tauer- (Plunger-) Kolben ausstattete. Im Jahre 1801 traf ein Obersteiger (Captain) Lean (bei den Cornwall Bergwerken angestellt) zuerst die Einrichtung, welche auf folgender Seite in Fig. 425 gezeichnet ist<sup>2)</sup>, darin bestehend, dass alle Pumpensätze, bis auf den untersten  $\alpha\beta$ , aus Drucksätzen bestehen. Dass man den untersten Satz als Saugpumpe construirte, hatte einen doppelten Grund. Erstens um, wenn die Dampfmaschine oder das Pumpwerk durch irgend einen Umstand ausser Betrieb kommt,

1) In unserer Quelle sind diese sämmtlichen Originale auf Taf. IV. in guten Abbildungen nach hinlänglich grossem Maasstabe gezeichnet zu finden.

2) Dieck, Maschineninspector zu Bochum: „Bemerkungen über die Förder- und Wasserhaltungs-Dampfmaschinen auf den Kohlen-, Zinn- und Kupfergruben Englands und Schottlands. Karsten's Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau u. Hüttenkunde. 21. Bd. 1847, S. 412, unter d. besonderen Ueberschrift: „Die Pumpenvorrichtungen der Cornwall'schen Wasserhaltungsmaschinen.“

mehr gesichert zu sein, indem bei einer Saugpumpe leichter zu helfen ist, wenn die arbeitenden Theile unter Wasser gekommen sind. Zweitens aber auch, um bequemer abteufen zu können, welches durch Anwendung eines Drucksatzes auf der tiefsten Sohle mit grossem Zeitverluste verbunden sein würde.

Fig. 425.



In Bezug auf Fig. 425 werde noch hervorgehoben, dass das eiserne Gestänge  $\delta\gamma$  des Saugsatzes an dem Hauptgestänge  $\epsilon\epsilon$  durch Bügel mit Schrauben und Brücke derartig befestigt ist, wie es die Abbildung erkennen lässt. Durch die am Gestänge  $\delta$  sich oben befindende Charnüre  $\gamma$  wird die senkrechte Bewegung noch regulirt. Die Saugpumpe  $\alpha\beta$  wirft das geförderte Wasser in den Wasserkasten  $d$  des untersten Drucksatzes  $abh\epsilon$ , gelangt, indem es die Ventile  $f$  und  $g$  passirt, durch das Steigrohr  $i$  in den Kasten des folgenden Satzes u. s. w. bis zu Tage. Die Dichtung des hohlen Taucher- (Plunger-) Kolbens  $b$ , in dem nur wenig weiteren Arbeitsrohre  $a$ , geschieht mittelst Hanf und einer Stopfbüchse  $mm$ .

In allen Fällen vollzieht die Kraft der einfach wirkenden Balancier-Dampfmaschine (Bd. 1, Fig. 253), wobei der Dampf nur auf die obere Kolbenfläche wirkt, blos das Heben des Gestänges, dessen Gewicht dann die Pumpenkolben herabdrückt. Ist die Gestänglast, welche beim Niedergange das Wasser mittelst Druckpumpen heben soll, grösser oder geringer als das Gewicht der zu fördernden Wassersäule, so muss man für erforderliche Ausgleichung sorgen. Ist das Wasser aus tiefen Gruben zu heben, so ist das Gestänge immer schwerer, als die zu hebende Wassersäule und man bringt dann Contrebalanciers an der Oberfläche und im Schachte an<sup>1)</sup>. — Eine besondere Pumpe mit Taucherkolben spielt bei diesen Wasserfördermaschinen eine wichtige Rolle. Es gehört dieselbe einem Mechanismus an, den man „Katarakt“ nennt<sup>2)</sup> und dessen Bestimmung ist, bei jedem Hubwechsel eine beliebig lange Pause zu erzeugen und die Anzahl der Hübe (pro Minute) zu reguliren, d. i. diese nach den Wasserzuflüssen in der Grube zu bestimmen. Gleichzeitig lässt sich der Katarakt auch als Hubzähler

1) Ausführliches über diese Ausgleichung giebt Dieck in den vorher citirten Bemerkungen etc.

2) Wahrscheinlich ist der „Katarakt“ eine Erfindung Smeaton's, wie dies bereits Bd. 1, S. 203, Note 3 bemerkt wurde.

benutzen. Nicht ganz richtig ist es, wenn behauptet wird<sup>1)</sup>, dass in dem Anbringen eines Kataraktes ein besonderer Grund des grösseren Wirkungsgrades der Cornwaller Hochdruckdampfmaschinen liege<sup>2)</sup>. Leider hat sich diese Glanzperiode der Cornwaller Wasserhaltungsmaschinen seit dem Jahre 1848 in das Gegentheil umgewandelt, wie namentlich C. Kley hierüber ausführlich berichtet<sup>3)</sup>.

Für unsere Zwecke diene, unter Benutzung der Fig. 426, Folgendes zur Erklärung der Anordnung eines Kataraktes und zur Einsicht in dessen Wirkungsweise.

Zunächst besteht der Katarakt aus einem Wasserbehälter *a* und dem damit verschraubten Stiefel *b* eines Taucher- (Plunger-) Kolbens *c*. Durch einen Canal *g* steht der Stiefel *b* mit zwei Ventilen *i* und *k* in Verbindung. Das letztere (*k*) öffnet sich nach Innen und regulirt den Eintritt des Wassers aus dem Behälter *a*, wenn der Kolben *c* gehoben wird, dagegen öffnet sich das andere Ventil *i* nach aussen und regulirt das Ausströmen des Wassers aus dem Kolbencylinder *b* in den Behälter *a*, wenn der Kolben *c* abwärts geht. Wird nun der Kolben *c* durch Gewichte *v* und *w* beziehungsweise abwärts

1) Auszug aus dem Tagebuche eines Reisenden durch Grossbritannien von London nach Cornwall und Süd-Wales im Jahre 1841. Anlage zu den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen. 21. Jahrg. (1842), S. 13.

2) Die Ursachen, weshalb die einfach wirkenden Cornwaller Hochdruck-Dampfmaschinen fast alle anderen (namentlich die sogenannten Watt'schen) an Leistung übertreffen (Bd. 1, S. 470) und insbesondere verhältnissmässig wenig Steinkohlen bedürfen, sind folgende:

- a. Der Gebrauch hochgespannter Dämpfe (3 bis 6 Atmosphären Ueberdruck).
- b. Die sehr starke Expansion (8 bis 10fach).
- c. Die guten Formen und Verhältnisse der Kessel, sowie deren Feuerungen.
- d. Die vortrefflichen Condensationsvorrichtungen.
- e. Die grosse Sorgfalt, jede mögliche Ausstrahlung und Mittheilung der Wärme zu verhindern.
- f. die äusserst sorgsame fortlaufende Controle über den ökonomischen Effect der Maschinen.

Ausser den Bd. 1, S. 470 angeführten Quellen, worin über die grosse Leistung der einfach wirkenden Cornwaller Wasserförderungs-Dampfmaschinen gehandelt wird, dürfte noch auf folgende zwei zu verweisen sein:

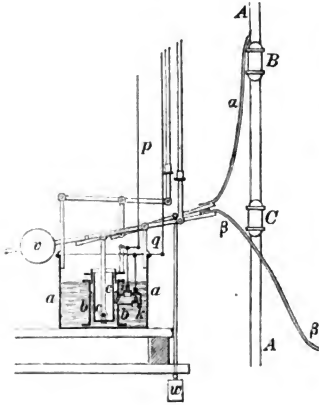
Hagen (Baurath in Hannover): „Ueber den Kohlenverbrauch der Wasserhebungs-Dampfmaschinen in Cornwall.“ Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. X. (1864), S. 58, sowie

C. Greaves, of Bow: „On the relations of power and effect in cornish pumping engines over long periods of working.“ Institution of mechanical engineers. Proceedings 1862, Pg. 147.

3) Auf C. Kley's vortreffliches Werk: „Die einfach- und direct wirkenden Wolf'schen Wasserhaltungsmaschinen der Grube Altenberg bei Aachen.“ Stuttgart 1865, worin das gedachte Capitel der Cornwaller Wasserhaltungsmaschinen S. 6 und 7 ausführlich behandelt ist, kommen wir später zurück.

oder aufwärts bewegt, so ist die dazu verwendete Zeit von der Grösse der Ventilöffnungen  $i$  und  $k$  abhängig, welches mittelst Stellschrauben an den

Fig. 426.



Stangen  $p$  und  $q$  genau bestimmt werden kann.

Die Stangen  $p$  und  $q$  sind in entsprechender Weise in ihrer Fortsetzung nach oben mit den Steuerungswellen der Ventile für den Ein- und Austritt des Dampfes in dem grossen Dampfzylinder in Verbindung gebracht.

Die Pause, welche zu Ende eines jeden Hubes eintritt, ist gleich der Differenz der Zeiten, welche der grosse Dampfmaschinenkolben und der Kolben  $c$  des Kataraktes zu einem Hube brauchen und kann mittelst der Oeffnungen der Ventile  $i$  und  $k$  beliebig bestimmt werden.

Das Inthätigkeittreten und das Aufhören der Wirksamkeit der beiden Gewichte  $v$  und  $w$  (wovon ersteres den Kataraktkolben herabdrückt, letzteres  $w$  aufwärts zieht) wird durch

lange, gebogene Steuerstangen  $\alpha$  und  $\beta$  veranlasst, gegen welche beziehungsweise rechtzeitig Knaggen  $B$  und  $C$  drücken, die am sogenannten Steuerbaum  $AA$  der Dampfmaschine befestigt sind. Dieser Steuerbaum  $AA$  ist endlich am Parallelogramm des Balanciers so aufgehängt, dass sein Hub fast genau die Hälfte von dem des Dampfmaschinenkolbens beträgt<sup>1)</sup>.

Die vielseitigste Anwendung von doppelwirkenden Pumpen mit massiven, nicht durchbrochenen Kolben (Druckpumpen) machte der verdienstvolle deutsche Watt, Hofrath von Reichenbach in München, von 1808 ab, sowohl bei seinen Wassersäulenmaschinen (Bd. 1, S. 348 etc. und Fig. 220 und 221), als auch in anderen Fällen, von welchen letzteren namentlich die 1820 erbaute sogenannte „Wassermaschine“ der Stadt Augsburg (Fig. 427) bemerkt zu werden verdient<sup>2)</sup>.

Die vier vorhandenen messingenen Druckkolbencylinder  $cccc$  (von 11 Zoll Weite) sind in einer geraden Linie neben einander gestellt und zu je zwei und zwei durch einen Ventilkasten  $dd$ , worin sich immer zwei Saug- und zwei Druckventile befinden, verbunden. Die Stangen der Druckkolben sind an eisernen Kunstkreuzen  $b$  gehörig aufgehängt und letztere wieder durch Lenkstangen mit der Warze eines einfachen, doppelwirkenden Krummzapfens ver-

1) Specielleres liefert unsere Quelle, das bereits S. 241 citirte Werk etc. Nottebohm's, wo alle Details auf einer grossen Zeichnung, Blatt 24, zu finden sind.

2) Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 7 (1822), S. 257.

bunden, der auf der verlängerten Welle eines 14 Fuss<sup>1)</sup> im Durchmesser haltenden Wasserrades *a* befestigt ist. Das reine Quellwasser wird auf die senkrechte Höhe von 100 Fuss in ein sogenanntes Hochreservoir gefördert, aus welchem ein 7 Zoll im Durchmesser haltendes Rohr das Wasser in die Stadt

Fig. 427.

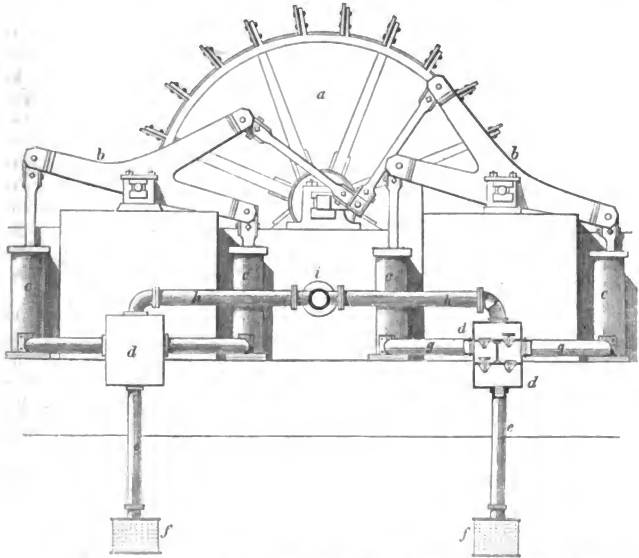
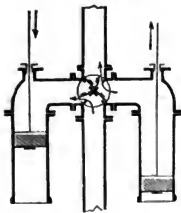


Fig. 428.



führt. Bei  $10\frac{1}{2}$  Umgängen des Wasserrades pro Minute und 29 Zoll Hub der Druckkolben liefert das Werk 1500 Maass Wasser pro Minute oder 1500 bairische Eimer pro Stunde<sup>2)</sup>.

Die v. Reichenbach'sche Idee, alle vier Ventile (der De la Hire'schen Pumpe) in einem gesonderten Ventilgehäuse *dd* (Fig. 427) zu placiren, führte Schitko 1828 bei den Pumpen der durch eine Wassersäulenmaschine getriebenen Kunstsätze im Leopoldsschachte zu Schemnitz in der gedrängten Weise aus<sup>3)</sup>, wie solches aus Fig. 428 erhellt und

1) Alles bairische Maasse. Ein bairischer Fuss = 0,292 Meter. Eine bairische Maasskanne = 1,069 Liter.

2) In der Maschinenmodellsammlung des königlichen Polytechnicums zu Hannover befindet sich ein schönes Modell dieser Reichenbach'schen „Wassermaschine“, nach Wissen des Verfassers die erste ihrer Art (seiner Zeit) in Deutschland.

3) Gerstner, „Handbuch der Mechanik.“ 3. Band (1834), §. 219, Taf. 86.

wobei überdies noch Saug- und Druckrohr unmittelbar über einander in derselben Verticalen liegen. Das Ventilgehäuse wird hierbei durch vier Wände in vier Fächer abgetheilt, wobei jede Wand mit einem Durchbruche versehen ist, welcher durch das darüber gelegte Ventil geschlossen oder geöffnet werden kann. Die Kolbencylinder sind unten offen, in der Ausführung aber mit einer aus hölzernen Röhren gebildeten Fortsetzung nach unten hin ausgestattet, die bis in's Unterwasser hinabreicht und das Einziehen von Luft besser verhindert, als lederne, an der unteren Fläche der Kolben angebrachte Scheiben.

War es auch Thatsache (und ist es auch heute noch), dass Reichenbach mit seinen doppelwirkenden Druckpumpen Salzsole (bei der Ilsanger Wassersäulenmaschine Bd. 1, S. 355) auf die senkrechte Höhe von 359 Meter (1229,41 Fuss baierisch) ohne Weiteres zu fördern vermag, so war solches doch nur zulässig bei über Tag stehenden Maschinen, nicht aber bei Wassersäulenmaschinen, welche tief unten in den Schächten ihren Aufstellungsort nehmen müssen. Das lange Schachtpumpengestänge als Fortsetzung der Kolbenstange des Wassersäulen-Treibkolbens kann dann nur in Hinsicht auf Zugfestigkeit, nicht aber auf Druckfestigkeit in Anspruch genommen werden, wie dies u. A. auch bei der Lautenthaler Wassersäulenmaschine (des Hannoverschen Harzes) Bd. 1, Seite 357 und 358 erörtert wurde.

Die Anordnung der Pumpen wird bei letzterer so getroffen, wie es die

Fig. 429.

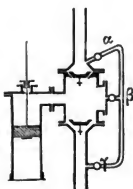


Fig. 429 erkennen lässt<sup>1)</sup>, wobei noch erwähnt werden mag, dass das Anbringen eines Seitenrohres wie  $\alpha\beta\gamma$  zuerst bei der Huelgoater- (Junker'schen) Wassersäulenmaschine<sup>2)</sup> im Jahre 1830 ausgeführt wurde. Der Zweck dieses Rohres  $\alpha\beta\gamma$  wird sich aus folgenden Bemerkungen ergeben.

Wenn man die Pumpe nach einem längeren Stillstande in Bewegung setzen will, ist es nothwendig, alle Theile derselben mit Wasser zu füllen, um alle vorhandene atmosphärische Luft auszutreiben, welche der Pumpenwirkung nachtheilig werden kann. Um daher das Saugrohr von oben aus mit Wasser füllen zu können, sind am alleruntersten (in unserer Skizze weggelassenen) Ende (wo dasselbe in das Unterwasser taucht) zwei sich nach Innen öffnende Klappenventile angebracht. Das gedachte Rohr  $\alpha\beta\gamma$  hat aber den Zweck, die Räume über, unter und zwischen dem Saug- und Steigventile mit einander in Verbindung bringen und beziehungsweise absperren zu können, je nachdem die hierzu vorhandenen Hähne entsprechend gestellt werden.

Eine eigenthümliche, in Fig. 430 skizzirte Pumpenanordnung brachte zuerst 1836 der Bergrath Althans bei seiner Wassersäulenmaschine auf der Grube „Pfungstwiese“<sup>3)</sup> bei Ems in Ausführung. Hierbei ist der Ventilkolben

1) Jugler, „Ueber die (Jordan'sche) Wassersäulenmaschine zu Lautenthal am Harz.“ Notizblatt des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. III. (1853—1854), S. 18, Blatt 63.

2) Junker, „Machines à colonnes d'eau de Huelgoat (Bretagne).“ Annales des mines, Tome VIII. (1835), Pg. 95 et 247.

3) Bd. 1, Tabelle zu S. 362.

durch eine von aussen gut abgedrehte Röhre *b* ersetzt, deren beide Enden in Stopfbüchsen *g* und *i* verschiebbar sind, die sich am Anfange der Steigröhre *c* und im Innern eines unbeweglichen Cylinders *d* befinden, der als Fortsetzung der Saugröhre *a* nach oben hin betrachtet werden kann. Der Röhrenkolben *b* ist hier mittelst der Warzen *ee* und eines besonderen Lenkers an das Pumpengestänge angeschlossen. Geht demzufolge *b* auf- und abwärts, während *a* und *c* unbeweglich bleiben, so saugt diese Pumpe beim Aufgange des Kolbens, wobei sich der äussere (weitere) Cylinder *d* ganz mit Wasser füllt, wozu natürlich das Ventil *α* am oberen Ende des Saugrohres geöffnet ist. Zugleich

Fig. 430.

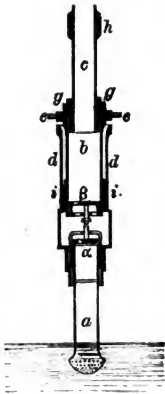
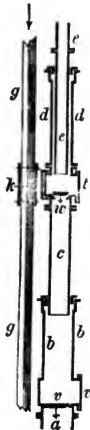


Fig. 431.



wird aber auch der Wasserinhalt von *b* in das Steigrohr *c* gehoben, indem sich ein Ventil *β* im Boden von *b* rechtzeitig schliesst. Beim Niedergange von *b* wird Wasser aus dem Cylinder *d* verdrängt, welches nur durch das Kolbenventil *β* nach oben hin entweichen kann und demzufolge gleichfalls in die Steigröhre *c* tritt. Hiernach fördert diese Pumpe allerdings sowohl beim Aufgange wie beim Niedergange des Rohrkolbens *d* Wasser, wird aber dadurch dennoch nicht im Sinne der De la Hire'schen Pumpe doppelwirkend, indem sie nur beim Aufgange des Kolbens *b* Wasser ansaugt, beim Niedergange aber das Saugventil *α* völlig schliesst. Will man beim Auf- und Niedergange gleiche Wassermengen in das Steigrohr *c* treiben, so muss der Durchmesser des Rohres *b* nahezu  $\frac{1}{2}$  vom Durchmesser des Cylinders (Kolbenrohres) *d* betragen<sup>1)</sup>.

Althans gab seiner Maschine den Namen „Perspectivpumpe“, weil die Röhren *b* und *d*, wie bei gewissen Perspectiven, in einander geschoben werden. Offenbar haben derartige Pumpen den Vortheil, dass sie sich leichter beaufsichtigen, bequemer schmieren und sich bei unreinem Wasser anwenden lassen.

Es dürfte hier der geeignete Ort sein, zugleich zu erwähnen, dass im Jahre 1849 der (damalige) Sectionsrath Peter Rittinger in Wien die Perspectivpumpe als einachsige Mönchkolbenhub-Pumpe in etwas veränderter Gestalt wieder zur Geltung brachte und in zwei Exemplaren bei den Steinkohlenschürfungen nächst Schlan in der Weise ausführte<sup>2)</sup>, wie dies Fig. 431 erkennen lässt. Das Kolbenrohr *d* steht hier durch die Ventilkammer *t* direct mit dem Schachtgestänge *g* in der bei *k* angedeuteten Weise in Verbindung, während *e* und *b* völlig unbewegliche Rohrstücke sind, ferner am

1) Vollständigere Zeichnungen dieser Althans-Pumpe lieferte Burg in Prechtl's Technologischer Encyclopädie, Bd. 11, Tafel 238.

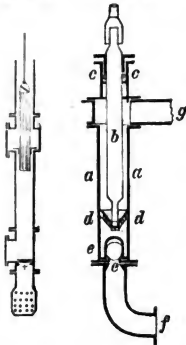
2) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1850, S. 93; und daraus im Polytechn. Centralblatte, Jahrg. 1851, S. 1353.

Boden von *b* das Saugventil *av* befindlich ist etc. Das Kolbenrohr *d* bewegt sich hier über dem untersten Steigrohrstücke *e* und gleichzeitig innerhalb des Cylinders *b* und zwar beiderseits mit wasserdichtem Schlusse. Die ganze Anordnung soll sich vorzüglich bewährt und zu vielfachen späteren Verwendungen beim österreichischen Bergwerksbetriebe Veranlassung gegeben haben <sup>1)</sup>.

Eine eigenthümliche Hebepumpe, ungefähr aus derselben Zeit stammend <sup>2)</sup>, mit hohlen Taucher- oder Mönchskolben, bei englischen Kohlengruben in Anwendung, ist in Fig. 432 skizzirt. Die erforderliche Liederung befindet sich in einer Nuth am unteren Ende des Steigrohres und gelangt man zu dieser Stelle durch eine Art Thorverschluss an der erweiterten Rohrstelle. Am oberen Ende ist der Hohlkolben mit dem erforderlichen Ventile versehen. Das Saugrohr ist sehr kurz und gelangt man auch hier durch einen geeigneten, em vorgemerkten ähnlichen Verschluss zum Saugventile.

Fig. 432.

Fig. 433.



Aus der Betrachtung gewöhnlicher Hebepumpen mit dicken, hölzernen Kolbenstangen, wie sich solche bei alten sogenannten Stadtwasserkünsten und bei früheren Wasserhaltungsmaschinen für Bergwerke vorfanden, gelangte 1843 der Eisenbahn-Maschinendirector Kirchweyer in Hannover zu der in Fig. 433 skizzirten Anordnung einer doppelwirkenden Pumpe mit nur zwei Ventilen und nur einem Kolbencylinder (Stiefel) mit durchbrochenem Kolben <sup>3)</sup>. Erreicht hat Kirchweyer gedachten Zweck einfach dadurch, dass er den Kolbencylinder *a* oberhalb durch eine Stopfbüchse *c* schloss, die Kolbenstange *b* gehörig verstärkte, diese zum Taucher- oder Mönchskolben gestaltete und mit ihr einen durchbrochenen Kolben *d* verband. Man erkennt sofort, dass diese Pumpe mit der Perspektivpumpe die Eigenschaft gemein hat, den Stiefel *a* nur beim Auf-

gange des Kolbens voll Wasser zu saugen und gleiches Ausströmen durch das Rohr *g* aber bei jeder Kolbenbewegung zu veranlassen. Beträgt ferner der Querschnitt der verstärkten Kolbenstange die Hälfte des Stiefel- oder Kolbenquerschnittes oder der Durchmesser des Plungers *b* circa  $\frac{1}{2}$ , von dem Durchmesser des Cylinders *a*, so wird natürlich der Ausguss der Flüssigkeiten beim Auf- und Niedergange des Kolbens gleich sein <sup>4)</sup>. Man pflegt diese Anordnung wohl auch Differenzialpumpe zu nennen.

1) Rittinger's Erfahrungen im berg- und hüttenmännischen etc. Maschinen-Bau- und Aufbereitungswesen. Jahrg. 1856, S. 23.

2) Karmarsch und Heeren, Handbuch der Gewerbkunde etc., Artikel „Pumpen“, S. 904.

3) Eine Pumpe, nach demselben Principe arbeitend, jedoch mit zwei Stiefeln und Kolben von verschiedenen Durchmessern über einander an derselben Stange, beschreibt schon 1724 Leupold in seinem Theatr. machin. hydraul. 1. Theil, S. 118, mit Abbild. auf Tafel XXXVII. Dieselbe soll aus Dänemark stammen.

4) Soll auch die Kraft zum Erheben des Pumpenkolbens gleich der zum



Gegenüber der doppeltwirkenden Pumpe De la Hire's ist die Differenzialpumpe als eine Vereinfachung zu betrachten, da sich die vier Ventile De la Hire's bei letzterer Pumpe auf nur zwei reduciren; wobei man jedoch nicht ausser Acht lassen darf, dass die Differenzialpumpe nicht mehr Wasser fördert, als eine einfach wirkende Pumpe von demselben Kolbendurchmesser und Hube.

Unter sonst gleichen Umständen erhalten die De la Hire'schen Pumpen bei kleiner Wassermenge verhältnissmässig geringe Dimensionen, weshalb es dann besser ist, eine Differenzialpumpe in Anwendung zu bringen; dasselbe lässt sich auch dann sagen, wenn die Pumpe lange Leitungen erfordert, indem es dann immer zweckmässiger ist, doppeltwirkende Pumpen zu haben. Ein Uebelstand der Pumpe bleibt immer die grosse Stopfbüchse *cc*, welche viel Reibung erzeugt.

Da neben Kirchweger auch noch der Franzose Faivre in Nantes und der Engländer Thomson in London die Erstconstructeure der Differenzialpumpe sein wollen, so dürften nachfolgende Bemerkungen nicht überflüssig sein. Kirchweger führte die ersten Differenzialpumpen am Anfange des Jahres 1843 aus und beschrieb eine dieser Maschinen in der unten angegebenen Zeitschrift<sup>1)</sup>. Unterm 19. Mai 1846 erhielt Ch. Faivre in Nantes ein Brevet auf dieselbe Pumpe und machte sie zuerst in dem unten citirten Armengaud'schen Werke bekannt<sup>2)</sup>. Endlich behauptet der Engländer Thomson, dass er die Differenzialpumpe zuerst im Jahre 1848 bei den Wasserwerken der Stadt Bristol in Anwendung gebracht habe<sup>3)</sup>.

Schliesslich werde noch erwähnt, dass Kirchweger die Differenzialpumpe in der Fig. 433 skizzirten Weise mit den (seit der Pariser Ausstellung von 1844 bekannten) Letestu'schen Trichterkolben<sup>4)</sup> und einem Kugelventile *e* Niederdrücken sein, so muss (abgesehen von den sogenannten mechanischen und hydraulischen Widerständen) der Bedingung entsprechen werden:

$$D^2 \cdot H = 2 d^2 \left( H - h - \frac{l}{2} \right),$$

wenn *D* den Durchmesser des Stiefels *a*, *d* den des Plungers *b*, *H* die Totalwasserförderhöhe, *h* die Saughöhe (Entfernung des Ventiles *e* vom Unterwasser) und *l* den Kolbenhub bezeichnet.

1) Mittheilungen des Gewerbevereins für das Königreich Hannover. Jahrgang 1845, S. 266, unter der Ueberschrift: „Beschreibung einer doppeltwirkenden Druckpumpe.“

2) Armengaud aîné: „Publication industrielle des machines“ etc. Vol. VII. Pg. 106, Pl. 8.

Im Jahre 1856 machte der Pariser Mechaniker Farcot von der Faivre'schen Pumpenanordnung Gebrauch bei der Wasserversorgung der Stadt Angers und beschrieb dies Maschinenwerk auch in Armengaud's Journal „Le Génie industriel.“ Septbr. 1857, Vol. XIV, ohne Faivre irgendwie zu erwähnen, worauf in demselben Journale Vol. XIV. Pg. 276 Faivre (ziemlich heftig) seine Ansprüche geltend zu machen suchte.

3) Institution of mechanical engineers, proceedings 1862, Pg. 259, unter der Ueberschrift auf den beigefügten Abbildungen: „Double Cylinder Pumping Engines at Lambeth Water Works.“

4) Der Letestu'sche Kolben bildet bekanntlich einen durchlöchernten Trich-

am oberen Ende der Sangröhre *f* vielfach als Pumpe für die Wasserstationen der hannoverschen Staatseisenbahnen ausführen liess. Später benutzte Kirchwegger seine Pumpe bei den Maschinen zur Wasserversorgung der Stadt Hannover, worauf wir speciell zurückkommen werden.

Fig. 434.

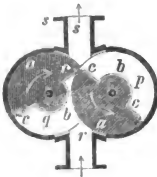
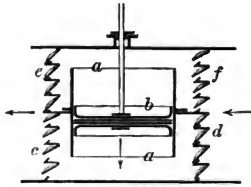


Fig. 435.



In den Vierziger Jahren<sup>1)</sup> ging auch die in Fig. 434 gezeichnete rotirende Pumpe aus dem rühmlichst bekannten Hamburger mechanischen Atelier der Gebrüder Repsold hervor, welche damals viel Aufsehen erregte und wovon die von der Werkstatt der Erfinder selbst gelieferten Exemplare auch längere Zeit

hindurch sich praktisch bewährten. Man kann diese Pumpe als eine Pappenheimiana (Fig. 398) betrachten, wobei die Zähnezahl auf das Minimum, auf je einen Zahn, vermindert wurde.

In der That sind die Repsold'schen Pumpräder (Kapselräder) nichts Anderes, als einzählige Stirnräder<sup>2)</sup>, wobei der Inhalt der bei einer Umdrehung geförderten Flüssigkeitsmenge fast ganz genau dem eines Zahnringcyinders ist.

Man beachte übrigens noch, dass die Constructeure bemüht gewesen sind, stets Metall und Leder aufeinander wirken zu lassen, wozu *cbc* Lederkappen sind, welche gehörig aufgezogen und mit ihren Enden an den Uebergangsstellen an den grossen Kolbenhälften gehörig befestigt sind. An diesen Uebergangsstellen sind übrigens Sförmige Abrundungen erforderlich, wo die convexen Partien nach Epicykloiden und die concaven nach Hypocykloiden geformt sein müssen<sup>3)</sup>. Diese Repsold'schen rotirenden Zwillingspumpen werden übrigens noch gegenwärtig bei Feuerspritzen, ferner als Theerpumpen in Leuchtgasfabriken und nach der unten notirten Quelle<sup>4)</sup> in England sogar als Kraftmaschine mit Wasserbetrieb (Kapselradturbine) in Anwendung gebracht.

Fast um dieselbe Zeit (1845) ordnete Fijnje, königlich holländischer Wasserbau-Ingenieur (Ingenieur van de Waterstaat), die De la Hire'sche Pumpe bei Entwässerungsanlagen Hollands so an, wie die Fig. 435 erkennen lässt. Das Eigenthümliche dieser Disposition liegt darin, dass die Ventile *cdef* in zwei Wänden eines viereckigen kastenförmigen gusseisernen Gehäuses angebracht sind, welches die eigentliche Pumpe *ab* umgibt und diese wie sämmt-

ter, in welchem eine Ledertute gesteckt ist, die über den oberen Trichterrand etwas hervorragt.

1) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen, Jahrg. 1844, S. 208, Tafel XVI.

2) Prof. Reuleaux, „Ueber die Kapselräder.“ Ebendasselbst Jahrgang 1866 S. 49.

3) Ebendasselbst S. 49.

4) Prakt. mech. Journal, 1865—66, Bd. XVIII. S. 28.

liche Ventile unter dem Spiegel des zu fördernden Wassers liegen. Der Kolbencylinder *a* ist auf den Rändern der Scheidewände befestigt, welche den Kasten in eine obere und untere Hälfte, in zwei Kammern theilen. Einen ferneren Stützpunkt erfährt der Stiefel *a* von unten, der jedoch in unserer Figur weggelassen wurde. Die Stange des Kolbens *b* geht selbstverständlich oben durch eine Stopfbüchse. Diese Pumpen zeichnen sich besonders dadurch aus, dass sie dem ein- und austretenden Wasser einen grossen Ventil-Querschnitt darbieten, deshalb aber auch mit verhältnissmässig grösserer Kolbengeschwindigkeit arbeiten können etc. Ausführlicher über diese Pumpen wird in den unten angegebenen Quellen<sup>1)</sup> gehandelt. Man findet die Fijnje'sche Maschine gewöhnlich unter dem Namen „Kastenpumpe“ aufgeführt. Eine recht praktische und deshalb beliebt gewordene Pumpenanordnung ist die in den Fig. 436 und 437 abgebildete, im Jahre 1850 zuerst von Carett in Leeds<sup>2)</sup> ausgeführte

Fig. 436.

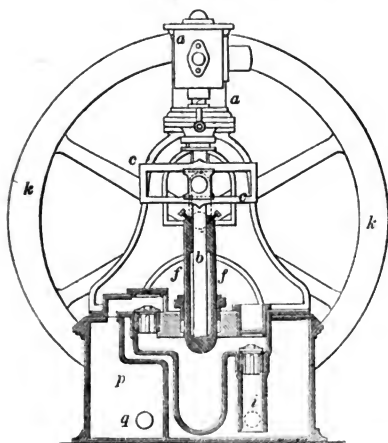
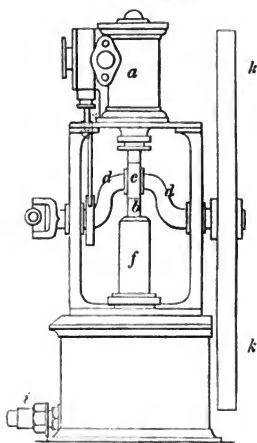


Fig. 437.



sogenannte Dampfpumpe, oder eine einfachwirkende Pumpe, welche durch eine kleine Dampfmaschine *a* auf möglichst directem Wege getrieben wird.

1) H. F. Fijnje: „Het Stelsel van Water-Opvoering, in toepassing gebracht te Dreumel“ etc. The Nijmegen, bij Thieme 1847. Ferner von Krüger: „Die Trockenlegung von Ländereien und die Kastenpumpen.“ Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen. Jahrg. 1858, S. 456. In letzterer Quelle ist (S. 455) angegeben, dass Fijnje seine Pumpenanordnung erst 1848 gemacht habe, was nicht richtig ist. Unsere vorbemerkte holländische Abhandlung datirt vom Jahre 1847 und ist dieser S. 10 eine Skizze der Pumpe eingeleftet, welche aus dem Jahre 1845 stammt.

2) Artisan 1850, Pg. 250.

Das besonders Eigenthümliche der Anordnung besteht aber darin, dass ihr Kolben die geradlinige Fortsetzung der Dampfmaschinenkolbenstange bildet und dass man als Verbindungsmittel einen Rahmen  $cc$  construirte, in welchem die Warze des zugehörigen Krummzapfens  $dd$  bei ihrer Kreisdrehung hin- und hergleitet. Letztere Art der Bewegungsumsetzung pflegt man bekanntlich die Kurbelschleife oder die Sinusbewegung zu nennen<sup>1)</sup>.

Wie aus der Abbildung erhellt, ist  $b$  die verlängerte Dampfkolbenstange, die in den Plunger  $f$  der Pumpe hineinreicht und mit diesem durch Druckschrauben fest vereinigt werden kann. Nach dem Lösen dieser Schrauben kommt die Pumpe ausser Thätigkeit, während die Dampfmaschine  $a$  zu anderen Arbeitszwecken verwendbar wird und wozu, wie aus Fig. 437 zu ersehen, die nach einer Seite hin verlängerte Krummzapfenwelle mit einem sogenannten Hook'schen Gelenk ausgestattet ist. Dass auch hier das vorhandene Schwungrad  $k$  dazu dient, die Krummzapfenwarze bei ihrer Drehbewegung im Verbande mit der Stange  $b$  über die sogenannten toten Punkte zu bringen, bedarf wohl keiner Erörterung.

Schliesslich werde noch darauf aufmerksam gemacht, dass der Raum  $p$  als Windkessel dient, durch die Oeffnung  $i$  das zu fördernde Wasser angesogen und durch die Oeffnung  $g$  weggedrückt wird.

Im Jahre 1848<sup>2)</sup> begann Appold in England mit der Herstellung brauchbarer Centrifugalpumpen und zwar zuvörderst zum Zwecke der Entwässerung von Ländereien, wobei er anfänglich rotirende Scheiben mit ebenen, schief gestellten Schaufeln, bald nachher aber mit stetig gekrümmten Schaufeln in Anwendung brachte, um das Wasser stossfrei in das Rad eintreten und ohne zu grosse Geschwindigkeit wieder aus demselben treten zu lassen.

Bei Gelegenheit der ersten internationalen Industrieausstellung im Jahre 1851 zu London hatte der französische General Morin Veranlassung, mit der Appold'schen Centrifugalpumpe gründliche Versuche anzustellen, woraus hervorging, dass ihr Wirkungsgrad 0,65 und selbst 0,68 betrug, also so gross war, wie der einer Kolbenpumpe mit etwas raschem Gange<sup>3)</sup>.

1) Die Weglängen der Stange  $b$  nach aufwärts =  $x$  repräsentiren die Sinus des Drehwinkels der Kurbelachse. Bezeichnet man daher die Bughöhe der Kurbel mit  $r$  und den Drehwinkel (von der Horizontalstellung der Kurbel aus gerechnet) mit  $\varphi$ , so hat man  $x = r \sin. \varphi$ . Man sehe hierüber auch Redtenbacher's Werk: „Der Maschinenbau.“ Erster Band, S. 358.

2) The Practical Mechanics Journal, Vol. IV. (1851—1852), Pg. 124 etc. In dieser Quelle wird unter der Ueberschrift: „A historical review of the Centrifugal Pump“ die Geschichte der Entwicklung von Demour (1732) an bis zum Jahre 1851 so vollständig abgehandelt, dass der Verfasser nur bedauert, hier nicht Raum genug zu haben, um Aller zu gedenken, welche sich um diese (jetzt) so brauchbar gewordene Maschine verdient gemacht haben.

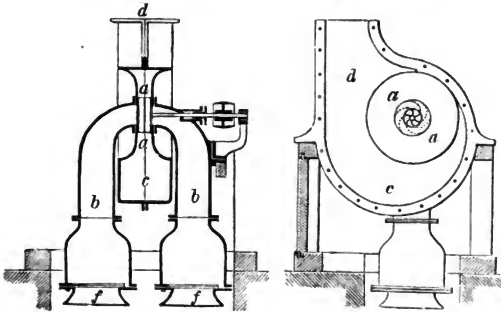
3) Publication industrielle des machines etc. par Armengaud aîné. T. 19 (1871), Pg. 300.

Die gleichzeitig von Bessemer und Gwyne mit ausgestellten und den Versuchen unterworfenen Centrifugalpumpen mit ebenen, radialen Schaufeln gaben einen Wirkungsgrad von nur 0,23.

Die Fig. 438 und 439 sind nach den schönen Abbildungen des unten notierten Armengaud'schen Werkes entnommen, welche die Appold'sche Centrifugalpumpe der Londoner Ausstellung von 1851 darstellen und womit Morin experimentirte. Das Schaufelrädchen *a* hatte nicht mehr als 0,305 Meter

Fig. 438.

Fig. 439.



(1 Fuss engl.) Durchmesser, 0,0762 Meter Breite, war mit 6 krummen Schaufeln ausgestattet und förderte bei 788 Umläufen pro Minute ein Wasserquantum von 5,61 Liter auf 5,90 Meter Höhe. Ferner waren zwei Einläufe angeordnet, sowie man die tiefsten Stellen der Saugröhren *bb* mit sogenannten Fussventilen *ff* versehen hatte, welche sowohl beim ersten Ansaugen der Pumpe von Vortheil sind, als sie auch das Zurückfallen des Wassers während jeden Stillstandes verhindern. Um das Ein- und Ausbringen des Rades *a* möglich zu machen, hat man das umgebende Gehäuse durch einen Schnitt getheilt. Die Querschnitte des Leitgehäuses nehmen (ganz richtig) von *c* nach dem Steigrohre *d* hin zu, die Betriebswelle ist an zwei Stellen gehörig gelagert und ist beim Eintritte in das eine Saugrohr mit einer entsprechenden Stopfbüchse ausgestattet. Diese Appold'sche Pumpe gab den Ausschlag zu den mannigfachsten nützlichen Verwendungen, indess dauerte es lange, bis man sich über die Constructionsanordnungen, Dimensionsberechnungen etc. gehörig einigte, worauf wir später zurückkommen werden<sup>1)</sup>.

Ein nicht unwichtiger Umstand zur Verbesserung mancher Pumpendetails war die von Goodyear (1839) in Nordamerika (Newhaven im Staate Connecticut) gemachte Erfindung, den Kautschuk zu „vulcanisiren“, d. h. den Kautschuk mit gepulvertem Schwefel zu vermengen und die Masse in erhitztem Zustande zu verarbeiten, wodurch er gegen Kälte und Wärme widerstandsfähiger wird<sup>2)</sup>. In Europa wurden die aus vulcanisirtem Kautschuk verfertigten Gegenstände eigentlich erst bekannt durch die Londoner internationale

1) Ueber verschiedene (neue) Dispositionen, Constructions-Veränderungen etc. der Centrifugalpumpen berichtet Armengaud in dem vorher citirten 19. Bande (1871) seiner Publ. industr.

2) Karmarsch, „Geschichte der Technologie“, S. 575.

Ausstellung von 1851<sup>1)</sup>, seit welcher Zeit sich auch die Verwendung dieses Materials zu Ventilkappen, Ventilsitzen, Kolben etc. datirt. In Fig. 440 liefern wir (zugleich als Ergänzung zu Fig. 147 etc.) die Skizze einer namentlich bei Dampfschiffsmaschinen (als Luftpumpe) gebräuchliche Pumpe, welche mit tellerförmigen Kautschukklappen *aa*, *bb*, *dd* ausgestattet ist und deren Sitz (so zu sagen) von gehörig durchlöcherter Metallplatten gebildet wird. Derartige Ventile gestatten schnellere Kolbenbewegung, ohne zu schlagen. Perreaux in Frankreich wollte diese Tellerform durch Ventilkörper ersetzen, die dem Mundstücke einer Clarinette gleichen. Der in der Mitte befindliche Schlitz öffnet oder schliesst sich, je nachdem er von unten oder von oben gegen die vorhandenen schrägen Flächen wirkt<sup>2)</sup>.

Eine bereits 1848 in Frankreich patentirte doppelwirkende Pumpe<sup>3)</sup> von Japy in Beaucourt (Oberrhein) erschien bei der Pariser internationalen Ausstellung von 1855 in der durch Fig. 441 bis 443 skizzirten, gedrängten Zusammenstellung<sup>4)</sup>. Der messingene Kolbencylinder *KE* wird schwebend von seit-

Fig. 440.

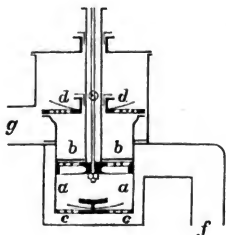


Fig. 441.

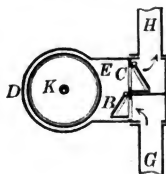


Fig. 442.

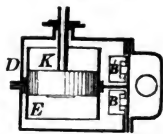


Fig. 443.



lichen Rippen gehalten, die man mit ihrem hohen Rande zwischen den Flantschen befestigt hat, welche zum Zusammenschrauben der beiden Hälften des äusseren Cylinders *D* dienen. Die vier vorhandenen Ventile (Fig. 443 besonders skizzirt) *BB* und *CC* befinden sich in einem seitlich angegossenen Kasten vereinigt und erinnert in dieser Beziehung die Pumpe an die bereits S. 597 besprochenen Reichenbach'schen Anordnungen. Der geringe Raum, welchen die Japy-Pumpe zu ihrer Aufstellung bedarf, und die Wohlfeilheit dieser übrigens durchaus nicht schlecht ausgeführten Maschine hat derselben viel Beifall und besonders Eingang in den Hauswirthschaften und in der Landwirthschaft verschafft<sup>5)</sup>.

1) Officieller Ausstellungsbericht vom Jahre 1851 von einer Commission der deutschen Zollvereins-Regierung. 2. Theil, S. 703.

2) Man sehe hierüber Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 144 (1857), S. 327.

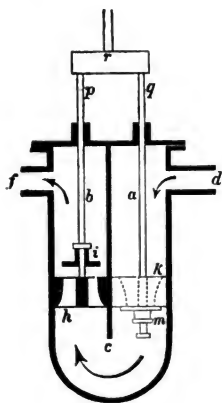
3) Génie industriel. T. I. Pg. 108.

4) Oben skizzirte Anordnung wurde Japy 1853 für Frankreich brevetirt. Abbildungen erschien hiervon 1854 im Génie industriel. T. VII. Pg. 113, Pl. 110. Ferner sind zu empfehlen: Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrgang 1856, S. 154.

5) Man sehe u. A. den bereits oben citirten illustrirten Katalog der Fabrik

Eine der sinnreichsten und einfachsten doppelwirkenden Pumpen, von dem Nord-Amerikaner F. T. Vose (Massachusetts) herrührend und unterm 26. Jan.

Fig. 444.



1855 für England patentirt, zeigt nebenstehende Fig. 444<sup>1)</sup>. Zwei unmittelbar neben einander befindliche Pumpencylinder *a* und *b* sind an ihren unteren (offenen) Enden durch ein gebogenes Rohr *c* so mit einander verbunden, dass eine freie Communication zwischen ihnen stattfinden kann. Oberhalb mündet in jeden der Cylinder (Stiefel) *a* und *b* ein Rohr, wovon das eine *d* zum Eintritte, das andere *f* zum Austritte der zu fördernden Flüssigkeit bestimmt ist. Beide Cylinder *a* und *b* sind mit durchbrochenen Kolben *h* und *k* versehen, sowie mit Ventilen *i* und *m* ausgestattet, wovon sich jedoch das Ventil *m* auf der unteren ebenen Fläche seines Kolbens *k*, das Ventil *i* aber auf der oberen Fläche des zugehörigen Kolbens *h* befindet. Oben gehen die Stangen *p* und *q* der Kolben durch Stopfbüchsen, während zugleich diese Stangen durch ein Querstück (Traverse, Kreuzkopf) *r* mit einander vereinigt

sind. Da hiernach beide Kolben gleichzeitig auf- und abgehen müssen, wobei jedoch immer nur eins der vorhandenen Ventile geöffnet ist, so erkennt man bald, dass die Pumpe bei jedem einfachen Hube sowohl Wasser ansaugt als wegdrückt, d. h. dass sie doppelwirkend ist.

So sinnreich die ganze Anordnung aber auch ist, so dürfte sich dieselbe für Pumpen von einigermaassen grösseren Dimensionen weniger eignen, als die Pumpe De la Hire's (Fig. 401) mit nur einem Kolben und nur einem Stiefel, ungeachtet der vier Ventile. Dem Verfasser ist die Vose'sche Pumpe seither auch nur als Hand-, Feuer- und Gartenspritze vorgekommen<sup>2)</sup>.

Uebrigens ist noch zu bemerken, dass sich auch schon in Belidor's Architect. hydraulica, 1. Theil, 3. Buch, 3. Capitel, S. 55, Tafel II. die Abbildung (a. a. O. Fig. 17) einer Wasserpumpe mit zwei neben einander befindlichen Stiefeln vorfindet, in welchen sich durchbrochene Kolben mit Ventilen bewegen und wobei beide Stiefel mit einem und demselben Druck- oder Steigrohre verbunden sind. Der eine Kolben geht aufwärts, während sich der andere abwärts bewegt, demnach haben beide Kolben getrennte Stangen, so dass man die ganze Anordnung als eine doppelwirkende Pumpe bezeichnen

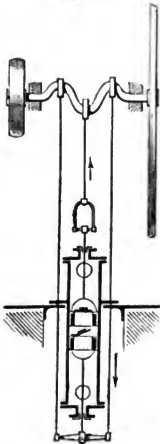
und Ausstellung landwirthschaftlicher Maschinen und Geräthe des Commerzraths E. Ahlborn in Hildesheim. Ausgabe von 1874, S. 213. (Mit Preisangaben.)

1) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. III. (1857), S. 118.

2) Auch Polytechn. Centralblatt 1861, S. 234.

kann, welche durch die Vereinigung zweier einfach wirkenden Pumpen gebildet ist und die sich demnach von der Pumpe des Ktesibius (Fig. 394) nur dadurch unterscheidet, dass sie mit Ventilkolben ausgestattet ist. Auch die Anordnung zweier (durchbrochener) Ventilkolben in einem und demselben Stiefel ist ziemlich alt. Sie findet sich bereits bei Belidor (a. a. O. 3. Buch, 3. Capitel ebenfalls auf Tafel II. mit dazwischen gestelltem Wasserkasten). Ebendasselbst S. 49, Tafel I. und zwar mit der Angabe: „Zur Pariser Wasserkunst an der Pont de notre Dame gehörig.“ In dem zu Borgnis 1819 erschienenen Werke: „Traité complet de mécanique“ etc., Abtheilung „des machines hydrauliques“ wird eine ganz ähnliche Anordnung Pg. 31, Pl. 8, Fig. 1 und 2, als „Pompe double de M. Marknoble“ aufgeführt, während Hachette in seinem „Traité élémentaire des machines“, Pg. 99, Pl. IX. Fig. 1 und 2, eine solche Maschine als „Pompe à double piston, à l'usage de la marine“ bezeichnet. Bei Gelegenheit der ersten Berliner Industrie-Ausstellung (1844) producirte Brix eine ähnliche Pumpe, die sich neuerdings wieder (in Gesellschaft einer noch anderen Construction von Bersch) besprochen vorfindet in der

Fig. 445.



Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. 2, 1858, S. 214. Das neueste und letzte dem Verfasser bekannt gewordene Exemplar einer Pumpe mit zwei durchbrochenen Kolben in demselben Stiefel ist in Fig. 445 skizzirt und zwar nach einer Zeichnung, welche sich im Génie industr. von 1860, Pg. 212, als Hubert's Pumpe vorfindet. Man erkennt leicht, dass sich bei der Bewegung die Kolben bald einander nähern, bald von einander entfernen, dass sich im ersteren Falle das Ventil des oberen, im zweiten Falle das Ventil des unteren Kolben öffnet<sup>1)</sup> etc.

Fig. 446.

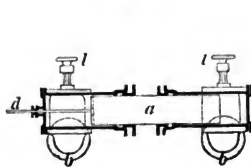
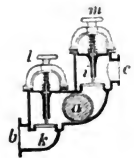


Fig. 447.



Viel beachtenswerther als die Pumpen mit zwei Kolben sind die der Neuzeit, wobei man das Princip der Doppeltwirkung entweder durch geeignete Verbindung zweier einfachwirkenden Pumpen nach Ktesibius oder durch Verbesserung der De la Hire'schen Pumpe auszubeuten bemüht war. Zu den sehr praktischen zweckmässigen Anordnungen der ersten Art gehören die in den Fig. 446 und 447 skizzirten Pumpen des französischen Ingenieurs Girard in

1) General Morin in seinem Buche: „Machines et appareils destinés à l'élévation des eaux.“ Paris 1863, bespricht §. 177 die Pumpen mit zwei Kolben in demselben Stiefel, wobei eine mit dargestellt wird, die sich im Pariser Conservatoire des arts et métiers vorfindet und welche grosse Aehnlichkeit mit der von Hachette beschriebenen hat.



Paris<sup>1)</sup>. Diese bestehen aus zwei gegen einander gekehrten Cylindern, in denen sich ein und derselbe Plungerkolben *a* hin und herbewegt und wobei die Ventilanordnung derartig getroffen ist, dass jedes solches Cylinderpaar eine doppelt wirkende Pumpe bildet. Die Saugventile *k* wie die Druckventile *i* (beide mit Federn ausgestattet, die zwischen Bügel *l* und *m* gespannt sind und gegen die Ventile wirken) haben die Gestalt einer nach abwärts gekehrten Schale<sup>2)</sup>. Dass bei *b* die Saugröhre und bei *c* die Steig- oder Druckröhre angeschlossen wird, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Im Jahrgange 1874 (Bd. XVIII), S. 91 der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure veröffentlichte ein Herr Thometzek unter der Ueberschrift: „Hochdruckpumpe für ein städtisches Wasserwerk bestimmt“ eine Anordnung, welche, bis auf die Ventile, ganz die Girard'sche Maschine ist.

Auf der Londoner Ausstellung von 1862<sup>3)</sup> producirte der Amerikaner Hansbrow eine Anordnung unter dem Namen „Kalifornia-Pumpe“, die in der Geschichte insofern erwähnt zu werden verdient, als sie das De la Hire'sche Princip in der gedrängtesten Ausführung vertritt. Der Kolbencylinder liegt hier horizontal, der sogenannte schädliche Raum zwischen Cylinder, Saug- und Druck-Ventilen ist auf ein Minimum herabgezogen, sowie es nur der Lösung zweier Schrauben bedarf, um zu den Ventilen gelangen und solche herausnehmen und einbringen zu können. Professor Werner in Darm-

1) Die erste Nachricht über diese Girard'sche Pumpe erhielt der Verfasser durch folgende 1854 in Paris (bei Mallet-Bachelier) erschienene, mit vielen Illustrationen ausgestattete Schrift: „Machine hydraulique pour refouler l'eau dans la conduite. Pouvant s'appliquer aussi à toute espèce d'élevation d'eau.“ Par L. D. Girard, Ingenieur civil.

Leider ist hieraus nicht zu entnehmen, von wann ab Girard diese Pumpenanordnung in Ausführung brachte. Ausser Frankreich und Italien ist dem Verfasser auf dem Continente nur die Schweiz als das Land bekannt, wo die Girard'schen Pumpen Anwendungen im grösseren Maassstabe gefunden haben. In letzterer Beziehung ist besonders auf die 1870 vollendete Wasserkunst der Stadt Zürich aufmerksam zu machen, woselbst die Girard'schen Pumpen zur grössten Zufriedenheit arbeiten. Ausführlich wird hierüber berichtet<sup>1)</sup> (mit schönen Zeichnungen begleitet) in der „Schweizerischen Polytechnischen Zeitschrift“ Bd. XV. (1870), S. 112—117.

2) In der zuletzt genannten Quelle (S. 116) wird von den Ventilfedern bei den Pumpen der Züricher Wasserkunst Folgendes berichtet: „Die Federn bewirken beim Wechseln des Kolbenganges einen sofortigen augenblicklichen Schluss der betreffenden Ventile, so dass kein Wasserstoss auf solche erfolgen kann und daher das Spiel der Ventile im Allgemeinen ein sehr ruhiges ist.“ Wir bemerken hierzu, dass auch Lage und Grösse des Windkessels am Saugrohre (ein sogenannter negativer Windkessel) von Einfluss auf das Nichtschlagen der Pumpenventile ist etc.

3) Amtlicher Bericht, erstattet nach Beschluss der Commissarien deutscher Zollvereinsregierungen. Bd. 3, Heft XVII. 8. Classe, S. 523. Mit Abbildungen im Polytechn. Centralblatte, Jahrg. 1863, S. 235. Ferner in Grothe's Jahresbericht über die Fortschritte der mechan. Technik etc. Zweiter Jahrgang, S. 229.

stadt hat diese Pumpe in mehreren Theilen verbessert<sup>1)</sup> und sind unsere Fig. 448 und 449 den betreffenden Zeichnungen des Wiebe'schen Skizzenbuches entnommen<sup>2)</sup>. Bei Werner ist vor Allem das Druckrohr am Cylinder und nicht, wie bei Hansbrow, am Windkessel angebracht. Das Wasser geht, nachdem es durch die Druckklappen in den Windkessel gelangt ist, durch die Oeffnung *a* in den Canal *b*, aus dem es in das Druckrohr *c* gelangt, welches am Cylinder befestigt ist. In unserer Skizze ist angenommen, dass

Fig. 448.

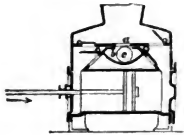
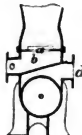


Fig. 449.



der Kolben soeben seinen Weg von links nach rechts ausführt, so dass das von *d* (Fig. 449) aus angesogene Wasser die Saugklappe links passiert und links hinter den Kolben tritt, während das rechts vor dem Kolben befindliche Wasser das Steigventil rechts geöffnet hat, in den Windkessel geht und von hier, wie bereits erwähnt, auf dem Wege *abc* nach der beabsichtigten Stelle hingedrückt wird.

Aus derselben Zeit (1862) datirt auch die Gwynne'sche Centrifugalpumpe nach der Ausführung seines Patentträgers Malo in Dünkirchen<sup>3)</sup>. Die Fig. 450 und 451 sind Skizzen, dem unten citirten Armengaud'schen Werke ent-

Fig. 450.

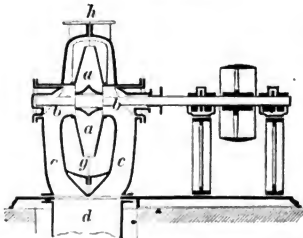
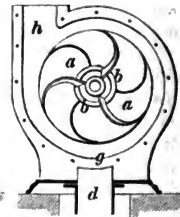


Fig. 451.



nommen, wobei ein besonderes Gewicht darauf gelegt wird, dass die Schaufeln *a* durchaus gekrümmt sind und nicht wie bei Gwynne's eigener Anordnung nur an den äusseren Enden derselben. Richtiger verdient die Convergenz der Schaufelradwände *a* (in Fig. 450 erkennbar) belobt zu werden, zwischen denen sich das Wasser von der Mitte des Rades aus nach dem Umfange zu bewegen

1) Blum, Referate über Pumpen. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XIV. 1870, S. 197.

2) Heft LIV. Blatt 3 (1867).

3) Armengaud, „Publication industrielle des machines.“ Tome 19 (1871), Pg. 307, Pl. 23. Deutsch bearbeitet findet sich der ganze Artikel unter der Ueberschrift: „Beschreibung der hauptsächlichsten Constructionen von Centrifugalpumpen im 17. Bande (1871) von Bornemann's „Civilingenieur“, S. 359.

hat. Unrichtig ist auch hier die innere Gestaltung des Leitgehäuses von  $g$  nach  $h$  (Fig. 451) hin. Endlich ist zu tadeln, dass das Rad  $ab$  lange nicht genug excentrisch zum Gehäuse gestellt wurde, an der Austrittsstelle bei  $h$  nach rechts hin nicht anschliesst u. dgl. m. Wir kommen weiterhin auf die richtige (neuere) Construction der Centrifugalpumpen zurück<sup>1)</sup>.

Im Jahre 1865 gelang es dem Civilingenieur August Nagel in Hamburg einen Wasserausgapparat zum Entleeren und Freihalten von Baugruben mit grossem Erfolg auszuführen, dessen Princip auf dem Venturi'schen Satze von der Saugwirkung durchlöcherter Röhrenwände beruht, wenn sich in den Röhren unter gewissen Umständen und bei bestimmten veränderlichen Querschnittsverhältnissen Flüssigkeiten bewegen. Hiervon war schon beim Blasrohr der Eisenbahnlocomotiven<sup>2)</sup>, ferner bei der Giffard'schen Dampfstrahlpumpe<sup>3)</sup> die Rede. Auch hatte bereits der Engländer Thomson dasselbe Princip zur Construction einer „Saugstrahlpumpe“ aufgestellt, ohne jedoch einen genügenden Wirkungsgrad und ohne Ausführungen im Grossen nachweisen zu können<sup>4)</sup>. Nagel wurde zur Herstellung seines Saugapparates in einem bestimmten Falle (Entfernen vorhandenen und zufließenden Wassers in einer für Turbinenanlagen erforderlichen Baugrube zu Fuhsbüttel bei Hamburg) geradezu gezwungen, indem sich weder Pumpen mit besonderen Betriebsmaschinen aufstellen liessen, noch diese die Entleerung so schnell (ohne starke Maschinen und grosse Kosten) zu beschaffen vermocht hätten, als dies örtliche (contractliche) Verhältnisse erforderten<sup>5)</sup>.

Die Fig. 452 und 453 auf folgender Seite dienen zur Erläuterung des Nagel'schen Saugapparates, wie er in Fuhsbüttel zuerst zur Ausführung gelangte und geradezu überraschende Leistungen erkennen liess.

Rechts vom Buchstaben  $a$  in Fig. 452 denke man sich normal zur Bildfläche ein Gerinne (Freifluth) mit darin fließendem Wasser von solcher Tiefe, dass die Einmündung  $a$  nach einem abgezweigten, im Profile viereckigen Canale  $bcd$  stets unter Wasser gesetzt ist. Bei  $f$  mündet ein Rohr  $g$  in den Canal, dessen unteres Ende in das zu fördernde Wasser  $m$  eintaucht. Oeffnet man nun den Schützen  $a$ , so tritt aus dem vorerwähnten Gerinne Wasser ein und zwar mit einer Geschwindigkeit, welche der vorhandenen Druckhöhe und den sonstigen Umständen entspricht. Dies Wasser durchströmt den ganzen Canal  $bcd$ , wird aber bei dieser Bewegung erst bei  $e$  durch eine Verengung gestört,

1) Wir benutzen die Gelegenheit, auch auf die Centrifugal- (Kreisel-) Pumpen aufmerksam zu machen, welche Schwarzkopf um dieselbe Zeit mit Erfolg construirte und ausführte und die sich u. A. besprochen und abgebildet finden in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen, Jahrg. 1865, S. 109, Taf. XV.

2) Bd. 3, S. 260.

3) Bd. 3, S. 318.

4) Weisbach, Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 1188.

5) Ausführlich über alle diese Umstände und Verhältnisse und über Nagel's „Wasserausgapparat“ überhaupt handelt ein Aufsatz seines Compagnons Herrn Kämp in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1865, S. 78—82.

dann gleich darauf durch eine von *c* ab bis nach *d* hin gebildete Erweiterung (man sehe namentlich den Grundriss Fig. 453) derartig zum Ausbreiten gezwungen, dass bei *e* ein Saugen erfolgt, welches bewirkt, dass erst die in *f* befindliche Luft, nachher aber Wasser aus der Baugrube *m* in dem Rohre *g* angesogen und mit zum Fortströmen im Canale *ed* veranlasst wird. Noch ist einiger Sicherheitsvorrichtungen zu gedenken, die Herr Nagel für erforderlich erkannte. Hierher gehört vor Allem eine am Ende *d* des Canales angebrachte,

Fig. 452.

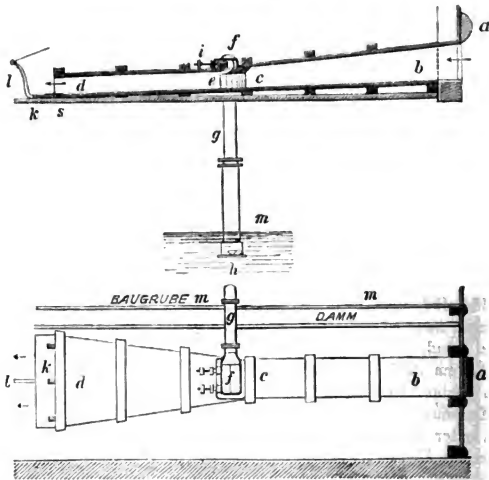


Fig. 453.

um *s* drehbar gemachte Klappe *k*, welche dazu dient, bei Inbetriebsetzung des Apparates durch Anziehen mittelst eines Flaschenzuges an einem eisernen Bügel *l* die Klappe so weit aufzurichten, dass das Wasser gezwungen wird, zunächst den divergirenden Theil des Holzkastens gänzlich auszufallen. Ebenso war am unteren Ende der Saugröhre *g* ein sogenanntes Fussventil *h* erforderlich, um zu verhindern, dass das angesogene Wasser in die Baugrube zurückfallen kann. Endlich wurde in dem (besonders angesetzten eisernen) Kasten *f* ein stellbarer Schieber *i* angebracht, welcher auf dem Canale *e* gleitet und dazu dient, diesen Canal nach Bedürfniss erweitern oder verengen zu können.

Bald nach den vorerwähnten Veröffentlichungen des Herrn Kämp schrieb Herr Professor Werner in Darmstadt eine Theorie dieser Wasserstrahlpumpe<sup>1)</sup>, welche die Nagel'schen Erfahrungen und Resultate bestätigte und

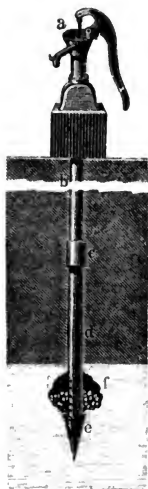
1) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1866 (Bd. X.), S. 126.

zugleich Anhaltspunkte zur Construction und Vorermittlung des Wirkungsgrades (bis zu fast 0,50) für bestimmte Fälle liefert, auf welche Arbeit Werner's wir deshalb ganz besonders aufmerksam machen möchten.

Neuerdings (1872) hat sich die Nagel'sche Strahlpumpe als „selbstthätiger Wasserschöpf-Apparat“ bei Bauten in der Festung Neisse derartig bewährt, dass sich der Berichterstatter, Oberst v. Oppermann in Coblenz, in der unten citirten Quelle<sup>1)</sup> zu einem Ausspruche verpflichtet hält, welcher also lautet:

„Der Wasserschöpf-Apparat der Herren Nagel & Kämp in Hamburg hat sich in Bezug auf Einfachheit, Wohlfeilheit und Leistungsfähigkeit so bewährt, dass es angezeigt scheint, diesen neuen sinnreichen Apparat auch in weiteren Kreisen bekannt werden zu lassen und ihn zur Benutzung zu empfehlen.“

Fig. 454.



Soweit als möglich die chronologische Zeitfolge beibehaltend, begegnen wir vom Anfange der sechziger Jahre ab, namentlich im Verlaufe des nordamerikanischen Bürgerkrieges (1861—1865) den sogenannten Rohrbrunnen, als Erfindung eines Mannes mit Namen Norton<sup>2)</sup>, der die Nordarmee begleitete und in den meisten Fällen es vermochte, mit dieser einfachen Anordnung den auf Marschen oder in vorübergehenden Lagerrasten befindlichen Truppen (wenn auch temporär, doch rasch) Trinkwasser zu beschaffen<sup>3)</sup>. Die Hauptsache der ganzen Erfindung bildet das eigenthümliche Brunnenabteufungssystem, indem kein Brunnenschacht gegraben und gemauert, sondern, wie unsere Abbildung Fig. 454 erkennen lässt, ein am unteren Ende gehörig spitzes, eisernes Rohr (Gasrohr) von 30 bis 40 Millimeter und mehr Durchmesser in den Boden getrieben wird. Etwa 250 bis 300 Millimeter über der Spitze am unteren Ende des Rohres sind gehörig Sauglöcher angebracht, die man wohl auch mit einem Siebe von feiner Metallgaze umgiebt. Am oberen, zu Tage ausgehenden Ende des Rohres befestigt man in gehöriger Weise die nöthige Saugpumpe, deren Schwengebewegung (nach vorhergegangennem Aufgiessen von Oberwasser) bald das Erscheinen von (Unter-) Wasser

1) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover, Bd. 19 (1873), S. 56.

2) Dingley's Polytechn. Journal, Bd. 186 (1867), nach dem Mechanics Magazin, Septbr. 1867, Pg. 166.

3) Die Erfindung der Rohrbrunnen soll bereits 1831 von einem Deutschen, Heinrich Melm, gemacht worden sein, der im bemerkten Jahre Studirender des Berliner Gewerbe-Institutes war. Ausführlich wird hierüber berichtet (von Kaiser) im Breslauer Gewerbeblatte und hieraus im Polytechn. Centralblatte, Jahrg. 1870, S. 67.

erkennen lässt, wenn man anders so glücklich war, ein natürliches Wassernest in der Tiefe zu treffen. Die Länge des Rohres richtet sich offenbar nach der Tiefe, bis zu welcher man hinabgehen muss, um an eine Wassersammelstelle zu gelangen. Unter Benutzung sogenannter Muffenverschraubungen lässt sich natürlich das Rohr beliebig verlängern, wobei man sich wieder des Gesetzes erinnern muss, dass ein Ansaugen über 9 Meter Höhe nicht gut möglich ist, indem 10 Meter die (theoretische) Wassersäulenhöhe ist, welche dem Drucke einer Atmosphäre das Gleichgewicht hält. Dass man nicht in allen Fällen im Stande ist, durch dies Verfahren Wasser zu schaffen, versteht sich von selbst. Durch aufmerksames Sondiren der Gegend, der Beschaffenheit des Bodens etc. lassen sich jedoch fast immer solche Vorbestimmungen machen, dass man sein Ziel erreicht. Ein so angelegter Brunnen hat übrigens noch den Vorzug, dass atmosphärisches Wasser von der Oberfläche nicht eindringen kann, so dass das geförderte Wasser in der Regel kalt und frisch ist.

Das Eintreiben des Rohres in den betreffenden Boden geschieht entweder mittelst des Einbohrers (namentlich in Sandboden) unter Verwendung eines sogenannten (amerikanischen) spiralförmigen Erdbohrers oder durch Einrammen. Für letzteren Fall hat schon der Erfinder (Norton) selbst eine zweckmäßige Ramme angegeben, deren Bär hohl ist und der die Röhre selbst als Mäkler (zur Führung) benutzt. An geeigneten Stellen der Röhre sind Hülsen (Schellen) festgeschraubt, gegen welche der an über Rollen gehende Seile aufgezoogene Bär trifft, wenn die Seile frei gelassen werden.

Ueber alle diese Anordnungen und Arbeitsverrichtungen unter Beifügung einer Abbildung der ganzen Rammvorrichtung handeln zwei von E. Blum geschriebene Aufsätze<sup>1)</sup>, die wir allen Betheiligten und Freunden der interessanten Sache nicht genug empfehlen können.

Von den Engländern wurden die Rohrbrunnen bei der Abessinischen Expedition (1867—1868) mit Erfolg benutzt, sowie auch die deutschen Armeen im französischen Kriege von 1870—1871 davon mehrfach Gebrauch machten, endlich sie auch bei temporären Gefangenenlagern, in der Berliner Erbstwurfabrik etc. recht vortheilhaft benutzt wurden. Für friedliche Zwecke wird man die Rohrbrunnen in Gärten, auf freien Ausstellungsplätzen, bei Pferderennen etc. wahrscheinlich nie wieder ausser Gebrauch setzen<sup>2)</sup>.

Es dürfte hier der Ort sein, noch einer eigenthümlichen doppeltwirkenden Pumpenanordnung (des De la Hire'schen Grundprincipes) zu gedenken, welche, nach Wissen des Verfassers, im Jahre 1867 in Nordamerika auftauchte und unter dem Namen „Neue Amerikanische Doppel-Ventil-Pumpe der Bridgeport Manufacturing Comp.“ bald nach jener Zeit im Handel vorkam und noch gegenwärtig auf Ausstellungen<sup>3)</sup> und in den Katalogen der deutschen Fabriken landwirthschaftlicher Maschinen figurirt.

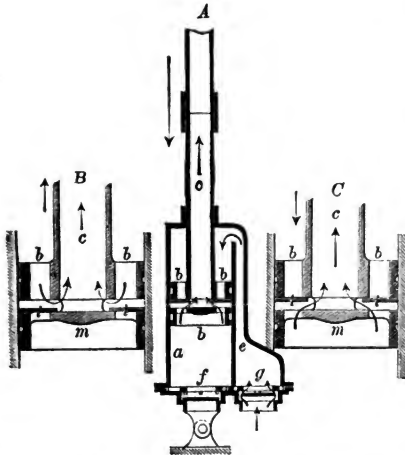
1) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIV. (1870), S. 785 (hier mit Abbildung der Ramm-Vorrichtung), und Bd. XV. (1871), S. 253 u. 697.

2) Mit sehr deutlichen, hübschen Abbildungen begleitet findet man die Rammarbeiten zur Herstellung der Rohrbrunnen erörtert in C. W. Runde's (W. Garvens') „Illustriertem Kataloge von Pumpen und Röhrenbrunnen.“ Hannover 1871, S. 21—25.

3) Im Jahre 1874 u. A. in Bremen. Schöne Abbildungen finden sich bei

Das besonders Eigenthümliche dieser in Fig. 455 skizzirten Pumpe besteht darin, dass ihre Kolbenstange *c* eine Röhre bildet und diese zugleich als Steigrohr des Wassers benutzt wird. Die Wirkungsweise

Fig. 455.



der Anordnung erklärt sich ohne Weiteres, wenn beachtet wird, dass mit *f* und *g* die Saugventile und mit *i* die beiden Kolbenventile bezeichnet sind, sowie dass die in grösserem Maassstabe gezeichneten, durch die Buchstaben *B* und *C* markirten Skizzen beziehungsweise den Auf- und Abgang des Kolbens *b* darstellen, endlich überall gleiche Theile mit denselben Buchstaben bezeichnet wurden. Bei der Hauptfigur *A* ist der Kolben *b* und seine hohle Kolbenstange *c* im Niedergange begriffen, weshalb sich die Ventile *i* an die nach oben gehenden Durchbohrungen oder Durchgänge des Kolbens anlegen und unten im

Stiefel *a* befindliches Wasser durch die unteren Durchbohrungen von *m* in das Steigrohr *c* tritt. Während dieser Zeit ist das Stiefelventil *f* geschlossen, dagegen wird durch das Nebenventil *g* Wasser angesogen und vom Drucke der atmosphärischen Luft im Seitencanale *e* aufwärts in den Stiefel *a* getrieben. In der Regel befestigt man den ganzen Pumpenkörper auf der Brunnensohle, so dass gar keine Saugröhre erforderlich wird. Als Uebelstände dürften die ohne jede Führung arbeitenden Ventile zu bezeichnen sein, was namentlich noch mehr bei den Kolbenventilen *i* in Betracht kommt, indem diese bald nach oben, bald nach unten hin einen sicheren Verschluss bilden müssen; ferner ist die Anzahl der Richtungsveränderungen, zu welchen das Wasser bei seiner Bewegung vom Unterwasser aus bis in das Steigrohr *c* gezwungen wird, sehr gross, was das Güteverhältniss der Pumpe herabzieht. Dagegen ist die Anordnung recht compendiös, auch wird im Winter das Einfrieren der Pumpe weniger zu befürchten sein, weil sie ganz unter Wasser aufgestellt werden kann und kein Wasser im Steigrohre verbleibt, wenn die ganze Maschine still steht. Ganz besonders beliebt soll diese Pumpe für den Gebrauch auf Schiffen (als Schiffspumpe) sein. In der Regel überzieht man für letztere Anwendung die ganze Maschine mit einem geeigneten Ueberzuge (galvanisirt sie), um den Einwirkungen des Salzwassers besser widerstehen zu können.

den Preislisten der Bridgeport Manufacturing Company und (zum Theil) auch in dem bereits oben citirten illustrierten Kataloge des Commerzrathes E. Ahlborn in Hildesheim.

Wir stellen nunmehr drei Gattungen rotirender Kolbenpumpen zusammen, welche in der amerikanischen Abtheilung der Pariser Industrieausstellung vom Jahre 1867 zu finden waren, damals Aufsehen erregten und jetzt mehrfach verwendet werden.

Fig. 456.

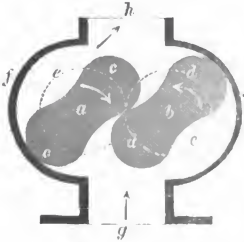


Fig. 457.

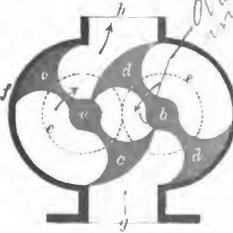


Fig. 458.

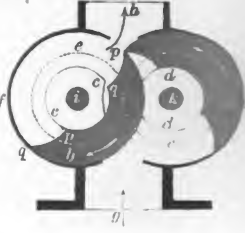


Fig. 456 und 457 sind Maschinen des Nord-Amerikaners Roots (zu Connersville, Indiana)<sup>1)</sup> und Fig. 458 ist die Pumpe, welche ebenfalls ein Nord-amerikaner, Behrens<sup>2)</sup> mit Namen, ausgestellt hatte und welche letztere wohl auch die Dart'sche (Name des Compagnons und Pariser Ausstellers) Rotationsmaschine (rotirende Dampfmaschine, Pumpe oder Gebläse) genannt wird.

Alle drei Pumpen gehören (nach Leupold) zu den Kapselkünsten<sup>3)</sup> mit zwei Rädern oder mit sogenannten Zwillingkolben, und zwar kann man mit Reuleaux<sup>4)</sup> die beiden Roots'schen Maschinen Kapselräder mit zwei Zähnen und die Behrens-Dart'sche Maschine Kapselrad mit einem Zahne nennen. Die beiden sich um  $a$  und  $b$  als Achsen drehenden Zähne  $c$  und  $d$  der ersten Roots'schen Pumpe, Fig. 456, sind nach Kreisbogen abgerundet und zwar berühren sich immer die convexen Partien des einen Rades mit den concaven des anderen. Die ausserhalb der Kapsel  $f$  auf die Wellen  $a$  und  $b$  festgekeilten Zahnräder zum Betriebe der Maschine sind durch punktirtre Kreise  $e$  markirt. Das Wasser wird bei  $g$  angesogen und schliesslich nach  $h$  gedrückt.

Bei der zweiten Roots'schen Pumpe, Fig. 457, haben die Zähne  $ac$  und  $bd$  an den Stellen, wo sie die Kapsel  $f$  berühren, cylindrische Profile, ebenso die äusseren Umfänge (Naben) der Drehachsen  $a$  und  $b$ , während die Flankenprofile nach Epicykloiden gebildet sind<sup>5)</sup>.

Bei Behrens, Fig. 358, sind die beiden sich drehenden Kolben  $a$  und

1) Beschrieben und abgebildet im Engineer vom August 1867, Pg. 146.

2) Oesterreichischer (officieller) Bericht der Pariser Industrie-Ausstellung von 1867, Bd. II. S. 125.

3) Leupold, Theatri machinarum hydraulicarum, T. I. Cap. XIII. S. 123.

4) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen, Jahrg. 1868, S. 46 und 50.

5) Ausführlich über die hier erforderlichen Gestalten handelt Reuleaux an der kurz vorher citirten Stelle.



*b* mondsichelförmig ausgeschnitten, *c* und *d* sind unbewegliche, im Gehäuse fest liegende Kerne, um welche sich die Kolben drehen und wozu man letztere in sinnreicher Weise an seitlich liegenden runden Scheiben (die in unserer Abbildung weggelassen wurden) befestigt hat. Die Ausschnitte eines jeden Kolbens (beim Kolben *b* in Fig. 458 mit *pq* bezeichnet), welche nicht mit dem Kerne *c* und *d* in Berührung kommen, sind ebenfalls nach Epicykloiden gebildet<sup>1)</sup>.

Gegenüber der Roots'schen Pumpe ist hier als wesentlich neu der Verschluss des Mittelcanales durch Körper zu betrachten, die mit congruenten Flächen an einander gleiten.

Während sich die Roots'schen Maschinen vorzugsweise zum Pumpen dicker Flüssigkeiten, namentlich Theer, Oel u. dgl. (wie wir später erfahren, mit einem geeigneten Ueberzuge an den zusammenarbeitenden Stellen versehen, auch als Bläser und Sauger für atmosphärische Luft) eignen, lassen die Behrens-Dart'schen Maschinen eine bei weitem vielseitigere Anwendung (als Pumpe, Turbine, Dampfmaschine und Gebläse) zu, und zwar deshalb, weil hier nicht bloß Berührungslinien, sondern Berührungsflächen gebildet sind, die naturgemäss weit grössere Garantien für das Dichthalten und Ansaugen bieten, als dies bei Roots der Fall ist<sup>2)</sup>.

Fig. 459.

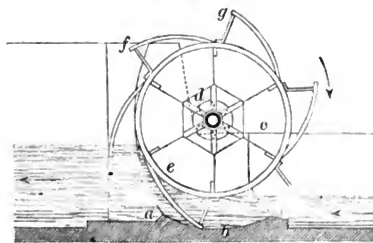
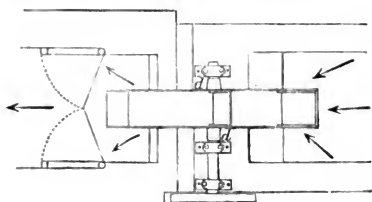


Fig. 460.



Ob dessen ungeachtet durch die Behrens'sche Rotationspumpe die schon von Leupold beklagte Sache, der Forderung einer hinlänglichen und besonders dauernden Dichtung entsprochen wird, dürfte mindestens so lange zu bezweifeln sein, bis hinlängliche Erfahrungen das Gegentheil beweisen.

Im Jahre 1868 gelang es dem holländischen Ingenieur H. Overmars jun. in Roermond das alte holländische Wurfrad (Schep-rad), S. 587, Fig. 415, durch ein anderes Rad zu ersetzen, welches Fig. 459 im Aufriss, Fig. 460 im Grundriss darstellt und welches der Constructeur

1) Für praktische Ausführungen sind die auch hier von Reuleaux (a. a. O. S. 50) gegebenen Constructionsregeln recht sehr zu empfehlen.

2) Als vorzüglich schöne (Werk-) Zeichnungen sind die Behrens'schen Pumpen mit rotirenden Kolben in Armengaud's Publication industrielle, Vol. 19, Pl. 11 und 12, zu empfehlen.

„Pumpenrad“ genannt hat<sup>1)</sup>. Mit dieser Maschine glaubt Overmars die Nachteile und Beschwerlichkeiten (wie Wasserverluste im Aufsteiger, Dreinschlagen und Zertheilen des Unterwassers, grosse Peripheriegeschwindigkeit u. dgl. m.) des Wurfades beseitigt zu haben, ohne dessen Vortheile (wie Einfachheit, geringe Unterhaltungskosten etc.) zu verlieren.

Das Princip dieses ganz aus Eisen zu construierenden Rades besteht vornehmlich darin, den Abschluss des Aussenwassers nicht mehr durch die Rad-schaufeln allein, sondern (hauptsächlich) durch den Körper des als hohle Trommel gestalteten Rades *cde* zu bewirken, auf dessen äusserem Umfange eine geringe Zahl gekrümmter Schaufeln *f, g* etc. befestigt sind; ferner an die Stelle des ansteigenden Aufsteigers (*bc* Fig. 459) ein genau unter der Radwelle liegendes und zwar aus Mauerwerk gebildetes Kreisgerinne *abc* einen Kropf treten zu lassen, dessen Länge nur um ein Geringes grösser ist, als der Abstand *fg* je zweier Schaufeln, die zugleich die in Fig. 459 erkennbare Lage haben müssen. Durch diese Anordnung will es der Constructeur erreichen, dass die Schaufeln das Wasser nicht blos mechanisch weiter schieben, sondern auch (vermöge des genauen Anschlusses längs der Gerinnstrecke *cba*) eine der Arbeit des Pumpenkolbens ähnliche, saugende Wirkung eintritt. Auf letztere Wirkungsweise gründet Overmars die Benennung „Pumprad.“

Durch Messungen an ausgeführten Pumprädern will man festgestellt haben, dass eine solche gut construirte und sauber ausgeführte Wasserförderungs-maschine einen Wirkungsgrad von 0,90 oder einen Nutzeffect von 90 Procent gewährt<sup>2)</sup>.

Ungeachtet aller dieser Vortheile konnte man sich in Holland über die Vorzüge der einen oder anderen Maschinengattung zum Wasserfördern (ältere Wurfäder, Kolbenpumpen mit Ventilen, Centrifugalpumpen etc.) nicht einigen und wandte auch hier, wie in fast allen übrigen Ländern, besondere Aufmerksamkeit den Centrifugalpumpen oder Kreiselpumpen zu, da diese Maschinen bescheidene Grössen behalten, keine Ventile nöthig haben und das zu fördernde

1) Dem Verfasser ist über Overmars Rad durch Freundeshand vor mehreren Jahren eine (1868) in Roermond als Manuscript gedruckte Abhandlung zugegangen, welche die Ueberschrift trägt: „Het nieuwe Waterwerktuig genaamd Pomprad“, die mit einer Abbildung begleitet ist, welche durch die Fig. 459 und 460 skizzirt wurde.

In vollständiger, rationeller Darstellung hat dies Pumprad zuerst der Baumeister A. Wiebe in Frankfurt bekannt gemacht und zwar in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang XXII. (1872), S. 251, unter der Ueberschrift: „Das Pumprad, eine neue Wasserhebungsmaschine.“

2) Wiebe a. a. O. S. 260 giebt die Details eines ausgeführten Pumprades, dessen ganzer Durchmesser 5,3 Meter beträgt, während der hohle Trommelkörper 4,0 Meter Durchmesser hat, die Höhe jeder der 8 vorhandenen Schaufeln 0,65 Meter und die Radbreite 0,30 Meter beträgt. Bei 3,35 Meter Hubhöhe giebt Overmars dem Rade 5 Meter Durchmesser, bei 4,40 Meter Hubhöhe 8 Meter Gesamtdurchmesser, bei 6 Meter Hubhöhe 8,25 Meter Durchmesser etc. Die normale Umfangsgeschwindigkeit wird meistens 1,0 Meter, höchstens 1,5 Meter pro Secunde genommen, also etwa halb so gross, wie die vortheilhafteste Peripheriegeschwindigkeit der alten holländischen Wurfäder.

Wasser einen continuirlichen Strom vom Unterwasser bis zum Oberwasser bildet. Die allgemeinere Verwendung der Centrifugalpumpen hing eigentlich nur noch von richtigen Constructionsregeln ab, um sicher zu gehen, mit denselben Effecte zu erzielen, die nicht viel niedriger sind, als die anderer guter Wasserfördermaschinen und namentlich der gewöhnlichen Pumpen. Den Misscredit, in welchen die Centrifugalpumpen gerathen waren, verschuldeten übrigens besonders die Engländer, von denen selbst die renomirtesten Fabrikanten erkennen liessen, dass ihre praktische Erfahrung in einem Falle nicht maassgebend sein kann, wo theoretische Grundlagen allein richtige Anschauung und Constructionsregeln geben können<sup>1)</sup>. In letzterer Beziehung haben die deutschen Männer der Wissenschaft und Praxis eine glückliche Bahn gebrochen, unter denen wir hier vorzugsweise Fink<sup>2)</sup>, Meinecke<sup>3)</sup>, Werner<sup>4)</sup>, Grove<sup>5)</sup> und Linnenbrügge<sup>6)</sup> nennen. Hinsichtlich einer richtigen und doch höchst einfachen Theorie für den Constructeur von Kreiselpumpen, wobei das Gehäuse den Leitcurvenapparat bildet, giebt der Verfasser dem Prof. Grove den Vorzug, wovon eine Pumpe, und zwar mit einem Einlaufe, zwei Durchschnittsansichten, Fig. 461 und 462 auf folgender Seite, erkennen lassen.

Das gusseiserne Gehäuse *f*, welches das Pumprad *a* einschliesst, wird hier unmittelbar neben dem zu hebenden Wasser auf einem Quader des Mauerwerks oder auf einem über dem Wasser liegenden Träger befestigt und steht durch das in den Abbildungen abgebrochen gezeichnete Saugrohr *d* mit dem Unterwasser in Verbindung, während das Steig- oder Druckrohr bei *g* (aufwärts) zu denken ist.

Das Pumprad *a* besteht aus zwei Radkronen und den zwischen diesen lie-

1) Nach dem Hamburger Gewerbeblatte soll noch 1867 die renomirteste englische Fabrik im Gebiete der Centrifugalpumpen von John & Henry Gwyne in (Hammersmith) London für J. J. Laugen & Söhne in (Ölu eine Kreiselpumpe von nicht ganz 25 Procent Nutzeffect geliefert haben. Man sehe über die geringen Nutzeffecte englischer Centrifugalpumpen auch die Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1868, Bd. XII. S. 385. Fraglich dürfte allerdings sein, ob die betreffenden Versuche, worauf sich die Angabe des (ölner Falles bezieht, angemessen und mit gehöriger Sachkenntniss angestellt wurden. General Morin in seinem Werke: „Des machines et appareils destinés à l'élevation des eaux“, Pg. 157, führt Experimente mit einer Gwyne'schen Pumpe an, wobei der Nutzeffect über 33 Procent betrug.

2) Theorie und Construction der Centrifugalpumpen. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XII. (1868), S. 1.

3) Theorie der Centrifugalpumpen mit Leitapparaten. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen. Jahrgang 27 (1868), S. 91.

4) Theorie der Turbinen, Kreiselpumpen und Ventilatoren. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XIII. (1869), S. 1 ff. (Auch als Separatdruck bei R. Gärtner in Berlin erschienen.)

5) Mittheilungen des Gewerbevereins für Hannover, 1869, S. 130.

6) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIV. (1870), S. 6 u. 97. Hier wird sowohl ein innerer wie äusserer Leitapparat vorausgesetzt.

genden Radschaufeln, welche letztere in einer zur guten Leitung des Wassers genügenden Zahl vorhanden sein müssen. Die Abstände der Radkronen von

Fig. 461.

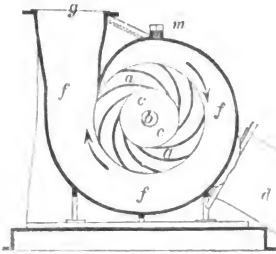
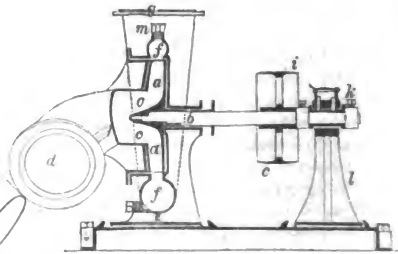


Fig. 462.



einander stehen passend im umgekehrten Verhältnisse der Radien der betreffenden Stellen, damit das Wasser bei seinem Durchgange durch das Rad in radialer Richtung stets gleichen cylindermantelförmigen Durchflussquerschnitt findet.

Um das Rad in das Gehäuse *f* legen zu können, ist letzteres an der einen Seite mit einem wegnehmbaren Deckel, von der Grösse des Rades, versehen, den man nach dem Einbringen gehörig befestigt. Die Winkel, unter welchen die Schaufeln den inneren Radumfang *c* durchschneiden, nimmt Grove verhältnissmässig klein (21 bis 22 Grad), überhaupt so, dass das Wasser beim Eintritte in das Rad möglichst wenig Widerstand findet; aus ähnlichen Gründen werden auch die Winkel klein genommen, welche die Radcurven mit dem äusseren Umfange des Rades und die Richtung des aus dem Rade getretenen Wassers mit dem Radumfang bildet. Zu den Schaufelcurven nimmt Grove geeignete Kreisbogen, was theoretisch zulässig und für die Ausführung sehr bequem ist<sup>1)</sup>.

Der Querschnitt des nach einer Kreisevolvente geformten Leitgehäuses *f* muss (normal zur Richtung des aus dem Rade fliessenden Wassers genommen) gleichmässig vom Anfange des Gehäuses (links von *a* Fig. 461) wachsen, woraus sich auch die grosse excentrische Stellung des Rades zum Gehäuse, sowie auch der genaue Anschluss (links von *a*) erklärt<sup>2)</sup>.

Aufmerksam zu machen ist noch, dass bei allen Centrifugalpumpen die Saughöhe kleiner als bei Pumpen mit gegliederten Kolben genommen werden muss, ja dass sie am besten wirken, wenn man sie unmittelbar in dem Wasser aufstellt, aus welchem gefördert werden soll.

Für die anfängliche Luftförderung ist die Umdrehzahl zu klein, um eine

1) Grove hebt (a. a. O. S. 145) gehörig hervor, dass die Anwendung gerader Schaufeln die Herstellung wohl erleichtert, die Bewegungsverhältnisse aber ungünstiger gestaltet und solche deshalb weniger empfehlenswerth sind.

2) In Fig. 462 müssen die zwischen *a* und *c* hervorspringenden Kanten abgerundet sein.

entsprechende Luftverdünnung zu erzeugen. Lässt sich eine grössere Saughöhe nicht umgehen, so ist es am gerathensten, die Pumpe vorher ganz mit Wasser zu füllen, wozu allerdings erforderlich ist, dass die unterste Stelle des Saugrohres  $d$  mit einem sich nach Innen öffnenden Ventile (einem sogenannten Fussventile) versehen wird, sowie dass sich an der höchsten Stelle des Gehäuses eine Oeffnung  $m$  vorfindet, um entsprechend Füllwasser einbringen zu können.

Nachdem man seit Anfang der sechsziger Jahre bemüht war<sup>1)</sup>, bei einfach- und doppelwirkenden Pumpen, welche von der Bewegungsmaschine (vom Motore) weit abstanden, die horizontale oder verticale Transmission durch hydrostatische oder hydraulische Gestänge zu ersetzen, ist man in jüngster Zeit noch weiter gegangen und hat die Gestänge dadurch ganz entbehrlich gemacht, dass man unterirdische Wasserhaltungsdampfmaschinen, tief unten im Schachte oder Steinbruche, unmittelbar an dem Orte aufstellte, von welchem ab Wasser gefördert werden sollte. Erfolgreich zum Ziele gebracht wurde dieses Bestreben aber besonders dadurch, dass man diese unterirdischen oder in Vertiefungen arbeitenden Pumpen durch Dampfmaschinen ohne rotirende Bewegung in Betrieb setzte.

Die Auflösung dieses ebenso interessanten wie hoch bedeutsamen Problems scheint zuerst den Amerikanern Maxwell & Cope<sup>2)</sup> und Scott Cameron<sup>3)</sup> in New-York gelungen zu sein, deren Patentträger für England beziehungsweise Hayward Tyler & Co. in London und Tangye Brothers in Birmingham sind und die sich selbst vielfach bemühten, der guten Sache zu nützen.

Statt aller weiteren Erörterungen über diese „Dampfpumpensysteme“ mag hier das Urtheil des Berghauptmanns Dr. Serlo in Breslau Platz finden, welches derselbe in seinem vortrefflichen Berichte über die „Wasserhal-

1) S. Schüler, Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins. Jahrg. 1862, S. 183.

Ferner Proudhomme & Co. in Paris (pompes sans limite à simple et à double effet) in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. VIII. (1864), S. 68. Sodann Till in derselben Zeitschrift, Bd. IX. (1865), S. 154, und Prof. Werner, Theorie der Wassergestängepumpen, ebendasselbst S. 279.

Endlich v. Detten in der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen. XVII. Bd. (1869), S. 319: „Hydraulische Pumpengestänge zur Wasserhaltung.“ Auch S. 337 daselbst.

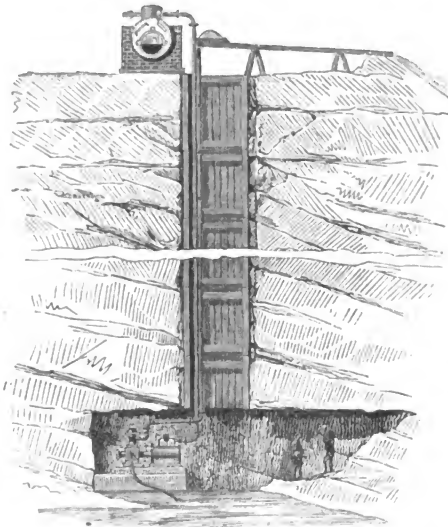
2) „Génie industriel.“ Juni 1868, Pg. 307. Hieraus „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.“ Bd. XIV. (1870), S. 198.

3) Patent specification Nr. 1899, vom 21. Juni 1869. Als Cameron's Patentträger für England ist hier ein gewisser W. R. Lake, Consulting Engineer in London, angegeben. Wahrscheinlich hat nachher dies Patent die Firma Tangye Brothers in Birmingham an sich gekauft, was auch daraus erhellt, dass der eine Bruder ein Verbesserungspatent (unterm 7. Decbr. 1872), Specification Nr. 3724, unter der Benennung nahm: „Expansion Gear for direct-acting Steam Pumping Engines.“

tungsdampfmaschinen“ der Wiener internationalen Weltausstellung von 1873 (Gruppe I. Section I. A. Bergbau, S. 47) abgiebt und das also lautet:

„Fast überall macht sich die Meinung geltend, dass die unterirdisch aufgestellten Pumpen, welche nach Cameron's Princip von Tangye Brothers in Birmingham gebaut sind, vor allen den Vorzug verdienen. Sie haben kurzen und schnellen Hub und können bei aller Gedrängtheit sehr viel leisten, sie machen das lästige und häufig zu Betriebsstörungen führende Gestänge gänzlich überflüssig, so dass sie an vielen Punkten demnächst zur Anwendung gelangen werden und schon gelangt sind.“

Fig. 463.



Gang gebracht, welche das Grubenwasser in einer Tour auf 318 Meter (1044 Fuss engl.) verticale Höhe fördert<sup>3)</sup>.

1) In Nr. 32 der Dr. Grothe'schen „Allgemeinen Deutschen Polytechnischen Zeitung“ vom 9. Aug. 1873 findet sich ausser unserer Abbildung auch die einen Steinbruch betreffende Disposition.

2) Man sehe hierüber eine schöne Abhandlung von C. Haber in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XVI. (1872), S. 226; welche die Ueberschrift trägt: „Unterirdische Wasserhebemaschinen in England.“

3) Die grössten seither durch Pumpen gewältigten Wassersäulen hatten folgende Höhe: Reichenbach's Illsang-Wassersäulenmaschine (Bd. 1, S. 354) 359 Meter. Junker's Wassersäulenmaschine bei Huelgoat (Bd. 1, S. 359)

Nebenstehende Fig. 463, dem Tangye Brothers'schen Preiskataloge entnommen<sup>1)</sup>, giebt eine deutliche Uebersicht einer solchen unterirdischen Wasserhaltungsmaschine, wobei das Wasser in einer Tour auf ganz erhebliche Höhen hinaufgedrückt wird, das Pumpengestänge und die damit verknüpften Gefahren und Unannehmlichkeiten hinwegfallen, der Nutzeffect ein erheblicher ist und die Anlagekosten verhältnissmässig gering sind<sup>2)</sup>.

Nach dem Engineer vom 6. März 1874 (Pag. IX. Ankündigungen) haben Tangye Brothers kürzlich auf Adelaide Colliery bei Bishop Auckland eine unterirdische Wasserhaltungsdampfmaschine aufgestellt und zu Aller Zufriedenheit in

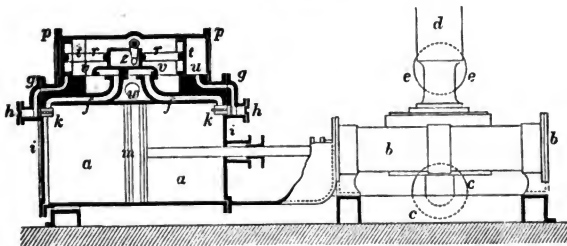
In Bezug auf unsere Fig. 463 werde noch aufmerksam gemacht, dass offenbar nur zwei Rohre in dem Schachte erforderlich sind, wovon das eine den Dampf aus einem zu Tage aufgestellten Kessel zu der über dem Schachtwasser montirten Maschine leitet, das andere das von der Pumpe in die Höhe gedrückte Wasser fördert und oben in ein geeignetes Gerinne ausgiesst. Der Abdampf kann noch zur Ventilation des Wetterschachtes benutzt werden<sup>1)</sup>.

Obwohl man in England auch den Dampfkessel in der Grube selbst aufstellt (u. A. auf der erwähnten Adelaide Colliery<sup>2)</sup>), so dürfte dies Verfahren doch nicht als nachahmungswerth zu bezeichnen sein. Der gegen dies ganze unterirdische Dampfpumpensystem gemachte Einwurf aber, dass ein öfteres Er-saufen der ganzen unterirdischen Anlage eintreten könne, ist in ganz jüngster Zeit durch einen Fall beleuchtet worden, der interessant und praktisch wichtig zugleich ist.

In der Versammlung der Londoner Society of Engineers berichtete ein Herr H. Davey<sup>3)</sup> über Verbesserungen der Dampfpumpen für Bergwerke und bemerkte dabei, dass bei den Clay Cross Collieries die unterirdische Dampfpumpe kürzlich durch einen Unfall völlig unter Wasser gesetzt wurde, die Dampfmaschine (bei zu Tage aufgestelltem Kessel) aber ungestört fortarbeitete und nach zwei Monaten unausgesetzten Betriebes die Maschinenstelle wieder trocken d. i. zugänglich geworden war.

Es erübrigt jetzt noch, das wichtige Thema der unterirdischen, direct wirkenden Dampfpumpe durch die Beschreibung eines guten Exemplares der letzteren zu vervollständigen und zwar durch die hier in Fig. 464 skizzirte Maschine der Herren Tangye Brothers.

Fig. 464.



Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, dass *a* der Dampfcylinder und *b* der Cylinder der doppelwirkenden Pumpe (De la Hire's System) ist, sowie dass zu letzterer das Saugrohr *c*, der Windkessel *d* und das Steigrohr *e* gehört.

230 Meter. Jordan's Wassersäulenmaschine bei Lautenthal (Bd. 1, S. 356)  
136 Meter.

1) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XVI. (S. 227).

2) Ebendasselbst S. 228.

3) The Engineer vom 24. Oct. 1873, Pg. 268.

Der Cylinder  $a$  ist mit zwei Paar Dampfcanälen versehen, wovon das eine  $ff$  in gewöhnlicher Weise vom Schieber Spiegel bis zu den Enden des Cylinders führt, das andere Paar  $gg$  aber von den Enden des Schieberkastens bis zu den inneren Enden der kleinen cylindrischen Behälter  $hh$  leitet, welche sich an den beiden Deckeln  $i$  befinden. Jeder der Behälter  $h$  ist mit einem Ventile  $k$  versehen, welches eine Oeffnung im Cylinderdeckel schliessen kann. Beide Ventile  $k$  werden durch den auf ihre Rückseite wirkenden Dampfdruck gegen ihre Sitzflächen gepresst und geschlossen, dagegen geöffnet, wenn der Dampfkolben  $m$  an den in den Cylinder  $a$  hineinragenden Stiel derselben stösst.

In den cylindrischen Endtheilen des Schieberkastens  $p$  befinden sich Steuerkolben  $tt$ , welche auf ihrer inneren Seite dem im Schieberkasten vorhandenen Dampfdrucke ausgesetzt sind, wogegen ihre Rückseiten gegen Räume stossen, die mit den Canälen  $gg$  in Verbindung stehen. Der Zweck der Kolben  $tt$  ist kein anderer, als der, dem gewöhnlichen Dampfvertheilungsschieber  $vv$  die erforderliche Bewegung zu ertheilen, zu welchem Ende letzterer mit Vorsprüngen versehen ist, gegen welche Stangen und Nasen  $rr$  der Steuerkolben  $tt$  zur rechten Zeit drücken. Die Steuerkolben passen übrigens nicht ganz dicht in ihre vorerwähnten Cylinder und gestatten deshalb ein geringes Durchdringen (Entweichen) des Dampfes, welcher eingeschlossen wird und auf den Rückseiten der Kolben ein elastisches Kissen bildet.

Zum Ingangsetzen der Maschine dient ein Steuerhebel  $z$ , mit welchem der Schieber  $vv$  einige Mal von der Hand hin- und hergeschoben wird, bis die Maschine sich selbstständig fortzubewegen im Stande ist. Bei der in Fig. 464 gezeichneten Stellung ist der Dampfkolben  $m$  im Begriff, sich nach rechts zu bewegen. Der Schieber  $vv$  hat den Dampfweg rechts mit dem Ausblaserohre  $w$  in Verbindung gesetzt und denjenigen links dem frischen Dampfe geöffnet. Gelangt der Kolben  $m$  an das Ende seines Schubes, so trifft er an den Stiel des die Kammer  $h$  (rechts) schliessenden Ventiles  $k$  und öffnet letzteres. Hierdurch wird aber der Raum  $u$  mit dem Ausblaserohre  $w$  in Verbindung gesetzt und der hinter dem Steuerkolben rechts befindliche Dampf kann, den Weg  $ugk$  passirend, durch das Ausblaserohr entweichen. Sodann wird aber durch den Ueberdruck des Dampfes im Schieberkasten  $pp$  der rechts befindliche Steuerkolben nach rechts verschoben, hierdurch aber auch der Dampf-schieber  $vv$  nach rechts hin bewegt, dem frischen Dampfe der rechtsseitige Canal  $f$  geöffnet und dem Abdampfen links der Weg zum Ausblaserohre  $w$  geöffnet. Aus Allem erhellt, dass hier eine ganz zweckmässige, selbstthätige Steuerung geschaffen ist, welche nur wenig zu wünschen übrig lässt<sup>1)</sup>.

1) Ausser in den bereits oben notirten englischen Patent Specifications ist uns nur noch eine Quelle zum Verständniss hinreichender Abbildungen vorgekommen, nämlich in Uhland's Zeitschrift „Der praktische Maschinenconstruc-teur.“ Fünfter Jahrgang, 1872, S. 247.

Im 21. Bande (1. Band der neuen Reihe) von Armengaud's Publ. industr. (Paris 1874) wird eine direct wirkende Dampf-pumpe ohne Rotationsbewegung beschrieben und mit (schönen) Abbildungen begleitet, welche von einem Amerikaner mit Namen Hardik in New-York herrühren soll, deren Steuerung (gegenüber der Cameron'schen) noch vereinfacht ist und welche Poillon in Lille bereits nachbaut. — Wir möchten schliesslich noch die Gelegenheit benutzen und



In Deutschland scheinen sich bis jetzt, nach Wissen des Verfassers, namentlich die Gebrüder Decker & Co. in Cannstatt (Württemberg) um den Bau unterirdischer direct wirkender Wasserhaltungs-Maschinen ohne rotirende Bewegung verdient gemacht zu haben.

Wir schliessen hiermit die Geschichte der Wasserförderungsmaschinen unter Zufügung folgender Bemerkungen:

Zunächst werde auf die vorzüglichsten Specialwerke und periodischen Schriften aufmerksam gemacht, worin sich besonders gute Zeichnungen (möglichst zur Ausführung geeignet) von Wasserfördermaschinen vorfinden. Es sind dies, der chronologischen Zeitfolge nach, nachstehende:

Rothe, Beiträge zur Maschinenbaukunde. (1830.)

Le Blanc, Recueil des Machines etc. (1830—1858).

Armengaud aîné: Publ. industr. (1840—1874).

Institution of mechanical engineers. Proceedings (1847—1874).

Sammlung von Zeichnungen für die Hütte (1854—1874).

Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure (1857—1874).

Wiebe, Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer (1858—1874).

Hoelder, Die Fortschritte in der Pumpenconstruction. Weimar 1867. (Weniger empfehlenswerth, aber nicht entbehrlich.)

König, „Die Pumpen.“ Jena 1869 (mit 106 Illustrationen in Holzschnitt). Die Abbildungen ohne Maassstab.

Jeep, Der Bau der Pumpen und Spritzen. Mit 157 Holzschnitten nebst einem Atlas von 38 color. Tafeln. Leipzig 1871. Ein empfehlenswerthes Werk.

Sodann können den „Theorie der Wasserfördermaschinen“ Bedürftigen besonders folgende Schriften empfohlen werden:

Leonhard Euler, „Discussion et maximes pour arranger les plus avantageusement les machines destinées à élever de l'eau par le moyen des pompes.“ Mém. de l'acad. de Berlin, 1752, Pg. 149 und 185.

D. Baader, Vollständige Theorie der Saug- und Hebepumpen und Grundsätze zu ihrer vortheilhaften Anordnung. Bayreuth 1797.

Eytelwein, Handbuch der Mechanik fester Körper und der Hydraulik. Leipzig 1800 (Erste Auflage) und 1842 (Dritte Auflage).

Gerstner, „Handbuch der Mechanik.“ Prag. Bd. 2, 1832, §. 90 (Statische Theorie der Pumpen etc.) und Bd. 3, 1834, §. 204 ff. (Dynamische Theorie der Pumpen und anderer Wasserförderungsmaschinen).

Navier, Résumé des leçons etc. Troisième Partie. Paris 1838, §. 182 bis 236.

Weisbach<sup>1)</sup>, Ingenieur-Mechanik. Bd. 3. Zweiter Abschnitt: „Wasserhebungsmaschinen.“ S. 785 bis 978.

auf Prof. Werner's sinnreiche Construction einer Steuerung für Dampfpumpen ohne Rotation aufmerksam zu machen, welche sich in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIV. (1870), S. 197, besprochen vorfindet und dort auf Taf. VI. abgebildet ist.

1) Die mechanische Arbeit  $\equiv \mathfrak{A}$ , welche zur Verrichtung des Kolbenspiels (Auf- und Niedergang) einer Pumpe erforderlich ist, entwickelt Weisbach a. a. O. S. 887 zu:

Rühlmann, Maschinenlehre. IV.

Morin, „Des machines et appareils destinés à l'élevation des eaux.“ Paris 1863.

Fink, „Abhandlungen über Kolben- und Centrifugalpumpen.“ Separat-  
abdruck aus der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. VII. (1863)  
und Bd. XII. (1868).

Redtenbacher<sup>1)</sup>, „Resultate für den Maschinenbau.“ Fünfte, von  
Grashof bearbeitete Ausgabe. Heidelberg 1869. Hier ist der von Redten-  
bacher etwas kurz behandelte Abschnitt „Pumpen“, S. 391 ff., von Gras-  
hof mit werthvollen Anmerkungen versehen<sup>2)</sup>.

$$I. \quad \mathcal{A} = \left[ \left( 1 + 4f \frac{e}{d} \right) h + k_1 \frac{v_1^2}{2g} + k_2 \frac{v_2^2}{2g} \right] F \cdot s \cdot \gamma,$$

wenn  $F$  den Kolbenquerschnitt und  $s$  dessen Hub, sowie  $\gamma$  das Gewicht der  
Cubikeinheit Flüssigkeit (Wasser) bezeichnet, ferner  $v_1$  die Geschwindigkeit des  
Kolbens beim Aufgange und  $v_2$  die Geschwindigkeit des Kolbens beim Nieder-  
gange darstellt,  $k_1$ ,  $k_2$  die sogenannten hydraulischen Widerstandscoefficienten  
sind,  $h$  die Förderhöhe ist,  $d$  der Kolbendurchmesser,  $e$  die Liderungshöhe und  
 $f$  der Kolbenreibungscoefficient. Dass  $g$  die Acceleration der Schwerkraft, also  
für Metermaass (im Mittel) = 9,81 Meter ist, bedarf wohl kaum der Erwähnung.  
Aus I. ergibt sich, wenn man das durchschnittlich pro Secunde gehobene Wasser-  
quantum mit  $Q$  bezeichnet, die Arbeitsleistung in Pferdekräften =  $N$ , welche  
eine Betriebsmaschine pro Secunde entwickeln muss, zu:

$$75 \cdot N = \left[ \left( 1 + 4f \frac{e}{d} \right) h + k_1 \frac{v_1^2}{2g} + k_2 \frac{v_2^2}{2g} \right] Q \cdot \gamma.$$

Die wirklich gehobene Wassermenge =  $Q$  ist kleiner als die berechnete  
 $Q = \frac{n F s}{60}$  ( $n$  = Spielzahl pro Minute) und zwar lässt sich setzen:

$$Q_1 = \mu Q,$$

wo  $\mu$  zwischen 0,9 und 0,7 variiren kann.

Für das Güteverhältniss (den Wirkungsgrad) =  $g$  der Pumpe erhält man  
sonach:

$$g = \frac{\gamma Q_1 h}{75 \cdot N}.$$

1) Redtenbacher (a. a. O. S. 397) setzt (kürzer) für Metermaass und  
Wasser, wo also  $\gamma = 1000$ :

$$75 N = \left( 1 + \frac{1}{10} \right) \gamma Q (h + z) \text{ für sehr vollkommene Pumpwerke.}$$

$$75 N = \left( 1 + \frac{2}{10} \right) \gamma Q (h + z) \text{ für sehr gute Pumpwerke.}$$

$$75 N = \left( 1 + \frac{2,5}{10} \right) \gamma Q (h + z) \text{ für gewöhnliche Pumpwerke.}$$

$z$  bezeichnet überall die Höhe der Wassersäule, welche dem Reibungswider-  
stand des Wassers an den Röhrenwänden entspricht. Dabei ist  $z$  aus der Gleichung:

$$z = \frac{4L}{d} (0,00001733 \cdot u + 0,0003483 \cdot u^2)$$

berechnet.  $L$  bezeichnet die Totallänge der Röhren, welche das Wasser durchläuft,  
und  $u$  die Geschwindigkeit des Wassers in denselben.

2) Schliesslich benutzen wir die Gelegenheit, auf ein Versehen aufmerksam

## Wasserwerke.

### I. Pumpwerke zur Wasserversorgung der Städte und für gewerbliche Zwecke, einschliesslich der Feuerspritzen<sup>1)</sup>.

#### §. 29.

Obwohl es Thatsache ist, dass mehreren europäischen Städten vom 16. Jahrhunderte an durch Pumpwerke, sogenannte Wasser-

zu machen, darin bestehend, dass Seite 544 unter der Rubrik Literatur (Note 1) ein Werk nicht genannt ist, welches für die ältere Geschichte der Wasserräder ausserordentlich reichhaltigen Stoff liefert. Dies Werk hat folgenden Titel:

A descriptive and historical account of hydraulic and other machines for raising water, by Thomas Ewbank. Fourteenth Edition. New-York 1856.

1) Literatur: Wicksteed (Engineer to the East London Water Works): An experimental inquiry concerning the Cornish and Boulton and Watt Pumping Engines. London 1841.

Armengaud aîné, Machines à élever les eaux du Choisy le Roi. Publication industriel des machines. Tome III. 1843, Pl. 39, Pg. 108.

Kirchweger-Rühlmann, „Die Wasserkunst der Residenzstadt Hannover.“ Mittheilungen des hannoverschen Gewerbevereins, Jahrg. 1858, S. 275.

Fölsch, „Die Stadt-Wasserkunst in Hamburg.“ Hamburg 1851.

Berliner Wasserwerke, Sammlung von Zeichnungen für die Hütte, Jahrg. 1859, S. 1—8.

Farcot, „Machine à élever les eaux de la ville d'Angers im Journal „Le génie industriel“, T. XIV. (1857), Pg. 110, Pl. 194.

Wasserwerke der Stadt Birmingham. Förster's Bauzeitung, Jahrg. 1854, Heft X—XII. Hieraus in der Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins. Jahrg. 1855, S. 388.

„The Wolverhampton Water Works.“ Artisan 1856, Pg. 148, 155, 176.

„The Newcastle Pumping Engine.“ Inst. of mechanical engineers. Proceedings 1859, Pg. 55 etc.

Die „Yarmouth-Wasserwerke“. Bornemann's Civil-Ingenieur. Bd. V. (1859), S. 32.

„Machines à élever les eaux des ponts d'Ivry et de Saint-Ouen.“ (Pariser Wasserkünste.) Armengaud aîné: Publ. industr. Tome XII. (1860), Pl. 13, Pg. 133.

Wiebe, Magdeburger Stadt-Wasserkunst. Heft XIV. (1861). Skizzenbuch für den Ingenieur- und Maschinenbauer.

Kümmel, Die Wasserkunst in Altona-Hamburg. 1861.

Fölsch und Hornbostel, Wiens Wasserversorgung. Wien 1862.

Greaves, „East London Water Works.“ Inst. of mechanical engineers. Proceedings 1862, Pg. 147.

Thomson, „Lambeth Water Works“ erected by Messrs. Simpson. Eben-  
dasselbst Pg. 259.

künste, für öffentliche, allgemeine Zwecke Wasser verschafft wurde <sup>1)</sup>, so datirt doch die Zeit der besseren und reichlichen Wasserversorgung erst aus den 30er Jahren dieses Jahrhunderts <sup>2)</sup>. London war es, wo man zuerst durchgreifende Reinigungsprocesse mit dem Wasser vornahm, colossale Dampfmaschinen zur Anwendung brachte, durch gewissenhafte Versuche die Vorzüge der einfachwirkenden Cornwall-Hochdruckdampfmaschinen (S. 595) vor den einfachwirkenden Watt'schen Niederdruckmaschi-

Girard, *Élevation d'eau de Saint-Maur*. Paris 1863.

Véran, Wasserwerk der Stadt Arles. *Gazette des architectes et du bâtiment*. 3. Jahrg., 1865. Auszugsweise in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. XIV. (1868), S. 102 ff.

Colborn and W. Maw, *The waterworks of London*. London 1867.

*The Brooklyn waterworks and sewers. A description memoir, proposed and printed by order of the Board of Water Commissionners*. New-York 1867.

Clauss, Das (1864 vollendete) Wasserwerk der Stadt Braunschweig. Hannover 1869. Auch in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins. Bd. XV. (1869), S. 25.

„Maschine zur Wasserversorgung der Stadt Limoux.“ Oppermann, *Portefeuille économique des machines*. October 1868.

Trending, Ueber die Wasserversorgung grosser Städte. *Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins*, Bd. XII. (1866).

Salbach, Das (1868 erbaute) Wasserwerk der Stadt Halle. Halle 1871.

Bürkli-Ziegler, Die Züricher Wasserwerke. *Schweizerische Polytechnische Zeitschrift*, Bd. 15 (1870), S. 105.

*Geneva Water Works*. *Engineering* 1872 (October), Pg. 238.

Salbach, Die Dresdner Wasserwerke. Halle 1874.

1) Es hatten sogenannte Wasserkünste Hamburg 1531, Hannover 1535, Augsburg 1548, London 1582 (diese Wasserkunst wurde von einem Deutschen Namens Peter Maurice erbaut), Bremen 1600 (?), Paris (Pont Neuf) während der Regierung Heinrichs IV. (1589—1616), wahrscheinlich 1606, Magdeburg vor der Zerstörung 1631 etc.

Ausführlich über einige dieser und über noch andere ältere Wasserwerke handelt Ewbank a. a. O. S. 293, Chap. VI. unter der bemerkenswerthen Ueberschrift: „Application of pumps in modern water works: First used by the Germans.“

2) Im Jahre 1828 sah es mit der Wasserversorgung Londons noch eben so schlecht aus, wie noch gegenwärtig in manchen Städten Deutschlands. In einem Bericht über die schlechte Wasserversorgung Londons (datirt vom Juli 1828, der in *Dingler's Polytechn. Journale*, Bd. 29, Jahrgang 1828, S. 191 abgedruckt ist), wird namentlich der Mangel an reinem und an trinkbarem Wasser recht hervorgehoben. Der deutsche Uebersetzer fügt folgenden Schluss bei: „Die Clerks werden, so lang auch ihre Ohren sind, die Stimme der Menschheit nicht hören, bis vielleicht die Pest über London kommt!“

nen nachwies <sup>1)</sup> und später noch grössere Vervollkommnungen und Vortheile durch Einführung der rotirenden, doppeltwirkenden Maschinen des Woolf'schen Systemes zu erreichen verstand <sup>2)</sup>.

Die ersten Dampfmaschinen der neuen Periode der Londoner Wasserwerke waren einfach wirkende Cornwall-Dampfmaschinen mit eigenthümlicher Kataraktsteuerung (S. 596, Fig. 426) und mit Balancier, bei denen der Dampf nur den Niedergang des Kolbens bewirkt, während am entgegengesetzten Ende des Balanciers der mit ganz besonderem Gewichte belastete Plungerkolben aufgehängt ist. Letzterer wird durch den Dampfdruck gehoben, dann sich selbst überlassen, worauf der Plunger mit

1) Aus Wicksteed's (Ingenieur der East London Water Works) im Jahre 1840 angestellten sorgfältigen Versuchen (a. a. O. Pg. 19) ging (als Mittelwerth) hervor, dass die Leistung der (mit grosser Expansion arbeitenden) Cornwall-Maschinen jene der Watt'schen (mit geringer Expansion arbeitenden) Maschinen um das 2¼fache übertraf, indem erstere beim Verbrennen von einem Centner (112 Pfd.) geringer Newcastleer Steinkohlen 97146268 Pfund Wasser auf 1 Fuss hoch hoben, oder mit 1 Centner der besten Wales-Steinkohlen 108198102 Pfd. Wasser auf ebenfalls 1 Fuss Höhe, während letztere (die Watt'schen Maschinen) mit Newcastleer Kohlen nur 42847598 Pfund Wasser und mit Wales-Steinkohlen 47718084 Pfund auf einen Fuss Höhe schafften.

Hiernach berechnet sich beim Verbrennen von Wales-Kohlen die Leistung pro Pfund des Brennmaterials zu:

$$\frac{108198102}{112} = 966054 \text{ Fuss-Pfund}$$

bei den Cornwall-Maschinen und zu

$$\frac{47718084}{112} = 426054 \text{ Fuss-Pfund}$$

bei den Watt'schen Maschinen.

Da ferner die stündliche Leistung einer Pferdekraft (Bd. 1, S. 168):

$$550 \cdot 60 \cdot 60 = 1980000 \text{ Fuss-Pfund}$$

beträgt, so erhält man den Steinkohlenverbrauch pro Stunde und pro Pferdekraft zu:

$$\frac{1980000}{966054} = 2,04 \text{ Pfund}$$

bei den Cornwall-Hochdruck-Dampfmaschinen und zu

$$\frac{1980000}{426054} = 4,64 \text{ Pfund.}$$

bei den Watt'schen Niederdruck-Dampfmaschinen.

2) Durch die Güte des Herrn Ingenieurs Grahn in Essen ist dem Verfasser umstehendes, von einem sachverständigen Engländer für das Jahr 1868 geltendes Verzeichniss von 50 Dampfmaschinen zugegangen, welche für die Wasserversorgung Londons arbeiten, wobei jedoch ausdrücklich bemerkt wird, dass die Kent-Wasserwerke fehlen:

seinen Belastungsgewichten niedersinkt und dabei den Wasserdruck überwindet. Um hierbei etwaigen Stößen der Wasserförderung mittelst der Pumpen möglichst zu begegnen, bringt man

Name des Werkes und der Station.	Zahl und Charakter der Dampfmaschinen.	Gesamtläche der Dampfkolben in Quadratfuss.	Zahl der Dampfessel.	Gesamter Fassungsräum der Dampfessel in Cubikfuss.	Dampfesselfassungsräum pro Quadratfuss der Kolbenfläche in Cubikfuss.
Chelsea zu Thames-Ditton . . . .	6 rotirende	69,24	20	16409,0	237,0
Lambeth, zu Thames-Ditton . . . .	6 rotirende	69,24	19	16653,0	240,5
Southwark und Vauxhall zu Hampton	3 Cornwall	70,12	9	6734,7	96,0
„ „ zu Battersea	6 Cornwall	175,70	25	21205,5	120,6
„ „ „ zu Hampton (neu)	2 Cornwall	69,81	11	8231,3	118,0
Grand Junction zu Hampton . . . .	2 Cornwall	39,27	9	7125,0	181,4
„ „ zu Kew . . . .	5 Cornwall	138,0	12	8740,0	63,3
„ „ zu Camden Hill . . . .	2 Cornwall	53,44	9	7634,0	142,8
West Middlesex zu Hampton . . . .	2 Cornwall	44,68	9	6544,1	146,4
„ „ zu Hammersmith . . . .	3 Watt'sche	54,06	9	6361,6	117,6
„ „ „ „ . . . .	2 Watt'sche	63,27	12	8826,3	139,5
New River zu Green Lanes . . . .	6 rotirende	85,44	18	15776,9	184,6
East London zu Lea Bridge . . . .	1 Cornwall	54,54	8	7032,1	128,9
„ „ zu Old Ford . . . .	4 Cornwall	146,76	16	14064,16	95,8

Durch ein Versehen kam mir Colborn und Maw's Werk „The Waterworks of London“ erst nach Abfassung des Vorstehenden in gegenwärtiger Note (2) zu Gesicht, worin sämtliche 8 zur Zeit in London existirende Gesellschaften zur Wasserversorgung der Stadt statistisch und technisch (sehr gut) behandelt sind. Dessenungeachtet war es mir nicht möglich, aus den hier gemachten Mittheilungen (S. 64–74) die Maschinen der Kent Waterworks Company, dem Vorstehenden entsprechend, hier als Ergänzung aufzuführen. Ich muss mich daher auf die übersichtliche Mittheilung beschränken, dass diese Compagnie ebensowohl von einfachwirkenden Cornwall-Dampfmaschinen, als von doppeltwirkenden rotirenden Dampfmaschinen Gebrauch macht. Die beigegebenen schönen Abbildungen (allerdings ohne Beschreibungen) enthalten auf Plate VII. und VIII. eine horizontale Maschine und Pumpe, ähnlich disponirt, wie die später zu besprechenden Braunschweiger Wasserwerke.

Nach einer Notiz in der deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, Bd. IV. (1872), S. 337, wird ebenfalls angegeben, dass die Wasserversorgung Londons durch acht Gesellschaften geschehe, welche das Wasser der Themse (oberhalb London), einem Nebenflüsschen Lea und artesischen Brunnen entnehmen. Täglich lieferten die betreffenden Pumpwerke 453875 Cubikmeter Wasser. Ferner wird bemerkt, dass im Jahre 1871 die Einwohnerzahl

entweder Windkessel an oder stellt auf die Leitungsröhre ein sogenanntes Standrohr aus Eisenblech (von etwa 2—5 Fuss Weite), welches sich so hoch erhebt, dass das Wasser darin bis zur vollen Druckhöhe (von 100 bis 200 Fuss Höhe) ansteigen kann<sup>1)</sup>.

Mit Ausnahme letztbemerakter Standrohranordnung stimmt die allgemeine Disposition von Dampfmaschinen und Pumpen der (älteren) East London Works zu Old Ford<sup>2)</sup> mit denen der Magdeburger Stadtwasserkunst (Fig. 465—467) völlig überein, worauf wir nachher ausführlich zurückkommen.

Bedeutsame Nachahmung der englischen Vorgänge in der Verbesserung deutscher städtischer Wasserversorgung fanden sich zuerst in Hamburg, wo das grosse Brandunglück (5. Mai 1842) ganz besondere Lehren ertheilt hatte und die seitherige Beschaffung reinen Wassers (eimerweise Bezahlung von Wasser aus Verkaufsbrunnen) weder der Gesundheit, noch dem Wohlstande, noch endlich der Reinlichkeit ärmerer Menschenklassen förderlich gewesen war<sup>3)</sup>.

Im October 1848 war das neue Werk des englischen Ingenieurs Lindley vollendet und lieferten zwei ganz gleiche Cornwall-Dampfmaschinen (ähnlich

Londons 3251804 betragen habe. Rechnet man daher für 1874 diese Einwohnerzahl (etwas hoch) zu 3½ Millionen, so käme auf den Kopf täglich

$$\frac{353875000}{3500000} = 129,67 \text{ (fast 130) Liter Wasser.}$$

1) Schöne Abbildungen der Cornwaller Dampfmaschine und Pumpen mit Windkessel und Standrohr, wie solche (die älteren) East London-Waterworks zu Old Ford besitzen, liefert Th. Wicksteed in seinem bereits oben verzeichneten Werke.

Die neueste dem Verfasser bekannte (englische) Nachricht über die Maschinen der East London Water Works findet sich (mit schönen Abbildungen begleitet) in den Institution of mechanical engineers. Proceedings, 1862, Pg. 147—169.

2) Erwähnt zu werden verdient, dass von diesen ersten (Wicksteed'schen) Dampfpumpen bereits reines in Ablagerungs-Bassins (und Filter) gewonnenes Wasser der Stadt London zugeführt wurde. Man sehe hierüber auch Hagen's Wasserbankunst. Erster Theil, §. 21: „Filtriren des Wassers.“

3) A. Fölsch in seinem Buche: „Die Stadt-Wasserkunst in Hamburg“ berichtet u. A. S. 6 über die damaligen Zustände Folgendes: „Eine Wasserleitung im Hause war bisher nur dem Wohlhabenden erreichbar und wurde deshalb als Luxus betrachtet. Ausser hohen jährlichen Beiträgen musste ein Eintrittsgeld von mehreren hundert Mark, zum Theil bis 500 Mark entrichtet werden. Für den Unbemittelten gab es in manchen Stadttheilen keine Gelegenheit, sich gutes Wasser anentgeltlich zu verschaffen.“

den erwähnten Londons und Magdeburgs, aus der Fabrik von Bolton, Watt & Co. zu Soho bei Birmingham) durch eine 20zöllige Hauptleitung von dem nahe gelegenen Rothenburgsort her das erste Wasser in die Stadt und zwar reines Wasser, was in grossen Ablagerungs- oder Klärbassins gewonnen war, denen man Wasser der Oberelbe in einem Speisecanale zuführte. Eine Eigenthümlichkeit bildet bei dieser Anlage die vorerwähnte Standröhre, indem diese hier doppelt ist, aus zwei neben einander senkrecht stehenden eisernen Röhren (einer Steig- und einer Fallröhre) besteht, die zweimal mit einander verbunden sind. Der Zweck dieser Anordnung ist ein doppelter. Erstens wird dadurch der in die Höhe gedrückte Wasserstrom vollständig unterbrochen, indem das Wasser den Scheitel der Standröhren mit freier Oberfläche durchströmt. Alles Wasser, was die Pumpen fördern, steigt also in dem einen Röhrenschenkel hinauf, strömt frei über den Scheitel und fällt in den anderen Schenkel herab. Letzterer (das Fallrohr) ist daher nichts anderes, als ein Speisebassin, worin das Wasser freilich etwas schwankt, das aber von den Stössen der Pumpen nicht mehr getroffen wird. Zweitens erreicht man durch diese Anordnung den Vortheil, dass man mit zwei verschiedenen Druckhöhen arbeiten kann, indem die eine Verbindung beider Röhren (Hochdruck) in 60,6 Meter Höhe, die andere (Niederdruck) in 31,4 Meter Höhe, von der Pumpenstation aus gerechnet, angebracht ist. Hierdurch wurde es möglich, der Höhenlage der beiden Hauptstadttheile Hamburgs, des alten (niedrig, fast an der Elbe liegend) und des neuen (in der Höhe des Alsterbassins liegend) gleichmässig zu entsprechen, die ganze Wasserförderung in zwei Zonen zu theilen.

Die gedachten beiden Hauptrohre (Steig- und Fallrohr) finden sich gemeinsam, mit dem Schornsteine der Dampfmaschine in der Mitte (ähnlich wie dies die nachher folgende Fig. 469 der Braunschweiger Wasserkunst erkennen lässt) eines Thurmes (des Druckthurmes) vereinigt, der alle drei Röhren mantelförmig umgibt und zu dessen Scheitel (69,87 Meter über dem Nullpunkte des Elbwassers) eine gusseiserne Wendeltreppe führt. Der ganze Bau des Hamburger Werkes wurde unter Lindley's Leitung ausgeführt.

Später hat man diese erste (jetzt alt genannte) Wasserkunst durch eine zweite (die neue genannt) bedeutend vergrößert, so dass gegenwärtig vier Maschinen (mit 11 Dampfkesseln) zum Pumpen des Wassers vereinigt sind<sup>1)</sup>, die in ihren Hauptdimensionen völlig übereinstimmen. Durch eine geeignete Kataraktanordnung (S. 596) kann die Hubzahl einer jeden der vier Cornwall-Dampfmaschinen von 2 bis 10 pro Minute verändert werden, ohne die günstige Arbeit derselben im Mindesten zu stören. Jede der beiden älteren Maschinen leistet eine Nutzarbeit von 65 Pferdekraften, die dritte eine von 130, die vierte eine von 250 Pferdekraften, im Ganzen leisten also die vier Maschinen eine Arbeit von 510 Pferdekraften. Die grösste Maschine vermag pro Tag 35300 Cubikmeter Wasser zu liefern, während die andern drei übrigen zusammen eine Leistungsfähigkeit von 47000 Cubikmeter haben.

---

1) Die gegenwärtige Gestaltung der Hamburger Wasserkunst, mit Abbildungen der alten und neuen Maschinen, bespricht sehr gut ein Artikel des Schilling'schen Journals für Gasbeleuchtung etc., sowie für Wasserversorgung. Jahrg. 1870, Bd. XIII. S. 325.

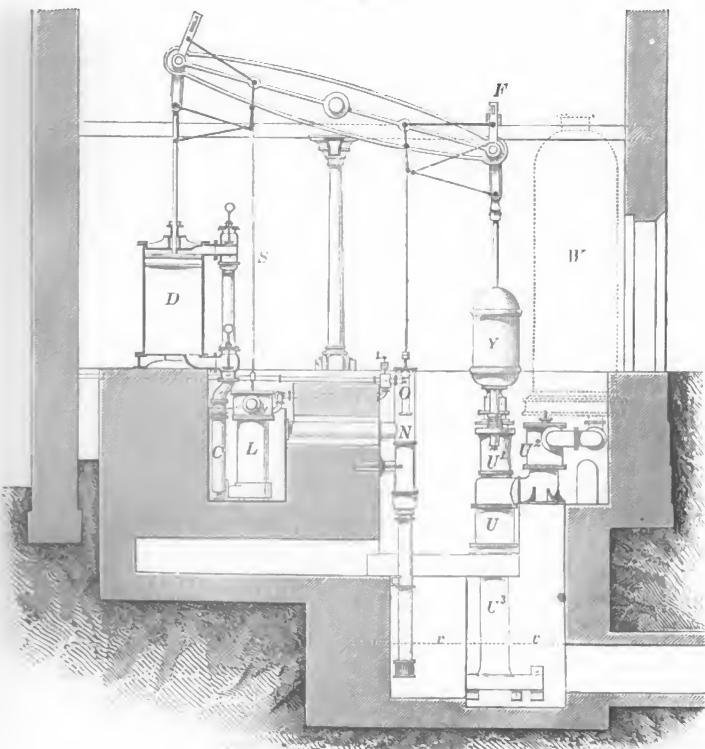


Ein anderes, in der Entwicklungsgeschichte der Wasserversorgung deutscher Städte beachtenswerthes Wasserwerk, wobei man ebenfalls die ersten Londoner einfachwirkenden Cornwall-Maschinen zum Muster nahm, ist das bereits oben erwähnte der Stadt Magdeburg, welches 1859 in Betrieb gesetzt und von dem Civil-Ingenieur Moore in Berlin erbaut wurde.

In den Fig. 465—467 sind die Haupttheile der betreffenden Maschinen skizzirt und zwar nach dem schönen Originalen in Wiebe's Skizzenbuche<sup>1)</sup>.

Es sind hier zwei Maschinen (von je 100 Pferdekraft) der abgebildeten Disposition und von sonst gleicher Construction vorhanden, jede derselben ist

Fig. 465.



1) Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer. Heft XIV. Berlin 1861. (Sechs grosse Blätter.)

einfachwirkend, mit Absperrung (Expansion), mit Condensation und ohne Rotationsbewegung arbeitend. Hervorgegangen sind diese Maschinen wie Kessel aus der Fabrik der Elb-Dampfschiffahrts-Gesellschaft zu Buckau bei Magdeburg <sup>1)</sup>).

Der Dampfzylinder *D* hat 5 Fuss (rhein.) Durchmesser und der Kolben 10 Fuss Hub. Letzterer macht unter den gewöhnlichen Verhältnissen 10 Hübe pro Minute. Mit dem Dampfkolben auf derselben Balancierseite befindet sich der Condensator *C* und die Luftpumpe *L*, wogegen am anderen Balancierarme (rechts) die Förderpumpe *U* aufgehängt ist, deren Plungerkolben 24 Zoll Durchmesser und 8 Fuss Hub hat. Ferner befinden sich noch auf derselben Seite die Kaltwasserpumpe *N* und zwei kleinere, zur Dampfkesselspeisung dienende Pumpen *O*.

Der Dampf wirkt auch hier auf den Kolben bei dessen Niedergange. Die Förderpumpe *U* saugt alsdann, da ihr Plungerkolben gehoben wird. Das Niedergehen des letzteren und somit auch das Steigen des Dampfkolbens wird durch das Gewicht und die besondere Belastung *Y* des Plungers bewirkt, welcher dabei das angesogene Wasser durch den Windkessel *W* in die Rohrleitung drückt. Die in den Fig. 466 und 467 (soweit es hier Zweck und Raum gestatten) dargestellte Steuerung der Dampfmaschine ist Ventilsteuerung (Bd. 1, S. 444) mit Einklinkung und Quadranten, wobei Hubpausen durch Katarakte (Fig. 426) herbeigeführt werden, welche der jedesmaligen zu gewältigenden Wasser-

Fig. 466.

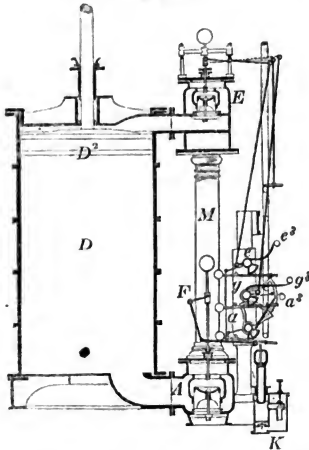
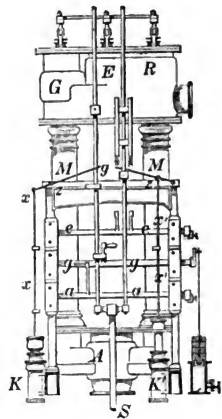


Fig. 467.



1) Geschichtliches der Magdeburger Stadt - Wasserkunst, Bauliches und besonders die Reinigung des zu fördernden Elbwassers durch natürliche Filter, d. h. unter Benutzung am Ufer befindlicher Kies- und Sandlager, enthält ein interessanter, werthvoller Aufsatz im X. Jahrgange (1860) der Erbkam'schen Zeitschrift für Bauwesen, S. 156.

menge entsprechen. Zur Regulirung und Vertheilung des Dampfes sind vier Glockenventile angebracht, wovon zwei, nämlich das Dampfeinlassventil *E* und das Auslassventil *A* (Fig. 466) im Durchschnitte sichtbar sind. Die beiden anderen Ventile, nämlich das Gleichgewichtsventil *G* und ein Ventil *R*, welches die Menge des durch *E* tretenden Dampfes regulirt, konnten (neben den genannten) in Fig. 467 nur in soweit markirt werden, als es das allgemeine Verständniss der Steuerung erfordert <sup>1)</sup>.

Beim Niedergange des Kolbens sind (ganz so, wie bei der Bd. 1, S. 408 beschriebenen und in Fig. 253 abgebildeten, einfachwirkenden Watt'schen Maschine) Einlassventil *E* und Austrittsventil *A* geöffnet, so dass der Raum über dem Kolben *D*<sup>2</sup> mit dem Kessel, der Raum unter demselben mit dem Condensator *C* (Fig. 465) communicirt, während (wieder ganz so, wie bei der soeben citirten Watt'schen Maschine) das Gleichgewichtsventil *G* geschlossen ist. Dieser Zustand ist in Fig. 466 dargestellt, jedoch mit der Einschränkung, dass der Niedergang des Kolbens eben beginnen soll.

Zum Zwecke des Kolbenaufganges ist der Zustand der drei Ventile *E*, *A* und *G* genau der entgegengesetzte, d. h. *E* und *A* sind geschlossen und *G* geöffnet. Dabei strömt der Dampf durch die beiden hohlen gusseisernen Säulen *MM* von oben nach unten und vertheilt sich auch unter dem Dampfkolben, so dass letzterer von beiden Seiten (oben und unten) gleichen Druck erfährt. Das Öffnen aller drei Ventile erfolgt durch das Niedersinken von Gewichten, das Schliessen durch geeignete Mechanismen der Maschine, wobei gleichzeitig die Gewichte wieder gehoben werden.

Von dem etwas complicirten Spiele der Steuerung hier nur Folgendes.

Das Einlassventil *E* steht mit einer Welle *e* in Verbindung und ähnlich so das Auslassventil *A* mit einer Welle *a* und das Gleichgewichtsventil *G* mit der Welle *g*.

Bei der Stellung aller Theile in Fig. 466 beginnt der Niedergang des Kolbens, in dessen Verlaufe am Balancier hängende Schienen (mit Knaggen), die in unserer Figur nur angedeutet werden konnten, auf Hebel *e*<sup>3</sup> der Welle *e* drücken und dadurch endlich das Einlassventil *E* schliessen. Hiernach hört der Zufluss frischen Dampfes auf und der bereits eingebrachte abgesperrte Dampf arbeitet (wie man zu sagen pflegt) durch Expansion. Gegen Ende dieses Niederganges erfolgt in gleicher Weise eine Einwirkung auf den Hebel *a*<sup>3</sup>, der auf der Welle *a* sitzt, wodurch das Auslassventil *A* geschlossen wird. Hiernach hat der Kolben seinen Niedergang vollendet. Der Katarakt, wodurch das Ausrücken der Sperrklinken für Aus- und Einlassventil erfolgt, ist in Fig. 467 mit *K* bezeichnet. Der Kolben dieses Kataraktes sinkt, während der Dampfkolben *D*<sup>2</sup> steigt und es treffen, wenn letzterer seinen Hub vollendet hat, Ansätze (Frösche) der Stange *x* gegen geeignete Klinkhebel und veranlassen deren Ausrückung. Hierdurch gelangen aber Gewichte zur Wirkung, welche Auslass- und Einlassventil öffnen etc.

Hat der Dampfkolben *D*<sup>2</sup>, wie angenommen wurde, seinen Niedergang vollendet, so rückt der Katarakt eine mit der Welle *g* verbundene Sperrklinke aus, wodurch ebenfalls ein Gewicht frei gemacht, das Gleichgewichtsventil *G*

1) Sämmtliche Detailzeichnungen und zugehörige Beschreibungen liefert Wiebe a. a. O. Heft XIV.

geöffnet, dem Dampfe der Zutritt unter den Kolben gestattet wird und letzterer seinen Aufgang beginnt, worin er durch das Gewicht des Plungers  $U'$  und dessen Belastung  $Y$  (Fig. 465) unterstützt wird. Ist dann der Kolben beinahe oben angekommen, so trifft ein Stangenanschlag den an der Welle  $g$  sitzenden Hebel  $g^3$ , wodurch das Gleichgewichtsventil  $G$  wieder geschlossen wird.

Während des nun abermals folgenden Niederganges des Dampfkolbens fällt der beim Aufgange gehobene Plungerkolben des Gleichgewichtskataraktes  $K'$  (Fig. 467) und rückt, nach vollendetem Wege des Dampfkolbens und nach einer durch Stellung des Kataraktventiles zu regulirenden Pause, ebenfalls durch eine Stange  $\alpha'$  einen Klinkhebel aus, wodurch das Gleichgewichtsventil geöffnet und wiederum der Aufgang des Dampfkolbens veranlasst wird.

Im Falle eines aussergewöhnlich grossen Wasserbedarfes, z. B. bei Feuerbrünsten, lässt man die Maschinen ohne Hubpausen arbeiten, d. h. setzt die Katarakte ausser Wirkung. Das Spiel der Steuerung ohne Hubpausen wird in unserer Quelle ebenfalls ausführlich erklärt.

Ueber die Leistungen des Werkes berichtet Wiebe (a. a. O.) nichts weiter, als dass jede der beiden Förderpumpen bei einem Hube etwa 24 Cubikfuss Wasser liefert.

So ausgezeichnet sich auch die Cornischen Pumpen-Maschinen ohne Drehbewegung zur Wasserversorgung mit einfachwirkenden Pumpen für Städte in mehrfacher Beziehung zeigten, so musste man doch auch zugeben, dass rotirende (mit Schwungrädern) ausgestattete Dampfmaschinen mit doppeltwirkenden Pumpen mehrfache und zwar bedeutsame Vorzüge haben, wohin ganz besonders ihre wohlfeilere Herstellung, einfachere Construction, mindere kostspielige Fundirungen, geringere Reparaturen und leichtere Beaufsichtigung gehören, in letzteren Beziehungen besonders deshalb, weil vor Allem die complicirte Kataraktsteuerung wegfällt. Hieraus erklärt sich das (bereits in den 40er Jahren in England begonnene) Bestreben, für Wasserwerkszwecke die rotirenden Maschinen einzuführen<sup>1)</sup>.

Die erste Anwendung von Maschinen letzterer Art in Deutschland für gedachte Zwecke hat man, nach Wissen des Verfassers, zuerst bei den Berliner Wasserwerken gemacht, welche 1855 in Betrieb gesetzt wurden und in der unten notirten Quelle<sup>2)</sup> ausführlich beschrieben und durch Abbildungen erläutert sind. Durchschlagende Anerkennung erlangte aber das rotirende Maschinensystem mit doppeltwirkenden Pumpen erst nach Einführung desselben bei der Wasserversorgung der Stadt Altona, deren Project von Hawksley in London herrührt, während Maschinen und Kessel R. & W. Hawthorn in Newcastle upon Tyne lieferten, der Bau der Anlagen durch die Unternehmer York & Co. stattfand und mit der Controle der contractlichen Ausführung die Ingenieure Lindley (Erbauer der ersten Hamburger Wasserwerke, S. 352)

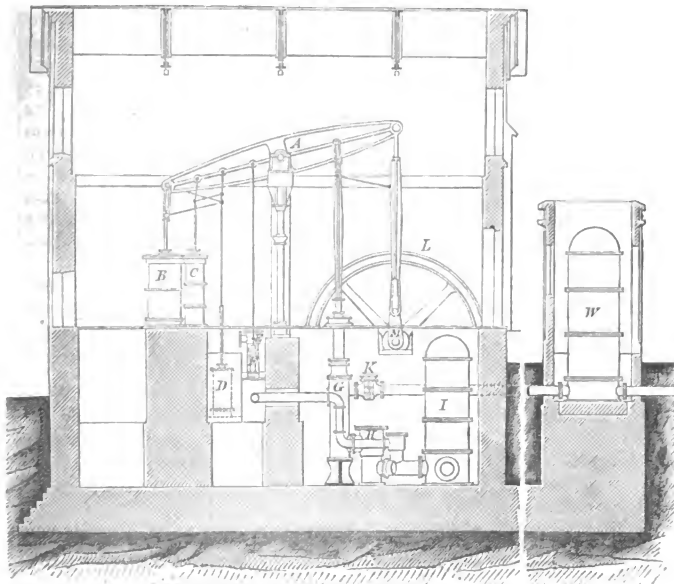
1) Ueber das Pro und Contra der immer noch nicht völlig entschiedenen Frage, ob einfachwirkende Cornwall-Maschinen und Pumpen oder rotirende und doppeltwirkende Maschinen und Pumpen? handelt ausführlich der jetzige Director der Altonaer Gas- und Wasserwerke, Herr Ingenieur W. Kummel, in seinem Werke: „Die Wasserkunst in Altona.“ Hamburg 1861, S. 14.

2) „Sammlung von Zeichnungen für die Hütte.“ Jahrgang 1859, S. 1, mit 25 Tafeln Abbildungen.

und Kümme! (Verfasser des bereits citirten Werkes) betraut wurden. Am 4. Aug. 1859 wurde das bei Blankenese errichtete Maschinenwerk in Betrieb gesetzt und arbeitete nicht nur bis zur Gegenwart völlig zufriedenstellend, sondern veranlasste auch, dass die bei der jetzt nothwendigen Erweiterung der Wasserversorgung Altonas neu anzuschaffenden Maschinen in genau gleicher Construction wieder bestellt wurden.

Nach dieser Einleitung wenden wir uns sogleich zur Beschreibung des betreffenden Maschinensystemes mit der Bemerkung, dass die in Fig. 468 dargestellte Skizze <sup>1)</sup> dem bereits wiederholt gedachten Werke Kümme!'s entlehnt wurde.

Fig. 468.



Ueberdies werde bemerkt, dass zwei ganz gleiche Maschinensysteme unmittelbar neben einander und zwar so aufgestellt und derartig construirt sind, dass jedes System für sich oder beide zusammen arbeiten können. Ueberdies wird gleich erkannt, dass die Dampfmaschinen dem Woolf'schen Systeme angehören, wobei die Kolbenstangen beider Cylinder B und C an derselben Balan-

1) Eine ebenfalls sehr gut abgefasste und mit Abbildungen begleitete Beschreibung des Blankenese-Altonaer Wasserwerkes findet sich in Schilling's Journal für Gasbeleuchtung, Jahrg. 1870 (Bd. XIII.), S. 337—352.

cierseite (links) aufgehängt sind. Die Hauptpumpen *G* sind doppelwirkend, nach der Kirchweger-Faivre'schen Anordnung (S. 601), d. h. so construirt, dass sie nur beim Aufgange Wasser ansaugen, beim Auf- und Abgange aber (immer die Hälfte des angesogenen Wassers) fördern. Das Saugventil befindet sich bei *H*, das Steig- oder Druckventil in *K*. Der grosse Dampfkolben hat 7 Fuss (2,135 Meter) Hub und 35 Zoll (89 Centimeter) Durchmesser, während der Hub des kleinen Kolbens  $\frac{3}{4}$  vom grossen, also  $5\frac{1}{4}$  Fuss (1,60 Meter) Hub hat, der Durchmesser 20 Zoll (51 Centimeter) beträgt. Die Hauptpumpen *G*, deren jede Maschine eine besitzt, sind an der halben Armlänge des Balanciers aufgehängt und haben  $3\frac{1}{2}$  Fuss (1,27 Meter) Hub bei 21 Zoll (53,34 Centimeter) Stiefel- und 15 Zoll (38,1 Centimeter) Plungerdurchmesser. Beim normalen Gange soll das Schwungrad *L* mit dem Krummzapfen *M* pro Minute 15 Umläufe machen. Gewöhnlich arbeiten die Maschinen mit einem Dampfdrucke von 26 bis 28 Pfund pro Quadratzoll englisch (über Atmosphären-Druck).

Von sonstigen Theilen der Maschine in Fig. 468 werde noch erwähnt, dass *D* die Luftpumpe bezeichnet, *E* die Kaltwasserpumpe, *F* die Speisepumpe, *I* ein Vacuumkessel (negativer Windkessel) ist und *W* den Druckwindkessel bezeichnet.

Dass das Werk in Blankenese, etwa 11,3 Kilometer von Hamburg Elbstrom abwärts liegend, erbaut wurde, hat seinen natürlichen Grund in dem Grundprincipe jeder guten Wasserkunst, welche grosse Städte mit Flusswasser zu versorgen hat, nämlich darin, das Wasser an einer Stelle zu entnehmen, wo es verhältnissmässig am reinsten gefunden wird.

Die Blankeneser Anlagen zerfallen in zwei Hauptgruppen. Die erste Anlage ist die an der Elbe liegende vorbeschriebene Dampfmaschine und Pumpenstation, mittelst welcher das natürliche Elbwasser auf den nächstliegenden höchsten Berg, den Brauhausberg (270 Fuss engl. oder 82,35 Meter über dem Nullpunkt des Elbstromes) in einer 2170 Fuss engl. (759,5 Meter) langen, 18 Zoll (45,72 Centimeter) weiten Rohrleitung gedrückt wird.

Die zweite Anlage umfasst die auf dem Brauhausberge angebrachten Ablagerungs- oder Klärbassins und künstlichen Filter zur Reinigung des Wassers, sowie einem Reinwasser-Reservoir. Aus letzterem führt eine 34000 Fuss (10370 Meter) lange Rohrleitung das reine Wasser nach Altona und den nahe gelegenen Verkehrsanstalten und Ortschaften.

Die Leistung der ganzen Anlage ist eine vorzügliche. Was die Güte der Dampfmaschinen und des Pumpenwerkes anlangt, so wird sich diese am besten aus folgender Nachricht ergeben, welche ich kürzlich durch die Güte des Herrn Director Kümmer empfang und welche folgendermassen lautet:

„Unsere alten Maschinen, seit 1859 unausgesetzt im Gebrauche, wurden in letzterer Zeit sehr stark angegriffen, da deren Arbeitsleistung für den Bedarf kaum ausreicht. Noch heute leisten sie, in regelmässigem Betriebe, nicht bei Versuchen oder Proben, Folgendes: Bei 960 Schwungradumdrehungen (16 pro Minute) fördern sie das (gemessene, nicht berechnete) Wasserquantum von 7692,6 Cubikfuss engl. (= 217,82 Cubikmeter) auf 275 Fuss engl. (83,82 Meter) Höhe bei einem durchschnittlichen Kohlenverbrauche von 300 Pfund stündlich, d. i. pro Stunde und pro metrische Nutz-Pferdekraft 2,218 Kilogr. oder pro Stunde und pro englische Nutz-Pferdekraft 4,490 Pfund, vorausgesetzt gewöhnliche englische Durchschnittskohle, in keiner Weise ausgesucht.

Da sich ferner die theoretische stündliche Wasserförderung berechnet zu  $960 \times 3\frac{1}{2} \text{ Fuss} \times \left(\frac{21}{12}\right)^2 \cdot 0,785 = 960 \cdot 3\frac{1}{2} \cdot 2,405 = 8080,8$  Cubikfuss, so ergibt sich das Güteverhältniss der Pumpen zu:

$$\frac{7692,6}{8080,8} = 0,9512,$$

oder der Nutzeffect zu mehr als 95 Procent.

Wenn dies Maschinen leisten, die länger als 14 Jahre im ununterbrochenen Betriebe sind, so ist der Grund leicht zu ermessen, weshalb die neu anzuschaffenden Maschinen wieder von ganz gleicher Construction bestellt sind. Ueberdies wird die neue Maschinenanlage in mehrfacher Beziehung noch vollkommener wie die alte sein, indem u. A. die Lieferanten derselben, Hawks, Crawshay & Sons in Gateshead eine Leistung von  $2\frac{1}{4}$  Pfund Kohlen pro Stunde und pro Pferdekraft garantirt haben und wohlweislich auch die Probe bestehen werden. Hierbei vorausgesetzt, dass die Pferdekkräfte aus Wassermenge mal Förderhöhe (Quantum auf den Brauhausberg geschafft), also wirkliche Nutzpferdekkräfte ohne Berechnung der hydraulischen und mechanischen Widerstände sind.

Diese doppeltwirkenden Woolf'schen rotirenden Balancier-Pumpenmaschinen haben in England jetzt eigentlich alle übrigen Systeme verdrängt, sie herrschen fast absolut und werden neue Wasserwerke mit anderen Maschinen nur noch sehr wenige gebaut.

Die nächstfolgenden Figuren 469 und 470 zeigen die Dampfmaschinen, Pumpen und Kesseldispositionen nebst dem bereits oben (S. 632) erwähnten Druckthurm des Wasserwerkes der Stadt Braunschweig, was 1863 und 1865 nach dem Projecte des Ingenieurs Claus daselbst ausgeführt wurde. Maschinen und Dampfkessel lieferte die Maschinenbau-Actiengesellschaft, vormalis Georg Eggestorff in Hannover<sup>1)</sup>.

Die sogenannte in unseren Abbildungen dargestellte Pumpenstation besteht den Gebäuden nach aus dem Maschinenhause<sup>2)</sup>, aus dem Kesselhause und aus dem bereits erwähnten Druckthurme.

Die Dampfmaschine *a*, Fig. 469, wovon, wie Fig. 470 (der Grundriss) erkennen lässt, zwei ganz gleiche vorhanden sind, haben horizontalliegende Cylinder, sind direct und doppeltwirkend mit Ventilsteuerung ausgestattet und für variable Expansionswirkung construirt.

Die verlängerten Dampfkolbenstangen sind mit den Kolbenstangen der

1) Claus, Die Wasserwerke der Stadt Braunschweig. Hannover 1869. Besonderer Abdruck aus der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. XV. (1869), S. 25—114. Ferner wurde hier ein Aufsatz im XIII. Bd. (1870) des Schilling'schen Journals für Gasbeleuchtung benutzt, der sich dort S. 263—278 abgedruckt vorfindet.

2) Im Maschinenhause findet sich folgende Inschrift: „Also sprechen die Schriften der weisen Meister: Wasser ist die Wonne alles Lebenden; den Siechen ein Arzt, den Gesunden ein guter Freund, der Ruhe ein Gespieler, der Arbeit ein Genosse. Darum, so lasset des Wassers Ströme fließen in jedwedes Bürgers Haus.“

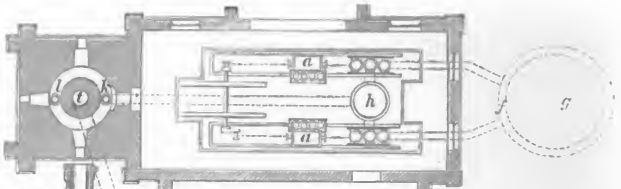


Fig. 470.

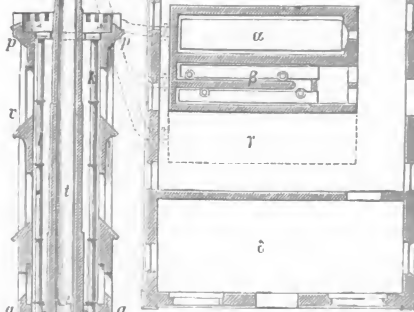
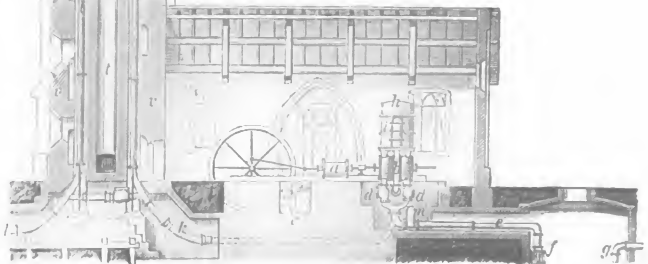


Fig. 469.





Pumpen *b* gekuppelt, während sich nach links hin die Kreuzköpfe und die Schwungräder befinden.

Jedes der beiden Maschinensysteme kann auch unabhängig von dem anderen für sich arbeiten. Die Dampfzylinder haben 65,4 Centimeter Durchmesser, die Kolben 110 Centimeter Hub. Die (De la Hire'schen) doppelwirkenden Pumpen haben 42 Centimeter Kolbendurchmesser. Die eine der Pumpen hat von der Mitte aus aufschlagende Klappenventile von Leder, die andere Doppelsitzventile von Bronze. Die Durchmesser derselben sind gleich der Saug- und Druckleitungen, die beide 35,6 Centimeter weit sind.

Die Pumpen saugen jede durch ein besonderes Saugrohr *e*, in welchem ein negativer Windkessel *m* eingeschaltet ist. In unserer Quelle wird ausdrücklich bemerkt<sup>1)</sup>, dass die Anbringung eines negativen Windkessels an jedem grösseren Pumpwerke nicht entbehrt werden kann, indem sonst bei schnellerem Gange die Wassersäule abbrisse! Der Verfasser fügt diesem noch bei, dass die Vortheile eines derartigen Windkessels noch andere sind, nämlich Nichtschlagen der Ventile (wenn sich diese übrigens nicht zu hoch heben und mit Federn ausgerüstet sind, wie bereits S. 609, Note 2, empfohlen wurde), vortheilhafte Einwirkung auf die Trägheit des Wassers in der Saugröhre und vermehrtes Wasserquantum<sup>2)</sup>. Das Verbindungsrohr der beiden Druckventile trägt je einen kleinen Druckwindkessel *i*. Der Hauptwindkessel *h* wird durch eine kleine Luftpumpe mit Luft versehen. Von hier aus geht das Hauptdruckrohr *k* und zwar erhebt sich dies im Druckthurme zwischen dessen Umfassungsmauern *v* und dem Schornsteine *t* bis zur Höhe von 45,37 Metern über der Flur des Maschinenraumes. Ihm gegenüber befindet sich ein völlig gleiches Fallrohr *l*. An beiden Röhren sind 0,94 Meter unter ihrer Oberkante sogenannte Wasserspeier *pp* angebracht, um ein Uebergehen des Wassers zu verbinden. Beide Röhren sind dreimal mit einander verbunden. Die erste Verbindung liegt 1,25 Meter unter Flur des Maschinenraums und führt durch einen Canal unter den Schornstein durch, woselbst auch ein Klappenventil eventuell den Abschluss des Druckrohres bewirkt. Die beiden anderen Verbindungen *rr* in 15,7 Meter und *qq* in 31,4 Meter Höhe können durch eingeschaltete Schieber geschlossen resp. geöffnet werden. Durch diese Verbindung von Stand- und Fallrohr wollte man die Versorgung der in verschiedenen Höhen der Stadt gelegenen Theile durch proportional verschiedene Arbeit der Pumpen ermöglichen, da man ein Hochreservoir, was bei Störungen der Maschinenanlagen oder

1) Zeitschrift d. Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins, 1869, S. 47.

2) Die Nützlichkeit und die Vortheile von Windkesseln an Saugröhren haben 1852 die Maschinenmeister Kirchwegger und Prüssmann durch höchst beachtenswerthe Versuche dargethan. Leider finden sich diese ausführlich nur in Armengaud's Génie industr. T. III. (1852), Pg. 221 abgedruckt, auszugsweise in dem vom Verfasser bearbeiteten Artikel „Pumpen“ der 2. Auflage von Karmarsch und Heeren's Handb. der Gewerbekunde, Bd. 2, S. 911.

Bemerkt zu werden verdient es übrigens, dass schon in Rothe's bereits oben citirtem Werke „Maschinenbaukunde“ (Neue Auflage, Potsdam 1838) mehrfach Windkessel an den Pumpen-Saugröhren vorkommen.

der Hauptröhren die Stadtversorgung übernehmen sollte, zwar projectirte<sup>1)</sup>, aber nicht ausführte.

Das der Stadt Braunschweig durch dies Werk zu Gebote stehende Wasser wird aus der Oker oberhalb der Stadt entnommen, in Klär- oder Ablagerungsbassins geleitet und dann zu (künstlichen) Filterbassins geführt, welche mit vom Harze bezogenen Steinmaterialien (grobe Findlinge von Faustgrösse, Kies und Sand) gefüllt sind. Das in den Klärbassins abgelagerte Wasser wird in einem Rohre (von 56,50 Centimeter Weite) den künstlichen Filtern von oben zugeführt, von wo ab es in Röhren (von ebenfalls 56,50 Centimeter Durchmesser) in einen überwölbten Reinwasserbrunnen *fg* (Fig. 469) von 6,10 Meter Durchmesser fliesst und aus welchem es die Pumpen, deren Saugröhren mit *e* bezeichnet sind, heben.

Jede der vorher besprochenen horizontalliegenden Dampfmaschinen<sup>2)</sup> kann eine Arbeit von  $64\frac{1}{2}$  Pferdekraften entwickeln, so dass jede derselben ausreichend ist, binnen 24 Stunden circa 270000 Cubikfuss rhein. (8343 Cubikmeter) auf 160 Fuss (50,24 Meter) Höhe zu fördern<sup>3)</sup>. Hiernach lässt sich berechnen, wie viel Liter pro Kopf der 50000 Seelen betragenden Einwohnerzahl der Stadt Braunschweig von dem geförderten Wasser als Bedarf angenommen wurde<sup>4)</sup>.

Die Frage, weshalb man beim Braunschweiger Wasserwerke nicht zweicylindrige Woolf'sche Dampfmaschinen in Anwendung gebracht hat, beantwortet der Verfasser (im Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereinsblatte) dahin, „dass es ihm vorzugsweise auf Wohlfeilheit der Beschaffung, Wartung und Instandhaltung angekommen sei, obwohl sich allerdings die Woolf'schen Maschinen durch ihre sehr gleichmässige Gangart

1) Auf Blatt 431 der citirten Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins ist in punktirten Linien der Platz (an einem fast entgegengesetzten Stadtheile liegend) bezeichnet, wohin ein Hochreservoir kommen sollte. Der Verfasser hält ein Hochreservoir unter allen Umständen für eine Nothwendigkeit.

2) Das Kesselhaus (Fig. 469 im Grundrisse) bietet Raum für drei Kessel  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$ , sowie ausserdem der Raum  $\delta$  als Kohlenschuppen dient.

3) Im Schilling'schen Gasjournale (1870, S. 269) wird, nach angestellten Versuchen, anders als in der Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins (ohne angestellte Versuche) berichtet. In ersterer Quelle heisst es also: Die Dampfmaschinen können bei 40 Pfund Dampfüberdruck pro Quadratzoll mit  $\frac{1}{4}$  Füllung bei 120 bis 130 Fuss (37,68 bis 40,82 Meter) Wasserdruck arbeiten und gestatten bei stärkerem Dampfdrucke oder geringerer Wasserdruckung eine Expansion bis  $\frac{7}{16}$  (?), wobei die Schwungradwellen noch 19 Umläufe pro Minute machen. Der stattfindende Kohlenverbrauch beträgt 5,04 Pfund pro Stunde und pro Pferdekraft. In dieser zweiten Quelle wird auch das täglich zu beschaffende Wasserquantum nur zu 250000 Cubikfuss (7750 Cubikmeter) angegeben.

4) Nach dieser Angabe würde der Verbrauch pro Kopf betragen können:

$$\frac{8343000}{50000} = 166,8 \text{ Liter.}$$

Nach der Angabe in Note 3 aber nur  $\frac{7750000}{50000} = 155 \text{ Liter.}$

auszeichnen und sich deshalb vorzugsweise zur Wasserhebung eignen. Zugestanden wird endlich, dass die in Folge der Anwendung zweier Cylinder etwas grössere Reibung und Complication der Mechanismen durch die ökonomischen Vortheile desselben mehr als ausgeglichen werde und daher dieses System überall dort zu empfehlen sei, wo man vorzugsweise auf die höchstmögliche Kohlenersparniss, weniger aber auf grosse Einfachheit der Anlage reflectire!“

Der Verfasser kann, nach seinen Erfahrungen, diesem letzteren Urtheile nur ein „Wahrgesprochen“ beifügen.

Den Freunden der horizontalliegenden Dampfmaschinen und Pumpen zur Wasserversorgung der Städte kann daher nicht genug das neue Wasserwerk der Stadt Dresden zur Kenntnissnahme empfohlen werden, dessen Herstellung den als Fachschriftsteller wie praktischen Ingenieur rühmlichst bekannten Herrn Salbach übertragen wurde und dessen gänzliche Vollendung in diesem Jahre bestimmt zu erwarten ist<sup>1)</sup>.

Zuvor muss jedoch erwähnt werden, dass Salbach bereits 1868 für die Stadt Halle a. d. Saale (einer Stadt von ebenfalls 50000 Einwohnern wie Braunschweig) ein in den meisten Theilen mit dem Dresdner Werke stimmende Wasserversorgung zur Zufriedenheit aller Parteien zu Stande gebracht hat und worüber die unten citirte Schrift ausführlich handelt<sup>2)</sup>.

In Halle wie in Dresden gewinnt man das zu fördernde reine Wasser weder durch die natürliche Filtration<sup>3)</sup>, noch durch die künstliche (wie in Braunschweig) aus den vorhandenen Flüssen, sondern in ganz eigenthümlicher Weise durch Gewinnung des unter den Flüssen und unter der Tagesoberfläche sich sammelnden Grund- und Quellwassers, welches rein, klar und

1) Herr Salbach hat die besondere Güte gehabt, dem Verfasser für seine „Allgemeine Maschinenlehre“ den als Manuscript gedruckten Vortrag „Ueber die Wasserversorgung der Stadt Dresden“ zu senden, welchen dieser Herr kürzlich im sächsischen Ingenieur- und Architekten-Verein gehalten hat, was hiermit dankend erwähnt zu werden verdient.

Ausserdem ist von Salbach's grösserem Werke: „Die Dresdner Wasserwerke“ bereits Heft 1 bei Knapp in Halle erschienen.

2) Salbach, „Das Wasserwerk der Stadt Halle.“ Erbaut in den Jahren 1867 und 1868. Mit 17 Tafeln Gross-Folio. Halle 1871.

3) Man versteht unter natürlicher Filtration (gewöhnlich) das Verfahren, parallel mit einem Flusse einen Canal herzustellen, welcher tiefer gelegen als das Flussbett aus porösem Mauerwerk (oder wie in Leipzig aus Thonröhren mit durchlöchernten Wänden) gefertigt wird, um das in den nächsten Bodenschichten befindliche Wasser aufnehmen zu können. Das im gedachten Canale gesammelte Wasser pumpt man aus und erwartet, dass das Flusswasser, dem im Canale abgesenkten Wasserspiegel folgend, durch das Flussbett und die zwischen diesem und dem Canale befindlichen Bodenschichten nachdringen, durch diese Schichten filtrirt und in dem Zustande in den Canal eindringen würde, wie es nach einer künstlichen Filtration zu sein pflegt.

Man sehe das Specielle dieses Gegenstandes in dem jüngsten Salbach'schen Werke, Abschnitt: „Princip der Wassergewinnung.“



kelhebel. Zur Erzeugung des erforderlichen Dampfes dienen sechs Röhrenkessel mit Unterfeuerung und mit je 135 Quadratmeter Heizfläche.

Um das nöthige Wasser aus Quellen zu gewinnen, welche aus dem am rechten Elbufer (bei der sogenannten Saloppe) hoch ansteigenden Terrain unterirdisch herabströmen, wurde am Elbufer eine Galerie von durchlässigen Röhren in der Tiefe von 4,70 Meter unter der dortigen Erdoberfläche und 3,70 Meter unter dem Nullpunkte des Dresdner Elbspiegels verlegt, die sich unterhalb und oberhalb der Wasserhebungsanlage auf eine Totallänge von 1438 Meter erstreckt.

Die Röhren der Sammelgalerie münden in zwei grosse, 40 Meter von einander abstehende Brunnen, die man vor der Wasserhebungsstelle angelegt hat. Diese Brunnen bilden den Centralpunkt der Wassersammlung und aus diesen saugen die Pumpen ihr Wasser. Die beiden betreffenden Saugröhren sind in Fig. 471 mit den Buchstaben *hh* bezeichnet, jede derselben hat 0,65 Meter lichten Durchmesser. *eee* sind sogenannte Saug- oder negative Windkessel, von welchen die beiden Saugleitungen eines Systemes mit 0,47 Meter Durchmesser abzweigen, während sich die beiden Druckleitungen in einem Ausgleichungswindkessel unmittelbar über *ee* vereinigen und als gemeinschaftliche Leitung im Durchmesser von 0,60 Meter nach dem Hauptwindkessel (von 2 Meter Durchmesser und 5,30 Meter Höhe) geführt werden. Endlich sind *gg* die Steigleitungen, welche nach zwei 1200 Meter von der Wasserhebungsanlage und 60 Meter über dem Nullpunkte des Dresdner Elbpegels liegende Hochreservoirs führen<sup>1)</sup>, wovon jedes 1970 Quadratmeter Grundfläche, 9600 Cubikmeter Fassungsraum, also beide zusammen Raum für 19200 Cubikmeter Wasser enthalten.

Die Zuflussröhren *gg* haben einen lichten Durchmesser von 0,65 Meter, während die Röhren der von den Hochreservoirs nach der Stadt führenden Hauptleitung 0,75 Meter weit sind.

Die Maximalleistung der gesammten Wasserförderung soll 50000 Cubikmeter pro Tag betragen<sup>2)</sup>, wobei von den 6 Dampfmaschinen, jede zu 100 Pferdekräften gerechnet, immer 5 in Thätigkeit sein sollen, während die sechste die Reserve bildet. Die Schwungradwellen haben dabei 19 Umläufe pro Minute zu machen. Bei der Tourenzahl 15 hat man pro Tag 31000 Cubikmeter Wasser als Förderquantum angenommen.

Unter den jüngeren Dampfmaschinen-Pumpwerken zur Wasserversorgung der Städte, wobei das Woolf'sche Maschinensystem sich glanzvoll bewährt, verdienen ganz besonders noch die beiden neuen (1868er) Maschinen der Berliner Wasserwerke genannt zu werden. Während die alten (Seite 636 besprochenen) eincylindrigen Balancier-Maschinen, mit Condensator und Meyer'scher Expansion (Band 1, Seite 446), aus dem Borsig'schen Etablis-

1) Diese Hochreservoirs liegen in der Dresdner Haide an der Radeberger Chaussee bei der Oberförsterei „Fischhaus.“

2) Bei 300000 Einwohnern der Stadt Dresden (gegenwärtig zählt man nur 180000) würde sonach pro Kopf im Maximum ein Wasservolumen von

$$\frac{5000000}{300000} = 16\frac{2}{3} \text{ Liter}$$

geliefert werden können.

ment hervorgegangene Maschinen pro Stunde und pro Pferdekraft 5,3 Pfund Steinkohlen verbrennen, bedürfen die von der Firma Simpson & Co. in London (Grosvenor Road Pimlico, S. W.) unter sonst gleichen Umständen nur 2,33 Pfund desselben Brennmaterials<sup>1)</sup>.

Wohl zu bemerken ist hierbei, dass diese Simpson'schen Maschinen je zwei verticalgestellte Cylinder (beziehungsweise von 60 und 40 Zoll engl. Kolbendurchmesser und von 8 Fuss und  $5\frac{1}{3}$  Fuss Hub) haben, deren Kolbenstangen in 16 Fuss (grosser Cylinder) und 10 Fuss (kleiner Cylinder) Entfernung von der Balanciermitte an einer Seite des Balanciers aufgehängt sind, während sich an der anderen Seite die Lenkstangen für die Krummzapfenbewegung, sowie die Stangen für Haupt- und Filterpumpen befinden.

Diese (neuen) Maschinen sind darauf berechnet, dass sie mit  $\frac{1}{3}$  Dampfüllung des kleinen Cylinders, also im Ganzen mit 10facher Expansion arbeiten. Die Umdrehzahl der Schwungradwelle soll  $12\frac{1}{2}$  als Maximum pro Minute betragen und jede Maschine soll pro Stunde 180000 Gallon oder 818 Cubikmeter Wasser fördern.

Ein eigentliches Hochreservoir fehlt. Der auf dem Windmühlenberge (vor dem Schönhäuser Thore) angebrachte sogenannte Druckthurm dient hauptsächlich als Regulirung für den mit dem Gange der Maschinen nicht gleichen Schritt haltenden Consum. Ueber letzteren Gegenstand und fast alle anderen Anordnungen des Werkes berichtet der (neuere) aus dem Jahre 1871 stammende Artikel in dem (unten) citirten Schilling'schen Journale. Wer die speciellen Constructionen der (neuen) Maschinenanlage studiren will, dem ist recht angelegentlich das Wiebe'sche Skizzenheft<sup>2)</sup>, sowie auch der Engineering<sup>3)</sup> und Engineer<sup>4)</sup> zu empfehlen.

Zweck dieses Buches und der dem Verfasser zu Gebote stehende Raum verhindert noch weitere Besprechungen neuer, ausschliesslich durch Dampfmaschinen betriebener Werke, weshalb wir uns genöthigt sehen, besonders auf die soeben citirten englischen Zeitschriften und ferner auf Colburn-Maw's

1) Schilling, Journal für Gasbeleuchtung. 14. Jahrg., 1871, S. 241.

Nach einem amtlichen Versuche des technischen Directors der Berliner Wasserwerke, des Herrn Henry Gill, am 9. August 1869, worüber Prof. Wiebe im Jahrg. 1871 (Heft 1 und 2) seines Skizzenbuches ausführlich berichtet, betrug die durch die Verbrennung von 112 Pfund englischer Steinkohle entwickelte Arbeit, wenn der Wasserverbrauch nach der wirklichen Messung der Filterbettungen und Reservoirs berechnet wurde, über 112 Mill. Fusspfund, genauer 112500000 Fusspfund, d. i. pro 1 Pfund Steinkohle 1004464 Fusspfund, so dass der Kohlenverbrauch pro Stunde und pro Pferdekraft beträgt:

$$\frac{550 \cdot 60 \cdot 60}{1004464} = \frac{1980000}{1004464} = 1,97 \text{ Pfund.}$$

Wohl beachtet, ist dies das Resultat von Versuchen, die gewiss unter den günstigsten Umständen angestellt wurden, nicht aber (wie oben) die Durchschnittszahl aus den Resultaten zweimonatlich (Febr. und März 1870) ununterbrochen dauernder Arbeiten.

2) Heft LXXII. und LXXIII. der ganzen Reihe.

3) Vol. X. 1870, Pg. 260—262.

4) Juli bis December 1870, Pg. 208—212.

**Werk** <sup>1)</sup> zu verweisen, in welchem letzteren insbesondere die (neueren) Wasserversorgungsanstalten amerikanischer und indischer Städte, New-York (Brooklyn). Philadelphia, Cincinnati, ferner Bombay etc. mehr oder weniger ausführlich besprochen und (meist) auch durch Abbildungen erläutert sind.

Den Uebergang von Werken zur Wasserversorgung von Städten, welche durch Wasserräder statt durch Dampfmaschinen betrieben werden, wollen wir durch Bemerkungen über die betreffenden Anlagen der Stadt Zürich bilden, die vom dortigen städtischen Ingenieur A. Bürkli-Ziegler im Jahre 1869 zur allseitigen Zufriedenheit ausgeführt und in Gang gebracht wurden <sup>2)</sup>.

Zuerst das für gegenwärtigen Zweck Wichtigste betrachtend, werde bemerkt, dass zum Pumpenbetriebe ein (von Escher, Wyss & Co. geliefertes) Wasserrad von 20 bis 25 Pferdekraft Nutzarbeit, sowie zwei ganz gleiche horizontalliegende, mit Expansion und Condensation arbeitende, mit (einem gemeinsamen) Schwungrad und Krummzapfen ausgestattete sogenannte Zwilling-Dampfmaschinen vorhanden sind, deren Gesamt-Arbeitsleistung 35 Pferdekraften entspricht <sup>3)</sup>. Sämmtliche Pumpen sind doppelwirkend, nach dem System Girard construirt, deren Anordnung bereits S. 608 besprochen und durch zwei Abbildungen, Fig. 446 und 447, erläutert wurde.

Das Wasserrad liefert in 24 Stunden 1230 bis 2060 Cubikmeter Wasser auf 60 Meter Höhe. Die Dampfmaschine in derselben Zeit 3900 Cubikmeter auf 47 Meter Höhe.

Das Brauchwasser wird aus der Limmat mittelst einer Combination von künstlichem und natürlichem Filter entnommen. Die Pumpen fördern das reine Wasser in zwei Hochreservoirs, woraus das Wasser in die Stadt zu den verschiedensten Zwecken geleitet wird <sup>4)</sup>.

1) The Waterworks of London.

2) Ausführlich dargestellt in den Jahrgängen 1869 und 1870 (Bd. 14 u. 15) der Schweizerischen Polytechnischen Zeitschrift. Das Pumpwerk, namentlich im Jahrgange 1870, S. 115 ff. begleitet mit Abbildungen auf Tafel 7.

Ferner ist ein mit der Ueberschrift „Zur Wasserversorgung der Stadt Zürich“ versehener Artikel im 15. Jahrgange (1872) des Schilling'schen Journals für Gasbeleuchtung zu empfehlen.

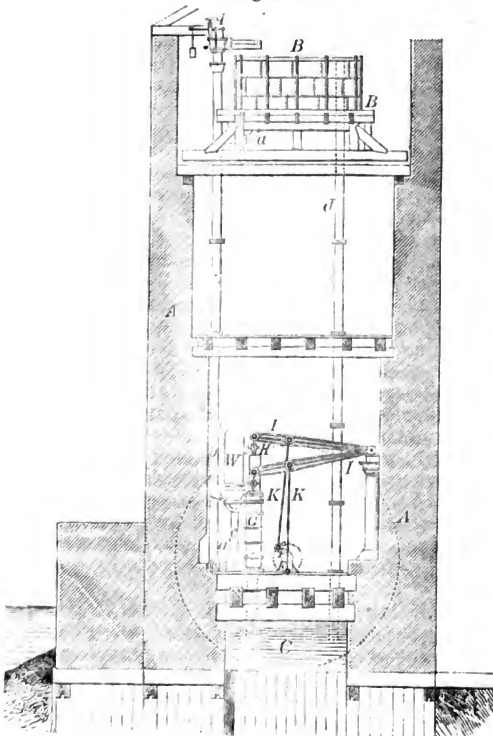
3) Zwischen Schwungradwelle und Pumpen ist ein Zahnradvorgelege eingeschaltet, wodurch die Geschwindigkeit der Pumpenkolben in Bezug auf die der Dampfmaschinenkolben im Verhältniss von  $\frac{9}{20}$  vermindert wird. Das Schwungrad macht bei normalem Gange 40 Umläufe pro Minute.

4) Es werden pro Kopf der 53000 Einwohner betragenden Bevölkerung gerechnet: für den Hausverbrauch 67 Liter, als Fabrikwasser 37 Liter, zum Strassensprengen 27 Liter, für Fontainen 60 Liter. Summa 190 Liter.

Die täglich (in 24 Stunden) gelieferte Wassermenge beträgt in der That reichlich 10000 Cubikmeter.

Von ausschliesslich durch Wasserräder betriebenen Pumpwerken zur Wasserversorgung von Städten wird es (für unsere Zwecke) hinreichen, nur nachbemerkte zwei ausführlicher zu besprechen, die beide in constructiver Hinsicht eine ganz besondere Beachtung verdienen. Das eine ist die sogenannte Wasserkunst der Residenzstadt Hannover, vom Maschinendirector Kirchweger daselbst entworfen und (1848) ausgeführt, das andere ist die Anlage des verstorbenen Ingenieurs Girard zu Saint Maur bei Paris, welche das grossartige Reservoir von Menilmontant mit Wasser aus der Marne speist.

Fig. 472.



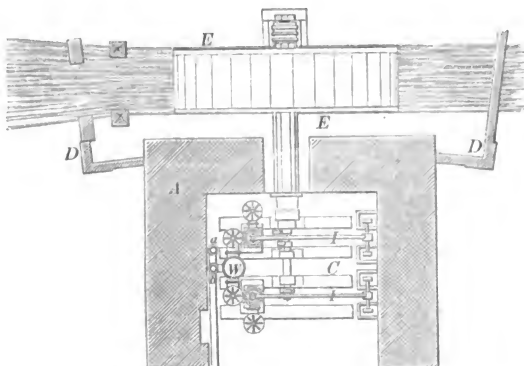
Der Wasserthurm *AA*, Figur 472 und Figur 473, befindet sich auf derselben Stelle, wo bereits 1535 die sogenannte alte Wasserkunst der Stadt Hannover gestanden hat<sup>1)</sup>. Derselbe enthält drei Stockwerke, wo sich in dem untersten das in Fig. 474 in grösserem Maassstabe gezeichnete Pumpwerk aufgestellt und in dem oberen ein Nothbassin *B* angebracht findet, von 398 Cubikfuss (9,95 Cubikmeter) Inhalt, was als Sammelbehälter benutzt wird. Die Pumpen saugen

1) Ausführlich über die ganze Anlage berichtet unter der Ueberschrift: Die Wasserkunst der Residenzstadt Hannover, ein Aufsatz des Verfassers im Jahrgange 1858, S. 275—292.



aus einer Wasserkammer *C*, welche durch einen Canal mit dem Leinewasser in Verbindung steht. In einem Vorbaue befindet sich ein Wasserrad mit niedrigem Kropfe, welches vom Leinewasser beaufschlagt wird. Zum Wasserpumpen dient ein vereinigt Saug- und Druckwerk der bereits S. 600 besprochenen Kirchweiger'schen Anordnung, worauf wir nachher speciell zurückkommen werden.

Fig. 473.

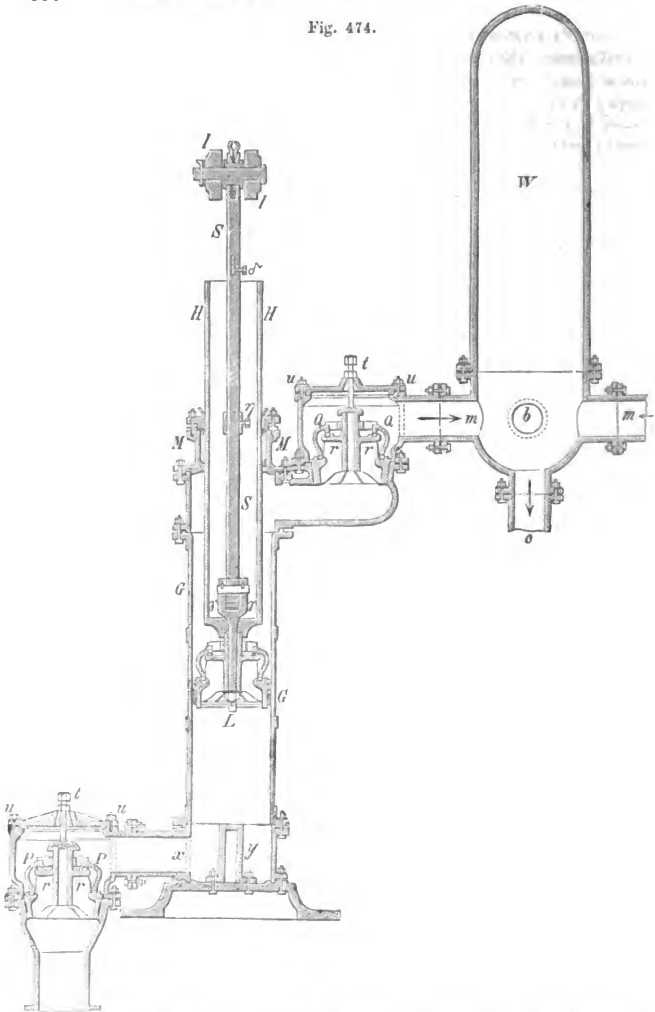


Die Umdrehkraft des Wasserrades wird direct durch Krummzapfen *FF*, Lenkstangen *KK* und einarmige Balanciers *JJ* auf die Kolbenstangen *H* der Pumpen *G* übertragen.

Für den gewöhnlichen Dienst treibt man das Wasser mittelst der Pumpen nicht erst in das Bassin *B*, sondern von beiden Seiten aus in den Windkessel *W* und weiter durch ein Leitungsrohr *c* direct nach den betreffenden Ausgussstellen der Stadt. In letzterem Falle arbeiten die Pumpen unter einem Ueberdrucke von  $1\frac{1}{4}$  bis  $1\frac{1}{2}$  Atmosphären. Steigt der Druck durch Schliessung einer bedeutenden Zahl von Zweigröhren und Ausgussstellen, und ist oberhalb im Steigrohre *b* ein (geeignet angebrachtes) Ventil *q* geöffnet, so wird das Wasser in das Bassin *B* gefördert.

Wie bereits erwähnt, dient letzteres Bassin hauptsächlich als Vorrathsbehälter für den Fall der Noth, um auch während des Stillstandes der Pumpen augenblicklich und schon ehe letztere in Gang gesetzt werden konnten, Wasser an bedrohten Orten schnell zur Hand zu haben. Die Abführung des Bassinwassers geschieht in einem dem *b* ganz parallel niedergehenden Rohre, wie dies namentlich aus dem Grundrisse (Fig. 473) erhellt, während im Aufrisse (Fig. 472) nur der Abzweigtheil zu bemerken ist. Endlich befindet sich noch am oberen Bassinrande eine Oeffnung, welche, um ein Ueberfließen zu vermeiden, dem Wasser einen Abfall durch die Röhre *d* gestattet, wenn sich das Bassin *B* bis zur Höhe der Ausflusmündung gefüllt hat. Oberhalb links am Bassin *B* ist noch ein Hebel *q* angedeutet, der als Belastungsmittel eines

Fig. 474.



Sicherheitsventiles dient, welches das obere Ende der Steigröhre *b* verschliesst<sup>1)</sup>.

1) Diese Details und noch ein sehr sinnreicher selbstthätiger Sicherheits-

Zum Verständnisse des Pumpwerkes Fig. 474 wird (mit Bezug auf S. 600) Nachstehendes genügen. Es bezeichnet  $G$  den massiven Stiefel (von 15 Zoll hannoversch<sup>1)</sup>) Durchmesser,  $H$  den Plunger von  $10\frac{5}{8}$  Zoll Durchmesser. Letzterer Kolben ist noch mit einem zweiten  $L$  fest vereinigt, welcher vermittelt gehöriger Liederung luftdicht an die innere Stiefelwand schliesst, ausserdem aber durchbrochen und mit einem Glocken- oder Doppelsitzventile versehen ist, welches sich nach oben öffnet. Bei  $M$  geht der Plunger durch eine geeignete Stopfbüchse, welche an den Kopf des Stiefels  $G$  festgeschraubt ist. Die Kolbenstange  $S$  besteht aus Schmiedeeisen und ist diese durch eine Schliesskappe, deren Ort durch die Buchstaben  $\delta \lambda \eta$  angedeutet sind, mit  $S$  so vereinigt, dass geeignetes Anziehen von Futterstücken (bei  $\gamma$ ) vermittelt eines Nasen- und Zugkeiles vorgenommen werden kann.

$P$  ist das Saug- und  $Q$  das Steig- oder Druckventil. Der Sitzkörper  $r$  beider Ventile wird durch Druckschrauben  $t$  an seinem Platze gehalten. In jede der Sitzstellen der Glockenventile hat man schwalbenschwanzförmige Vertiefungen eingedreht und in diese Ringe von Gutta-Percha als Dichtungsmittel eingetrieben, welche sich unter allen Umständen vorzüglich bewährt haben. Den Deckeln  $u$  der Ventilkasten hat man durch Anbringen von radial auslaufenden Rippen eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegeben.

Aus sorgfältigen Versuchen, die seiner Zeit vom Maschinendirector Kirchweger und mir angestellt wurden<sup>2)</sup>, geht hinsichtlich der Grösse der zur Bewegung des ganzen Pumpwerkes erforderlichen Arbeit Nachstehendes hervor.

Zum Aufziehen des Pumpenkolbens und des Plungerkolbens<sup>3)</sup> ist, bei 50,75 Fuss totaler Förderhöhe, eine Kraft von 2768,581 Pfunde erforderlich. Für den Niedergang berechnet sich diese Kraft zu 1965,338 Pfund. Da nun jeder Kolbenhub 4 Fuss beträgt, so ergibt sich für jeden Doppelhub eine mechanische Arbeit von:

$$(2768,581 + 1965,338) \cdot 4 = 18935,676 \text{ Fuss-Pfund,}$$

folglich, da zwei Stiefel vorhanden sind, die aufzuwendende Arbeit pro Doppelhub 37871,352 Fuss-Pfund.

Da ferner die Zeit eines Doppelspieles 4,615 Sekunden betrug, so erhält man (die Maschinenpferdekraft zu 550 Fuss-Pfund gerechnet) schliesslich:

$$\frac{37871,352}{4,615 \cdot 550} = 14,90 \text{ Pferdekrafte.}$$

Berechnet man ebenso die zur Bewegung des ganzen Pumpwerkes erforderliche Arbeit, ohne Beachtung der passiven Widerstände, so erhält man (den Hannoverschen Cudikfuss Wasser = 53,2 Pfund gerechnet):

$$\frac{2 \cdot 53,20 \cdot 1.227 \cdot 50,75}{550} \cdot \frac{4,0}{4,615} = 10,45 \text{ Pferdekrafte.}$$

Apparat gegen zu grosse Wasserpressungen finden sich auf Tafel VI. der vorher citirten Mittheilungen (Jahrg. 1858) des Hannoverschen Gewerbe-Vereins nach Maassstab gezeichnet.

1) 1 Hannov. Zoll = 24,4 Millimeter. 1 Meter = 3,424 Fuss Hannov.

2) Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereins a. a. O. S. 279.

3) Der Querschnitt des Pumpenkolbens  $L$  beträgt 1,227 Quadratfuss, der des Plungers  $H$  aber 0,615 Quadratfuss.

Hiernach verzehren sämmtliche passiven Widerstände höchstens eine Arbeit von 30 Procent, was als ein durchaus günstiges Resultat zu betrachten ist.

Zur Beurtheilung des Wirkungsgrades der Pumpe allein wurde beobachtet, dass sich das Bassin *B* von 398 Cubikfuss Rauminhalt in der Zeit von 6 Minuten 55 Secunden füllte, wobei das Wasserrad 45 Umläufe machte. Da sich nun für beide Pumpen die (theoretische) Wassermenge zu 9,816 Cubikfuss berechnete <sup>1)</sup>, so ergibt sich der Wirkungsgrad = *g* der Pumpen zu:

$$g = \frac{398,0}{9,816 \cdot 45} = 0,90,$$

oder zu 90 Procent.

Es ist zu bedauern, dass dies schöne Werk, ungeachtet der Herstellung einer zweiten, ganz gleichen Pumpenanlage, für den jetzigen grossen Bedarf der bis zu 120000 Köpfen angewachsenen Einwohnerzahl der Residenzstadt Hannover nicht mehr ausreicht, dass auch die Leine zu wenig Aufschlagwasser für die Wasserräder (namentlich zur Sommerzeit) abzugeben vermag und dass endlich kein reines, sondern nur schmutziges Leinewasser geliefert werden kann.

Die Herstellung einer grossen Dampfpumpen-Wasserkunst, welche möglichst reines Quellwasser liefern soll, ist daher bestimmt in Aussicht genommen.

Girard's Pumpwerke zum Speisen des Wasserreservoirs zu Menilmontant bildet eine der grossartigsten und interessantesten Anlagen der Neuzeit und bedauert der Verfasser nur, hier keinen Raum gehabt zu haben, um ein Gesamtbild des selbst malerisch merkwürdigen Werkes hier aufnehmen zu können, wie sich solches (nach photographischer Aufnahme) in der unten notirten Schrift Girard's vorfindet <sup>2)</sup>.

Sechs colossale Partialturbinen mit horizontaler Achse, Schwammkrugturbinen <sup>3)</sup>, richtiger Poncelet-Wasserräder (Bd. 1, S. 280) mit turbinenartiger Beaufschlagung des Wassers, sind in drei Gruppen zu je zwei, wie Fig. 475 im Aufrisse und Fig. 476 im Grundrisse erkennen lässt, neben einander aufgestellt, wovon jedes Rad direct unter Benutzung von Krummzapfen *f* und Lenkstange ein Paar Girard'sche einfachwirkende Pumpen treibt.

Jedes der Wasserräder *aa* hat nicht weniger als 11,60 Meter (38 Fuss englisch) Durchmesser und soll eine Gesamtarbeit von 120 Pferdekräften auf seine Horizontalwelle *d* übertragen. Das Wasser der Marne wird in geeigneten Canälen *cc* zugeführt und tritt, unter einem Gefälle von 4 bis 5 Metern, in gehörig gekrümmten Einfallsröhren *b* (die zugleich mit entsprechenden Leitschaufelapparaten versehen sind) in die Räder *aa*, deren Güteverhältniss zu 0,60 angegeben wird <sup>4)</sup>.

1) Da der grosse Kolben (*L*) 15 Zoll Durchmesser hat und dessen Hub 4 Fuss beträgt, der Plunger (*H*) aber den halben Querschnitt von *L* besitzt, so berechnet sich für eine der Pumpen pro Wasserradumgang die theoretisch geförderte Wassermenge zu  $1,227 \times 4 = 4,908$  Cubikfuss, also für beide vorhandene Pumpen zu 9,816 Cubikfuss.

2) Girard, *Projet d'Élevation d'eau de Saint-Maur*. Paris 1863.

3) Bd. 1, S. 337, Note 1.

4) Aehnliche Turbinen für ein Gefälle von 135 bis 140 Meter findet man besprochen und durch schöne Abbildungen erläutert im 21. Bd. (oder Bd. 1 der

Eine der Pumpen dient zur Versorgung des Bois de Vincennes und pumpt täglich circa 12400 Cubikmeter Wasser in den See von Grevelle, welcher 33,3 Meter über dem Marnespiegel liegt. Die anderen 5 Pumpen (und Wasserräder) fördern in das Reservoir zu Menilmontant durch eine 7700 Meter (7,7 Kilometer) lange Leitung *zz* von 82 Centimeter Röhrenweite auf 70 Meter

Fig. 475.

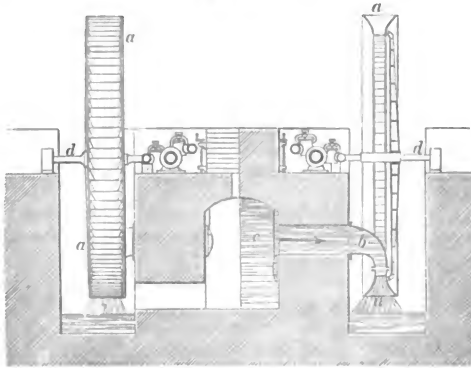
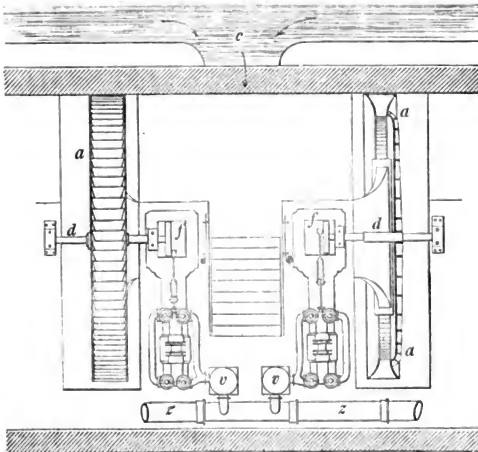


Fig. 476.



neuen Reihe) von Armengaud's Publication industriel (1874), Pg. 461, Pl. 35.

Höhe über dem Marnespiegel<sup>1)</sup>. Jetzt soll man die Absicht haben, das Marnewasser durch Anlage eines Filterbassins vor dessen Eintritt in die Pumpenkammern zu reinigen<sup>2)</sup>.

Schliesslich werde noch auf die Wasserversorgung der Stadt Gera durch ein horizontales Pumpwerk aufmerksam gemacht, welches durch ein in den Elsterfluss gebautes, 22 Fuss hohes und ebenso breites Sagebien'sches Kropfrad in Bewegung gesetzt wird. Eine geeignete Zahnradtransmission bewirkt, dass die Pumpen 12 bis 16 Hübe pro Minute machen, während das Wasserrad  $\frac{12}{9}$  bis  $\frac{16}{9}$  Umläufe verrichtet. Ganz eigenthümliche Verhältnisse veranlassten die Wahl eines Sagebien'schen Rades, insbesondere, da nur auf ein Gefälle von 12 bis 13 Zoll zu rechnen war, während sich die pro Secunde zufließende Betriebswassermenge von 132 Cubikfuss bis auf 20 verändern konnte. Der Constructeur und Erbauer dieses beachtenswerthen Werkes, welches das natürliche Elsterwasser in ein Hochreservoir fördert, ist der Maschinenfabrikant Moritz Jahr in Gera<sup>3)</sup>.

Ueber noch andere, durch Wasserräder betriebene Pumpwerke zur Wasserversorgung von Städten müssen wir auf die unten angegebenen Quellen verweisen<sup>4)</sup>.

1) Vorstehende Angaben entlehnte der Verfasser einem längeren Artikel im XIII. Jahrgange (1870), S. 673 des Schilling'schen Journals für Gasbeleuchtung. Nach Angaben Colburn's & Maw's in deren Werke: „The Water Works of London“, Pg. 103, wird angegeben, dass das Reservoir von Menilmontant 10000 Cubikmeter Wasser fasse und 82,61 Meter über der niedrigsten Wassermarken der Seine liege. Der obere Theil dieses Reservoirs wird übrigens (mit Trinkwasser) von dem Flüsschen Dhuis gespeist, dessen Wasser man aus einer Entfernung von 134000 Meter (134 Kilometer) herbeiführt.

2) Das Neueste, was der Verfasser über die Wasserversorgung von Paris erhalten konnte, findet sich nicht in dem citirten Schilling'schen Journale von 1870, sondern bei Colburn und Maw von S. 101 an unter der Ueberschrift: „The Water supply of Paris.“ Hiernach rechnete man (1866) auf die 1700000 Köpfe betragende Einwohnerzahl von Paris einen täglichen Wasserverbrauch von 240000 Cubikmeter, was pro Kopf reichlich 141 Liter ausmachen würde.

Dies Wasser wird mittelst Dampfpumpen aus der Seine, der Marne und dem Canale de l'Ourcq gefördert, durch die Flüsschen Dhuis und Vanne und aus anderen Quellen zugeführt, sowie durch die artesischen Brunnen in Passy und Grenelle gewonnen

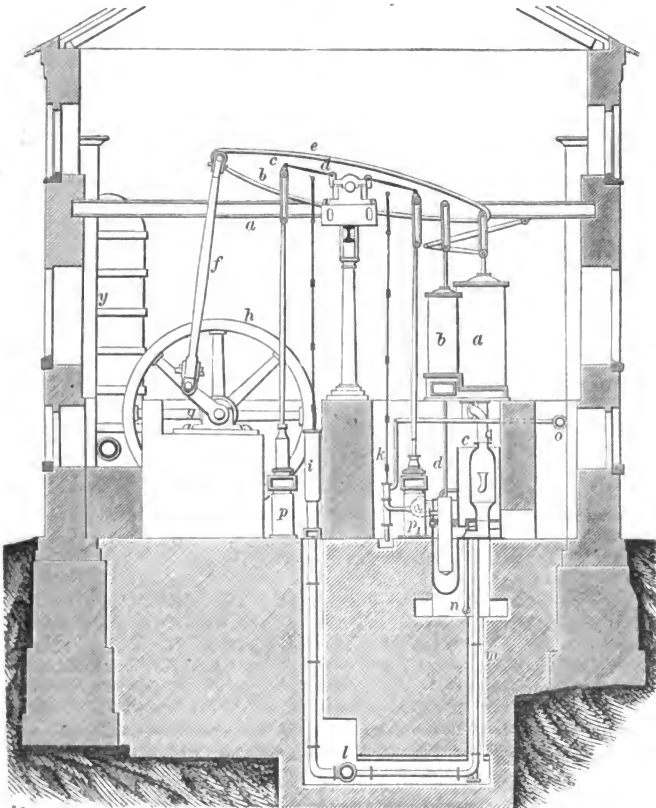
3) Ueber das durch ein Sagebien'sches Wasserrad getriebenes Wasserpumpwerk (sowie über die Sagebien'schen Wasserräder) handelt ein Aufsatz des Verfassers im Hannoverschen Wochenblatte für Handel und Gewerbe vom 7. Aug. 1869, S. 256. Sagebien's Kropfrad findet sich ferner besprochen in Bornemann's Civil-Ing. 1859, S. 78.

4) Z. Colburn und W. H. Maw, „The London Water Works“, Pg. 113, unter der Ueberschrift: „Turbines at the Philadelphia Water Works.“ „Syphon Turbine at the Geneva Water Works.“ Engineering vom 4. October 1872, Pg. 236.

## Das Wasserwerk des Herrn Friedrich Krupp in Essen.

Wir können vorstehenden Abschnitt nicht besser schliessen, als mit der Beschreibung eines Werkes, welches bestimmt ist, eins der grössten Etablissements der civilisirten Welt, das berühmte Stahlwerk des Herrn Krupp in Essen, mit Wasser für die verschiedenartigsten sich daselbst zusammenfindenden Bedürfnisse zu versorgen, wobei wir nur bedauern müssen, die Disposition der ganzen grossartigen Anlage, des Raummangels wegen, nach den schönen Zeichnungen nicht wiedergeben zu können, die uns durch besondere Güte des

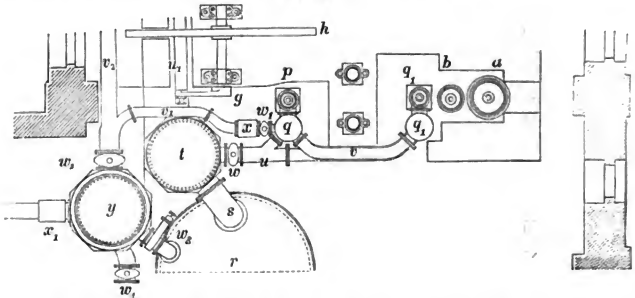
Fig. 477.



Herrn Grahn's, Ingenieur der Gas- und Wasserwerke der Krupp'schen Gussstahlfabrik, bereitwilligst zugestellt wurden. Wir müssen uns auf die beiden Skizzen Fig. 477 und 478 beschränken, welche eine der sechs in einer geraden Linie neben einander gestellten Maschinen erkennen lassen, die aus dem Etablissement der Herren Simpson & Comp., Ingenieurs in London (Pimlico), hervorgehen.

Die Dampfmaschinen sind doppelwirkende, rotirende Balanciermaschinen des Woolf'schen Systemes, die sich zwar im Wesentlichen den in England von Simpson & Comp. in grösserer Zahl ausgeführten Maschinen anschliessen<sup>1)</sup>, sich jedoch unterscheiden: 1) durch Anordnung der Druckpumpen und 2) durch Aufstellung von Condensator nebst Luftpumpe<sup>2)</sup>.

Fig. 478.



Der grosse Cylinder *a* hat 3 Fuss 5 $\frac{1}{4}$  Zoll engl. Durchmesser und der Kolben 8 Fuss 3 Zoll Hub, während der Durchmesser des kleinen Cylinders *b* 2 Fuss  $\frac{1}{4}$  Zoll Durchmesser und der Kolben 5 Fuss 11 $\frac{1}{16}$  Zoll Hub hat, so dass das Volumenverhältniss beider 4 : 1 ist. Die Dampfspannung in den Kesseln beträgt 3,30 Kil. pro Quadrat-Centimeter und es wird der Dampf nach  $\frac{1}{3}$  Kolbenweg im kleinen Cylinder abgesperrt. Unter dem grossen Cylinder ist der Condensator sowie die Kaltwassercisterne aufgestellt und die durch den Boden des kleinen Cylinders hindurchtretende Kolbenstange trägt den Kolben der Luftpumpe *d*, welche in Rücksicht auf die grosse Geschwindigkeit als Plungerpumpe mit 18 Zoll Kolbendurchmesser construirt ist. Der gusseiserne Balancier hat 14 Fuss Armlänge (28 Fuss ganze Länge) und trägt an seiner linken Seite *b* die schmiedeeiserne Lenkstange *f* von 24 Fuss 1 $\frac{1}{2}$  Zoll Länge, die mit der Warze einer Kurbel *g* von 4 Fuss 1 $\frac{1}{2}$  Zoll Bughöhe (Radius) gehörig verbunden ist und das Schwungrad *h* von 19 Fuss 8 Zoll Durchmesser und circa 300 Centner Gewicht in Umdrehung setzt. In je  $\frac{1}{4}$  der Armlängen zu beiden Seiten der Drehpunkte des Balanciers hängen die Kalt-

1) Instit. of mechan. engineers, Proceedings 1862, Pg. 259, unter der Ueberschrift: „On double cylinder pumping engines“, mit Abbildungen auf Plate 70—71.

2) Man erinnere sich auch an die neuen, ebenfalls von Simpson & Comp. in London gelieferten Dampfmaschinen der vorher (S. 646) besprochenen Berliner Wasserwerke.



wasserpumpe  $i$  mit 13 Zoll Kolbendurchmesser und die Speisepumpe  $k$  mit  $3\frac{3}{4}$  Zoll Durchmesser des Kolbens. Die Kaltwasserpumpe entnimmt das Wasser aus einem mit dem Brunnen der Förderpumpen  $p$  und  $p_1$  in Verbindung stehenden Rohre  $l$ , in welches zugleich das Ueberfallrohr  $m$  der Kaltwassercisterne  $c$  geleitet ist, während die Speisepumpe aus der Warmwassercisterne  $d$  schöpft und durch das Rohr  $o$  den Dampfkesseln Speisewasser zuführt.  $n$  ist das Ueberfall- und Ablassrohr der Warmwassercisterne.

Die bereits erwähnten zwei einfachwirkenden Förderpumpen  $p$  und  $p_1$  haben Plungerkolben von  $15\frac{1}{2}$  Zoll Durchmesser und 4 Fuss  $1\frac{1}{2}$  Zoll Hub, deren Druckröhren sich in einem gemeinschaftlichen Rohre vereinigen, das mit einem Schieber und einem selbstthätig wirkenden Klappenventile versehen ist. In einem im Maschinenraume ausgeführten Brunnen  $r$  (Fig. 478) von 16 Fuss Durchmesser, der durch ein 36zölliges Rohr gespeist wird, mündet für je drei Maschinen ein Saugrohr  $s$  von  $25\frac{5}{8}$  Zoll Durchmesser, welches einen je drei Maschinen gemeinschaftlichen gusseisernen Saugwindkessel  $t$  von 14 Fuss  $2\frac{1}{4}$  Zoll Höhe und 6 Fuss  $9\frac{1}{2}$  Zoll Durchmesser hat. Von diesem geht das 15zöllige Saugrohr  $u$  für die eine Maschine und  $u_1$  für zwei andere Maschinen aus. Das Saugrohr  $u$  mündet in die Ventilkästen  $q$  und  $q_1$ . Die Ventile selbst sind Doppelsitzventile mit Rothgussglocken und Sitzflächen von Akazienholz. Saug- und Druckventile stehen direct übereinander, sind von gleichen Dimensionen, jedoch mit dem Unterschiede, dass das Saugventil den  $1\frac{1}{2}$ -fachen Hub des Druckventiles hat und der freie Querschnitt des Saugventils gleich dem Plungerquerschnitt ist, während das Druckventil gleichen Querschnitt mit dem die beiden Ventilkästen verbindenden Druckrohre  $v$  von 12 Zoll Durchmesser darbietet. Durch einen Schieber  $w$  wird für die eine Maschine die Saugleitung und durch den Schieber  $w_1$  die Druckleitung beider Pumpen abgesperrt. In dem gemeinsamen Druckrohre  $v$ , befindet sich überdies noch ein selbstthätiges Klappenventil, dessen Ort in Fig. 478 mit  $x$  bezeichnet ist.

Die schmiedeeisernen Lenkstangen der Pumpen haben eine eigenthümliche Geradföhrung. Sie hängen nämlich an einer Gliederung  $abc$ , welche sich in  $b$  um den Balancierzapfen und um  $c$  mittelst eines Gegenlenkers  $cd$  dreht, dessen Drehpunkt bei  $d$  mit dem Balancierlager verbunden ist.

Das Druckrohr  $v_1$  vereinigt sich mit dem von den zwei anderen Dampfmaschinen kommenden Rohre  $v_2$  zu einem Rohre von 1 Fuss 9 Zoll Durchmesser, das, mit dem Schieber  $w_2$  versehen, in dem schmiedeeisernen Druckwindkessel  $y$  mündet, dessen Durchmesser 7 Fuss  $5\frac{3}{4}$  Zoll bei 30 Fuss  $4\frac{1}{2}$  Zoll Höhe beträgt.

Der Schieber  $w_3$  bezweckt die Entleerung des Windkessels und der Schieber  $w_4$  verbindet den Windkessel  $y$  der drei Maschinen mit einem gleichen für die drei anderen Maschinen.  $x_1$  ist der Ort einer selbstwirkenden Klappe in dem von der Maschinenanlage zu einem Hochbassin führenden, 1500 Meter langen Druckrohre, dessen Durchmesser 425 Millimeter beträgt. Den verschiedenen Wasserständen im Brunnen entsprechend, beträgt die Förderhöhe 109,0 bis 113,5 Meter und liefert jede Maschine pro Minute 4,20 Cubikmeter Wasser bei 0,63 Meter Geschwindigkeit der Plungerkolben, wobei angenommen ist, dass zwei Maschinen arbeiten und eine in Reserve verbleibt. Dabei soll die englische Pferdekraft (550 Fuss-Pfund pro Secunde), berechnet aus dem wirklich gehobenem Wasserquantum und der wirklichen Förderhöhe plus 5 Meter

für Reibungsverluste, pro Stunde keinen grösseren Steinkohlenverbrauch als  $1\frac{1}{2}$  Kilogramm erfordern. Für 3 Maschinen sind 8 Kessel von je 2,30 Meter Durchmesser und 8,79 Meter Länge, mit zwei inneren Feuerröhren von je 0,823 Meter Durchmesser und 12 Galloway-Röhren vorhanden.

## Feuerlöschspritzen <sup>1)</sup>.

### §. 30.

Gegenwärtiger Abschnitt bedarf zur Einleitung nur die Erinnerung an das, was bereits Seite 569 über Feuerlöschspritzen

1) Literatur: Karsten, Abhandlung über die vortheilhafteste Anordnung der Feuerspritzen. Greifswalde 1773.

Klügel, Abhandlung von der besten Einrichtung der Feuerspritzen. Berlin 1774.

Thierry, Bericht über eine allgemeine Feuerspritzenprobe zu Mühlhausen (Elsass). Polytechn. Centralbl. 1838, Nr. 3. S. 33.

Braithwaite in London, Dampffeuerspritze. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen, Jahrgang 1840, S. 38.

Armengaud, Publ. industr. Vol. V. und hieraus im Hannoverschen Gewerbeblatte, Jahrg. 1846, S. 32: Die zweckmässigen Feuerspritzen der Stadt Paris.

Kronauer, Feuerspritze mit horizontalen Cylindern von G. F. Eller zu Frauenfeld (Schweiz). Technische Zeitschrift, Bd. 1 (1848), S. 1.

Ertel & Sohn in München, Beschreibung der Feuerspritzen des Ertel'schen Ateliers. Kunst- und Gewerbeblatt f. d. Königreich Baiern. Bd. 27 (1849), S. 40.

v. Göhl, Beschreibung der Feuerlöschmaschinen aus dem Reichenbach'schen mathematisch-mechanischen Institute von Ertel & Sohn. München 1853.

Schunk, Handbuch der Pariser Feuerwehr. Braunschweig 1856.

Frick, Die Feuerspritze. Anleitung zum Bau, zur Berechnung, Behandlung und Prüfung etc. Braunschweig 1859.

Rühlmann, Feuerspritze. Supplemente zu Prechtl's technologischer Encyclopädie. Bd. 3, S. 48.

Rühlmann, Neues und Altes über englische und deutsche Feuerspritzen. (Dampfspritzen und Handspritzen.) Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrg. 1862, S. 112 und 356.

Tresca, Die Londoner Feuerspritzen-Versuche. Annales du conservatoire des arts et metiers. 1862, p. 696.

Kirchweger, Die Dampf-Feuerspritze der Stadt Hannover. Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1864, S. 71.

Rühlmann, Ueber Feuerspritzen und insbesondere über die der Mechaniker Tidow und Wellhausen in Hannover. Ebendasselbst Jahrgang 1866, S. 155.

Wottitz, Die Dampffeuerspritzen auf der landwirthschaftlichen Ausstellung zu Köln a. Rhein im Juni 1865. Wien 1866. S. 112.

Scheffler, Bericht über die Prüfung der 1868 beim 7. deutschen Feuerwehrtage zu Braunschweig ausgestellten Feuerspritzen. Braunschweig 1868.

bemerkt wurde<sup>1)</sup>, d. h. dass es Kolbenpumpen von der Anordnung sind, wobei das geförderte Wasser nicht ausgegossen, sondern in einem continuirlich gleichförmigen Strahle ausgeworfen (gespritzt) wird. Letzteres wird dadurch erreicht, dass man am Ende des Steigrohres ein conisch-convergentes Ausgussrohr mit Mundstück von viel kleinerem Durchmesser als das Steigrohr anbringt und vor letzterem an geeigneter Stelle einen Windkessel<sup>2)</sup> einschaltet.

Wir können die Feuerlöschspritzen in tragbare und fahrbare (Karren- und Wagenspritzen) und nach ihrer Bewegungskraft in Hand- und Dampfspritzen eintheilen.

Rühlmann, Ueber einige neuere Versuche mit Feuerspritzen. Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereins. Jahrg. 1869, S. 32.

Vergleichende Versuche mit Dampfspritzen zu Glasgow. (Im October 1869 angestellt.) Polytechnisches Centralblatt, Jahrg. 1870, S. 726.

Jeep, Feuerspritzen. In dem Buche: „Der Bau der Pumpen und Spritzen.“ Leipzig 1871, S. 193.

Shand and Mason, Steam fire engine at the Vienne exhibition. Im Engineer vom 5. Sept. 1873, Pg. 144, und im Engineering vom 26. Sept. 1873, Pg. 258.

The Goulds manufact. illustr. catalogue. Seneca Falls. (New-York.) 1873—1874.

1) In Bezug auf specielle Geschichte der Feuerspritzen muss auf folgende drei Quellen verwiesen werden:

Beckmann, Beiträge zur Geschichte der Erfindungen. Vierter Band. Leipzig 1799, S. 430.

Ewbank, A Historical Account etc. of machines for raising water. New-York 1856, Pg. 302 ff. (Fire engines.)

Fiedler, Geschichte der deutschen Feuerlösch- und Rettungsanstalten. Berlin 1873.

2) Der Windkessel ist hier nichts anderes, als der S. 580 in Erinnerung gebrachte und bei der Höll'schen Luftmaschine für ähnliche Zwecke benutzte Heronsball. Während der Windkessel bei den vorher besprochenen Pumpwerken zur Wasserversorgung der Städte das Werk hauptsächlich vor nachtheiligen Einwirkungen von Erschütterungen und Stößen schützen soll, dient derselbe (wie beim hydraulischen Widder S. 583) bei den Feuerspritzen dazu, aus dem unterbrochenen Strahle, welchen die Pumpen liefern, einen ununterbrochenen herzustellen.

Fiedler in der vorher notirten Geschichte der deutschen Feuerlöschanstalten (S. 34, 36 ff.) bestreitet es, dass Ktesibius (S. 568) eine Feuerspritze mit Windkessel construiert habe. Das Wort *catinum* in Vitruv, was die meisten Bearbeiter mit Windkessel übersetzen, bezeichne nur ein Geschirr, ein Gefäß etc., ohne Bezugnahme auf darin abgesperrte atmosphärische Luft. Fiedler hält es daher (a. a. O. S. 37) für sehr möglich, dass der wahre Erfinder der heutigen Feuerspritze der wackere Goldschmied Anton Platner in Augsburg ist.

## I. Handspritzen.

Zwei Sorten tragbare Handspritzen finden sich in den Fig. 479 und 480 dargestellt, die beide dem vom Verfasser geschriebenen Artikel „Feuerspritze“ des Karmarsch und Heeren'schen „Handbuches der Gewerbekunde“, Bd. 1, S. 772, entlehnt sind.

Erstere Figur (479) soll besonders die Anordnung erklären, wie man eine derartige Spritze braucht, indem man die Krücke *R* unter den linken Arm bringt, welche einem eisernen Ständer *L* angehört, woran der Pumpencylinder *A* befestigt ist, mit der rechten Hand den Hebel *O* fasst, der seinen Drehpunkt am Arme *N* hat und mit der linken Hand das Ausgussrohr *D* (Fig. 480) führt. In Bezug auf letztere Figur wird es ausreichen, darauf aufmerksam zu

Fig. 479.

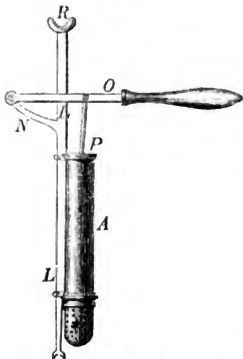


Fig. 480.

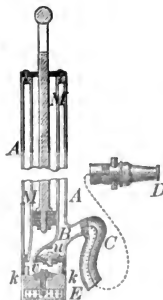
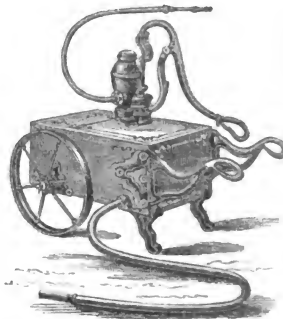


Fig. 481.



machen, dass der Windkessel *A* den Kolbencylinder *M*, sowie auch das Steigventil *v* umschliesst, der Steigschlauch *C* an das Rohrstück *B* des Windkessels seitlich angeschoben ist und das cylindrische Stück *kk*, ein Sieb *E*, sowie das Saugventil *v* enthält. Fig. 481 giebt das Bild einer Karrenspritze der in der Note 1, Literatur (S. 659) erwähnten Gould's Manufacturing Comp. in Seneca Falls (New-York). Das ganze, aus Eisen hergestellte Werk wird in Bezug auf Nützlichkeit und Bequemlichkeit als unübertroffen (unsurpassed) bezeichnet und namentlich für das Löschen von im Entstehen begriffenen Feuern sehr empfohlen.

Die Fig. 482 und 483 lassen in  $\frac{1}{24}$  der wahren Grösse eine der besten, auf 4 Rädern ruhende Feuerlöschspritze der Stadt Hannover erkennen und wie solche (mit weit verbreitetem guten Rufe) aus der Werkstatt von Louis Tidow & Sohn daselbst hervorgehen. In Bezug auf das Wagengestell bedauert der Verfasser, dass er hier nicht Raum genug gehabt hat, auch den scharnirartigen Langbaum *a*, überhaupt die ganze Anordnung des Wagens durch Skizzen erläutern zu können, der vor Allem die Vortheile vier gleich

hoher Räder mit grosser Gelenkigkeit und Festigkeit vereinigt, was von besonderer Wichtigkeit für Stadt-Feuerspritzen ist <sup>1)</sup>.

Der Wasserkasten *b* wird aus genietetem Eisenblech und Winkeleisen gebildet und vor dem Rosten durch guten Lackfirniß wohl geschützt.

Als höchst nachahmungswerth ist der leichte Zugang zu den Ventilen zu bezeichnen, wozu bemerkt werden mag, dass die Saugventile mit den Buchstaben

Fig. 482.

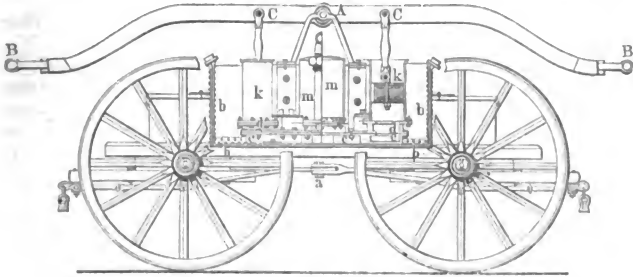
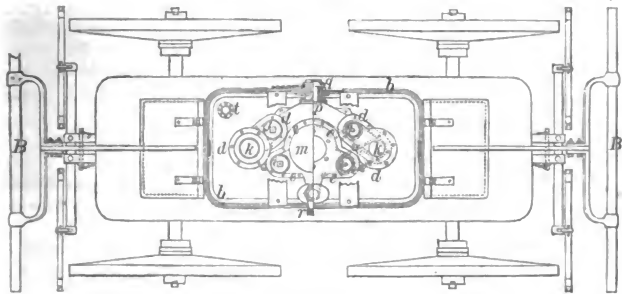


Fig. 483.



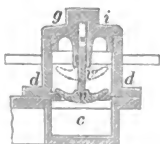
*gg*, die Steigventile aber durch *ii* bezeichnet sind. Eigenthümlich ist die Anordnung der gusseisernen Grundplatte *c*, in welcher man die erforderlichen Canäle in sinnreicher Weise zusammengedrängt hat, ohne sehr nachtheilige Querschnittsverengungen zu veranlassen und die Zugänglichkeit wichtiger Theile zu beeinträchtigen. Auf diese Grundplatte *c* sind nämlich drei andere guss-eiserne Kästen geschraubt, wovon zwei zur Aufnahme der Pumpencylinder *kk*, sowie für die Saugventile *gg* bestimmt sind, deren Grenzen und Gestalt in Fig. 483 mit den Buchstaben *dd* bezeichnet wurden, während der dritte Kasten

1) Ausführlich besprochen und durch Abbildungen erläutert in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrgang 1862, S. 364, Tafel XII.

ee zur Aufnahme des Windkessels  $m^1$ ) und für Placirung der Saugventile  $ii$  angeordnet ist.

Die erwähnten Ventile sind Muschelventile mit nach oben gerichteten Führungsstielen  $u$ , wie solches aus der (in grösserem Maassstabe gezeichneten) Detailfigur 484 ohne Weiteres zu erkennen ist (und wo das geschlossene Ventil mit  $v$ , das geöffnete und punktirt angegebene mit  $v'$  bezeichnet wurde). Das Herausheben und Einbringen dieser Ventile geschieht unter Benutzung (Lösen oder Schliessen) von mit Schrauben versehenen Deckeln  $gi$  (Fig. 484).

Fig. 484.



Spritzt man mit Wasser, welches mittelst Eimern etc. in den Kasten  $bb$  gegossen wurde, so verschliesst man vorher mittelst einer äusserlich angeschobenen Kapsel  $q$  (Fig. 483) eine untere Seitenöffnung des Kastens, an welcher im anderen Falle (wenn die Spritze das Wasser aus gewisser Tiefe ansaugen und nicht aus dem Kasten  $bb$  entnehmen soll) der Saugschlauch eingeführt und mit dem Rohrstücke  $p$  vereinigt wird, welches letztere mit den Canälen der Saugventile communicirt. Selbstverständlich wird der Steigschlauch bei  $r$  angeschoben. Zum Ablassen von Standwasser aus dem Kasten  $bb$  ist im Boden des letzteren bei  $t$  eine Oeffnung angebracht, welche ebenfalls in gehöriger Weise verschlossen werden kann.

Aus mit aller Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit vom Verfasser angestellten Versuchen<sup>2)</sup> geht die Vortrefflichkeit dieser Feuerspritzenanordnung, Detailconstruction und Ausführung auch noch daraus hervor, dass sie fast immer ein grösseres Wasserquantum liefert, als sich nach geometrischer Berechnung der Cylinder- (Stiefel-) Inhalte, unter genauer Beobachtung der Hubzahl herausstellt<sup>3)</sup>. Wie man aber auch über letztere Thatsache urtheilen mag, jeden-

1) Der Windkessel hat 12 Zoll Durchmesser und 16 Zoll Höhe, folglich 1909,50 Cubikzoll Inhalt. Der theoretische Wasserfassungsraum eines Kolbenstiefels beträgt aber  $21,64 \times 7\frac{5}{8} = 165,1$  Cubikzoll, folglich das Verhältniss des ersten Inhaltes zum letzteren: 10,57.

2) Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrg. 1866, S. 159.

3) Den am 5. Juni 1866 angestellten Versuchen gingen Ermittlungen voraus, die nachbemerkte Data lieferten:

Durchmesser der Pumpenkolben  $5\frac{1}{4}$  Zoll englisch. Hub derselben  $7\frac{5}{8}$  Zoll englisch. Meehanische Hebellänge des halben Balanciers  $AB$  5 Fuss  $10\frac{1}{4}$  Zoll. Entfernung des Aufhängepunktes  $C$  der Kolbenlenkstange vom Drehpunkte  $A$   $13\frac{3}{4}$  Zoll. Innerer Durchmesser der (hanfenen) Saug- und Steigschläuche  $2\frac{3}{8}$  Zoll englisch. Schlauchlänge von der Stelle  $r$  Fig. 483 an gemessen bis zum Mundstücke  $29\frac{1}{2}$  Fuss.

Das conisch convergente Ausgussrohr hatte 790 Millimeter Länge, 51 Millimeter grössten und 30 Millimeter kleinsten Durchmesser. An letzterer Stelle wurden die Mundstücke von 175 Millimeter Länge angeschoben, deren Mündungsdurchmesser 13 und 14 Millimeter betrug.

Bezeichnet man hiernach den Querschnitt eines der Kolben mit  $a$ , deren Geschwindigkeit mit  $v$ , die Geschwindigkeit des Angriffspunktes der Arbeiter (am

falls ist dem auch bei den ausgezeichneten, mit grosser Sorgfalt angestellten

Druckbaume) mit  $c$  und die berechnete oder theoretische Wassermenge in Cubikfussen pro Minute mit  $Q_1$ , so ergibt sich:

$$\alpha = \left(\frac{21}{4}\right)^2 \cdot 0,785 = 21,64 \text{ Quadratzoll}; c = \frac{70\frac{1}{4}}{13\frac{3}{4}} v = 5,109 v; Q_1 =$$

$60 \cdot \frac{\alpha v}{144}$ . Nun wurden beim fünften Versuche, wenn 14 Mann (kräftige Polytechniker) an den Druckbäumen gleichmässig vertheilt arbeiteten, 5 Cubikfuss Wasser bei 44 Hüben in 25 Secunden auf 96 Fuss Weite geworfen, während der Mundstückdurchmesser 13 Millimeter betrug, demnach ergibt sich:

$$v = \frac{7\frac{5}{8}}{12} \cdot \frac{44}{25} = 1,12 \text{ Fuss,}$$

daher

$$Q_1 = 60 \cdot \frac{21,64}{144} \cdot 1,12 = 10,098 \text{ Cubikfuss pro Minute.}$$

Die wirklich pro Minute ausgeworfene Wassermenge =  $Q$  betrug aber (nach sorgfältiger Messung von 5 Cubikfuss im Wasserkasten der Spritze):

$$Q = 5 \cdot \frac{60}{25} = 12 \text{ Cubikfuss.}$$

Es verhält sich daher:

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{12000}{10098} = 1,18.$$

Beim sechsten Versuche, wo man die Polytechniker durch 12 Hofbauarbeiter ersetzte, wurden 5 Cubikfuss Wasser bei 44 Hüben in 28 Secunden auf 95 Fuss horizontale Weite geworfen, wobei jedoch der Mundstückdurchmesser 14 Millimeter betrug, daher auch:

$$v = \frac{7\frac{5}{8}}{12} \cdot \frac{44}{28} = 0,99 \text{ Fuss.}$$

$$Q_1 = 60 \cdot \frac{\alpha v}{144} = \frac{5}{12} \cdot 21,64 \cdot 0,99 = 8,925 \text{ Cubikfuss.}$$

$$Q = 5 \cdot \frac{60}{28} = 10,71 \text{ Cubikfuss.}$$

Folglich

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{10,71}{8,75} = 1,20.$$

Das kleinste Verhältniss ergab sich zu

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{9,25}{8,925} = 1,03.$$

Es stimmen diese Versuche mit Resultaten überein, welche der technische Verein in Riga und ebenso mit den Versuchen, die man in Braunschweig beim 7. Deutschen Feuerwehrtage anstellte. Ueber erstere Versuche wird berichtet in dem „Notizblatte des technischen Vereins zu Riga,“ VII. Jahrgang, 1868, über letztere in der oben (S. 658, Literatur) notirten Schrift des Prof. Scheffler.

Bei den Hannoverschen und Rigaer Versuchen erklärte man die Ursache der Thatsache, dass bei Feuerspritzen  $Q > Q_1$  sein kann, dadurch, dass die lebendige Kraft der angesaugten Wassermasse das Saugventil länger offen hält, als es

(vorher und unten citirten) Braunschweiger Versuchen<sup>1)</sup> aufgestellten Satze beizustimmen: „dass bei gut gebauten Feuerspritzen die wirklich pro Hub gelieferte Wassermenge der theoretischen nahezu gleich kommt“.

Ohne sich hier auf constructive Fragen oder gar auf eine Polemik über gute und nicht gute Dimensionsverhältnisse, auf Kolbenliederungen, Ventilgattungen, Mundstückformen etc. der Feuerspritzen einzulassen<sup>2)</sup>, dürften doch folgende Bemerkungen am Platze sein. Vor Allem sollte man (wie in Fig. 482 und 483) sämtliche Ventile der Feuerspritzenpumpen leicht und schnell zugänglich machen, da im Augenblicke der Gefahr ein Lösen der Kolbenknstangen vom Balancier, Herausnehmen des Kolbens etc. entweder nicht rasch genug ausgeführt werden kann, oder dann die Saugventile doch immer nur umständlich zu untersuchen sind. Ferner ist ein möglichst grosser Kolbenhub (wie bei allen Pumpen mit luftdichtem Verschlusse oder gehöriger Liederung<sup>3)</sup>), auch hier von Vortheil, woraus folgt, dass das Hebelverhältniss  $\frac{AB}{AC}$  nicht zu gross genommen werden darf, indem der Weg des Angriffspunktes *B* (am Druckbaume) des Arbeiters ein ebenfalls gegebener ist, da ein mittelgrosser Mensch dauernd nicht höher als etwa 1 Meter ( $3\frac{1}{2}$  Fuss), vertical gemessen, heben kann. Endlich wird man 5 bis  $5\frac{1}{2}$  Fuss Kolbengeschwindigkeit höchstens 2 Meter pro Secunde nicht viel überschreiten dürfen und als Druckkraft eines (mittelstarken Arbeiters) etwa 9 bis 10 Kil. setzen können<sup>4)</sup>.

Die hin und wieder versuchte Construction von Feuerspritzen mit doppeltwirkenden statt mit einfachwirkenden Pumpen haben sich aus mehrfachen Gründen nicht bewährt. Erstens wird dann die Maschine in der Regel, wie bei den Spritzen von Ertel & Sohn in München<sup>5)</sup>, zu complicirt und weniger zugänglich, zweitens aber ordnet und vertheilt sich die Arbeit der Menschen auf den Druckbäumen besser, wenn diese ihre Hauptwirkung beim Niedergange des Balanciers auszuüben haben.

Noch weniger haben sich Feuerspritzen mit horizontalliegendem Pumpencylinder<sup>6)</sup> bewährt; dagegen finden jetzt solche mit sich drehenden (rotirenden) Kolben, namentlich in Amerika vielfach Anwendung.

die Bewegung des Kolbens mit sich bringt, während man in Braunschweig diesem Urtheile (a. a. O. S. 30) nicht entschieden beistimmt, vielmehr die Möglichkeit annimmt, dass wirklich die Hubhöhe (zufolge Aufschlagens auf elastische Polster) etwas grösser gewesen ist, als die gemessene, welche der Berechnung des theoretischen Wasserquantums  $Q_1$  zu Grunde gelegt wurde.

1) A. a. O. S. 31.

2) Man sehe hierüber besonders Prof. Frick's bereits citirtes Buch: „Die Feuerspritze.“

3) Man sehe über die Vortheile grosser Hubhöhen bei Pumpenkolben auch des Verfassers „Hydromechanik“, S. 124 etc.

4) Hier ist auch das in Erinnerung zu bringen, was Bd. 1, S. 222 über Arbeiten der Menschen an Hebeln erörtert wurde.

5) Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 80, und hiernach bei Frick a. a. O. S. 191 bis 198.

6) Frick, Ebendasselbst S. 199.



Auch in England hat sich für den Betrieb durch Menschen das Feuer-spritzensystem mit zwei einfachen Pumpen als das vortheilhafteste herausgestellt, wobei man jedoch die Anordnung so trifft, dass zwei Balanciers vorhanden und diese rechtwinklig gegen den Langbaum des Wagens gerichtet sind, so dass die Druckbäume *B* parallel zur Wagenlänge liegen<sup>1)</sup>. Die zum Betriebe der Spritze erforderliche Mannschaft stellt sich dann zu beiden Langseiten der Spritze auf, wodurch man eine grössere Zahl von Arbeitern unter gleichen Umständen wirksam zu machen glaubt.

## II. Dampfspritzen.

Die beiden bereits Bd. 1, S. 214 und 215 beleuchteten That-sachen, dass Menschenarbeit nur eine bestimmte Zeit ununterbrochen andauern kann und dass selbst bei dieser Beschränkung der vom Menschen ausgeübte Druck (namentlich in Bezug auf Dampfkraft) nur ein verhältnissmässig geringer ist, haben schon am Ende der 20er Jahre zu dem Bestreben geführt, sogenannte Dampfspritzen, d. h. Maschinen zu construiren, welche mehr oder weniger den Locomotiven und Locomobilen gleichen, d. h. so angeordnet sind, dass eine auf Rädern ruhende transportable Dampfmaschine mit Wasserpumpen ausgestattet ist, welche zum Feuerlöschen verwandt werden können.

Während in Nordamerika und in England, bereits am Anfange der 30er Jahre, hin und wieder Dampfweerspritzen existirten, gelangten dieselben doch zu keiner allgemeinen Verwendung, wurden vielmehr nach mehrfachen Versuchen (auch in Deutschland) wieder verworfen und kamen überhaupt in einen gewissen Misscredit<sup>2)</sup>, deshalb, weil man zu complicirt und zu schwerfällig gebaut hatte<sup>3)</sup>.

Inzwischen liessen mehrere gewaltige Brände, insbesondere der von Hamburg (5. Mai 1842), das Bedürfniss nach Dampfweerspritzen wieder erkennen, indem diese allein zu helfen vermögen,

1) Man sehe die Abbildungen in dem vom Verfasser geschriebenen Artikel „Feuerspritze“ im dritten Supplementbande von Prechtl's Technologischer Encyclopädie, S. 57, Tafel 69, Fig. 13–16.

2) Auch die Stadt Berlin bezog (1839) von Braithwaite & Ericson in London eine Dampfweerspritze für den Preis von 1200 Pfd. Sterl. (8000 Thlr.), die man jedoch nicht zweckmässig fand und bald nachher wieder (auf den Abbruch) verkaufte. Man sehe hierüber die Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbleisses in Preussen, Jahrgang 19 (1840), S. 38.

3) Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrg. 1862, S. 112.

wenn Menschenkräfte erlahmen und die Grösse des Feuers nur durch das Werfen von so bedeutenden Wassermassen bekämpft werden kann, wie solche allein Dampfspritzen zu liefern vermögen, nicht zu gedenken des Umstandes, dass man sich mächtigen Feuern mit durch Menschen betriebenen Feuerspritzen auch nicht genug nähern kann.

Zur rechten Anerkennung gelangten die Dampfwehrspritzen eigentlich erst von 1862 an, wo die zur Londoner internationalen Ausstellung gelieferten Exemplare der Firmen Merryweather & Sons und Shand & Mason (beide in London) lehrten, wie es anzufangen sei, um zum rechten Ziele zu gelangen. Wahrscheinlich hatten die genannten Londoner Mechaniker die Erfahrungen und Fortschritte im Dampfspritzenbau der Nord-Amerikaner benutzt und ausgebeutet, während letztere durch den traurigen Bürgerkrieg (1861—1865) in den vereinigten Staaten mehr oder weniger lahm gelegt waren. Von deutschen Maschinenbauanstalten machte sich zuerst um den Bau brauchbarer Dampfwehrspritzen (theilweis eigener Construction) das bereits in Herstellung tüchtiger Eisenbahnlocomotiven bewährte Etablissement von Georg Egstorff in Hannover verdient.

Ein Exemplar dieser Maschine wurde 1864 dem Gebrauche „als Dampfwehrspritze der Residenzstadt Hannover“ übergeben, vom Maschinendirector Kirchweger in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins besprochen und durch Abbildungen erläutert<sup>1)</sup>. Letzterer Quelle entlehnen wir nachstehende Beschreibung, sowie die Fig. 485—488.

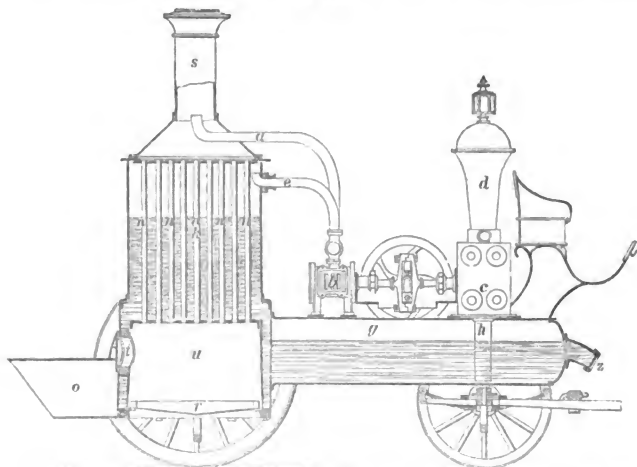
Dabei wird sofort erkannt, dass man hier die Carett'sche Dampfwehrspritze (S. 603, Fig. 436) mit horizontalliegenden Cylindern *b* und *c* angeordnet hat. Aus den Detailfiguren 486 bis 488 erkennt man, dass die Wasserpumpe doppeltwirkend ist und zwar sind *pp* vier Saugventile, so wie *qq* vier Steigventile<sup>2)</sup>. (Fig. 487 auf Grundriss-Durchschnitt nach der Linie *CD* von Fig. 486 genommen, sowie Fig. 488 der Verticaldurchschnitt von Fig. 486 nach *EF* ist.)

1) Jahrgang 1864, S. 71 mit Abbildungen auf Tafel II.

2) Die Anordnung von je zwei Ventilen statt eines (überhaupt von vier Saug- und vier Steigventilen) ist für den Nutzeffect der Pumpe von günstigen Einflüsse. Man hat nämlich zwei Ventile (statt eines) einen geringeren Hubbedarf. Das Heben und Schliessen der Ventile erfolgt aber um so rascher, je kleiner der Hub der Ventile ist. Die Dichtung der Ventile wird durch Leder-ringe beschafft, welche man unter den Sitzen befestigt hat. Sämmtliche Ventile sind durch vier Deckel an jeder Seite des Pumpenkastens *c* leicht zugänglich gemacht.

Der vertical gestellte Dampfkessel *k* enthält 199 messingene ( $1\frac{3}{4}$ zöllige) Feuerröhren *nn*, die mit Zuziehung der Feuerkiste eine Gesamtheizfläche von 300 Quadratfuss englisch bilden. *r* der Rost, *t* die Feuerthür und *o* zwei aussen an der Feuerkiste befestigte Kasten zur Aufnahme von Brennmaterial. Der Schornstein *s* ist mittelst eines conischen Blechmantels auf dem Kessel befestigt. *e* ist das nach dem Dampfcylinder *b* führende Dampfeströmungsrohr, *a* das Rohr für den Abdampf der zugleich (wie bei den Locomotiven und Locomobilen) als Zugbeförderungsmittel des Schornsteines benutzt wird.

Fig. 485.

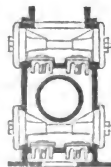
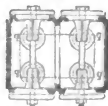
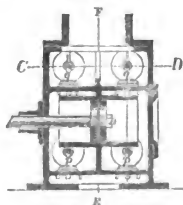


Der grosse unter dem Dampfpumpenwerke horizontal gelegene Cylinder *g* dient sowohl als Reservoir, woraus mittelst des Rohres *h* die Pumpen ihr Wasser saugen, als es auch durch seinen oberen mit atmosphärischer Luft gefüllten Raum einen Saugwindkessel abgiebt. Der zugleich als Zierde des ganzen Baues aufgestellte Körper *d* bildet den Druckwindkessel.

Fig. 486.

Fig. 487.

Fig. 488.



Das Gewicht der Dampfpumpe, Kessel und Zubehör wird auf den zum

Fortschaffen der Spritze vorhandenen Wagen unter Einschaltung geeigneter Druckfedern übertragen.

Der Cylinder der doppeltwirkenden Pumpe (Fig. 486) hat 7 Zoll (englisch). Durchmesser, der Kolben 9 Zoll Hub. Der Dampfmaschinenkolben hat bei gleichem Hube einen Durchmesser von  $8\frac{1}{2}$  Zoll. Die Dampfspannung im Kessel ist auf 7 Atmosphären Ueberdruck normirt.

Bei einer am 7. Decbr. 1863 vorgenommenen officiellen Probe ergaben sich folgende Resultate:

Versuchsnummer.	Schwungradumläufe pro Minute.	Ausgespritztes Wasserquantum pro Minute in engl. Cubikfuss.	Durchmesser des Mundstückes in engl. Zoll.	Strahlhöhe in engl. Fuss.	Horizontale Wurfweite.
1	$113\frac{1}{2}$	43,4	$1\frac{1}{8}$	146	—
2	161	53,3	$1\frac{3}{16}$	156	—
3	$142\frac{2}{3}$	49,9	$1\frac{1}{3}$	150	170
4	$122\frac{1}{2}$	45,1	1	150	170

Vergleicht man diese Angaben mit denen der Tidow'schen, durch Menschen betriebenen Spritze und beachtet, dass dort beziehungsweise (bei 14 Mann) 10,098 Cubikfuss Wasser pro Minute und (bei 12 Mann) 8,925 Cubikfuss Wasser, also im Mittel 0,732 Cubikfuss pro Mann und pro Minute geworfen wurden, so erhält man in Bezug auf vorstehende Tabelle die Leistung der Dampfspritze zu

$$\frac{43,4}{0,732} = 59 \text{ Mann}$$

bei der kleinsten Geschwindigkeit der Dampfmaschine und

$$\frac{53,3}{0,732} = 72 \text{ Mann}$$

bei der grössten Geschwindigkeit der Dampfmaschine.

Hierbei ist noch ganz unbeachtet gelassen, dass die grösste horizontale Wurfweite bei der Tidow'schen Spritze nur 83 Fuss betrug.

Als jüngste Vervollkommnung der Dampfspritzen ist die Verwendung von Dampfmaschinen ohne Rotationsbewegung, also ohne Schwungrad (wie bereits S. 623 erörtert und durch die Abbildung Fig. 464 erläutert wurde) <sup>1)</sup>, noch mehr

1) Irrt der Verfasser nicht, so waren bei der Londoner internationalen Ausstellung von 1862 Merryweather & Sons in London die ersten, welche Dampfspritzen ohne rotirende Bewegung der Dampfmaschine, d. h. ohne Krummzapfen und Schwungrad lieferten und worüber im Engineer vom 11. Juli 1862, Vol. XIV. Pg. 26 berichtet wird. Bei der Kölner internationalen Ausstellung von 1865 (Wottitz, Specialbericht. Wien 1866, S. 127) wurde dieser Firma der erste Preis auf Dampfspritzen ertheilt, sowie auch 1867 in Paris die goldene Medaille (erster Preis) mit dem Zusatze: „Für die beste Dampffeuerspritze, welche den Dampf in viel kürzerer Zeit als andere erzeugte (in  $7\frac{1}{2}$  Minuten von kaltem Wasser), den Wasserstrahl auch weiter als jene warf, einfach, solid construiert und

aber die Benutzung von Maschinen mit rotirenden Dampf- und ebenfalls rotirenden Pumpenkolben (modificirte Pappenheim'sche, Roots'sche, Behren'sche Kapselräderwerke, S. 573 und S. 616), worin namentlich die Nordamerikaner in jüngster Zeit mit Erfolg voranzugehen scheinen<sup>1)</sup>.

## **Pumpenanordnungen zur Wasserförderung für Bergwerke und Salinenzwecke (Wasserhaltungsmaschinen)<sup>2)</sup>.**

### §. 31.

Mit Bezug auf das, was bereits Bd. I. S. 358, S. 402 und 408, sowie Bd. IV. S. 572, 574 und 580 über Wasserräder,

mit Eleganz ausgeführt war.<sup>4)</sup> Man sehe auch das Pract. mech. Journal, Vol. III. 3. Serie, Jan. 1868, Pg. 296.

Shand's Verbesserungen an Dampfheberspritzen (3 Dampf- und 3 Pumpencylinder). Polytechn. Centralblatt, Jahrg. 1870, S. 725. Ferner vergleichende Versuche mit den Dampfspritzen der beiden Londoner Firmen Shand, Mason & Co. und Merryweather & Sons von den städtischen Behörden in Glasgow angestellt. Ebendasselbst S. 726. Ferner Engineer vom 5. Sept. 1873 und Engineering vom 26. Sept. 1873, woselbst über die Dampfheberspritzen der Wiener Weltausstellung berichtet wird.

1) Zur Londoner Ausstellung von 1862 hatten bereits die Amerikaner Lee & Larned (Amtlicher Bericht der Zollvereins-Commission, XVIII. Heft [Classe 8], S. 534) Maschinen mit rotirenden Pumpenkolben ausgestellt.

Vor mir liegen die neuesten Kataloge der Gould's und Silby Manufacturing Compagny von 1873—1874 (Seneca Falls, New-York), welche nur Dampfspritzen mit rotirenden Pumpen empfehlen.

2) Literatur: Combes, Traité d'exploitation des mines, T. III. oder Handbuch der Bergbaukunst. Deutsch von Hartmann. Weimar 1845. Bd. 2. Elftes Kapitel, S. 207: „Wasserhaltung.“

Weisbach, Ingenieur-Mechanik. Bd. 3, S. 913 ff.: „Wasserhebungsmaschinen.“

Ponson, Traité de l'exploitation des mines de Houille. Liège 1853. III. Sect. Pg. 432: Pompes appliquées à l'épuisement des eaux des mines.

Redtenbacher, Der Maschinenbau. Dritter Band, 1865, S. 253: Grubenentwässerungsmaschinen (Wasserhaltungsmaschinen).

Kley, Die einfach und direct wirkenden Woolf'schen Wasserhaltungsmaschinen etc. Stuttgart 1865.

Lottner-Serlo, Leitfaden zur Bergbaukunde. Zweiter Band. 9. Abschnitt. S. 332: „Wasserhaltung.“ Berlin 1873.

Nächst dem sind folgende periodische Werke und Zeitschriften zu empfehlen: Journal et Annales des mines von 1796—1874.

Institution of mechanical engineers. Proceedings. 1847—1874.

v. Rittinger, Erfahrungen im berg- und hüttenmännischen Maschinen-, Bau- und Aufbereitungswesen. Jahrg. 1851—1870.

Wassersäulenmaschinen und Dampfmaschinen zum Fördern mittelst Pumpen beim Bergwerks- und Salinen-Betriebe vorgetragen und erörtert wurde, dürfte es für unsere Zwecke genügen, den betreffenden Gegenstand durch folgende Uebersicht einzuleiten:

Classification  
der Pumpenanordnungen für Bergwerks- und Salinenzwecke.

- I. Wasserrad-, II. Wassersäulen- III. Dampfmaschinen-<sup>1)</sup>, IV. Windrad-Betrieb.  
maschinen-,  
Aufstellung zu Tage.  
Aufstellung im Schachte.

---

Steife Gestänge von Holz, Eisen oder Stahl.  
Wassersäulengestänge.  
Luftsäulengestänge.

Ueber den Betrieb von Bergwerkspumpen durch verticale Wasserräder (Wasserradkünste) wurden bereits S. 572 hinläng-

v. Carnal, Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem preussischen Staate. Berlin 1853—1874.

Portefeuille de John Cockerill, ou description de machines d'épuisement, d'extraction etc. Paris et Liège 1855—1874.

Sammlung von Zeichnungen für die Hütte. 1854—1874.

Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1857—1874.

Cuyper, Revue universelle des mines etc. Paris et Liège 1857—1874.

1) Die durch Dampfmaschinen betriebenen Pumpwerke lassen sich folgendermaassen eintheilen:

A. Rotirende oder Kurbelmaschinen.

1. Mit einem Cylinder (liegend oder stehend).
2. Mit zwei Cylindern.

B. Nicht rotirende Maschinen.

a. Einfach wirkende.

1. Mit einem Cylinder.
  - α. Indirect wirkende (Balanciermaschinen).
  - β. Direct wirkende.
2. Mit zwei Cylindern.
  - α. Von gleichem Rauminhalte (gekuppelte Maschinen).
  - β. Von verschiedenem Rauminhalte (Woolf-Sims'sche Maschinen).

b. Doppeltwirkende.

1. Direct wirkende mit einem Cylinder.
2. Direct wirkende mit zwei Cylindern.

Nach dieser Gruppierung bespricht ausführlich, ebenso lehrreich wie interessant, Hasslacher die Wasserhaltungsmaschinen und Pumpensysteme, welche in Westphalen in Anwendung sind, in der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem preussischen Staate, XVII. Bd. (1869), Abschnitt B. (Abhandlungen). S. 303—340.

liche Mittheilungen gemacht. Weiteres findet sich u. A. bei Weisbach <sup>1)</sup> und im Freiburger Jahrbuche für den Berg- und Hüttenmann <sup>2)</sup>. Letztere beiden Quellen geben auch Anhaltspunkte über sogenannte Turbinenkünste, d. h. Bergwerkspumpenbetriebe, wo der Motor eine Turbine ist <sup>3)</sup>.

Wassersäulenmaschinen für gleiche Zwecke wurden Bd. I. S. 343, 352, 354 und 357 bis mit 358 hinreichend besprochen, oder auf solche durch Quellenangaben hingewiesen. Es wird genügen, hier durch unten notirte Literatur zu ergänzen <sup>4)</sup>.

Windkünste werden vorzugsweise bei Salzwerken in Anwendung gebracht, worüber schon Bd. 1, S. 390 (Windkünste in Dürrenberg zum Betriebe der Soolpumpen) berichtet wurde. Weisbach liefert (a. a. O. Bd. 3, S. 916, Fig. 757) die Skizze einer solchen Windkunst mittelst zweier Zahnradvorgelege.

Die Bergwerkspumpen mit Dampfmaschinenbetrieb (die sogenannten Dampf-künste), nach der S. 670 (Note) gegebenen Uebersicht vollständig zu besprechen, erlaubt hier Raum und Zweck nicht, weshalb nur allgemeine Bemerkungen Platz finden, sodann aber einige (neuere) spezielle, interessante Fälle erörtert werden sollen.

Zunächst werde bemerkt, dass fast alle älteren Wasserhaltungs-Dampfmaschinen der Hauptsache nach einfachwirkende Cornwall-Dampfmaschinen ohne Rotationsbewegung, mit Balancier, Kataraktwirkung etc., kurz Maschinen waren, wie solche bereits S. 595 und 633 im Abschnitte „Wasserversorgung der Städte“ ausführlich besprochen wurden.

Dieses Maschinensystem zu verbessern, zu vereinfachen, seine Leistungen zu erhöhen und dessen Anschaffungskosten zu verringern, ist seit circa 20 Jahren das eifrigste Bestreben aller Betheiligten <sup>5)</sup>.

1) Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 915.

2) Schwamkrug, Beschreibung des Turbinengezeuges auf Churprinz Friedrich August Erbstillen: Jahrbuch f. d. Berg- und Hüttenmann auf das Jahr 1853, S. 24.

3) Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 915 und 916.

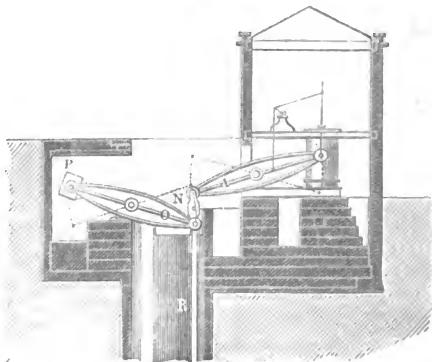
4) Ueber Wassersäulenmaschinen zur flachen Wasserhaltung auf einigen Gruben bei Saarbrücken. Zeitschrift f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen, Bd. 19 (1871), S. 175.

Ueber die Wasserhaltung in Separatabteufen mittelst kleiner Wassersäulengezeuge. Jahrbuch f. d. Freiburger Berg- und Hüttenmann. Jahrg. 1872, S. 157.

5) Ueber derartige Bemühungen englischer Ingenieure berichtet ausführlich

Zu den beachtenswerthen Erfolgen dieser Bestrebungen gehört u. A. eine Maschinengattung, welche der rühmlichst bekannte William Fairbairn (Bd. 1, S. 292 und 481 und Bd. 2, S. 97) im Jahre 1851 in England für die Astley'sche 700 Yards tiefe <sup>1)</sup>Steinkohlengrube zu Dukinfield (unweit Manchester) liefert und die noch heute zur Zufriedenheit der Besitzer arbeitet. Man erkennt bald, dass der Constructeur den schwerfälligen grossen Balancier und insbesondere

Fig. 489.



dessen gewaltiges Fundament durch zwei unten liegende Balanciers (ähnlich der älteren Maschinen der Ruderrad-Dampfschiffe, S. 229, Fig. 107) *AA* zu umgehen verstanden hat, welche zu beiden Seiten des Cylinders der einfachwirkenden Cornwall-Dampfmaschinen (ohne Rotationsbewegung, aber mit Kataraktsteuerung, Hochdruck, Expansion und Condensation arbeitend) gelagert sind <sup>2)</sup>. Während das linke Ende der Seitenbalanciers in bekannter Weise mit dem Kreuzkopfe der Kolbenstange verbunden ist, hat man die anderen Enden durch ein für die Parallelführung passendes Gehänge *N* mit einem zweiten Balancierpaare *OO* vereinigt, ferner links mit einem Gegengewichte *P* belastet, und rechts die Stangen *R* der aus sechs Sätzen bestehenden Plungerpumpen (ganz nach Fig. 425 S. 594 angeordnet) aufgehangen. Erwähnt zu werden verdient wohl noch der Umstand, dass der 12 Fuss weite Schacht *R*

Thomas John Tyler in Newcastle-on-Tyne in den Proceedings der Instit. of mech. engineers vom Jahre 1859, S. 15 ff. unter der Ueberschrift: „On the progression application of machinery to mining purposes.“

1) 1 Yard = 3 Fuss englisch = 3.0,305 = 0,915 Meter. Die ganze Schachttiefe beträgt demnach 2100 Fuss englisch = 613 Meter. Die Schachtweite ist 12 Fuss engl. = 3,66 Meter.

2) Unsere Quelle, die Proceedings der in Note 2, S. 669 genannten Gesellschaft vom 19. Decbr. 1855, worin auch (Plate 33 und 34) die Dampfmaschine speciell abgebildet und Pg. 179 beschrieben ist. Der Cylinder hat 70 Zoll engl. Durchmesser, der Kolben 8 Fuss Hub etc.



auch als Förderschacht benutzt wird, worüber (mit Hinweisung auf das sogenannte Triebwerk) unsere englische Quelle gleichfalls ausführlich berichtet.

Eine fernere Vereinfachung der Wasserhaltungsmaschinen für Berwerke erreichte man durch vertical<sup>1)</sup> oder geneigt<sup>2)</sup> stehende Dampfzylinder unmittelbar über der Schachtoöffnung oder durch Anordnung sogenannter direct wirkender Dampfmaschinen, wobei der Hauptbalancier *A* Fig. 489 ganz entbehrlich wird, der Gegengewichtsbalancier *PON* aber beizubehalten ist<sup>3)</sup>.

1) In sehr schönen Zeichnungen des oben erwähnten „Portefeuille de John Cockerill“, T. I. Liège et Paris 1859, Pl. 63 ff. findet man die direct wirkenden Bleiberger Wasserfördermaschinen mit vertical gestelltem Dampfzylinder. Ferner eine ebenso schöne Maschine der Kohlengrube Laumonier bei Lüttich abgebildet und besprochen im Bulletin de la Société de l'industrie minière. T. I. Saint Etienne 1855 und 1856.

2) Sammlung von Zeichnungen f. d. Hütte. Jahrg. 1858, Bl. 33a, b. Wasserhaltungsmaschine der Zeche Flor und Flörchen. Ferner Jahrgang 1867, Blatt 5a, b, c. Tonnenlägige Wasserhaltungsmaschine auf Zeche Argus bei Hörde. Endlich auch Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. V. 1861, S. 73. Verschiedene Constructionen tonnenlägiger Wasserhaltungsmaschinen.

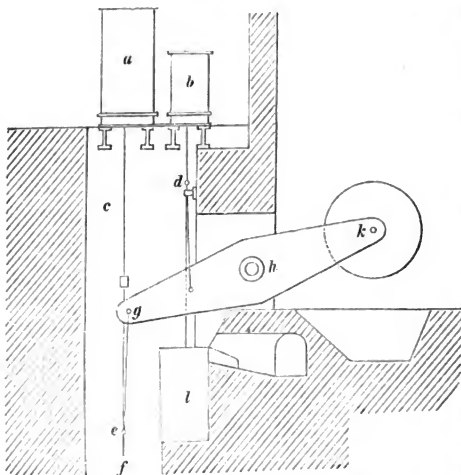
3) Ueber die Zeit der Einführung dieser direct wirkenden Wasserhaltungs-Dampfmaschinen in England hat der Verfasser keine bestimmte Auskunft erlangen können, weder in Karsten's Archive, Bd. 21. S. 363, durch Dieck's sonst ausführliche Abhandlung über englische Wasserhaltungsmaschinen, noch durch Taylor in dessen vorher citirtem Aufsatz: „On the progressive application of machinery to mining purposes.“ In letzterer Quelle wird nur ein betreffendes Diagramm der directen Dampfmaschinenaufstellung bei der Besprechung der dritten Kohlengruben-Periode gegeben, mit der Bemerkung: „Attempts are being made to dispense with the cumbrous weight of beams, by placing to pumping engine vertically over the mouth of the pit, the pump rod being worked direct by the steam cylinder.“ (Jedenfalls geschah es nicht vor 1807, wo Maudslay zuerst den Muth hatte, Dampfmaschinen ohne Balancier zu construiren. Man sehe deshalb Bd. 1, S. 426.)

Vergleichsweise besprochen werden die direct wirkenden und Balancier-Dampfmaschinen für Wasserhaltungszwecke besonders im Jahrg. 1856 (Pg. 7—24, mit Abbildungen auf Plate 41) der Proceedings of mechanical engineers.

Zu Gunsten der Balanciermaschinen führt man gewöhnlich an, dass sie den Raum auf der Schachthängebank nicht beengen und in dem Seilthurme (Fig. 489) eine bequeme Gelegenheit bieten, zum Aufstellen eines Dampfkebels für den Einbau der Schachtsätze und des Gestänges; dass das Fundament nicht direct über oder neben dem Schachte, sondern 6 bis 9 Meter von demselben entfernt liegt, also grössere Sicherheit für den Schacht biete; dass die verschiedenen Organe der Maschinen leicht zugänglich sind und daher leichter untersucht und reparirt werden können etc. (In der Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem preussischen Staate, Bd. 17, 1869.)

Ein grosser Uebelstand dieser eincylindrigen (direct wirkenden) Dampfmaschinen waren jedoch die oft furchtbaren Stösse und Brüche, welche eintraten, wenn man diese mit einigermaßen starker Expansion arbeiten liess <sup>1)</sup>, weshalb es nicht genug gerühmt werden kann, dass sich der Civil-Ingenieur Kley in Bonn bemühte, die (zweicylindrige) Woolf'sche Dampfmaschine, in directer Aufstellung zur Wasserförderung aus tiefen Schächten brauchbar zu machen. Wie bei den Schiffsdampfmaschinen (S. 269, Note 1) erörtert wurde, so liegt der Vortheil der Woolf'schen Maschine für gegenwärtige Zwecke gegenüber der eincylindrigen Maschine besonders in der viel grösseren Gleichförmigkeit des Dampfdruckes und deshalb nicht zu sehr verschiedener Inanspruchnahme der Festigkeit aller arbeitenden Theile, ferner darin, die Expansion bei einfachwirkenden Maschinen auch ohne Drehbewegung sehr weit zu treiben, ohne bedeutende Regulierungsmassen beanspruchen zu müssen.

Fig. 490.



Die beiden ersten derartigen Kley'schen Maschinen, von Marcellis in Lüttich und Wöhler in Berlin erbaut, kamen 1862 auf der Galmeigrube für den Altenberg bei Aachen in Betrieb. Ihre Disposition erhält aus der Fig. 490<sup>2)</sup>.

Die beiden Dampfzylinder *a* und *b* stehen (jeder) auf zwei schmiedeeisernen Langträgern, welche nach der Frontseite hin auf gehobelten Gussplatten und diese auf dem Fundamentmauerwerke ruhen<sup>3)</sup>.

1) C. Kley in dem bereits oben (S. 669) citirten Werke über die Woolf'schen Wasserhaltungsmaschinen der Grube Altenberg bei Aachen, S. V. u. S. 25.

2) Kley, Die etc. Woolf'schen Wasserhaltungsmaschinen, S. 17, Fig. 3.

3) Nauen, Die Woolf'schen Wasserhaltungsmaschinen des Altenberges bei Aachen. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XII. Jahrg. 1868, S. 18.

Die Verlängerung der Kolbenstange *c* des grossen Cylinders bildet das Schachtgestänge *f*. Der Contrebalancier *hk* steht vermittelst einer Zugstange *ge* mit dem mittleren Theile des Schachtgestänges in Verbindung. Der Contrebalancier ist aus Blech construiert mit aufgenieteten Gussnüssen zur Aufnahme der Mittelachse *h* und der Zapfen für verschiedene Zugstangen. In der Mitte zwischen Mittelachse *h* und Endzapfen *g* greifen aussen, nach oben gehend, noch zwei schmiedeeiserne Zugstangen an, welche vermittelst einer Traverse mit der Kolbenstange *d* des kleinen Cylinders verbunden sind. Letztere Kolbenstange geht nach unten durch einen Schlitz des Contrebalanciers und ist mit der Stange der Luftpumpe *l* gehörig verkuppelt.

Aehnlich wie bei der Magdeburger Wasserkunst-Maschine (S. 633 Fig. 465) wird auch hier der Gang der Maschine durch zwei Katarakte regulirt, von welchen der eine für die Dampfeinströmung in die kleinen Cylinder, ferner für die Einströmung in den grossen Cylinder und für die Condensation, der andere für Gleichgewicht im grossen und kleinen Cylinder arbeitet. Bei Berechnung der Dimensionen der Maschine <sup>1)</sup> war eine Teufe von 115,5 Meter, eine grösste Hubzahl 9 pro Minute und ein grösstes Wasserquantum von 6 Cubikmeter pro Minute angenommen. Anfänglich arbeiteten die <sup>2)</sup> Maschinen jedoch nur mit  $\frac{1}{4}$  ihrer Maximalbelastung.

Bei einem Versuche (am 28. Juli 1864) entwickelte die Maschine eine Nutzarbeit von 65,46 Pferdekraften und verbrauchte in 24 Stunden 2800 Kilogramm Steinkohlen, so dass sich der Verbrauch an letzterem Brennmateriale pro Stunde und pro Pferdekraft herausstellte auf

$$\frac{2800}{24 \cdot 65,46} = 1,78 \text{ Kilogr. Steinkohlen}^3),$$

jedenfalls ein äusserst günstiges Resultat, wenn man beachtet, dass gleich starke gewöhnlich gute Wasserhaltungsmaschinen mit Condensation und schwacher Expansion  $3\frac{1}{2}$  bis 4 Kilogramm pro Stunde und pro Pferdekraft consumiren und dass beinahe vollständig belastet eincylindrige Cornwaller Expansionsmaschinen von dreifacher Stärke 2,6 bis 3 Kilogramm Kohlen pro Stunde und pro Pferdekraft verbrauchen <sup>4)</sup>.

Kley hat in jüngster Zeit eine weitere Verbesserung seines Maschinensystems vorgenommen, darin bestehend, die Sims'sche Anordnung (Bd. 1, S. 431, Fig. 272) mit der seinigen zu verbinden, wodurch vor Allem erreicht wird, dass nicht fünf Ventile zur Steuerung (wie bei den Altenberger Maschinen), sondern nur drei Steuerventile für die Dampfmaschine erforderlich werden. Was Kley 1865 nur als Wunsch hinstellte <sup>5)</sup>, ist bald verwirklicht worden, in-

1) Kley, Die Woolf'schen Wasserhaltungsmaschinen S. 26. Der Durchmesser des grossen Dampfzylinders beträgt 1,70 Meter, der des kleinen 1,20 Meter. Der grösste Hub des ersteren ist 3,0 Meter, der des letzteren (halb so gross) nur 1,50 Meter. Die höchste absolute Dampfspannung in der Maschine wurde 40000 Kil. pro Quadratmeter angenommen. Der Durchmesser der Pumpenplungerkolben ist 0,55 Meter.

2) Ebendasselbst S. 64.

3) Ebendasselbst S. 79.

4) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XII. (1868), S. 24 u. 25.

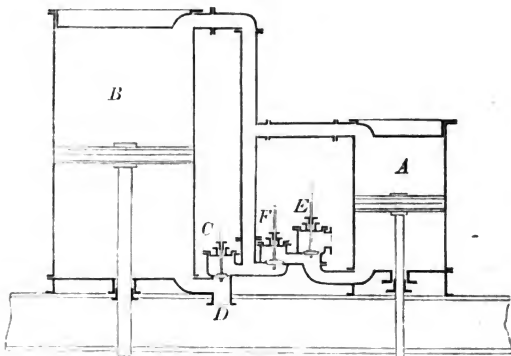
5) Die Woolf'schen Wasserhaltungsmaschinen etc., S. 89. Mit schönem

dem schon im Frühjahr 1867 die erste Maschine dieser Art für Zeche Perm bei Ibbenbüren in Gang gesetzt wurde<sup>1)</sup>.

Untenstehende Fig. 491 zeigt die Disposition der neuen Kley'schen Anordnung, wobei man also nicht wie bei Sims die beiden Dampfzylinder übereinander anbrachte (wodurch vor Allem ein hoher, für die Hublängen der Grubenpumpen nicht passender Bau entstand), sondern diese wie bei den Altenberger Woolf'schen Maschinen neben einander stellte.

Der Dampf gelangt auch hier zuerst in den kleinen Cylinder *A* und zwar durch Oeffnung des Ventiles (Einlassventiles) *E*, während das Ventil *F* geschlossen, dagegen wieder *C* (das Condensatorventil) ebenfalls geöffnet und dadurch der Weg *D* zum Condensator frei ist. Während des hierdurch erzeugten

Fig. 491.



Aufganges beider Kolben und mit ihnen des Pumpengestänges, sind die beiden oberen Räume der Cylinder *A* und *B* sowohl mit einander als auch mit dem Condensator *D* in Communication. Beim Niedergange werden die Ventile *E* und *C* geschlossen, dagegen *F* geöffnet, was zur Folge hat, dass der Dampf aus dem unteren Raume des kleinen Cylinders in die oberen Räume beider Cylinder sich verbreitet und hier seine Expansion vollendet. Hierbei erhellt, dass der Druck auf den grossen Kolben zu Anfange des Niederganges bedeutend grösser ist, als zu Ende und auch grösser als der Mitteldruck, wodurch ein leicht-

Holzchnitt ausgestattet, wonach Fig. 491 skizzirt wurde. Auch werden hier die Mängel der Sims'schen Maschine beleuchtet.

1) Salaba in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXIII. Jahrg. (1871), S. 279. Der Herr Berichterstatter entwickelt zugleich eine ausführliche Theorie der Maschine unter der Ueberschrift: „Theorie der „Wasserhaltungsmaschine nach Sims-Kley'schem Systeme.“ Eine Beleuchtung und Vervollständigung dieser Theorie liefert ein Ingenieur Jlleck in derselben Zeitschrift, XXVI. Jahrgang (1874), S. 161 ff.

teres Heben der Druckventile, jedoch nicht auf Kosten eines Effectverlustes erreicht wird. Hervorgehoben zu werden verdient noch der Vortheil, dass hier der obere Raum des kleinen Cylinders nur während des Gestänge-Aufganges mit dem Condensator communicirt, dem zufolge die Abkühlung und der Druckverlust des von unten nach oben überströmenden Dampfes geringer ist.

Ausser diesen constructiven Verdiensten Kley's um die Vervollkommnung der Wasserhaltungs-Dampfmaschinen ist noch dessen wissenschaftliche Behandlung der Expansion und der Schwungmassen (im vorher citirten Werke) hervorgehoben, welche im Gestänge und im Contrebalancier angehäuft sind. Es hat beides zu grossen Ersparnissen geführt und namentlich Dimensionen in den Pumpen ermöglicht, an die man sich früher nicht gewagt haben würde<sup>1)</sup>.

Ein fernerer Fortschritt im Gebiete der durch Dampfkraft betriebenen Gruben-Wasserhaltungsmaschinen ist die Einführung direct und doppelwirkender Maschinen. Zwar hat es bereits früher nicht an Versuchen gefehlt<sup>2)</sup>, allein geglückt ist dies doch erst mit Erfolg dem Ingenieur Ehrhardt zu Mühlheim an der Ruhr. Hierbei wird naturgemäss das Gestänge abwechselnd auf Zug und Druck in Anspruch genommen, indem Ehrhardt, statt der Nutzbarmachung des Dampfes durch Gegengewichte bei dem Niedergange des Gestänges, den Dampf direct auf Kolben (und Gestänge) drücken lässt. Durch die gleich grosse Leistung des Dampfes beim Auf- und Niedergange des Kolbens, kann man natürlich das ganze Gestängegewicht auf die Hälfte der Druckwassersäule reduciren<sup>3)</sup>, also erheblich kleinere Cylinderquerschnitte<sup>4)</sup> und schwächere Dimensionen der arbeitenden Hauptmaschinenteile in Anwendung bringen. Hervorzuheben ist, dass doppelwirkende Maschinen allein durch Einführung steifer, eiserner (hohler, kastenförmiger, viereckiger und runder) Gestänge möglich gemacht sind,

1) Bluhme, Ueber Wasserhaltung in den englischen Kohlengruben. Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen. Bd. XX. (1872), S. 329. Bluhme erwähnt hier (S. 330) auch, dass ausser der Grube Perm diese neuesten Kley'schen Wasserhaltungsmaschinen auch bereits in Dudweiler und auf dem Mechnicher Bleiberge zur Anwendung gelangt sind.

2) Schlink, Ueber Ehrhardt's direct und doppelwirkende Wasserhaltungsmaschinen. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XII. (1868), S. 445.

3) Bluhme a. a. O. S. 330.

4) In einem vom December 1868 datirten, dem Verfasser vorliegenden (lithographirten) Circulare, was mit einer sehr hübschen Abbildung begleitet ist und die Ueberschrift trägt: „Machines d'épuisement à double effet“, vergleicht Herr Ehrhardt von 19 theils im Betriebe, theils im Baue begriffene Maschinen die berechneten Dampfzylinder-Durchmesser, wovon wir nur folgende hier verzeichnen wollen, um die Dimensionsunterschiede recht hervorheben zu können:

dass aber dennoch Bedenken gegen deren Anspruchnahme auf Druck gewiss mit Grund erhoben werden müssen und dass diese Bedenken wachsen, je tiefer die Grube und je länger das Gestänge ist <sup>1)</sup>. Von anderer Seite wird auf die viel geringeren Anschaffungs- <sup>2)</sup> und Unterhaltungskosten hingewiesen, ja behauptet <sup>3)</sup> dass sowohl bei in Schlesien, wie in Westphalen und am Rhein ausgeführten Ehrhardt'schen Maschinen die Bedenken über die Anspruchnahme der Gestänge auf Druck sich bisher nicht gerechtfertigt hätten <sup>4)</sup>.

Name der Kohlengruben.	Hub in Meter.	Berechneter Durchmesser in Metern:	
		Doppelt- wirkend.	Einfach- wirkend.
Gewalt bei Steele . . . . .	3,766	1,569	2,222
Wasserschnepe bei Heissingen, Königin Luisen-Grube und Glückauf-Grube (Schlesien) . . . . .	3,766	1,726	2,432
Glückauf Tiefbau zu Barop, Friederike und von der Heydt bei Bochum . . . . .			
Präsident und Centrum bei Bochum . . . . .	3,766	2,092	2,968
Heinrich Gustav bei Langendreer . . . . .	4,393	1,752	2,477
Erzgrube bei Siegen . . . . .	1,883	0,627	0,888

1) Auch auf den Nachtheil wird hingewiesen, dass die ohnehin nicht einfache Kataraktsteuerung bei den doppeltwirkenden Maschinen des Herrn Ehrhardt noch verwickelter wird. Ueber letzteren Uebelstand spricht sich (allerdings tröstend etc.) der Professor Julius v. Hauer in der österreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, Jahrgang XVIII. (1870), S. 297 in einem lesenswerthen Artikel aus, welcher die Ueberschrift trägt: „Ueber doppeltwirkende Dampfmaschinen für stabile Wasserhaltung.“

2) Schlink in der Zeitschrift deutscher Ingenieure (Bd. XII. S. 450) stellt die Preise einer 150pferdigen Wasserhaltungsmaschine verschiedener Systeme folgendermassen neben einander:

Ehrhardt'sche doppelt- und directwirkende (mit Contrebalancier)	10750 Thlr.
„ „ „ „ „ Balanciermaschine	13250 „
Cornwall-Maschine, einfachwirkend . . . . .	15500 „

3) Bluhme a. a. O. S. 330.

4) Leider berichtet Herr Bluhme (auf derselben Seite 330) Folgendes: „Allerdings lehren die neuesten Erfahrungen (z. B. auf Grube Wasserschnepe), dass bei längerem starken Gebrauche die Gestänge der doppeltwirkenden Maschinen grössere Reparaturen und Umbauerefordern, da weder die Stahlkeile noch Nieten auf die Dauer festbleiben.“

Wie dem auch sei, bestimmt entscheidend wird man bei der Beantwortung der allerdings wichtigen Frage erst dann auftreten können, wenn längere Erfahrungen vorliegen. Erwähnt zu werden verdient noch, dass Ehrhardt neuerdings auch doppelwirkende Woolf'sche (zweicylindrige Maschinen) in Anwendung bringt<sup>1)</sup>.

Noch weiter treibt man die Verwendung der doppelwirkenden Woolf'schen Maschinen zur Gruben-Wasserhaltung, indem man sie mit Schwungrad versieht, nach welchem Systeme namentlich Hoppe in Berlin eine grosse Wasserhaltungsmaschine auf der Ferdinand-Grube bei Kattowitz in Schlesien erbaute<sup>2)</sup> und die Wasserhaltungsmaschinen auf dem belgischen Bleiberge bei Monzen vom grossen Serainger Etablissement (bei Lüttich) geliefert wurden. Nach gleichem Principe soll gegenwärtig eine 600pferdige Wasserhaltungsmaschine für die Grube Bleialf und eine noch stärkere für das Abteufen eines Schachtes auf Grube Perm ausgeführt werden<sup>3)</sup>. Die Absicht bei Anwendung der Schwungräder geht natürlich dahin, bei hohem Expansionsgrade und geringen Anschaffungskosten doch eine möglichst gleichförmige Bewegung zu erzielen.

Eine fernere Neuerung bilden die Dampf-Wasserhaltungsmaschinen mit rotirender Bewegung und Schwungrad, wobei man die Steigröhren der Pumpen zugleich als Gestänge benutzt, um deren Bau und Verbreitung sich ebenfalls Hoppe in Berlin besonders verdient macht<sup>4)</sup>.

Ich verdanke der Güte des Herrn Ingenieurs Endenthum umstehende Fig. 492, eine für kleinere Verhältnisse und Dimensionen berechnete Anordnung, die aber immerhin ausreicht, dies Maschinensystem zu charakterisiren.

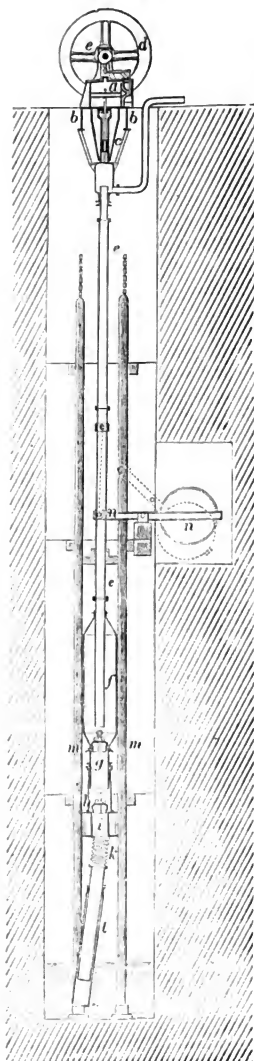
1) Auf der Grube „Gewalt“ (bei Steele) und „Luise Tiefbau“ finden sich Ehrhardt'sche doppelwirkende Maschinen des Woolf'schen Systemes, die bei 3,766 Meter Kolbenhub beziehungsweise folgende Dimensionen haben: Grosse Cylinder 2,485 und 2,144 Meter, kleine Cylinder 1,726 und 1,359 Meter.

2) v. Hauer in der österr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, 1870, S. 299, sowie Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XV. (1871), S. 593.

3) Bluhme a. a. O. S. 330.

4) Pumpen-, Hub- und Drucksätze, bei denen die Steigröhren zugleich das Gestänge bilden, scheint Rittinger in Oesterreich (nach Althans' Vorgänge in Preussen, wie bereits S. 599 erörtert) zuerst in Anwendung gebracht zu haben. Man sehe deshalb einen Aufsatz im Jahrgang 1869 von dessen „Erfahrungen im berg- und hüttenmännischen Maschinenbau und Aufbereitungswesen“, welcher die Ueberschrift trägt: „Einachsige Pumpensätze ohne Gestänge“ etc. Ferner auch ist nachzulesen ein Aufsatz in der Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen, Bd. XIX. (1871), S. 59: „Die Pumpensätze der Wasserhaltungsanlagen auf der Grube Abendstern bei Rosdzin.“

Fig. 492.



Es bezeichnet *a* einen gewöhnlichen Dampfzylinder mit Schiebersteuerung, welcher auf zwei Trägern *bb* ruht. Die nach unten gerichtete Kolbenstange trägt eine hier in der Verkürzung gesehene Traverse *e*, an welcher einerseits das Gestänge *e* hängt und welche auch mittelst zweier aussenliegenden Lenkstangen die zwei schweren (wegen Platzmangel im Schachte gedrängt angeordneten) Schwungräder *d* treibt. Das Gestänge *e* besteht aus gezogenen schmiedeeisernen Röhren, welche jetzt von England bis zu einem lichten Durchmesser von 17 Zoll geliefert werden <sup>1)</sup>.

Das Gestänge mündet oben in einen an den Trägern befestigten Stopfbüchsenkasten, sobald der Wasserabfluss höher als die Maschine liegt, kann aber sonst in einen seitlichen Ausguss enden. Unten ist mit dem Gestänge ein schmiedeeiserner Windkessel *f* verbunden, an welchem der hohle Plunger *g* hängt. Alle vorgenannten Theile bilden die auf- und niedergehende Masse. Fest (unbeweglich) ist der Stiefel *h* mit seinem Untersatz *i*. An letzteren schliesst sich zunächst ein mit Drahtspirale versehener Lederschlauch *k*, an welchem weitere Schläuche als Saugrohre befestigt werden. Durch letztere Einrichtung wird es möglich, die Saugschläuche beim Abteufen in die erforderlichen Lagen etc. zu bringen.

Der ganze jetzt beschriebene Satz hängt an zwei Senkbäumen *mm*, so dass der Untersatz *i* an denselben geschraubt ist. Diese Bäume (*mm*) stehen entweder auf dem Grunde oder werden oben aufgehängt. Die Führungen für das Rohrgestänge sind ebenfalls an den Senkbäumen befestigt.

Um die entstehende veränderliche Last auszugleichen, ist ein Contrebalancier *n* angebracht. Dieser hat oben offene Lager,

1) Die schmiedeeisernen Flanschen sind aufgelöthet.



aus welchem er sich beim Ziehen des Satzes aushebt und dabei in die punktirt gezeichnete Lage kommt.

Derartige Sätze baut man jetzt für Dampfcylinder bis mit 28 Zoll Cylinderdurchmesser, 18 Zoll Hub und mit Plunger von 24 Zoll Durchmesser bei bequem 40 Umgängen pro Minute.

Wahrscheinlich wird künftig der Uneinigkeit der Constructeure und Rathgeber bei Beantwortung der Frage nach den besten durch Dampfkraft zu betreibenden Wasserhaltungsmaschinen in mehr oder weniger tiefen Gruben überall da ein Ende gemacht, dass man, wo es Umstände und Verhältnisse erlauben, von den S. 622 erörterten unterirdischen direct wirkenden Dampfmaschinen Gebrauch macht, deren Gestänge als zur Gattung „Wassersäulen- (oder hydraulisches) Gestänge“ (S. 670) gezählt werden könnte.

Ueber die immer weiter um sich greifende Verbreitung dieser Gattung von unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen wurde S. 622 und 623 bereits so viel mitgetheilt, dass es hier (für unsere Zwecke) genügen wird, einen Fall praktischer Ausführung im deutschen Vaterlande ausführlich zu besprechen, wozu der Verfasser Skizzen und Text der Güte des um gute Wasserhaltungsmaschinen hoch verdienten Herrn Ingenieurs Kley in Bonn verdankt.

Diese Skizzen, Fig. 493–495, lassen die Disposition von drei Exemplaren Kley'scher unterirdischer Maschinen erkennen, welche auf der Grube Ruhr

Fig. 493.

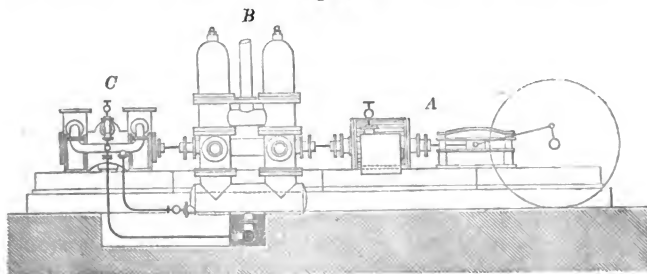
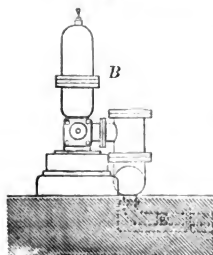


Fig. 494.



und Rhein bei Ruhrort ausgeführt sind und woselbst die Pumpen das Wasser 200 Meter hoch in einem Satze bis über Tag drücken.

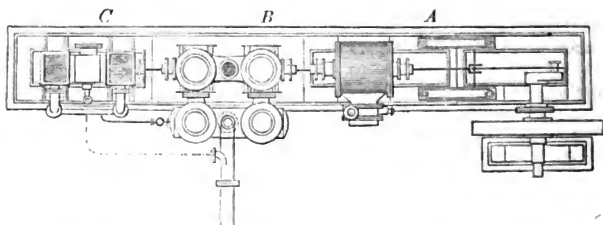
Die liegende doppeltwirkende Dampfmaschine *A* hat Farcot'sche Schiebersteuerung und arbeitet mit vierfacher Expansion. Die Druckpumpe *B* ist doppeltwirkend, hat Kugelventile und einen Saug- und Druckwindkessel. In der Fortsetzung der gemeinschaftlichen Kolbenstange von Dampfmaschine und Wasserpumpe ist die Luftpumpe *C* angehängt, wobei jedoch auch die Einrichtung getroffen ist, dass ohne Condensation gearbeitet werden kann, in welchem letzteren Falle der Kolben der Luftpumpe abgekuppelt wird.

Die Hauptdimensionen des Maschinenwerkes in Millimetern sind folgende: Dampfcylinderdurchmesser 670, Wasserpumpencylinder 180, Luftpumpencylinder 220. Der gemeinschaftliche Hub ist 600. Jedes der vier Pumpenventile besteht aus 25 Bronzeugeln, jede von 54 Millimeter Durchmesser.

Das Wasser wird aus einem circa 2 bis 3 Meter tiefen Sumpfe angesogen und wie schon erwähnt in einem einzigen Satze 200 Meter hoch gedrückt. Im Druckrohre, dicht bei der Maschine befindet sich ein Sicherheitsventil und ein Manometer. Die Condensation ist so eingerichtet, dass das Einspritzwasser direct aus dem Saugrohr der Pumpen angesaugt oder von oben mit Druck eingespritzt werden kann, indem sich nämlich im Schachte 2 Meter über der Maschine eine Wasserquelle befindet, die zu gedachtem Zwecke benutzt werden kann.

Das warme Condensationswasser fliesst direct in den Saugwindkessel der Druckpumpe und wird von letzterer mit zu Tage geschafft.

Fig. 495.



Die Maschine ist für  $1\frac{1}{3}$  Cubikmeter Wasser pro Minute auf 200 Meter Höhe, also für eine Nutzleistung von 60 Pferdekraften gebaut, kann aber den Versuchen nach bedeutend mehr leisten. Bei 60 Touren der Schwungradwelle <sup>1)</sup> pro Minute, also bei 1,20 Meter Kolbengeschwindigkeit geht die Maschine ohne jede Erschütterung und Stoss.

Es sind drei dieser Maschinen an der gedachten Stelle unterirdisch im Gange, die in einer respectablen Reihe hinter einander stehen.

Ueber die unterirdischen Dampfpumpen deutscher Maschinenfabriken, namentlich der Gebrüder Decker & Co. in Cannstatt <sup>2)</sup>,

1) Herr Kley hält das Schwungrad bei grossen Expansionsgraden und um Stösse zu vermeiden, für durchaus erforderlich.

2) Ueber eine von der niederschlesischen Steinkohlenbergbau-Hülfskasse in Waldenburg von Gebrüder Decker in Cannstatt beschaffte amerikanische Universaldampfpumpe zur unterirdischen Wasserhaltung berichtet sehr vortheilhaft der Maschinenmeister Holzhausen (unter Beifügung von Abbildungen) in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XVI, S. 545.

Ueber eine zum Tunnelbaue in einem Brunnenschachte aufgestellte Decker'sche Dampfpumpe berichtet Rziha in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins, Jahrgang 1874, S. 5 ff.

dann von Riedel & Kemnitz in Halle und von Dehne ebendasselbst, so wie ferner von den Dampfpumpen der Engländer Tangy, weiter von Hayward, Tyler & Co. und endlich Roberts, berichtet Bluhme in Bonn in der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem preussischen Staate.

Ein vortrefflich von C. Haber geschriebener Artikel: „Ueber unterirdische Wasserhaltungsmaschinen in England“ befindet sich im 4. Hefte der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XVI. (1872) S. 225. Ausserdem finden sich beachtenswerthe Notizen und Quellenangaben amerikanischer und englischer Journale in dem vom Ingenieur Ritterhaus in Berlin erstatteten Berichte über Pumpen der Wiener Weltausstellung von 1873 Bd. 2. Section 1. S. 35 bis S. 40.

Endlich ist noch auf die höchst zweckmässige Verwendung der unterirdischen Dampfpumpen beim Abteufen der Schächte aufmerksam zu machen, indem man sie (wie Cameron)<sup>1)</sup> mit vertical gerichteten Cylindern ohne Weiteres im Schachte an Ketten aufhängt und mittelst eines Flaschenzuges hebt und senkt, oder (wie Hayward, Tyler & Co.)<sup>2)</sup> horizontal gelagert auf Spreizen bringt, die man gegen die Schachtwände stemmt.

Schliesslich ist, als eine nicht unwichtige Verbesserung bei zur Wasserhaltung in Gruben bestimmten Pumpen, auf einen von Bochkoltz<sup>3)</sup> angegebenen, sogenannten „Kraftgenerator“ aufmerksam zu machen, der den Antheil von Arbeit in zweckmässiger Weise beschaffen soll, welchen der Ueberdruck auf die oberen Flächen der Pumpenventile beim anfänglichen Anheben der letzteren erforderlich macht. Man kann sich die Wirkungsweise dieses Apparates dadurch versinnlichen, dass man sich zu beiden Seiten des Schachtgestänges einer Grubenpumpe zwei Daumen (Hebblinge) denkt, wovon der eine beim Aufgange, der andere beim Niedergange eine gehörig lange Stahlfeder biegt und in dieser eine Arbeit ansammelt, welche sich beim anfänglichen Anheben der gedachten Ventile nutzbar machen lässt. Bochkoltz hat statt der Stahlfedern atmosphärische Luft benutzt, die er in zwei Behältern absperrt, während diese mit einem Cylinder communiciren, in dem sich ein dichtender Kolben befindet, der an das Hauptgestänge der Pumpe angeschlossen wird<sup>4)</sup>.

1) Lottner-Serlo; Leitfaden zur Bergbaukunde. Zweiter Band, S. 428.

2) Engineering vom 24. Juli 1874, unter den Ankündigungen, S. XV.

3) Eine dem Verfasser vorliegende gedruckte Notiz der internationalen Ausstellung in London vom Jahre 1871 macht auf die Vortheile dieses Kraftgenerators aufmerksam. Unterzeichnet ist dieselbe mit dem Namen des Erfinders August Bochkoltz, General-Inspector in Wien.

4) Vollständiger über diesen Kraftgenerator handelt ein ausführlicher, vom Erfinder selbst geschriebener Artikel in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1873, S. 1 und 141. Eine sehr schöne Abbildung nebst Beschreibung des

Hinsichtlich der durch Luftsäulengestänge (comprimirten Luft in geeigneten Röhren) betriebenen Wasserpumpen muss auf den Abschnitt Luftcompressionsmaschinen im Artikel Blas- und Saugmaschinen, sowie auf die unten notirten Quellen<sup>1)</sup> verwiesen werden.

## Maschinenwerke zur Ent- und Bewässerung von Ländereien<sup>2)</sup>.

### §. 32.

Nach Allem, was in den vorstehenden Abschnitten bereits über die ältesten, älteren und neueren Maschinen zum Ent- und

Bochkoltz'schen Kraftregenerators giebt Serlo in dem wiederholt citirten Leitfaden zur Bergbaukunde, Bd. 2, S. 404.

1) Haslacher, Die Anwendung comprimirtter Luft zum Betriebe unterirdischer Maschinen. Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate, Bd. 17 (1869), S. 1, und hieraus in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIV. (1870), S. 459.

Ferner: Lottner-Serlo, Bergbaukunst. 2. Band, S. 437.

2) Literatur: Treuding, Ueber Ent- und Bewässerung der Ländereien. Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. X. (1864), S. 473 und Bd. XI. (1865), S. 25, 174 und 412. Der fleissige Verfasser der hier notirten Aufsätze handelt zuerst (wie Hagen in seiner „Wasserbaukunst“, Thl. 1, 1853, 4. Abschnitt, S. 363) von Ent- und Bewässerungsfragen aller Art, deren Beachtung den Betheiligten nicht genug empfohlen werden kann, liefert aber dann auch (a. a. O. Bd. XI. S. 187 ff.) eine so reichhaltige Literatur über betreffende Maschinenwerke, dass uns nur Weniges nachzutragen übrig bleibt. In letzterer Beziehung sind Treuding's Angaben durch folgende zu ergänzen:

Fijnje: Naturkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappy der Wetenschappen te Haarlem, 2. Verzameling, 3. Deel, 1847. Eine gekrönte Preisschrift.

Morin, Des machines et appareils destinés à l'élevation des eaux. Paris 1863, Nr. 59–86: „Machines elevatories employées à l'irrigation.“

Berg, Die Entwässerung des Blocklandes. Bremen 1864. Dasselbe auch in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins. Bd. XI. (1865), S. 363 ff.

Gevers van Endegeest, Over de droogmaking van het Haarlemer Meer. s'Gravehage & Amsterdam. Nach der Auflage von 1857 deutsch bearbeitet in Förster's Allgemeiner Bauzeitung, Jahrgang 1865, S. 238–325. Mit vielen guten Abbildungen.

Oppermann, Die Trockenlegung des Haarlemer Meeres. Bearbeitet vom Wasserbau-Inspector Oppermann in Meppen nach Storm-Buysing, Handleiding tot de Kennis der Waterbouwkunde in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur Vereins, Bd. XI. (1865), S. 258.

Airy, Notes on Scoop Wheels. Engineering vom 18. Mai 1871, Pg. 183.

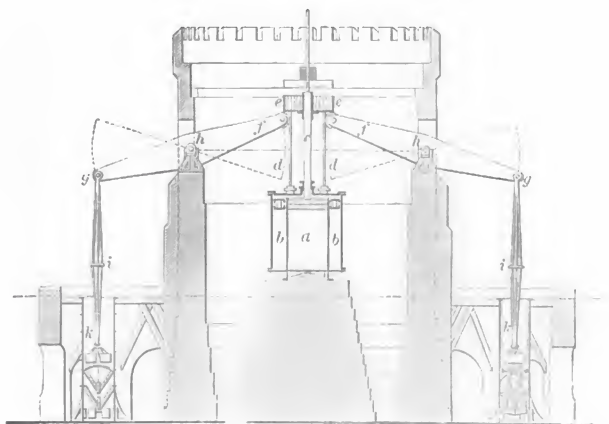
Kopka, Anwendung der Kreiselpumpe zur Niederungs-Entwässerung. Bornemann's Civilingenieur. Neue Folge, Bd. 17 (1871), S. 449.

Bewässern von Ländereien vorgetragen wurde, wird es für Zweck und Umfang der „Allgemeinen Maschinenlehre“ genügen, nur einige der vorzüglichsten hierher gehörigen Werke zu besprechen, wobei wir uns überdies noch auf solche Anlagen beschränken müssen, woselbst Kolbenpumpen, Wurfäder und Centrifugalpumpen in Anwendung kommen.

Wir beginnen mit den drei grossartigen Dampfmaschinen-Pumpwerken zur Entwässerung, richtiger zur Trockenlegung des Haarlemer Meeres, woselbst, bis 1849, 18000 Hektaren Land, von 3 deutschen Meilen Länge, 1 Meile Breite, welche etwa 14 Fuss unter Wasser gesetzt, nicht nur der productiven Cultur entzogen waren<sup>1)</sup>, sondern deren Wassermassen auch fast jedes Jahr drohten, Amsterdam, Haarlem, Leyden und andere Städte zu verschlingen<sup>2)</sup>.

Die erste der drei Maschinen, in den Fig. 496 und 497 skizzirt und „Leg-water“ genannt, zur Erinnerung des Mannes welcher viele Entwässerungsan-

Fig. 496.



Centrifugal-Pumping-Machinery (zur Entwässerung der Ferrarer Marschen in Nord-Italien). Engineering vom 25. Juli 1873, Pg. 67 und 500.

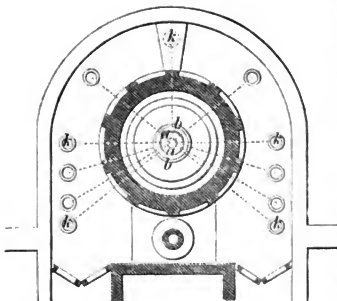
1) Nach einer alten Karte bestanden (a. a. O. Förster's Bauzeitung, S. 246) im Jahre 1531 nur vier kleine Seen von zusammen 6000 Hektaren Wasserfläche, während auf dem übrigen Raume drei Dörfer standen. Im Jahre 1597 war schon eins von diesen Dörfern verschwunden, im Jahre 1647 hatten die beiden andern dasselbe Schicksal und die alten kleinen Seen waren zu einer einzigen See vereinigt, der man den Namen „Haarlemer Meer“ beilegte.

2) Noch im Jahre 1836 drohte das Haarlemer Meer die Provinz Holland zu

lagen in Holland ausführte und 1643 den ersten begründeten Entwurf der Trockenlegung des Meeres vorlegte, wurde 1847 in Betrieb gesetzt.

Bei der grossen Dampfmaschine hat man nach J. Sims in London zwei Cylinder concentrisch in einander gestellt<sup>1)</sup>. Der Kolben *a* des innern kleinen Cylinders schliesst genau an die Wände des äusseren ringförmigen Cylinders *bb*,

Fig. 497.



wobei noch zu beachten ist, dass der kleine Cylinder nicht ganz bis zum Deckel des grossen hinaufreicht, so dass beide Cylinder *a* und *bb* oben stets mit einander communiciren. Der innere Dampfcyylinder hat 2,13 Meter, der äussere 3,66 Meter Durchmesser, die gleiche Hubhöhe beträgt 3,0 Meter.

Der frische Dampf wirkt zuerst mit Volldruck unter den kleinen Kolben *a*, während der obere Raum von *a*, sowie der Ringkolben oben und unten mit dem Condensator in Verbindung steht. Zum Niedergange gelangt der Dampf, der unter dem kleinen Kolben gearbeitet hat, über beide Kolben und expandirt sich,

während der Raum unter dem Ringkolben *bb* mit dem Condensator in Verbindung bleibt. Hiernach wirkt beim Aufgange der kleine Kolben allein und beim Niedergange ebenso der Ringkolben allein. Die Dampfmaschine ist demnach (wie die Sims'sche Maschine Bd. 1, S. 431) doppelwirkend, dem Dampfverbrauche aber nach einfachwirkend, da nur beim Aufgange frischer Dampf gegeben wird.

Der innere Kolben *a* hat eine einzige starke Stange *c*, während der Ringkolben *bb* mit vier Stangen *d* ausgestattet ist. Alle fünf Stangen sind an einem grossen kreisrunden Troge *e* befestigt, der mit Ballast ausgefüllt wird. Unter dem Troge *e* fassen die Enden *ff* von 11 Balanciers *fgh*, welche, wie die (kleiner gezeichnete) Grundrissfigur 497 erkennen lässt, strahlenförmig von der Mitte der Dampfcyylinder ausgehen. Mit den Enden *gg* stehen diese Balanciers durch Lenkstangen *ii* mit den Pumpen (also ebenfalls 11 der Zahl nach) *kk* in gehöriger Verbindung. Der Durchmesser jeder Pumpe beträgt 1,60 Meter, während der Hub (da die Balancierarme *gh* und *hf* gleich gross sind) ebenfalls 3,0 Meter ist.

Ein runder Thurm, an dem sich ein viereckiges Haus für die Dampfkessel anschliesst, umgibt das Maschinenwerk, wobei die Wände des Thurmes 11 mal durchbrochen sind, um die Balanciers durchzulassen und um Lagerstellen für deren Schwingzapfen zu erhalten.

Die Wirkung der Pumpen bei 10 Hüben pro Minute, war auf 66 Cubik-

---

überschwemmen. Indess wurde doch erst 1839 durch Gesetz die Trockenlegung des Meeres entschieden. (Förster a. a. O. S. 253.)

1) Kley, Woolf'sche Wasserhaltungsmaschinen, S. 37.

meter pro Hub, also auf 660 Cubikmeter pro Minute bemessen, mithin auf 39600 Cubikmeter pro Stunde oder auf 950400 in 24 Stunden.

Als man sich nach Versuchen (Septbr. 1845) von der Tüchtigkeit dieser (ersten) Maschine überzeugt hatte, schritt man zur Anlage der beiden anderen Maschinen, in denen man, dasselbe Princip beibehaltend, nur statt 11 Pumpen deren 8 in Anwendung brachte und ihre Durchmesser verhältnissmässig auf 1,80 Meter vergrösserte. Diese beiden „Cruquius“<sup>1)</sup> und „Lijnden“<sup>2)</sup> genannten Maschinen kamen 1849 in Betrieb.

Am 1. Juli 1852 war die Entwässerung vollendet und betrug die von allen drei Maschinengruppen gepumpte Wassermasse fast 832 Millionen Kubikmeter (genau 831839501 Kubikmeter). Die Gesamtkosten der Trockenlegung beliefen sich auf etwa  $4\frac{1}{2}$  Millionen holl. Gulden (genauer auf 4412115 Gulden).

Das durch die Trockenlegung gewonnene, erst durch sorgfältige Cultur ertragsfähig gemachte Land (von 18000 Hektaren) soll durchschnittlich für 478 holl. Gulden pro Hektare, d. i. etwa zu 68 Thalern der Morgen verkauft worden sein<sup>3)</sup>.

Durch die Entwässerung oder das Austrocknen des Haarlemer Meeres waren drei andere grossartige Wasserschöpf-Anlagen zu Spaardam und Halfweg (am Amsterdamer Y) und bei Gauda an der Yssel nothwendig geworden, indem man den das ehemalige Meer umgebenden umfangreichen Ländereien einen constanten Innenwasserstand sichern musste.

Bei allen drei Werken ist die Anordnung übereinstimmend so getroffen, dass symmetrisch zu beiden Seiten einer horizontalen Dampfmaschine mehrere Wurfräder (S. 587, Fig. 415) liegen, welche bei geringer Hubhöhe und grossem Wasserzufluss sämmtlich zu gleicher Zeit in Thätigkeit treten, bei wachsender Hubhöhe jedoch nach einander, je nach dem erhöhten Kraftbedarf losgekuppelt und zum Stillstand gebracht werden können.

Dergleichen Wurfäder besitzt das Maschinenwerk zu Spaardam (200 Pferdekraft) zehn, das von Halfweg (100 Pferdekraft) sechs und das Werk von Gauda (120 Pferdekraft) ebenfalls sechs.

Das letztere als das neueste (1860 vollendet) und beste, da hier die Er-

1) Zu Ehren eines Wasserbaudirectors Cruquius der Rheinlandverwaltung, der 1742 einen Plan zur Entwässerung des Haarlemer Meeres ausarbeitete.

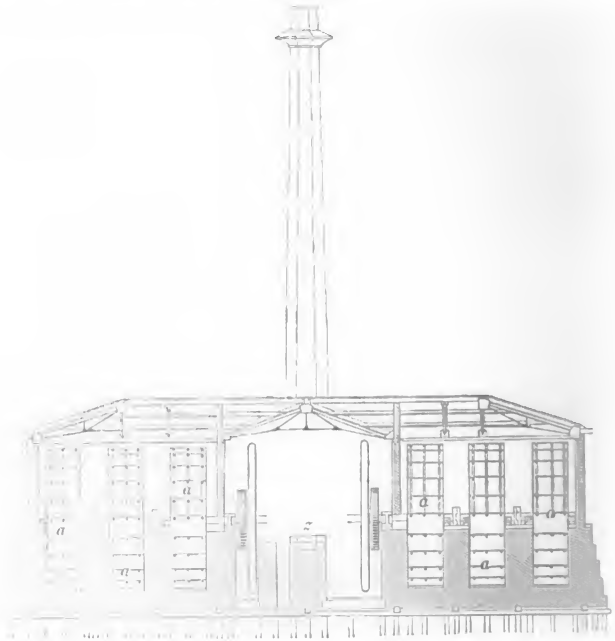
2) Eine Huldigung für den würdigen Baron von Lijnden de Hemmen, welcher wiederum nach einem Jahrhunderte der guten Sache zu nützen bemüht war und der zum ersten Male die Anwendung der Dampfmaschine empfohlen hatte.

3) Letztere Angabe ist die des Herrn Oekonomieraths Hausburg in Königsberg (jetzt in Berlin, in dessen als Manuscript gedruckten, dem Verfasser gütigst zur Einsicht gewährten „Landwirthschaftlichen Reiseskizzen“ (Königsberg in Pr. 1873, S. 87), und zwar unter der Ueberschrift: „Das Haarlemer Meer und der Badhoeve.“ Letzterer Ort (Badhof) liegt in der Nähe von Amsterdam und ist das schöne, einem Herrn Armersfoort gehörige (auf dem ehemaligen Meere liegende) etwa 240 Hektaren (gegen 1000 Morgen) grosse Landgut, was musterhaft bewirtschaftet wird und wo auch der reisende Techniker freundliche Aufnahme und Belehrung über alles Wissenswerthe findet. Dem Verfasser ist ein ebenso nützlich wie angenehm bei Herrn Armersfoort verlebter Tag (der 21. August 1858) unvergesslich!

fahrungen der anderen benutzt werden konnten und dies Werk sich auch noch durch Solidität und Eleganz vor den beiden andern auszeichnet — ist in Fig. 498 und 499 skizzirt und zwar nach amtlicher, dem Verfasser vom Herrn Ingenieur Waldorp gütigst zu Gebote gestellten Zeichnungen<sup>1)</sup>.

Wie Fig. 498 erkennen lässt, sind die Gauda-Wurfräder *aa* zu beiden Seiten der in *z* gelagerten Dampfmaschine mit horizontalen Cylindern placirt. Jedes der in Fig. 499 in grösserem Massgabe gezeichneten Räder hat 7,40 Meter Durchmesser und 1,75 Meter Breite. Die Dampfmaschine hat 1,117 Meter Cylinderdurchmesser und der Kolben 2,440 Meter Hub. Die Steuerung wird durch Ventile bewirkt. Die Uebertragung der Dampfmaschinenarbeit

Eig. 498.



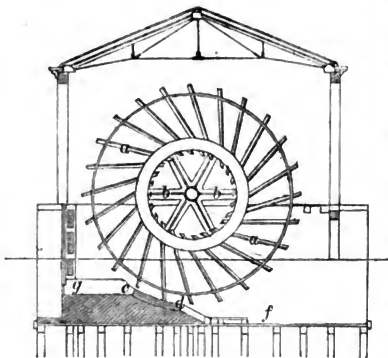
1) Die gut ausgeführten lithographirten Originale tragen folgende Ueberschrift: „Droogmaking van het haarlemmer meer. Gebouw te plaatsing van een stoomgemaal te stichten achter de hanepraaisluis te Gauda.“ Der gedruckte Text ist mit der Marke: „Ministerie van Binnenlandsche Zaken“ versehen und mit der Randnotiz: „Stoomgemaal op den I Issel te Gauda.“



aut die Wurfräder erfolgt nicht direct, sondern unter Einschaltung von Zahnradvorgelegen, so dass die Wurfräder circa 5 Umläufe pro Minute machen und folglich ihre Peripheriegeschwindigkeit etwa 2,0 Meter pro Secunde beträgt <sup>1)</sup>.

Uebrigens lehrt der Vergleich von Fig. 499 mit der Skizze des althrwürdigen holländischen Wurfrades Fig. 415 (S. 587), dass sich dessen principielle

Fig. 499.



Gestalt eigentlich gar nicht geändert hat und dass nur die Construction durch Anwendung des Eisens eine vollkommene geworden ist. Die eisernen Wellen tragen jede zwei gusseiserne Rosetten mit je 6 Armen, die mit Schuhen oder Hülsen versehen sind, um die 24 vorhandenen Schaufeln, von fast 1 Meter Entfernung an der äusseren Peripherie gemessen, in gehöriger Richtung und gehörig fest anbringen zu können. Nahe dem äusseren Umfange sind sämtliche Wurf-schau-feln noch durch eiserne Reifen mit einander verbunden.

Vor Anlage und Ausführung der vorbeschriebenen und besprochenen grossartigen holländischen Werke zum Wasserfördern für die Zwecke der Ent- und Bewässerung hat man sich begreiflicher Weise vielfach und entsprechend mit der Frage nach der besten zu wählenden Wasserschöpfmaschine beschäftigt und dabei namentlich Pumpen, Wurfräder und Wasserschrauben, ja sogar geneigte Schaufelwerke in Betracht gezogen.

Fijnje in seiner bereits oben S. 684 citirten Preisschrift lieferte schon 1844 folgende, hinsichtlich Maschinengattung, Effect und Kostenberechnung betreffende Uebersicht, zufolge welcher man sich bei der Haarlemer Meer-Entwässerung für Pumpen und in Betreff der Bewässerung umgebender Ländereien durch die Werke in Spaardam, Halfweg und Gauda für Wurfräder entschied. Die umstehende Tabelle ist ohne weitere Bemerkungen verständlich.

1) Zu bedauern ist, dass keine der dem Verfasser zu Gebote stehenden Quellen, weder die notirte officiële, noch der bereits citirte Artikel über das Haarlemer Meer in Förster's Bauzeitung (1865, S. 316), noch endlich die allerjüngste Nachricht in Erbkam's Zeitschrift für Baukunst (1872, S. 253) angiebt, welches Wasserquantum das Gauda-Werk auf die nothwendigen Hübhöhen (0,80 Meter bis 1,75 Meter) mittelst der 120pferdigen Dampfmaschine fördert.

Maschinengattung.	Anzahl Pferdekraft pro Minute zu fördern.	Anzahl Cubikmeter, welche pro Minute hoch pro Meter gefördert wird.	Wirkungsgrad.	Anzahl der Maschinen und Pferdekraft.	Gesamtpferdekraft zur Abwässerung.	Zeit zur Trocknung, Monate.	Kosten		Arbeit um einen Cubikmeter Wasser pro Minute zu heben.	Pferdekraft um einen Cubikmeter pro Minute zu heben.
							der Trocknung, in holländ. Gulden.	der Trocknung, in holländ. Gulden.		
Wasserschraube <sup>1)</sup>	1,3910	3,5945	0,7889	10 von je 90 Pferdekraft.	900	145	1797432	107629	12762 <sup>2)</sup>	0,2835
Verticales Wurfrad	2,2520	2,2200	0,4873	12 von je 120 Pferdekraft.	1440	28	2771045	158726	2052	0,4564
Verticales Wurfrad	1,6270	3,0730	0,6745	5 von je 200 Pferdekraft.	1000	14	1748387	102560	1483	0,3254
Einfache Aufmahlung	1,9815	2,5235	0,5539	5 Gruppen von 2 also 10, jede 124 Pferdekraft.	1240	25 1/2	2572030	137094	1805	0,3963
Geneigtes Schaufelwerk <sup>3)</sup>	1,8170	2,7510	0,6038	6 von je 190 Pferdekraft.	1140	19 1/2	2350165	118178	1655	0,3629
Zweifache Aufmahlung	1,5730	3,1790	0,6977	5 von je 198 Pferdekraft.	990	29 1/2	1932856	96554	1434	0,3146
Pumpen mit luftdichten Anschluß der Kolben	1,445	3,4650	0,7605	5 von je 180 Pferdekraft.	905	25 1/2	1847616	90256	1315	0,2889

1) Schon 1643 schlug Leegh water vor, die Austrocknung durch 160 von Windmühlen getriebenen Wasserschrauben vorzunehmen.

2) Die Angaben der verletzten Colonne wurden zufolge Division von 75mk. : 60 = 4500mk. durch die Werthe der 3. Col. erhalten.

3) Baron v. Lynden wollte noch 1821 die Austrocknung mittelst 18 geneigter Schaufelwerke (Fig. 363) vornehmen, die in 6 Gängen à 3 Etagen vertheilt und durch Dampfkraft bewegt werden sollten.

Wir benutzen die Gelegenheit, zunächst über holländische Wurfräder und Wasserschrauben zu Ent- und Bewässerungszwecken, folgende Notizen zu geben, wozu wir namentlich wieder die Fijnje'sche Preisschrift, so wie nachbemerkte ebenfalls holländische Quellen benutzen, „Nieuwe Verhandelingen van het Bataafsche Genootschap 1844. Negende Deel Erste Stuck. Simons en Greve: „Verhandeling over de Stroombemaling van Polders en Droogmakeryen.“

Wurfräder wie Wasserschrauben werden sowohl zur Trockenlegung als zur Trockenhaltung der holländischen Polder noch ganz allgemein in Anwendung gebracht und zwar für die gewöhnlichen kleinen Verhältnisse durch Windräder (Windmühlen)<sup>1)</sup> betrieben und meistens nach einer Disposition, wie Fig. 246 Bd. 1 der Maschinenlehre erkennen lässt.

Die Wurfräder wendet man bis zu Förderhöhen von 4,8 Meter an, jedoch so, dass dann drei Räder über einander, in etagenartiger Gruppe angebracht sind, oder, wie die Fijnje'sche Tabelle besagt, eine dreifache Aufmahlung statt hat, so dass die Förderhöhe für jedes einzelne Wurfrad doch nur 1,60 Meter ist.

Nach Simons en Greve's 1844 angestellten (945) Versuchen, mit verschiedenen durch Windkraft betriebenen Wasserschöpfmaschinen (Wurfräder und Wasserschrauben) ist durchschnittlich anzunehmen, dass der Effect eines derartigen Wasserförderwerkes darin besteht, 55 Cubikmeter Wasser pro Minute auf 1 Meter Höhe zu heben. Die Länge der Flügel, welche bei den zu den Versuchen zur Disposition gestandenen Windmühlen vorhanden waren, betragen 22 bis 28 Meter (durchschnittlich 26,8 Meter) und soll innerhalb dieser Grenzen die Flügellänge keinen (?) bedeutenden Einfluss auf den Effect ausüben.

Die Gesamtwirkung einer von einem solchen Windrade betriebenen Schöpfmaschine darf nicht vorstehender, sich auf eine Minute beziehende Angabe entsprechend genommen werden, da der Gang der Maschine oft unterbrochen und die vortheilhafteste Geschwindigkeit nicht dauernd vorhanden ist. Gewöhnlich nimmt man an, dass eine Mühle in 24 Stunden den Wasserstand auf einer Fläche von 500 rheinischen Morgen (circa 125 Hectaren) um 1 Zoll (26,15 Millimeter) erniedrige.

Bei einem in den citirten Nieuwe Verhandelingen van het Bataafsche Genootschap mitgetheilten Versuche, förderte ein Wurfrad von 5,89 Meter Durchmesser und von 0,56 Meter Breite bei einer mittleren Förderhöhe von 0,533 Meter und bei 1,17 Meter Tauchung, pro Minute 41,44 Cubikmeter Wasser auf 1 Meter Höhe. Die Geschwindigkeit des Windrades waren 55 Enden pro Minute (Enden-Viertelumläufe der Windräder, wie schon Bd. 1, S. 390 bemerkt wurde) oder  $13\frac{3}{4}$  Umläufe in derselben Zeit, wobei  $7\frac{1}{4}$  Umläufe auf eine Umdrehung des Wurfrades gingen<sup>2)</sup>.

1) Nach einer unserer holländischen Quellen sollen nur allein in den holländischen Rheinlanden über 400 Windmühlen zu Entwässerungszwecken arbeiten. Gewöhnlich nimmt man in Holland an, dass die Trockenlegung der Polder im Frühjahr innerhalb 30 Mahltagen geschehen muss.

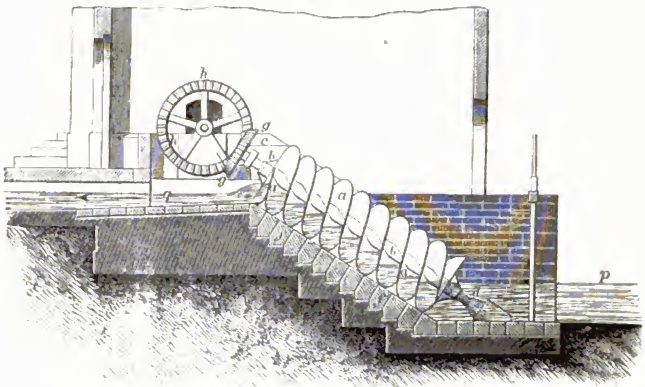
2) Auch in den Marschgegenden Deutschlands wendet man hin und wieder noch Wurfräder für Entwässerungszwecke an, beispielsweise in den Weichselniederungen, worüber (mit Abbildung der betreffenden Maschinen, Windmühle

Ueber Verwendung der von Windrädern getriebenen Wasserschrauben zum Trockenlegen und Trockenerhalten von Ländereien, namentlich Ostfrieslands, berichtet der ehemalige hannoversche Wasserbaudirector Reinhold ausführlich in Crelle's Journal f. d. Baukunst, Bd. 16 (1842) unter Beifügung von Abbildungen.

Um auch hier die Abbildung einer Wasserschraube liefern zu können, benutzen wir eine Abhandlung des französischen Civil-Ingenieurs Gaffier in den Annales des ponts et chaussées Nr. 77, 1843 (2. Serie, 2. Semestre) Pg. 1—18 über Verwendung der Wasserschraube zum Speisen des Canales, welcher Sambre und Oise verbindet.

Unsere Fig. 500 ist den dort beigegebenen (in Kupferstich ausgeführten) Zeichnungen entnommen.

Fig. 500.



Die ganz aus Eisenblech construirte Schraube *ab* hat 1,59 Meter Durchmesser und 6,10 Meter Länge und wird durch eine (Balancier-)Dampfmaschine von circa 26 Pferdekraft betrieben, welche ihr unter Einschaltung eines Zahnradvorgeleges *gh* pro Minute 40 bis 43 Umläufe ertheilt. Der Spielraum zwischen den Umfängen der Schraube und dem gemauerten (fest liegenden) Mantel *ff* soll nicht mehr als 5 Millimeter betragen. Der Neigungswinkel des Mantels (und der Schraubenwelle *bb*) wird in unserer Quelle zu 33 Grad verzeichnet. Der Neigungswinkel der Schraubengänge wird zu 35 Grad für den innern oder vertieften und zu 72 Grad für den äussern oder hohen Gang angegeben.

Behauptet wird, dass man mittelst dieser Schraube im Maximum 0,347

---

und Wurfrad) in Erbkam's Zeitschrift für Baukunst, Bd. IX. 1859, S. 81, Bericht erstattet wird

Cubikmeter Wasser pro Umgang fördert, oder 730 Liter pro Secunde, also 63000 Cubikmeter pro Tag, wobei die Förderhöhe 1,75 Meter ist.

Hiernach wird das Güteverhältniss der Schraube zu 0,95, d. i. zu 95 Procent in Bezug auf die Arbeit angegeben, welche die Dampfmaschine auf die Welle der Wasserschraube überträgt. Referent erlaubt sich hierbei ein Fragezeichen zu machen<sup>1)</sup>!

### Die Entwässerungsanlage im Bremer Blocklande<sup>2)</sup>.

Diese mit eigenthümlichen Maschinen ausgestattete Anlage hat zum Zweck, eine Fläche von etwa 4700 Morgen oder circa  $2\frac{1}{4}$  Quadratmeilen Land unweit der Stadt Bremen (am rechten Weserufer) durch Ausschöpfen von Wasser der Art trocken zu legen, dass bis zum 1. Mai jeden Jahres alles Wasser, selbst von den tiefst gelegenen Landflächen, entfernt wird und letzterer Zustand bleibt, so dass das Land sicher und ordentlich bewirthschaftet werden kann.

Das nahe der (zwischen Bremen und Geestmünde gelegenen) Eisenbahnstation Burg-Lesum in den sogenannten Deich hineingebaute Maschinenwerk ist in den Fig. 501–503 skizzirt.

Zum Betriebe dient eine 300pferdige Dampfmaschine mit zwei horizontal gelagerten Cylindern  $a$  und  $a^2$ , deren Krummzapfen gehörig gekuppelt sind, überhaupt eine sogenannte Zwillingsmaschine gebildet ist.

Jeder Cylinder hat 33 Zoll (englisch) Durchmesser, während der Kolbenhub 5 Fuss beträgt. Uebrigens sind die Maschinen für eine Dampfspannung von 4 Atmosphären Ueberdruck construirt und arbeiten mit Expansion und Condensation.

Zum Fördern des Wassers dienen vier doppelwirkende Fijnje'sche Kastenpumpen (S. 602 Fig. 435) von je 8 Fuss Durchmesser und 5 Fuss Kolbenhub. Ein aus Eisenblech construirter Kasten (von 50 Fuss Länge und 23 Fuss Breite) bildet die Pumpenkammer, worin die Pumpencylinder so eingebaut sind, dass sie sich in 9 Fuss 3 Zoll hohen Räumen befinden. Die genannte Pumpenkammer ist auf Pfahlrost in 10 Fuss 8 Zoll Tiefe fundamentirt, so dass die Pumpen ganz unter Wasser arbeiten. In den Längswänden der Pumpenkammern befinden sich vorn und hinten je 8 Oeffnungen für den Ein- und Austritt des Wassers, die durch eiserne (in Fig. 503 hinlänglich erkennbare) Schützen gesperrt werden können.

1) Ein neueres Schöpfwerk, bei den Zuidersee-Schleusen des Nordsee-Canales bei Amsterdam, wo eine 75pferdige Dampfmaschine zwei übereinander befindliche Centrifugalpumpen (Appold'sche Combined engins) bewegt, das Aufschlagwasser keinen Achsendruck auf das Rad ausübt etc., beschreibt und bespricht A. Wiebe im Jahrgange XXII. (1872) der Erbkam'schen Zeitschrift für Bauwesen. Jedenfalls dürfte der Wirkungsgrad einer Wasserschraube grösser, als der einer Centrifugalpumpe sein.

2) Ausser den bereits S. 684 notirten Quellen, diese Anlage betreffend, sind hier folgende zwei nachzutragen: Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins, 1864, S. 281, und Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. XII. (1866), S. 352 (Erfahrungsergebnisse).

Fig. 501.

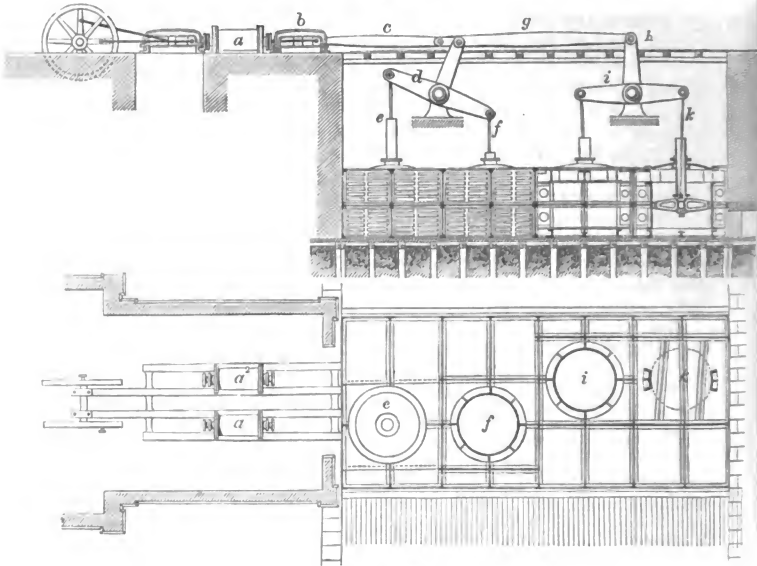
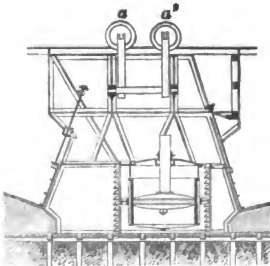


Fig. 502.

Fig. 503.



Für Anbringung der Saug- und Druckventile sind zwischen Schützen und Pumpencylinder in die einzelnen Abtheilungen verticale 9 Fuss 3 Zoll (zweimal 4 Fuss 7 $\frac{1}{2}$  Zoll) hohe guss-eiserne Ventilrahmen eingebaut, die für jede Arbeitsseite jeder Pumpe wieder 24 Ventilöffnungen von je 3 Fuss Länge und 5 Zoll Höhe enthalten. Die vorhandenen 24 Ventilkappen bestehen aus vulcanisirtem Kautschuk, welche man sorgfältig mit Eisen beschlagen hat. Jeder Ventilschlitz hat 3 Fuss Länge und 5 Zoll lichte Höhe, so dass mit jeder Kolbenseite eine Durchlassfläche von  $3 \cdot \frac{5}{12} \cdot 24 = 30$  Quadratf. correspondirt<sup>1)</sup>.

1) Detailzeichnungen und Beschreibungen finden sich in der vorher citirten

Die Dampfmaschinenarbeit wird unter Einschaltung geeigneter Kunstkreuze auf die vertical gestellten Pumpen so übertragen, wie aus Fig. 501 erhellt, d. h. von den Kreuzköpfen *b* auf die Lenker *c* und *g*, ferner auf die Kunstkreuze *d* und *i*, sowie endlich auf die Pumpen *ef* und *ik*.

Bei normalem Gebrauche entsprechen einem Umlaufe der zwei Schwungrädern gemeinsamen (gekuppelten) Welle, acht Pumpeninhalts-Leistungen, wodurch man pro Umlauf  $5 \cdot 50 \cdot 8^1) = 2000$  Cubikfuss (englisch) Wasser erhält und was bei 10 Touren pro Minute 20000 Cubikfuss pro Minute ausmacht. Rechnet man zum Bemessen der wirklichen Leistung (circa 10 Proc. Wasserverlust durch die Ventilkappen etc.), so verbleiben pro Minute 18000 Cubikfuss, welche man im Mittel 4 Fuss hoch fördert.

Im Betriebe von 1864—1865 war das Werk überhaupt 1271 Stunden thätig, wobei die Schwungradwelle jedoch nur  $6\frac{1}{3}$  Umläufe pro Minute (im Durchschnitte) machte und ungefähr 940 Millionen Cubikfuss Wasser gefördert wurden<sup>2)</sup>.

Das Maschinenwerk, vom Eisenbahn-Obermaschinenmeister Welkner (seiner Zeit in Göttingen) entworfen, wurde von der Kölner Maschinen-Actien-Gesellschaft für den Preis von 50388 Thlr. ausgeführt.

### Entwässerungswerke mit Centrifugalpumpen von Nagel & Kämp in Hamburg.

Zur Zeit hat sich in Deutschland keine Ingenieurfirma mehr Anerkennung ihrer erfolgreichen Centrifugalpumpenwerke zu Entwässerungszwecken erworben, als die der Herren August Nagel & Kämp in Hamburg. Auf rationelle Constructionsregeln gestützt<sup>3)</sup>, liefern diese Herren Centrifugalpumpen mit verticaler und mit horizontaler Achse von grossem Wirkungsgrade. Nachfolgende Abbildungen, Fig. 504—506, derartiger Pumpen verdankt der Verfasser gütiger Mittheilung der Herren Constructeure.

Vorstehende Dispositions-Skizzen bedürfen keiner weiteren Erörterung als den Hinweis auf die Wasserstrahl-Ejectoren (S. 611) *abc*, die hier kleine vom Dampf oder Wasser betriebene Sauger bilden und dazu dienen, das lästige Boden- oder Fussventil (S. 621 oben) zu beseitigen.

---

Abhandlung des Wasserbau-Directors Berg (seiner Zeit in Bremen, jetzt technischer Director der Hannover-Altenbekener Eisenbahn).

1) Der Inhalt eines jeden der Pumpenkolbenquerschnitte beträgt bei 8 Fuss Durchmesser (geometrisch)  $64 \cdot 0,785 = 50,24$  Quadratfuss, wofür man oben nur 50 Quadratfuss rechnet.

2) Nachweisung des Baudirectors Berg vom 21. Januar 1866 in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1866, Bd. XII. S. 352.

3) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIV. (1870), S. 97.

Unter den mannigfach gelungenen Ausführungen von Centrifugalpumpen für Entwässerungszwecke, Seitens der Herren Nagel & Kämp, ist dem Verfasser besonders die im Jahre 1868 am Flader-See (Jütland) zu Stande gebrachte bekannt geworden, weshalb er hierüber Nachstehendes mitzutheilen für Pflicht hält.

Die ganze Anlage besteht aus drei, in einer Reihe neben einander aufgestellten, Nagel'schen Turbinen, in der Hauptsache von der Anordnung, wie solche Bd. I. S. 318 beschrieben und dort durch Fig. 201 erläutert wurde, deren jede zwei Centrifugalpumpen mit verticaler Drehachse (also von der Disposition Fig. 506) treibt.

Fig. 504.

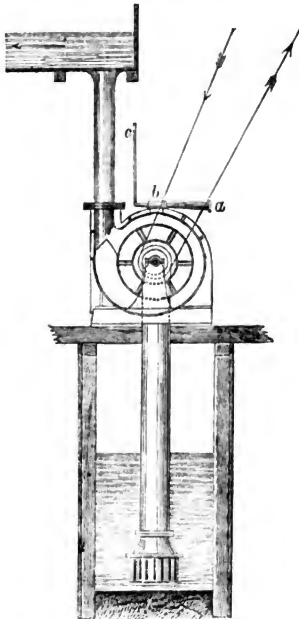
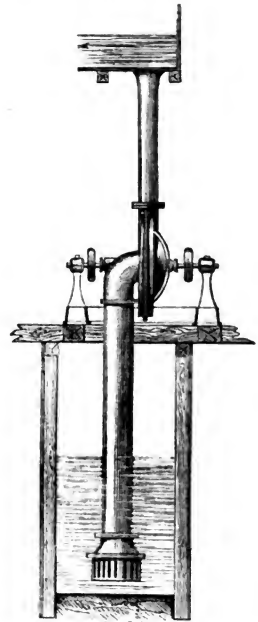


Fig. 505.



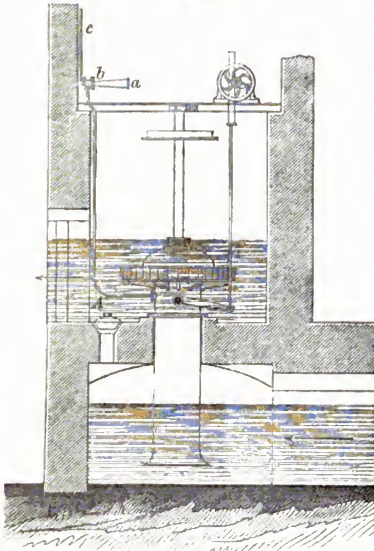
Jede Turbine hat 2,68 Meter äusseren Durchmesser und entwickelt bei 1,255 Meter Gefälle eine Nutzarbeit von 50 Pferdekräften. Von den sechs mit Leitschaufelapparat ausgestatteten Centrifugalpumpen hat jede 1,50 Meter Durchmesser und Saugrohre von 0,70 Meter Weite im Lichten.

Bei diesem Werke werden, wenn das Gefälle der Turbinen 4 Fuss dänisch (rheinländisch) beträgt, von je 1000 Cubikfuss Aufschlagwasser geliefert:



160 Cubikfuss bei 12 Fuss Förderhöhe			
210	"	"	9 " "
300	"	"	6 " "
500	"	"	3 " "

Fig. 506.



Die erforderlichen Transmissionsglieder beschränken sich auf eine einzige Uebersetzung und zwar derartig, dass die Centrifugalpumpenwellen etwa 5mal so viel Umläufe wie die Welle der treibenden Turbine<sup>1)</sup> macht. Die Pumpen stehen in der Turbinenkammer, während beide (Pumpen und Turbinen) in bequemster Weise zugänglich gemacht sind. Bei geschlossenen Turbinenschützen und eingesetzten Dammbalken an der Ausflussstelle genügt es, ein Ablassventil *A*, Fig. 506, zu öffnen, um jede einzelne Turbinenkammer ganz trocken besteigbar zu machen.

Die zur Zeit grossartigste Entwässerung, welche mit Centrifugalpumpen ausgeführt wird, dürfte wohl die Trockenlegung der Ferrara-Marschen in Norditalien sein, wozu J. & H. Gwynne in London die sämtliche Maschinerie lieferten und worüber im Engineering vom 25. Juli 1873 ausführlich berichtet wird.

Die zu entwässernde Fläche soll nahezu 200 englische Quadratmeilen betragen und die zu leistende Arbeit der acht projectirten Centrifugalpumpen darin bestehen, pro Minute 2000 Tons Wasser auf eine mittlere Höhe von  $7\frac{1}{4}$  Fuss zu fördern. Der Betrieb soll durch Woolfsche zweicylindrige Dampfmaschinen beschafft werden.

Weiteres liefert unsere Quelle auf S. 67 und 500<sup>2)</sup>.

1) Nach einem mir gütigst zur Disposition gestellten Uebersichtsplane der Fladersee-Entwässerungsanlage hat das auf der Turbinenwelle festgekeilte Stirnrad einen Durchmesser von 2300 Millimeter, jedes Getriebe der Centrifugalpumpenwellen aber 600 Millimeter Durchmesser. Der Verfasser bedauert, den gedachten Uebersichtsplan hier nicht aufnehmen zu können, indem die nothwendige Vollen- dung des Buches nicht Zeit zur Anfertigung eines geeigneten Holzschnittes übrig liess.

2) Ueber eine ebenfalls mittelst Gwynne'scher Centrifugalpumpen beschaffte Entwässerung für die Nissum-Fiord-Compagnie in Dänemark, woselbst der Be-

**Pumpwerke für Latrinestoffe und Schmutzwasser.**

## §. 33.

Bekanntlich <sup>1)</sup> bekämpfen sich noch gegenwärtig die Parteien zweier Systeme zur Entfernung menschlicher Excremente und anderer unangenehmer, der Gesundheit mehr oder weniger schädlicher Abfallstoffe grösserer Städte. Während die eine Partei dichte Abtrittsgruben oder geeignete Gefässe (Tonnen) für angemessen hält, die man beziehungsweise leert und entfernt, will die andere Partei sämtliche Auswurf- und Abfallstoffe durch besondere unterirdische (event. durch Wasser gespülte) Abzugskanäle (Siele) wegbringen, wobei dies letztere System als das reinlichste <sup>2)</sup> (gesündeste) und durchgreifendste, wenn auch kostspieligste bezeichnet werden muss.

Für beide Systeme hat man Pumpwerke angeordnet, die im Nachstehenden, so weit es hier Zweck und Raum gestatten, besprochen werden sollen.

Wir beginnen mit den Pumpenwerken des Abfuhrsystemes <sup>3)</sup>, die zur Entleerung der Abtrittsgruben (Latrinen, Kloaken) bestimmt sind und wählen zur

---

trieb durch horizontale Dampfmaschinen erfolgt, handelt (mit Abbildungen begleitet) ein Artikel des Engineering vom 19. Aug. 1870, Pg. 129.

1) E. Wiebe, Ueber die Reinigung und Entwässerung der Stadt Berlin. Berlin 1861. Dies vortreffliche Werk (mit 55 Blatt grossen Zeichnungen) beschränkt sich nicht nur auf Berlin, sondern erörtert und beschreibt auch die bedeutendsten Anordnungen anderer Städte.

v. Kaven, Collectaneen über Entwässerung und Reinigung von Städten. Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. IX. (1863), S. 291—363. Eine fleissige vortreffliche Arbeit, die alles Werthvolle enthält, was bis zum Jahre 1863 im Gebiete der Literatur über den betreffenden Gegenstand veröffentlicht wurde.

v. Salviati etc., Die Abfuhr und Verwerthung der Düngstoffe. Berlin 1865. Reisebericht einer Commission, welche für betreffenden Zweck die Städte Metz, Strassburg, Lyon, Basel, Carlsruhe, Leipzig, Dresden, Nürnberg, München und Zürich besuchte.

Reclam, Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, Bd. I. S. 264 u. S. 270.

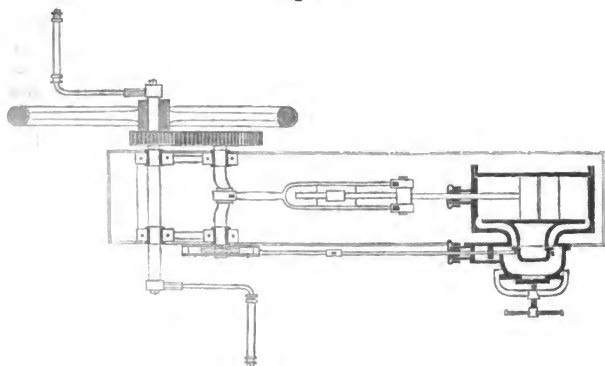
Reinigung und Entwässerung Berlins. Berichte über Versuche und Untersuchungen. Berlin 1870 bis 1874. Bis jetzt 12 Hefte. Das Ausführlichste seiner Art.

2) Waterclosets.

3) In Bezug auf das Entleeren der Abtrittsgruben mittelst Dampf-Saugappa-

Besprechung die jetzt unter dem Namen „New-Yorker oder Schittinger Pumpe, verbreitetste Gattung<sup>1)</sup>. Aus dem Durchschnitte der Pumpe Fig. 507 erkennt man sofort, dass hier keine Ventile, sondern statt solcher ein Schieber und zwar von der Anordnung in Anwendung gebracht ist, wie dies bei den gewöhnlichen Schiebersteuerungen der Dampfmaschinen (Bd. 1, S. 416, 442 ff.) der Fall ist.

Fig. 507.



Der Schieber schneidet hier die mehr oder weniger klumpigen festen Inhalte (Fäces) der Grube gehörig durch, während diese mehr oder weniger zähe und klebrige Substanz gewöhnliche Ventile verschmieren und unwirksam machen würde. Um auch sonstige in der zu fördernden Masse enthaltene Körper, wie Lumpen, Papier, Gemüse und andere Küchenabfälle unschädlich zu machen, sind zwei Messer angebracht und zwar das eine am Schieber, das andere am Schieberspiegel. Die Bewegung der Pumpe geschieht durch an Kurbeln thätige Arbeiter, deren (Accord-) Geschwindigkeit von einem Meter pro Secunde (Bd. 1, S. 233), durch Einschaltung eines Zahnradpaares, wovon das kleinere Rad auf der Kurbelwelle steckt, im Verhältnisse von 2 : 3 vermindert wird.

In unserer Mühlhausener Quelle (siehe unten Note 1) wird dieses Pumpenwerk (nach damit in Mühlhausen, Basel und Grenoble gemachten Erfahrungen)

raten sehe man den vorher citirten Reisebericht v. Salviati etc. S. 90, Taf. IV. sowie Capitain Liernur's Schrift: „Die pneumatische Canalisation in der Praxis.“ Frankfurt a. M. 1873. Zu letzterer Schrift Abbildungen im Engineering vom 20. Mai 1870.

1) In dem vorher citirten 1865 erschienenen Reiseberichte der Berliner Commission von v. Salviati etc., wird die oben als Fig. 507 skizzirte Pumpe die „New-Yorker“ genannt, während im Bulletin de la Soc. et Industr. de Mulhouse von 1863, Pg. 267 dieselbe Maschine als die Erfindung des Mühlhausener Maschinenfabrikanten Mathieu Schittinger bezeichnet wird. Man sehe hierüber auch die bereits früher (S. 625) citirte Schrift von Hölder, „Die Fortschritte in der Construction der Pumpen“, S. 66.

sehr gelobt. Dasselbe können wir von einem Exemplare<sup>1)</sup> melden, welches in Hannover vielfach zur geruchlosen Entleerung der städtischen Abtrittsgruben verwandt wird<sup>2)</sup>. Auf der Bremer internationalen landwirthschaftlichen Ausstellung von 1874 producirten die Mechaniker Duden & Co. in Köln a. R. eine fast ganz gleiche Latrinenpumpe, wobei versichert wurde, dass sie bereits 132 Exemplare derselben (darunter allein fünf für die Stadt Köln) geliefert hätten.

Auf der Wiener internationalen Ausstellung von 1873 producirte der Ingenieur Hahn in Stuttgart eine ebenfalls durch Menschenkraft zu betreibende Luftpumpe, die in Württemberg vielfach zum Entleeren der Abtrittsgruben benutzt werden soll. Man sehe deshalb den Engineering vom 13. Juni 1873, Pg. 432.

Wie schon S. 587 in der Note erwähnt wurde, haben sich andere Pumpengattungen nicht, namentlich nicht die Sack- oder Gebläsepumpen, für denselben Zweck bewährt.

In Paris ist zur Zeit für die menschlichen Excremente<sup>1)</sup> noch das Abfuhrsystem im Gebrauche, jedoch mit der Verbesserung, dass man sämtlichen (Kloaken-) Stoff an eine gemeinsame Ablagerungsstelle (La Villette, ausserhalb der alten Barriären, aber innerhalb der neuen Befestigungswerke) bringt, welche dicht neben dem Canal de l'Ourcq liegt<sup>3)</sup>. Hierselbst befindet sich auch ein Hafen für Schiffe, welche die in Blechgefässen untergebrachten festen Substanzen nach Bondy transportiren, während man die Flüssigkeit in Röhren ebenfalls nach Bondy treibt, wozu ein Pumpwerk vorhanden ist, welches von einer 16pferdigen Dampfmaschine betrieben wird. Den grössten Theil der nach Bondy geschafften Massen soll zu künstlichem Dünger (Poudrette) verarbeitet werden. Leider soll man hier schlimme und kostbare Erfahrungen gemacht haben<sup>4)</sup>!

In der Mitte der 50er Jahre beschäftigte man sich auch in London ernstlich mit durchgreifenden Massregeln zur bessern Abfuhrung (Sewage) des Latrinen- (Kloaken-) und Schmutzwassers und gelangte endlich zum Entwurfe der nun (fast?) vollendeten neuen Entwässerungsanlage<sup>5)</sup>, nach welchen alle diese Unrathsub-

1) Leider nur ein einziges Exemplar für die gute und schöne Stadt Hannover!

2) Man sehe hierüber auch das Hannoversche Wochenblatt für Handel und Gewerbe vom 23. Mai 1874, S. 169.

3) E. Wiebe a. a. O. S. 82 ff.

4) Deutsche Vierteljahrsschrift für Gesundheitspflege. Bd. 6 (1874), S. 361.

5) E. Wiebe a. a. O. S. 115.

stanzen nicht mehr der Themse innerhalb des Stadtgebietes zufließen dürfen, sondern in besonderen, grossen, unterirdischen Canälen oder Sielen (Sewers) so weit aus dem Bereiche der Stadt in den Fluss geführt werden müssen, dass sie in keiner Weise belästigen und vor Allem nicht durch die Fluth des Themsewassers in das Stadtgebiet zurückgetrieben werden können <sup>1)</sup>.

Um hierbei überall ein hinlängliches Gefälle zu erhalten und an den Ausflusstellen (bei Crossness und Barking) unterhalb Woolwich von der Fluth nicht beeinträchtigt zu werden, pumpt man die Masse in grossartige Behälter, aus welchen man sie zu gehöriger Zeit in die Themse fließen lässt. Jetzt existiren drei solcher Pumpenstationen, eine bei Crossness an der Themse, am Ende des südlichen Hauptentwässerungscanales, die andere für den nördlichen Hauptcanal, bei Abbey Mills unweit West-Ham (10 Minuten von der Eisenbahnstation Bow), wo schon Wiebe <sup>2)</sup> eine Pumpenstation vorfand und die dritte bei Deptford dem West-India Docks gegenüber. Die Mündung des nördlichen Hauptcanales befindet sich unweit Barking am linken Themseufer.

Bestätigt hat sich bei diesen Pumpenwerken, was Wiebe seiner Zeit für das Berliner Canalproject erörterte <sup>3)</sup> und beziehungsweise voraussagte, dass sich nämlich für so gewaltige Sielwassermassen, wie im vorliegenden Falle, Centrifugalpumpen nicht empfehlen, weil trotz der sich hier vorfindenden Unreinigkeiten der Aufwand an Kraft bei Kolbenpumpen viel geringer ist, als bei Centrifugalpumpen und daher bei ersteren eine so bedeutende Kohlensparniss eintritt, dass von der Verwendung der letzteren ganz abgesehen werden muss.

Das in den Fig. 508 und 509 abgebildete Crossness-Pumpwerk <sup>4)</sup> hat daher nur Kolbenpumpen, deren Plunger jedoch nicht weniger als  $4\frac{1}{2}$  Fuss oder 54 Zoll englisch Durchmesser haben, während zu ihrem Betriebe vier Balancier-Dampfmaschinen von je 202, also zusammen von 808 Indicator-Pferdekräften dienen, deren allgemeine Anordnung hinlänglich aus unserer Abbildung erhellt <sup>5)</sup>.

1) Sonne, Ueber die Hauptcanäle der Londoner Entwässerungsanlage. Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für Hannover, Jahrgang 1865, Bd. 11, S. 20.

2) A. a. O. S. 183.

3) A. a. O. S. 153.

4) Hamilton, Description of the Crossness Pumping Engines for the Metropolitan Main Drainage Works. Institution of mechanical engineers. Proceedings 1867, Pg. 236, mit schönen Abbildungen auf Pl. 76 bis 88.

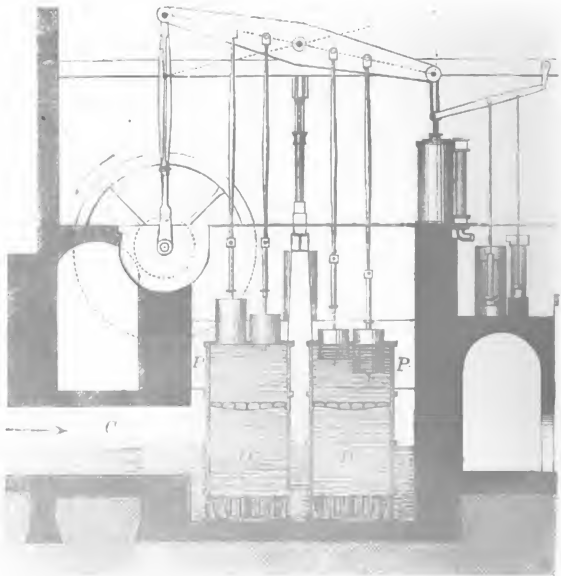
5) Die Namen der vier grossen Dampfmaschinen sind: Alexandra, Albert Edward, Prince Consort und Victoria.

Von den vier doppelwirkenden, mit Hochdruck, Expansion und Condensation arbeitenden Dampfmaschinen hat jeder Cylinder 48 Zoll Durchmesser und 9 Fuss Kolbenhub, während der mittlere Dampfdruck in den Cylindern 18,60 Pfund pro Quadrat Zoll, der Druck des Kesseldampfes jedoch 35 Pfund pro Quadrat Zoll beträgt.

Die Schwungradwellen verrichten pro Minute 11 Umläufe, so dass die Dampfkolben mit 198 Fuss Geschwindigkeit in derselben Zeit arbeiten.

Jede Dampfmaschine betreibt zwei Pumpensätze, wovon jeder Satz vier einfachwirkende Plunger enthält und von einem cylindrischen Gehäuse

Fig. 508.



umschlossen wird, dessen Durchmesser  $11\frac{1}{2}$  Fuss beträgt. Die vier äusseren zu beiden Seiten der Balanciermitte aufgehängenen Plunger haben  $4\frac{1}{2}$  Fuss Hub, während die vier inneren (nach dem Drehpunkte hin aufgehängenen) Plunger mit dem halben Hube, d. h. mit  $2\frac{1}{4}$  Fuss Kolbenhub arbeiten.

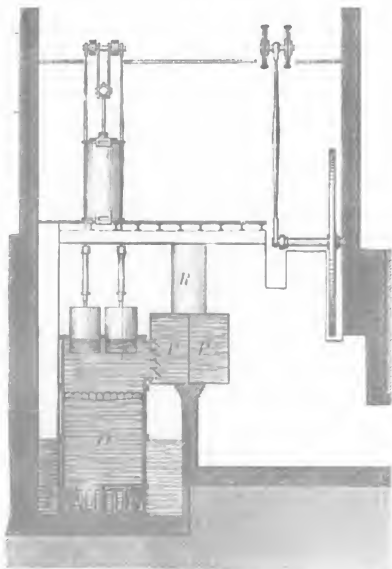
Sämmtliche Ventile sind mit Eisen beschlagene Lederklappen <sup>1)</sup> und verschliessen die Saugventil-Oeffnungen von 18 Zoll Länge und 9 Zoll Breite,

1) In unserer Quelle auf Pl. 83 sehr schön gezeichnet.

während bei den Steig- oder Druckventilen diese Oeffnungen 12 Zoll Breite und 18 Zoll Höhe haben.

Das Latrinen- und Schmutzwasser (Sewage) gelangt im Canale *C* durch geeignetes Gitterwerk in die Schächte *D* und wird durch die Pumpen in Tröge *P* gefördert, über denen sich noch Windkessel *R* befinden. Aus den Trögen

Fig. 509.



(troughs) *PP* gelangt die gepumpte Masse in ein grosses bedecktes Reservoir, um zur Ebbezeit in die Themse gelassen zu werden.

Die Förderhöhen variiren natürlich mit dem Höhenstande der im Canal *C* befindlichen Flüssigkeiten und zwar beträgt die kleinste Förderhöhe 19 Fuss, die grösste 33 Fuss, so dass die mittlere Förderhöhe 26 Fuss ist.

Wenn alle vier Dampfmaschinen gehörig arbeiten, so fördern sämtliche Pumpen 7 Millionen Gallons<sup>1)</sup> (3180 Cubikmeter) pro Stunde, die dann im Stande sind, ein Reservoir von 24 Millionen Gallons (109032 Cubikmeter) Inhalt binnen 3½ Stunden zu füllen.

Unsere Quelle giebt noch an, dass die Maschinen der Pumpwerke zu

Abbey Mills nach demselben Plane entworfen und ausgeführt sind, wie die Crossness-Maschinen, nur dass sie grösser sind, indem sie z. B. Dampfzylinder von 54 Zoll haben, während die Crossness-Maschinen nur solche von 48 Zoll besitzen. Die Anzahl der Indicatorpferdekräfte wird zu 1142 angegeben, und die Förderhöhe zu 32,8 Fuss englisch (11 Meter). Die Reservoirs, wohin die ganze Masse von den Abbey Mills gepumpt wird, liegen bei Barking Creek. Von hier lässt man sie ebenfalls zur rechten Zeit in die Themse fließen.

Das dritte erwähnte Maschinenwerk liegt, wie schon bemerkt, bei Deptford Creek, durch welches eine Erhebung der Canallflüssigkeit um 19—20 Fuss (11 Meter) erfolgt<sup>2)</sup>.

1) 1 Gallon (277,27384 Cubikzoll englisch) = 4,543 Liter.

2) Ausführlicheres enthält ein Bericht des Dr. Dunkelberg an den preussischen Minister für landwirthschaftliche Angelegenheiten vom Mai 1870, der im

Wir schliessen hier unsere (maschinellen) Erörterungen mit einer Stelle aus dem Berichte des Dr. Sander in Bremen<sup>1)</sup>, welche also lautet: „Wenn man die schlanken Minarets und die reichen maurischen Gewölbe des Maschinenhauses sieht, ahnt man nicht, dass hier die Excremente von mehr als 2 Millionen Menschen zusammenfliessen und, was wichtiger ist, auch die Nase erinnert nicht daran, obgleich an dem Tage meines Besuchs der Kloakeninhalt sich sehr condensirt hatte, indem in Folge von Regenmangel die Wassermenge so gering war, dass von den acht Maschinen nur zwei zu ihrer Bewältigung genügten. Weder bei dem Fangapparate, welcher grössere etc. Gegenstände vom Eintritt in's Pumpwerk zurückhält, noch im Maschinenhause und in seinen niedrigen unterirdischen Räumen, neben dem colossalen Hauptsewer, war Gestank bemerkbar, am meisten noch, als ich den zur Themse führenden Canal von oben durch eine der Ventilationsöffnungen hinunter sah etc.“

Gegenwärtig hat man Versuche gemacht, die Londoner Sielwasser nicht ferner in die Themse zu lassen, sondern zu landwirthschaftlichen Zwecken zu verwenden. Bereits haben zwei Unternehmer Hope und Napier eine Actiengesellschaft (Metropolis-Sewage-Company) gegründet und sich das Recht erworben, sämmtliches Canal-Wasser der nördlichen Stadtseite aus den Reservoirs bei Barking Creek zu entnehmen und nach der Meeresküste zu leiten, um dort die Dünen der Maplin-Sands und der Dengie-Flats damit zu bewässern und in fruchtbares Land, namentlich in Wiesen, umzuwandeln<sup>2)</sup>.

Zunächst hat die Compagnie auf der Lodge Farm nahe bei Barking 200 Acres (circa 317 Morgen) eines zum grössten Theile leichten, sandigen Bodens an sich gebracht, um dort den Werth zu zeigen, welcher im Sielwasser des nördlichen Londons steckt<sup>3)</sup>.

Das Sielwasser von Barking wird durch Pumpen, welche eine 25pferdige Dampfmaschine betreibt, etwa 35 Fuss hoch gehoben und in ein Reservoir geführt, das sich auf dem höchsten Punkte der Farm befindet<sup>4)</sup>, wo die Sewage zu Tage tritt und in offenen, auf Gestellen laufenden eisernen und hölzernen Canälen die Felder erreicht<sup>5)</sup>. Mit Hülfe eines Mannes berieselt man pro Stunde einen Acre (1 Acre = 0,405 Hectaren).

In einem uns vorliegenden anderweiten Berichte<sup>6)</sup> wird hervorgehoben, dass die Felder der Lodge Farm einen wahrhaft erquickenden Anblick gewähren sollen. Von Unkraut keine Spur, da das Sielwasser nicht die Menge Un-

2. Bande der Deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege (1870), S. 437—457 abgedruckt ist.

1) Dieselbe Vierteljahrsschrift, Jahrgang 1871 (Bd. 3), S. 488.

2) Vierteljahrsschrift f. Gesundheitspflege, Bd. I. S. 215, und Bd. II. S. 443.

3) Reinigung und Entwässerung Berlins. Berichte etc. Bd. I. Anhang I. S. 151.

4) Ebendasselbst S. 152.

5) Nach des Herrn Oekonomieraths O. Hausberg's Reiseberichte (erstattet im Juni 1873), S. 46, unter der Ueberschrift: „Lodge Farm bei Barking.“ Herr Hausberg erzählt, dass 1872 allein von den Erdbeeren eines Acres 70 Pfd. Sterling (300 Thaler pro Morgen) eingenommen wurden. Ebenso baut man mit Erfolg Kohl, Zwiebeln, Mangoldwurzeln, Himbeeren neben Raygras und Getreide.

6) Vierteljahrsschrift f. Gesundheitspflege, Bd. 1, S. 216, und Bd. 2, S. 444.



krautsamen auf das Feld bringt wie gewöhnlicher Stalldünger. Das durch das Sielwasser genährte Gras soll eine solche Triebkraft besitzen, dass es in guter Sommerzeit täglich durchschnittlich einen Zoll wächst und indischer Mais in 33 Tagen die Höhe von 99 Zoll erreichte<sup>1)</sup>!

Gleich günstig und interessant lautet der Bericht des Baumeisters Wiebe über die Berieselungserfolge der Campfarm bei Altershoff, wo die Militärbehörde das Abflusswasser von etwa 5000 Personen liefert<sup>2)</sup>.

Freilich wird auch von (vermeintlichen) Nachtheilen der Felderüberrieselung mit Sielwasser berichtet<sup>3)</sup>. Bei den Berliner Riesel-Versuchsfeldern schöpfte man (nach Hausburg a. a. O. S. 54) den Verdacht, dass das Sielwasser das Grundwasser verunreinige etc.

In Deutschland hat man die erste Nachahmung der Londoner Sielwasser-Anlagen und Benutzung der Flüssigkeit zur Berieselung unfruchtbarer Ländereien in grösserem Maasstabe in Danzig gemacht. Hier wurden die Canalisationsarbeiten im Sommer 1869 begonnen und am 16 Dec. 1871 die Pumpenstation in Gang gesetzt. Man sehe hierüber E. Wiebe in dem Werke „Die Reinigung und Entwässerung der Stadt Danzig“. Berlin 1865, mit Atlas in Folio. Ausführlicher Bericht über die Maschinen dieses Werkes (begleitet mit vielen Abbildungen) wird im Engineering vom 29. Juni 1870, S. 85 und ferner erstattet. Ueber die Canalisation selbst, sowie über die Berieselungsanlagen handelt ein in der Deutschen Vierteljahrsschrift für Gesundheitspflege, Bd. 4 (1872) S. 628 abgestatteter Bericht, wozu man als Commentar eine Arbeit des Dr. Lievin in derselben Zeitschrift Bd. 3 (1871) S. 329, sowie namentlich einen Seite 464 eingebundenen Plan der Stadt Danzig benutzen kann. Endlich werde noch erwähnt, dass man in Danzig ebenfalls rotirende, mit Schwungrädern ausgestattete Woolfsche zweicylindrige Balancier-Dampfmaschinen zum Betriebe der Plungerkolben-Pumpen in Anwendung gebracht hat.

Schliesslich ist noch von einem Theile der Pariser Schmutzwässer<sup>4)</sup> und

1) Deutsche Vierteljahrsschrift für Gesundheitspflege, Bd. 2, S. 444.

2) Ebendaselbst Bd. 4 (1872), S. 527 etc. Herr Wiebe erzählt u. A. S. 541 Folgendes: „Mr. Hope setzte uns ein Frühstück vor, welches nur aus berieseltem Gemüse bestand, und zwar Kartoffeln, Mohrrüben und Blumenkohl. Eine Hamelkeule, welche dabei verzehrt wurde, rührte von einem Hammel her, der vorzugsweise mit berieseltem Grase gefüttert war: Mir und meinem Reisegefährten, einem andern deutschen Ingenieur, fiel der Wohlgeschmack und die Zartheit des Gemüses auf.“

3) Deutsche Vierteljahrsschrift, Bd. 3 (1871), S. 138. Aeusserung verschiedener sachkundiger Männer vor einer Commission des englischen Oberhauses am 22. Juni 1870.

4) Bekanntlich erstreckt sich das (neue) System der Pariser unterirdischen Röhren, Maschinenlehre. IV.

zwar von denjenigen, welche in unterirdischen Canälen (égouts)<sup>1)</sup> einem Sammelbassin (Collecteur) bei Clichy zugeführt und hierzu an letzterer Stelle gehoben werden müssen, zu erwähnen, dass man hierbei sogenannte doppelte oder gekuppelte Centrifugalpumpen (nach Périgault's in Rennes System) in Anwendung gebracht hat.

Diese nach meinem Wissen zuerst bei der Pariser internationalen Ausstellung von 1867 in grösseren Kreisen (als Luftbläser) bekannt gewordenen Centrifugalpumpen<sup>2)</sup>, sind immer paarweise in zusammenhängende Wirkung gebracht. Das von der ersten Pumpe gelieferte Wasser wird nämlich nicht unmittelbar ausgeworfen, sondern in einem Rohre nach der Einsaugöffnung (in der Mitte) der zweiten Pumpe getrieben und geht erst vom Umfange dieser Pumpe in das (nicht verticale, sondern geneigte) Druck- oder Steigrohr. In einer unten citirten theoretischen Abhandlung des französischen Ingenieurs Durand-Claye<sup>3)</sup> wird nachgewiesen, dass man durch diese gekuppelten Pumpen (pompes centrifuges accouplées) einen Wirkungsgrad von mehr als 0,70 erlangen könne.

Bei in Clichy mit von Farcot ausgeführten derartigen Pumpen erhielt man als höchstes Versuchsergebnis 0,67.

Unsere (unten notirte Quelle) liefert übrigens eine ganze Tafel schöner, nach Maassstab gezeichneter Abbildungen dieser Centrifugalpumpen.

## Pumpwerke für Bauzwecke.

### §. 34.

Die für Bauzwecke, also für verhältnissmässig rasch vorübergehende Arbeiten in Frage kommenden Maschinenwerke zur Wasserförderung, beschränken sich jetzt fast überall auf die Verwendung einfachwirkender Kolbenpumpen, Centrifugalpumpen (ohne feste Liederung) und auf diejenige Wasserschnecke, die man mit dem Namen Tonnenmühle (S. 565 ff., Fig. 393) bezeichnet.

Mit Ausnahme der hölzernen Bohlenpumpen, die wir hier

---

Canäle (égouts) nur auf Abführung des Regenwassers, der flüssigen Abfälle aus Schlachthäusern, Markthallen, Casernen, Lazarethen, öffentlichen Urinanstalten, nicht aber auf die menschlichen Excremente der Wohnhäuser. Letzterer erledigt man sich durch ein geeignetes Abfuhrsystem.

1) Am übersichtlichsten wird über das unterirdische (neue) Canalsystem der Stadt Paris vom Ingenieur Bömches im 2. Bande, Heft IV. S. 309 im officiellen österreichischen Berichte über die Pariser internationale Ausstellung von 1867 bei der Besprechung von Classe 65 gehandelt. Die schönen hier beigefügten Skizzen erleichtern das Studium recht entsprechend.

2) Scharff in demselben österreichischen Ausstellungsberichte, Heft IV. S. 37.

3) Annales des ponts et chaussées. 1873 (Avril), 3<sup>e</sup> Serie, 3<sup>e</sup> Année, Pg. 291.

in einer Note (als Ergänzung) nachtragen<sup>1)</sup>, wurden die übrigen für Bauzwecke geeigneten Pumpen in den §§. 27 und 28 hinlänglich mit erörtert<sup>2)</sup>.

Zu dem was im Vorstehenden, namentlich Seite 619 und 620 über Centrifugalpumpen mitgetheilt und erörtert wurde, dürfte es für unsere Zwecke genügen in Fig. 511 eine Dispositionsskizze für Ausstellungs- und Betriebsanordnung einer Centrifugalpumpe zu liefern, welche durch eine locomobile Dampfmaschine (Bd. 2, S. 111 Fig. 111) in Thätigkeit gesetzt wird<sup>3)</sup>. Ohne das

1) Eine sogenannte Bohlenpumpe ist in Fig. 510 skizzirt. Das Kolbenrohr (der Stiefel) wird hier aus vier starken, mit eisernen Ringen umbundenen Holzbohlen gebildet, so dass der Querschnitt des dadurch erzeugten Rohres ebenso viereckig ist, wie der sogenannte Letestu'sche Trichterkolben,



von der bereits S. 600 Fig. 433 besprochenen Art. Zur Lagerung des Saugventiles ist unterhalb ein Einsatz gebildet, während am tiefsten Ende die Bohlenwand von 2 Seiten durch eine mit Löchern versehene Eisenplatte ersetzt wird, um zu grosse Schmutztheile vom Eintritte abzuhalten.

Derartige Pumpen mit Letestu'schem Kolben von viereckigem Querschnitte haben sich, mit guter Liederung versehen, beim Pumpen mit sehr schmutzigem, mit Sand, Kalkklein etc. gemengtem Wasser beim Bauge des königlichen Hoftheaters in Hannover, sowie beim Bauge der Letterbrücke (über den Leinefluss) zwischen Hannover und Wunstorf sehr gut bewährt.

2) Eine Pumpe mit kreisförmigem Trichterkolben, mit Stiefelwänden aus Blech statt aus Holz (Blechpumpe genannt) hat sich u. A. namentlich bei den Gründungsarbeiten der Fuldabrücke für die hannoversche Südbahn bei Kragenhof (unweit Münden) sehr gut bewährt.

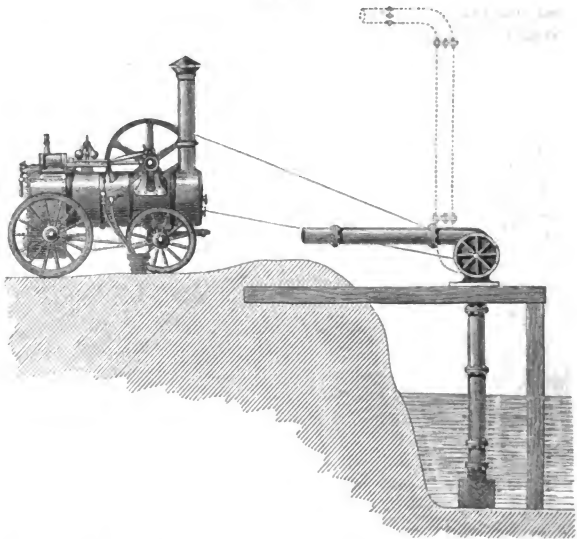
Bei 22 Fuss Länge und 4 Zoll Durchmesser (des Kreisquerschnittes) betragen die gesammten Anschaffungskosten nur 14 Thaler. Die Leistung fand man indess geringer als die von Tonnenmühlen. Speciell hierüber handelt ein von Sonne geschriebener Artikel im Notizblatte des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, 1853—1854, S. 56.

3) Nicht unwerth dürfte folgende, dem Kataloge der auf folgender Seite genannten Fabrik entlehnte Tabelle sein:

Nominelle Pferdekraft der zum Betriebe erforderlichen Locomobile.	Durchmesser der Röhren in engl. Zoll.	Wasserquantum in Litern, welches pro Minute gefördert wird auf die Höhen von		
		35 Fuss	20 Fuss	10 Fuss
Eincylindrige Dampfmaschine	4	1132	1584	2264
	6	2264	3113	4245
	7	3396	3679	4811
	8	4528	5943	7358
	12	9	5207	6792
Zweicylindrige Dampfmaschine	9	5660	7358	9621
	16	12	?	11320

Holzgerüst, worauf man hier die Pumpe gestellt hat als stabil und sicher (vielleicht als wohlfeil) empfehlen zu können, werde bemerkt, dass unsere Skizze

Fig. 511.



dem illustrierten Cataloge der englischen (im Locomobilienbaue berühmten) Firma Ruston, Proctor & Co. (Lincoln, Sheaf Iron-Works) entlehnt wurde, welchen diese Herren bei der Bremer internationalen landwirtschaftlichen Ausstellung 1874 vertheilten. Bei Hafens-, Canal- und Brückenbauten soll sich diese Disposition einen guten Namen erworben haben. Ohne Fussventil und Wasserfüllöffnung oben im Scheitel (S. 620, Fig. 461 und 462) dürfte jedoch die Verwendung der Pumpe nicht wohl zu rathen sein.

Die allgemeine Anordnung eines Wasserschnecken- oder Tonnenmühlen-Werkes zur Wasserförderung aus einer Baugrube lässt Fig. 512 erkennen und zwar bezieht sich unsere Abbildung auf den praktischen Fall der Verwendung derartiger Maschinen zu Meliorations-Bauten im Oderbruche, Seitens des Ingenieurs Werneck II., welche im Jahre 1853 ausgeführt wurden<sup>1)</sup>. Spindel und Gänge der Schnecke sind aus 3,6 Zoll starkem Eisenblech construiert, während der äussere Mantel von zweizölligen (Holz) Bohlen gebildet ist.

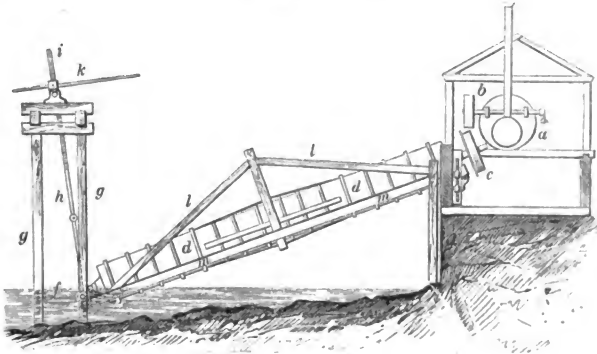
Der äussere Durchmesser der Schnecke (ohne den hölzernen Mantel) beträgt 2 Fuss 6 Zoll rheinisch, ihre Länge 32 Fuss, der Durchmesser der (hoh-

1) Erbkam, Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. III. (1853), S. 465, mit schönen Zeichnungen auf Blatt 64, 65 und 66.

len) Spindel 15 Zoll. Die Steighöhe der dreigängigen Schraube (am äusseren Umfange gemessen) 32 Zoll.

Die Schnecke *d* ruht auf einem Rahmen von 9- und 10zölligen Verbandstücken. Auf jeden Längsbalken *m* ist ein gesprengter Bock *ll* gestellt, zum den Rahmen gegen Durchbiegungen zu sichern.

Fig. 512.



Zum Heben und Senken des untern Endes *f* des Rahmens mit Schnecke dient ein Haspelwerk *k*, in dessen Nabe das Muttergewinde für die Schraube *i* eines Gehänges *h* eingeschnitten ist.

Von vier Ständern *gg*, die oben durch Holme verbunden sind, lassen die zwei der Schnecke zugekehrten hinlänglichen Raum zur freien Bewegung für den Rahmen *llm*. Hinsichtlich zweckmässiger Anordnung des untern Zapflagers der Schnecke im Querrahmen von *m* müssen wir auf unsere Quelle verweisen.

Der Betrieb der Schnecke geschah durch eine Dampfmaschine *a* und die Uebertragung der Bewegung von letzterer auf die Schnecke *d* erfolgte unter Einschaltung eines Riemenvorgeleges *bc*.

Wenn die Dampfmaschine, von circa 3 Pferdekraft mit 3 Atmosphären Ueberdruck arbeitete, so machte die Schnecke pro Minute 30 bis 40 Umläufe, wobei die Förderhöhe 8 bis 11 Fuss, im Mittel 10 Fuss betrug.

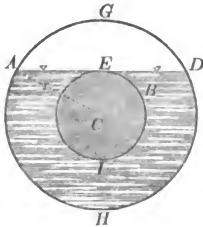
Am besten arbeitete die Schnecke bei einer Eintauchung von  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{2}{3}$  des (unteren) Durchmessers, machte dann bei jeder Umdrehung drei Ausgüsse und lieferte 90 bis 120 Cubikfuss Wasser pro Minute.

Die Gesamtleistung pro 24 Stunden, dabei 2 Stunden auf Reinigung der Maschine und auf etwaige Reparaturen gerechnet, betrug im Maximum: 120 . 6022 . = 158400 Cubikfuss.

Bemerkenswerth ist hierbei die Wahrnehmung, dass die Schnecke auch Wasser förderte, ohne mit den unteren Enden Luft zu schöpfen, d. h. wenn die untere Mündung ganz unter Wasser arbeitete.

Um eine höchst einfache praktische Berechnungsweise der Leistungen von Wasserschnecken<sup>1)</sup> hat sich der jetzige Geheime Finanzrath Köpke in Dresden

Fig. 513.



(seiner Zeit in Hannover) verdient gemacht und die Brauchbarkeit seiner mathematischen Formeln gleichzeitig durch Versuche nachgewiesen, welche derselbe, als Eisenbahningenieur beim Baue der steuerfreien Niederlage in Harburg anstellte<sup>2)</sup>.

Die Sache ist folgende:

Bezeichnet man den inneren Halbmesser der Schnecke, d. i.  $AC$  Fig. 513 mit  $r$ , den Halbmesser der Spindel, d. i.  $BC$  mit  $\rho$ , so ergibt sich der Inhalt  $= F$  der mit Wasser gefüllten Querschnittsfläche  $AEDHIA$  zu

$$F = r^2 \left[ \frac{\pi}{2} + \text{arc.} \left( \sin. \frac{\rho}{r} \right) \right] + \rho \sqrt{r^2 - \rho^2} - \rho^2 \pi,$$

wenn  $\pi$  die bekannte Zahl 3,14 bezeichnet.

Ist dann ferner  $\alpha$  der Steigungswinkel und  $\beta$  der Neigungswinkel der Schnecke, so kann man die Wassermenge  $= Q$ , welche die Maschine pro Umlauf giebt, aus der empirischen Formel berechnen:

$$Q = n \cdot aF \left[ \frac{\pi}{2} - \text{arc.} (\alpha + \beta) \right],$$

sobald  $n$  die Gangzahl und  $a$  die Höhe der Gänge bezeichnet.

Verschwiegen darf bei dieser Gelegenheit nicht werden, dass auch schon Eytelwein bemüht war, den Werth  $Q$  durch Annäherung zu berechnen, worüber die unten notirte Quelle<sup>3)</sup> Auskunft giebt.

Indess ist der Eytelwein'sche Berechnungsweg viel umständlicher und seine Annahmen noch viel unsicherer, so dass namentlich bei kleinen Neigungswinkeln ( $=\beta$ ) die berechnete Wassermenge zu gross gegen die durch Versuche gefunden ist.

Folgende Angaben belehren über die Köpke'schen Formeln. Man erhält nämlich die geförderte Wassermenge  $Q$  pro Umlauf:

1) Werke, worin sich mathematische Theorien der Wasserschnecke vorfinden, wurden bereits S. 566, Note 2 citirt. Wir fügen hier noch folgende Angaben bei:

Kayser, Specielle Theorie der Wasserschnecke in dessen Handbuch der Mechanik. Karlsruhe 1842, §. 948, und Th. Munich, Specimen inaugurale de cochlea hydraulica etc. Trajecti ad Rhenum. Ex officia I. Alther. MDCCCXXXIX.

2) Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. VI. (1860), S. 222 ff.

3) Handbuch der Mechanik fester Körper und der Hydraulik. Zweite Auflage. Leipzig 1823, S. 361, §. 262.

	Bei der kleinen Eytelwein'schen Schnecke, wenn $\alpha = 39^\circ, \beta = 50^\circ$	Bei den grossen Harburger Schnecken, wenn $\alpha = 25^\circ 31' 24''$	
	Cubikzoll	Cubikfuss	Cubikfuss
Nach Eytelwein's Berechnung . .	19,55	7,05	6,37
Mittelst der Köpke'schen Formel .	18,06	7,34	6,77
Aus den Versuchen	19,66	7,13	6,25

Bei dem Versuche, wo  $\beta = 32^\circ 22\frac{1}{2}'$  ist, muss man beachten, dass die Eintauchung nicht bis zum Eytelwein'schen Normalpunkte (ungefähr bis *E* in Fig. 513) ging, sondern tiefer war, woraus sich das geringere Wasserquantum erklären lässt<sup>1)</sup>.

Die bei der Rechnung benutzten Zahlenwerthe sind folgende:

	<i>r</i>	<i>q</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>F</i>
Eytelwein'sche Versuchs-Schraube . .	2,97''	1,35''	2	1,15''	15,87□''
Harburger Schraube Nr. 1 und Nr. 2	18''	8''	3	12''	581,0□''

Verglichen mit Versuchen im Grossen, worüber d'Aubuisson (Hydraulique §. 467) berichtet, ergibt sich, wenn in Metermaass:

$r = 0,2435 \text{ m}; q = 0,10 \text{ m}; F = 0,10849 \text{ m}^3; n = 3; a = 0,271 \text{ m}$ und $\alpha = 37^\circ 19'$			
Neigungswinkel der Achse = $\beta$	<i>Q</i> = Wassermenge in Cubikmeter pro Umgang		
	30°	35°	40°
Nach der Köpke'schen Formel . .	0,0349	0,0267	0,0195
Nach den Versuchen . . . . .	0,0360	0,0286	0,0188

Schliesslich darf auch das Weisbach'sche Bemühen nicht ungenannt bleiben, die von einer Schnecke geförderte Wassermenge auf graphischem Wege zu ermitteln<sup>2)</sup>.

1) Eytelwein nannte diejenige Stelle im Durchmesser der geneigten Schneckengrundfläche den Normalpunkt, bis wohin der Spiegel des Unterwassers reichen musste, um die grösstmögliche Wassermenge schöpfen zu können.

2) Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 824, §. 338.

## Pumpwerke für springende Strahlen.

(Fontainen-Pumpwerke.)

### §. 35.

Unter den gegenwärtig vorhandenen fünf grossen Fontainenwerken Europas<sup>1)</sup> hat früher keins das Interesse der Ingenieure und des Publicums so sehr in Anspruch genommen, wie das zu Versailles. Wir eröffnen daher diesen Abschnitt mit den Wasserfördermaschinen zu diesem Werke, welche bei Marly an der Seine (zwischen St. Cloud und St. Germain) noch jetzt im Gange befindlich sind<sup>2)</sup>.

Bekanntlich wurde die erste Anlage der Marly-Wasserkunst, unter Colberts (S. 70) Einflüsse, auf Befehl Ludwig XVI. beschafft und zwar zuerst nur deshalb, um die Fontainen, Cascaden u. s. w. der Versailler Gärten mit dem erforderlichen Wasser zu versorgen<sup>3)</sup>. Die Ausführung beschaffte (1682) ein Lütticher Zimmermann mit Namen Ronnequin und zwar förderten dessen Pumpen in 24 Stunden 250 Wasserzoll, d. i. fast 5000 Cubikmeter (genau 4798,825 Cubikmeter)<sup>4)</sup> auf 160 Meter Höhe in einer 1300 Meter langen Leitung in ein Hochreservoir, woraus die Versailler Wasserwerke gespeist wurden<sup>5)</sup>.

Eine mit Abbildungen ausgestattete Beschreibung dieses Werkes scheint, in deutscher Literatur, zuerst (1725) Leupold im 2. Bande seines *Theat. Machin. Hydraulicarum* geliefert zu haben<sup>6)</sup>, dem später Belidor und Hachette u. A. folgten.

1) Versaille, St. Cloud, Cassel, Sanssouci, Herrenhausen (Hannover) und Sydenham.

2) Vallès, Die Wasserleitung von Marly und Versailles. Förster's Bauzeitung, 30. Jahrg. (1865), S. 136—179.

3) Vallès, a. a. O. S. 143. II.

4) Ein Wasserzoll entspricht 19195,5 Liter oder 19,1953 Cubikmeter Wasser in 24 Stunden.

5) Man sehe hierüber auch eine ausführliche (mit schönen Abbildungen begleitete) Abhandlung im XIV. Bande (1863) von Armengaud's *Publ. industr.* Pg. 246 ff. Pl. 20 und 21.

6) Bei Leupold findet man §. 79 folgende Ueberschrift: „Beschreibung der grossen Maschine bei Marly, welche aus der Seine soviel Wasser hebt und nach den Gärten zu Versailles, Marly und Trianon bringt, als zu denen allda befindlichen sehr vielen Fontainen, Teichen und andern Wässerungen vonnöthen ist.“



Im Jahre 1784 (also 5 Jahre vor der ersten französischen Revolution) besuchte das Marly-Werk der preussische Baumeister Rothe und berichtete nachher über die betreffenden Wahrnehmungen u. A. Folgendes, was wir die Maschinen allein betreffend deshalb hier aufnehmen, um zu zeigen, durch welche wahrhaft colossale Mittel, complicirt, umständlich und schwerfällig die seiner Zeit gestellte Aufgabe gelöst worden war. Es lautet die betreffende Stelle folgendermaassen: „Bei meinem Aufenthalte bestand die Marly-Maschine aus

a) Vierzehn Wasserrädern, jedes 25 Fuss im Durchmesser; die Breite sämtlicher Räder oder die Schaufellänge derselben war 107 Fuss 6 Zoll und die Höhe einer Schaufel 6 Zoll;

b) 48 Krummzapfen, an welchen die Arme 2 Fuss 6 Zoll lang waren, und ebenso viel Lenker oder Pläulstangen;

c) 122 grosse hölzerne Balanciers (Wagebalken) und grosse Bruchschwingen;

d) 2108 hölzerne Bruchschwingen, jede 16 Fuss lang, 10 Zoll breit, 5 Zoll dick;

e) 63744 Fuss eiserne Zugstangen, 3 Zoll breit 1 Zoll dick;

f) 235 Saug- und Druckpumpen“.

Während der Revolutionszeit gelangte das Werk in die erbärmlichsten Zustände, so dass es schliesslich täglich nur noch 12 Zoll (circa 130 Cubikmeter) Wasser förderte<sup>1)</sup>. Napoleon I. war (von 1801 an) bemüht, dasselbe wieder herstellen zu lassen, namentlich wurden (von 1807 ab) die Arbeiten der Wasserräder durch Hilfsdampfmaschinen unterstützt, welcher Zustand bis 1817 fort dauerte, wo man die erste Dampfmaschine durch eine zweite (neue) ersetzen musste, welche letztere noch heute (?) benutzt zu werden scheint. In den Jahren 1858—1859 erfolgte (durch den Ingenieur Dufrayer) ein völliger Neubau der Wasserräder und der von diesem betriebenen Pumpwerke, wodurch die Maschinen überhaupt in den Zustand gelangten, in welchem sie sich heute noch befinden und worüber die beiden vorher citirten Hauptquellen<sup>2)</sup> (unter Beifügung schöner Zeichnungen) fast gleichmässig Bericht erstatten<sup>3)</sup>.

Beinahe ganz an der Stelle der alten Wasserräder hat man jetzt drei neue (sogenannte Kropfräder) in Gang gebracht (und überdies noch Platz für drei andere gelassen), wovon jedes 12 Meter Durchmesser, 4,50 Meter Breite hat und bei  $2\frac{1}{2}$  Umläufen pro Minute (1,57 Meter Peripherie-Geschwindigkeit) eine Brutto-

1) Rothe, Beiträge zur Maschinenbaukunde, S. 31.

2) Vallès a. a. O. S. 139.

3) Armengaud's Publ. industr. und Förster's Bauzeitung.

arbeit von 109 Maschinenpferden (à 75 Meter-Kil.) liefern soll<sup>1)</sup> (das Wassergefälle zu 3,15 Meter vorausgesetzt).

Fig. 514.

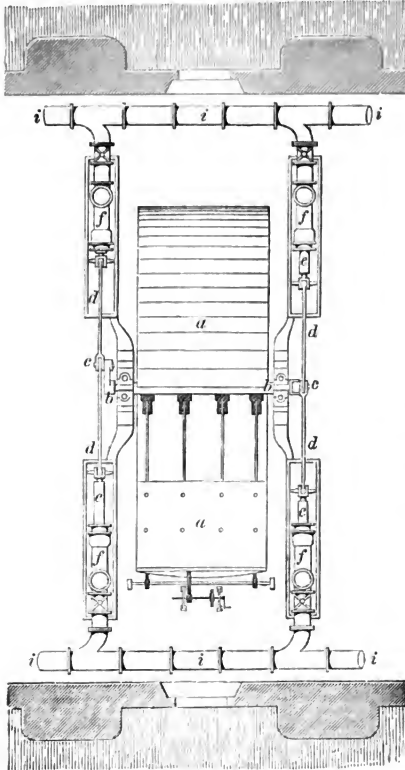
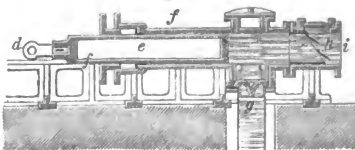


Fig. 515.



Nebensiehende Fig. 514 lässt eines der drei (1863) im Gange befindlichen Wasserräder *a* erkennen, wobei man auch wahrnimmt, dass jedes dieser Räder vier einfachwirkende Pumpen mit horizontalliegenden Cylindern *f* direct von der Wasserradwelle aus mittelst Krummzapfen *bc* und Lenkstangen *d* in Bewegung setzt.

Die Plungerkolben *e* haben 0,38 Meter Durchmesser, ihr Hub beträgt 1,60 Meter. Bei  $2\frac{1}{2}$  Wasserradumläufen pro Minute ergibt sich daher eine Kolbengeschwindigkeit von

$$\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 2,5}{60} = 0,133 \text{ Met.}$$

pro Secunde. Da ferner die Kolbenfläche 0,1134 Quadrat-Meter Inhalt hat, so wird dem Wasser bei jedem Doppelhube (da die Pumpen einfachwirkend sind) pro Pumpe an Wasser angesogen oder weggedrückt:  $0,1134 \times 1,6 = 0,1814$  Cubikmeter, oder von 4 Pumpen: 0,7257 Cubikmeter, pro Minute also 1,814 Cubikmeter, folglich in 24 Stunden 2612 Cubikmeter oder von sämtlichen 12 Pumpen 7836 Cubikmeter pro Tag.

1) Armengaud, Publ. industr. a. a.' O. S. 299.

Durch Messung fand Dufrayer<sup>1)</sup> die wirklich in 24 Stunden gelieferte Wassermenge zu 6940 Cubikmeter, d. i.  $\frac{6940}{7836} = 0,886$  d. i. zu fast  $\frac{9}{10}$  des berechneten Werthes.

Die gemessene Wassermenge auf die Secunde reducirt und in Gewicht ausgedrückt, giebt für diese Zeit:

80,33 Kilogramm.

Die von allen drei Rädern wirklich geleistete Arbeit, da die Förderhöhe 160 Meter ist, beträgt sonach in Maschinenpferdekräften (à 75 mk.) ausgedrückt:

$$\frac{80,33 \cdot 160}{75} = 171,3$$

oder 57 Pferdekräfte für jedes Wasserrad.

Wir wenden uns nun zum zweiten der oben erwähnten Luxuswasserwerke, zur Fontaine von Sanssouci<sup>2)</sup>.

Zunächst lehrt hier die Geschichte, dass schon Friedrich der Grosse 1748 beabsichtigte, in seiner Sommerresidenz Sanssouci ein grosses von einer holländischen Windmühle getriebenes Wasserwerk (eine Hauptfontaine von 100 Fuss Strahlhöhe, vier Nebenfontainen, Cascaden etc.) herstellen zu lassen. Allein ungeachtet vieler Geldausgaben und aller Energie des Königs gelang es doch nicht, ein einigermaassen respectables Werk zu Stande zu bringen, weshalb der König 1780 befahl, dasselbe liegen zu lassen, in welchem Zustande es 1786 vom Feuer verzehrt wurde.

Erst unter Friedrich Wilhelm IV. brachte man 1844 das heutige Werk zu Stande, zu dessen Gelingen die auch ausser Preussen hinlänglich bekannten Männer wie Persius, Brix<sup>3)</sup> und Borsig das Ihrige beziehungsweise durch Künstlertalent, Berechnung und praktische Ausführung der Maschinen und Zubehör beitrugen.

Abgesehen von den schönen im maurischen Style ausgeführten Gebäuden, verdient das Werk insofern besondere Beachtung, als es das erste durch Dampfmaschine betriebenes seiner Art in Deutschland ist.

1) Armengaud, Publ. industr. a. a. O. S. 260.

2) Gottgetreu (Bauconducteur beim Baue), Der Fontainenbau in Sanssouci. Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang II. (1852), S. 252, und Jahrgang III. (1853), S. 198.

3) Brix, Ebendasselbst (Der theoretische Theil des Fontainenbaues in Sanssouci), S. 372 und S. 458.

Zwei Dampfmaschinen mit vertical stehenden Cylindern mit Expansion und Condensation arbeitend, directwirkend und (als sogenannte Zwillingmaschinen) mit unter 90 Grad verstellten Krummzapfen, dienen zur Bewegung von 12 zu je 6 (symmetrisch, links und rechts des Dampfmaschinen-systemes aufgestellten) einfachwirkenden Druckpumpen.

Von den Dampfmaschinen hat jede 20 Zoll (rheinisch) (also 20 . 26,15 = 523 Millimeter) Durchmesser und 5 Fuss (5 . 0,305 = 1,525 Meter) Hub und geschehen bei  $3\frac{1}{2}$  Atmosphären Dampf-  
 pressung (Ueberdruck) im Kessel pro Minute 18 Schwungradumläufe. Von der gemeinsamen Schwungradwelle beider Dampfmaschinen wird die Bewegung auf die zu beiden Seiten (vertical) aufgestellten Pumpen unter Einschaltung von je eines Zahnradvorgeleges übergetragen und hierdurch die Umdrehzahl der Pumpenkurbelwelle im Verhältnisse von  $\frac{10\frac{1}{2}}{18}$  ( $= \frac{21}{36} = \frac{7}{12}$ ) vermindert. Die Pumpenkolben haben 9 Zoll Durchmesser und 4 Fuss Hub.

Das mit diesen Pumpen zu fördernde Wasser (des Havelflusses) wird in zwei je  $4932\frac{1}{3}$  Fuss langen und 10 Zoll weiten Röhrenleitungen in ein 133 Fuss über dem Havelspiegel auf dem Ruinenberge liegendes Reservoir von 149 Fuss Durchmesser getrieben, von wo aus in zwei Röhrensträngen, jeder von 10 Zoll Durchmesser und von 3082 Fuss Länge, es eine am Fusse der obersten Terrasse in Sanssouci (welche 68 Fuss über der Havel liegt) angebrachte Fontaine treibt, deren springender Strahl im Maximum eine senkrechte Höhe von 126 Fuss (39,56 Meter) hat <sup>1)</sup>.

Bei sorgfältig (im Jahre 1843) angestellten Versuchen <sup>2)</sup> förderte die Maschine, wenn 11 Pumpen in Thätigkeit waren, pro Minute 184,33 Cubikfuss Wasser ins Ruinenberger Reservoir, woraus eine Gesamtleistung der Dampfmaschine von 81,4 Pferdekräften berechnet wurde.

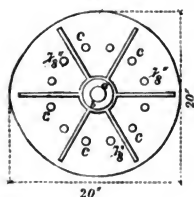
Schliesslich ist noch auf Gestalt und Grösse der Sprungplatte aufmerksam zu machen, welche als Mundstück der grossen Fontaine vorhanden und Fig. 516 in der Horizontalprojection skizziert ist.

Man erkennt sofort, dass der Strahl kein geschlossener (mit

1) Erbkam, Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. II. (1852), S. 462 (Note 2).

2) Ebendasselbst S. 478.

Fig. 516.



vollem Querschnitte) ist, sondern wie bei der Casseler Fontaine<sup>1)</sup> aus mehreren dünnen Strahlen besteht, wovon hier der mittlere *ab* einen Durchmesser von  $1\frac{1}{16}$  Zoll (rheinisch) oder von 34,1 Millimeter hat, während der Durchmesser eines jeden der zwölf Seitenstrahlen *ccc*  $\frac{7}{8}$  Zoll oder 23 Millimeter beträgt.

Das dritte der im Eingange dieses Abschnittes erwähnte Pumpwerk für die Wasserkunst des königlichen Schlossgartens zu Herrenhausen bei Hannover entstand bereits unter der Regierung Georg I. im Jahre 1721 und zwar hatte man mit Entwurf und Ausführung des Baues den englischen Architekten Sir J. Benson und die Mechaniker J. Andrews und Cleves beauftragt. Gänzlich vollendet wurde das Werk jedoch erst (etwas später) unter Zuziehung des Maschinendirektors Bardels in Clausthal.

Zum Betriebe von nicht weniger als 40 Pumpen (von je 12 Zoll Kolbendurchmesser und 6 Fuss Hub) dienten damals 5 grosse unterschlägige Wasserräder von je 32 Fuss Durchmesser und 32 Fuss Breite. So richtig auch hier die gleiche Vertheilung der Hubkraft, der zu je 8 an einem Wasserrade vereinigten Pumpen und mehr noch deren auf- und abgehende Bewegung durch höchst sinnreiche Mittel erreicht war (combinirt aus den Mechanismen der damaligen Gewehrschlösser und der aus Sperrrad und Klinke, Bd. 1, S. 38 bestehenden Aufzugsvorrichtungen der Uhren), so complicirt und mechanisch unvollkommen musste doch das Werk genannt werden.

Hierbei bezieht sich das letztere Urtheil namentlich auf den Umstand, dass die Pumpenkolben bei jeder Wasserradumdrehung stets aus dem Zustande der absoluten Ruhe gehoben wurden, ihre

1) In unserer Quelle (a. a. O. Jahrg. 1852, S. 462, Note 2) wird angegeben, dass der Strahl der Casseler grossen Fontaine nur  $106\frac{1}{4}$  Fuss betrage. Es ist diese Angabe viel zu gering. Unter Anderem findet sich in einem Aufsätze des Crellé'schen Journal für Baukunst, Bd. 16 (1842), S. 153, unter der Ueberschrift: „Die grosse Casseler Fontaine“, deren Höhe zu 190 (rhein.) Fuss, also zu 59,66 Meter verzeichnet. Dieser Aufsatz (Versuch einer Beschreibung des kurfürstlich hessischen Lustschlosses Wilhelmshöhe bei Cassel) ist vom damaligen Oberbaumeister Engelhard in Cassel geschrieben!

Bewegung mit der Maximalgeschwindigkeit der Radumgänge beginnen musste und dadurch Stösse und somit grosse Arbeitsverluste ganz unvermeidlich waren<sup>1)</sup>.

Je älter zugleich das Werk wurde, um so mehr vermehrten sich Brüche, Betriebsstörungen etc., wozu noch der äusserst geringe Effect der Pumpen kam, indem diese pro Minute nur 180 bis höchstens 200 Cubikfuss Wasser lieferten, d. i. nur etwa 25 Procent von dem wirklich vorhandenen Fassungsraume. Beim normalen Betriebe betrug übrigens die Steighöhe des Strahles der grossen Fontaine nicht mehr als 120 Fuss.

Bereits im Jahre 1860 konnte der auf Befehl König Georg's V. unternommene und vom Baurath Hagen in Hannover entworfene völlig neue Bau der jetzigen Herrenhausener Wasserhebungsmaschine beginnen. Die Ausführung der Maschinen wurde der G. Egestorff'schen Maschinenfabrik in Linden, die Gesamtleitung des Baues einer Commission übertragen<sup>2)</sup>. Die Vollendung und Inbetriebsetzung erfolgte schon 1863. Zum Betriebe des neuen (gegenwärtigen) Werkes dienen zwei Kropfräder von je 29 Fuss hannov. ( $29 \cdot 0,292 = 8,468$  Meter) Durchmesser und von 11 Fuss 10 Zoll Breite (jedes Rad mit 45 geraden Schaufeln etc. ausgestattet). Die Aufschlagwassermenge (des gestauten Leineflusses) kann 300 bis 450 Cubikfuss betragen, das Gefälle durchschnittlich 10 Fuss.

Indem wir in Bezug ausführlicher Beschreibung und durch schöne Zeichnungen erläuterte Darstellung des Werkes auf den bereits citirten Aufsatz des Herrn Baurath Hagen verweisen, benutzen wir zur übersichtlichen Kenntnissnahme die hier folgenden Fig. 517 und 518.

Der punktirte Kreis *A* soll der äussere Umfang eines der beiden Wasserräder andeuten, sowie *E* eine der zwei doppelwirkenden Hauptpumpen, welche jedes der Wasserräder in Bewegung zu setzen hat.

Jede dieser Pumpen hat 16 Zoll (39 Centimeter) Kolbendurchmesser und einen Kolbenhub von  $4\frac{3}{4}$  Fuss (1,49 Meter). Die Uebertragung der drehenden

1) Hinsichtlich ausführlicher, mit guten Abbildungen begleiteter Beschreibungen dieses alten Herrenhausener Pumpwerkes verweisen wir auf einen sehr gut vom Baurath Hagen, als Constructeur des neuen Werkes, geschriebenen Aufsatz in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 10 (1864), S. 423 ff. Diese Quelle wurde auch vom Verfasser benutzt.

2) Die Mitglieder dieser Commission waren: Bergath Jordan aus Clausthal, Baurath Hagen in Hannover, Hofbaurath Schuster und Hofbauinspector Auhagen in Herrenhausen.

Bewegung der Wasserräder auf die bezeichneten Pumpen erhellet ohne Weiteres aus unserer Skizze und erinnert offenbar an die vom Maschinendirector Kirchweger bei der hannoverschen Wasserkunst (S. 648 Fig. 472) getroffenen Disposition, d. h. ein auf das betreffende Wasserrad gesteckter Krummzapfen *B* pflanzt

Fig. 517.

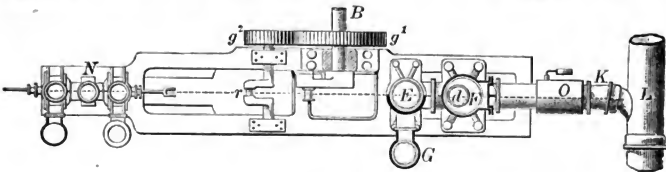
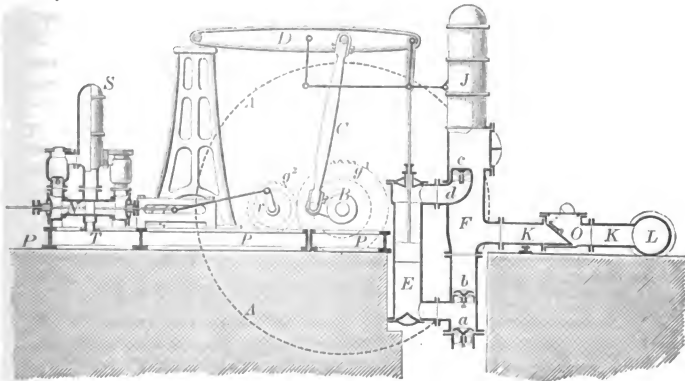


Fig. 518.

die Bewegung mittelst der Lenkstange *C* auf den grossen einarmigen Balancier *D* fort, von dessen Kopfe aus die Bewegung, unter Einschaltung des sogenannten Watt'schen Parallelogrammes (Bd. 1, S. 408, Fig. 253), auf die Kolbenstangen *E* übergetragen wird. In dem Ventilbehälter *F*, mit dem darauf gesetzten Windkessel *J*, befinden sich drei (von vier vorhandenen) Ventile, nämlich das zu dem aufsteigenden Kolben gehörige Saugventil *a* und das Druck- oder Steigventil *b*, sowie darüber das zum niedergehenden Kolbenzuge gehörige Druckventil *c*, welches sich auf der Ausmündung eines in das Innere des Behälters *F* eintretenden und mit diesem zusammengewachsenen Knierohres *d* befindet. Das dem niedergehenden Kolbenzuge angehörige Saugventil ist in Fig. 517 weggeschnitten, jedoch sein Ort im Grundrisse Fig. 518 durch den Buchstaben *G* angedeutet. Man erkennt leicht, dass sich der Behälter *G*, worin das letztgedachte Saugventil befindlich ist, an den Pumpencylinder durch

einen dritten Robransatz anschliesst, welcher mit der Längenrichtung  $OErN$  der Maschine einen rechten Winkel bildet.

Aus dem Windkesselraume tritt das von den Pumpen geförderte Wasser durch ein Zweigrohr  $K$  in die Hauptrohrleitung  $L$ , welche allen vier Pumpen gemeinschaftlich ist<sup>1)</sup>. Zu dem Pumpensysteme einer jeden der beiden Maschinenabtheilungen gehört noch eine kleine, horizontalgelagerte Pumpe  $N$ , welche von der Wasserradwelle aus, unter Einschaltung der Zahnräder  $g^1$  und  $g^2$  betrieben wird.

Der Zweck dieser letzteren Pumpe ist ein doppelter. Erstens soll diese Pumpe den erheblich geringeren Bedarf des Herrenhausener Schlosses an Spül- etc. Wasser während der Winterzeit befriedigen und dadurch die gänzliche Ausserbetriebsetzung der grossen Pumpen möglich machen. Zweitens soll aber damit auch der grossen Fontaine Genüge geleistet werden, wenn man diese nur durch ein Wasserrad mit zwei Pumpen betreiben will, indem dann der Windkessel allein nicht ausreicht, die nothwendige Gleichmässigkeit des Fontainenstrahles zu beschaffen<sup>2)</sup>.

Aus zwei sehr sorgfältig angestellten Versuchen geht hervor, dass die Pumpen mit einer Maximal-Pressung von  $7\frac{1}{8}$  Atmosphären arbeiten und dabei den Strahl der grossen Fontaine auf 218 Fuss senkrechte Höhe treiben können.

Bei dem ersten dieser Versuche haben die Räder eine Arbeit von 140 Pferdekräften, bei dem zweiten Versuche aber eine Arbeit von  $186\frac{2}{3}$  Pferdekräften geleistet. Da nun beim ersten Versuche, unter Voraussetzung von 10 Fuss Gefälle, den Wasserrädern eine natürlich vorhandene Arbeit von 326 Pferdekräften und beim zweiten Versuche von 455 Pferdekräften zugeführt wurde, so stellten sich die Wirkungsgrade der Maschinen heraus zu  $\frac{140}{326} = 0,43$  im ersten Falle und zu  $\frac{168\frac{2}{3}}{445} = 0,41$  im zweiten Falle, wobei jedoch der ein Fuss betragende Rückstau des Unterwassers in die Räder nicht beachtet wurde.

Die von der Fontaine bei 218 Fuss Höhe aus der Mündung getriebene Wassermenge berechnete sich durch Cubicirung im Sammelbassin der Fontaine zu 4,90 Cubikfuss pro Secunde<sup>3)</sup>.

Die Mündungsgestalt, der sogenannte Sprungkegel, bei der Herrenhausener Wasserkunst erhellt aus Fig. 519, und zwar erkennt man sogleich, dass der

1) In jedem Zweigrohre  $K$  dient eine Klappe  $O$  zur gänzlichen Absperrung der Hauptleitung.

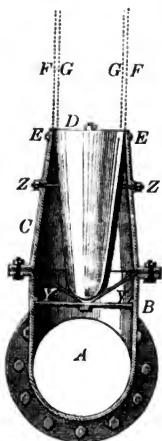
2) Ueber die zu erwartenden Schwankungen der Strahlspitze hatte Herr Baurath Scheffler in Braunschweig noch vor Vollendung des Werkes eine höchst interessante Rechnung angestellt, die sich abgedruckt findet in dem „Organe für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“, Jahrg. 1862, S. 141.

3) Bei der alten Kunst und bei circa 120 Fuss Strahlhöhe der Fontaine ermittelte der Verfasser (Hydromechanik S. 432) die pro Secunde ausgetriebene Wassermenge (nach zwei verschiedenen Methoden) beziehungsweise zu 3,87 und 3,71 Cubikfuss hannoversch (1 Cubikfuss hannoversch = 0,0249 Cubikmeter).



Strahl als hohler Kreiscylinder von 11 Zoll (267,63 Millim.) äusserem Durchmesser  $FF$  und von  $10\frac{1}{8}$  Zoll (258,51 Millim.) innerem Durchmesser  $gg$ , oder mit einer Waddicke  $FG$  von  $\frac{3}{16}$  Zoll (4,56 Millimeter) aufsteigt. Das Ringmundstück soll sich nicht so, wie das in Cassel und Sanssouci bewähren.

Fig. 519.



Da die Casseler Wasserwerke und somit auch die dortige grosse Fontaine durch Wasser mit natürlichem Gefälle gespeist wird, folglich daselbst jede Wasserfördermaschine entbehrlich ist, wenden wir uns sogleich zu den Fontainen des Krystallpalastes von Sydenham <sup>1)</sup>, die, wie der Verfasser als Kenner und Augenzeuge sämtlicher oben genannten grossen europäischen Luxus-Wasserwerke bezeugen kann, an Schönheit und Grossartigkeit Alles übertreffen, was bis jetzt anderwärts geleistet worden ist. Der Betrieb erfolgt hier (nach der eigenen Aufzeichnung des Verfassers) durch zehn Dampfmaschinen, deren

Pumpen von dem Eisenbahnniveau abgerechnet, einander das Wasser zuführen und schliesslich auf Thürme von 250 Fuss Höhe fördern <sup>2)</sup>.

Die Dampfmaschinen sind theils horizontalliegende directwirkende, theils Balanciermaschinen, unter ersteren auch solche nach Woolf'schem Systeme <sup>3)</sup>.

Einige derselben sind in den unten notirten englischen Quellen <sup>4)</sup> unter der Ueberschrift „Crystal Palace Pumping Engines“ beschrieben. Nach vom Verfasser seiner Zeit an Ort und Stelle genommenen Notizen beträgt die Gesamtpferdekraftzahl aller

1) Rühlmann, Der Krystallpalast zu Sydenham. Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. 1 (1855), S. 105.

2) Ebendasselbst S. 126 in der Note.

3) In Routledge's Guide to the Crystal Palace and Park at Sydenham wird S. 184 die Gesamtzahl der vorhandenen Dampfmaschinen-Pferdekräfte zu 320 angegeben.

4) Institution of mechanical engineers. Proceedings 1858, Pg. 146, ferner The Artizan vom 1. Aug. 1858 (Pg. 187) und vom 1. Septbr. 1858, Pg. 212. Aus letzterer Zeitschrift in Bornemann's Cvilingenieur, Bd. 5 (1859), S. 32.

hier für Luxuszwecke arbeitenden Dampfpumpen 240 <sup>1)</sup>, während von anderen Berichterstatlern 320 angegeben wird <sup>2)</sup>.

Nach noch anderen Angaben <sup>3)</sup> sollen im Garten des Krystallpalastes von Sydenham, wenn man alle Werke in Thätigkeit setzt, nicht weniger als 11788 Wasserstrahlen springen und dabei 120000 Gallons oder 545 Cubikmeter Wasser pro Minute verbraucht werden, so dass ein volles etwa eine Stunde (genauer 50 Minuten) dauerndes Spiel nicht weniger als 6000000 Gallons oder 27261 Cubikmeter lebendiges Wasser erfordert.

Die Höhe des grossen Strahles, der ähnlich (wie der in Cassel und Sanssouci) aus 50 einzölligen Strahlen zusammen gesetzt ist, wird zu 280 engl. Fuss (85,4 Meter) angegeben.

Wir schliessen hiermit den Abschnitt mit der übersichtlichen Strahlhöhen-Zusammenstellung der im Vorstehenden besprochenen Hauptfontainen:

Versailles:	23	Meter <sup>4)</sup>
Sanssouci:	39	„
St. Cloud:	42	„
Herrenhausen:	43—63	„
Cassel:	52	„
Sydenham:	85	„

---

1) Rühlmann: eitschr. d. Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 1 (1855), S. 126 (Note).

2) Routledge's Guide to the Crystal Palace and Park at Sydenham, Pg. 154.

3) Phillips-Shenton's Guide to the Crystal Palace, Pg. 176.

4) Bei Versailles und St. Cloud ist (wie bei anderen Werken) vorausgesetzt, dass die sogenannten grossen Wässer (Les grandes eaux) spielen, was gewöhnlich nur am ersten Sonntag jeden Monats geschieht und stets eine Ausgabe von 8000 bis 10000 Franken veranlassen soll.

## Sechstes Capitel.

## Lufttransportmaschinen.

## Bläser und Sauger.

(Gebläse- und Wettermaschinen.)

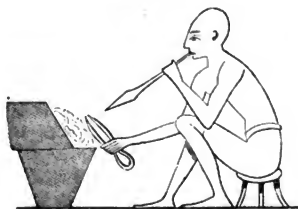
Geschichtliche Einleitung<sup>1)</sup>.

## §. 36.

Die ältesten Nachrichten über Werkzeuge und Apparate (Maschinen), wodurch man, zum Zwecke des Metallschmelzens, den Licht- oder Feuerflammen gepresste atmosphärische Luft zuführt, finden wir wieder bei den allerältesten Culturvölkern der Erde.

Unter Anderem liefert Wilkinson nachfolgende Abbildung, Fig. 520, woraus erhellt, dass man es hier mit einem Manne zu thun hat, der mit Hilfe eines Blas-

Fig. 520.



rohres (ähnlich dem heutigen Löthrohre) bemüht ist, einen Schmelzprocess (nach unserer Quelle wahrscheinlich von Silber oder Gold) herbeizuführen. Wilkinson bemerkt, dass dies Bild Grabüberresten des ehemaligen Theben entnommen ist und wahrscheinlich aus dem Jahre 1300 vor Christo stammt. Als noch älter (1500 Jahre vor Christo) bezeichnet Wilkinson<sup>2)</sup> die eben-

1) Ewbank, A descriptive and historical account of hydraulic and other machines etc. Dies bereits S. 573 und 586 citirte Werk giebt von den ältesten Lufttransportmaschinen die vollständigste Auskunft. Insbesondere handelt Book III. Pg. 231 von den Gebläsemaschinen (Bellows) der Aegypter, Griechen, Römer etc.

Karsten, Handbuch der Eisenhüttenkunde. Dritte Auflage. Zweiter Theil. Berlin 1841, S. 455 ff.

Weisbach, Die Fortschritte des Bergmaschinenwesens in den letzten 100 Jahren. 2. Theil. Freiberg 1867, S. 19.

Karmarsch, Geschichte der Technologie. München 1872, S. 243.

2) A. a. O. Vol. II. Pg. 316.

falls an Gemälden von Grabüberresten in Theben vorgefundenen Fig. 521 und 522, welche einen grösseren Metallschmelzprozess darstellen.

Fig. 521.

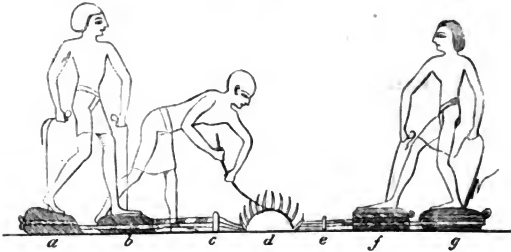
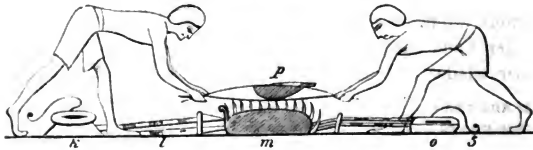


Fig. 522.



Zur Aufnahme der erforderlichen atmosphärischen Luft dienten Ledersäcke *ab* und *fg* (Fig. 521), die man in geeigneter Weise zwischen einer Art Rahmenwerk befestigt hatte. Zum Ansaugen zog man die Sackwände mit Stricken in die Höhe, deren Enden die betreffenden Arbeiter fassten. Das Comprimiren und Ausblasen der eingesogenen atmosphärischen Luft geschah dadurch, dass man die aufgeblasenen Säcke mit den Füßen trat und zwar immer einen Fuss erhob, den betreffenden Sack aufzog, während man mit dem anderen Fusse drückte<sup>1)</sup>. Von den Säcken aus wurde die Luft in Röhren der Schmelzstelle *d* zugeführt, deren äusserste Enden mit geeigneten zugespitzten Ausflussmündungen (conischen Düsen) versehen waren. Auf dem zweiten Bilde (Fig. 522) scheint man den zu schmelzenden Gegenstand bei bereits hinlänglich in *m* angefachtem Feuer in einem Tiegel *p* aufgenommen zu haben. Bei *k* und *o* erkennt man die herabgefallenen Zugstränge etc.

Der Erfinder des dreieckigen (ledernen), sogenannten Spitz-Blasebalges, wobei die betreffenden mit geeigneten Saugklappen versehenen Wände durch Winkelbewegung in Thätigkeit gesetzt wurden, ist ebenso unbekannt wie die Zeit, welcher er entstammt.

1) Höchst wahrscheinlich hat man auch hierbei schon eine Art Klappen-Ventile in Anwendung gebracht.

Wilkinson<sup>1)</sup> sucht nachzuweisen, dass dieser Lederbalg, Handblasebalg, schon den Griechen bekannt gewesen sei<sup>2)</sup>. Dass er bereits von den Römern benutzt wurde, erhellt zweifellos aus einer antiken Abbildung, welche Ewbank<sup>3)</sup> liefert und die dem 5. Bande von Montfaucon's „Antiquities“ entlehnt sein soll. Letztere Quelle liefert ferner (S. 207) die Abbildung eines ledernen Spitzblasebalges, der vollständig in seiner Gestalt und Ausführung den in unseren gewöhnlichen Schmiedefeuern gebräuchlichen Balgen gleicht. Ewbank bemerkt, dass er die betreffende Abbildung einem Werke entlehnt habe, welches 1511 in Erfurt erschienen sei<sup>4)</sup>.

Dass im 16. Jahrhundert nicht nur die ledernen Spitzbälge beim Schmelzen und Schmieden der Metalle allgemein im Gebrauche waren, sondern auch die sogenannten Cylinder- und Kegel-Bälge

Fig. 523.



(Laternenbälge), Figur 523, erhellt aus Agricola's 1550 geschriebenem Werke „De Re Metallica“, woselbst sich (S. 290, 351 ff.) nicht nur Abbildungen von Spitzblasebälgen vorfinden, sondern (S. 296) auch deren Verfertigung ganz genau beschrieben wird.

Unsere Abbildung des Kegelbalges (Cylinderbalges) mit Ledermantel und paralleler Bewegung der grossen, mit Klappenventil versehenen Endfläche, ist dem Agricola'schen Werke S. 337 entlehnt.

Auch zu anderen Zwecken als zum Luftblasen in Schmelzräume benutzte man die Spitzbälge bereits vor langer Zeit. In

1) A. a. O. S. 317.

2) Rich, Illustriertes Wörterbuch der römischen Alterthümer, bringt im Artikel „Follis“ die Abbildung eines Spitzblasebalges, der nach Gestalt und Dimensionen ganz mit dem heute in unseren Hauswirthschaften und Kleingewerben noch gebräuchlichen Blasebalge übereinstimmt. Die Figur ist einer Thonlampe aus der Sammlung von Licetus entnommen.

3) A. a. O. S. 243.

4) Der betreffende Blasebalg wird allerdings zum Wasserheben benutzt, weshalb die Abbildung auch die Unterschrift zeigt: „German Atmospheric Bellow's Pump.“ A. D. 1511.

dem mir vorliegenden 1615 in Frankfurt erschienenen Werke des Salomon de Caus „Beschreibung etlicher sowohl nützlicher als lustiger Maschinen“ findet sich z. B. (im ersten Buche als Problema XXVIII.) ein durch Wasser getriebenes Orgelwerk beschrieben und abgebildet, wobei man vier lederne Spitzbälge, hier „Windladen“ genannt, benutzt.

Wir werden bald erfahren, dass Cylindergebläse für Orgelwerke bereits zur Zeit Vitruv's bei den Römern im Gebrauche gewesen sind.

Um die Herstellung der Spitzblasebälge, namentlich wenn diese für bedeutende Schmelzprocesse in grossen Dimensionen ausgeführt werden mussten, so wohlfeil wie möglich zu machen, liess man die ledernen Seitenwände ganz weg, construirte ganz hölzerne Blasebälge. Diese sollen zuerst in Deutschland und zwar bereits im 16. Jahrhundert (1550 in Nürnberg?) gefertigt worden sein <sup>1)</sup>.

Am Unterharz soll man diese hölzernen Balgengebläse bereits 1620 benutzt haben.

Wie aus den Fig. 524 bis 526 erhellt<sup>2)</sup>, besteht der wesentliche Charakter dieser Blasebälge darin, dass ein hölzerner Kasten  $EFGH$  (Oberkasten) und eine hölzerne Fläche  $AF$  (Unterkasten) sich gegen einander bewegen und dass beide nicht von einander unabhängig, sondern derartig mit einander verbunden sind, dass in jedem Falle eine oscillatorische Bewegung, wie bei den gewöhnlichen ledernen Spitzbälgen, erfolgen muss, es mag die Fläche  $AF$  in den Kasten  $EFGH$  hineingedrückt oder der Kasten um die Fläche bewegt werden.

Unsere Abbildungen stellen ein solches hölzernes Balgengebläse dar, bei welchem sich der Oberkasten um den Unterkasten bewegt. In dem Unterkasten  $AF$  ist eine Oeffnung  $B$  mit Ventilklappe zum Einlassen der ungepressten atmosphärischen Luft angebracht. Der Oberkasten oscillirt um einen langen Zapfen (Walze) aus Rundeisen, der in Fig. 525  $cbc$  bezeichnet ist, wobei denn dieser Zapfen zugleich die Verbindung zwischen Unter- und Oberkasten abgiebt. Die Stelle dieser Drehachse ist in Fig. 524 und 526 durch den Buchstaben  $b$  markirt. Zur gehörigen Dichtung der geraden Kanten des Unterkastens sind diese mit beweglichen hölzernen Langleisten  $xx$  versehen, welche durch Stahlfedern  $zs$  gegen die Wände und gegen das Stirnrad des Oberkastens gedrückt und durch Kröpfe oder Haken  $yy$  festgehalten werden, damit sie beim Aufziehen des Oberkastens nicht in die Höhe gerissen werden.  $mm$  sind noch besondere Klammern für sogenannte Spannfedern  $ll^*$ ).

1) Karmarsch, Geschichte der Technologie, S. 244.

2) Nach Karsten, Handbuch der Hüttenkunde. Zweiter Theil, §. 579, Taf. VI. Fig. 10--15.

3) In Bezug auf die Details dieser Leisten- und Feder-Dichtungen müssen wir auf unsere vorher angegebene Quelle verweisen.

Dass endlich *AD* ein Gerüst (das Balggerüst) zum Tragen der Fläche *F'F'* ist, welche den Haupttheil des unbeweglichen Unterkastens bildet, sowie, dass man mittelst einer Zug- oder Schubstange *G* den pyramidalen oder keil-

Fig. 524.

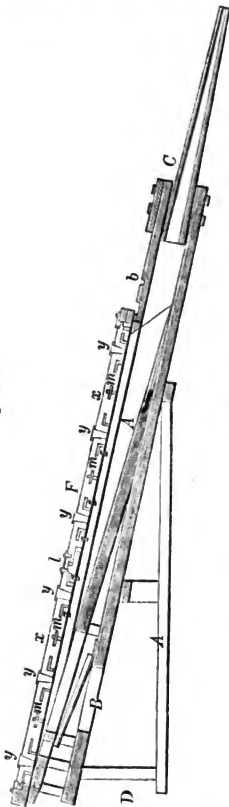
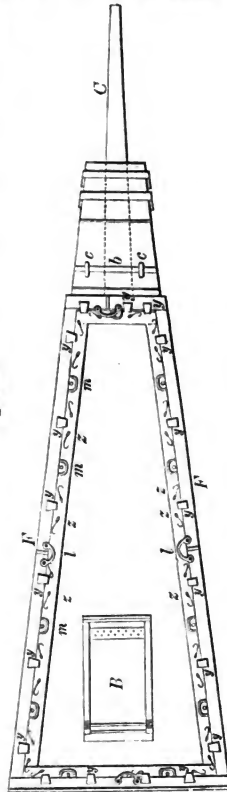


Fig. 525.



förmigen Oberkasten auf- und niederbewegt, wenn man beziehungsweise durch *B* Luft ansaugen oder durch die Düse *C* gepresste Luft nach dem Schmelzraume treiben will, bedarf wohl keiner ausführlichen Erörterung.

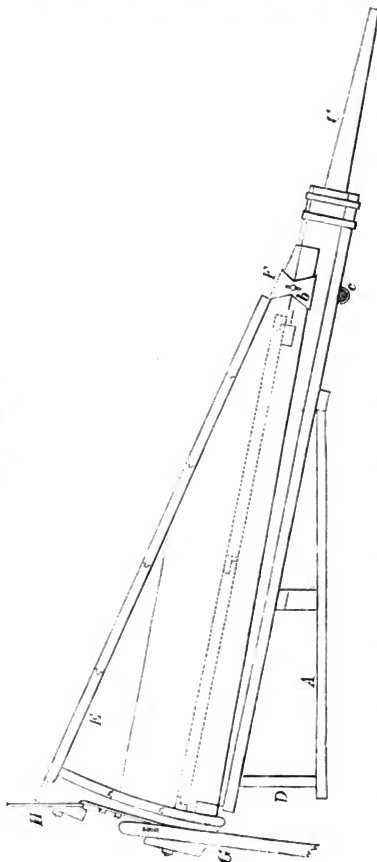
Man erkennt sofort, dass ein solcher Balg keinen ununterbrochenen Luftstrom erzeugen kann, sondern nur absatzweise wirkt, weshalb man in der Regel zwei oder mehrere derselben Balgen nebeneinander anbringt, deren Wind von einem Sammelbehälter aufnehmen lässt und erst aus letzterem den Ausfluss durch

eine Düse nach dem Schmelzraume geschehen lässt. Eine gewisse Gattung solcher hölzerner Balgengebläse, wobei der Unterkasten oscillatorisch bewegt wird, der Oberkasten aber unbeweglich ist, waren 1780 in Frankreich gebräuchlich und wurden in Schweden, namentlich von einem gewissen Windholm ausgeführt<sup>1)</sup>, weshalb diese bei den Hüttenleuten auch unter dem Namen „Schwedische Windholmgebläse“ bekannt sind.

Zur Herbeiführung möglichst gleichförmig ausströmenden Windes construirte man auch sogenannte Doppelbalge, d. h. man vereinigt zwei einfache Balgen derartig, dass bei jedem Hube oder Zuge abwechselnd aus deren einen Abtheilung immer Luft ausgepresst wird, während die andere Abtheilung die frische atmosphärische Luft aufnimmt.

Nachfolgende Fig. 527 und 528 lassen einen solchen vom Franzosen Rabier angegebenen Doppelbalgen erkennen<sup>2)</sup>. Hierbei ist *A* der eine, *B* der andere Balg und *C* ein Sammelbehälter (Luftreservoir) der bereits vorher bemerkten Art, von welchem letzteren aus erst der Ausfluss der gepressten Luft durch die Düse *D* erfolgt. Ferner ist *a* eine unbewegliche Fläche, der Deckel für den Doppelbalgen *A* und *B*, ferner ist auch der Boden

Fig. 526.



1) Karmarsch a. a. O. S. 245 und Hausmann, Reise durch Scandinavien. IV. 169—195.

2) Annales des mines, Serie IV. Pg. 272.



*b* des ganzen Balges unbeweglich. Die Decke *L* des Luftreservoirs *C*, die ebenfalls bei *d* um den Kopf *E* drehbar gemacht ist, muss stets mit Gewichten *G G* belastet werden, um die Luft aus der Düse *D* in den Zeitmomenten auszupressen, wenn das Reservoir *C* keinen Zufluss aus dem Balgen erhellet.

Fig. 527.

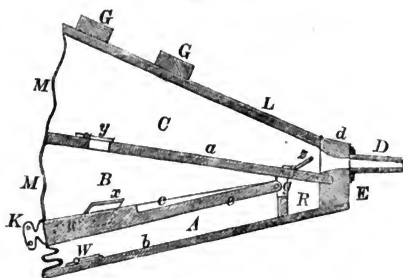
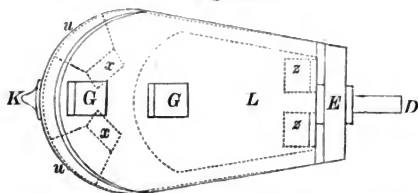


Fig. 528.



hende Oeffnung (Fig. 528) im Scheider *c*, frische atmosphärische Luft durch die geöffneten Ventile *xx* nach *B* geführt. Während dieser Zeit bleiben die Ventile *yy* geschlossen, da die durch *z* in den Raum *C* getretene Luft gepresst wird und gegen *y* einen entsprechenden Druck ausübt. Beim Aufgange des Scheiders *cc* wird der Raum *B* nach und nach verkleinert, die hier befindliche Luft zusammengedrückt und durch deren Pressung das Ventil *y* geöffnet, dagegen *z* geschlossen. Allerdings besitzt die ganze Balgenanordnung einen schädlichen Raum *R*, den man dadurch entfernen könnte, dass man die Abtheilungen *A* und *B* durch einen Lederschlauch in Verbindung brächte, obwohl dies auf Kosten der Dauerhaftigkeit des Balges geschehen würde.

Wir sind mit der Verfolgung der Spitzbalgengebläse der Geschichte weit vorausgeeilt und kehren deshalb wieder in das 17. Jahrhundert zurück, wo wir das einfachste aller Gebläse, das sogenannte Wassertrommelgebläse (die Trombe), finden, welches nach Karsten<sup>1)</sup> um das Jahr 1640 in Italien erfunden und nach Karmarsch<sup>2)</sup> bereits 1665 in Tivoli bei Rom zum Messingschmelzen angewandt worden sein soll<sup>3)</sup>.

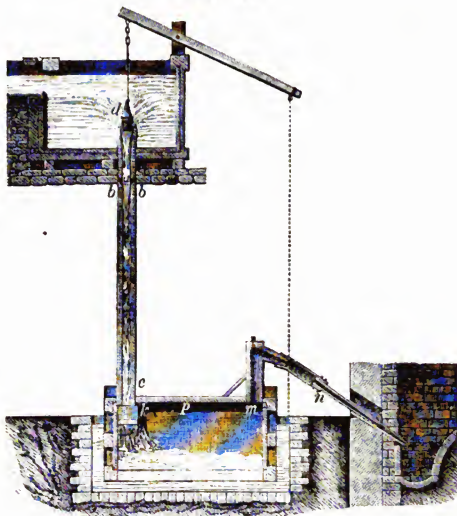
1) Handbuch der Eisenhüttenkunde, 2. Theil, 3. Auflage, S. 460.

2) Geschichte der Technologie, S. 248.

3) Ausführliches über diese Gebläse giebt Chaptal in Gilb. Annalen der

Dies Gebläse gründet sich (wie Nagel's Wasserausgapparat S. 611, Fig. 452) auf das unter bestimmten Umständen und Verhältnissen eintretende Luftsaugen durch Löcher in den Seitenwänden einer verticalen Röhre, in welcher Wasser herabfließt, worüber u. A. auch ausführlich in des Verfassers „Hydrodynamik“, S. 154 ff. gehandelt wird. Wir entnehmen letzterer Quelle die Abbildung Fig. 529 des Wassertrommelgebläses.

Fig. 529.



Der Haupttheil des Gebläses bildet eine senkrecht gestellte Röhre *bc*, in welcher nach Erhebung eines Pfropfens *d* Wasser herabstürzt, was in einem Gerinne *ww* zugeführt wird. Hierbei sind in der Röhre oben bei *a* solche Querschnitte angeordnet, dass hier der Wasserstrahl die Röhre nicht ausfüllt, vielmehr in verhältnissmässig zertheilten Strahlen auseinander geht, dadurch einen luftverdünnten Raum erzeugt und durch daselbst in die Rohrwand gebohrte Löcher *bb* die äussere Luft sich bemüht, daselbst einzutreten, oder das Innere der Röhre die äussere Luft ansaugt. Das herabstürzende Wasser reisst die eingesogene Luft mit sich fort und trifft bei *k* auf eine feste Platte,

Physik, Bd. 3, S. 132, sowie d'Aubuisson in den Annales des mines von 1828, Nr. 3 und 4. In jüngster Zeit hat Weisbach im 3. Bande seiner Ingenieur-Mechanik, S. 1182—1187 die Theorie dieses Gebläses sehr gut entwickelt, sowie endlich auf Rittinger's Aufsatz in der Zeitschrift für österreichisches Berg- und Hüttenwesen, 1856, Nr. 35, zu verweisen ist.

wodurch Luft und Wasser von einander getrennt werden, erstere den oberen Raum eines geschlossenen Kastens  $p$  einnimmt, während das Wasser unterhalb in einen Graben oder gemauerten Canal abfließt. Die oberhalb im Kasten  $p$  angesammelte Luft, die eine der Fallhöhe entsprechende Pressung ausübt, sucht endlich durch die Röhre  $m$  einen Ausweg und wird schliesslich durch eine Düse  $n$  in einen Schmelzraum geblasen.

Leider ist das Güteverhältniss (der Wirkungsgrad) des Wassertrommelgebläses sehr gering. Nach d'Aubuisson's Versuchen<sup>1)</sup> nur 0,10, nach Weisbach's Rechnungen (ohne Beachtung der passiven Widerstände) 0,1367<sup>2)</sup> und kann sogar nach Rittinger<sup>3)</sup> bis auf 0,05 herabsteigen.

Bei der Betrachtung des von Ktesibius angegebenen Pumpwerkes (S. 567) gelangt man unmittelbar zu der Frage, ob man diese Maschinen nicht auch schon zu jener Zeit für den Lufttransport als Bläser oder Sauger verwendbar machen konnte. Erfreulicher Weise lehrt die Geschichte, dass dies in der That der Fall gewesen ist und diese Maschine in entsprechend abgeänderter Weise bereits als Luftcompressionsmaschine, als Windlade beim Spielen der Orgel benutzt worden ist.

Die älteste zweifellose Nachricht hierüber findet sich in dem Buche Hero's von Alexandrien „Von Luft und Wasserkünsten“. Dem Verfasser liegt eine von Carion besorgte Uebersetzung aus dem Lateinischen in das Deutsche vor<sup>4)</sup>, woselbst Buch LXXVI. die Ueberschrift trägt: „Ein Orgelwerk zu machen, das durch des Windes Blasen, den Ton der Pfeiffen hören lässt“. In der beigefügten Skizze eines Orgelwerkes erkennt man zweifellos eine Compressions-Luftpumpe (Windlade), die offenbar mit (einer Art) Kolben und mit geeigneten Klappen (Ventilen) ausgestattet gewesen ist. Nachdem berichtet Vitruv im 10. Buche, 13. Capitel über Orgeln, wobei die Windladen (Bläser) nichts anderes als Luftcompressionspumpen mit Kolben in cylindrischen Stiefeln, mit Ventilen etc. sind. Per ault<sup>5)</sup> liefert von der Gebläsepumpe eine sehr schöne Abbildung. Weniger gut (verständlich) ist die Skizze, welche sich in der Rode'schen Uebersetzung des Vitruv'schen Werkes<sup>6)</sup>

1) *Traité d'hydraulique*. Seconde édition, Pg. 604.

2) *Ingenieur-Mechanik*, Bd. 3, S. 1187.

3) *Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen*, Jahrg. 1856, Nr. 35.

4) Frankfurt a. M. 1688. Beiläufig gesagt, hebt der Uebersetzer hervor, dass Hero in der 165. Olympiade, also (777—4.165) 117 Jahre vor Christo gelebt habe.

5) *Les dix livres d'architecture de Vitruve*. Livre X. Pg. 325.

6) 2. Bd. 10. Buch, 13. Capitel, Taf. XX. Fig. XV.

vorfindet<sup>1)</sup>. Eine dritte Nachricht giebt Rich im Illustrierten Wörterbuche der römischen etc. Alterthümer, woselbst die beige-fügte Orgel-Abbildung einer Münze des Kaisers Nero entnommen sein soll. Hiernach kann man die nach den hölzernen Blasebälgen folgenden sogenannten Kasten-Gebläse, wobei der Pumpenstiefel viereckig und ebenso der luftdicht hineinpassende Kolben gestaltet war, füglich ganz unbeachtet lassen, weshalb auch hier nur auf die unten notirten Beschreibungen derselben verwiesen werden mag<sup>2)</sup>.

Die Rückkehr zu den alten Orgelgebläsen (dem Principe nach) war es, was rechte Hülfe und jene colossalen Cylindergebläse schuf, welche den gewaltigsten Einfluss auf die Entwicklung der englischen Eisenindustrie übte, worauf bereits Bd. 2, S. 438 aufmerksam gemacht wurde.

Der um englisches Maschinenwesen sehr verdiente Ingenieur Smeaton (Bd. 1, S. 366, 403 ff.) war es, der sich zuerst um die Herstellung eines brauchbaren Maschinen-Eisengusses bemühte und demzufolge es auch gelang, bereits 1760 das erste aus vier gusseisernen Cylindern gebildete Hochofengebläse für das schottische Eisenwerk Carron in Gang zu bringen<sup>3)</sup>, welchem Beispiele bald darauf die Colebrook Dale in Shropshire und andere Eisenwerke folgten. 1769 finden sich bereits Cylindergebläse, welche im Stande sind, einem Hochofen 1500 Cubikfuss gepresste Luft pro Minute zuzuführen.

Ein englisches Hochofen-Cylindergebläse aus jener Zeit beschreibt und bespricht (für Deutschland zuerst) J. Baader nach einer 1796 in England und Schottland unternommenen Reise in der unten notirten Quelle<sup>4)</sup>, diese Gebläse zugleich für Deutschland empfehlend, wo man (damals) noch ziemlich allgemein hölzerne Spitzbälge, hölzerne Kasten- oder höchstens hölzerne Cylindergebläse<sup>5)</sup> in Anwendung fand.

1) Auch Ewbank liefert a. a. O. S. 244 mit der Unterschrift: „Roman Piston Bellows“ die Abbildung eines Cylinder-Gebläses, welches durch einen Arbeiter in Bewegung gesetzt und zum Spielen einer Orgel benutzt wird. Diese Abbildung soll einer 1567 in Venedig erschienenen Ausgabe des Vitruv entnommen sein.

2) Gerstner, Handbuch der Mechanik. Bd. 3, S. 427, Tafel 105.

Karsten, Eisenbüttenkunde, Bd. 2, S. 509, Tafel VII.

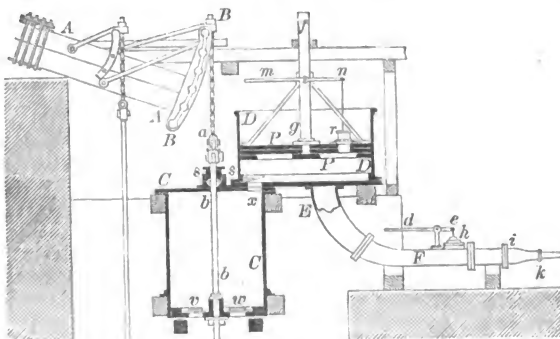
3) Farey, Treatise on the Steam Engine, Pg. 273.

4) Beschreibung und Theorie des englischen Cylindergebläses. München 1805. Von Dr. J. Baader, kurpfalz-bayerischer Rath, Berg-, Hütten- und Salinen-Director etc.

5) Baader berichtet (a. a. O. S. 1, Note) über in Schlesien mit hölzernen Cylindergebläsen gemachten Erfahrungen nur Uebeles!

Den Betrieb dieses in Fig. 530 skizzirten Gebläses besorgte entweder eine Newcomen'sche sogenannte atmosphärische Dampfmaschine (Bd. 1, S. 402), oder eine einfachwirkende Watt'sche (Bd. 1, S. 408), in beiden Fällen erklärt sich die Anordnung des Balanciers *A* mit dem sogenannten Krümlinge *B*, der Gelenkkette *a*, woran die Stange *b* des Gebläskolbens aufgehängt ist. Der Deckel des gusseisernen Kolbencylinders *C* ist, wie bei den Watt'schen Dampfmaschinen, mit einer Stopfbüchse *s* ausgestattet, einen Boden besitzt der Cylinder nicht, d. h. das Gebläse (als Pumpe gedacht) ist ebenso einfachwirkend, wie die Betriebs-Dampfmaschinen.

Fig. 530.



Der in tiefster Stellung gezeichnete Gebläsekolben besitzt zwei sich nach innen öffnende Klappenventile *vw*, welche sich beim Niedergange des zugehörigen Kolbens öffnen, folglich atmosphärische Luft in das Innere des Cylinders eintreten lassen, beim Aufgange aber sich schliessen, erst die dann abgesperrte Luft zusammendrücken, nachher aber bald das Deckelventil *x* aufschlagen und die gepresste Luft in einen Behälter *D D* treiben. Letzterer bildet mit dem Kolben *P* einen sogenannten trockenen Regulator, den man in England „Regulator with the flying piston“ zu nennen pflegt und dessen Zweck kein anderer, als der eines Windkessels ist, d. h. er ist bestimmt, dann die unter den Kolben *P* getretene Luft durch die Düse *ikl* zu treiben, wenn der Gebläsekolben seinen Niedergang verrichtet. Der Regulatorkolben *P* ist naturgemäss ebenfalls mit einer geeigneten Liederung versehen, um im Cylinder *D* gehörig dicht auf- und absteigen zu können.

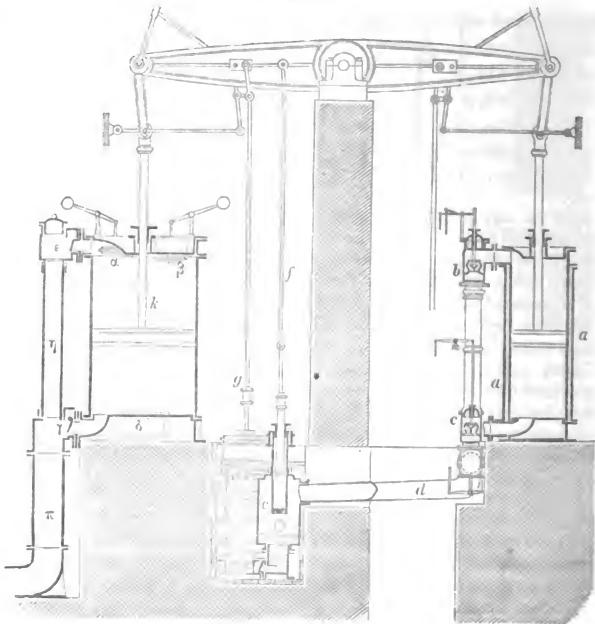
Damit der mit entsprechender Stange *g* und Führung *f* versehene Kolben *P* nicht zu hoch aufsteigt und nicht aus dem Cylinder *D* herausgeworfen wird, ist derselbe an einer Stelle durchbohrt und die betreffende Oeffnung mit einem Ventile *r* geschlossen. Letztere öffnet sich, sobald der Arm *m* eines Hebels *mn* oben an ein gehörig angebrachtes Hinderniss stösst, wodurch seine Ruhe unterbrochen, er niederwärts und folglich der andere Arm *n* aufwärts geführt, das Ventil *r* geöffnet und der gepressten Luft unter dem Kolben *P* der Austritt gestattet wird.

Diese einfachwirkenden Cylindergebläse wurden von 1807 ab durch doppeltwirkende ersetzt, bei denen man sich zugleich der ebenfalls doppeltwirkenden Watt'schen Dampfmaschine, jedoch ohne Rotationsbewegung, als Motor bediente.

Ein derartiges Gebläse findet sich in dem wiederholt citirten Farey'schen Werke über die Dampfmaschine S. 723 beschrieben und auf Tafel XXV. abgebildet. Hier hat der Gebläsekolben schon 84 Zoll (engl.) Durchmesser und 8 Fuss Hub. Arbeitete eine derartige Maschine mit dem Maximum ihrer Leistung, d. h. mit 16 Hübem pro Minute, so konnte sie pro Minute 5700 Cubikfuss Luft von 17,7 Pfd. Druck pro Quadratzoll (also von 3 Pfd. Ueberdruck pro Quadratzoll) durch eine Düse von  $2\frac{1}{2}$  Zoll Durchmesser treiben<sup>1)</sup>.

Später, wo man auch in England Ursache hatte, mit dem Brennmaterial sparsam umzugehen, ersetzte man ebenso, wie bei den Pumpen, zum Wasserfördern (S. 594 und 595) die doppeltwirkenden Watt'schen Dampfmaschinen durch mit Hochdruck, hoher Expansion und mit Kataraktsteuerung versehene Cornwall-Dampfmaschinen, ohne jedoch rotirende Bewegungen einzuführen, so dass von Schwungrad und Zubehör keine Rede war.

Fig. 531.



1) Weiteres bei Farey (a. a. O.) Pg. 727 ff.

Von derartigen aus England nach Deutschland seiner Zeit gekommenen Maschinen zeigt die Fig. 531 eine für das Hochofengebläse der Laurahütte in Oberschlesien bestimmte, welche der Mechaniker Grosse zu Gwinear bei Camborne in Cornwall lieferte<sup>1)</sup>.

Die Dampfmaschine  $\alpha\alpha$  mit Ventil- und Katarakt-Steuerung bedarf keiner Erörterung, da deren Anordnung in der Hauptsache mit früher in diesem Bande beschriebenen (namentlich mit S. 634 etc.) der Hauptsache nach übereinstimmt und der S. 596 Fig. 426 beschriebene Katarakt zu gegenwärtiger Maschine gehört (wie dort auch in der Note bemerkt dem gedachten Nottebohm'schen Werk entlehnt wurde). Wir ergänzen daher (in Bezug auf die Dampfmaschine) nur, dass der Durchmesser des Cylinders  $a$  3 Fuss 9 Zoll (engl.), der Kolbenhub 9 Fuss beträgt und die bei  $\frac{1}{2}$  Cylinderfüllung entwickelte Arbeit gleich 100 Maschinenperden ist.

Die zum Dampfmaschinenbetriebe gehörigen Pumpen sind auf der entgegengesetzten (linken) Balancier-Hälfte aufgehangen, woran in unserer Abbildung  $f$  die Kesselspeisepumpe, und  $g$  die Luftpumpe ist, während die Kaltwasserpumpe mit  $g$  in derselben verticalen Ebene, normal zur Bildfläche unserer Fig. placirt und demnach unsichtbar ist. Der Condensator  $e$  steht mit dem untern Ventilgehäuse am Dampfcyliner durch ein weites Rohr  $d$  in Verbindung.

Der Gebläsecylinder  $k$  hat 85 Zoll Durchmesser und sein Kolben 9 Fuss (also mit dem Dampfkolben gleichen) Hub.

Die oberen Einsaugventile (Windklappen)  $\alpha\beta$  befinden sich in dem vertieften gefässartigen Deckel und bestehen aus eisernen mit Leder gedichteten Scheiben, deren Stiele charnierartig mit Hebeln verbunden sind, an deren Enden sich Gewichte befinden, um ein möglichst schnelles Schliessen derselben zu veranlassen. Der Eintritt frischer atmosphärischer Luft in den Raum unterhalb des Kolbens  $k$  geschieht durch zu beiden Seiten des Cylinderbodens angebrachte Oeffnungen, deren Klappen  $\delta$  nach innen aufschlagen. Die Ausströmungsventile  $\epsilon$  und  $\gamma$  sind in besonderen Kästen oder Gehäusen angebracht, deren senkrechtstehende Röhren  $\eta$  mit einander verbunden sind. In der Ausführung sind vier Klappen  $\epsilon$ , vier Röhren  $\eta$  und vier Klappen  $\gamma$  vorhanden. Das im Boden des untern Klappengehäuses mündende 27 Zoll weite Rohr  $\pi$  führt die gepresste Luft in die ausserhalb des Gebäudes auf einer Säule befestigte, aus Eisenblechen zusammengenietete Regulatorkugel von 22 Fuss Durchmesser, von wo aus sie gleichmässig durch die Düsen in die Hoch- und Cupolo-Oefen strömt.

Ueber das in bestimmter Zeit von der Maschine beschaffte Luftquantum über Leistung der Dampfkessel, Kohlenverbrauch etc. enthält unsere Quelle keine Angaben.

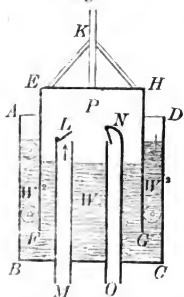
Wir müssen uns jetzt aus der bis zur Gegenwart hinreichenden Periode der Cylindergebläse noch einmal in die Mitte und an das Ende des vorigen Jahrhunderts versetzen, indem es sich

1) Ausführlich beschrieben und mit drei grossen Tafeln Abbildungen begleitet in Nottebohm's Sammlung von Zeichnungen einiger ausgeführten Dampfkessel und Dampfmaschinen etc. Berlin 1841, S. 35 ff., Blatt 21 bis mit 24.

noch um Erörterung eines Gebläses handelt, welches aus Spanien stammt und unter dem Namen „Glockengebläse“ bereits 1775 zu Châtel-Laudron in der Bretagne in Anwendung befindlich war <sup>1)</sup>, in Deutschland aber erst von einem in Edinburg (Schottland) lebenden Deutschen Dr. Baader bekannt gemacht wurde, der es zugleich als seine Erfindung bezeichnete.

Dies Baader'sche Gebläse, was man wohl auch das mit Wasser geliederte Kasten- oder Cylindergebläse nennt, ist in Fig. 532 skizzirt und erklärt sich

Fig. 532.



bei einiger Aufmerksamkeit fast von selbst. Es besteht dasselbe aus einem feststehenden Kasten (oder Cylinder) *ABCD* und einem unten offenen, auf- und niederbewegbaren, zweiten Kasten (oder einer Glocke) *EFGH*; ferner aus zwei durch den Boden des ersten Kastens gehenden Röhren *LM* und *NO*, von denen die erstgenannte mit einem sich nach aussen öffnenden Ventile *L*, die zweitgenannte aber mit einem Ventile *N* versehen ist, welches sich nach innen der Röhre *NO* öffnet. Uebrigens ist das erste Gefäss mit Wasser *W* gefüllt und es wird das zweite Gefäss (die Glocke) durch eine Stange *K* in demselben auf und nieder bewegt und dabei durch Seitenwalzen in seiner Richtung erhalten.

Beim Aufgange der Glocke öffnet sich *L* und es wird der zunehmende Gefässraum durch die nachströmende Luft angefüllt; beim Niedergange der Glocke dagegen wird erst die Luft im abgesperrten Raume *P* etwas zusammengedrückt, wobei das äussere Wasser *W*<sup>2</sup> etwas höher zu stehen kommt, als das innere, sodann aber wird das Ventil *N* geöffnet und durch die gepresste Luft durch das Rohr nach seiner Bestimmungsstelle geführt.

Der Gewinn, welcher hier durch sehr verminderte Kolbenreibung (eigentlich nur Wasserreibung der Glocke) entsteht, wird durch andere Mängel mehr oder weniger wieder aufgehoben. Hierher gehört zuerst, dass das ganze Gebläse nur für solche Fälle anwendbar ist, wo man Wind von sehr geringer Pressung bedarf<sup>2)</sup>: Ferner lässt sich ein verhältnissmässig grosser schädlicher Raum, der mit verdichteter Luft ausgefüllt bleibt, nicht vermeiden und endlich macht das Verdampfen des Wassers *W*<sup>2</sup> ein regelmässiges Nachsehen nothwendig.

Viel Freunde verschaffte sich das um das Jahr 1809 von dem Franzosen Cagniard-Latour zuerst angegebene Gebläse, welches man nach dessen Namen Cagniardelle nannte, während es richtiger, nach dem Principe, auf welches es sich gründet,

1) Grignon, Mémoires de physique sur l'art de fabriquer le fer. Paris 1775, Pg. 210, und hiernach in Karsten's Handbuch der Eisenhüttenkunde. Zweiter Theil. (Dritte Auflage.) Berlin 1841, S. 459.

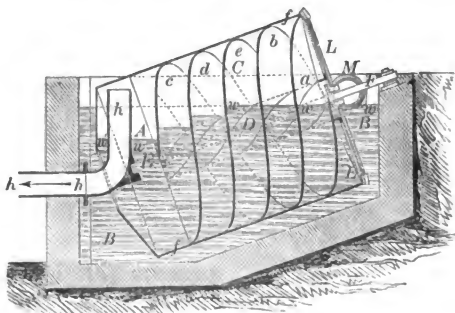
2) Als Sauger ist das Baader'sche oder Glocken-Gebläse viel brauchbarer und ist als solcher unter dem Namen des „Harzer Wettersatzes“ bekannt.



Schraubengebläse (Vis d'Archimède employées comme machine soufflantes) und zwar Tonnenmühle (S. 565 und 709) oder Spiralgebläse heissen sollte; letzteres deshalb, weil es eigentlich als modificirte Wirz'sche Spiralspumpe (S. 579 Fig. 407) betrachtet werden kann <sup>1)</sup>.

In der speciell Fig. 533 dargestellten Anordnung (von Köchlin in Mühlenhausen im Elsass ausgeführt) <sup>2)</sup> besteht die Schraube aus vier in gleichen Abständen nebeneinander auf dem Kerne oder der Spindel  $aD$  dicht aufgenie-

Fig. 533.



teten Gängen  $bcd$  und  $e$ , aus  $\frac{1}{8}$  Zoll dickem Eisenbleche gebildet. Der cylindrische Mantel  $ff$ , ebenfalls aus solchem Eisenblech bestehend, reicht über die Enden der Schraubengänge  $bcd$  und  $e$  herab und ist an seinem unteren Ende mit einem etwas conisch geformten Boden bis auf eine Oeffnung in der Mitte geschlossen. Durch letzteres reicht das Rohr  $h$  der Windleitung in das Innere des Schraubenkörpers hinein, ohne dass dessen Umdrehung um die bei  $E$  und  $F'$  gehörig gelagerte Welle gehindert wird. Das als Sperrflüssigkeit nothwendige Wasser  $B$  kann durch die vorgedachte Bodenöffnung mit dem Innern der Schraube frei communiciren.

Damit die in den schraubenförmigen Canälen enthaltene Luft allenthalben abgesperrt werde, ist es (wie bei der Wirz'schen Spiralspumpe) erforderlich,

1) Ausführlich wird das Schraubengebläse besprochen und zugleich theoretisch (mathematisch) behandelt von Schwammkrug im 2. Bande S. 813 der Hülse'schen Maschinen-Encyclopädie. Hinsichtlich der Theorie dieses Gebläses ist auch auf Weisbach's Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 1166 aufmerksam zu machen.

2) Weisbach hat in seiner Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, §. 451, recht augenfällig (mittelst gut ausgeführter Abbildungen) die Art und Weise veranschaulicht, wie die Luft in einer Cagniardelle fortgetrieben und zusammengedrückt wird, worauf wir hier diejenigen verweisen müssen, denen unsere kurze Darstellung nicht genügt.

dass jeder Schraubengang bei jeder Umdrehung eine dem betreffenden Luftvolumen gleiche oder beinahe gleiche Menge Wasser schöpft. Dieser Bedingung wird aber entsprochen, wenn man den Spiegel des Wassers  $BB$  bis  $w'w$ , d. h. bis zur Mitte der Mündungsweite eines jeden Schraubenganges reichen lässt. Während bei fortgesetzter Umdrehung das Wasser durch die Bodenöffnung der Schraube immer wieder in den Hauptbehälter  $BC$  zurückfließt, sammelt sich in der Windkammer  $A$  über dem erniedrigten Wasserspiegel  $w'w'$  gepresste Luft, welche schliesslich durch das Rohr  $h$  abgeführt wird.

Obwohl die Cagniardelle eines der vollkommensten Gebläse ist, da sie weder Ventile noch Liederung erfordert, keinen Windverlust hat und einen grossen Wirkungsgrad giebt<sup>1)</sup>, so ist sie doch zu kostspielig beim Anschaffen und Unterhalten<sup>2)</sup>, bedarf viel Platz zur Aufstellung, liefert feuchten Wind und dennoch keinen von erheblicher Pressung. Zur Zeit dürften nicht mehr viel Cagniardellen für Hüttenzwecke in Thätigkeit sein.

Aus dieser Zeit (1820) ist ferner noch Henschel's Kettengebläse<sup>3)</sup> (mit Wasserliederung) zu erwähnen, eigentlich nichts anders als ein in umgekehrter Richtung bewegtes Paternosterwerk (S. 560 Fig. 385). Ebenso lassen sich das Tympanum u. a. Wasserschöpfräder (S. 556 Fig. 378) als Gebläse verwenden und in der That treten solche auch in der Praxis als Waldhorn- oder Schöpfradgebläse etc. auf<sup>4)</sup>. Eigenthümlich sind die zuerst 1820 im südlichen Frankreich vorgekommenen Tonnengebläse<sup>5)</sup>. Letztere, ebenfalls zu den Gebläsen mit Wasserliederung gehörig, bestehen aus zwei oder mehreren neben einander gelagerten und um eine horizontale Achse oscillirenden Tonnen mit Scheidewänden in ihren Mitten, die jedoch nicht ganz herabreichen, so dass Wasser, womit diese Tonnen bis zur Hälfte ihres Fassungsraumes gefüllt sind, mit beiden Raumabtheilungen communiciren kann. Die verticalen Endwände (Böden) sind mit geeigneten Ventilen ausgestattet. Bei der Oscillation der Tonnen tritt Wasser aus der einen in die andere Abtheilung, wodurch beziehungsweise abwechselnd ein Ansaugen und Auspressen von atmosphärischer Luft erfolgt.

1) Weisbach berechnet a. a. O. (S. 1175) das Güteverhältniss einer 600 Cubikfuss Wind von 24 Zoll Wassersäule (Pressung) liefernden Cagniardelle zu 0,881.

2) Ebendasselbst S. 1165.

3) Studien des Göttinger Vereins bergmännischer Freunde, Bd. 1, S. 24. Ferner in Karsten's Eisenhüttenkunde, Bd. 2, §. 568.

4) Weisbach, Handbuch der Bergmaschinen-Mechanik. Zweiter Band. Leipzig 1835, S. 459. Ferner Polytechnisches Centralblatt, 1841, Bd. 2, 878.

5) Karsten, Eisenhüttenkunde, Bd. 2, §. 571, und d'Aubuisson in Karsten's Archiv für Bergbau etc. IX. S. 435—451.

Beachtenswerth, wenn auch viel zu complicirt, war das am Ende der 20er Jahre von Henschel ersonnene Wassersäulengebläse<sup>1)</sup>, eine modificirte Combination von Heronsbällen und Höll'schen Luftsäulenmaschinen (S. 581 Fig. 410), in einer Menge eiserner, übereinander gestellter, als senkrechte Säule aufgebauter Gefässe bestehend, die durch Böden so von einander geschieden sind, dass oben einfallendes Wasser nicht unmittelbar durch alle gehen kann, sondern dass dasselbe, bei seinem stufenweisen Durchgange aus einem Cylinder in den anderen, die darin befindliche Luft durch eine dazu angebrachte Oeffnung austreibt und in eine Sammelröhre drückt, von wo aus die gepresste Luft ihrem Bestimmungsorte zufließt. Mit wenigem Wasser producirt dies Gebläse verhältnissmässig viel Wind.

Wie bereits erwähnt, lassen sich fast alle Wasserfördermaschinen durch geringe Umgestaltung und wenig veränderte Anordnung auch als Lufttransportmaschinen zum Blasen und Saugen benutzen, man darf sich daher nicht wundern, wenn man sowohl die mit Liederung (Dichtung) ausgestatteten Rotationspumpen des 17. Jahrhunderts (S. 573), als auch die ohne Dichtung arbeitenden Centrifugalpumpen des 18. Jahrhunderts (S. 576) für die gedachten Zwecke brauchbar zu machen suchte.

So soll der Franzose Terral bereits im Jahre 1729 das Centrifugalgebläse (Ventilatorgebläse) empfohlen haben<sup>2)</sup>, obwohl solches erst circa 100 Jahre später zur verdienten Anerkennung gelangte. Von wann ab die Rotationspumpen wieder als Gebläsemaschinen benutzt wurden, hat der Verfasser nicht derartig zu ermitteln vermocht, um eine Jahreszahl hierher setzen zu können.

Er schliesst daher die geschichtlichen Notizen über Lufttransportmaschinen mit dem Hinweis auf die Seite 616 (Fig. 456—458) neben einander gestellten Pumpen mit rotirenden Kolben von R o o t s

1) Pfort, Henschel's Wassersäulengebläse nach seiner ersten Ausführung bei der Eisenhütte zu Veckerhagen. Berlin 1833.

Auch Weisbach schenkt diesem interessanten, sinnreichen, aber unpraktischen Gebläse eine grosse Aufmerksamkeit im 3. Bande §. 454 seiner Ingenieur-Mechanik.

2) Karmarsch, Geschichte der Technologie, S. 246. Karmarsch bemerkt zugleich ganz richtig, dass das Centrifugalgebläse wohl noch viel älter sein müsste, indem es bei den sogenannten Windfegen als Getreidereinigungsmaschine seit undenklichen Zeiten benutzt werde.

und Behrens mit dem Bemerken, dass in der That alle drei gegenwärtig als Gebläse benutzt werden <sup>1)</sup>).

## Die Gebläse der Gegenwart <sup>2)</sup>.

### §. 37.

Abgesehen von einigen besonderen Verwendungen, wozu der betreffenden Maschinen im vorigen Paragraphen hinlänglich gedacht wurde (beispielsweise die Trombe, das Glockengebläse etc.), sind die jetzt beim Schmelzen und Erhitzen der Metalle in Anwendung befindlichen Blasmachines entweder Cylindergebläse, oder Centrifugalgebläse, oder endlich Kapselrädergebläse.

#### I. Cylindergebläse.

Die Cylindergebläse der Gegenwart, von Wasserrädern oder Dampfmaschinen in Bewegung gesetzt, lassen sich in indirect wirkende (Balancier-) Maschinen und in direct wirkende eintheilen. Letztere kann man wieder in solche mit verticalstehenden <sup>3)</sup>, mit horizontalliegenden und in solche mit oscillirenden Cylindern <sup>4)</sup> unterscheiden <sup>5)</sup>.

Die Balanciermaschinen werden jetzt überall als rotirende

1) Zur Kenntnissnahme fast aller Gebläse kann der Verfasser recht sehr die Plattner-Richter'sche Allgemeine Hüttenkunde empfehlen. Freiberg 1860 ff.

2) Literatur (nur die vorzüglichsten neueren, mit guten Abbildungen ausgestatteten Werke):

Portefeuille de John Cockerill, Tome I. Pg. 247, Pl. 31—33.

Publication industriel par Armengaud aîné. Tome VI., XII. und XIV.

Sammlungen von Zeichnungen für die Hütte. Jahrg. 1858, 1861, 1864.

Institution of mechanical engineers. Proceedings 1855, 1857 und 1871.

Engineering } fast in allen Bänden.  
The Engineer }

Percy-Wedding, Ausführliches Handbuch der Eisenhüttenkunde. Zweiter Band. Zweite Abtheilung. S. 40—64. Braunschweig 1868—1870.

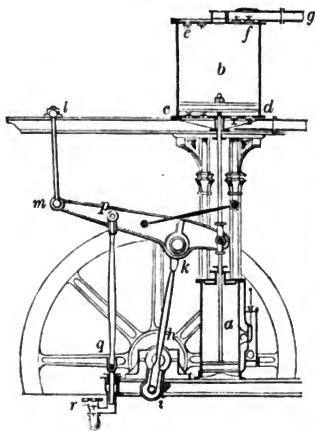
3) Bei den direct wirkenden Maschinen steht entweder der Dampfzylinder über oder unter dem Gebläsecylinder.

4) Ein durch ein Wasserrad getriebenes Werk mit oscillirenden Gebläsecylindern befindet sich u. A. zu Malapane in Oberschlesien, wovon die Percy-Wedding'sche Eisenhüttenkunde (a. a. O. S. 59) schöne Abbildungen enthält.

5) Ueber diese einzelnen Gebläse sehe man auch in v. Hauer's „Hüttenwesen-Maschinen“ den Abschnitt „Gebläse“. Wien 1867, S. 39—135.

Maschinen, mit Krummzapfen, Lenkstange, Schwungrad etc. construirt. Von solchen mit doppelarmig gleicharmigen Balanciers dürfte hier (für unsere Zwecke) eine Abbildung überflüssig sein, sobald man sich in unserer Fig. 531 die doppelwirkende Betriebsdampfmaschine zur Rotationsbewegung (ähnlich wie bei den neueren Wasserversorgungsmaschinen der Städte etc., Fig. 468 ff.) angeordnet denkt<sup>1)</sup>.

Fig. 534.



Dafür betrachten wir die neben skizzierte specielle Anordnung und Einrichtung eines direct wirkenden Dampfmaschinegebläses, Fig. 534, welches vor einigen Jahren von der Friedrich-Wilhelmshütte bei Sprottau in Schlesien für das Neustädter Hüttenwerk unweit Hannover construirt und ausgeführt wurde<sup>2)</sup>.

Der Dampfmaschinen-cylinder *a* hat 22 Zoll (0,575 Meter) Durchmesser und der Kolben 4 Fuss (1,256 Meter) Hub, während der Gebläse-cylinder *b* 4 Fuss Durchmesser und der betreffende Kolben denselben Hub besitzt, wie der Dampfmaschinenkolben.

Der hier vorhandene sogenannte Evan'sche, einarmige Balancier *m p k* vermittelt sowohl die Geradföhrung der Dampfmaschinen und Gebläskolbenstange, als er auch die Bewegung unter Einschaltung von Lenker *k* und Krummzapfen *i* auf die Welle des

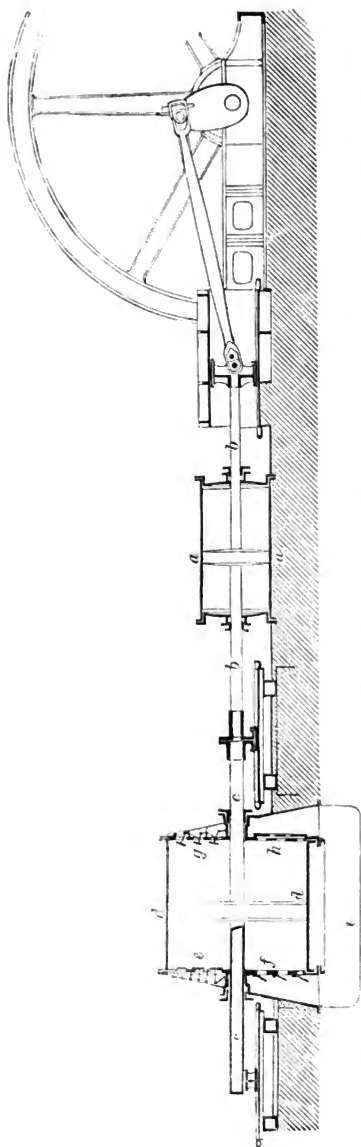
1) Von welchen bedeutenden Dimensionen, auch bereits auf dem Festlande von Europa, Gebläse mit doppelarmig gleicharmigem Balancier vorkommen, davon zeugen beispielsweise folgende zwei Fälle:

a) Zur Wiener Weltausstellung von 1873 hatte die Märk'sche Maschinenfabrik zu Wetter a. d. Ruhr eine Gebläsemaschine mit rotirender Bewegung, Expansion und Condensation eingesandt, deren Gebläse-cylinder 2,615 Meter Durchmesser und ihr Kolben 2,510 Meter Hub hat. (Abgebildet in Dr. Grothe's „Allgemeiner Polytechnischer Zeitung“ vom 3. Jan. 1874, S. 10.)

b) Prof. Gust. Schmidt in Prag berichtet (in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins von 1872, Heft IX. vom neuen Balancier-Gebläse zu Kladno, dass dessen Gebläse-cylinder 2,845 Meter Durchmesser und ebensoviel Hub hat. Die factisch ausgeblasene Luftmenge soll pro Minute 13000 Wiener Cubikfuss oder 410 Cubikmeter betragen und zwar bei einer Windpressung von 150 Millimeter (Quecksilber-Manometer) oder von 0,21 Atmosphären Ueberdruck.

2) Ein ebenfalls durch Dampfmaschine direct betriebenes Gebläse von fast

Fig. 535.



Schwungrad *h* überträgt<sup>1)</sup> und die Bewegung der Speisepumpe *pqr* veranlasst. Es bedarf vielleicht der Bemerkung, dass der Balancier *mnpk* aus zwei ganz gleichen, parallel neben einander befindlichen Theilen besteht, zwischen denen die betreffenden Stangenköpfe Platz finden. Ein mit der Gestellsäule verbundener Gegenlenker und ein um *l* als Drehachse oscillirendes pendelartiges Gehänge *lm* dienen zur bereits erwähnten Geradführung der Kolbenstangen von *a* und *b*. Zu bemerken dürfte noch sein, dass die Einlassventile im Gebläsecylinder mit *c* und *e*, die Austrittsventile für die gepresste Luft aber mit *d* und *f* bezeichnet sind. Die

ganz gleicher Construction und Anordnung findet sich im vorher notirten Cockerill'schen Portefeulle, Pl. 65, Pg. 433. — Werkzeichnungen des oben in Fig. 534 skizzirten Neustädter Hütten-Gebläses enthält die Sammlung von Zeichnungen für die Hütte, Jahrgang 1861, Seite 36, Tafel 15 (*k* bis *o*).

1) Während die Kolbenstangen von *a* und *b* einen Hub von 4 Fuss machen, beträgt der Hub des Krummzapfens *i* nur 3 Fuss.

deckenden Ventile sind hier kreisförmige Scheiben aus vulcanisirtem Gummi, deren Hub (oder Aufschlagen), durch eine bogenförmige Scheibe begrenzt wird, so dass die ganze Anordnung fast der gleiche, welche S. 606, Fig. 440 für die Ventile einer sogenannten Luftpumpe erörtert wurde<sup>1)</sup>.

Die Fig. 535 zeigt eine von fünf fast ganz gleichen Dampfgebläsemaschinen der Georgs-Marien-Eisenhütte bei Osnabrück, und zwar die jüngste, 1870 in der Gräflich Stollberg'schen Maschinenfabrik zu Ilsenburg erbaute<sup>2)</sup>.

Die mit Ventilsteuerung und verstellbarer Expansion ausgestattete Betriebsdampfmaschine *a* hat einen Cylinder von 1,334 Meter Durchmesser, während der des Gebläses *dd* 2,825 Meter beträgt. Der Hub beider Kolben ist gleich und zwar 2,20 Meter. Das Schwungrad hat einen Durchmesser von 9,42 Meter und ein Gewicht von 588 Ctr. In der Regel arbeitet die Maschine bei 20 bis 22 Umläufen des Schwungrades pro Minute mit  $\frac{3}{8}$  Füllung, bei 45 bis 46 Pfd. Dampfspannung und einer Windpressung von  $4\frac{1}{2}$  bis  $4\frac{3}{4}$  Pfd. (also mit über  $\frac{1}{3}$  Atmosphäre) Ueberdruck pro Quadrat Zoll. Die Kolbenstange *c* des Windcylinders ist aus Gusseisen hohl hergestellt und hat 14 Zoll (0,366 Meter) Durchmesser, bei  $1\frac{3}{4}$  Zoll (45,76 Millimeter) Wanddicke; die Kolbenstange *b* des Dampfzylinders besteht aus Bessemerstahl und hat 7 Zoll (183 Millimeter) Durchmesser.

Die Saugventile (Klappen) *e* und *g* des Windcylinders (aus vulcanisirtem Kautschuk auf Gittereisen befestigt) sind leicht beweglich und öffnen einen grossen Querschnitt bei geringem Hube. Ein Gleiches lässt sich von den Druckventilen *f* und *h* sagen. Dass *i* der Abflusskanal des Windes ist, versteht sich wohl von selbst<sup>3)</sup>.

Um der beliebten Sucht, die Gebläsekolben mit fast übertrieben grosser Geschwindigkeit arbeiten lassen zu können, wozu man Klappenventile für unbrauchbar hält, hat man seit 1855 angefangen, die Ventile ganz zu entfernen und sie durch Schieber von mehr oder weniger ähnlicher Art zu ersetzen, wie sie zur Regulirung des Aus- und Einströmens des Dampfes bei Dampfmaschinen angewandt werden.

Nachfolgende Fig. 536 und 537 zeigen ein von den Pariser Mechanikern Thomas & Laurent 1855 zur internationalen Pariser Ausstellung gesandtes Schiebergebläse mit horizontalliegenden Cylindern, wovon sich in dem unten citirten Werke schöne Zeichnungen vorfinden<sup>4)</sup>.

1) Leider giebt unsere Quelle (Notizen zur Sammlung von Zeichnungen für die Hütte, Jahrg. 1861, S. 36 ff.) gar keine Auskunft über die Leistung des Gebläses, über Windquantum und Pressung. Bemerkte wird nur, dass die Dampfmaschine mit einem Ueberdruck von 3 Atmosphären arbeitet.

2) Schöne ausführliche (Werk-) Zeichnungen dieser Maschinen finden sich im 18. Bande (Jahrg. 1872) der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für Hannover, Blatt 522—524. Der zugehörige Text befindet sich auf S. 32 ff.

3) Raum und Zweck gestatten hier nicht, auf mehrere werthvolle Details dieses schönen Gebläses einzugehen, weshalb wir auf unsere Quelle verweisen müssen, wobei erwähnt werden mag, dass im Texte (a. a. O. S. 33 und 34) namentlich 6 Vorzüge erörtert werden, die von besonderem Interesse für Constructeure sind.

4) Armengaud, Publ. industr., T. 8 (1853), Pg. 231, Pl. 16. Ueber ein anderes ähnliches Schiebergebläse, ebenfalls 1855 auf derselben Ausstellung von

Aus der Skizze erhellt, dass der Schieber *ef* seitwärts und etwas gegen den Horizont geneigt am Cylinder *h* angebracht, sowie auch bedeutend grösser

Fig. 536.

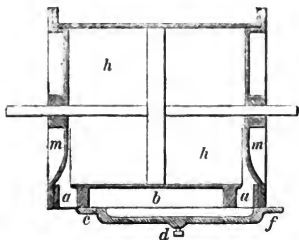
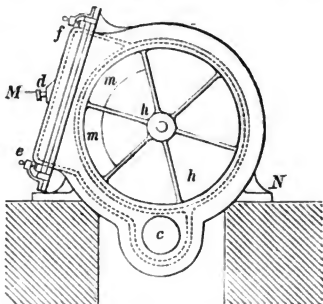


Fig. 537.



als der Schieber einer Dampfmaschine ist, jedoch mit keinem Gehäuse bedeckt zu sein braucht, weil der Cylinder mit Luft aus der Atmosphäre gespeist wird. Fig. 536 stellt den Cylinder sammt Schieber im Durchschnitt vor und zwar nach der Richtung *MN* von Fig. 537 genommen. Dabei sind *aa* die beiden schlitzförmigen Saugöffnungen von 75 bis 90 Millimeter Breite und einer Länge, die etwas geringer ist als der innere Durchmesser des Cylinders *h*. Der mit *b* bezeichnete Blaseraum bleibt von dem Schieber stets bedeckt und communicirt mit einem Gehäuse *c* (Fig. 537), welches unten an dem Cylinder gegossen ist und woran sich weiter die Windleitung anschliesst.

Von aussen wird der Schieber gegen die Gleitflächen sanft angedrückt. An dem Schieber befindet sich die Warze *d*, durch welche derselbe von der Excentrikstange hin- und herbewegt wird. Um den schädlichen Raum zu beschränken, hat man die Saugöffnungen nach innen verengt, die beiden Deckel etwas in den Cylinder hineinreichen lassen und in der Gegend der Saugöffnungen bei *m* etwas ausgebaucht<sup>1)</sup>. Seit 1855 hat man diese Schiebergebläse fortwährend zu verbessern gesucht<sup>2)</sup>, sogar solche, mit rotirenden Schiebern (wie u. A. Fossey)<sup>3)</sup> angeordnet, ohne völlig damit zufriedengestellt zu sein, wie

Derosne & Cail in Paris producirt, berichtet Rittinger in seinen „Mittheilungen über die Maschinen der Pariser Ausstellung von 1855“, S. 77.

1) Rittinger, Kurze Mittheilungen über die berg- und hüttenmännischen Maschinen der internationalen Industrieausstellungen zu Paris 1855, zu London 1862 und zu Paris 1867. Vortreffliche Berichte mit übersichtlichen, für den Fachmann völlig genügenden Skizzen. Wien, beziehungsweise 1855, 1862 und 1867.

2) Schmidt, Patent-Gebläsemaschinen mit cylindrischem Schieber. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. 2 (1858), S. 179, Tafel XXI.

R. Ziebarth, Gebläsemaschinen mit erhöhter Geschwindigkeit. Ebendasselbst Bd. 8 (1864), S. 570, Tafel IV. und Tafel XXII.

3) Ebendasselbst S. 571.



sehr in einzelnen Fällen damit erlangte Resultate auch hervorgehoben werden mögen<sup>1)</sup>.

Thatsache ist es, dass die meisten, namentlich grossen Gebläse, immer noch mit pendelnden oder pilzartigen Ventilen ausgerüstet werden.

Es dürfte hier zugleich der Ort sein, über die nicht unwichtige Frage einige Bemerkungen anzureihen, welche Gebläsemaschinen für hüttenmännische Zwecke zur Zeit die empfehlenswerthe sind.

Ohne hier dies wichtige Capitel erörtern zu können, scheint die Antwort hauptsächlich dahin zu gehen<sup>2)</sup>, dass man grosse Kolbengeschwindigkeiten nur bei Constructionen ohne Balancier erreicht, am besten Balanciermaschinen (auch wegen Kostspieligkeit und grosser Reibungswiderstände) nur ausnahmsweise wählt und lieber direct wirkende Woolf'sche Dampfmaschinen (nach dem Lackenby-Systeme, oder nach dem Systeme der Gesellschaft Cockerill zu Seraing)<sup>3)</sup> nimmt.

Indem wir uns hinsichtlich der Cylindergebläse, für unsere Zwecke, auf das Vorstehende beschränken müssen und nur noch auf die reiche Literatur dieses Gegenstandes im v. Hauer'schen bereits citirten Werke<sup>4)</sup> aufmerksam machen, betrachten wir nun

## II. Die Gebläse mit rotirenden Flügeln oder Kolben.

Die Gebläse mit rotirenden Flügeln oder die Blaseventilatoren, Centrifugalgebläse, mögen den Anfang machen und zwar bemerken wir zugleich hier, dass deren Berechnung und Construction ganz dieselbe ist, wie bei den Centrifugal- (Kreisell- oder Turbinen-) Pumpen<sup>5)</sup>. Hiernach müssen sie auch deren Nach-

1) Ebendasselbst S. 572. Versuche von Rittinger, Fiuk und Bochkolz.

2) Hill, Description of the improved compound-cylinder Blowing Engines at the Lackenby Iron Works Middlesbrough. Instit. of mechanical engineers. Proceedings 1871, Pg. 175, Pl. 46—50.

3) Engineer vom 12. und 29. October 1866. Hieraus in der Zeitschrift deutscher Ingenieure, Bd. 12 (1868), S. 525, und Reisebericht der Herren Ulrich, Wibner und Drechsler. Ebendasselbst S. 705 nach der Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen, 1866, S. 295.

4) Der Verfasser kann Constructeuren nicht genug die Theorie der Centrifugal-Ventilatoren des Prof. Werner in Darmstadt empfehlen, wornach sich leicht Dimensionen, Leistungen und andere für die Ausführung wichtige Angaben berechnen lassen. Es ist dies der Abschnitt „Ventilatoren“ in der bereits oben bei den Centrifugalpumpen (Kreiselpumpen) S. 619 Note 4 sehr empfohlenen Abhandlung desselben ausgezeichneten Schriftstellers im Fache der Maschinenmechanik.

5) Wir bemerken hier nur flüchtig, dass die höchsten Windpressungen, welche bei Hochöfen für den Eisenschmelzprocess erforderlich werden, selten mehr als 26 Centimeter Quecksilbersäule oder  $\frac{26}{76}$ , d. i. noch nicht ganz  $\frac{1}{3}$  Atmosphäre Ueber-

theile wie Vortheile mit einander vereinigen, d. h. sie empfehlen sich ihrer Einfachheit wegen, führen jedoch die Uebelstände eines geringeren Wirkungsgrades wie die Cylindergebläse mit sich, sind nicht für hohe Pressungen brauchbar und verlangen sehr grosse Umlaufzahlen der Flügelwellen, was oft viel Räderwerk oder Riementransmission nöthig macht.

In Deutschland und Oesterreich haben sich die aus des verstorbenen Rittinger's „Theorie der Centrifugalgebläse“<sup>1)</sup> ergebenden Constructionsregeln ausgeführter Flügelgebläse viel Freunde erworben, weshalb wir diese Gebläse zuerst erörtern, dabei aber daran erinnern wollen, dass man nicht überall mit diesen Anordnungen übereinstimmen will. Da jedoch unser Zweck nicht die polemische Erörterung von Theorien ist, gehen wir zur Sache.

Fig. 538.

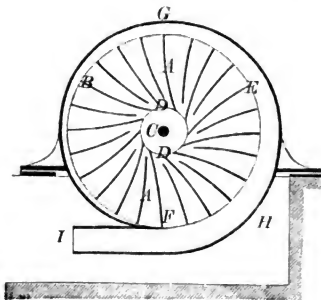


Fig. 538 ist dem vorher citirten Rittinger'schen Werke (Tafel IV. Fig. 50) entlehnt und stellt dies einen sogenannten blasenden Hochdruckventilator dar, der aus einer dünnen gusseisernen Scheibe DE von 1,60 Meter Durchmesser besteht. Eine zweite in unserer Abbildung nicht darzustellende Scheibe besteht aus Eisenblech und in dieser befindet sich in der Mitte die Saugöffnung CD von 0,18 Meter Halbmesser. Zwischen diesen beiden Scheiben sind 24 blecherne Flügel A mit kurzen Zapfen befestigt. Die äusseren Enden B und E dieser Flügel sind radial<sup>2)</sup>, während sie innerhalb bei

druck betragen, dass aber auch hierzu niemals Centrifugalgebläse zu verwenden sind, da hier der höchste Druck 26 Centimeter Wassersäule, d. i. höchstens  $\left(\frac{26}{1034} = \right) \frac{1}{39}$  Atmosphäre beträgt. Bei den Cylindergebläsen zum Bessemer-Process werden Pressungen von  $2\frac{1}{2}$  Atmosphären erforderlich.

1) Centrifugal-Ventilatoren etc. Theorie und Bau. Wien 1858.

2) Rittinger basirt die Nothwendigkeit am äussersten Ende radial gerichteter Flügel auf die Annahme, dass dann, unter sonst gleichen Umständen, die grösstmögliche Pressung erzeugt werden soll. Der Verfasser hält diese Annahme für nicht richtig, stimmt vielmehr mit Prof. Werner überein, der diesen Winkel, namentlich den Winkel an den äussersten Enden BE so bestimmt, dass der hydraulische Wirkungsgrad ein Maximum wird. Man sehe deshalb Prof.

$D$  einen Winkel von fast 61 Grad ( $60^{\circ}50'$ ) mit dem Umfange einschliessen. Die Krümmung  $BD$  gehört einem Kreisbogen an, dessen Radius 1,90 Meter ist.

Das Gehäuse  $FGHI$  ist aus zwei Theilen zusammengesetzt. Dasselbe schliesst sich bei  $F$  ganz an das Flügelrad von nur 0,09 Meter Breite (normal zur Bildfläche von Fig. 538) an, erweitert sich aber gleichförmig, dem Krümmungsgesetze einer Spirale folgend (ganz so wie S. 620 bei der Grove'schen Centrifugalpumpe erörtert wurde), bis an die Ausblasestelle  $I$ , von wo ab sich noch der sogenannte Blasehals mit der Düse am äussersten Ende anschliesst<sup>1)</sup>.

Bei den angegebenen Dimensionen des Flügels lieferte derselbe pro Minute 52,7 Cubikmeter Wind von einer Pressung, die durch eine Wassermanometerhöhe von 0,75 Meter (oder  $\frac{75}{1033}$ , d. i. circa  $\frac{1}{13}$  Atmosphären) gemessen wurde und wobei die Flügelwelle 1210 Umläufe, pro Minute machte, die dynamometrisch gemessene Betriebsarbeit  $28\frac{1}{2}$  Pferdekkräfte betrug, endlich beim Blasen zwei Düsen von 0,078 Meter Durchmesser in Anwendung gebracht wurden. Die aus Luftquantum und Manometerhöhe berechnete Arbeitsgrösse, dividirt durch die mittelst des Dynamometers gemessene Arbeit, oder das Güteverhältniss des Flügels stellte sich dabei zu 0,30 heraus<sup>2)</sup>.

Werner's vorher empfohlenes Buch: „Theorie der Turbinen, Kreiselpumpen und Ventilatoren“, S. 80 ff.

Eine grosse Zahl Schaufeln bei den Centrifugalgebläsen zu nehmen (doppelt soviel, als bei den Kreiselpumpen. Werner a. a. O. S. 117) ist jedenfalls vortheilhaft, da sonst leicht Wirbelungen im Luftstrome entstehen, welche den Effect beeinträchtigen.

1) Ueber die Anordnung dieser Theile beim Centrifugalgebläse, womit Rittinger die nachher notirten Versuche anstellte, sehe man S. 223 und 236 seines vorhergenannten Werkes.

2) Bezeichnet  $\gamma$  die Dichte oder das Gewicht der Cubikeinheit der Manometerflüssigkeit (also 1000 Kil. beim Wassermanometer und 13500 Kil. beim Quecksilbermanometer),  $Q$  das pro Secunde ausgeblasene Luftvolumen in Cubikmetern und  $h$  den Manometerstand in Metern, so erhält man die theoretische Arbeit =  $\mathfrak{A}$  pro Secunde zu:

$$\mathfrak{A} = \gamma Qh.$$

Bei dem gedachten Rittinger'schen Versuche war  $Q = \frac{52,7}{60}$ ,  $h = 0,75$  und für einen Wassermanometer  $\gamma = 1000$ :

$$\mathfrak{A} = 1000 \cdot \frac{52,7}{60} \cdot 0,75 = 658 \text{ mk.},$$

oder in Maschinenpferdekräften ausgedrückt:

$$\frac{658}{75} = 8,77.$$

Folglich, da die dynamometrische Messung 28,50 Pferdekkräfte als aufgewandte Arbeit ergab, das Güteverhältniss =  $g$ :

$$g = \frac{8,77}{28,50} = 0,30.$$

Mit Bezug auf die im Vorstehenden berechnete mechanische Arbeit, welche

Bei älteren Constructionen von Flügelgebläsen (und auch Saugern) hatte man sehr oft Ursache, sich über das höchst unangenehme Geräusch, meist ein oft unausstehliches Heulen, Brummen etc., zu beklagen, was bei deren Betriebe bemerkbar wurde. Bei der Londoner internationalen Industrieausstellung von 1851 producirte zuerst der Mechaniker Lloyd in London einen sogenannten geräuschlosen Flügel (noiseless fan), der damals viel Aufsehen verursachte<sup>1)</sup>.

Gegenwärtig darf bei richtig construirten Flügeln ein bemerkenswerthes Geräusch gar nicht vorkommen, indess wird es dem ungeachtet nicht überflüssig sein, auf einen geräuschlosen Flügel aufmerksam zu machen, der seiner Zeit von Lloyd in London für die Reparaturwerkstatt des Harburger Bahnhofes bezogen wurde. Der Verfasser besprach diesen Flügel in den unten<sup>2)</sup> notirten Mittheilungen des hannoverschen Gewerbe-Vereins. Derselbe arbeitet noch jetzt zur Zufriedenheit aller Betheiligten völlig geräuschlos. Fig. 539 ist dem citirten Aufsätze des Verfassers entnommen, welcher von nach Maasstab ausgeführten Zeichnungen begleitet ist.

Das vom festen Gehäuse  $m$  umschlossene Flügelrad  $a$  besteht aus zwei geneigten Scheiben, die nach dem äusseren Umfange hin entsprechend convergiren. Die bei  $nn$  und  $n'n'$  eintretende atmosphärische Luft hat längst ihrer Bewegung von  $n$  nach  $b$ , nach  $a$  und  $c$  hin überall keine scharfen Kanten zu passiren und verändert dabei ihre Richtung in sanften Uebergängen. Sodann wird die zufließende (bewegte) Luft nicht von den schnell umlaufenden Seitenkanten des Flügels abgeschnitten; die zwischen dem Gehäuse  $mm$  und den Flügelwänden in  $qq$  befindliche Luft verhält sich wie ein Medium, in welchem sich der Flügel ohne bemerkbare Störung bewegt etc. Ueberdies sind an den innersten Kanten der krummen Flügelwände verdickte Ringe  $d$  angebracht, die man nach dem Zusammenziehungsgesetze aus Oeffnungen strömender Flüssigkeitsstrahlen gehörig abgerundet hat und die ausserhalb an den Innenkanten

(theoretisch, d. h. ohne Beachtung aller mechanischen und hydraulischen Widerstände) erforderlich ist, um ein gegebenes Luftquantum mittelst eines Gebläses anzusaugen, zusammenzudrücken und fortzutreiben, dürfte es von Nutzen sein, eine von Rittinger (a. a. O. S. 64) und von v. Hauer (Hüttenwesen-Maschinen S. 13) entwickelte Formel zu notiren, welche recht praktisch genannt werden muss, wenn es sich um (angenäherte) Berechnung der pro Minute gelieferten Windmenge =  $Q_1$  in Cubikmetern unter der Voraussetzung handelt, dass  $d$  der Düsenmündungsdurchmesser ebenfalls in Metern und  $h$  die Wassermanometerhöhe ebenfalls in Metern ist. Diese Formel ist:

$$Q_1 = 5081 \cdot d^2 \sqrt{h}.$$

Für das vorbemerkte Rittinger'sche Beispiel ist  $h = 0,75$  und  $d = 0,078$ , daher

$$Q_1 = 5081 \cdot (0,078)^2 \cdot \sqrt{0,75},$$

d. i.  $Q_1 = 52,52$ .

Dieser Werth stimmt genau genug mit der Angabe von 52,70 Cubikmetern überein.

1) Reports by the Juries. London 1851, Pg. 175. Ferner Versuche des Generals Morin mit Lloyd'schen Ventilatoren (mit krummen Schaufeln), nach den Annales du Conservatoire von 1861, im 8. Bande (1862) von Bornemann's Civil-Ingenieur, S. 261.

2) Jahrgang 1860, S. 82, mit Abbildungen auf Tafel III. Fig. 22—25.

$n n'$  des festen Gehäuses  $m m$  so scharf anschliessen, dass zwar die Umdrehung des Flügels  $a$  noch ohne Reibung erfolgen kann, das Entweichen der Luft aber zwischen dem Flügelrade  $a$  und dem Mantel  $m$  fast unmöglich gemacht ist.

Der gedachte Harburger Flügel hat 11 Zoll engl. äusseren Durchmesser, läuft pro Minute 3000 Mal (völlig geräuschlos) um und versorgt 4 Schmiedefeuer-Düsen von  $1\frac{1}{8}$  Zoll Durchmesser mit hinlänglichem Winde. Dabei zeigt das vorhandene Wassermanometer 5 Zoll Ueberdruck.

Um mittelst Centrifugalgebläsen verhältnissmässig hohe Wind-  
 pression erzeugen zu können (Hochdruck-Ventilatoren zu schaffen)  
 ohne die Durchmesser und Umdrehzahlen der Flügel unverhältnissmässig gross machen zu müssen, hat man mehrfach versucht, mehrere dieser Flügel so miteinander zu vereinigen, wie dies bereits S. 706 bei den Centrifugalpumpen der Pariser Schmutzwässer (pompes centrifuges accouplées von Durand-Claye und Farcot)<sup>1)</sup> erörtert wurde.

Fig. 539.

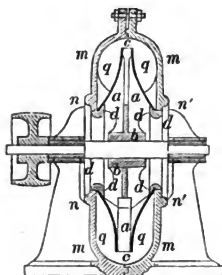
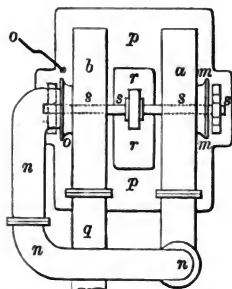


Fig. 540.



Zur Ventilation des Hauptgebäudes der Pariser internationalen Ausstellung von 1867 hatte der Mechaniker Perrigault in Rennes derartige „Doppel-Ventilatoren in Thätigkeit gesetzt, deren Anordnung aus unserer Fig. 540 erhellt<sup>2)</sup>.

Beide Ventilatoren  $a$  und  $b$  haben 0,60 Meter Durchmesser. Die Einströmungsöffnung  $m m$  im Centrum der ersten Trommel hat 0,26 Meter Durchmesser. Die Ausströmung am Umfange dieser Trommel steht durch eine gebogene Röhre  $n n$  mit der Einströmungsöffnung  $o o$  des zweiten Ventilatorgehäuses  $b$  in solcher Verbindung, dass von der im ersten Ventilator gewonnenen Pressung der Luft so wenig wie möglich verloren geht. Das Ausströmungsrohr des zweiten Ventilators ist in unserer Skizze mit  $q$  bezeichnet. Der Antrieb ge-

1) Annales des ponts et chaussées, 1873, Avril, Nr. 22, Pg. 291.

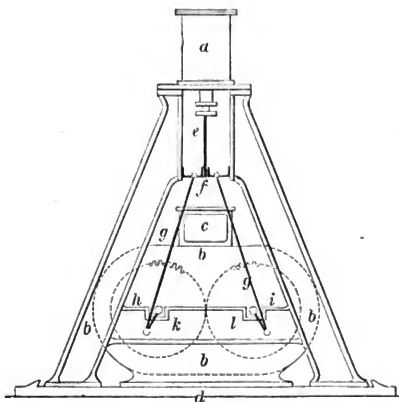
2) v. Rittinger, Kurze Mittheilungen über Berg- und Hüttenwesen-Maschinen etc. der Pariser Industrie-Ausstellung von 1867, S. 28, und österreichischer amtlicher Bericht über diese Ausstellung. Zweiter Band, Heft IV. S. 37.

schiebt für die auf derselben Welle *ss* befestigten Flügelräder durch eine Riemenscheibe *r*, die zwischen beiden angebracht ist. Das ganze Werk ist auf einer gusseisernen Platte *pp* befestigt.

Nach im Pariser Conservatoire des arts et métiers mit Perrigault'schen Ventilatoren angestellten Versuchen, ergeben sich Güteverhältnisse von 0,41 beziehungsweise 0,49, je nachdem mit diesen von 0,068 Meter oder 0,102 Meter Durchmesser gearbeitet, der Welle 1908 resp. 1622 Touren pro Minute gegeben wurden und je nachdem die Wassermanometer 0,735 Meter beziehungsweise 0,400 Meter Windpressung zeigten<sup>1)</sup>.

Um wenigstens eine Gattung von Blasesmaschinen mit rotirenden Kolben zu besprechen, wählen wir die jetzt beliebten Roots'schen und Behrens'schen Kapselräder S. 616, Fig. 456 bis mit Fig. 458, die auch als Bläser sehr belobt werden, wenn man nicht ganz geringe Windpressungen ohne eine sehr grosse Tourenzahl der betreffenden Welle erzeugen will.

Fig. 541.



Mit Bezug auf die soeben citirten Durchschnitsfiguren wird es hinreichen, auf nebenstehende Fig. 541 hinzuweisen<sup>2)</sup>, welche die Disposition eines durch Dampfmaschine *a* betriebenen Roots'schen in den Gehäusen *bb* eingeschlossenen Bläfers darstellt, wie solche von Thwaites & Carbutt in Bradford, welche das Roots'sche Patent für England besitzen, geliefert werden. Man erkennt leicht, dass es den Constructeuren um Aufhebung der Seitenpressungen zu thun gewesen

ist, welche bei Verwendung von nur einer Lenkstange und nur eines Krummzapfens statt hier zwei Lenkern *gg* und zweier Krummzapfen *hi*, vom gemeinsamen Kreuzkopfe *f* aus, nicht zu erreichen ist. Dass auf den Wellen der zusammengreifenden Stirnräder *k* und *l*, im Innern des Gehäuses *b*, die beiden Kolben Fig. 456 der Roots'schen Anordnung befestigt sind, bedarf wohl kaum der Bemerkung. Das Ansaugen frischer Luft erfolgt (durch eine gelochte Zinkplatte) von *c* aus, während die gepresste Luft von *d* ab nach dem betreffenden Schmelzorte etc. geleitet wird.

Unsere Quelle enthält (unvollständig) nur folgende Zahlenangaben des betreffenden Beispiels. Die 12pferdige Dampfmaschine mit einem Ueberdrucke

1) Oesterreichischer Ausstellungsbericht a. a. O. Heft IV. S. 37 und 38.

2) Engineering vom 17. Juli 1874, S. 54 und 56.

von 40 bis 50 Pfd. pro Quadratzoll arbeitend, hat 12 Zoll Kolbendurchmesser und 11 Zoll Hub. Diese treibt einen Roots'schen Bläser Nr. 5<sup>1)</sup> und zwar machen die beiden Gebläsekolben 250 bis 300 Umläufe pro Minute. Hervorgehoben wird, dass das ganze Maschinenwerk bei 300 Umläufen pro Minute der Gebläsekolben noch völlig ruhig (smoothly) arbeitet<sup>2)</sup>.

Zu bemerken dürfte noch sein, dass man die beiden Kolben *bc* und *bd* Fig. 456 in der Regel aus Lindenholz anfertigt, wobei man sie so construirt, dass sie sich in allen Punkten noch nicht so berühren, dass eine Reibung entsteht, vielmehr wird die Berührung erst durch Auftragen einer Composition aus Talg, Gips, Wachs und Graphit erzeugt, die nach sorgfältigem Auftragen sich sehr lange halten und die erforderliche Dichtung bewirken soll.

Bei dem in der hier unten stehenden Note 2 erwähnten Neuberger Gebläse (wahrscheinlich Nr. 1 des unten Note 1 mitgetheilten Preiscurantes) hat der betreffende Cupoloofen, für den dies Gebläse Wind liefert, 4 Stück Düsen von  $2\frac{1}{2}$  Zoll ( $26,34 \times 2\frac{1}{2} = 65,85$  Millimeter) Durchmesser und derselbe verbraucht bei einer Pressung von 14 bis 15 Linien (30,7 bis 33,0 Millimeter) Quecksilber-Manometer und kaltem Winde 1800 Cubikfuss pro Minute. Um diese Windmenge zu effectuiren, mussten die Kolben wenigstens 200 Touren pro Minute machen.

Nach Angaben in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure Bd. XV. (1871), S. 480, ist man in Westphalen mit den Leistungen der Roots'schen

1) Nach einem Berichte aus Bradford (wahrscheinlich von einem bei Thwaites & Carbott beschäftigten Deutschen) wird in Uhland's Prakt. Maschinen-Constructeur von 1870, S. 342 eine Orientirungstabelle über Roots'sche Bläser mitgetheilt, dem wir Folgendes entnehmen:

Größen-Nummer.	Beim Schmelzen des Eisens.		Beim Schmieden des Eisens.		Aeusere Dimension.						Gewicht. # (A112#)		
	Umdrehzahl pro Minute.	Tonnen des Metalls pro Stunde.	Anwendbar bei Cupoloöfen bei einem längeren Durchmesser	Anzahl der Schmelze Feuer.	Arbeitsbedarf in Pferdekraften.	Länge.		Breite.		Höhe.			
						Fuss.	Zoll.	Fuss.	Zoll.	Fuss.		Zoll.	
1	330	$2\frac{1}{2}$	24—30	15	2	1650	3	10	3	0	2	6	$8\frac{1}{2}$
2	400	3	24—30	20	$2\frac{1}{2}$	2000	4	8	3	0	2	6	$9\frac{1}{2}$
3	350	$4\frac{1}{2}$	30—36	35	4	3000	5	8	3	0	2	8	12
4	325	8	36—48	50	6	4550	6	8	4	0	3	4	18
5	320	12	46—60	70	8	6400	7	10	4	0	3	6	23

2) Eine gute Constructionszeichnung des Roots'schen Gebläses findet sich in den Rittinger'schen Erfahrungen, Jahrg. 1869, Taf. XIV. nebst Beschreibung etc. S. 14 des Textes. Dies Exemplar ist von Thwaites & Carbott für Neuberger in Steiermark bezogen und wird sehr gerühmt. Kolben wie Gehäusetheile sind hier mit einer dünnen Schicht eines Gemenges (einer Schmiere) von Unschlitt mit etwas Wachs überzogen.

Bläser (Ventilatoren) sehr zufrieden. Nach Angaben im Engineering (März 1871, S. 171), wobei Abbildungen dreier neben einander betriebenen Roots'schen Gebläse für das Dowlais Eisen- und Stahlwerk veröffentlicht werden, sind bereits mehr als 300 solcher Bläser, aus der Fabrik von Thwaites & Carbutt in Bradford, in den verschiedensten Theilen Englands im Betriebe, die überall zufriedenstellende Resultate liefern.

Richtige Construction und gute Ausführung scheint aber nothwendig, wenn man nicht, wie bei drei Exemplaren des Bochumer Gusstahlwerkes, ein nervenerschütterndes Geräusch zu hören bekommen will<sup>1)</sup>.

## §. 38.

**Zusatz,**

**betreffend einige besondere Apparate und Maschinenwerke zum Comprimiren der atmosphärischen Luft für Transmissions- und Arbeitszwecke<sup>2)</sup>.**

Bekanntlich soll Papin im Jahre 1685 zuerst die Idee ausgesprochen und deren Ausführung angegeben haben, Arbeitskräfte

1) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XV. (1871), S. 480.

2) Jahrbuch des k. k. polytechn. Instituts, Bd. 1 (1819), S. 160. (Besonders Papin's Idee betreffend.)

Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preussen. X. Jahrg. (1831), S. 84. (Die Prägmaschinen der Utrechter Münze durch comprimirt Luft betrieben.)

Description of a compressed air engine at Govan Colliery. Instit. of mech. engineers. Proceedings 1856, Pg. 145.

Rühlmann, Der Tunnel durch den Mont-Cenis. Zeitschrift des Hannoverischen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 7 (1861), S. 425. Bericht über den dortigen Tunnelbau überhaupt und speciell über die daselbst in Anwendung gebrachten Luftcompressions-Apparate.

Oppermann, Portefeuille économique des machines. Tome 18 (1863), Percement du Mont-Cenis, Pg. 3, Pl. 3—4. (Die ausführlichsten, dem Verfasser bekannt gewordenen Zeichnungen der betreffenden älteren Maschinen.)

Rueff, Les grandes industries et les travaux d'art moderne. Bruxelles, Leipzig et Livorne 1867, Pl. III.

Förderung mit Anwendung comprimirt Luft. Zeitschrift f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen. Bd. XIII. (1865). Beschreibung der ersten auf dem Continente und zwar auf der Grube Sars-Longchamps bei Charleroi aufgestellten Förderung mit Anwendung von comprimirt Luft. Hieraus (Notiz) in der Zeitschrift d. Vereins deutscher Ingenieure, Bd. 10 (1866), S. 689.

Siemens, Pneumatic dépêche système in Berlin. Engineering vom 29. Mai 1868, Pg. 521.

Pumping Money (die pneumatischen Maschinen der Londoner Münze). Engineering vom 17. Decbr. 1869, S. 400.



auf weite Entfernungen unter Zuziehungen in Röhren befindlicher atmosphärischer Luft fortzupflanzen. Leupold im zweiten Bande seines Werkes *Theat. mach. hydraulicarum* berichtet S. 99 hierüber und giebt Abbildungen auf Tafel XLV, wovon Fig. II insbesondere die Ueberschrift trägt: „Papin Invention das Wasser mit Eimern durch ein doppelt Saugwerk zu heben, dass das Betriebswasserrad weit vom Brunnen stehen kann“. Die von Papin an beiden entfernten Stationen angeordneten Luftpumpen sind Saugmaschinen, zwischen deren Kolben die atmosphärische Luft das Transmissionsmittel bildet. Ausführungen dieser Projecte scheinen wenigstens zur Zeit Leupold's (1725) nicht bekannt gewesen zu sein. Letzterer Schriftsteller bezeichnet die ganze Anordnung nur mit „sehr kostbar“ und „unsicher.“

Offenbar muss auch Höll's (S. 580 Fig. 410) besprochene Luftsäulenmaschine, sowie die Apparate von Darwin, Detrouville und Zarobine (S. 583) hierher gerechnet werden.

Das grossartigste, interessanteste und vielseitigste Beispiel von Luftcompressionsapparaten und Verwendung der gepressten Luft gleichzeitig zum Maschinenbetriebe und zur Ventilation (Erneuerung schlechter Luft durch frische atmosphärische) hat in jüngster Zeit die Durchbohrung des Mont Cenis (richtiger des Col de Frejus) zur Herstellung eines Eisenbahntunnels durch die cottischen Alpen, zwischen Modane (Fourneau) und Bardonnèche, geliefert<sup>1)</sup>. Der Verfasser konnte (im August 1860) den Bau dieses Tunnels studiren und sowohl in Bardonnèche (italienisches Tunnelende) wie in Modane (savoyisches Ende)

Haslach er, Die Anwendung comprimirt Luft zum Betriebe unterirdischer Maschinen zu Zwecken des Bergbaues. Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate. Bd. XVII. (1869), S. 1 ff.

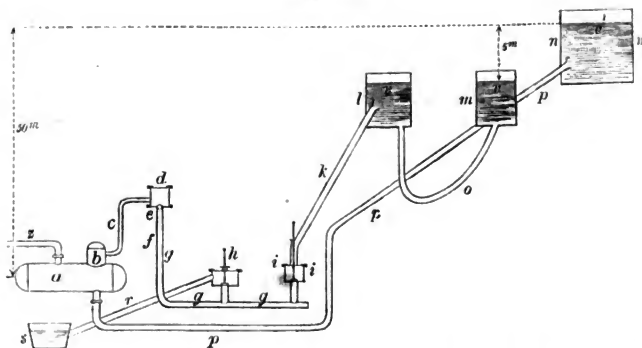
Kühn, Die durch comprimirt Luft betriebenen Gestein-Bohrmaschinen von Dubois und François. Protocoll der 78. Hauptversammlung des sächsischen Architekten- und Ingenieur-Vereins vom 1. Decbr. 1872, S. 74 ff.

1) Dieser 1857 begonnene und am 25. Decbr. 1870 vollendete Tunnel hat eine Länge von 12233 Meter (fast  $12\frac{1}{4}$  Kilometer oder beinah  $1\frac{2}{3}$  deutsche Meilen). Die Ansteigung der Tunnel-Eisenbahn ist von der italienischen Seite (Bardonnèche) aus bis zur Mitte sehr gering, nämlich  $\frac{1}{2036}$ ,

Seite (Modane-Fourneau) aus dagegen  $\frac{1}{45}$ . Man sehe u. A. zwei betreffende, vom Verfasser geschriebene Artikel: „Die Mont Cenis-Bahn“ im Hannoverschen Wochenblatte für Handel und Gewerbe, Jahrg. 1871, S. 321 und 357.

die Apparate und Maschinen zum Comprimiren der atmosphärischen Luft, sowie Zubehör mit eigenen Augen kennen lernen, und rechnet die dort verlebten Tage zu den schönsten seines Lebens, wo Natur und Technik in so gewaltigen Formen und Dimensionen dem Beobachter sich darboten. Indem der Verfasser auf seinen desfalligen Bericht verweist<sup>2)</sup>, geht er zur Sache, d. h. zum Besprechen der seiner Zeit vor dem italienischen Tunnelende (bei Bardonnèche) aufgestellten und thätigen Apparate und Maschinen, wozu folgende Fig. 542 Hülfe leisten wird.

Fig. 542.



In Wirklichkeit lagen seiner Zeit zehn solcher Apparate wie vorstehende Skizze erkennen lässt, neben einander.

Dabei ist *a* einer der zehn Luftbehälter (von je 1,6 Meter Durchmesser und 9 Meter Länge), von welchen ausschliesslich die bis zu 5 Atmosphären Ueberdruck comprimirte atmosphärische Luft in gusseisernen Röhren *z* der Arbeitsstelle im Innern des Tunnels zuströmte, um dort sowohl die bewegende Arbeit für die (Sommelier'schen) Bohrmaschinen, als die erforderliche frische Luft für die dort thätige Mannschaft zu liefern.

Das Comprimiren der Luft in den Gefässen *a* erfolgte durch Aufschlagwasser, was in Behältern *l* und *m* (hoch von den Alpen kommend) gesammelt wurde. Der Behälter *m* diente zum Speisen von *l*, in welchem letzteren Behälter Schützen zum Zulassen und Reguliren des in Röhren *k* von 0,62 Meter Durchmesser herabfliessenden Triebwassers angebracht waren.

Durch die Rechtecke *i* und *h* sind Ventile angedeutet, woran das bei *i* ein sogenanntes Cylinder-Schiebeventil, dagegen *h* ein Doppelsitzventil war. Ersteres diente dazu, den Weg von *k* nach *g* zu öffnen, oder abzusperren,

1) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. VII. (1861), S. 425.

letzteres bewirkte den Abfluss desjenigen Wassers, welches die ihm ursprünglich inwohnende mechanische Arbeit <sup>1)</sup> fast ganz zur Comprimirung von Luft in *a* verwandt hatte und weiter durch ein Rohr *r* einem Unterwassergraben *s* zugeführt wurde.

Der verticale Theil des Rohres *g* (von 4,05 Meter Höhe) bildet ein besonderes Luftsammelgefäß, welches nahe dem oberen Ende mit mehreren sich nach Innen öffnenden Klappen-Ventilen *f* versehen war. Auf der höchsten Stelle des Rohres (Mündung in das Gehäuse *d*) lag ein Kugelventil *e*. Das Gehäuse *d* stand durch das Rohr *c* mit einer Art Dom *b* und dadurch mit dem Windkessel *a* in Verbindung.

Damit die in *a* befindliche Luft ungeachtet des mit kleinen Unterbrechungen (wegen der Ventilwechsel) wirkenden Apparates, soviel als möglich immer dieselbe Spannung von 5 Atmosphären behielt, stand *a* durch ein Rohr *p* mit einem höher (als *vv*) liegenden Wasserbehälter *nn* in Verbindung, worin der Wasserspiegel, wenn der Apparat thätig war, fortwährend auf- und abstieg (oscillirte).

Noch vor Beginn der Arbeiten mit dem Aufschlagwasser in *l* comprimirt man durch das Wasser in *n* die Luft in *a* und konnte damit eine kleine Steuerungsmaschine (wie eine Balancier-Dampfmaschine construirte Wassersäulenmaschine) in Thätigkeit setzen<sup>2)</sup>. Hierdurch kamen die Ventile *i* und *h* sowohl von der Wirkung des Aufschlagwassers, als auch während der Zeit, wo dieses seine lebendige Kraft zur ferneren Luftcomprimirung verwendete, in eine solche Bewegung, dass ein abwechselndes Oeffnen und Schliessen erfolgte.

Das Spiel der Maschine war hiernach leicht erklärlich. Wurde das Einlassventil *i* geöffnet, stürzte das Aufschlagwasser von *l* aus durch die Röhre *k* nach *g*, trieb überall die atmosphärische Luft vor sich her, veranlasste dadurch das Schliessen der Klappen bei *f*, erhob das Kugelventil *e*, drang in den Windkessel und verdichtete die dort befindliche Luft.

Während letzteres geschah, hatte sich das Ventil *i* geschlossen, dagegen *h* geöffnet, so dass das in *gf* aufgestiegene Wasser bei *h* nach *r* entweichen und im Canale *s* abfließen konnte. Damit hatte sich aber das Kugelventil *e* geschlossen, dagegen die Klappen *f* geöffnet, so dass keine zusammengepresste Luft von *a* aus zurückfließen, wohl aber frische atmosphärische Luft durch die Klappen *f* in den oberen Theil des Rohres *g* treten konnte. Während des letzteren Vorganges hatte sich *i* wieder geöffnet, dagegen *h* geschlossen, frisches Aufschlagwasser war abermals von *g* nach *d* gedrungen, und zwang die

1) Nach Prof. Reuleaux' Formeln in dessen schätzbarem Aufsatz über die Durchbohrung des Mont Cenis in der Schweizerischen Polytechnischen Zeitschrift, Bd. 2 (1857), S. 163 berechnet sich die vortheilhafteste Spannung für die Luft in den Kesseln *a* bei einer wirksamen Wassersäule von 25 Meter zu 5,44 Atmosphären Ueberdruck. Man sehe über die Berechnung des Nutzeffects dieses Apparates auch die Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. X. (1864), S. 136.

2) Die Wassersäulenmaschine und übrigen Steuerungstheile sind speciell beschrieben und durch Abbildungen erläutert, sowohl von Oppermann (a. a. O.) als Rueff (a. a. O.).

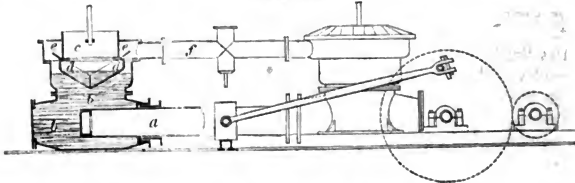
in *a* abgesperrte, schon zusammengedrückte Luft zur Aufnahme einer noch höheren Spannung.

Die mechanische Arbeit oder die lebendige Kraft, welche das bei jedem Spiele herabstürzende frische Wasser in sich trug, comprimirte unter allen Umständen die bereits in *a* angesammelte Luft immer mehr, nur wurde der Weg, um welche sie dabei verschoben wurde, in dem Maasse kleiner, je weiter man die Zusammendrückung trieb.

Schliesslich hatte die in *a* abgesperrte Luft eine solche Spannung erreicht, dass man genöthigt war, entweder ihr Abfluss durch das Rohr *z* zu gestatten, oder das Spiel der Maschine unterbrochen zu sehen. Liess man den Abfluss eintreten, gleichzeitig aber auch der Maschine ihr Spiel fortsetzen, so war auch der Zeitpunkt gekommen, den sogenannten Druckregulator (oder, wie man in Bardonnèche sagte), das Bassin manométrique in Thätigkeit zu setzen, d. h. die Verbindung zwischen dem bereits nach *a* gelangten Wasser mit dem Vorrathswasser in *n* durch eine Röhre *p* herzustellen.

Vor dem Tunnelende in Modane (richtiger Fourneau) fehlte das sehr hohe Wassergefälle von Bardonnèche, dagegen stand die für überschlägige Wasserräder passende colossale Wassermasse des Arc-Flusses zur Beaufschlagung zu Gebote. Deshalb wurden hier gewöhnliche Gebläsmaschinen zum Luftcomprimiren in Anwendung gebracht und zwar von der Anordnung, wie die Abbildung Fig 543 erkennen lässt <sup>1)</sup>.

Fig. 543.



Diese Maschinen gleichen im Allgemeinen den einfach wirkenden Pumpen mit Plungerkolben *a* von der Anordnung, dass *dd* zwei Saug- und *ee* zwei Steig- oder Druckventile sind.

Die frische atmosphärische Luft wird beim Rechtsgange des in Fig. 543 sichtbaren Kolbens *a* von *c* aus angesogen, durch die Ventile *d* getrieben, dagegen beim Linksgange des Kolbens wieder geschlossen, die Ventile *ee* geöffnet und die zusammengepresste Luft von *f* aus nach der betreffenden Betriebsstelle getrieben. Da auch hier die Comprimirung der Luft auf fünf Atmosphären Ueberdruck getrieben und ihr keine Zeit zur Temperaturengleichung gelassen werden konnte, so musste eine Abkühlung durch kaltes Wasser *bb* angeordnet werden, um das Erhitzen aller Theile zu verhüten, welches ohne die Wasserkühlung eintrat und das Erhalten von Schmier- und Dichtungsmittel ganz unmöglich machte.

Die abgesperrte Wassermenge *bb* macht die hin- und hergehende Bewe-

1) Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate. Bd. XVII. (1869), S. 5.

gung des Kolbens  $a$  durch Steigen und Fallen mit, wobei sich die Wassersäule den Ausströmungsventilen  $ee$  so weit nähert, dass der sonst bei Compressionspumpen (Gebläsen) vorhandene sogenannte schädliche Raum auf ein Minimum herabgezogen wird.

Zur Beschaffung von comprimirt Luft, um damit unterirdische Maschinen auf den königlichen Steinkohlengruben Sulzbach-Altenwald und Gerhard-Prinz Wilhelm bei Saarbrücken zu betreiben, hat man vorbemerkte Abkühlungsweise gleichfalls mit Erfolg in Anwendung gebracht, worüber namentlich Hasslacher in seiner werthvollen, bereits wiederholt citirten Arbeit „Die Anwendung comprimirt Luft bei Bergwerksbetrieben“ etc. <sup>1)</sup> ausführlich handelt, welcher Arbeit wir auch unsere Fig. 543 entlehnten.

Beim Gotthardt-Tunnelbaue beschafft man die Kühlung der betreffenden Luftcompressionspumpen auf anderem Wege, nämlich (nach Colladon) dadurch, dass man die betreffenden Kolben und Kolbenstangen hohl macht und in die dadurch gebotenen hohlen Räume das kalte Wasser einführt, völlig circuliren lässt, fortwährend warmes Wasser abführt und kaltes zuleitet. (Man sehe hierüber den Nachtrag am Ende dieses Bandes.)

Wäre die hoch gepresste Luft für einen Schmelzraum bestimmt, so dürfte dies (Colladon'sche) Verfahren von Vortheil sein, indem man dann sicher ist, nicht mit mehr oder weniger feuchtem Winde blasen zu müssen. Im bemerkten Falle aber, wo der Wind zum Bewegen der Bohrmaschinen und Ventilation des Arbeitsraumes (vor Ort) dient, dürfte es immer fraglich bleiben, ob die ältere Methode nicht dennoch besser ist, da etwas feuchte Luft beim Betriebe der Bohrmaschinen zur Abkühlung vielleicht von Nutzen und zugleich zum Einathmen weit gesünder ist, als völlig trockene atmosphärische Luft. Jedenfalls wird es gut sein, Erfahrungen abzuwarten, bevor man das Abkühlungsverfahren der italienischen Ingenieure (am Mont Cenis) gänzlich verwirft <sup>2)</sup>.

1) Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate. Bd. XVII. (1869), S. 1.

2) Um die Arbeit =  $\mathfrak{A}$  zu berechnen, welche erforderlich ist, um ein Volumen atmosphärischer Luft =  $Q$  so zusammendrücken, dass es statt der ursprünglichen Pressung =  $p$  pro Flächeneinheit (also von 10336 Kil. auf einen Quadratmeter) die grössere Pressung  $P$  annimmt, lässt sich die Gleichung benutzen:

$$\mathfrak{A} = \gamma Q \lgnt. \left( \frac{P}{p} \right),$$

worin  $\gamma$  die Dichtigkeit der Manometerfüllung bezeichnet. Ist ferner  $b$  der äussere Barometerstand und  $h$  der Stand des Manometers, so ist auch

$$\frac{P}{p} = \frac{b + h}{b}$$

und folglich

$$\mathfrak{A} = \gamma Q \lgnt. \frac{b + h}{b}.$$

Hieraus lässt sich als Annäherungsformel für sehr kleine Pressungsdifferenzen (für sehr geringe Manometerhöhen) ableiten:

## Die Saugmaschinen (Exhaustoren) der Gegenwart<sup>1)</sup>. (Wettersauger.)

### §. 39.

Es bedarf keiner besonderen Auseinandersetzung, dass alle in §. 37 besprochenen und erörterten Blasmaaschinen mit höchst geringer Abänderung als zu Saugmaschinen (als Exhaustoren, Wetterräder oder Ventilatoren, je nach dem Zwecke ihrer Verwendung) umgestaltet werden können. Selbst das Wassertrommelgebläse (S. 730 Fig. 529) lässt sich zum Saugen anordnen, sobald man die Fallröhre an der Stelle, wo sich die Schlucklöcher befinden, mit einem geeigneten Behälter umgiebt, in welchem die Röhre (die Wetterlutte) mündet, die man mit dem auszusaugenden Raume zu verbinden hat.

Am einfachsten erfolgt die Umgestaltung eines Bläasers zum Sauger beim sogenannten Glockengebläse, in letzterer Eigenschaft wohl auch „Harzer Wettersatz“ genannt, indem man, mit Bezug auf Fig. 532, nur im Deckel *EH* des auf- und absteigenden

$$\mathfrak{A} = \gamma Q h,$$

also die bereits S. 747, Note 2 benutzte Formel.

Hat man endlich bei bedeutenden Spannungsdifferenzen den Einfluss der Wärme auf grosse Dichtungsveränderungen zu beachten, so muss man mit nachstehendem Ausdrucke rechnen:

$$\mathfrak{A} = \frac{k}{k-1} \left\{ \left( \frac{P}{p} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right\} p Q,$$

wo  $k = 1,42$  (das Verhältniss der specifischen Wärme der atmosphärischen Luft bei gleichem Drucke zu der bei gleichem Volumen bezeichnet). Die Ableitung dieser Formeln giebt recht einfach Weisbach in seiner Ingenieur-Mechanik, Bd. 1, §. 439 und Bd. 2, §. 348, endlich Bd. 3, §. 415.

1) Literatur: Ponson, *Traité de l'exploitation des mines de Houille*. Tome second. Liège 1853. Section V. Aérage mécanique, Pg. 117—218.

v. Hauer, *Die Ventilationsmaschinen der Bergwerke*. Leipzig 1870.

Lottner-Serlo, *Leitfaden zur Bergbaukunde*. Berlin 1873, 2. Band, S. 242: „Die Wettermaschinen.“

Letzteres Werk ist ganz besonders für das erste Studium der Wetterführung oder Wetterlösung (Versorgung der Gruben mit frischer, atmosphärischer Luft) zu empfehlen. Der Bearbeiter der 2. Auflage, Herr Bergrath Serlo, behandelt nach einander den natürlichen und künstlichen Wetterwechsel zu welchem letzteren Abschnitte speciell die Wettermaschinen gehören.

Kastens oder der Glocke ein sich nach aussen öffnendes Ventil anzubringen nöthig hat, wodurch zugleich die Abführungsröhre *NO* wegfällt. Man kann aber auch die verdorbene Luft durch das eine Rohr (*ML*) ansaugen und durch das zweite Rohr (*NO*) wegblasen.

In grösstem Maassstabe scheint man in neuerer Zeit die Glockenmaschine (Machine pneumatique à cloche plongeantes) zur Ventilation (als Wettermaschine) auf der Steinkohlengrube zu Marihay bei Seraing unweit Lüttich) in Anwendung gebracht zu haben <sup>1)</sup>. Hier hat jede der vorhandenen zwei Blechglocken 3,66 Meter inneren Durchmesser und 2,60 Meter Höhe. Nach in unserer Quelle erörterten Versuchen saugt man mittelst dieses (durch Dampfmaschine betriebenen) Werkes pro Secunde nicht weniger als 5,428 Cubikmeter (191,70 Cubikfuss engl.) also 325,68 Cubikmeter (11502 Cubikfuss pro Minute) schlechte Luft aus den Gruben, wobei das Wassermanometer 3,41 Centimeter Höhe (circa  $\frac{1}{300}$  Atmosphären) Ueberdruck zeigte. Die nützlich verrichtete mechanische Arbeit berechnet sich dabei zu 2,47 Pferdekräften, während die Betriebsdampfmaschine 6,20 Pferdekräfte übertrug, so dass sich der Wirkungsgrad allerdings nur zu  $\frac{247}{620} = 0,397$  herausstellt.

Eine Kolbenmaschine für gleiche Zwecke von nicht minder colossalen Dimensionen zur Ventilation der Steinkohlengrube Hoffnung (Espérance) bei Seraing beschreibt ebenfalls Ponson in dem unten citirten Werke, wieder unter Beifügung schöner Abbildungen, wovon Fig. 544 eine Skizze ist <sup>2)</sup>.

Der Durchmesser eines jeden der einfach wirkenden Cylinder beträgt 3,40 Meter, bei einem Kolbenhube von 1,90 bis 1,60 Meter, je nach der Geschwindigkeit der Betriebsdampfmaschine *a*. Im Boden eines jeden Saugcylinders befinden sich 20 grosse trapezförmige nicht ausbalancirte Klappen *kl* und *p q*. Die Maschine machte seiner Zeit in der Minute 9,4 bis 14,5 Kolbenspiele und sog durchschnittlich pro Secunde etwa 8 Kubikmeter schlechte Luft, wobei die Wassermanometer der Cylinder 140 Millimeter Depression und 62 Millimeter Compression bei 14,5 Kolbenspielen, dagegen nur 77 Millimeter Depression und 42 Millimeter Compression bei der geringsten Spielzahl von 9,40 pro Minute zeigten <sup>3)</sup>.

Die wirklich nützliche Leistung stellte sich bei sorgfältigen Versuchen nur

1) Ponson, Traité de l'exploitation des mines de Houille. Tome second, Pg. 133, Pl. XX.

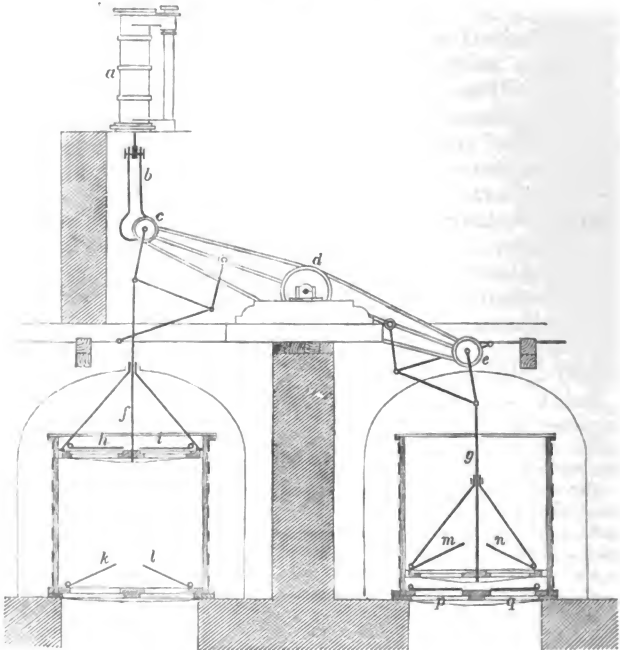
2) A. a. O. Pl. XIX.

3) Die Mechanismen zur Uebertragung der Bewegung von der Dampfmaschine *a* zum Balancier *cde* und weiter auf die Kolbenstangen *f* und *q* bedürfen wohl keiner Erörterung.

zu 23 Procent heraus. Man schreibt diesen schlechten Effect besonders auf Rechnung der nicht ausbalancirten Klappen<sup>1)</sup>.

Letztbemerktcs schlechtes Güteverhältniss der Kolbenmaschinen soll Ursache gewesen sein, dass sie in Belgien durch andere Saugmaschinen fast ganz verdrängt wurden, bis ein System Mahaus auftrat, wobei die Kolben horizontal

Fig. 544.



gelagert sind, die Ventilklappen sich pendelförmig bewegen etc., die Betriebsdampfmaschine mit ebenfalls horizontal gelagerten Cylindern zwischen den beiden Cylindern angebracht ist etc.

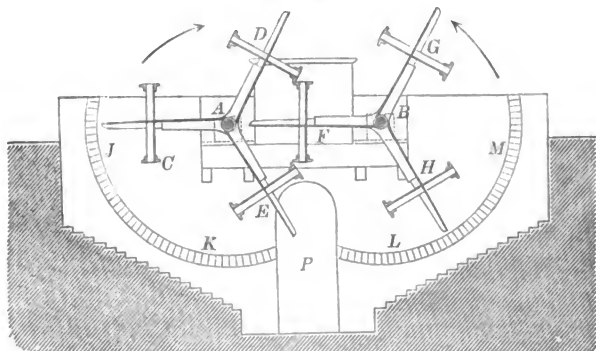
1) Man sehe über diese Maschine auch Lottner-Serlo, Leitfaden zur Bergbaukunde. 2. Bd, S. 246. Die Summen der Depressions- und Compressions-Manometerstände (beziehungsweise beim Auf- und Niedergange der ebenfalls mit Klappenventilen *hi* und *mn* ausgestatteten Kolben, also 202 und beziehungsweise 119 Millimeter) kann hier als Maass der verrichteten Arbeit dienen.



Das Güteverhältniss soll hier mehr als das Doppelte der vorigen Maschine, nämlich 0,65 betragen<sup>1)</sup>.

Zu den Saugmaschinen, womit man in Belgien die Cylindermaschinen von Marihaye zu ersetzen bemüht war, gehört das Wetterrad oder der Saugventilator von Fabry, der sich in der Fig. 545 skizzirt vorfindet.

Fig. 545.



Man erkennt sofort, dass derselbe nichts anderes als eine modificirte „Pappenheimiana“ S. 573 Fig. 398 ist, die eben sowohl saugend als pressend wirken kann. Bei der Saugwirkung muss die Drehung der Flügel um die Achsen *A* und *B* einander zugekehrt, also so gerichtet sein, wie es die beiden Pfeile bezeichnen.

Jedes der beiden Räder hat drei Arme, welche grosse Schaufeln tragen und mit Querarmen, wie *F*, *E*, *C*, *D*, *G* und *H* versehen sind, deren epicykloidale Enden, wie die Zähne zweier Zahnräder, in einander greifen<sup>2)</sup>. Diese Räder hängen in Trögen *IK* und *LM*, welchen mittelst des Canales *P* die schlechte Luft zugeführt wird.

Nach Burat<sup>3)</sup> soll man den Radius der Räder 1,70 Meter ihrer Weite (rechtwinklig zur Bildfläche von Fig. 544) zu 2 bis 3 Meter und die Betriebsdampfmaschine zu 12 bis 18 Pferdekräften nehmen. Der Wirkungsgrad des Sagers, in Bezug auf die Dampfmaschinenarbeit, wird zu 0,52 bis 0,58 angegeben<sup>4)</sup>.

1) v. Hauer, Die Ventilationsmaschinen, S. 11, mit Abbildungen auf Tafel I.

2) Mit der Auffindung der entsprechenden Zahnformen haben sich mehrere Fachmänner beschäftigt, unter denen der Verfasser namentlich Weisbach (Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 1114 ff.) zum Studium empfehlen möchte. Nächst dem ist auch auf Ponson (a. a. O. Tome II. Pag. 188 ff.) zu verweisen, endlich auch auf Lottner-Serlo (a. a. O. Bd. 2, S. 270 ff.).

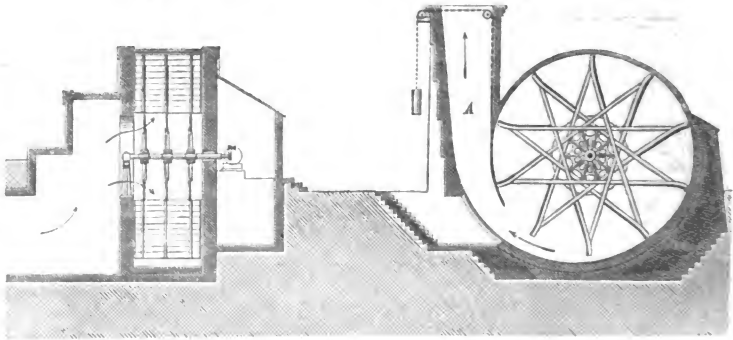
3) Lottner-Serlo (a. a. O. S. 271).

4) Ponson (a. a. O. Tome second, Pg. 203).

Die zur Zeit beliebteste Saugmaschine zur Wetterlosung in Bergwerken ist der in Fig 546 und 547 skizzirte Ventilator des belgischen Ingenieurs Guibal

Fig. 546.

Fig. 547.



zu Mons. Unsere Skizzen sind einem (für praktische Zwecke) vortrefflich geschriebenen Artikel der unten notirten englischen Quelle entnommen<sup>1)</sup> und zwar beziehen sich die Abbildungen auf ein Exemplar dieses Ventilators, was in England für die Steinkohlengrube Thrislington (Ferryhill) 1869 in Gang gebracht wurde und gewaltige Dimensionen hat. Der Flügelraddurchmesser beträgt nicht weniger als 36 Fuss englisch oder fast 11 Meter (genauer 10,98 Meter) bei 12 Fuss (3,66 Meter) Breite. Zum Betriebe dient eine Dampfmaschine mit horizontalliegendem Cylinder von 30 Zoll Durchmesser und mit ebenfalls 30 Zoll Kolbenhub, wobei hervorgehoben werden muss, dass jede Transmission entbehrlich gemacht ist, indem man alle Anordnungen der Dimensionen so bemessen hat, dass die Dampfmaschinenarbeit direct auf den Krummzapfen übertragen wird, den unsere Abbildung Fig. 546 erkennen lässt.

So weit bis jetzt Versuche mit diesem Ventilator an der bezeichneten Stelle unternommen werden konnten, sog derselbe pro Minute ungefähr 80000 Cubikfuss (2264 Cubikmeter) schlechte Luft, wenn das Flügelrad 70 Umläufe in derselben Zeit machte und der Depressions-Manometerstand  $4\frac{1}{2}$  Zoll (114,30 Millimeter) Wassersäule betrug<sup>2)</sup>. Das Güteverhältniss des Ventilators zur Betriebsdampfmaschine wird zu 0,64 angegeben.

In das grosse Lob des Guibal'schen Ventilators stimmen jetzt alle dem Verfasser bekannt gewordenen Urtheile überein<sup>3)</sup>.

1) Institution of mechanical engineers. Proceedings 1869, Pg. 133 unter der Ueberschrift: „On the various systems of ventilation of mines.“

2) Bei 54 Umläufen pro Minute betrug die Depression (inlet) des Wassermanometers 2,60 Zoll, bei 80 Umläufen aber 6,25 Zoll.

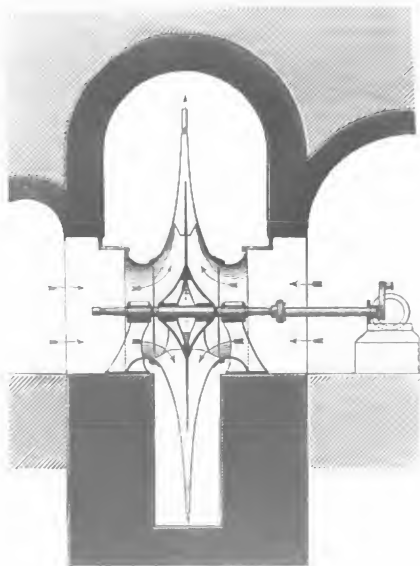
3) Die reichhaltigste Zusammenstellung giebt Serlo in dem 2. Bande des Leitfadens zur Bergbaukunde, S. 264.

Wie ausgedehnt der Gebrauch dieser Ventilatoren als Sauger zur Wetterführung zur Zeit ist, lehren besonders die beiden unten notirten Berichterstatte<sup>1)</sup>. Speciell giebt Serlo an, dass zur Zeit im Betriebe stehen sollen 69 in Belgien, 58 in Frankreich, 100 in England, 28 in Deutschland etc.

Nach letzteren Thatsachen könnten wir für unsere Zwecke und nach Auf- führung vortrefflicher Literatur (namentlich bei Serlo-Lottner und bei v. Hauer) hiermit schliessen, machten es nicht besondere Umstände wünschens- werth, mindestens noch zweier Ventilatoren zu gedenken.

Der eine ist der zur Wetterlosung als Bläser wirkende Centrifugalven- tilator der englischen Steinkohlengrube zu Frammwellgate, den Cochrane in Newcastle in seinem vortrefflich geschriebenen, vorher citirten Aufsatz<sup>2)</sup> über die verschiedenen Systeme der Ventilation der Bergwerke, ebenfalls be- spricht.

Fig. 548.



1) Serlo, Amtlicher Bericht der deutschen Centralcommission f. d. Wiener Weltausstellung. 1874, Bd. 1, S. 45, und das Freiburger Jahrbuch f. d. Berg- und Hüttenmann. 1872, S. 111.

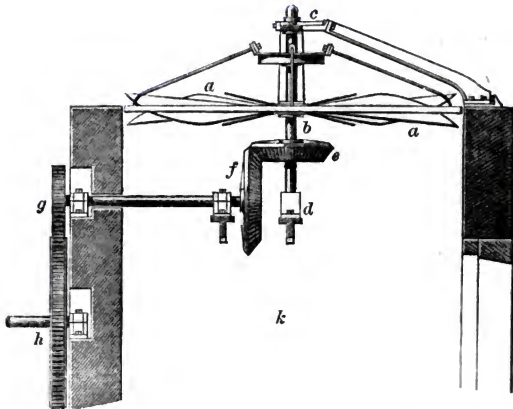
2) Institution of mechanical engineers. Proceedings 1869, Pg. 142.

Dieser Ventilator hat das Eigenthümliche, dass er nebst seiner Betriebsdampfmaschine unterirdisch aufgestellt ist.

Der Durchmesser dieses vortrefflich construirten Flügels (Fig. 548) beträgt nicht weniger als 22 Fuss englisch. Bei 102 Umläufen pro Minute soll diese Maschine 35000 Cubikfuss Luft liefern bei einem Wassermanometerstande von 2,15 Zoll. Das Güteverhältniss in Bezug auf die Betriebsdampfmaschine soll 0,40 betragen. Noch andere Centrifugalventilatoren zur Wetterloosung englischer Steinkohlengruben beschreibt und erläutert unsere Quelle, von denen wir nur noch einen des Pelton-Kohlenwerkes (von Waddle construiert) anführen wollen<sup>1)</sup>, der nicht weniger als 31½ Fuss englisch (9,55 Meter) Durchmesser hat.

Der zweite und letzte hier überhaupt zu besprechende Ventilator soll das Windflügelrad Fig. 549 sein, wie solches u. A. von Lesoinne auf der Grube

Fig. 549.



Grand Bac bei Lüttich in den 50er Jahren zur Wetterloosung aufgestellt wurde<sup>2)</sup> und wahrscheinlich noch im Betriebe ist.

Das Rad *aa* ist ganz nach Art der Windräder (Bd. 1, S. 380 Fig. 237 und 238) angeordnet, nur dass hier die in *c* und *d* gehörig gelagerte Betriebswelle *b* vertical steht.

Der Betrieb erfolgt, in unserem speciellen Falle, durch eine Dampfmaschine mit vertical stehendem Cylinder, die ihre Bewegung unter Einschaltung der beiden Zahnradvorgelege *hg* und *fe* auf das Windrad überträgt.

Natürgemäss sind diese Ventilatoren nur bei sehr schwachen Windpressungen (5 bis 13 Millimeter Depression Wassermanometer) anwendbar, in welchen Fällen sie mit 25 bis 26 Procent Nutzeffect arbeiten sollen. Bei 2,6 bis 2,7

<sup>1)</sup> Institution of mechanical engineers. Proceedings 1869, Pg. 142, Pl. 30 u. 31.

<sup>2)</sup> Ponson a. a. O. Tome second, Pg. 180, Pl. XXI. Fig. 1—5.

Meter Durchmesser und 6 bis 10 Flügeln soll man damit 7,50 bis 9,0 Cubikmeter Luft pro Secunde ansaugen können <sup>1)</sup>.

Recht vortheilhaft lassen sich die Windräder zur mechanischen Ventilation öffentlicher Gebäude, wie Krankenhäuser, Gefängnisse etc. verwenden, worüber sich Erfahrungsergebnisse in den unten citirten Quellen finden <sup>2)</sup>.

Zwei Lesoinne'sche Windradventilatoren stehen, nach v. Hauer <sup>3)</sup>, am Antoniussschachte zu Witkowitz in Böhmen im Betriebe.

Eine empfehlenswerthe, zu Dimensions- und Effectberechnungen brauchbare Theorie der Windradventilatoren hat Weisbach in seiner Ingenieur-Mechanik Bd. 3, §. 448 geliefert und dort einen Wirkungsgrad von 0,46 ermittelt, allerdings ohne Rücksicht auf Zapfenreibungen und andere äussere Nebenhindernisse.

## Nachträge zu S. 754,

die Verwendung von Luftcompressionsmaschinen bei Tunnelbauten und zu bergmännischen Arbeiten betreffend.

Nach Absendung des Manuscriptes an die verehrliche Verlagsbuchhandlung wurde dem Verfasser Gelegenheit geboten, vom amtlichen Rapport Trimestriel Nr. 5 über den Fortschritt der Arbeiten am Gotthardt-Tunnel Einsicht nehmen, sowie das Blei- und Zink-Bergwerk der Werlauer Gewerkschaft bei St. Goar am Rhein besichtigen zu können. Beide Wahrnehmungen umfassen so viel Bemerkenswerthes, dass folgende Notizen hier nachgetragen werden müssen. Ausführlicheres hierüber enthalten zwei betreffende, vom Verfasser geschriebene Artikel in Nr. 36 (5. September) und Nr. 38 (19. September) des diesjährigen hannoverschen Wochenblattes für Handel und Gewerbe.

I. Mont Cenis-Tunnel. Der vorher citirte Rapport enthält S. 11 unter der Ueberschrift: „Les béliers ou compresseurs à colonne d'eau“ die geschichtliche Bemerkung, dass die im gegenwärtigen Bande der Maschinenlehre Seite 754 besprochenen und Fig. 542 abgebildeten Luftcompressionsmaschinen (hydraulische Widder genannt) bereits 1863 durch einfachwirkende, aber paarweis gekuppelte Compressionsmaschinen (von der in Fig. 543 skizzirten Anordnung) ersetzt wurden, welche, unter sonst gleichen Umständen, mehr als dreimal soviel Luft als die Widder lieferten und mindestens  $\frac{1}{3}$  weniger als letztere kosteten <sup>4)</sup>. Die Pumpen, sogenannte „nasse Luftpumpen,“ wurden S. 756 hinlänglich besprochen.

1) Lottner-Serlo, a. a. O. Bd. 2, S. 268.

2) Heizungs- und Ventilationseinrichtungen der neuen Hebammen-Lehranstalt in Hannover. Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 10, 1864, S. 297 (van Hecke-Haag'sche Flügel-Ventilation). Ferner die Ventilation in der Landes-Irrenanstalt zu Göttingen. Ebendasselbst Bd. 13, 1867, S. 345. (Ueberall mit Abbildungen begleitet.)

3) Die Ventilationsmaschinen der Bergwerke, S. 58.

4) Den betreffenden Literaturangaben Seite 752 ist ebenfalls folgende Arbeit nachzutragen: „Neue Tunnel-Bauten.“ Separat-Ausgabe aus dem Jahrbuche der

II. Motoren und Luftcompressionsmaschinen in Airolo. Diese von der Firma Escher, Wyss & Co. in Zürich entworfene und ausgeführte Anlage besteht aus vier Tangentialturbinen, deren jeder der Tremolabach pro Secunde 160 Liter Aufschlagwasser bei 165 Meter Gefälle zuführt. Die Turbinen haben 1,20 Meter äusseren Durchmesser und machen pro Minute 390 Umläufe. Jede derselben treibt ein System von drei gekuppelten Luftcompressionsmaschinen mit horizontalliegenden Cylindern von 0,46 Meter Durchmesser und von 0,45 Meter Kolbenhub. Zwischen den verticalen Turbinenwellen und den horizontalen Krummzapfenwellen der Luftmaschinen hat man ein Kegel-Zahnradpaar von 152 und 35 Zähnen eingeschaltet, so dass letztere Wellen  $\frac{35}{152} \cdot 390$ , d. i. circa 90 Umläufe pro Minute machen und die Luft-

pumpenkolben sich mit einer Geschwindigkeit von  $\frac{2 \cdot 0,45 \cdot 90}{60} = 1,35$  Met. pro Secunde bewegen. Das durch drei Luftpumpen einer Maschinengruppe pro Minute angesaugte Luftvolumen wird in unserer Quelle zu 36210 Liter angegeben. Durch das Zusammendrücken bis auf 8 Atmosphären Gesamtdruck oder auf 7 Atmosphären Ueberdruck wird dasselbe auf  $4526\frac{1}{4}$  Liter reducirt. Die erforderliche Abkühlung wird, wie schon S. 757 erwähnt, dadurch erreicht, dass man sowohl die Wände und Deckel der Compressionscylinder, als auch die Kolben und deren Stangen hohl machte und durch die betreffenden Räume continüirlich kaltes Wasser strömen lässt.

III. Motoren und Luftcompressionsmaschinen in Göschenen. Hier wurden die betreffenden Maschinen von der Maschinenfabrik B. Roy & Co. in Vevey construirt und ausgeführt. Die Motoren sind sogenannte Girard-Turbinen (S. 653, Fig. 475 und 476 abgebildet) oder Schwammkrug-Poncelet-Räder mit horizontaler Achse. Das erforderliche Aufschlagwasser liefert die Reuss und zwar circa 300 Liter pro Secunde bei einem Gefälle von 85 Meter. Die Turbinen haben 2,40 Meter äusseren Durchmesser und machen pro Minute 160 Umläufe.

Die Luftcompressionspumpen, im Allgemeinen denen von Airolo gleich, haben Plungerkolben von 0,420 Meter Durchmesser und von 0,650 Meter Hub. Ihre Bewegung erfolgt von den verlängerten horizontalliegenden Turbinenwellen aus unter Einschaltung von Zahnradvorgelegen, welche die Umdrehzahlen der Turbinen auf die Hälfte herabziehen, so dass die dreiwarzigen Krummzapfenwellen, an welche die Lenker der drei horizontalgelagerten (trocknen) Luftpumpen greifen, nur 80 Umläufe pro Minute machen. Hiernach bewegen sich diese Luftpumpenkolben mit einer Geschwindigkeit von  $\frac{2 \cdot 0,65 \cdot 80}{60} = 1,73$  Meter pro Secunde.

Von jeder der drei Luftpumpengruppen werden pro Minute 42024 Liter atmosphärischer Luft angesogen und diese auf 5253 Liter reducirt, welches letztere Volumen demnach eine Pressung von 7 Atmosphären Ueberdruck besitzt. Die (schönen) Zeichnungen unserer Quelle stellen drei Systeme von Turbinen und Luftpumpen (überhaupt 9 Luftpumpen) dar und lassen überdies erkennen, dass für ein viertes (gleiches) System bereits der

erforderliche Raum gelassen ist und die sonst hierzu erforderlichen Dispositionen getroffen sind.

IV. Motoren und Luftcompressionsmaschinen des Bergwerkes der Werlauer Gewerkschaft bei St. Goar. Sämmtliche Maschinen sind hier vom Herrn Civilingenieur Kley in Bonn entworfen und von der Kölner Maschinenbau-Gesellschaft ausgeführt. Zur Zeit wird der Motor der hier vorhandenen Luftcompressionsmaschine (eine trockne Luftpumpe) von einer (etwa 14pferdigen) Dampfmaschine gebildet, die mit Expansion und Condensation und mit einer Dampfspannung von 6 Atmosphären (im Kessel) arbeitet. An der betreffenden Schwungradwelle, welche 48 Umläufe pro Minute macht, befindet sich gleichzeitig der Krummzapfen der Luftcompressionsmaschine, deren gleichfalls horizontalliegender Cylinder 0,250 Meter Durchmesser hat, während der Hub des Kolbens 0,940 Meter beträgt. Ein- und Ausströmungsventile werden hier durch runde Kupferscheiben gebildet<sup>1)</sup>, die zwar etwas Geräusch verursachen, indess sich weit besser halten, wie Leder-scheiben, auf welche die unvermeidliche Erhitzung der Luft höchst nachtheilig einwirkt. Bei 48 Touren liefert die doppelwirkende Luftpumpe pro Minute 1,28 Kubikmeter Luft von 2 Atmosphären Ueberdruck, wobei der Kolben mit der Geschwindigkeit von  $\frac{2 \cdot 0,94 \cdot 48}{60} = 1,504$  Meter pro Secunde arbeitet.

Eine Abkühlung der allerdings sehr erhitzten Cylinder findet nicht statt und zwar ohne irgend welche Nachtheile.

Die gesammte comprimirte Luft wird in zwei grossen, über den vorge-nannten Maschinen (hoch oben) gelagerten dampfkesselartigen Behältern (Regulatoren) gesammelt, deren Gesammtinhalt 19 Cubikmeter beträgt.

Die Luft beider Behälter wird in eisernen Röhren auf Entfernungen von über 1000 Meter und in Tiefen bis zu 50 Metern fortgeleitet, wobei vielfache Richtungsveränderungen stattfinden müssen, um die an ganz verschiedenen Orten (unter Tage) aufgestellten Arbeitsmaschinen zu treiben. Letztere bestehen aus einer Fördermaschine für Erze, aus einem Lufthassel und einer Wasserpumpe, welche letztere pro Minute circa 330 Kil. Wasser auf 54 Meter Höhe fördert<sup>2)</sup>.

Als etwas ganz Eigenthümliches sind hier die an den betreffenden Stellen vorhandenen „Maschinen zur Aufnahme der gepressten Luft zu bezeichnen. Diese sind ganz dem zweicylindrigen Woolf'schen Dampfmaschinensysteme nachgebildet, d. h. es besteht jede derselben aus zwei Cylindern, wovon der kleinere zur unmittelbaren Aufnahme der gepressten atmosphärischen Luft dient, während in dem grossen Cylinder die aus dem kleinen abströmende Luft als Motor tritt.

1) Abgebildet und beschrieben in Sachs' Abhandlung: „Ueber Gesteins-bohrmaschinen im Allgemeinen und speciell über deren Anwendung beim Streckenbetrieb auf der Galmei-Grube Altenberg bei Aachen.“ Aachen 1865.

2) Ueber diese verschiedenen Arbeitsmaschinen wird ausführlich im Hanno-verschen Wochenblatte für Handel und Gewerbe, Jahrgang 1874, S. 314 ff. berichtet.

## Verzeichniss bemerkter Druckfehler und Berichtigungen.

- Seite 3, Note 3, Zeile 3 von unten ist 1,1527 statt 1,2527 zu setzen.
- 6, Zeile 11 von oben ist die dortige Jahreszahl in 1777 umzuändern.
  - 15, Zeile 9 von unten ist Fig. 1 und 2 statt Fig. 15, 2 zu lesen.
  - 25 muss es am Ende des Verses der Odyssee „Meerfluth“ und nicht Meeresfluth heissen.
  - 66, Zeile 16 v. o. ist Fig. 35 statt 41 und Fig. 36 statt 42 zu setzen.
  - 66, Zeile 17 v. o. ist Fig. 37 u. 38 statt Fig. 43 u. 44 zu setzen.
  - 76, Zeile 14 v. u. ist noch eine Arbeit des Göttinger Professors Albert Euler über Bewegung der Schiffe durch Ruderräder, Reactionsröhren und Schraube zu erwähnen, welche sich in den Memoiren der Berliner Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1764, S. 277 ff. abgedruckt findet.
  - 87, Zeile 22 von oben ist 130 Seemeilen statt 120 zu schreiben.
  - 220, Zeile 5 v. o. ist Note 3 statt Note 2 zu setzen.
  - 282, Zeile 21 v. o. muss es  $\frac{5}{8}$  Zoll statt  $\frac{3}{8}$  Zoll heissen.
  - 315, Zeile 17 v. u. ist „Brechstangen“ durch „Hebebäume“ zu ersetzen.
  - 340, Note 3. Eine neuere Erfahrung über „Verkürzung der Seile bei Nässe“ wird mitgetheilt in der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins f. d. Königreich Hannover, Jahrgang 1865, Bd. 11, S. 492.
  - 370, Zeile 17 v. o. ist Fig. 323 in Fig. 223 umzuändern.
  - 384, Zeile 8 v. u. muss es  $\frac{D_1}{D} < K^2$  heissen.
  - 400, Zeile 12 v. u. ist „rundlaufenden“ statt „schraubenförmigen“ und ebenso
  - 401, Zeile 22 v. u. „rundlaufenden“ statt „spiralförmigen“ zu setzen.
  - 405, Zeile 20 v. o. Die Buchstaben *ee* fehlen in Fig. 273. Mit ihnen sollen die beiden Kreise markirt werden, welche mit dem Kreise *h* (in der Mitte) in Berührung stehen.
  - 493, Zeile 17 v. o. ist „Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins“ statt „Ebendasselbst“ zu lesen.
  - 544 in der Note 1 (Literatur) ist aus Versehen „Ewbank's“ geschichtliches, 1856 in New-York erschienenes Werk ungenannt geblieben, welches betitelt ist: „A descriptive and historical account of hydraulic and other machines for raising water“ etc
  - 591, Note 3 ist noch auf eine betreffende Arbeit Caligny's aufmerksam zu machen, die sich in Lionville's „Journal de mathématiques“, Febr. 1867, abgedruckt vorfindet.
  - 601 in der Note 2 muss es heissen: Vol. XIV. Pg. 113 und in der nächst folgenden Zeile Pg. 277 statt Pg. 276.
  - 746 Note 2 ist eine Arbeit von Laclonge nachzutragen, welche sich in den Annales du Conservatoire, T. VIII. p. 71 und 161 abgedruckt findet und betitelt ist: „Recherches théoriques et expérimental sur le ventilateur à force centrifuge.“









1911 1 2 1911

