





S. 1305. B. 29

Abhandlungen

der

physikalischen Klasse

der

K. v. Th. Gressel

Königlich-Preussischen

Akademie der Wissenschaften

aus

den Jahren 1804 — 1811.

Mit einer Karte.



B e r l i n

in der Realschul-Buchhandlung.

1 8 1 5.

Abhandlungen

physikalischer Natur

Königlich-Preussische

Academie der Wissenschaften

Mit einer Vorrede

in der Preussischen Akademie der Wissenschaften

1781

I n h a l t.

1. C. L. Willdenow über das brasilianische Gewächs *PHILOPHORA TESTICULARIS* S. 1
 2. S. F. Hermbstädt Versuche und Beobachtungen über die Erzeugung der *Essigsäure* — 11
 3. Desselben chemische Zergliederung des *Spargels* — 21
 4. Desselben Untersuchung über die *Milch der Kühe* — 28
 5. Illiger Ueberblick der *Säugethiere* nach ihrer Vertheilung über die Welttheile — 39
 6. v. Buch über die Verbreitung großer Alpengeschiebe (mit einer dazu gehörigen Karte) — 161
-

1. Die Untersuchung der ...
2. Die Untersuchung der ...
3. Die Untersuchung der ...
4. Die Untersuchung der ...
5. Die Untersuchung der ...

Nähere Bestimmung

eines

brasilianischen Gewächses,

Pilophora Testicularis genannt.

Von Herrn CARL LUDWIG WILLDENOW *).

Unererschöpflich ist die Natur in Mannigfaltigkeit der Formen. Neue Gestalten, die die lebhafteste Phantasie kaum auszumahlen wagt, werden uns durch die fortschreitenden Entdeckungen bekannt. Formen, die einzeln von allen abgesondert zu stehn scheinen, werden im Laufe der Entdeckungen mit andern in Verbindung gebracht, mit denen wir sie nie vereinigt haben würden. Am reichsten, am mannigfaltigsten, und eben daher auch fast unerschöpflich, ist die Natur in den Tropen-Ländern. Alles ist mehr ausgebildet, mehr gedehnt und zur Riesengröße erhoben, statt im rauhen Norden oder Süden alles sich zusammendrängt und verkürzt. Die Natur hat hier einen größern Maßstab gehabt, nach dem sie Thiere und Pflanzen erzeugte. Aber nebenher finden wir in den Tropischen Gegenden und den nahe liegenden Ländern auch seltsame und abenteuerliche Gestalten, an deren Existenz wir ohne Ueberzeugung sicher zweifeln würden. Wunderbar schienen die ersten Nachrichten der Reisenden, die in Zeylon eine Pflanze sahn, welche mit trinkbarem Wasser gefüllte Becher trug, oder die im südlichen Carolina von einer nach Fliegen haschenden Pflanze sprachen, oder ein Gewächs in Cochinchina anführen, das an der Decke des Zimmers ohne Erde, ohne Wasser fortläuft, und Jahr aus Jahr ein den Bewohner desselben durch Wohlgeruch der Blüten erfreut; oder die Nachrichten derer, die von einer am Vorgebirge der guten Hoffnung wachsenden Pflanze reden, welche Strümpfe, Mützen und Handschuhe trägt; und doch hat die Erfahrung diese Wunder gelöst und die Nachrichten bestätigt.

*) Vorgelesen den 8. Mai 1806.

Eben so war lange Zeit in den Naturalien-Sammlungen eine Mütze, aus feinen netzförmigen Fasern artig verwebt, bekannt, welche ein in Brasilien wachsender Baum hervorbringen sollte, die man aber eher für ein Produkt der Kunst als der Natur zu halten geneigt war. Der Ritter von Jacquin hat neuerdings im Jahre 1801 in seinen *Fragmentis botanicis* p. 32. t. 35. fig. B. G. und t. 36. uns näheres Licht über diesen mützenförmigen Körper zu geben gesucht, und der Pflanze, die ihn hervorbringt, den Namen *Pilophora Testicularis* gegeben; aber es war ihm nur dieser mützenförmige Theil, und die Frucht selbst unvollständig bekannt. Man sieht in fast allen Naturalien-sammlungen diese Mütze und die dazu gehörige Nuss, aber noch hat uns niemand eine vollständige Beschreibung der Blüthe gegeben, so daß dieses Gewächs sich gar nicht botanisch klassificiren läßt. Der mützenförmige Körper desselben wird aus Brasilien und aus Demerari in Guyana gebracht, in den andern Theilen des holländischen Guyana findet sich die Pflanze nicht, auch hat man sie nicht im französischen Antheil dieses Landes gefunden, sonst würde ihrer unstreitig Auhlet gedacht haben, oder Richard, der nach ihm dort war, hätte uns eine Beschreibung davon gegeben. Eben so wenig hat der Herr Kammerherr v. Humboldt auf seiner für die Erweiterung der Naturkunde in jeder Hinsicht so ergiebigen Reise, diese Pflanze im spanischen Guyana getroffen, und sah sie auch nicht in den übrigen von ihm besuchten Ländern des südlichen Amerika. Durch die Güte des Herrn Graf v. Hoffmannsegg, der auf eigene Kosten Leute in Brasilien, um Naturalien aller Art zu sammeln, unterhält, erhielt ich eine vollständige Blüthe dieses Gewächses, wodurch ich in Stand gesetzt werde, die Gattung der *Pilophora* nach den Grundsätzen des Studiums genauer zu bestimmen und eines der wundervollsten Gewächse ausführlicher zu beschreiben. Mein Blütenstraufs wurde in der Provinz Para in Brasilien gesammelt. Es scheint als wenn dieses Gewächs nicht weit verbreitet wäre, vielleicht daß der Boden, den es liebt, nicht häufig in den warmen Strichen dieses Theils von Amerika zu treffen ist. In Brasilien wächst es in thonigtem schlüpfri-gem Sumpfboden, und vermuthlich ist er zu Demerari von ähnlicher Beschaffenheit. Eine jede dieser Pflanzen trägt reichliche Früchte, die durch die Flüsse und das Meer weit fortgetrieben werden. Man sollte daher vermuthen, daß ein Gewächs, was so häufig seine Früchte in die weite Welt umherschickt, längst in allen Theilen der heißen Zone verbreitet wäre. Jacquin versichert, daß an den Ufern der Caraïbischen Inseln durch das

Meer die Frucht sehr häufig ausgeworfen würde, aber immer durch das Meerwasser verdorben wäre. Merkwürdig ist es, daß von den Küsten des südlichen Amerika bis nach Westindien diese Früchte treiben, was offenbar einen Meeresstrom von dorthier anzudeuten scheint, der vermuthlich in der Gegend des Amazonenflusses seinen Ursprung nimmt. Wäre in den der Provinz Para benachbarten Gegenden der Boden von gleicher Beschaffenheit, so würde dieses seltsame Gewächs sich gewiß auch dort fortgepflanzt haben, was aber nicht geschahn ist. Mehrere Gewächse unsers Erdballs sind eben so enge auf einzelne Flecke eingeschränkt und haben sich nicht weiter verbreiten können, wie z. B. *Silene chlorantha* in der Mark-Brandenburg, *Dionaea Muscipula* in Carolina, *Origanum Tournefortii* auf der Insel Amorges, mehrere Orchideen und Erica Arten auf einzelnen kleinen Flecken des Vorgebirges der guten Hoffnung, *Myristica moschata* auf den Molukken, und sehr viele andere Pflanzen, deren Aufzählung der Raum nicht gestattet; und forschen wir nach der Ursache dieser geringen Verbreitung, so ist keine andere als die der Verschiedenheit des Bodens oder der Lage des Orts anzugeben, auch bestätigt die Erfahrung das Gesagte, da diese Pflanzen bei der Cultur die größte Sorgfalt in Mischung des Bodens verlangen und ohne diese leicht eingehn. Jeder Boden nährt seine eigenthümlichen Gewächse und unter diesen sind viele von der Beschaffenheit, daß sie keine andere Erde vertragen können; mehrere hingegen sind nicht so eigensinnig, und es werden daher zuweilen große Strecken Landes von ihnen besetzt. Zu den erstern gehört gewiß auch die *Pilophora*, und sollte sie irgend ein botanischer europäischer Garten in der Folge erhalten, so würde gewiß die größte Aufmerksamkeit in der Mischung der Erde, welche sie verlangt, um sie länger zu erhalten, erfordert werden.

Der Ritter v. Jacquin hat sich alle Mühe gegeben, bei den ältern Botanikern, die über die Pflanzen des südlichen Amerika geschrieben haben, Nachrichten von seiner *Pilophora* aufzufinden; aber alles was jene Männer uns über dieses Gewächs melden, ist zu wenig befriedigend, als daß wir nach dem jetzigen Zustand der Wissenschaft es gebrauchen könnten. Es scheint mir nicht ganz überflüssig zu seyn, hier wenigstens das Merkwürdigste, was jene Männer uns berichten, anzuführen.

Piso und Marcgrave, die beide von den Pflanzen Brasiliens schreiben, erwähnen durchaus die *Pilophora* nicht. v. Laet sagt nur, daß er von jemandem aus den dem Amazonenfluß nahe gelegenen Ländern eine

sonderbare Frucht erhalten habe, die er mit wenigen Worten deutlich beschreibt, und welche auf die Frucht der *Pilophora* genau zutrifft, aber von den Blättern der Pflanze sey ihm nichts bekannt. Valmont de Bomare in seinem grossen Werke 14ten Band p. 298 sagt: *Tourloury* ist eine Pflanze, die in Guyana von Oyapor bis an die Mündung des Amazonenflusses, also vom 5ten Grade nördlicher Breite bis unter den Aequator wächst; sie ist von rohrartiger Beschaffenheit, nur sind ihre Blätter viel stärker. Die Blätter sind 10 bis 12 Fufs lang, auch trifft man einige von 15 bis 16 Fufs. In der Mitte haben sie eine starke Mittelrippe; und ihr Blästiel scheint aus der Wurzel zu kommen. Sie sind 3 bis 4 Fufs breit, so dafs drei Menschen sich unter einem Blatte gegen den Regen beschützen können. Die Indianer verbinden sie mit den Stengeln der Lianen oder Schlingpflanzen; nachdem sie die Blattschubstanz von der Mittelrippe getrennt haben. Sie schneiden sie zu der Absicht in Stücke von der Breite eines halben Fusses, und befestigen sie schichtweise übereinander, so dafs sich das Ganze wie ein Stück Wachstuch aufrollen läst. Sie brauchen sie, um ihre Ajoupa, welches eine Art leichter Hütten ist, zu decken, und schützen sich dadurch gegen die heftigen Regengüsse, welche in jenen Gegenden zuweilen zu fallen pflegen, und nicht durchzudringen im Stande sind. Aus dem Mittelpunkte dieser Pflanze entspringt ein 2 bis 3 Fufs hoher Stengel, der einen grossen Büschel harter Früchte trägt, von denen jede die Gröfse eines Hünereies hat. Dieser Fruchtbüschel ist mit einer fast vier Linien starken Rinde bedeckt, die die Früchte einschliesst und die Gestalt eines Huts hat, der mit einer langen Spitze versehen ist. Diese Rinde fällt ab, wenn die Frucht eine bedeutende Gröfse erlangt hat; sie ist Anfangs fleischig, jedoch verfault der fleischige Theil und läst blofs die Fasern zurück. Die Indianer sammeln sie und brauchen sie um ihren Kopf damit zu bedecken, oder verkaufen sie auch an Liebhaber von Naturseltenheiten. Bomare hat seine Nachrichten aus des Herrn von Prefontaine Werk *Maisons rustiques de Cayenne*, welches zu Paris 1763 herausgekommen ist, genommen, wo eben dasselbe gesagt wird. Dieses ist alles, was man bisher über dieses sonderbare Gewächs bei den Schriftstellern findet, was aber nicht hinreicht, und mit Gewifsheit über die Gattung und Beschaffenheit der Pflanze einrichtiges Urtheil zu fällen.

In der Provinz Para wird dieses Gewächs *Obussa* genannt: mir sind davon nur ein vollständiger Blumenstrauß, einzelne Scheiden und Nüsse zu Gesicht gekommen; von den Blättern selbst weifs ich nur das, was ich

oben aus den angeführten Quellen geschöpft habe, indessen reicht dieses doch vollkommen hin, die Pflanze gehörig zu classificiren.

An der Spitze eines zwei bis drei Fufs langen aus der Wurzel entspringenden Stengels zeigt sich eine drei Fufs vier Zoll lange mit einer Spitze versehene Scheide, welche ein mützenförmiges Ansehn hat, überall geschlossen ist, und an der Basis mit dem Stengel selbst verwächst. Diese Scheide scheint mir aber wenigstens von der Zeit der Blüthe an netzförmig zu seyn, und ich glaube, daß die Angabe des Bomare, sie sey fleischig und werde durch die Fäulniß erst faserig, bloße Vermuthung ist. Die netzförmigen Fasern der Scheide sind, wenn sie sich entwickelt, dicht an einander gelegen und machen eine Masse aus; durch die weitere Entwicklung trennen sich nach und nach die Fasern, wodurch die netzförmige Gestalt erzeugt wird. Die Scheide selbst ist schon zur Zeit der Blüthe abgestorben, wie dieses auch an mehreren Liljengewächsen zu bemerken ist, deren Schelden, wenn die Blume sich entfaltet, gänzlich abgewelkt sind. Wäre eine fleischige Haut über der Scheide ausgebreitet gewesen, die nachher abfällt, so würden sich noch Spuren davon vorfinden, von denen aber keine anzutreffen ist; vielmehr sieht man da, wo das netzförmige Gewebe noch nicht sichtbar ist, durch Vergrößerungen, daß die Fasern hier schon eben so gestaltet, aber noch zusammenhängend sind. Diese Scheide bleibt nun während der Zeit der Blüthe völlig geschlossen und wird nur dann erst an ihrer Basis losgerissen, wenn die Früchte sich auszudehnen anfangen und nicht mehr in dem engen Raum Platz finden. Ihre festen Fasern erlauben nicht, daß sie sich der Länge nach wie andere Scheiden spaltet, sie reißt daher unten ab und wird nach und nach durch die Ausdehnung der Früchte nach oben geschoben. Aus der Ursache behält sie ihr mützenförmiges Ansehn, und kann nachher von den Indianern zur Bedeckung des Kopfs gebraucht werden.

Die Blüthe aller Palmen, wenn wir die Gattungen *Zamia* und *Cycas* ausnehmen, die nicht als eigentliche wahre Palmen anzusehen sind, ist mit einer eben so großen, mehr oder weniger lederartigen, öfter auch dornigen Scheide, bedeckt, die sich aber entweder der Länge nach theilt und als eine einblättrige Scheide zur Seite gebogen wird, oder sich in der Mitte theilt und zwei blattförmige Scheiden, bisweilen auch mehrere, bildet. Eben dieses sehen wir auch bei den meisten Liliengewächsen. Hier wäre also eine große Abweichung von der gewöhnlichen Form, die die Natur

bei ähnlichen Blütenanlagen gewählt hat. Die Blumen der Gewächse finden wir allezeit frei ohne alle Bedeckung, damit Wind und Insekten den Blütenstaub zum weiblichen Zeugungsorgane bringen können, und die künftige Frucht erzeugt werde. Wir kennen bis dahin nur die Gattung der Feige (*Ficus*), welche in einem fleischigen Behältnisse ihre kleine Blüten verschließt, aber doch an der Spitze desselben eine schwache Oeffnung läßt, damit der zarte geflügelte *Cynips* durch sie den Weg zur weiblichen Blüthe, vom süßen Geruch angelockt, finde. Hier ist aber ein Beispiel ohne Gleichen, alle Blumen sind verdeckt, und schwerlich möchte ein Insekt zu ihnen gelangen können, oder die kleinen Räume zwischen Fasernetzen möchten hinreichen, dem schlanken Körper eines zarten Insekts den Durchgang zu gestatten. Bei dem verhüllten Blüten der *Pilophora* läßt es sich nicht denken, daß ihre Blumen männlich und weiblich auf verschiedenen Stämmen wären; wir können nur, ohne sie gesehen zu haben, annehmen, daß sie entweder Zwitterblumen trägt, oder die männlichen und weiblichen Blumen in einer Scheide verschlossen enthält. Das letztere hat die Erfahrung mir bestätigt.

Die Scheide schließt einen rispenförmigen einfach ästigen Kolben (*Spadix*) ein, der dicht mit Blüten besetzt ist. Die Aeste sind einen Fuß und etwas darüber lang, die obern haben nur die Länge eines halben Fußes, sie stehn zu zweien beisammen, sind dicht angedrückt und machen sämtlich eine Pyramide aus.

Die männlichen Blumen bedecken von der Spitze bis beinah zur Basis die Aeste, sie sind dicht aneinander gedrängt. Ihr Kelch ist becherförmig bleibend, einblättrig und am Rand etwas bogigt, fast wie angenagt. Jeder Kelch steht dichte bei dem andern und ist an seiner Basis von einem lanzettförmigen Nebenblatte (*bractea*) unterstützt, was länger als er selbst ist. Die Blumenkrone ist einblättrig. Die Blumenblätter sind länglicht, stumpf, außerhalb convex, innerhalb concav, lederartig, dicht geschlossen, im Kelche festsetzend und fallen bei der leisesten Erschütterung ab. Sechzehn längliche kleine Staubbeutel sitzen auf kurzen fadenförmigen Staubfäden, die an einem in dem Mittelpunkte hervorragenden Körper angeheftet sind. Zwei, drei bis vier weibliche Blumen sitzen an der Basis jedes Astes des Kolben, jede von ihnen in einer besondern Höhlung von der nebenstehenden um einen Viertel-Zoll entfernt, die obere stößt dicht an die

männlichen Blumen, und zwischen der darauf folgenden sind noch einzeln einige männliche Blüthen eingemengt. Der Kelch ist dreiblättrig, die Blüthen lederartig bleibend, rundlich, länglich, viermal kürzer als der Fruchtknoten, an der Spitze unregelmäßig eingerissen. Die Blumenkrone ist dreiblättrig, die Blumenblätter länglich, spitzig, dick, lederartig und abfallend. Der Fruchtknoten ist rundlich - eiförmig, oberhalb befindlich, anfangs glatt, nach dem Verblühen würfelförmig aufgerissen. Der Griffel ist pyramidalisch - pfriemförmig. Die Narbe ist eine Furche, welche längs dem Griffel sich erstreckt.

Die Frucht ist eine Steinfrucht, von länglicher eigenthümlicher Gestalt, welche mit unregelmäßigen drei, vier oder fünfeckigen pyramidalischen Erhabenheiten besetzt ist. Die äußere Schale ist korkartig, feinzellig, an vier Linien dick, innerhalb wird sie mit einer doppelten Schale überzogen, von der die der äußeren nahe liegende netzartig, die innere aber von der Stärke der Schale eines Hühnereyes, hornartig, brüchig und glatt ist, die auch zugleich eine Scheidewand durch die Frucht zieht. Sie enthält zwei kugelförmige Nüsse von der Größe einer großen Wallnuss, die außerhalb vollkommen glatt sind. Die Schale dieser Nuss ist kaum eine Linie stark und hat eine Doppel-Narbe (*Hilum*), nämlich eine flache und eine danebenstehende grubenförmig vertiefte. Sie enthält einen festen kugelförmigen Kern, der innerhalb ganz hohl ist und zur Seite den Keim in länglicher Gestalt liegen hat.

Hiernach würde die Pflanze in die 21ste Klasse und achte Ordnung (*Monoecia Monadelphica*) gehören und müßte zwischen den Gattungen *Nipa* und *Myrianthus* eingeschaltet werden. In der botanischen Kunstsprache ist ihre Beschreibung folgende:

Spatha monophylla conica ovalis apice acuminata reticulata, durante anthesi arcte clausa, maturescente fructu tandem basi dehiscens.

SPADIX paniculatus pyramidalis, ramis simplicibus geminatis arcte floribus masculis obsitus, basi floribus 2, 3, A femineis instructis.

FLORES MASCULI.

CALYX Perianthium monophyllum persistens urceolatum margine erosum, bractea lanceolata calyce longiore basi suffulium.

COROLLA tetrapetala clausa caduca, petalis oblongis obtusis concavis coriaceis.

STAMINA Filamenta 16 brevissima filiformia connata corpori centrali inserta.

— *Antherae oblongae parvae.*

FLORES FEMINEI.

CALYX Perianthium triphyllum persistens, foliolis coriaceis subrotundo-oblongis apice inciso-laceris.

COROLLA tripetala coriacea caduca, petalis oblongis acutiusculis.

PISTILLUM Germen subrotundo-ovatum laeve post florescentiam tessellato-rimosum Stylus pyramidato-subulatus Stigma sulcus longitudinalis.

PERICARPIUM Drupa subrotundo-didyma muricata cortice triplici obducta, exteriore crassiore spongioso, intermedio reticulato, interiore fragili corneo. Nucleus binae, quandoque unica, subrotundae, basi foramine unico impresso instructae, fragiles.

SEMEN Nucleus globosus interne cavus embryo oblongo laterali.

Der wesentliche Charakter würde seyn:

Spatha universalis conica acuminata reticulata evalvis clausa.

FLORES MASCULI: Calyx urceolatus. Corolla tetrapetala. Antherae 16.

FLORES FEMINEI: Calyx triphyllus. Corolla tripetala. Stylus pyramidatus, Stigma sulcus lateralis. Drupa sicca disperma muricata.

Die Abbildung der Scheide und äußern Gestalt der Frucht ist im Jacquinischen Werke ganz vortrefflich; so daß man sich eine deutliche Vorstellung davon machen kann. Er vergleicht die Gestalt der Frucht mit einer horizontal liegenden Achse, zuweilen sieht man aber auch Früchte, die vollkommen kugelförmig sind und nur eine Nuss haben. Ueberhaupt ergibt sich aus der Untersuchung der Blüthentheile und der Früchte, daß dieses sonderbare Gewächs sich nicht zu einer der bis dahin bestimmten natürlichen Familien bringen läßt. Der Gestalt der Scheide und des Kolbens nach, sollte man die Pflanze für eine Palmen-Art halten, womit auch die weibliche Blume und der hohle Kern der Frucht übereinstimmen, aber ganz weicht davon die männliche Blume und die Blattform der Pflanze ab. Die männliche Blume stimmt mit keiner Palmen-Gattung überein, weil bei den meisten eine dreifache Abtheilung der Blüthen sich vorfindet und die äußere

äußere Form der Pflanze und Blätter hat mit den Bananengewächsen, besonders mit den Pisangähnlichen, wie mit *Musa* und *Heliconia*, viele Uebereinstimmung. Es steht daher dieses Gewächs, was sich mit seinen weitausgebreiteten Pisangblättern und seiner mützenförmigen Scheide in der Mitte ganz sonderbar gruppiren muß, gerade zwischen den Palmen und Bananen, und würde bei natürlicher Klassification zu den Palmenähnlichen Gewächsen zu zählen seyn. Die Befruchtung dieser Pflanze wird durch die immer geschlossene Scheide nicht, wie man meinen sollte, verhindert, vielmehr sogar befördert. Da die Aeste des Kolbens gedrängt voll männlicher Blüten sind, und die Blumenkrone durch die leiseste Erschütterung abfällt, so wird aus allen Blüten eine große Menge von Blütenstaub verstreut, die nothwendig auf zwei bis vier an der Basis jedes Astes befindliche weibliche Blumen fallen und sie befruchten muß. Die geschlossene Scheide erlaubt nicht, daß der Blütenstaub sich zerstreuen kann, sie hält ihn mehr zusammen und befördert dadurch die Befruchtung selbst. Von den Insekten, die sonst in den meisten Blumen das Begattungsgeschäft verrichten, kann man hier, da ihnen der Weg gänzlich abgeschnitten ist, nichts erwarten.

Ich kann diese Abhandlung nicht schliessen, ohne noch etwas über die äußerst merkwürdige Construction des Samens zu sagen. Dieser ist innerhalb mit einer großen weiten Höle versehen, und der Keim der künftigen Pflanze liegt in der Nähe der Narbe in der festen Substanz des Samens selbst. Diese weite Hölung deutet offenbar auf eine große Verwandtschaft mit den Palmen. Die Kokosnuß und die Arten dieser Gattung haben sie eben so groß als unsere *Pitophora*; bei den andern Palmen sind die Hölungen um vieles kleiner, zuweilen ganz unbedeutend, daß man sie mit Mühe wahrnimmt. In der Hölung des Samenkerns findet sich bei den Palmen eine Flüssigkeit, die bei der Kokosnuß milchartig ist, und getrunken werden kann; bei andern Palmen ist sie mehr oder weniger wässrig. Sie verdirbt schnell, geht mehr oder weniger in eine saure Gährung über, greift den jungen Keim an und zerstört die Keimkraft des Samens; bei noch länger aufbewahrtem Samen vertrocknet sie gänzlich und dann ist der Same nicht mehr aufzukeimen fähig. Daher muß man die Samen aller Palmen gleich nach ihrer Reife säen und kann nur gekeimte junge Pflänzchen, nicht aber Samen nach Europa bringen, die keimfähig wären. Nur die

Gattungen *Phoenix*, *Zanica* und *Cycas* machen eine Ausnahme, weil sie die Flüssigkeit nicht enthalten, und deshalb länger ohne Schaden aufzubewahren sind. Dieser Samen enthält auch eine Flüssigkeit, die aber, wenn er zu uns gebracht wird, längst verdunstet ist. Eben diese Flüssigkeit giebt auch Gelegenheit, dafs er auf dem Meere von den Wellen fortgetrieben leichter verdirbt und der übrige Theil des Kerns schnell verfault; aus dieser Ursache sahe Jacquin die an dem westindischen Gestade angetriebnen Früchte stets hohl ohne Samenanlage. Uebrigens ist die Frucht selbst ohne Gebrauch und nur ein kleines Säugthier, die *Cavia Agouti*, nährt sich davon.

Versuche und Beobachtungen
über
die Erzeugung der Efsigsäure.

VON HERRN SIGISM. FRIEDRICH HERBSTÄDT *).

Ueber die Erzeugung der Efsigsäure sind in neuern Zeiten so vielfältige zum Theil auf Thatsachen gestützte Meinungen an's Licht getreten, daß man glauben sollte, ein so weitläufig bearbeiteter Gegenstand müßte endlich auf den höchsten Grad der Gewisheit gebracht worden seyn.

Dieses ist indessen keinesweges der Fall; es herrschen vielmehr Widersprüche in den Vorstellungen der Chemiker über den genannten Gegenstand, die sich nicht mit einander vertragen, und es stehen ihnen Thatsachen entgegen, die man bisher nicht gehörig gewürdigt hat. Dieses gab mir Veranlassung, die Erzeugung der Efsigsäure einer neuen Untersuchung zu unterwerfen, deren Resultate ich der Akademie in gegenwärtiger Abhandlung mitzutheilen die Ehre habe.

Es ist hier weder der Ort noch meine Absicht, mich über die Geschichte der Meinungen von der Erzeugung der Efsigsäure weitläufig auszulassen, ich begnüge mich vielmehr nur im Allgemeinen zu bemerken, daß Becher (in seiner *Physica subterranea* 1669) zuerst die Wärme als ein Efsig-bildendes Princip ansah, weil es ihm gelang, den Wein in Efsig umzuändern, wenn er solchen in hermetisch verschlossenen Gefäßen anhaltend über dem Feuer digeriren ließ. Homberg bewies im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts, daß man Wein in Efsig überführen könne, wenn man damit gefüllte Flaschen an den Flügel einer Windmühle befestiget, einer dreitägigen Bewegung unterwerfe. Beide Chemiker haben aber nicht

*) Vorgelesen den 14. Juli 1808.

angegeben; ob die gebrauchten Flaschen vollkommen mit Wein, oder zum Theil auch mit Luft gefüllet waren, und es bleibt daher noch unentschieden, ob und welchen Antheil die mitwirkende Luft auf die Efsigbildung gehabt haben könne. Becher (a. a. O.) war auch der erste, welcher den Satz aufstellte, daß die Anwesenheit des Alkohols im Weine als ein nothwendiges Mittel zu dessen Uebergang in Efsig angesehen werden müsse: denn er bemerkte, daß Wein, den man durch gelindes Kochen in offenen Gefäßen, vom inhärirenden Alkohol befreyet hatte, nun weit schwerer in Efsig überging als vorher, und eben so bemerkte Cartheuser, daß ein Zusatz des Alkohols die Acetification des Weines in einem hohen Grade befördere.

Bis dahin hatte man also die Mitwirkung der Luft bei der Efsigbildung gar nicht beachtet, bis endlich der Abt Rozier zuerst den Satz aufstellte, daß ihr Zutritt unumgänglich nothwendig sey, wenn der Wein in Efsig übergehen solle.

Erst seit der Zeit, daß man das Daseyn des Sauerstoffes in dem Dunstkreise kennen lernte; und als Lavoisier bewies, daß solcher durch Zusammentreten mit sauerfähigen Substraten unter gehörigen quantitativen Verhältnissen allemal Säure produziere, wurde über die Theorie der Efsigbildung ein neues Licht verbreitet; und es hat seit dieser Zeit kein Chemiker geleugnet, daß der Sauerstoff bei der Essigsäure eine eben so wichtige als nothwendige Rolle spielt. Nur über die Abstammung des hiebei wirkenden Sauerstoffes sind die Meinungen gegenwärtig noch sehr getheilt.

Ist es die atmosphärische Luft, welche den zur Efsigbildung erforderlichen Sauerstoff hergibt?

Ist es der in den weingahren Flüssigkeiten inhärirende oxydirte Schleim wie Fabroni (Gehlens Journal für Chemie und Physik 2. B. S. 407.) behauptet? Kann ein Zusatz von vegetabilischer Colla und Stärke zu reinem Wasser dessen Uebergang in Efsig veranlassen, wie Herr Berthollet (*Statique chimique* P. II.) meint?

Dieses sind die streitigen Fragen, welche annoch genau berichtigt werden müssen, wenn die Theorie der Efsigerzeugung aufs Reine gebracht werden soll.

Um Herrn Fabroni's Behauptung, die späterhin auch an Herrn Thenard einen Vertheidiger gefunden hat, näher zu prüfen, habe ich

im Sommer und Winter 1807 und 1808 eine Reihe Versuche angestellt, deren Resultate ich hier mittheile.

ERSTER VERSUCH.

Ich liefs frisch gepresste Säfte von Johannisbeeren, von Stachelbeeren und von Himbeeren ohne weitem Zusatz in gläsernen Flaschen fermentiren und nach überständener Weingährung, nachdem solche vorher, samt der daraus sich abgesonderten Hefe, unter einander geschüttelt worden waren, auf gläserne Flaschen füllen, die vollkommen luftdicht verschlossen, und außerdem noch verpicht wurden.

Auf gleiche Weise wurden zwei Flaschen, die eine mit Rheinwein, die andere mit Graveswein gefüllet und verschlossen, und nun sämtliche Flaschen in dem darauf folgenden Winter in einem täglich geheizten Zimmer einer Temperatur ausgesetzt, die zwischen 15 und 18 ° Reaumur abwechselte. Als während einem Zeitraume von sechs zu sechs Wochen die Flaschen geöffnet und allemal wieder verschlossen wurden, fand sich der Wein in ihnen unverändert, ohne verdorben zu seyn und ohne Efsig gebildet zu haben. Jene Flaschen waren vom 1. November bis zum 15. März ununterbrochen der Wärme ausgesetzt geblieben.

ZWEITER VERSUCH.

Ich liefs zu gleicher Zeit mit den erstern, von denselben Säften nach vollendeter Weingährung, mit der Hefe unter einander geschüttelt, andere gläserne Flaschen nur bis sieben Achttheile ihres innern Raumes füllen, verschlofs ihre Oeffnungen bloß durch Leinwand und setzte solche mit den im ersten Versuch bemerkten zu gleicher Zeit der erhöhten Temperatur aus, und eben so wurden ihnen zwei Flaschen Wein, die nur bis auf sieben Achttheile ihres Raumes gefüllet waren, zugesellet. Schon nach dem ersten Zeitraum von sechs Wochen zeigten diese Flüssigkeiten einen Uebergang in Efsig; und nach einem Zeitraum von acht Wochen, waren alle in einen mehr oder weniger starken Efsig übergegangen.

Bemerkungen.

Die Resultate jener Versuche scheinen hinreichend zu seyn, um zu beweisen, daß durch eine Zersetzung des Schleims weder im Wein noch in den andern weingähren Säften, aus welchen die schleimige Hefe absicht-

lich nicht abgesondert worden war, die Efsigbildung veranlaßt werden konnte. Da solche aber bei dem Zutritt der Luft, welche durch die Poren der Leinwand mit den in den Flaschen enthaltenen weingahren Flüssigkeiten in steter Communication blieb, schon in wenigen Wochen erfolgt war, so sehen wir hieraus unmittelbar die Mitwirkung des Sauerstoffs von außen, also aus der Luft des Dunstkreises.

Dieser Erfolg stimmt auch sehr wohl mit demjenigen überein, den wir an andern weingahren Flüssigkeiten wahrnehmen, die in offenen, oder nur schlecht verstopften Gefäßen, unter mäsig hohen Temperaturen, aufbewahrt werden: denn sie gehen in diesem Fall sehr bald in Efsig über, ein Erfolg, der sowohl beim Wein, als beim Bier, so wie beim Meth und andern weingahren Flüssigkeiten, wahrgenommen wird.

Läßt man auch den klarsten Wein in Efsig übergehen, so sondert sich doch allemal ein schleimiges Sediment daraus ab. Der Schleim liegt also im klaren Wein vorhanden, und er müßte, falls Herrn Fabroni's Behauptung gegründet wäre, durch seine Zersetzung darin immer Efsig erzeugen. Wäre jenes aber der Fall, so würde es unbegreiflich seyn, daß derselbe Wein, der in hohen Temperaturen beim Zutritt der Luft so leicht verdirbt, und in Efsig übergeht, Jahrhunderte hindurch in luftdicht verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden kann, ohne jene Veränderung zu erleiden.

Abhaltung der Wärme kann die Acetification des Weins wohl vermindern, aber nicht aufheben: denn wir sehen, daß selbst in sehr kühlen Kellern der Wein, es sey auf Fässern oder in Glasbouteillen, nach und nach in Efsig übergeht, wenn solche entweder nicht vollkommen gefüllt, oder nicht hinreichend luftdicht verschlossen sind.

Mangel an Wärme kann andererseits die Acetifikation des Weins nicht abhalten, wenn solche nach Fabroni's Behauptung durch Zersetzung des dem Weine inhärenten oxydirten Schleimes erfolgen soll. Man hat mir versichert, daß in Hamburg, wo wenig Kellerraum obwaltet, die Weine in warmen Speichern, ja selbst auf Bodenräumen aufbewahrt werden, welche der einwirkenden Sonnenwärme fast täglich ausgesetzt sind, ohne daß ein Uebergang des Weins in Efsig befürchtet wird, wenn nur die Fässer stets voll und gut verschlossen gehalten werden. Welchen hohen Temperaturen sind nicht die Rheinweine ausgesetzt, die im Sommer zur Axe transportirt werden, ohne sich zu säuern! Aus allen diesen Erfahrungen scheint also zu folgen, daß ohne Mitwirkung des Sauerstoffes aus der atmosphäri-

schen Luft eine Acetification des Weins, so wie anderer weingahren Flüssigkeiten, nicht leicht erfolgen kann.

D R I T T E R V E R S U C H .

Um indessen die durch die einwirkende atmosphärische Luft beschleunigte Acetifikation der weingahren Flüssigkeiten näher zu untersuchen, wurden von den bereits im ersten Versuch gedachten weingahren Flüssigkeiten, nachdem sich selbige von selbst geklärt hatten, gläserne Flaschen bis auf drei Vierteltheile ihres Raums gefüllet, und eben so füllte ich eine Flasche mit klarem Graveswein. Ich brachte jene Flaschen unter gläserne Glocken, die mit atmosphärischer Luft gefüllet waren, und nachdem ich die Glocken mit destillirtem Wasser gesperrt hatte, setzte ich diese Geräthschaften in einem geheizten Zimmer einer anhaltenden Temperatur aus, die zwischen 15 und 18 ° Reaumur abwechselte. Die Flüssigkeit in jeder Flasche betrug 20 Rheintl. Duodezimal Kubikzoll, und die in den Glocken enthaltene sie umgebende Luft, zwischen 230 bis 240 Kubikzoll.

Schon nach einem Zeitraume von vier Tagen war die vorgehende Absorbtion der Luft sehr merkbar. Die Flüssigkeiten trübten sich merklich, es bildete sich ein schleimiges Wesen auf ihrer Oberfläche, das nach und nach eine auf- und niedersteigende Bewegung annahm. Nach einem Zeitraum von 24 Tagen kam alles in Ruhe, die Säfte klärten sich auf, und es war keine Verminderung in der Luftmasse mehr wahrzunehmen.

Die Verminderung der Luft unter den Glocken betrug zwischen 16 bis 18 Procent, die rückständige Luft besaß einen eignen etwas säuerlichen Geruch. Ein Licht verlöschte darin sehr bald, und Kalkwasser, welches damit geschüttelt wurde, erlitt eine kaum merkbare Trübung. Stärker wurde solches von dem Sperrwasser getrübt, wenn etwas von selbigem in Kalkwasser gegossen wurde. Es war also Kohlenstoffsäure vorhanden, aber in so geringer Quantität, daß ihre Erzeugung wohl kaum in einer Beziehung mit der vorgegangenen Acetifikation der weingahren Säfte zu stehen scheint. Als die mit jenen weingahren Flüssigkeiten gefüllten Gefäße unter den Glocken hinweggenommen wurden, enthielten sie sämmtlich einen mehr oder weniger starken Efsig: indessen schien doch kaum der zwanzigste Theil eines jeden Saftes in Efsig übergegangen zu seyn.

B e m e r k u n g e n.

Die Erfolge jenes Versuchs beweisen also unmittelbar, dafs bei der Säuerung der weinartigen Flüssigkeiten Sauerstoff aus dem Dunstkreise eingesaugt wird. Ob die geringe Quantität der Kohlenstoffsäure, die hiebei ins Spiel kam, aus den weingahren Flüssigkeiten bloß ausgeschieden, oder durch die zerlegende Einwirkung des Sauerstoffs erzeugt worden war? vertraue ich mir gegenwärtig noch nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden.

V I E R T E R V E R S U C H.

Es war mir aus frühern Erfahrungen bekannt, dafs wenn man das kohlenstoffsaure Gas, welches bei der Weingährung entbunden wird, durch Wasser einsaugen läßt, das Produkt dieser Verbindung nun leicht in Eßig übergeht, wenn solches in Gefäßen sich selbst überlassen bleibt, in welchen die Luft darauf wirken kann; ein Erfolg, der keinesweges dann stattfindet, wenn reines kohlenstoffsaures Gas, so wie dasselbe aus Erden und Alkalien entwickelt wird, einer gleichen Behandlung unterworfen wird.

Um jenen Erfolg genauer zu untersuchen und die Ursachen davon zu entwickeln, liefs ich im Herbst vorigen Jahres 25 Berliner Quart Weinstock ohne weitem Zusatz in einem Fasse fermentiren, in dessen Spundöffnung ein Gasentbindungsrohr befestigt war, um das während der Fermentation sich entwickelnde kohlenstoffsaure Gas aufzufangen. Ich liefs dasselbe in ein mit Regenwasser gefülltes Faß treten, dessen ich mich sonst zum Anschwängern des Wassers mit oxydirter Salzsäure bediene, um durch die Bewegung des Quirls die Vereinigung des Gases mit dem Wasser zu beschleunigen. Das damit gebildete Fluidum zeichnete sich durch einen ganz eigenen stechend säuerlichen Geruch und Geschmack aus; es wurde, um zu fernern Versuchen zu dienen, in verpichteten Flaschen aufbewahrt.

F Ü N F T E R V E R S U C H.

Eine gläserne Flasche, welche genau sechs Pfund Wasser faßte, wurde mit jenem gashaltigen Wasser angefüllt, luftdicht verschlossen und einer Temperatur unterworfen, die abwechselnd zwischen 14 und 18° Reaumur stieg. Nach einem Zeitraum von acht Wochen war jenes Fluidum nicht im mindesten verändert. Es schäumte beim Eröffnen der Flasche wie ein schwacher Champagnerwein, es entwickelte sich in mäßiger Wärme viel kohlenstoffsaures Gas daraus und es blieb ein fade schmeckendes Wasser zurück.

SECHSTER VERSUCH.

Eine zweite Flasche, welche sieben Pfund Wasser faſte, wurde mit dem Umfange von ſechs Pfund jenes gaſhaltigen Waſſers gefüllt, ihre Oeffnung mit Leinwand verbunden, und die Flaſche, neben der im 5ten Verſuch gedachten, in gleicher Temperatur eine gleich lange Zeit ausgestellt. Nach einem Zeitraum von acht Wochen war dieſes Fluidum in einen wahren, obgleich ſchwachen, Efsig übergegangen.

SIEBENTER VERSUCH.

Um zu erforschen, ob Alkohol oder irgend ein ſaures Prinzipium in jenem gaſhaltigen Waſſer, deſſen Uebergang in Efsig befördert haben könne, wurde der Umfang von zehn Pfund deſſelben, mit ſo viel völlig reiner ätzender Kalilauge verſetzt, biſ dieſe gelinde vorwaltete. Ich lieſ das Flüſſige hierauf in einer porzellanen Schale nach und nach zur Trockne abdunſten, und erhielt ein weiſſes Salzpulver, das alkalisch ſchmeckte. Um daſſelbe näher zu prüfen, wurden zwei Quentchen davon in zwei Loth deſtillirtem Waſſer gelöſt, und nach und nach ſo viel reine Efsigsäure zugeſetzt, biſ dieſe gelind vorwaltete. Jenes mit Efsig überſäuerte Fluidum wurde in mehrere Gläſer vertheilt und darin mit Efsigsauerem Blei, mit Efsigsauerem Kalk und mit Efsigsauerem Beryt verſetzt, ohne daſ die mindeſte Trübung erfolgte: ein Beweis, daſ weder Aepfelsäure nach Weinſteinſäure in dem bei der Fermentation entwickelten kohlenſtoffſauren Gaſ enthalten ſeyn konnte.

Eine andre Portion jenes kalihaltigen Salzes wurde mit Waſſer gelöſt, hierauf ſo viel Schwefelſäure zugeſetzt, daſ dieſe vorwaltete, und daſ Ganze der Deſtillation unterworfen. Es ging reines Waſſer in die Vorlage über, und im Rückſtande blieb reines ungefärbtes ſchwefelſaures Kali zurück: ein Beweis, daſ auch keine efsigartige Säure verflüchtigt ſeyn konnte.

ACHTER VERSUCH.

Ich verſetzte 20 Pfund deſ gaſhaltigen Waſſers mit einem Pfunde gebrannten Kalk, der vorher mit wenigem Waſſer biſ zur Entſtandung der Kalkmilch gelöſcht worden war, um alle Kohlenſtoffſäure auſ jener Flüſſigkeit hinweg zu nehmen. Nachdem daſ Gemenge, wohl unter einander gerührt, 24 Stunden geſtanden hatte, wurde ſolche auf eine Deſtillirblaſe geworfen und ohngefähr fünf Pfund Flüſſigkeit übergezogen, die gleich

Spuren von Weingeist erkennen liefs. Ich warf dieses Destillat auf eine Retorte, und zog acht Loth Flüssigkeit über, welche in einem schwachen Brandtwein bestand, in welchem das Alkoholometer 18 Procent Alkoholgehalt erkennen liefs.

Bemerkungen.

Aus den Resultaten des vierten, fünften, sechsten, siebenten und achten Versuchs gehet sehr deutlich hervor, dafs das kohlenstoffsaure Gas, welches während der Fermentation des Weinmostes entbunden wird, eine bedeutende Quantität in Dünste aufgelösten Alkohols bei sich führt, ohne irgend eine Art von vegetabilischer Säure zu enthalten. Es folgt ferner daraus, dafs eben dieser Gehalt an Alkohol in jenem Gas dessen Verbindung mit Wasser fähig macht, durch die Einsaugung des Sauerstoffs aus dem Dunstkreise Efsig zu bilden: und wir sehen hier offenbar, dafs ohne Daseyn eines schleimigen Mittels, blos durch die Wechselwirkung zwischen Alkohol und Sauerstoffgas, Efsigsäure gebildet worden ist. Um aber noch bestimmter überzeugt zu werden, dafs blos der Alkohol, keinesweges aber die mitwirkende Kohlenstoffsäure, die Efsigsäure erzeugt habe, wurde noch folgender Versuch angestellt.

NEUNTER VERSUCH.

Ein Pfund Alkohol von 95 Procent, wurde mit 15 Pfl. destillirtem Wasser gemengt und das Gemenge in zwei gleiche Theile vertheilt. Die eine Hälfte füllte ich auf eine Flasche, die luftdicht verschlossen wurde; die zweite Hälfte brachte ich in eine Flasche, deren Oeffnung blos mit Leinwand zugebunden wurde, und deren innerer Raum nur auf $\frac{2}{3}$ angefüllt war. Beide Gefäße wurden zu gleicher Zeit in einer täglich geheizten Stube, ganz unter der Decke placirt, wo die Temperatur stets zwischen 15 und 18 ° R. abwechselte. Schon nach einem Zeitraume von vier Wochen, dunstete die mit Leinwand verbundene Flasche einen sauern Geruch aus, und nach 10 Wochen war alles Flüssige in einen mäfsig sauern Efsig übergegangen; dagegen enthielt die festverschlossene Flasche einen unveränderten schwachen Weingeist.

Bemerkungen.

Auch die Resultate des neunten Versuchs bestätigen es also, dafs reiner Alkohol, wenn solcher in einem mit Wasser gehörig verdünnten Zu-

stande der Einwirkung des Sauerstoffgases dargeboten wird, in die Beschaffenheit des Efsigs übergeht, ohne dafs ein andres sogenanntes Efsigferment dazu erfordert wird; dafs also auch die Kohlenstoffsäure, welche dem Fluidum im sechsten Versuche beigemischt war, zur Bildung der Efsigsäure nichts beigetragen haben kann. Eben so wenig kann der zum Uebergang des Alkohols in Efsig erforderliche Sauerstoff aus dem Wasser ausgeschieden worden seyn, weil in diesem Fall auch in den luftdicht verschlossenen Flaschen Efsig hätte erzeugt werden müssen.

Jene Erfahrungen beweisen also sämmtlich, dafs Alkohol und Sauerstoff allein hinreichend sind, Efsigsäure zu erzeugen, ohne dafs der Zutritt der schleimigen Mittel erfordert wird. Sie sprechen also sämmtlich gegen die Meinung des Herrn Fabroni, welcher die Ursache der Efsigbildung in der vorgehenden Zersetzung eines oxydirten Schleims suchen zu müssen glaubt. Ueberhaupt ist mir nicht sehr einleuchtend, was unter oxydirtem Schleim eigentlich verstanden werden soll! Ist nicht jeder Schleim ein Produkt der Oxydation? Kann also ein Pflanzenoxyd einer nochmaligen Oxydation fähig seyn, ohne in wirkliche Säure überzugehen? Ich gestehe, dafs ich hiervon keine klare Vorstellung habe!

Z E H N T E R V E R S U C H.

Es blieb mir jetzt noch übrig, Herrn Berthollets Erfahrung selbst zu wiederholen, welcher behauptet, dafs eine Verbindung von vegetabilischer Colle mit Mehl und Wasser sehr bald in den Zustand des Efsigs übergehe.

Da mir aus andern Erfahrungen bekannt war, dafs das Weizenmehl eine natürliche Verbindung von ohngefähr 25 Colle und 75 Mehl ausmacht, so wählte ich dieses geradezu. Ich zerrieb 24 Loth feines Weizenmehl mit 12 Pfund destillirtem Wasser von 70° R., so dafs eine sehr dünne schleimige Brühe daraus gebildet wurde. Ich vertheilte selbige in zwei Gefäße von Glas. Das eine, welches vollkommen angefüllt war, wurde luftdicht verschlossen; das zweite, welches nur auf $\frac{2}{3}$ seines Raumes gefüllt war, wurde mit Leinwand verbunden. Beide Gefäße wurden nun einer anhaltenden Temperatur zwischen 15 und 18° R. ausgesetzt. Nach einem Zeitraum von vier Wochen war die Masse in der verschlossenen Flasche in ein faulig riechendes Fluidum übergegangen. Die in der mit Leinwand verbundenen Flasche enthielt dagegen eine trübe schwache Säure, die einen etwas widri-

gen Geruch besafs, sie war also eine Art schwacher Getreideeifsig. Man siehet also auch hier, dafs der Zutritt des Sauerstoffes nothwendig war, wenn das mit Mehl gemengte Wasser in die Efsiggährung übergehen sollte; dafs ohne Einwirkung des Sauerstoffes keine Efsigbildung erfolgte.

S c h l u f s.

Vereinigen wir alle Resultate der hier angestellten und erzählten Versuche, so gehet aus allen hervor, dafs ohne Mitwirkung des Sauerstoffes von aussen keine Bildung der Efsigsäure möglich ist, und es folgt daraus, dafs eine solche Erzeugung der Efsigsäure, durch von selbst erfolgende Zersetzung eines in den weingahren Flüssigkeiten vorhanden liegenden Schleims in keinem Fall bemerkbar war: ich glaube daher mit Sicherheit annehmen zu dürfen, dafs, wenn Herr Fabroni eine solche Efsigerzeugung durch schleimige Substanz wirklich beobachtet hat, irgend ein zufälliger Umstand dabei obgewaltet haben müsse, der einen Zutritt des Sauerstoffes gestatten konnte.

Aufser der Efsiggährung kann daher auch auf jedem andern Wege Efsigsäure gebildet werden, wo ein dazu geschicktes Substrat in der erforderlichen Quantität mit Sauerstoff in Mischung gesetzt wird. Dies ist der Fall mit dem reinen Alkohol, mit dem Zucker, mit den Pflanzenschleimen, so wie mit sehr vielen andern Pflanzenoxyden, wenn solche zu wiederholtenmalen mit reiner Salpetersäure gekocht werden; hier sehen wir stets eine Entmischung dieser Säure vorgehen, sie setzt einen Theil Sauerstoff an jene Substrate ab, um solche in Säuren zu verwandeln, und der übrige Theil der Salpetersäure geht als salpeterhalbsaures Gas hinweg. Wiederholt man die Operation zu verschiedenen malen, und läfst man das sich entwickelnde salpeterhalbsaure Gas durch eine etwas hohe Säule von destillirtem Wasser treten, so gehen die angewendeten säurefähigen Substrate nach und nach total in Efsigsäure über, die sich mit dem salpeterhalbsauren Gas zugleich verflüchtigt und mit salpetriger Säure gemengt, in dem Wasser gefunden wird, welches zum Durchgang des salpeterhalbsauren Gases gebraucht worden war.

Jene Erfahrungen zusammengekommen berechtigen mich also zu der Schlufsfolge, dafs der Alkohol in den weingahren Flüssigkeiten die wahre Grundlage zur Erzeugung der Efsigsäure ausmacht; dafs aber, wenn dessen Uebergang in Efsig möglich seyn soll, aufser einer Temperatur von 18 bis 20 ° R., auch der Zutritt einer hinreichenden Masse von Sauerstoff unumgänglich nothwendig erfordert wird.

Chemische
Zergliederung des Spargels.

Von Herrn SIGISM. FRIEDRICH HERBSTÄDT *).

Viele der von den Menschen am liebsten und häufigsten genossenen vegetabilischen Nahrungsmittel zeigen, nach deren Genuß, sowohl auf die Ausdünstung als auf den Urin einen so merkwürdigen Einfluß, daß dieses die Aufmerksamkeit des Physikers verdienet, um den zureichenden Grund auszumitteln, ob jene besondere Wirkung vom Conflict aller Bestandtheile des Pflanzenkörpers im Zusammenhange, oder von einem eigenen für sich vielleicht darstellbaren Principe abhängig ist.

Weniger auffallend sind jene Wirkungen auf den Schweiß und Urin beim Genuß der Zwiebeln, des Meerrettigs, der Krefse, der Sellerie- und Petersilienwurzel: denn ihr scharfer Geschmack und flüchtiger Geruch, der bald in einem ihnen beiwohnenden ätherischen Oel, bald in einem darin befindlichen ätzenden Wesen gegründet ist, läßt uns mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit den zureichenden Grund daraus ersehen, von welchem ihre kräftige Wirkung auf den Schweiß und den Urin abgeleitet werden muß.

Nicht so verhält es sich mit dem Spargel; sein Geruch und Geschmack sind, vorzüglich im gekochten Zustande, fast durchaus milde, und es ist weit schwerer dabei einzusehen, durch welches Principium jener eigenthümliche Effect auf den Urin nach dem Genuß des Spargels veranlassen wird.

Ohne sich auf eine vollständige Zergliederung des Spargels in Rücksicht der qualitativen und quantitativen Verhältnisse seiner Bestandtheile einzulassen, haben die Herren Vauquelin und Delaville bloß einige einzelne mit dem Spargel angestellte Versuche beschrieben, daher ich es

*) Vorgelesen den 15. Junius 1809.

der Mühe werth erachtet habe, solchen einer vollständigen Zergliederung zu unterwerfen, die mir zum Theil sehr merkwürdige Resultate dargeboten hat; so dafs ich hier fürs erste nur die Resultate derjenigen Erfahrungen mittheile, die ich als ausgemacht ansehen kann, dahingegen die anderweitigen erst alsdann nachfolgen sollen, wenn ich selbige aufs neue wiederholt und zur Gewifsheit gebracht haben werde.

Herr Delaville (*Annales de Chimie Tom. XLI. pag. 298*) hat die Bemerkung gemacht, dafs wenn man einen im vollen Wachsthum befindlichen Spargelstängel einige Tage nach seinem Austritt aus der Erde zerbricht, zwei verschiedene Flüssigkeiten daraus hervortreten; eine, welche aus dem mit der Wurzel zusammenhängenden Theile hervorkommt, ist schwach weifs gefärbt, und wird vom Herrn Delaville der aufsteigende; die zweite, welche aus dem abgebrochnen Theile heraustritt, ist grünlich gefärbt, und wird von ihm der absteigende Saft genannt. Jene Säfte des Spargels zeichnen sich in ihrem Verhalten gegen verschiedene Materien merkwürdig aus; ich habe die von Herrn Delaville damit angestellten Prüfungen wiederholt, und meine eignen Erfahrungen, im Ganzen genommen, völlig übereinstimmend mit den seinigen gefunden.

a) Läßt man einige Tropfen jener Säfte auf reines polirtes Silber fallen, so nimmt dasselbe nach einigen Stunden eine braune Farbe an, eben so als wenn solches dem Dunste der Hydrothionsäure ausgesetzt worden wäre.

b) Wenn ein blank polirtes Stübchen von geschmeidigem Eisen in diese Säfte hineingehängt wird, so wird ein Theil des Eisens, ohne merkbare Gasentwicklung, aufgelöst, und die Flüssigkeiten nehmen eine grüne Farbe an.

Diese auflösende Wirkung gegen das Eisen scheint von dem Daseyn einer Säure in jenen Säften abhängig zu seyn, denn sie röthen beide das Lackmuspapier, obschon nur sehr schwach, wenn solches damit in Berührung gebracht wird.

Während diese Säfte auf das Eisen wirken, bildet sich darin eine geronnene Substanz von dunkelgrüner Farbe. Nach und nach kläret sich die Flüssigkeit oben auf, nimmt eine gelbe Farbe an, und läßt mit der Zeit einen schmutzig weissen Satz aus sich niederfallen.

c) Wird jenen Säften ein geringer Beisatz von Gallustinktur gegeben, so erfolgt nach einiger Zeit eine Gerinnung in gelblichen Flocken. Diese

Gerinnung, so wie die Bildung des grünen Niederschlages in δ , scheinen vom Pflanzeneiweiß abhängig zu seyn, das im Saft des Spargels aufgelöst vorhanden liegt.

d) Wird zu einer verdünnten Auflösung von schwefelsaurem Kupfer etwas von dem Spargelsaft gegossen und das gemengte Fluidum langsam abgedunstet, so bilden sich grüne Krystalle, von der Farbe des schwefelsauren Eisens, die an der Luft keine Veränderung erleiden.

e) Wird der Spargelsaft in eine Auflösung von efsigsäurem Blei getropfelt, so erfolgt erst eine geringe Trübung. Wird aber die geklärte Flüssigkeit abgedunstet, so bilden sich dunkelbraune Krystallen.

f) Salpetersaure Silberauflösung, selbst dann, wenn die Säure darin vorwaltend ist, erleidet gleichfalls eine Veränderung durch jene Säfte; der aufsteigende Saft erzeugt darin einen aus dem Weißen ins Lilafarbne übergehenden Niederschlag, der in sehr kurzer Zeit violett wird; da hingegen der absteigende Saft in eben dieser Auflösung einen schmutzig weissen Niederschlag bildet, der viel später eine violette Farbe annimmt.

Jene Eigenschaft des selbst ausgeflossenen Spargelsaftes, die Metallauflösungen zu färben, deutet auf ein eigenes in denselben vorhanden liegendes Prinzipium hin, das mit dem Schwefelwasserstoff, oder mit dem Phosphorwasserstoff einige Ähnlichkeit zu haben scheint.

g) Läßt man jene Säfte für sich stehen, so erfolgt nach ein Paar Tagen, bei der mittlern Temperatur des Dunstkreises, eine Gerinnung in denselben, die sich durch eine weiße Farbe auszeichnet und von der Beschaffenheit des Pflanzen-Eyweißes zu seyn scheint.

h) Wird der geklärte Saft blos an der warmen Luft langsam verdunstet, so bildet sich eine beträchtliche Anzahl Krystalle von würflicher Form darin, die mit dem salzsauren Kali viel Aehnlichkeit zu besitzen scheinen, welche ich indessen, bis auf weitere genauere Untersuchung derselben, noch unbestimmt lassen will.

i) Wird jener selbst ausgeflossene Saft, ohne weitem Zusatz erhitzt, so erfolgt gleichfalls eine Gerinnung in demselben; es scheiden sich weiße, dem geronnenen Eiweiß ähnliche Flocken daraus ab, die, wenn sie sich selbst überlassen werden, im Zeitraum von 5 bis 6 Tagen, einen zwiebelartigen Geruch ausdunsten, der dem eines Gemenges von Hydrothionsäure und Phosphorwasserstoff, wenn beide gemeinschaftlich in Wasser gelöst sind, sehr ähnlich ist.

b) Nach dieser vorläufigen Prüfung des von selbst ausgeflossenen Saftes aus den Spargelstängeln, wurde eine Portion desselben in einem porzellainen Mörser zerquetscht, und der Saft ausgepresst, der sich durch einen pikanten scharfen Geruch, einen milden süßlichen Geschmack und vollkommene Farbenlosigkeit und Klarheit auszeichnete, und bei der damit angestellten Wiederholung der oben beschriebenen Versuche, sich völlig mit dem selbst ausgeflossenen Saft gleich verhielt.

1) Um eine genauere Zergliederung dieses Saftes zu veranstalten, wurde aufs neue ein Pfund von allen anklebenden Unreinigkeiten befreiter Spargel, im porzellainen Mörser zerstampft, der Saft ausgepresst, und der Rückstand noch zweimal mit destillirtem Wasser angestampft und ausgepresst, bis die Faser von allen auflösbaren Theilen möglichst befreit war. Die rückständige strohartige Faser von einem Pfunde Spargel, wog nach dem Auspressen nur 5 Loth 1 Qnt. Es waren also 26 Loth 3 Qnt. Saft herausgepresst worden.

Der Saft war farbenlos und mäsig trübe. Er besaß einen dem Spargel gleichen Geruch und Geschmack, und röthete hineingehängtes Lackmuspapier, obzwar nur schwach.

Er wurde in einer porzellainen Schale zum Sieden erhitzt. Es entwickelte sich ein ziemlich scharfer dem Rettig ähnlicher Geruch; es sonderte sich eine weiße geronnene Substanz aus dem Saft ab, und dieser nahm eine wasserklare Beschaffenheit an.

Um das Koagulirte von der klaren Flüssigkeit zu trennen, wurde der Saft jetzt durch ein abgewogenes Filtrum von Druckpapier filtrirt und die auf demselben zurück gebliebene weiße koagulirte Substanz, durch öft wiederholtes Abspülen mit siedendem destillirtem Wasser, von allen daran klebenden im Wasser lösbaren Theilen des Saftes vollkommen befreit.

Das Geronnene wurde hierauf bei einer Temperatur zwischen 60 und 70 ° Reaumur ausgetrocknet, und wog in diesem trocknen Zustande 40 Gran.

Das Trockne besaß eine schmutzig grüne Farbe, war völlig geschmacklos, verbrannte in einem kleinen Tiegel unter Ausstofsung eines Geruchs wie Löschpapier und wurde von ätzender Kalilauge in der Wärme, unter Entwicklung von vielem Ammonium aufgelöst. Die Auflösung besaß eine braune Farbe und einen seifenartigen Geruch. Jene Substanz zeigte also die größte Uebereinstimmung mit dem Pflanzen-Eiweiß.

Die zurückgebliebene Pflanzenfaser wurde nach dem Auspressen zu wiederholtenmalen mit destillirtem Wasser ausgekocht und hierauf getrocknet. Der trockne Rückstand wog genau 3 Quentchen und stellte eine weißgelbe, farblose, so wie geruch- und geschmacklose strohartige Faser dar.

Der vom Pflanzen-Eiweiß befreite und filtrirte Saft, wurde hierauf mit der Brühe, welche durchs Auskochen der Pflanzenfaser gewonnen worden war, gemeinschaftlich in einer vorher abgewogenen porzellanen Schale zur Trockne abgedunstet, und lieferte am Gewicht zwei Loth einer hellbraunen Substanz, die sich durch einen nicht unangenehmen süßlicht scharfen Geschmack und einen schwachen eigenthümlichen Geruch auszeichnete.

Jene Materie wurde in einen Kolben mit acht Loth gereinigten Schwefeläther übergossen, und nachdem Helm und Vorlage angebracht worden waren, einer vierstündigen Digestion unterworfen. Es waren hierbei 2 Loth Aether in die Vorlage übergegangen, und der rückständige stand fast farblos über der nicht aufgelösten Substanz: ein Beweis, daß sie frei von beigemengten Harztheilen war.

Der Aether wurde hierauf abgegossen, der Rückstand aber mit 12 Loth Alkohol von 95 Procent, nach dem Tralles'schen Alkoholometer, in Verbindung gesetzt, und das Ganze in einem Kolben mit Helm, einer vierstündigen Digestion unterworfen.

Es hatte sich eine braune durchsichtige Tinktur gebildet, unter welcher ein gelblich weißer unaufgelöster Satz befindlich war.

Die Tinktur wurde abgegossen, der Rückstand zu wiederholtenmalen mit Alkohol ausgewaschen, bis dieser keine Farbe mehr davon annahm, und nun bei gelinder Wärme vollkommen ausgetrocknet.

Das Trockne wog 2 Quentchen und 50 Gran: es zeigte sich nach allen seinen Eigenschaften wie Gummi, dem ein salziges Wesen beigemischt ist, und war im reinen Wasser vollkommen lösbar.

Die mit dem Alkohol gewonnene Tinktur wurde mit der Hälfte ihres Umfanges von reinem Wasser gemengt, ohne daß eine Trübung dabei entstand. Nachdem der Alkohol durch die Destillation davon getrennt worden war, wurde der Rückstand in einer vorher abgewogenen Schale zur Trockne abgedunstet; er wog jetzt 1 Loth 2 Quentchen und 12 Gran, also 2 Gran mehr als er hätte wiegen sollen, welche Gewichtszunahme einer geringen Quantität rückständiger Wässrigkeit zugeschrieben werden muß.

Der trockne Rückstand zeichnete sich durch eine hellbraune Farbe und einen süßlicht scharfen Geschmack aus. Bis auf weitere Untersuchung, halte ich denselben für eine Verbindung von Seifenstoff, von Schleimzucker und von einem zur Zeit noch nicht genau gekannten Salze.

Dem gemäß ist also das der Zergliederung unterworfenene Pfund Spargel zusammengesetzt gewesen aus:

a) Pflanzen-Eiweiß	o	Loth	o	Qtn.	40	Gran
b) Pflanzenfaser	o	—	3	—	o	—
c) Gummi mit salzigem Wesen verbunden	o	—	2	—	50	—
d) Seifenstoff mit Schleimzucker und Salztheilen verbunden			1	—	2	—
			Summa		3	Loth o Qtn. 40 Gran.

Es kommen also für die dem frischen Spargel beiwohnende Wässrigkeit, verbunden mit einigen nicht wägbaren flüchtigen Theilen, die durch die Verdunstung entwichen sind, 28 Loth 3 Quentchen und 20 Gran zu stehen.

Folglich beträgt, mit Ausnahme der unwirksamen Pflanzenfaser, die ganze Masse der nahrhaften Bestandtheile in einem Pfunde Spargel, nicht mehr als 2 Loth 1 Quentchen und 40 Gran, also ohngefähr 7, 5 Procent.

Um zu erforschen, ob der eigne Geruch, der dem Urin nach dem Genuß des Spargels mitgetheilt wird, in einem darstellbaren flüchtigen Wesen gegründet seyn möchte, wurde ein halbes Pfund Spargel, im zerquetschten Zustande, in einer Retorte mit 2 Pfund destillirtem Wasser übergossen und ein Pfund Flüssigkeit überdestillirt.

Das Destillat erschien farblos, wasserklar, und mit einem starken dem Spargel eigenthümlichen Geruch begabt, der in der That demjenigen welchen der Urin besitzt, welcher nach genossenem Spargel gelassen wird, einigermassen gleich kam, ohne daß die mindeste Spur von einem ätherischen Oel auf dem Destillate bemerkt werden konnte; und eben so zeigte das Destillat einen spargelartigen Geschmack.

Gegen Silberauflösung, efsigsures Blei, schwefelsaures Kupfer und salpetersaures Quecksilber zeigt dieses Destillat sich als ein färbendes Reagens; ein Beweis, daß von demjengen Wesen ein Theil darin enthalten seyn muß, welches dem frischen Saft des Spargels die Eigenschaft ertheilt, die Metalle zu färben.

Jenes färbende Wesen, was es auch seyn mag, muß also in einer in der Wärme flüchtigen, in einem Theile des Saftes oder auch vielleicht in einer durch ein andres Wesen neutralisirten Substanz bestehen.

Vielleicht liegt es in den salzigen Körnern gebunden, deren ich oben gedacht habe, die man durch ein langsames Verdunsten des Spargelsaftes an der atmosphärischen Wärme gewinnt.

Vielleicht ist auch eben dieses salzartige Wesen der neue eigenthümliche Stoff, den Vauquelin im Spargel entdeckt haben will!

Eine fortgesetzte Untersuchung dieses Gegenstandes wird diese Fragen aufklären, deren Resultate ich alsdann dieser Abhandlung nachfolgen zu lassen, nicht verfehlen werde.

U n t e r s u c h u n g
ü b e r
d i e M i l c h - d e r K ü h e .

VON HERRN SIGISM. FRIEDRICH HERBSTÄDT *).

Vorläufige Bemerkungen.

Die Milch ist ein Produkt des Organismus und seiner Thätigkeit im Leben der Säugthiere. Vermöge der Lebensthätigkeit, wird aus den genossenen Nahrungsmitteln der Chylus zubereitet, der durch den Milchgang dem Blute zugeführt und aus diesem, bei dem weiblichen Geschlecht, in den Brüsten als Milch abgesetzt wird; aus denen sich dieselbe, unter den erforderlichen Bedingungen, in ihre gewöhnliche Form aussondert.

Die Milch ist eine der merkwürdigsten Aussonderungen des weiblichen Körpers der Thiere; sie verdienet die vorzüglichste Aufmerksamkeit des Arztes und des Physiologen, und ist deshalb von ältern und neuern Chemikern zum Gegenstande der Untersuchung gewählt worden.

Die Herren von Haller, Boerhave; Spielmann, Beccaria, Bergius, Scopoli, Morgagni und Voltelen gehören zu den ältern; die Herren Parmentier, Deyeur, Fourcroy, Vauquelin, Stiprian, Luiscius und Bond gehören zu den neuen Chemikern, welche die thierische Milch zum Gegenstande ihrer Untersuchung gewählt haben.

Die Gesichtspunkte, welche die genannten Chemiker bei ihren Untersuchungen ins Auge faßten, waren indessen eben so verschieden, als die Resultate, welche ihnen dadurch dargeboten wurden, abweichend sind;

*) Vorgelesen den 5. December 1808.

und dieses gab mir die Veranlassung, auf diesen, der Physiologie so wie der chemischen Naturlehre gleichwichtigen, Gegenstand mein Augenmerk um so mehr zu richten, jemehr meine landwirthschaftlichen Arbeiten mir die Gelegenheit darbieten, Umstände dabei zu berücksichtigen, die nicht edem andern Chemiker in gleicher Art zu Gebote stehen und dennoch für das Ganze von unbegrenzter Wichtigkeit sind.

Bei meinen Untersuchungen, die während dem Zeitraume von drei Jahren von mir angestellt worden sind, habe ich die Milch der Kühe, der Stuten, der Eselinnen, der Schaafe, der Ziegen und der Frauen einer chemischen Bearbeitung unterworfen.

Zu einer andern Zeit gedenke ich auch die Milch der Schweine, der Hunde, der Katzen, der Kaninchen, und wenn sich mir die Gelegenheit dazu darbieten sollte, auch die der Haasen, der Hirschkühe, der Rehe, so wie der kleinern Säugthiere, als die der Ratten, der Hamster, der Eichhörnchen, der Stachel-Ygel, der Maulwürfe, der Mäuse etc. einer ähnlichen vergleichenden Untersuchung zu unterwerfen, deren Resultate ich der Königl. Akademie in einem zweiten Memoire vorzulegen die Ehre haben werde.

Meine Vorgänger haben sich begnügt, bei ihren Untersuchungen über die Milch der Thiere, blos die nähern Gemengtheile derselben, nach ihren quantitativen und qualitativen Verhältnissen, auszumitteln.

Mir schien es hingegen nothwendig zu seyn, auf die Constitution mehrerer Individuen des Thieres, auf Alter, Temperament, Zustand der Gesundheit, Wahl der Nahrungsmittel, Affekt, und andere Veränderungen Rücksicht nehmen zu müssen, weil sie sämmtlich als Potenzen angesehen werden müssen, die im Conflict mit der körperlichen Masse des lebenden Geschöpfes, einen mehr oder minder bedeutenden Einfluss auf die natürlichen Absonderungen der Thiere, folglich auch auf die Milch haben müssen.

Man wird es nicht verkennen, und ich habe es empfunden, das Arbeiten solcher Art mit unendlichen Schwierigkeiten begleitet sind, nicht geachtet, das man noch mit der überaus leichten Veränderung der der Untersuchung unterworfenen Objekte dabei zu kämpfen hat, denen solche, vermöge ihrer organischen Beschaffenheit, so schnell unterworfen sind. Aber die Resultate solcher Untersuchungen sind auch zu belohnend, als das sie nicht das Mühevoll überwinden sollten, durch das sie hervorgezogen werden.

Untersuchung der Kühmilch.

Ich wählte hierzu die Milch von drei verschiedenen vollkommen gesunden Kühen, sämmtlich von Ostfriesländischer Race. Sie wurden auf dem Stalle gefuttern, sämmtlich sehr reinlich gehalten, und kamen täglich nur ein Paar Stunden ins Freie. Die Nahrung bestand am Tage in kleingehacktem frischen rothen Klee, des Nachts erhielten sie trocknes Grasheu. Die Versuche wurden im Monath Junius, in verschiedenen Tagen hinter einander wiederholt. Die Kühe selbst sollen hier durch A. B. und C. bezeichnet werden.

A. war in dem Alter von 5 Jahren, hatte zum zweitenmahl gekalbet, und gieng mit dem dritten Kalbe im vierten Monat trüchtig.

B. war in dem Alter von 7 Jahren, hatte viermal gekalbet, und gieng mit dem fünften Kalbe im dritten Monate trüchtig.

C. War in dem Alter von 9 Jahren, hatte sechsmal gekalbet und gieng mit dem siebenten Kalbe im vierten Monat trüchtig.

A. Lieferte des Morgens um fünf Uhr gemolken, dem Gewichte nach, $10\frac{1}{2}$ Pfund, des Mittags um zwölf Uhr $8\frac{1}{4}$ Pfund, und Abends um acht Uhr $7\frac{1}{2}$ Pfund, also in 24 Stunden zusammengenommen $26\frac{1}{4}$ Pfund Milch.

B. Lieferte des Morgens um 5 Uhr gemolken 10 Pfund, des Mittags 8 Pfund, und des Abends $7\frac{1}{2}$ Pfund, also zusammen in 24 Stunden $25\frac{1}{2}$ Pfund Milch.

C. Lieferte des Morgens $8\frac{1}{2}$ Pfund, des Mittags 7 Pfund und des Abends $6\frac{1}{2}$ Pfund, also in 24 Stunden zusammen 22 Pfund Milch.

Da jene Versuche vier Tage hinter einander fortgesetzt, bei völlig gleichem Futter sich gleich blieben, so glaubte ich daraus den Schluss ziehen zu dürfen, daß die Quantität der Milch abnimmt, so wie das Alter der Kühe zunimmt; denn die Differenz im Stande der Trüchtigkeit bei jenen Kühen war zu unbedeutend, als daß diese einen bedeutenden Einfluß auf die Ausbeute der Milch hätte haben können.

So wie die Ausbeute der Milch von den genannten drei Kühen verschieden war, so zeigte sich wieder im umgekehrten Verhältniß ein Unterschied in ihrer specifischen Dichtigkeit. Ich bediente mich dazu eines massiven Glaskörpers, der mittelst einer sehr empfindlichen hydrostatischen Waage hinein gesenkt wurde. Die Bestimmung der specifischen Dichtigkeit geschahe gleich so wie die Milch aus dem Euter kam, wobei die Temperatur derselben zwischen 27 und 28° R. abwechselte. Die Tempe-

ratur des zur Vergleichung gewählten destillirten Wassers, war der der Milch gleich. Jene Versuche vier Tage hinter einander wiederholt, gaben mir folgende sich gleich bleibende Resultate.

1) Die spezifische Dichtigkeit der Milch von *A* zeigte sich des Morgens = 1,0270, des Mittags = 1,0269, und des Abends = 1,0268.

2) Die spezifische Dichtigkeit der Milch von *B* zeigte sich des Morgens = 1,0272, des Mittags = 1,0271; und des Abends = 1,0270.

3) Die spezifische Dichtigkeit der Milch von *C* zeigte sich des Morgens = 1,0274; des Mittags = 1,0272, und des Abends = 1,0271.

Differenzen, welche während der Zeit von 4 Tagen bemerkt wurden, während welcher Zeit ich diese Versuche fortsetzte, waren äußerst unbedeutend: so dafs es scheint, dafs die spezifische Dichtigkeit der Milch bei den Kühen mit ihrem Alter zunimmt, wenn gleich die Masse derselben, welche sie in gleichen Zeiträumen, im Vergleich mit jungen Kühen, darbieten, abnehmend wird; wovon ich indessen den zureichenden Grund den Physiologen zur Ausmittelung überlassen mufs. Die Herren von Stiprian, Luiscius und Bond, (*Mémoires de la Société de médéc. à Paris 1787 et 1788. pag. 525 etc.*) fanden die spezifische Dichtigkeit der auf der Weide mit frischem Gras genährten Kühe = 1,028: 1,000, gegen reines Wasser, bei welcher Temperatur sie gewogen wurde; wie das Alter der Thiere beschaffen war, in welchem Zustande der Trächtigkeit sie sich befanden, wie viele Ausbeute an Milch sie gaben, ob sie an verschiedenen Zeiten des Tages in der Dichtigkeit differirte etc., darüber haben sie keine Auskunft ertheilt.

Nach Beendigung dieser ersten Versuche, liefs ich dieselben drei Kühe eine andere Regel der Diät beobachten; sie bekamen 8 Tage hinter einander gar kein grünes Futter, sondern blos Hechsel von gutem Gerstenstroh mit dem vierten Theil Roggenkleie gemengt, und etwas Wasser benetzt; und zu meiner Ueberraschung sahe ich von Tage zu Tage die Ausbeute der Milch abnehmen bis zum vierten Tage, von welchem ab sich selbige nicht weiter verminderte.

Die Kuh *A*. gab jetzt Morgens 8 Pfund, Mittags 6, und Abends nur 5 Pfund, also in allem nur 19 Pfund Milch.

Die Kuh *B*. lieferte Morgens $7\frac{1}{2}$, Mittags 5, und Abends $4\frac{1}{2}$, also zusammengenommen nur 17 Pfund Milch.

Die Kuh *C*. lieferte Morgens $7\frac{1}{2}$, Mittags $4\frac{1}{2}$ und Abends 4, also zusammen nur 16 Pfund Milch.

Diese Verminderung in der Milchausbeute, welche auch während der folgenden drei Tage sich gleich blieb, war zu auffallend, als das man nicht bewogen werden sollte, den zureichenden Grund davon in der schlechteren Nahrung zu suchen.

Fernere Versuche lehrten mich, das jene schlechtere Nahrung nicht bloß die Ausbeute der Milch verminderte, sondern auch, das die gewonnene Milch, wie ihre geringere spezifische Dichtigkeit bewies, mehr Wasser und weniger concrete Theile enthielt. Denn:

Die Milch der Kuh A., zeigte in ihrer spezifischen Dichtigkeit sich Morgens = 1,0250, Mittags = 1,0249, Abends = 1,0248.

Die Milch der Kuh B. verhielt sich in der spezifischen Dichtigkeit zu der von A. Morgens, Mittags und Abends untersucht, bis auf unbedeutende Kleinigkeiten, durchaus gleich.

Die Milch der Kuh C. zeigte Morgens eine spezifische Dichtigkeit = 1,0252; des Mittags = 1,0251; und des Abends = 1,0249.

Woraus also hervorgehet, das auch bei dem schlechteren Futter die älteren Kühe doch immer eine Milch von etwas größerer spezifischer Dichtigkeit producirté.

Bei jenen auffallenden Beweisen von dem großen Einfluß der Nahrungsmittel, sowohl auf die Ausbeute als auf die Güte der Milch, schritt ich nun wieder zu einem andern Futter, dessen günstiger Einfluß auf die Produktion der Milch und ihre Güte, mir schon aus frühern Erfahrungen bekannt war; nämlich ich wählte die jungen zwölf Zoll hohen süßen und zuckerreichen grünen Stengel des Maïs oder türkischen Waizens, den ich besonders zu dem Behuf angebauet hatte. Jede einzelne Kuh bekam täglich, Morgens, Mittags und Abends, von den grünen Maïsstengeln ein volles Futter, so das sie, wie beim Klee, von selbst zu fressen aufhörte; des Nachts ward den Kühen trocknes Grasheu vorgeworfen. Die Ausbeute der Milch nahm zusehends zu, und die Zunahme dauerte bis zum fünften Tage, von wo ab sich selbige gleich blieb.

Die Kuh A. gab von dieser Zeit ab, Morgens 15, Mittags 12½ und Abends 10½ Pfund, also in allem 38 Pfund Milch.

Die Kuh B. lieferte Morgens 13½, Mittags 11¼ und Abends 8¼ \mathfrak{B} . also zusammen genommen 33½ \mathfrak{B} . Milch.

Die Kuh C. lieferte Morgens 12½, Mittags 10¾, und Abends 8 \mathfrak{B} ., also zusammen 30¾ \mathfrak{B} . Milch.

Diese reichliche Milchanbeute blieb während des Zeitraums von sechs Tagen, da die Kühe fortwährend mit den Maïsstengeln gefüttert werden konnten, unverändert dieselbe; sie veränderte sich aber sogleich nach und nach, als ich aus Mangel an Maïsstengeln nun wieder die Fütterung mit grünem Kopfklee einführen mußte.

Aber nicht bloß die Ausbeute der Milch war bei dem Gebrauch der Maïsstengel als Futter bedeutend groß, sondern die Milch war auch reichhaltiger an festen Bestandtheilen, und ärmer an Wässrigkeit, wie der Unterschied ihrer spezifischen Dichtigkeit und auch die späterhin zu beschreibende Analyse derselben sehr deutlich lehrte.

Bei der Bestimmung ihrer spezifischen Dichtigkeit zeigte sich die Milch von *A* des Morgens = 1,0274, des Mittags = 1,0273, und des Abends = 1,0272.

Die Milch von *B* zeigte des Morgens eine spezifische Dichtigkeit von = 1,0275, des Mittags = 1,0274 und des Abends = 1,0274.

Die Milch von *C* zeigte des Morgens eine spezifische Dichtigkeit von = 1,0276, des Mittags = 1,0276, und des Abends = 1,0275.

Diese Verhältnisse der Dichtigkeiten waren, bei einer mehrtägig fortgesetzten Untersuchung, bis auf Minutissima, sich immer gleich.

Nähere Untersuchung der Milch.

Die Milch von den mit Klee gefütterten Kühen war sehr weiß, gegen das Licht gehalten völlig undurchsichtig, zeigte den eigenthümlichen nicht unangenehmen Geruch der Milch, und mildsüßlichen etwas fettigen Geschmack. Die Milch von den mit Gersten- und Roggenkleie gefütterten Kühen zeigte eine etwas ins Blaue schillernde Farbe, war gegen das Licht gehalten einigermaßen durchscheinend, ihr Geruch war nicht widrig, aber ihr Geschmack fade und einigermaßen bitter.

Die Milch von den mit Maïsstengeln gefütterten Kühen war vollkommen weiß, sehr consistent, gegen das Licht gehalten völlig undurchsichtig, sie besaß einen angenehmen Milchgeruch, und einen überaus milden, süßen und Rahmartigen Geschmack; sie war die reichhaltigste unter allen.

Wird die Milch, welche des Morgens gemolken worden ist, mit Lackmuspapier in Berührung gebracht, so röthet sie selbiges in einiger Zeit, sie giebt also Spuren von freier Säure zu erkennen; dahingegen die

des Mittags oder des Abends gemolkene Milch nicht die mindeste Veränderung gegen das Lackmuspapier ausübt.

Das Rötheln des Lackmuspapiers ist schon von Thenard bemerkt worden; und er glaubte, diese Säure in der Milch für Essigsäure ansehen zu müssen.

Wenn indessen die freie Säure einen steten Gemengtheil in der Milch ausmachen soll, so muß sie auch zu jeder Zeit darin enthalten seyn, welches jedoch, meinen wiederhölten Beobachtungen zu Folge, keinesweges der Fall ist, da ich selbige nur immer in derjenigen wahrnehmen konnte, welche des Morgens gemolken worden war, dahingegen sich die andere allemal neutral verhielt, und nur erst nach dem Zeitraum von funfzehn bis zwanzig Stunden Spuren von Säure erkennen liefs.

Es scheint also hieraus zu folgen, das jene Säure in der Milch erst erzeugt wird, wenn sie im Euter der Kùhe lange angehäuft bleibt.

Um mich von der Richtigkeit dieser Vorstellung zu überzeugen, liefs ich eine Kuh vom Abend bis zum Mittag stehen, ohne sie melken zu lassen; und es schien mir in der That, das Lackmuspapier nun in weit kürzerer Zeit darin geröthet wurde.

Eben so liefs ich auch eine andre Kuh, nachdem solche des Morgens rein ausgemolken worden war, bis gegen zwölf Uhr des Nachts gehen, und nun zeigte auch die Milch von dieser Spuren der freien Säure: welches daher die vorgehende Veränderung der Milch, im Euter der Kùhe, zu bestätigen scheint; aber den zureichenden Grund davon vermag ich nicht anzugeben.

Verhalten der Milch zu einigen andern Substanzen.

Die stärkern Säuren, wie Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Hlufssäure, Phosphorsäure, Eßigsäure, Kleesäure, Weinsteinsäure, Citronensäure und Apfelsäure, ja selbst der Wein, bringen die Milch zum Gerinnen; dahingegen die Kohlenstoffsäure und die Boraxsäure keine Veränderung darin veranlassen.

Die Gerinnung der Milch durch die erst genannten Säuren, wird durch die Wärme begünstigt, es bilden sich zusammenhängende Klumpen damit Zugeseztes Kali macht das Geronnene wieder verschwinden, stellt aber die Milch nicht völlig wieder her.

Milde Alkalien, wie Kali, Natron und Ammonium, in sehr geringen Quantitäten, z. B. $\frac{1}{1000}$ zugesetzt, bringen keine sonderliche Veränderung in der Milch hervor. Werden sie aber in größern Quantitäten, z. B. zu $\frac{1}{100}$ zugesetzt, so nimmt die Milch eine schleimige Beschaffenheit davon an, und wird beim Erhitzen bald gelb, bald braunlich von Farbe.

Aetzendes Kali, Natron und Ammonium, vorzüglich die beiden erstern, lösen die Milch zu einer seifenartigen Substanz auf, wenn sie derselben in nicht zu geringer Quantität beigesetzt werden, und theilen ihr im Sieden bald eine gelbe bald eine röthliche Farbe.

Kalk-, Baryt- und Strontitwasser bringen eine sichtbare Verdickung darin hervor und färben dieselbe, wenn sie damit erhitzt wird.

Die vollkommenen Neutralsalze, wie schwefelsaures, salpetersaures, salzsaures, phosphorsaures Kali, Natron und Ammonium, so wie die mit jenen Säuren gebildeten neutralen Verbindungen des Kalks und der Talkerde, bringen weder in der Kälte noch in der Wärme, eine Veränderung in der Milch hervor.

Die nicht neutralen Salze, wie Weinstein, Alaun und Kleesalz bringen hingegen die Milch vollkommen zum Gerinnen.

Reiner Alkohol läßt die Milch anfangs unverändert, wenn sie aber einige Stunden lang damit in Berührung gestanden hat und das Gemenge erhitzt wird, so kommt eine Gerinnung zu Wege. Gemeiner Brandtwein bringt dagegen die Milch sehr bald zum Gerinnen.

Weißer Arsenik und korrosives salzsaures Quecksilber lassen die Milch lange unverändert; nach einigen Stunden gerinnt sie aber, wenn die Verbindungen erwärmt werden.

Dagegen wird sie vom salzsauren Golde und vom salzsauren Eisen mit gelber Farbe koagulirt. Salpetersaures Quecksilber erzeugt darin anfangs eine rosenrothe Gerinnung, die späterhin eine Purpurfarbe annimmt. Salpetersaures Silber erzeugt eine gelbe Gerinnung. Schwefelsaures Kupfer eine grüne und die Zink-, Blei- und Wismuthauflösung eine weißse.

Die Gallustinktur bringt die Milch sehr bald zum Gerinnen und bildet ein Präcipitat, der eine gererbte Beschaffenheit merken läßt.

Ich ließ ein Pfund vollkommen frische völlig neutrale Milch in einem Glase 4 Stunden lang anhaltend mit der Electricität des ersten Leiters meiner großen Maschine in Verbindung treten, deren Conductor bei trockner

Witterung 18 Zoll lange Funken giebt; so daß ein aus dem Glase heraushängender Zinndrath der Electricität wieder einen Ausweg bahnen konnte, ohne daß eine Veränderung drinnen wahrgenommen wurde. Als ich aber hierauf einen Theil der electricirten Milch erhitzte, kam sie sehr bald zum Gerinnen; es scheint also, daß die Electricität eine Störung im Gleichgewicht des Zusammenhanges ihrer Gemengtheile veranlaßt.

Als ich dieselbe Operation mit einem andern halben Pfunde Milch wiederholte, hierbei aber zwei Stunden lang mittelst eines Lahnschen Funkenmessers verstärkte Funken, jeden von sechs Linien hindurch gehen liefs, nahm die Milch schon nach der ersten Stunde eine etwas krause Beschaffenheit an, und gerann sehr schnell, wenn sie erwärmt wurde.

Dieses scheint die allgemein übliche Meinung zu begründen, daß im Sommer die Electricität der Atmosphäre die leichtere Gerinnung der Milch veranlaßt.

Scheidung der Milch in ihre Gemengtheile.

Um die nächsten Gemengtheile der Milch von einander zu scheiden, bediente ich mich des folgenden Verfahrens: Die Milch wurde, so wie sie von der Kuh kam, in einer etwas flachen porzellanen Schale ruhig hingestellt, damit sich der Rahm von den käsigen Theilen trennen konnte. Der Rahm wurde mit einem Löffel so genau wie möglich abgenommen.

Um den fettigen Theil daraus abzusondern, wurde derselbe in eine Flasche gefüllt und unter Zutretung der Luft anhaltend geschüttelt. Die Butter trennte sich hierbei sehr leicht von den nicht fettigen und wäsrigen Theilen, die in der Form der Buttermilch übrig blieben.

Um die ganze Butter von den derselben noch beigemengten käsigen Theilen vollkommen zu reinigen, wurde sie in einem silbernen Pfännchen über gelindem Feuer zerlassen. Die käsigen Theile sonderten sich hierbei im geronnenen Zustande von der Fettigkeit ab, und indem ich die flüssige Butter durch ein dünnes Haartuch drückte, liefs sie sich vollkommen vom Käse trennen.

Die geronnene Milch, nachdem der Rahm abgenommen worden war, wurde in einer porzellanen Schale erhitzt, wobei der Käse sich koagulirte und die Molke mit Wasser klar zurück blieb.

Der Käse wurde alsdann durch Leinwand von der Molke getrennt, stark ausgepresst und getrocknet.

Die Molke wurde aus einer Retorte bis auf den achten Theil gelinde überdestillirt, und der Rest an der Luft ferner verdunstet, bis er eine Extraktform annahm.

Das Extrakt wurde mit Alkohol digerirt, welcher eine gelbbraune Tinktur damit bildete und ein pulveriges Wesen zurück liefs, das die Beschaffenheit des Milchzuckers zu erkennen gab.

Auf diese Weise behandelt, erhielt ich aus den vorhergedachten Milcharten:

1) Aus hundert Loth Milch von der Kuh *A* nach der Fütterung mit grünem Klee, 6 Loth Butter, 16 Loth Käse, 5 Loth Milchzucker und 73 Theile wässrige Molke.

2) Hundert Loth Milch von der Kuh *B* mit grünem Klee gefüttert, lieferten $7\frac{1}{2}$ Loth Butter, 17 Loth Käse, 5 Loth Milchzucker und $70\frac{1}{2}$ Loth Molke.

3) Hundert Loth Milch von der Kuh *C* mit grünem Klee gefüttert, lieferten $7\frac{1}{2}$ Loth Butter, $17\frac{1}{2}$ Loth Käse, 5 Loth Milchzucker und 70 Loth Molke.

a) Hundert Loth Milch von der Kuh *A*, mit Gerstenstroh und Kleye gefüttert, lieferten $4\frac{1}{2}$ Loth Butter, 14 Loth Käse, 3 Loth Milchzucker und $78\frac{1}{2}$ Loth Molke.

b) Hundert Loth Milch von der Kuh *B* lieferten $4\frac{1}{2}$ Loth Butter, 15 Loth Käse, 3 Loth Milchzucker und $77\frac{1}{2}$ Loth Molke.

c) Hundert Loth Milch von der Kuh *C* mit gleichem Futter genährt, lieferten 5 Loth Butter, $15\frac{1}{2}$ Loth Käse, 3 Loth Milchzucker und $76\frac{1}{2}$ Loth Molken.

d) Hundert Loth Milch von der Kuh *A* mit Maisstengel gefüttert, lieferten $8\frac{1}{2}$ Loth Butter, $18\frac{1}{2}$ Loth Käse, 6 Loth Milchzucker und 67 Loth Molke.

e) Hundert Loth Milch von der Kuh *B* lieferte 9 Loth Butter, 19 Loth Käse, 6 Loth Milchzucker und 66 Loth Molken.

f) Hundert Loth Milch von der Kuh *C* mit gleichem Futter genährt, lieferten 10 Loth Butter, 20 Loth Käse, $6\frac{1}{2}$ Loth Milchzucker und $63\frac{1}{2}$ Loth Molke.

Jener Milchzucker ist indessen nicht vollkommen rein, er enthält vielmehr Spuren von Küchensalz und von phosphorsaurem Kalk eingemengt, welcher letztere bei seiner Lösung mit reinem Wasser zurückbleibt, so wie die gemachte Lösung des Milchzuckers mit Wasser das salpetersaure Silber fället. Die quantitativen Verhältnisse der Theile desselben werde ich zu einer andern Zeit genauer ausmitteln und die Resultate dieser Untersuchung in der Fortsetzung dieser Abhandlung mittheilen.

Ueberblick der Säugthiere

Illiger Ueberblick der Säugthiere nach

ihrer Vertheilung über die Welttheile.

VON ILLIGER. *)

Buffon, und nach ihm Zimmermann, haben die geographische Verbreitung der Säugthiere zum Gegenstande ihrer Untersuchungen gemacht. Zimmermann gab dieser Untersuchung eine solche Ausdehnung, wendete so großen Fleiß und so genaue Kritik darauf und entwickelte die daraus herzuleitenden Folgen mit so vielem Scharfsinn, daß ein späterer Bearbeiter desselben Gegenstandes wenig mehr als das Verdienst sich erwerben kann, welches ihm ein Zeitraum von dreißig für die Naturkunde sehr ergiebigen Jahren gewährt.

Ursprünglich war es meine Absicht, an Zimmermanns Geographische Geschichte des Menschen und der Säugthiere eine ähnliche Bearbeitung der Vögel anzureihen, und ich werde diese Arbeit von einem, wegen der zahlreichen Arten, großen Umfange der Akademie vorlegen, sobald ich einige mir noch nicht zugänglich gewesene Werke dazu werde benutzen können. Da ich bedachte, daß die Zahl der Säugthierarten seit 30 Jahren fast um das Doppelte gewachsen war**), daß seit jener Zeit eine Menge neuer Gattungen gefunden, und ein ganzer Welttheil, den damals Cook eben erst dem Blicke aufgedeckt hatte, nach seinen Erzeugnissen näher bekannt geworden war; daß besonders die systematische Eintheilung der Quadrupeden in Natürlichkeit der zusammengeordneten Arten und Gattungen aufser-

*) Vorgelesen den 28. Februar 1811.

**) Zimmermanns Werk enthält etwa 400 Arten in 44 Gattungen, mein Verzeichniß über 800 Arten in 119 Gattungen, mit Ausschluß der eigentlichen Wallfische, welche Zimmermann überging.

ordentliche Fortschritte gemacht hatte, dafs ich eben dadurch in den Stand gesetzt war, neben den speciellen Angaben der Wohnplätze der einzelnen Arten, ganz besonders den Sitz und die Erstreckung einer jeden Gattung anzugeben, welches eine vorzügliche Aufmerksamkeit zu verdienen schien, und da ich dabei einige Gesichtspunkte auffasste, welche Buffon und Zimmermann, ihrer Absicht gemäfs, mehr angedeutet als ausführlich benutzt hatten, so darf ich hoffen, nicht ohne einigen Gewinn für die Naturkunde gearbeitet und eine interessante Seite der Zoologie zu einer Zeit beleuchtet zu haben, wo die reichlichen Entdeckungen eine weitere Uebersicht und die Aufhellung mancher noch dunkeln oder verworrenen Partien gestatteten.

Bei dieser Arbeit ist das Verzeichnifs der Gattungen und Arten mit der Angabe des Vaterlandes einer jeden, so wie die Sammlung mehrerer Vergleichungstabeln der Thiere der Erdtheile untereinander freilich das Wesentliche, beide aber eignen sich nur zur Durchsicht, nicht zum Vorlesen. Dieses mufs sich auf einige Erläuterungen der mitgetheilten Verzeichnisse und Tabeln und auf einige aus denselben gezogene Resultate beschränken, und selbst in dieser Beschränkung war es unmöglich, und wenigstens meinem Talente unerreichbar, diesem Theile meiner Abhandlung das Trockne der Namenverzeichnisse zu nehmen, und ihnen durch neue und fruchtbare Ideen einen Reiz für den Zuhörer zu ertheilen. Auf das Nützliche meiner Arbeit wage ich Ansprüche zu machen; auf das Angenehme derselben für den Hörer, leiste ich, freilich ungern, Verzicht, doch ist ja Jenes wohl der wesentliche Zweck akademischer Beschäftigungen.

Um eine wirklich lehrreiche Uebersicht der jedem Erdtheile eigenthümlichen Thierbildungen zu erhalten, war es nothwendig, das System genau zu prüfen und es den natürlichen Verbindungen so nahe wie möglich zu bringen, ohne doch die Vortheile einer künstlichen Methode, nemlich leicht auffallende und anzugebende Kennzeichen, darüber einzubüfsen. In neuern Zeiten sind die Systeme der Zoologie durch eine vielseitige Bearbeitung und durch die Menge der aufgefundenen Formen sehr erweitert und verbessert. Die Verfahrungsweise, die durch ein natürliches Band verknüpften Gattungen in Familien zu sammeln, gewährt für die systematische Uebersicht überhaupt, aber ganz besonders für den Zweck der gegenwärtigen Abhandlung, ausserordentliche Vortheile. Ich habe daher bei der Aufzählung der Gattungen und Arten der Säugthiere ein eignes System

zum

zum Grunde gelegt, das aber mehr in der Anordnung, in den Familien-Abtheilungen und in den Gattungen, als in den Ordnungen selbst, von der z. B. in Dumerils analytischen Tabellen befolgten Methode abweicht, denn die Ordnungen waren schon alle, bis auf einige, natürlich gegründet.

Es würde meine ohnehin schon weitläufige Abhandlung zu einem Buche anschwellen, wenn ich hier das gewählte Ordnungsgebäude in allen seinen Theilen genau darstellen und in allen seinen Abtheilungen rechtfertigen wollte. Ich kann um desto eher dieses umgehn, da die vorläufige Darstellung dieses Systems, das auch die Vögel umfaßt, gegenwärtig gedruckt wird. Hier werde ich nur einzelne Züge herausheben, vorher aber eine Bemerkung einschalten.

Die Benennungen der Ordnungen einer jeden Thierklasse glaubte ich aus Einem Princip herleiten zu müssen, wie man es vor Linné gethan. Ich konnte daher mehrere der bis jetzt angenommenen Ordnungsnamen nicht anwenden, und da ich zugleich dafür hielt, daß diese Benennungen leicht verständlich seyn müssen, so konnte ich nur lateinische Wörter dazuwählen. Da die Bewegungswerkzeuge nicht bloß die hauptsächlichlichen Kennzeichen der Ordnungen, sondern auch eine mannichfachere und besser auszudrückende Verschiedenheit darboten, als das Gebiß, so sind die Namen der Ordnungen sämmtlich von ihnen entlehnt. Zu den Familienbenennungen sind, so viel wie möglich, leicht verständliche und keine Zweideutigkeit mit den Gattungsnamen veranlassende Ausdrücke angewendet.

Auch unter den Gattungsnamen wird man eine nicht geringe Zahl hier zum erstenmale erblicken, und bei näherer Ansicht manche derselben als neue Namen für schon bekannte Gegenstände erkennen. Da ich mich darauf berufen kann, daß ich in meinem bisherigen Wirkungskreise zum Theil mit Erfolg die Beibehaltung der frühern Benennungen gegen neuere geltend gemacht habe, sobald jene tadelfrei waren, so wird man mir zutrauen, daß nicht Neuerungssucht oder gar eine kleinliche Eitelkeit, sondern nur das wahre, von gründlichen Bearbeitern der Naturkunde als nothwendig anerkannte, Bedürfnis mich vermögen konnte, so zu verfahren. Nicht genug, daß jetzt häufig neue Gattungen ausgegeben werden, deren Kennzeichen man nicht entwickelt: man gibt sich nicht einmal die Mühe, einen schicklichen, nach den anerkannt guten Vorschriften gebildeten Namen für die Gattung zu ersinnen; man begnügt sich mit barbarischen, provinziellen, oft aus Mißverstand herrührenden Benennungen. Namen wie *Saguinus*, *In-*

dri, Lori, Galago, Luscus, Wombatus, Potorous, Kangurus, Acuti, Lama, Desman, Dugong, Anarnacus darf man nicht dulden, wenn wir fortfahren wollen, in Linnés Geist und Art zu arbeiten. Man findet in großen Werken Namen wie *Secretarius, Eques, Unibranchapertura* für Gattungen von Vögeln und Fischen; die Benennung *Tupinambis* für eine Eidechengattung ist aus einer argen Unkunde der lateinischen Sprache entstanden. Einige Namen, wie *Cebus, Echidna, Molossus, Setifer, Caudivolvulus, Lotor*, sind aus andern Rücksichten verwerflich. Jetzt ist es noch Zeit, sich dieser einbrechenden Barbarei entgegenzusetzen, indem noch kein klassisches Werk sie geheiligt hat; wartet man länger, so gewöhnt sich auch das bessere Ohr an solche Benennungen, und die Heilung kommt vielleicht zu spät. — Für neugebildete, oder doch vorher nicht so scharf unterschiedene Gattungen war es ohnehin nothwendig, neue Namen zu schaffen.

Die Säugthiere sind hier in 14 Ordnungen, 39 Familien und 125 Gattungen vertheilt, und enthalten etwa 830 Arten, von denen freilich mehrere noch auf unsichern Angaben beruhn. In dem Verzeichnisse sind bei jeder Art ein systematischer Name und die wichtigsten Synonyme aus Linné, Buffon, Schreber, Zimmermann, Shaw, und wo es nöthig war, aus einem andern Schriftsteller angegeben.

Da ich keine in naturhistorischen Schriften und in Reisebeschreibungen erwähnte Art umgehen durfte, wenn ich treu arbeiten und den Zweck einer vollständigen Uebersicht, so weit unsre gegenwärtige Kenntniß der Säugthiere es gestattet, erreichen wollte, so erlangte ich zwar dadurch eine Vollständigkeit der Aufzählung, wie man sie bisher nicht hatte, aber der Kenner wird leicht ermessen, wie oft unzulängliche Angaben und Beschreibungen den Sammler in Verlegenheit setzten, um jedes erwähnte Thier zu seiner Art, und jede Art zu der passenden Gattung zu bringen. Es ist beinahe unglücklich, wie wenige Beschreibungen der Säugthiere und Vögel so gearbeitet sind, daß sie außer der Größe, der Zeichnung und einigen andern oberflächlichen Merkmalen, alle Verhältnisse der Theile und die genauen Angaben der Zahnbildung und der Füße enthalten. Dies kommt freilich besonders von der seltenen Gelegenheit, viele dieser Thiere nebeneinander und nacheinander zu studiren, und von dem Umstande, daß Pennant und Latham, die beide wohl die meiste Gelegenheit dazu hatten, weniger Sinn für das System und die genaue Kenntniß, als für eine Vielzahl

von kurz anzudeutenden Arten besaßen. Pallas's meisterhafte und genugthuende Beschreibungen sind noch immer unerreichte Muster.

Es konnte daher bei diesem großen Mangel an sicher leitenden Beschreibungen nicht anders seyn, als daß sehr viele Arten entweder auf das Wort des Schriftstellers oder auf gewagte Mutmaßungen, die sich zum Theil auf Analogieen und einzelne Nebenmerkmale stützen, zu den Gattungen gezählt sind. Ich hoffe, daß manche unerwartete Versetzung von einer genauern Prüfung werde gutgeheissen werden. Einige Gattungen sind nur auf einzelne Abweichungen gegründet, und sollen nur dienen, ihre Untersuchung zu empfehlen, welche vielleicht noch mehr Gründe der Unterscheidung entdecken wird. Eine solche Gattung ist bei den Quadrumanen *Lasiopyga*, die durch den Mangel von Gesäßschwieneln von dem verwandten *Cercopithecus* sich auszeichnet.

Manche als neu beschriebene Arten habe ich nach Andrer oder meinen eignen Untersuchungen auf bekannte Arten zurückführen können, aber die sorgfältigste Kritik, auch bei bessern Hilfsmitteln, als mir zu Gebote standen, muß nach den unzulänglichen Angaben noch Vieles der Art aufgelöst lassen. Manches Urtheil über eine Art würde ich vor einem strengen Richter gar nicht mit Gründen zu belegen im Stande seyn; ich appellire dabei an jeden in der Naturbeschreibung Geübten, ob er nicht zuweilen einen an Ueberzeugung grenzenden Glauben, daß eine Sache so seyn werde, auf eine bloße Ahnung gründet, die wahrscheinlich aus einer häufigen Uebung des Vergleichens der Natur mit den Schriftstellern entspringt. — Es mögen daher noch manche Arten eingezogen, und dagegen manche mit andern verbundene wieder getrennt werden. Ich sehe meine Arbeit auch von dieser Seite als verdienstlich an, wenn dadurch vieles Ungewisse zur Sprache gebracht wird und die Berichtigung der Kenner veranlaßt. Doch erinnere ich, daß ich lieber eine ähnliche Art als verschieden ansah, wenn einige Gründe dafür sprachen, als daß ich den entgegengesetzten Weg einschlug. Eine häufige Erfahrung von der Richtigkeit dieser Methode bei den Vögeln und Insekten empfahl auch hier diese Verfahrensweise.

Die Erste Ordnung, *Erecta*, Aufrechte Säugthiere, welche nur den Menschen enthält, ist von dieser Abhandlung ausgeschlossen, so wie auch die Hausthiere, als solche, in ihren zahlreichen Abänderungen,

ausgeschlossen sind und nur als Arten und wo es nachzuweisen war, in ihrem ursprünglich wilden Zustande vorkommen.

In der Zweiten Ordnung, *Pollicata*, Daumenfüßige Säugthiere, habe ich die Ordnung der neuern Systeme, *Quadrumanæ*, mit den Familien der Beutelhierere vermehrt, die in jenen Systemen entweder eine eigne Ordnung bilden, oder unter dem Namen *Pedimana* den Fleischfressenden Thieren zugeordnet werden. Nicht bloß die deutliche Handbildung des Hinterfußes hat mich dazu vermocht, ob diese gleich um so bedeutender erscheint, wenn man die Bildung der Füße der zu den Quadrumanen gestellten Sagoinaffen (*Hapule*) erwägt, die auch nur deutliche Hinterhände haben; auch die Zahnbildung, sowohl dieser Affengattung, als der Lemurartigen Thiere stimmt sehr gut mit den Beutelhieren überein. Daubenton*) hat schon eine ähnliche Verbindung gemacht, wodurch das Kennzeichen der Ordnung, der Daumen der Hinterfüße, ausgezeichnet herausgehoben wird. Diese Ordnung enthält in 5 Familien und 26 Gattungen, 180 Arten, die fast alle auf die tropischen Länder beschränkt sind und nur in einzelnen Arten in die angrenzenden Länder der gemäßigten Zone hinüberreichen.

Die erste dieser Familien *Quadrumanæ*, Vierhändige Säugthiere, enthält die zahlreichen Affenartigen Thiere, die auf der Einen Seite so nahe an den Menschen grenzen und die man als die Verkündiger des heißen Erdgürtels anschn kann. So zahlreich sie aber in Afrika, Süd-Asien und Süd-Amerika vorkommen, so hat man sie doch noch nicht im tropischen Neuholland aufgefunden, und so wahrscheinlich es auch ist, daß Neuguinea, welches dem Sitze des Orang-Utangs so nahe liegt, Thiere dieser Familie besitzt, so hat man doch bis jetzt noch keine Kunde davon, so wie überhaupt dieser interessante Theil der Erde uns in Ansehung seiner Erzeugnisse noch unbekannt geblieben ist. Die Zahl der Arten ist 116 in 12 Gattungen; die alte Welt enthält 79, Süd-Amerika 36 Arten; die Nord-Hemisphäre keine einzige Art.

Die zweite Familie *Prosimii*, Makiartige Säugthiere, ist mit ihren 3 Gattungen und 17 Arten auf die tropische alte Welt eingeschränkt; weder Australien noch Süd-Amerika, noch die Nordhemisphäre besitzen davon eine Art. Sie haben aufser den Händen noch manche andre Eigenschaften mit den Quadrumanen gemein, nähern sich aber in ihrem fuchs-

*) *Encyclopédie méthodique, Système anatomique. Quadrupèdes par F. Vicq-d'Azyr. II. Discours prélimin. XCV. sqq.*

artig-spitzigen Gesichte, der Zahnbildung und den langen Schnurrharen den Beutelthieren. Sie sind besonders des Nachts thätig.

Die dritte Familie, der Hochfüßigen Säugthiere, *Macrotarsi*, macht diesen Uebergang noch merklicher. Ihrer sind zwei Gattungen und sieben Arten, und sie sind auf dieselben Länder beschränkt.

Die anomalische Familie der Langfingrigen Säugthiere, *Psilodactyli*, enthält in 1 Gattung nur 1 Art: die *Chiomys* aus Madagaskar. Die deutliche Hand weist ihr in dieser Ordnung eine Stelle an, das Gebiß soll wie bei den Nagethieren seyn, doch scheint die Abbildung, die Sonnerat von diesem durch ihn bekannt gewordenen Thiere gegeben, eher ein Gebiß anzudeuten, wie es einige Neuholländische Beutelthiere zeigen; denn es fehlt die für die Nagethiere so charakteristische große Zahnlucke zwischen den Vorder- und Backenzähnen.

Die fünfte Familie enthält die Beutelthiere, *Marsupiales*, in 8 Gattungen und 40 Arten. Sie gehört fast ohne Ausnahme nach Neuholland und Süd-Amerika, und zeigt einen deutlichen Uebergang zu den kleinern auf den Sohlen gehenden Raubthieren; aber die Hinterhand bringt sie zu den *Pollicatis*. Die auffallende Eigenthümlichkeit eines die Säugwarzen umgebenden vorn offenen Beutels, worin die in einem unreifen Zustande gebornen Jungen bis zu ihrer Ausbildung an den Säugwarzen hängen, hat diese Familie mit der folgenden Ordnung gemein.

Die dritte Ordnung und Familie, der Springenden Säugthiere, *Salientia*, ist nur in Neuholland und Java einheimisch und enthält 2 nahe verwandte Gattungen und 8 Arten. Sie haben bei unverhältnißmäßig großen und starken Hinterbeinen nur sehr kleine Vorderbeine, und können daher nicht auf allen Vieren gehn, sondern nur in Sätzen springen, wobei ihnen der musculöse Schwanz hilft. Einige ziehn sie zu den Nagethieren, wovon sie aber die Zähne, selbst die den Backenzähnen der Schweine ähnlichen Backenzähne, und der Zitzenbeutel unterscheidet; andre rechnen sie zu den Beutelthieren, wovon aber die zusammengesetzten Backenzähne und der mangelnde Daumen sie trennen. Sie bilden deshalb sehr schicklich eine besondere Ordnung.

Die vierte Ordnung, *Premsiculantia*, Pfötelnde Säugthiere heißen bei Linné *Glires*, bei Andern *Roseres*, im Deutschen Nagethiere. Sie sind sehr zahlreich, denn ihre 167 Arten sind in 25 Gattungen und 8 Familien über die ganze Erde, einige freilich durch Zuthun des Menschen, vers

breitet. Die alte Welt hat 103 Arten, wovon 97 ihr ausschließlich gehören; Australien besitzt nur 2 eigenthümliche Arten, Amerika 62 ausschließlich eigene und 6 mit der alten Welt gemeinschaftliche Arten.

Die erste Familie, Langbeinige Säugthiere, *Macropoda*, von 3 Gattungen und 14 Arten, schließt sich in der Gestalt und besonders in dem Mifsverhältniß der Hinterbeine zu den kurzen Vorderbeinen, zum Theil auch in der springenden Bewegung, die aber auch mit einem vierbeinigen Gange verbunden werden kann, an die vorhergehende Ordnung an, hat aber im Gebisse und den übrigen Eigenschaften eine völlige Uebereinstimmung mit den andern Arten dieser Ordnung. Sie sind größtentheils der alten Welt eigen; Nord-Amerika hat nur 2 Arten; Süd-Amerika und Australien gar keine.

Die zweite Familie, *Agilia*, Schwippe Säugthiere, wozu die Eichhörnchen und Flieghörnchen gehören, enthält in 4 Gattungen 40 Arten, wovon 25 in der alten Welt, 15 in Amerika, aber keine in Australien vorkommen.

Die dritte Familie, der Mäuseartigen Säugthiere, *Murina*, welche die eigentlichen Mäuse, Murmelthiere, Hamster enthält, hat 52 Arten und 5 Gattungen. Einige Arten sind über die ganze Erde zerstreut; 37 kommen in der alten Welt, 17 in Amerika vor.

Die vierte Familie, der Grabenden Säugthiere, *Cunicularia*, ist der vorhergehenden Familie nahe verwandt und wurde zum Theil mit den Gattungen derselben verbunden. Die zusammengesetzten Backenzähne bilden den Hauptunterschied derselben. 3 Gattungen enthalten 20 Arten, wovon 15 in der alten Welt, 6 in der neuen vorkommen. Australien fehlen sie.

Die fünfte Familie, Schwimmfüßige Säugthiere, *Palmipeda*, enthält die beiden Gattungen *Hydromys* und *Castor* und nur 5 Arten, wovon eine, der schuppenschwänzige Biber, der ganzen nördlichen Hemisphäre gemeinschaftlich ist. Süd-Amerika besitzt zwei andere, und Neuholland die beiden übrigen Arten, wo sie die einzigen ursprünglichen Thiere aus dieser Ordnung ausmachen. Der Hauptcharakter der Familie sind Schwimmfüße an fünfzehigen Hinterbeinen.

Die sechste Familie, Stachelrückige Säugthiere, *Aculeata*, zeichnet sich in dieser Ordnung durch die längern oder kürzern Stacheln aus, womit das Thier mehr oder weniger besetzt ist. Ausser ihnen sind

noch zwei Gattungen kleiner Krallenthiere, und zwei Neuholländische Thiere aus der Ordnung der Kriechenden Säugthiere mit Stacheln bewaffnet. Die 14 Arten gehören 2 Gattungen an, wovon nur 3 in der alten Welt, 11 in Amerika leben. Australien hat keine derselben.

Die siebente Familie, Doppelzähniige Säugthiere, *Duplicidentata*, merkwürdig durch eine nur bei ihr vorkommende Eigenschaft, daß hinter den beiden obern Vorderzähnen noch zwei kleinere liegen, enthält nur 2 Gattungen, den Hasen und das Schoberthier (*Lepus*, *Lagomys*) und 14 Arten, wovon 11 in der alten Welt, 5 in Amerika, keine in Australien vorhanden sind.

Die letzte achte Familie, der Hufkralligen Säugthiere, *Subungulata*, ist auf Süd-Amerika eingeschränkt und enthält in 4 Gattungen, die bisher unter dem Namen *Cavia* verbunden waren, 8 Arten. Ihre Klauen gehen sehr deutlich in die Hufform über, so wie das Kapybara, *Hydrochoerus*, durch seine ansehnliche GröÙe und seine Lebensart den Uebergang zu der folgenden Ordnung bereitet.

Die fünfte Ordnung, *Multungula*, Vielhufige Säugthiere, werden auch wohl *Pachydermata* genannt, und entsprechen den Linnéischen *Belluae*. Sie haben mehr als zwei die Erde berührende Hufe, oder hufartige Nägel, und die Gattung, bei der nur zwei Hufe aufstehn, unterscheidet sich von den *Bisuleis* durch das Gebiß, indem bei ihnen Eckzähne und auch in der obern Kinnlade Vorderzähne gefunden werden. Die Backenzähne sind mit Schmelzfalten durchzogen, welches man nur noch bei den *Salientibus*, bei einigen *Prensiculantibus*, bei den *Solidungulis* und *Bisuleis* findet. Es sind 7 Gattungen und 16 Arten, von denen 12 in der alten Welt, 4 in Amerika vorkommen. Neuholland besitzt kein Thier dieser Ordnung.

Jede Gattung ist so sehr von den andern verschieden, daß sie fast alle eigne Familien bilden; nur die erste Familie der Nagelhufigen Säugthiere, *Lamnunguia*, enthält zwei Gattungen, aber nur 3 Arten. Sie sind in dieser Ordnung nur klein und wurden ehemals zu den *Prensiculantibus* gezählt, bis Cuvier ihnen ihre richtige Stelle anwies. *Lipura* ist in Nord-Amerika, *Hyrax* in zwei Arten in Afrika und Asien einheimisch. Zwei Vorderzähne oben, vier Vorderzähne unten, für die Eckzähne eine Zahn-lücke, 28 schmelzfaltige Backenzähne; Hufnägel auf den Zehen sind ihr Charakter.

Die zweite Familie, *Proboscidea*, Rüsselthiere, enthält den Elephanten, *Elephas*, mit zwei nur auf das tropische Asien und Afrika angewiesenen Arten.

Die dritte Familie, *Nasicornia*, Nasenhörnige Säugthiere, mit der einzigen auf dieselben Länder beschränkten Gattung *Rhinoceros* von 3 Arten.

Von der vierten Familie, Schwerfällige Säugthiere, *Obesa*, enthält Afrika die einzige bekannte Art, den *Hippopotamus*.

Die fünfte Familie, Langnasige Säugthiere, *Nasuta*, besitzt auch nur Eine südamerikanische Art, den *Tapirus*.

In der sechsten Familie, *Setigera*, Borstige Säugthiere, steht die Gattung *Sus* mit 6 Arten, von denen 4 der alten Welt und Neuguinea, 2 Südamerika angehören.

Die sechste Ordnung bilden die Einhufigen Säugthiere, *Solidungula*, mit Einer Familie und Einer Gattung, *Equus*, deren 6 Arten der alten Welt eigenthümlich sind.

Die siebente Ordnung, *Bisulca*, Zweihufige Säugthiere, auch Wiederkäuende Thiere, *Ruminantia* und *Pecora* genannt, enthält in 4 Familien und 8 Gattungen, 93 Arten, von denen 74 in der alten Welt, 21 in Amerika, keine in Neuholland, gefunden werden.

An der Spitze der Familien stehn die Schwielenfüßigen Säugthiere, *Tylopoda*, die von den übrigen Thieren dieser Ordnung durch eine schwielige vorn nur eingekerbte Sohle, zwei kleine Hufe an der Spitze der Zehen, und durch zwei Vorder- und einige Eckzähne in der Oberkinnlade sich auszeichnen, und in ihrem Gebisse einen nicht undeutlichen Uebergang zu den Pferden machen. In 2 Gattungen, die man ehemals zusammenfaßte, sind nur 7 Arten. *Camelus* mit 2 Arten ist der alten Welt, *Auchenia* (*Lacma*) mit 5 Arten Südamerika eigen.

Die zweite Familie, Abschüssige Säugthiere, *Dereza* enthält die im tropischen Afrika einheimische *Camelopardalis*.

Die folgende Familie der Rehartigen Thiere, *Capreoli*, hat in 2 Gattungen *Cervus* und *Moschus*, 26 Arten, von denen 18 in der alten, 8 in der neuen Welt vorkommen.

Die vierte Familie der Scheidenhornigen Säugthiere, *Cavicornia*, wohin die 3 Gattungen *Antilope*, *Capra* und *Bos* gehören, enthält

hält 57 Arten, die mit Ausnahme von 4 Arten, die man in Nord-Amerika findet, alle der alten Welt angehören.

Bis hierher folgten die Ordnungen ziemlich ungezwungen aufeinander, aber hier findet sich eine große Lücke, welche keine der noch folgenden Ordnungen schicklich ausfüllen kann.

Die achte Ordnung, *Tardigrada*, Träge Säugthiere, kann man zwar wegen ihres viertheiligen Magens, wegen des Mangels der Vorderzähne, der bei den Zweihüfigen Thieren schon in der Oberkinnlade Statt fand, wegen der großen, die Zehenspitzen fast umkleidenden Klauen, als auf gewisse Weise mit den *Bisulcis* zusammenhängend ansehen, doch bleibt zu ihnen immer ein großer Sprung; allein sie reißen sich in der jetzigen Reihe der Säugthiere nirgends schicklich an. Von den beiden Gattungen der einzigen Familie ist das Faulthier mit 3 Arten auf das tropische Süd-Amerika, der erst vor kurzem bekannt gewordne *Prochilus* mit 1 Art auf Bengalen beschränkt.

Die neunte Ordnung, *Effodientia*, Scharrende Säugthiere, welche die *Edentata* des Cuvierschen Systems begreift, hängt durch mehrere Uebereinstimmungen des innern und äußern Baues natürlich genug mit den *Tardigraden* zusammen. Aufser den Vorderzähnen fehlen auch die Eckzähne, oft sind gar keine Zähne vorhanden. Die Klauen sind groß und dienen zum Aufscharren der Erde. In 2 Familien sind 5 Gattungen und 24 Arten, wovon 6 in der tropischen alten Welt, 18 in Süd-Amerika vorkommen, Australien keine besitzt.

Die erste Familie, *Cingulata*, Gegürtelte Säugthiere, hat 2 Gattungen, die man bis jetzt in einer, *Dasypos*, verband, und 14 Arten, und ist ganz auf Süd-Amerika eingeschränkt. Sie zeichnen sich durch eine knochige Schale aus, die in der Mitte des Rückens durch Querstreifen unterbrochen ist.

Die andere Familie, *Vermilinguia*, Wurmzungige Säugthiere, enthält in 3 Gattungen 10 Arten, wovon 6 in der alten Welt, 4 in Süd-Amerika vorkommen. Sie haben fast alle gar keine Zähne, eine kleine Mündöffnung, eine lange rundliche schnell bewegliche Zunge, an deren klebriger Feuchtigkeit die Termiten und Ameisen hängen bleiben, über welche diese Thiere die Zunge hinziehen. *Orycteropus* grenzt durch die Backenzähne, *Manis* durch die Knochenschuppen seiner Bekleidung an die *Cingulata*.

Die zehnte Ordnung, *Reptantia*, Kriechende Säugthiere; ist erst neuerlich entdeckt, und unterscheidet sich durch den Mangel der Säugwarzen, durch eine von fleischigen Lippen unbedeckte schnabelförmige Schnauze, durch die für die Geschlechtstheile und den After gemeinschaftliche Oeffnung (woher der Name *Monotremata* entstanden) und durch mehrere andre Eigenthümlichkeiten so sehr von den übrigen Säugthieren, daß man sie als ein zweideutiges Mittelding zwischen ihnen und den Amphibien betrachtete. Die beiden Gattungen *Ornitorhynchus* und *Tachyglossus* (denn der Name *Echidna* hat wohl seine Entstehung einer Verwechslung der ähnlichen Laute mit *Echinus* zu danken, und gehört von uralten Zeiten einer Viper) enthalten 4 Arten und sind Neuholland eigen. Eine Muthmaßung bringt die Javanische *Testudo squamata Bontii* zu diesen Thieren, die daher unter dem Namen *Pamphiractus* aufgeführt ist.

Nun folgt ein zweiter Sprung in der Reihenfolge der Ordnungen. Die *Reptilia* konnte ich nicht von den *Fodientibus* trennen, weil sie durch *Myrmecophaga* sehr gut damit zusammenhangen, indem bei *Tachyglossus* eine ähnliche Zunge zu gleichem Dienst vorhanden, auch beide Ordnungen, sowohl die Faulthiere, wie die *Fodientia* anfangen, in ihrem Knochenbauc ungewöhnliche Bildungen zu verrathen. Aber an die *Reptilia* schließt sich keine andre Ordnung an, man müßte denn das Vogelähnliche des Schnabelthiers für einen Uebergang zu den, so lange für Vögel gehaltenen Fledermäusen gelten lassen wollen.

Die elfte Ordnung, *Volitantia*, Fliegende Säugthiere, die man auch unter dem Namen *Alipedes* oder *Chiroptera* besonders, oder als eine Abtheilung der Raubthiere aufführt und die Linné zu seinen *Primates* zählte, womit sie auch durch *Galeopithecus* und die Lemurartigen Thiere einige Verwandtschaft haben, enthält zwei Familien, 10 Gattungen und 56 Arten, von denen 29 in der alten Welt, 25 in der neuen Welt einheimisch sind.

Die erste Familie, *Dermoptera*, Pelzfliegende Säugthiere, nähern sich in ihrer Flatterhaut mehr den Flieghörnchen (*Petauristes*) und Schwungthieren (*Phalangista*), indem die Finger der Vorderfüße nicht wie bei der folgenden Familie grätenförmig durch die Haut verbreitet sind, diese Haut auch nicht so florähnlich dünn und nackt ist. Doch sind die Vorderfinger durch eine Haut verbunden, und die Flughaut geht auch hinten um den Leib und begreift den Schwanz in sich, auch fehlt der Daumen. Das Ge-

bis unterscheidet die eine Gattung dieser Familie mit 3 nur im östlichen Südasiem vorkommenden Arten, von den Flieghörnchen deutlich genug.

Die zweite Familie, *Chiroptera*, Hautfliegende Säugthiere, enthält die eigentlichen Fledermäuse in 9 Gattungen und 53 Arten, wovon 26 der alten, 26 der neuen Welt, 1 ungewissen Vaterlandes.

Die zwölfte Ordnung, *Falculata*, Krallende Säugthiere, bei Linné *Ferae*, enthält die mehrentheils vom Raube lebenden Thiere mit allen drei Arten von Zähnen, mit Krallen, ohne Daumen an den Füßen. Sie begreift 4 Familien, 21 Gattungen, 192 Arten, wovon in der alten Welt 116, in Amerika 90 vorkommen, in Neuholland aber nur 1, ein Hund.

Die erste Familie sind die *Subterranea*, Unterirdische Säugthiere, eine reichhaltige Sammlung nur kleiner, auf der ganzen Sohle schreitender Krallenthiere, die sich vorzüglich von Würmern, Insekten und von Pflanzenkost nähren. Sie unterscheiden sich von den Sohlenschreitenden Raubthieren besonders durch den Umstand, daß bei ihnen die Eckzähne eine zweideutige Gestalt zwischen Backen- und Vorderzähnen haben, auch in der Regel kleiner als diese sind; ihre Backenzähne haben viele Spitzen von mannichfacher und merkwürdiger Anordnung und Verbindung. Die Zahl der Gattungen ist 8, der Arten 34, wovon 25 in der alten Welt, 10 in Amerika leben: Maulwurf, Spitzmaus, Igel gehören hierher,

Die zweite Familie, *Plantigrada*, Sohlenschreitende Säugthiere, haben alle sehr deutliche und starke Eckzähne, oben und unten 6 Vorderzähne, vorwärts schneidende, hinterwärts flachkronige Backenzähne; sie gehn auf der ganzen deshalb unbehaarten Sohle. Es sind ihrer 6 Gattungen und 31 Arten, wovon 8 in der alten, 26 in der neuen Welt vorkommen. Bär, Dachs sind von dieser Familie.

Die dritte Familie enthält die eigentlichen Raubthiere. *Sanguinaria*, Reisende Säugthiere, die man auch wohl zum Unterschiede von jener Familie, Zehenschreiter, *Digitigrada*, nennt, weil sie nur auf die Zehenspitze auftreten. Sie haben das Gebiß der Sohlenschreiter, aber ihre Eckzähne sind stärker und schärfer, die Backenzähne mehr schneidend. Einige können die scharf zu erhaltenden Krallen ganz oder zum Theil in eine Scheide zurückziehen, wie *Felis*, *Viverra*. Der Gattungen sind 6, der Arten 78; 45 derselben in der alten Welt, 1 in Neuholland, 32 in Amerika.

Die Thiere der vierten Familie, *Gracilia*, Schlüpfende Säugthiere, von Ray *Verminei* genannt, sind den vorhergehenden nahe ver-

wandt und eben so blutgerig, sie haben aber aufser der langen schlanken Gestalt auf niedrigen Beinen, vermöge welcher sie durch enge Löcher schlüpfen können, noch das Unterscheidende, das von den untern Vorderzähnen der zweite jeder Seite nach hinten gedrängt ist, wovon man bei einigen Plantigraden schon eine Aehnlichkeit findet. Sie enthält 4 Gattungen und 49 Arten, wovon 29 in der alten, 26 in der neuen Welt vorkommen. Mit den hierhergehörenden *Herpestes* oder *Ichneumon Mephitis* und *Mustela*, sind noch immer so manche Thiere der vorhergehenden Familien aus den Gattungen *Viverra*, *Gulo*, und *Meles* zusammengefaßt, das es fast unmöglich ist, jeder Gattung das Ihrige anzuweisen.

Die dreizehnte Ordnung, *Pinnipedia*, Flossenfüßige Säugthiere, die man auch wohl *Amphibia* nennt, hängt durch die Gattung *Lutra* der vorhergehenden Familie so eng mit der vorigen Ordnung zusammen, das wenn nicht die große Schwierigkeit entstände, wohin man das im Körperbau den Robben so ähnliche Wallrofs, *Trichechus*, bringen sollte, man sehr füglich *Phoca* mit den *Falculatis* verbinden könnte. Sie unterscheiden sich von der vorhergehenden Ordnung durch ihren langen unförmlichen nach hinten verengten Leib, die nicht ganz aus dem Rumpfe entwickelten kurzen ruderförmigen Beine, wovon die Hinterbeine nach hinten hinausgestreckt, fast einen waagerechten Schwanz bilden. Die beiden Gattungen *Phoca* und *Trichechus* (denn die übrigen dazu gerechneten gehören offenbar zur folgenden Ordnung) sind in der Bildung und Stellung der Zähne außerordentlich verschieden, jene den Raubthieren, diese den *Multungulis* ähnlich. Man führt 29 Arten auf, von denen 23 in der alten Welt, 15 in der neuen Welt vorkommen. Neuholland und Neuseeland besitzen mehrere derselben.

Die vierzehnte und letzte Ordnung, *Natantia*, Schwimmende Säugthiere, enthält die im Meere lebenden Säugthiere, bei denen die Brustglieder oft ganz in eine Flosse, die Hinterbeine völlig in einen waagerechten Schwanz verwachsen sind. Die Robben und Wallrosse konnten noch auf das Land und die Eisschollen kriechen, ja sich ganz hurtig darauf bewegen; diese Thiere, welche zum Theil ungeheure Massen bilden, können nur schwimmen, und werden nur durch das Bedürfnis des Athmens an die Luft gelockt. Es sind 2 Familien, 9 Gattungen und 47 Arten, aber ihre Zahl und Geschichte liegt noch im Dunkel. 38 Arten sind in den Meeren der alten Welt und Australiens, 25 an den Amerikanischen Küsten bemerkt.

Die erste Familie, die ich *Sirenia*, Sirenenartige Säugthiere genannt habe, weil sie diejenigen Arten begreift, welche die vorzügliche Veranlassung zu den Erzählungen von Meermenschen gegeben haben, hat man immer zu der vorhergehenden Ordnung, ja gar in die Gattung Wallrofs, *Trichechus*, gezogen, da doch ihr ganzer Bau und ihre Lebensart ihnen die Stelle neben den Wallfischen anweist, von denen sie die mehr ausgebildeten und mit Nägeln oder einer hufartigen Kruste besetzten Brustglieder, die in einen Schwanz verwachsenen Bauchglieder und der Mangel der Spritzlöcher unterscheiden. In 3 Gattungen, *Manatus*, *Halicore* und *Rytina*, sind 7 Arten, wovon 5 in der alten Welt, 3 in Amerika vorkommen.

Die andre Familie enthält die eigentlichen Wallfische, *Cete*, wovon man 6 Gattungen und 40 Arten angegeben findet, deren 33 in der alten Welt und in Australien, 23 in Amerika vorkommen sollen. Sie haben gar keine Bauchglieder und eine besondere Schwanzflosse.

Zu dieser Uebersicht der Ordnungen und Familien gehört die I. Tafel.

In der II. Tafel sind die einzelnen Gattungen nacheinander aufgeführt und in 5 Rubriken gezeigt, in welchem Welttheile die Arten derselben vorkommen, und zwar sind die, einem Welttheile ausschliesslich eignen von denjenigen getrennt, die er mit andern gemeinschaftlich besitzt. Eine Rubrik faßt unter dem Namen der alten Welt die Welttheile Europa, Afrika, Asia, Australien zusammen, um eine Vergleichung mit der westlichen oder untern Hemisphäre, mit Amerika, zu gewähren.

Bei der folgenden Uebersicht der Vertheilung der Gattungen und Arten über die Welttheile bin ich aber nicht dieser Tafel gefolgt, weil eine andere Verfahrungsweise eine bequemere und lehrreichere Uebersicht gewährte.

Europa liegt nur in der nördlichen gemäßigten Zone. Man kann es daher füglich nur mit gleichliegenden Landstrecken vergleichen, um ein richtiges Verhältniß zu bekommen. Daher habe ich ihm Nordasien und Nordamerika gegenübergestellt. Man wird sehn, dafs in allen diesen Erdtheilen, welche die nördliche Hemisphäre bilden, ziemlich ähnliche Thierformen vorkommen, manche sich ganz durch dieselbe erstrecken, und nur wenige auch der südlichen Erde zugehören. Alle diese Ländermassen hängen auch auf gewisse Weise zusammen, und der Uebergang des Einen in den Andern ist zum Theil so unmerklich, dafs nur Herkommen oder ein

Machtspruch sie absondert. Grönland ist zu Nordamerika gezogen, mit dem es wahrscheinlich zusammenhängt; Island darf man von Grönland nicht wohl trennen, Spitzbergen ist Europa zugerechnet. Die Aleutischen Inseln sind zu Asien gezählt.

Die südliche Grenze Nordasiens bildet etwa der 40ste Grad N. Br., auf der westlichen Seite das Schwarze und Kaspische Meer, östlich die hohen Gebirgszüge, welche die Indien und China nordlich begrenzen. Die Japanischen Inseln sind zu Nordasien genommen.

Nordamerika reicht etwa bis zum 25ten Grade der N. Br. hinab.

Die zweite Reihe von zu vergleichenden Erdtheilen bilden 1) ganz Afrika mit Madagaskar und den an diesem Welttheile liegenden Inseln; 2) Süd-Asien von jener oben angegebnen Grenze an bis an die Inseln nordlich von Neuholland, östlich bis an die Philippinen und Molukken; 3) Australien, welches aufser den im großen Ocean zwischen Asien und Amerika enthaltenen Inseln, Neuguinea, die Luisiade, Neuholland mit Diemensland, Neuseeland, Kerguelenland begreift; 4) Südamerika, vom nordlichen Mexiko etwa unter dem 25° N. Br. an bis zum Feuerlande, mit Einschluss der Westindischen, Gallapagischen und Falklandsinseln und Neugeorgien.

Auf diese Art bekommt man eine Uebersicht der Länder der gemäßigten und kalten nördlichen Zone, und der tropischen Länder unsers Erdkreises. Die Erfahrung zeigt, dafs aus dem heißen Erdgürtel manche Thiere wegen des nordlich und südlich damit unmittelbar zusammenhängenden Landes, in die gemäfsigte Zone überstreifen.

III. Tafel.

Vergleichende Uebersicht der Familien, Gattungen und Arten der nördlichen Hemisphäre.

I. EUROPA.

Europa auf der nördlichen und östlichen Halbkugel ist nur als ein Fortsatz von Nordasien zu betrachten und liegt ganz innerhalb der gemäßigten und kalten Zone, indem sein südlichster Punkt nur zum 35° N. Br. reicht. Seine Längen-Erstreckung beträgt etwa 70 Grade, also nur die Hälfte von der Längen-Erstreckung Nordasiens und Nordamerikas. Aus dieser Lage und Ausdehnung folgt schon, dafs keine sehr grofse Mannichfaltigkeit der Naturerzeugnisse Statt finden werde. Von tropischen Pflan-

zen und Thieren, die man in Amerika und in Australien noch weiter in die gemäßigte Zone hinein findet, z. B. einige höhere Palmen, Baumarten e Barrenkräuter, Papageien, Affen, zeigt das südliche Europa keine freiwillige Spur. Aber die Nähe, ja man möchte sagen, der ehemalige Zusammenhang mit Nordafrika, ist in mehreren Produkten der Küste des Mittelländischen Meers unverkennbar. Eine Menge Gewächse und Insekten sind dieser mit der Barbarei gemein, und selbst einige Säugthiere, namentlich *Hystrix cristata*, *Viverra*, *Genetta*, gehören dahin.

Die Anzahl der Gattungen beträgt in Europa 40, der Arten 131; unter diesen sind aber nur 33 dem Welttheile eigenthümlich, 98 demselben mit andern, besonders Nordasien und Nordamerika, gemein. Von allen Gattungen kann man keine als ein ausschließliches Eigenthum Europa's ansehen.

Hier ist das Namenverzeichnis seiner Gattungen und Arten, unter denen die eigenthümlichen ausgezeichnet sind.

<i>Dipus halicus</i>	<i>Georychus talpinus</i>
<i>Sagitta</i>	<i>Hypudaeus Lemmus</i>
<i>Myoxus Glis</i>	<i>migratorius</i>
<i>Dryas</i>	<i>torquatus</i>
<i>Nitela</i>	<i>arvalis</i>
<i>Muscardinus</i>	<i>Glareolus</i>
<i>Tamias striatus</i>	<i>rutilus</i>
<i>Sciurus vulgaris</i>	<i>amphibius</i>
<i>Pteromys volans</i>	<i>Castor Fiber</i>
<i>Arctomys Mannrotta</i>	<i>Hystrix cristata</i>
<i>Bobac</i>	<i>Lepus variabilis</i>
<i>Citillus</i>	<i>timidus</i>
<i>guttaeus</i>	<i>Cuniculus</i>
<i>Mus decumanus</i>	
<i>Rattus</i>	<i>Sus Scrofa</i>
<i>Musculus</i>	
<i>sylvaticus</i>	<i>Equus Caballus</i>
<i>agrarius</i>	
<i>minutus</i>	<i>Cervus Alces</i>
<i>soricinus</i>	<i>Elaphus</i>
<i>Cricetus vulgaris</i>	<i>Tarandus</i>
<i>Spalax Typhlus</i>	<i>Dama</i>

<i>Cervus Capreolus</i>	<i>Canis Vulpes</i>
<i>Pygargus</i>	<i>cruciger</i>
<i>Antilope Saiga</i>	<i>Lagopus</i>
<i>Rupicapra</i>	<i>niger</i>
<i>Capra Ibez</i>	<i>Corsac</i>
<i>Aegagrus</i>	<i>Lupus</i>
<i>Musimon</i>	<i>Felis Canis</i>
<i>Bos Urus</i>	<i>rufa</i>
	<i>Lynx</i>
<i>Vespertilio murinus</i>	<i>Viverra Genetta</i>
<i>Myotis</i>	<i>Mustela vulgaris</i>
<i>Noctula</i>	<i>nivalis</i>
<i>Serotinus</i>	<i>erminea</i>
<i>Pipistrellus</i>	<i>Ictis</i>
<i>Barbastellus</i>	<i>Sarmatica</i>
<i>auritus</i>	<i>Putorius</i>
<i>emarginatus</i>	<i>Foina</i>
<i>asiapterus</i>	<i>Martes</i>
<i>Rhinolophus Ferrum equinum</i>	<i>Genetta</i>
<i>Hipposideros</i>	<i>Lutra Lutreola</i>
	<i>vulgaris</i>
<i>Erinaceus Europaeus</i>	
<i>Sorex araneus</i>	<i>Phoca Gronlandica</i>
<i>fodiens</i>	<i>hispida</i>
<i>tetragonurus</i>	<i>barbata</i>
<i>Leucodon</i>	<i>leporina</i>
<i>constrictus</i>	<i>testudinea</i>
<i>Mygale *) moschata</i>	<i>Monachus</i>
<i>Talpa Europaea</i>	<i>bicolor</i>
<i>Gulo Borealis</i>	<i>vitulina</i>
<i>Meles vulgaris</i>	<i>variegata</i>
<i>Ursus maritimus</i>	<i>sericca</i>
<i>fuscus</i>	<i>canina</i>
<i>niger</i>	<i>Trichechus Rosmurus.</i>

*) *Mygale* ist bereits eine Spinnen-Gattung.

<i>Balaena Mysticetus</i>	<i>Trumpo</i>
<i>glacialis</i>	<i>Catodon</i>
<i>Physalus</i>	<i>Delphinus Leucas</i>
<i>boops</i>	<i>Senedetta</i> —
<i>Musculus</i>	<i>Delphis</i>
<i>rostrata</i>	<i>Phocaena</i>
<i>Monodon monoceros</i>	<i>Orca</i>
<i>Microcephalus</i>	<i>Gladiator</i>
<i>Andersonianus</i>	<i>Tursio</i>
<i>Physeter microps</i>	<i>biden s</i> —
<i>Orthodon</i> —	<i>ventricosus</i> —
<i>Tursio</i>	<i>Fores</i> = <i>feres</i>
<i>cylindricus</i>	<i>Duhamelii</i> —
<i>macrocephalus</i>	<i>Hyperodon retusus.</i>

Ich werde mich in den folgenden Bemerkungen auf die entweder der Nordhemisphäre eigenthümlichen, oder auf die neuen Gattungen und auf solche Arten beschränken, die von frühern Schriftstellern mit andern verbunden oder verwechselt sind.

In Europa fehlen die Ordnungen der *Pollicata*, *Salientia*, *Tardigrada*, *Fodientia* und *Reptantia* gänzlich.

Von den *Maniculatis* ist verhältnißmäßig der größte Reichthum, vermuthlich nur deshalb, weil außer Nord-Asien kein andrer Welttheil so genau durchforscht ist, wie das überall bewohnte und durchreiste Europä.

Die beiden Arten von *Dipus*, wovon *Halticus* wohl sicher eine von *Jaculus* verschiedene Art ausmacht, da er sich eben so standhaft, wie der Asiatische *Pygmaeus* gleich bleibt, sind nur an der östlichsten Grenze des südlichen Rußlands zu finden, und setzen in Nord-Asien fort. Diese wunderlichen Thiere hüpfen auf ihren langen und dünnen Hinterbeinen sehr schnell, ja kaum einem Pferde erreichbar, und waren schon den Alten auffallend.

Von den den Eichhörnchen sehr ähnlichen Thierchen, *Myoxus*, welche von ihrem Winterschlaf den Namen der Schläfer haben, sind in Europa alle sicherbestimmte Arten, und zwei nur in Europa zu finden, *Muscardinus* und *Nitela*, denn *Glis* und *Dryas* sind auch im mittlern Asien einheimisch.

Die neue Gattung *Tamias* hält in der Gestalt das Mittel zwischen *Sciurus* und *Myoxus*, unterscheidet sich aber von beiden durch Lebensart und Backentaschen. Die einzige sichere Art *T. striatus*, der *Sciurus striatus* der Systeme, ist in der ganzen Nordhemisphäre verbreitet; ob der Süd-Afrikanische *Careless Dormouse* von Pennant dazu gehört, ist nur eine Vermuthung.

Das einzige Eichhörnchen, *Sciurus vulgaris*, und Flieghörnchen, *Pteromys volans*, ist Europa nicht eigenthümlich, sondern beide sind auch in Nord-Asien. *Pteromys* unterscheidet sich von *Sciurus* durch das zwischen den Vorder- und Hinterbeinen ausgespannte Seitenfell, wodurch es weite Sprünge von Baum zu Baum machen kann.

Von den Murmelthieren ist *Arctomys Marmota* den mittlern Europäischen Alpen eigenthümlich und wegen seines langen Winterschlafs merkwürdig; die drei andern Arten *Bobac*, *Citillus* und der von diesem zu unterscheidende *Guttatus* sind dem östlichen Europa mit Asien gemein.

Von den Mäusen, *Mus*, nach der nothwendigen Einschränkung des Gattungsbegriffs auf diejenigen Arten, welche spitzige Vorderzähne, in jedem Kiefer sechs einfache Backenzähne haben und deren Schwanz schuppig und einzelhaarig ist, ist nur der zweideutige *M. Soricinus* aus dem Elsaß unserm Welttheile eigenthümlich. *Rattus* und *Decumanus*, welcher letztere den ersten fast verdrängt, sind vielleicht durch Schiffe nach Europa gebracht, so wie Europäische Schiffe sie mit der Hausmaus in alle Gegenden der Erde verpflanzen.

Die Gattung der Hamster, *Cricetus*, in den Zähnen den Mäusen ähnlich, aber durch Backentaschen und den Schwanz verschieden, ist als Eigenthum Nord-Asiens anzusehn, indem von den 6 dort befindlichen Arten nur Eine sich westlich bis zum Rhein verbreitet hat.

Spalax mit einer an der südlichen Ostgrenze Europens und in dem mittlern Asien einheimischen Art, ist ein unterirdisches Thier, das durch den gänzlichen Mangel der äußern Augen von allen Säugthieren abweicht. Trotz des fehlenden äußern Ohrs hört es sehr fein.

Eine verwandte Gattung bilden die *Georchus*, die ich von *Spalax* und *Hypudaeus* getrennt habe, indem von beiden der Bau der Backenzähne abweicht. Europa besitzt nur Eine, der Asiatischen Steppe gemeinschaftliche Art, den *Mus talpinus* Lin Gmel. *Spalax minor* Erxleb.

Die ehemals mit *Mus* verbundene Gattung *Hypudaeus* hat man nach einer durch ihre Wanderungen merkwürdige Art *Lemmus* genannt. Dieser

Lemmus ist nur auf Skandinavien beschränkt; denn der Russische auch in Siberien sich findende Lemming ist eine verschiedne Art, die ich *migratorius* genannt habe. Die übrigen Arten, *torquatus*, *arvalis*, *rutilus* sind in Europa und Nord-Asien, *amphibius* außerdem in Nord-Amerika gefunden. Die noch nicht hinlänglich beschriebne Art *Glarcolus* ist bis jetzt nur auf Laland vorgekommen.

Der Biber, *Castor Fiber*, findet sich in der ganzen nördlichen Halbkugel, indess verdiente es doch untersucht zu werden, ob nicht der Nord-amerikanische Biber eine besondre Art bildet, woraus sich vielleicht die verschiedne, freilich noch nicht hinlänglich und unbefangene erzählte Bauart dieser Thiere erklären ließe.

Von der Gattung *Lepus* giebt es in Europa eine Art dunkeln Ursprungs, das wilde Kaninchen, *L. Cuniculus*, das aus Spanien und den Balearischen Inseln herkommen soll. Der gemeine Hase, *L. timidus*, findet sich auch in Asien, der *variabilis* in der ganzen Nordhemisphäre.

Von den Stachelthieren, *Hystrix*, ist die eine Südeuropäische Art, *cristata*, als ein Streifling der Afrikanischen und Südasiatischen Fauna anzusehn.

Aus der Ordnung der *Multungula* hat Europa nur das wilde Schwein *Sus Scrofa*, das, wenn die Berichte treu sind, in allen Welttheilen vorkommt, doch mit Ausnahme von Amerika.

Die *Solidungula* kann man kaum zu der Europäischen Fauna rechnen, da die wilden Pferde an Don wohl mehr verwildert zu nennen sind, und ihre ursprüngliche Heimath nach Nord-Asien fällt.

Von *Bisulcis* sind die zahlreichsten die Hirsche, *Cervus*, wovon der Norden das Rennthier, *C. Tarandus*, mit dem nördlichen Asien, das Elenn, *C. Alces*, mit Nord-Asien und Nord-Amerika gemein hat. Das Reh, *C. Capreolus*, ist die einzige eigenthümliche Art, die Pallas dargethan, das das Reh des gemäßigten Rufslands und Nord-Asiens, *Pygargus*, eine besondere Art ist.

Von der unter dem südlichen Himmel so zahlreichen und schön gestaltigen Gattung, *Antilope*, hat das östliche Europa in *A. Saiga* eine bis zum Irtsich sich erstreckende Art, und die Gemse, *A. Rupicapra*, ist auf den südlichen und mittelasiatischen Alpengebirgen einheimisch.

Von *Capra* ist der *Musimon*, den man mit dem Asiatischen Argali, *C. Annon*, verbunden und beide als die Stamm-Eltern des zahmen Schaafs

angesehn hat, in Sardinien, Korsika, Griechenland und dessen Archipelagus, Europa vielleicht eigenthümlich, wenn nicht die Barbarei diese Art auch besitzt. *C. Ibez*, der Steinbock, und *C. Aegagrus*, die wilde Ziege, kommen in den höhern Alpenregionen Europa's und Asiens vor.

Von der Gattung der Ochsen, *Bos*, besitzt Europa den gewaltigen *Urus* in Lithauen, Polen und den Karpathen; er kommt auch im mittlern Asien vor, und wird, doch nicht ohne manche nicht beseitigte Schwierigkeit, für den Stammvater des gewöhnlichen Rindviehs angesehen.

Von *Volitantia* sind 4 Arten von *Vespertilio*, eine Art *Rhinolophus* in diesem Welttheile ausschließlic, 6 Arten hat er mit Nord-Asien und zum Theil mit Aegypten gemein.

Von der Ordnung der Krallenthier, *Falculata*, sind aus allen Familien Arten vorhanden.

Der gemeine Igel, *Erinaceus Europaeus*, ist auf diesen Erdtheil beschränkt.

Von Spitzmäusen, *Sorex*, sind aufser den mit Nord-Asien gemeinschaftlichen beiden Arten, drei Arten in Deutschland ausschließlic gefunden, doch sind *leucodon* und *constrictus* noch zweideutig und haben das Ansehn jüngerer Thiere der andern Arten. Auch ist ihres Entdeckers, Herrmann's, *Sorex russulus* schon als Abänderung von *Araneus*, sein *carinatus*, als Abart von *fodiens* erkannt. Bechsteins *cunicularius* fällt mit *tragonurus* zusammen.

Der Däsman, der Russen Wüchuchol, *Mygale moschiata*, wurde von Linné zu den Bibern, von andern richtiger zu den Spitzmäusen gezählt, von Cuvier aber mit Grund zu einer eignen Gattung erhoben, und ist auf die ostliche Grenze Europens und Nord-Asiens eingeschränkt, wo er an den Ufern des Don, der Wolga u. a. Flüssen und Seen in gegrabnen Höhlen wohnt. Er hat einen langen knorplichen sehr beweglichen Rüssel, Schwimmfüße, einen langen schuppigen Schwanz, an dem sich eine nach Moschus riechende Feuchtigkeit absondert. Ihre Größe ist wie ein Hamster, ihre Nahrung sind Schlammwürmer.

Der Maulwurf, *Talpa europaea*, findet sich bis zur Lena und in der Barb ei.

Der Vielfraß, *Gulo borealis*, der im nordlichen Europa und Asien lebt, unterscheidet sich von dem verwandten Dachs, *Meles vulgaris*, der sich aufser Europa in Nord-Asien findet, vorzüglich durch das Gebiß.

Der Eisbär, *Ursus maritimus*, ist im ganzen nördlichen Polarkreise zu Hause. Ob der schwarze und der braune Landbär, *U. niger* und *fuscus*, die sich in vielen Ländern der alten Welt bis nach Indien finden, verschiedene Arten, oder die Abänderungen von einer Art sind, ist noch auszumachen.

Von eigentlich reisenden Thieren hat Europa nur die beiden Gattungen *Canis* und *Felis*, und von ihnen keine einzige eigenthümliche Art. Die *Viverra Genetta* scheint den südlichen Welttheilen anzugehören. Der Fuchs, *Canis Vulpes*, der Wolf, *C. Lupus*, finden sich fast in allen Welttheilen; der schwarze Fuchs, *C. niger*, und Kreuzfuchs, *C. cruciger*, sind in dem kalten Norden von Europa und Asien, *C. Lagopus* und *C. Corsac* eben daselbst, aber auch in Nord-Amerika einheimisch. Die wilde Katze und der Luchs, dessen beide Arten *F. Lynx* und *F. rufa* vielleicht zusammen gehören, sind auch in Nord-Asien, die *F. rufa* auch in Nord-Amerika einheimisch.

Die Anzahl der Wiesel, *Mustela*, ist ziemlich bedeutend. *M. Foina*, im Norden *M. nivalis*, und in Sardinien *M. Ictis* sind der Europäischen Fauna eigen. *Vulgaris*, *Erminea*, *Martes* sind auch in Nord-Asien und Nord-Amerika, *Sarmatica* im östlichen Europa und Mittel-Asien, *Putorius* in Europa und Nord-Asien, *Genetta*, die man mit Unrecht zu *Viverra* gezählt hat, in Süd-Europa, Syrien und der Barbaree einheimisch.

Von Fischottern, *Lutra*, sind in Europa zwei Arten: *vulgaris*, und die nördliche *Lutreola*, mit Asien gemein.

Von der Ordnung der *Pinnipedia* sind beide Gattungen *Phoca* und *Trichechus* in unserm Welttheile. Mehrere Robben sind noch nicht gehörig bestimmt, als *testudinea*, *variegata*, *sericea*, *canina*, die in der Ostsee vorkommen. *Bicolor* ist im Adriatischen Meere einheimisch. *Leporina*, *gronlandica* ist an der Nordküste von Europa, Asia und Nord-Amerika, *hispida*, *barbata* in Nord-Europa und Grönland, *vitulina* fast in allen Meeren zu Hause, wenn man den Angaben trauen darf. *Monachus* des Adriatischen Meeres soll sich nach Labillardière bei Diemensland wieder finden.

Der *Trichechus Rosmarus*, das Wallrofs, lebt an den eisigen Küsten von Nord-Europa, Nord-Asien und des östlichen Nord-Amerika.

Von der ersten Familie der *Natantia*, von den Sirenen, besitzt Europa keine bekannte Art. Die Sagen von zottigen Meermenschen, die sich an der

Küste von Großbritannien und in der Ostsee gezeigt haben sollen, begründen keine genauere Angaben.

Die Wallfische zähle ich nicht auf.

2. NORD-ASIEN

hat unter ähnlicher Lage in Ansehung der Breite eine Erstreckung von mehr als 160 Graden der Länge, also das Doppelte von der Längenausdehnung Europens. Seine westliche Grenze fällt an das Uralgebirge, die Wolga und den Don; die südliche etwa auf den 40ten Grad N. Br., wodurch freilich keine strenge natürliche Scheidung möglich ist. Oestlich geht es in eine Inselreihe aus, die dicht bis an Nord-Amerika reichen, und darüber in eine Landspitze, welche nur eine Meerenge von Amerika trennt; an seiner östlichen südlichern Küste hat es die großen Japanischen Inseln neben sich. Im Ganzen ist der nordliche Theil kälter als Europa unter gleicher Breite, und eine große Masse des festen Landes liegt unter einem erstarrenden Himmel. Aneinanderhängende Waldungen gehn durch die nordlichen Theile, in den südlichern finden sich große Steppen, Sandwüsten, Grasfluren, Gebirge, Seen und Flüsse.

In der Nähe der großen Bergebbe, welche Nord-Asien von Süd-Asien scheidet, sind die Stamm-Eltern vieler Hausthiere einheimisch entdeckt, welche die Stützen der Asiatischen und Europäischen Kultur geworden sind.

Verzeichniß der Gattungen und Arten von Nord-Asien,
unter denen die ihm eigenthümlichen ausgezeichnet sind.

<i>Dipus jaculus</i>	<i>Arctomys Bobac</i>
<i>haticus</i>	<i>Citillus</i>
<i>pygmaeus</i>	<i>guttatus</i>
<i>Sagitta</i>	<i>Mus Caraco</i>
<i>Meriones meridianus</i>	<i>decumanus</i>
<i>tamaricinus</i>	<i>Musculus</i>
<i>Myoxus Glis</i>	<i>sylvaticus</i>
<i>Dryas</i>	<i>agrarius</i>
<i>Tamias striatus</i>	<i>minutus</i>
<i>Sciurus vulgaris</i>	<i>vagus</i>
<i>Pteromys volans</i>	<i>betulinus</i>

<i>Mus saxatilis</i>	<i>Cervus Alces</i>
<i>Cricetus Songarus</i>	<i>Elaphus</i>
<i>phaeus</i>	<i>Tarandus</i>
<i>Accedula</i>	<i>Dama?</i>
<i>vulgaris</i> var. <i>nigra</i>	<i>Pygargus</i>
<i>arenarius</i>	<i>Moschus moschiferus</i>
<i>Furunculus</i>	<i>Antilope subgutturosa</i>
<i>Spalax Typhlus</i>	<i>gutturosa</i>
<i>Georychus talpinus</i>	<i>Saiga</i>
<i>Aspalax</i>	<i>Rupicapra</i>
<i>Hypudaeus migratorius</i>	<i>Capra Ibez</i>
<i>torquatus</i>	<i>Caucasica</i>
<i>Iagurus</i> -	<i>Aegagrus</i>
<i>socialis</i> -	<i>Ammon</i>
<i>arvalis</i>	<i>Bos grunniens</i>
<i>oeconomus</i> -	<i>Urus</i>
<i>gregalis</i> -	<i>Vespertilio murinus</i>
<i>rutilus</i>	<i>Noctula</i>
<i>alliaris</i> -	<i>Serotinus</i>
<i>amphibius</i>	<i>Pipistrellus</i>
<i>Castor Fiber</i>	<i>auritus</i>
<i>Hystrix cristata</i>	<i>Rhinolophus Ferrum equinum</i>
<i>Lepus variabilis</i>	<i>Erinaceus auritus</i>
<i>Folai</i>	<i>Sorex Araneus</i>
<i>timidus</i>	<i>fodiens</i>
<i>Lagomys pusillus</i>	<i>pusillus</i>
<i>alpinus</i>	<i>exilis</i>
<i>Ogotona</i>	<i>minutus</i>
<i>Sus Scrofa</i>	<i>Mygale moschata</i>
<i>Equus Caballus</i>	<i>Talpa Europaea</i>
<i>Hemionus</i>	<i>Gulo borealis</i>
<i>Asinus</i>	<i>Meles vulgaris</i>
<i>Camelus Bactrianus</i>	<i>Ursus maritimus</i>
	<i>fuscus</i>
	<i>niger</i>

<i>Ursus Americanus</i>	<i>vulgaris</i>
<i>Canis Vulpes</i>	<i>Lutris</i>
<i>cruciger</i>	
<i>Lagopus</i>	<i>Phoca jubata</i>
<i>niger</i>	<i>Gronlandica</i>
<i>Corsac</i>	<i>leporina</i>
<i>Caragan</i>	<i>fasciata</i>
<i>Lupus</i>	<i>vitulina</i>
<i>Felis Manul</i>	<i>Caspica</i>
<i>Uncia</i>	<i>Sibirica</i>
<i>Catus</i>	<i>Trichechus Rosmarus</i>
<i>Japonica</i>	<i>obesus</i>
<i>Lynx</i>	
<i>Chaus</i>	<i>Manatus? Simia</i>
<i>Mustela vulgaris</i>	<i>Rytina borealis</i>
<i>erminea</i>	<i>Balaena Mysticetus</i>
<i>Sibirica</i>	<i>glacialis</i>
<i>Sarmatica</i>	<i>Physalus</i>
<i>putorius</i>	<i>Delphinus Leucas</i>
<i>Zibellina</i>	<i>Delphis</i>
<i>Martes</i>	<i>Phocaena</i>
<i>Lutra Lutreola</i>	

Die Ordnungen *Pollicata*, *Salienia*, *Tardigrada*, *Fodientia*, *Reptantia* fehlen in Nord-Asien, wie in Europa. Gattungen finden sich 43, aber nur Eine dieser Landstrecke eigenthümlich zukommende, die *Lagomys*. Nicht-Europäische Gattungen sind *Meriones*, *Camelus*, *Moschus*, *Rytina* und vielleicht *Manatus*, wenn Stellers Seeaffe wirklich ein Manati seyn sollte. Die Zahl der Arten beträgt 136, also nur wenig mehr, als Europa besitzt.

Von der Ordnung der *Maniculata* hat die Gattung *Dipus* hier ihren Hauptsitz; *Jaculus* und der von ihm als bloße Abart angesehene *D. pygmaeus* sind ausschließlich in diesem Erdtheile; *Sagitta* und *D. halticus* kommt in angrenzenden Europa; der letzte auch im benachbarten westlichen Süd-Asien vor.

Von dieser Gattung habe ich, nach Desmarests Vorgange, die Arten *Tamaricinus* und *Meridianus* unter dem Namen *Meriones* als besondere Gattung getrennt,

getrennt, welches ihre ganze Bildung, der anders behaarte Schwanz, die verschiedenen Füße rechtfertigen. *Tamaricinus* ist in Mittel-Asien, *Meridianus* zugleich auch in Aegypten einheimisch.

Von den beiden Arten von *Myoxus*, so wie von *Tamias striatus*, *Sciurus vulgaris*, *Petaurus volans*, *Arctomys Bobac*, *Citillus* und *guttatus* ist schon bei Europa die Rede gewesen.

Von *Mus* sind die große Ratte *Caraco*, und die kleinen *Vagus*, *betulinus* und *saxatilis* Nord-Asien eigen. Die übrigen Arten sind auch in Europa. Pallas, dessen Meisterwerk *) die Naturgeschichte der Nagethiere Nord-Asiens so vortreflich auseinandergesetzt hat, erlebte fast selbst einen Zug der großen braunen Ratte, *M. decumanus*, die nach der Stadt Jaizkoi Orodot gekommen war.

Nord-Asien besitzt alle bekannte Hamsterarten, *Cricetus*, und fünf davon eigenthümlich. Alle tragen in ihren Backentaschen Körner für den Wintervorrath in ihre Baue und erstarren bei einem hohen Grade von Kälte. *Cricetus phaeus* reicht zum nördlichen Persien.

Der *Spalax Typhlus* ist außer dem wärmern westlichen Nord-Asien, auch in dem südlichen Vorder-Asien und im ostlichen Europa.

Zu dem Russischen auch hier einheimischen *Georychus talpinus* kommt hier der *Aspalax* des östlichen Sibiriens.

Außer den 5 mit Europa gemeinschaftlichen Arten von *Hypudaeus* besitzt Nord-Asien 5 eigenthümliche Arten, deren Lebensweise, z. B. die des *Oeconomus*, *socialis*, *alliaris*, sehr merkwürdig ist.

Castor Fiber ist im westlichen und östlichen Sibirien nicht selten.

Hystrix cristata kommt nur im südlichsten Theile vor, und erstreckt sich durch die ganze wärmere alte Welt.

Von Hasen, *Lepus*, ist der *Variabilis* und wahrscheinlich *timidus* in den an die Levante grenzenden Provinzen mit Europa gemeinschaftlich; der große *L. Tolai* ist im östlichen Theile bis zu Süd-Asien hinab einheimisch.

Eine diesem Erdtheile eigenthümliche Gattung sind die kleinen Schoberthiere, *Lagomys*, die man unter dem Namen Zwerghasen mit *Lepus* verband, wovon sie sich durch kurze runde Ohren, den mangelnden Schwanz

*) *Novae Species Quadrupedum e Glirium ordine.*

und ihre Lebensart unterscheiden, welche merkwürdig ist, so wie der gelende Lockton des Einen, der *L. pusilla*.

Von *Multungulis* ist hier ebenfalls nur das wilde Schwein zu finden.

Die Gattung *Equus* aus der Ordnung *Solidungula* ist in dem südlichen Theile Nord-Asiens und dem angrenzenden Süd-Asien besonders dadurch merkwürdig, dafs hier *E. caballus* und *E. Asinus*, und neben ihnen der Dschiggetai, *E. Hemionus*, das von den Alten erwähnte wilde Maulthier, in ursprünglich wildem Zustande vorkommen.

Von *Bisulcis* ist die Eine Art von *Camelus*, das zweibucklige Trampelhier, *C. Bactrianus*, in den Grenzgegenden von China, der Tartarei und Indien, wild gefunden.

Von *Cervus* kommt keine eigenthümliche Art vor, aber das ähnliche, nur durch die langen vorragenden obern Eckzähne und den Bisambeutel vor der Ruthe ausgezeichnete Bisamthier, *Moschus moschiferus*, findet sich auf den südlichen Gebirgen dieses Erdtheils.

Von *Antilope* besitzt derselbe aufser den beiden Europäischen Arten noch zwei andere, die sich durch eine kropfartige Erweiterung der Luftröhre kenntlich machen und im angrenzenden Süd-Asien auch vorkommen.

Von *Capra* ist der Steinbock, *Ibex*, wie in Europa, nur auf den unzugänglichsten Alpengipfeln, wo auch die eigenthümliche *Caucasica*, und die wilde Ziege, *Aegagrus* vorkommen, während das wilde Schaaf, der Argali, *C. Ammon*, niedre Bergregionen bewohnt.

Von *Bos* ist der Yak mit dem Rofsschweife, *B. grunniens*, den man noch nicht lange wieder aufgefunden hat, und den Pallas für den Stammvater des Büffels zu halten geneigt ist, in der Kalmükkei, in Tangut und Tibet einheimisch. Der Europäische *Urus* ist auch hier in den Gebirgswäldern einheimisch.

Von *Volitantibus* sind aus den beiden Gattungen *Vespertilio* und *Rhinolophus* nur in Europa ebenfalls vorkommende Arten entdeckt.

Aus der Ordnung der *Falculata* besitzt die vom Don bis zum Obi sich erstreckende südliche Steppe einen dem Europäischen ähnlichen Igel, den *Erinaceus auritus*.

Von *Sorex* sind aufser den Europäischen *Araneus* und *fodiens*, der kleine Sibirien eigne *minutus*, der eben so kleine *pusillus* im nordlichen Persien. Das kleinste bekannte Säugthier, das nur ein Zoll lang und eine

halbe Drachme schwer ist, der *Sorex exilis* Pall. findet sich in Siberien und nach Smith Bartons Behauptung *) auch im westlichen Nord-Amerika.

Von *Mygale moschata* ist bei Europa die Rede gewesen.

Von *Talpa europaea* besitzt Siberien eine gröfsere Abart.

Der Nord-Europäische *Gulo borealis*, und der gemeine Dachs *Meles fodiens*, sind hier ebenfalls zu Hause.

Aufser den bei Europa schon erwähnten Nordasiatischen Bärenarten ist der kleine Amerikanische Bär, *Ursus americanus*, auch auf den Kurilen entdeckt.

Canis Vulpes und *Lupus*, *Lagopus*, *cruciger*, *niger*, *Corsac* sind schon bei Europa vorgekommen. Die Aleutischen oder Fuchsinselfn haben ihren Namen nicht von *Lagopus*; sondern von dem dort vorkommenden gemeinen *Vulpes* erhalten. Eine eigenthümliche Art der Kirgisischen und Kalmykkischen Steppe ist der schwarzzohrige *Caragan*.

Von *Felis* sind die gemeine wilde Katze, und der Luchs, *F. Lynx*, schon bei Europa vorgekommen. Nichteuropäische Arten sind: die Steppenkatze, *F. Manul*, von der Gröfse eines Fuchses, die von den Schoberthieren der Mongolei lebt, die Japanische Katze, *F. Japonica*, in Japan, die man mit *F. Catus* verbunden hat, und eine Luchsart *F. Chaus*, in Mittel-Asien. Ins östliche Nord Asien streift auch die Unze, *Felis Uncia*.

Mustela zählt in Nord-Asien 7 Arten, deren Felle zum Theil einen wichtigen Handelsartikel bilden; *Vulgaris*, *Erminea*, *Sarmatica*, *Putorius* und *Martes* kommen auch in Europa vor, *M. Sibirica* und der Zobel *M. Zibellina* sind Nord-Asien eigenthümlich.

Von Fischottern, *Lutra*, ist aufser den beiden Europäischen Arten die Stellerische Meerotter, *L. Lutris*, an der östlichen Küste von Kamtschatka und den angrenzenden Inseln, so wie im gegenüberliegenden Nord-Amerika, einheimisch. Sie bildet in Gestalt, Lebensart und selbst der abweichenden Zahl der Vorderzähne den schönsten Uebergang zu den Robben.

Von *Pinnipedata* hat Nord-Asien an seiner östlichen und nordlichen Küste, die auch in der übrigen Nordhemisphäre vorkommenden Robben *Gronlandica*, *Leporina*, *Vitulina*. Die gemähnte Löwenrobbe *Ph. jubata* und die Bärenrobbe *Ph. Ursina*, die Steller so genau beobachtet hat, finden sich auch in den südlichsten Gegenden von Südamerika und Neuseeland. Die *Ph. fasciata* der Kurilen ist noch unvollständig.

*) *Fragments of natural History of Pennsylvania.*

dig bekannt. Besonders eigenthümlich aber ist die Erscheinung zweier Robbenarten an Binnenmeeren, am Kaspischen, am Baikal- und Oron-See. Sie stimmen so sehr in ihrer ganzen Gestalt mit den Ostsee-Robben überein, daß nur die Ungewißheit, die überhaupt in der genauen Bestimmung der Robbenarten Statt findet, es entschuldigt, daß sie unter den Namen *Ph. Caspica* und *Sibirica* besondere Arten bilden.

Außer dem schon bei Europa erwähnten Wallrofs, *Trichechus Rosmarus*, findet sich an der westlichen Nord-Amerikanischen und nahen Ost-Asiatischen Küste, und dem Eise dieser Meere, vielleicht aber auch an der ganzen Küste des Eismeeers das von Cook beschriebene und abgebildete Wallrofs, das ich wegen mehrerer Verschiedenheiten, besonders der Hauhähne, als eigne Art unter dem Namen *divergens* aufgeführt habe.

Aus der Ordnung *Natantia* ist der von Steller erwähnte Seeaffe, den er unweit Kamtschatka sah, merkwürdig. Das behaarte Seethier war etwa 5 Fufs lang, hatte einen Hundekopf, aufrechte Ohren, einen kurzen Schnurrbart und machte die possenhaftesten Bewegungen um das Schiff her. Arme sah Steller nicht daran. Man kann nicht entscheiden, ob das Thier wirklich ein *Manatus* war, oder vielleicht eine ganz neue Gattung.

Desto genauer beschreibt derselbe vorzügliche Beobachter das bisher zu *Manatus* gezogene, aber aus vielen Gründen in eine eigne Gattung zu sondernde Thier, das ich unter dem Namen *Rytina cetacea* angeführt habe. Es unterscheidet sich von den Manatis durch einen einzigen aus Röhren zusammengesetzten Backenzahn in jeder Kinnlade, durch die mit einer hufartigen Kruste umzognen Spitzen der Brustglieder, und durch eine haarlose, wie Borke rissige Oberhaut. Das 24 Fufs lange Thier nährt sich von Seetang.

Die Wallfische übergehe ich.

3. NORD-AMERIKA

auf der westlichen Halbkugel, vom 25. Grade N. Br. nordwärts bis in die Polargegenden sich erweiternd hinreichend und dort wahrscheinlich mit Grönland zusammenhangend, das nebst Island zu diesem Erdtheile gezogen wird. Es entsteht auf diese Art, freilich im kalten und produkten-armen Norden eine Längen-Erstreckung von 160 Graden, die unter den mildern der Europäischen Lage ähnlichen Breitengraden, nur 70 bis 80, südlicher noch weniger beträgt. Nord-Amerika bildet aber immer einen großen, von Bergen, Flüssen, Seen außerordentlich durchschnittenen, mit Wäldern, Grasfluren, Mooren, fruchtbaren und dürrn Landstrecken abwechselnden

Welttheil, der im Norden an der östlichen Seite nach Nord-Asien, westlich in das Europäische Meer hinüberreicht, südlich mit dem tropischen Süd-Amerika zusammenhängt, wodurch einige, aber in der That nur geringe Zusammenstimmung der Thierwelt mit Süd-Amerika, eine weit grössere mit der Europäischen und Nord-Asiatischen Fauna erklärlich ist. Doch gestehe ich, daß noch manche für dieselben gehaltenen Arten bei näherer Prüfung vielleicht als verschieden erkannt werden möchten. Bei den für einerlei erklärten Insekten habe ich dies sehr häufig, ja fast immer gefunden. Die Aehnlichkeit der Bildung hat ein hastiges Urtheil über die Einerleiheit derselben veranlaßt, und Hypothesen, die dadurch gewannen, kamen diesem Urtheile gern zu Hülfe.

Verzeichniß der Gattungen und Arten
von Nord-Amerika,

worin die ihm eigenthümlichen ausgezeichnet sind.

<i>Didelphys marsupialis</i>	<i>Cricetus bursarius</i>
—	<i>Georychus</i> , ? <i>Hudsonius</i>
<i>Dipus Canadensis</i>	<i>Hypudaeus amphibius</i>
<i>Meriones Hudsonius</i>	<i>Fiber zibethicus</i>
<i>Tamias striatus</i>	<i>Castor Fiber</i>
<i>Sciurus cinereus</i>	<i>Hystrix dorsata</i>
<i>niger</i>	<i>Lepus variabilis</i>
<i>Hudsonius</i>	<i>nanus</i>
<i>Carolinianus</i>	—
<i>capistratus</i>	<i>Lipura Hudsonia</i>
<i>Pteromys Hudsonius</i>	—
<i>Volucella</i>	<i>Cervus Alces</i>
<i>Arctomys Monax</i>	<i>Caribou</i>
<i>Empetra</i>	<i>Canadensis</i>
<i>pruinosa</i>	<i>Virginianus</i>
<i>Güllus</i>	<i>Wewashish</i>
<i>Mus Americanus</i>	<i>Capra montana</i>
<i>Rattus</i>	<i>varia</i>
<i>Musculus</i>	<i>Bos moschatus</i>
<i>Colonus</i>	<i>Bison</i>
? <i>Virginianus</i>	

<i>Vespertilio Carolinensis</i>	<i>Mephitis putoria</i>
<i>lasiurus</i>	<i>foeda</i>
<i>Dysopses rufus?</i>	<i>Mustela vulgaris</i>
<i>ater?</i>	<i>erminea</i>
—	<i>zibellina</i>
<i>Sorex araneus</i>	<i>Martes</i>
<i>exilis</i>	<i>melanorhyncha</i>
<i>Condylura cristata</i>	<i>Canadensis</i>
<i>Sciurus flossipes</i>	<i>Lutra ?</i> <i>Vison</i>
<i>Scalops aquatica</i>	<i>Canadensis</i>
<i>Talpa flava</i>	<i>Phocula</i>
<i>purpurascens</i>	
<i>Nasua Vulpecula</i>	<i>Phoca jubata</i>
<i>Procyon Lotor</i>	<i>cucullata</i>
<i>Gulo luscus</i>	<i>ursina</i>
<i>Meles Faxus</i>	<i>pusilla</i>
<i>Carcajou?</i>	<i>Gronlandica</i>
<i>alba</i>	<i>hispidata</i>
<i>Ursus maritimus</i>	<i>barbata</i>
<i>niger</i>	<i>leporina</i>
<i>Americanus</i>	<i>vitulina</i>
<i>magna spec.</i>	<i>Gryphus</i>
<i>Canis Vulpes</i>	<i>lupina</i>
<i>Pensylvanicus</i>	<i>Trichechus Rosmarus</i>
<i>Lagopus</i>	<i>obesus</i>
<i>furtiginosus</i>	—
<i>Gronlandicus</i>	<i>Rytina cetacea</i>
<i>cinereus</i>	<i>Balaena Mysticetus</i>
<i>Corsac?</i>	<i>glacialis</i>
<i>Virginianus</i>	<i>nodosa</i>
<i>Lupus</i>	<i>gibbosa</i>
<i>Lycaon</i>	<i>Physalus</i>
<i>Felis Onca?</i>	<i>boops</i>
<i>concolor</i>	<i>Musculus</i>
<i>montana</i>	<i>rostrata</i>
<i>rufa</i>	<i>Monodon monoceros</i>

<i>Monodon microcephalus?</i>	<i>Delphinus Leucas</i>
<i>Andersonianus?</i>	<i>Delphis</i>
<i>Ancylodon Anarnak</i>	<i>Phocaena</i>
<i>Physeter microps</i>	<i>Orca</i>
<i>Tursio</i>	<i>Gladiator</i>
<i>Trumpo</i>	<i>Tursio</i>
<i>albicans</i>	—

Nord-Amerika besitzt 43 Gattungen und unter diesen die ihm eigenthümlichen *Fiber*, *Lipura*, *Condylura*, *Scalops* und *Ancylodon*.

Von Europäischen Gattungen fehlen ihm: *Myoxus*, *Spalax*, *Sus*, *Equus*, *Antilope*, *Rhinolophus*, *Erinaceus*, *Mygale*, *Viverra*, *Hyperodon*.

Von Nord-Asiatischen fehlen: *Myoxus*, *Spalax*, *Lagomys*, *Sus*, *Equus*, *Camelus*, *Moschus*, *Antilope*, *Rhinolophus*, *Erinaceus*, *Mygale*, *Manatus?*

Nicht-Europäische und Nicht-Nordasiatische Gattungen sind folgende Süd-Amerikanische Gattungen: *Didelphis*, *Dysopes*, wenn die Arten wirklich in Nord-Amerika vorkommen, *Nasua*, *Procyon*, *Mephitis*.

Die Zahl der Arten beträgt 108, von denen 51 eigenthümliche Erzeugnisse des Erdtheils sind.

Die Ordnungen *Salientia*, *Solidungula*, *Tardigrada*, *Fodientia*, *Reptilia* fehlen der Nord-Amerikanischen Fauna.

Aus der Ordnung der *Pollicata* ist hier Eine Art, das große Beutethier, *Didelphys marsupialis*, aus Süd-Amerika in die südlichen Gegenden Nord-Amerika's bis zum 40ten Grade N. Br. übergestreift.

Von *Prensiculantibus* ist *Dipus Canadensis* im nördlichen Theile gefunden, der durch seinen kahlen schuppenringigen Schwanz ohne Quaste, die Zehenzahl und die Ohren, etwas von den Dipoden der alten Welt abgeht.

Auch ein *Meriones* ist in den kalten Gegenden einheimisch.

Von Eichhörnchen *Sciurus* zählt Nord-Amerika 5 Arten als ausschließliches Eigenthum; *Sc. cinereus* erstreckt sich nicht, wie Pennant annimmt, bis nach Peru und Chili, denn was er nach Acosta und Qualle dafür hielt, ist *Mus Cyanus Molina*.

Zwei *Petaurus* und 3 *Arctomys* sind Nord-Amerika eigen.

Dafs die Zahl von *Mus* und *Hypudaeus* so gering ist, kommt wohl mehr von Mangel genauerer Forschungen, als des Landes.

Auffallend ist der Hamster *Cricetus bursarius* mit zwei in Gestalt von Blasen aus dem Maule vorragenden Backentaschen. Er ist in Kanada ge-

funden, aber von den Wilden todt und die Backenblasen mit Erde ausgefüllt, gebracht; lebendig hat ihn kein Naturforscher gesehn. Bei dem Süd-Amerikanischen Paka finden sich aufer den innern noch eine Art von äußern Backentaschen, dießs könnte vielleicht diese abweichende Bildung annehmlicher machen.

Eine Labradorische Maus, welche ein *Georychus* zu seyn scheint, zeichnet sich durch eigens gestaltete Vorderklauen aus.

Eine eigenthümliche Gattung ist der *Ondathra*, *Fiber zibethicus*, fast von der Größe einer Katze; den Linné mit den Bibern, Schreber mit *Mus* verband, Cuvier aber zu einer besondern Gattung erhob, weil die Backenzähne, der zusammengedrückte Schwanz und die dichtgefranzten Hinterfüße ihn unterscheiden. Das Thier lebt am Wasser und baut sich gewölbte Winterwohnungen aus Erde und Halmen.

Die *Hystrix dorsata* deutet durch ihren längern Schwanz und die mit Borsten und Haaren vermengten Stacheln, schon den Uebergang zu den Süd-Amerikanischen Stachelthieren an.

Der Amerikanische *Lepus nanus* ist eine vom Europäischen Hasen verschiedene Art.

Von *Multungulis* ist ein Thier entdeckt, daß Pennant den Murmelthieren, Schreber dem *Hyrax* beigesellte, mit dem es allerdings die nächste Verwandtschaft zu haben scheint. Es hat auch oben 2, unten 4 Vorderzähne und keine Eckzähne, wie *Hyrax*, aber jene sind anders gebildet, und an Hinterfüße sind vier, nicht drei Zehen, und keine derselben trägt eine spitze Klaue. Ich bilde daher eine eigne Gattung, *Lipura*, daraus. Es hat ungefähr die Größe eines Kaninchens, verdient aber genauer beschrieben zu werden, als bisher.

Von *Bisulcis* sind die Gattungen *Cervus*, *Capra* und *Bos* in Nord-Amerika.

Das *Moose Deer*, *Original Buffon*, ist nach den genauesten Prüfungen wirklich für einerlei mit dem Elennthiere der alten Welt erkannt, und die abweichenden Beschreibungen entstanden zum Theil daher, daß man den großen *Cervus Canadensis*, dessen Geweihe Schreber noch einmal unter dem Namen des *Cervus strongyloceros* lieferte, und eine große aber noch nicht näher bekannte Hirschart, den *Cervus Wewashish* von *Smith Barton*, damit verwechselte.

Aber gegen die Einerleiheit des nordlichen *Caribou* mit dem Europäischen Rennthiere finden noch erhebliche Zweifel Statt, und sollte sich die Verschiedenheit beider bestätigen, so wäre dies ein Beweis, wie behutsam man bei Beurtheilung der Arten verfahren müsse, um nicht Fehlschlüsse über das Klima eines Landes aus der Erstreckung der Thiere zu machen.

Eine Ziegenart, *Capra varia*, aber nur aus einer unsichern Andeutung bekannt, soll sich jenseits des Mississippi, südwärts des Missouri aufhalten. Desto unzweifelhafter ist die *Capra montana*, *Ovis montana* Schreb, welche Geoffroy nach Nord-Amerikanischen Nachrichten und Zeichnungen bekannt gemacht hat, die wahrscheinlich auf allerrhöhen südwärts streifenden Bergzügen des westlichen Nord-América's vorkommt, und auf den *Stony Mountains* unter dem 50ten Grade N. Br. wirklich gefunden ist. Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, daß dies dasselbe Thier ist, welches man bisher für das Nord-Asiatische Argali, *Capra Ammon*, hielt, und einen Beweis für den ehemaligen Zusammenhang beider Welttheile mit daraus ableitete.

Von wildem Rindvieh ist der dem Auerochsen sehr ähnliche *Bos Bison* und eine andere große Art, der *Bos moschatus*, in Nord-Amerika einheimisch.

Von *Volitantibus* sind die beiden Arten von Fledermäusen, *Dysopes rufus* und *ater*, vielleicht nach Süd-Amerika zu verweisen, wo der Sitz dieser Gattung ist. Von *Vespertilio* ist *Carolinensis* eigenthümlich; *IASIURUS*, den man auch *Noveboracensis* genannt hat, findet sich bis Cayenne hinab.

Aus der Ordnung *Falculata* sind viele Arten in Nord-Amerika. Ausser der gemeinen Spitzmaus, *Sorex Araneus*, oder wenigstens einer ihr sehr ähnlichen Art, ist nach Smith-Barton auch der wüszige Sibirische *Sorex exilis* im westlichen Nord-Amerika gefunden.

Eine merkwürdige Gattung bilden die zu *Sorex* und *Talpa* bisher gezählten Arten, *Sorex cristatus* und *Talpa longicaudata*, bei denen die rüsselartige Schnauze sich an der Spitze in sternförmige zusammenzuliegende Strahlen theilt. Ihre Zähne und der in deutliche Knoten abgetheilte Schwanz unterscheiden sie von den Spitzmäusen und Maulwürfen. Ich nenne sie *Condylura*.

Eben so macht der *Sorex aquaticus* wieder eine eigne Gattung, die Cuvier *Scalops* genannt hat. Er hat unten vier Vorderzähne; vorn Grab-, hinten Schwimmlüfse.

Von der in Süd-Amerika heimischen Gattung *Nasua* ist die *N. Vulpecula* angeblich in Virginien zu Hause.

Auch der Waschbär, *Procyon Lotor*, dessen Gebiß und besondere Vorderpfoten die Absonderung in eine von *Gulo* und *Meles* verschiedne Gattung rechtfertigen, ist von Nord-Amerika bis Süd-Amerika verbreitet.

Ob *Gulo luscus*, die Wolverene, von dem Nordischen *G. borealis* der alten Welt wirklich als Art zu unterscheiden ist, bedarf noch genauer Untersuchungen.

Von Dachsen, *Meles*, sind *Meles Taxus* sowohl wie *alba* Nord-Amerika eigen und von der gemeinen Art verschieden. Der von Sarrasin erwähnte *Carcajou* scheint aber keine eigne Thierart, sondern jener *Meles Taxus* zu seyn.

Unter den Bären, *Ursus*, ist außer *Maritimus*, und dem in Island vorkommenden, den man für den Europäischen *Niger* hält, der *Americanus*, der so lange mit jenem verwechselt ist, Nord-Amerika fast ausschließlich eigen. Hearne erwähnt noch einer gelben und einer großen grauen Bärenart; die er von der gemeinen unterscheidet.

Von *Canis* sind mehrere eigenthümliche Arten zum Theil nur im tiefen Norden zu Hause; der *Cinereo-argenteus* reicht bis tief in Süd-Amerika hinab. Mehrere Arten bedürfen noch genauerer Prüfung. Der schwarze Wolf, *Canis Lycaon*, scheint von dem schwarzen Fuchs Nord-Asiens, *Canis niger*, verschieden zu seyn.

Von den größern Süd-Amerikanischen Katzenarten sollen der Jaguar, *Felis Onca*, den man aber so oft mit *F. Pardalis* verwechselt hat, und der Puma, *Felis concolor*, bis nach Kalifornien sich erstrecken. Eine Süd-Amerikanische Luchsart, die *Felis montana*, ist, so wie der Europäische und Asiatische Rothluchs, *Felis rufa*, hier zu Hause. Aber die eigentliche Katze fehlt.

Die Amerika eigenen Stinkthiere, *Mephitis*, die mit dem völligen Ansehen von Iltisarten, große Grabklauen und die Eigenschaft verbinden, ihren Verfolgern einen erstickenden stinkenden Saft entgegenzuspritzen, sind in Nord-Amerika in zwei Arten vorhanden; wovon *Mephitis putoria* auf diesen Erdtheil beschränkt, *Mephitis foeda* bis nach Patagonien hinab gefunden ist.

Bei den Fischottern, *Lutra*, erwähne ich nur der von Cook an der westlichen Küste gefundenen Meerotter, die man von der Nord-Asiatischen Meerotter, *Lutra Lutris*, unterscheiden muß, da sie in beiden Kinnladen gleich viel, nemlich 6 Vorderzähne hat, und die äußere Zehe der Hinter-

füße von den übrigen getrennt ist. Ich nenne sie *Lutra Phocula*, weil sie ebenfalls einen so deutlichen Uebergang zu den Robben bildet. Ihr Pelz ist eben so kostbar, wie der der Kamtschadalischen Meerotter.

Wegen der so zahlreichen Robben, *Phoca*, von denen manche auch in der südlichen Hemisphäre vorkommen und Züge dahin zu unternehmen scheinen, verweise ich auf die Liste.

Die beiden Arten des Wallrosses, *Trichechus obesus* und *Rosmarus*, sind schon bei Nord-Asien vorgekommen.

Unter den *Natanibus* erwähne ich aufer der mit dem Kamtschadalischen Meere gemeinschaftlichen *Rytina borealis* der westlichen Küsten, der Wallfischgattung *Ancylodon*, die Lacepede *Anarnacus* nennt, und die durch zwei kleine krumme Zähne des Oberkiefers sich von *Monodon* unterscheidet, wohin sie unter dem Namen *Monodon spurius* von ihrem Entdecker Fabricius gerechnet wurde.

IV. T a f e l.

Vergleichende Uebersicht der Familien, Gattungen und Arten der tropischen und südlichen Erdtheile.

Es folgt die Vergleichung der ganz oder beinahe zwischen den Wendekreisen liegenden Erdtheile: Afrika, Süd-Asien mit Australien und Süd-Amerika. Sie folgen in dieser Ordnung theils aus einem nachher anzugebenden Grunde, theils weil diese Folge der Reihe der darüber liegenden Welttheile: Europa, Nord-Asien, Nord-Amerika, anpassend ist.

Wir betreten hier den an Naturerzeugnissen aller Art reichsten und der mannigfaltigsten Entwicklung günstigsten Boden; wir lernen eine Menge in der nordlichen Hemisphäre nicht einheimische Formen kennen und zugleich sehn wir mehrere der dort schon vorgekommenen Bildungen hier in vergrößertem Maafsstabe, und mannichfaltiger abgeändert.

4. AFRIKA,

ungefähr dreimal gröfser als Europa, bildet bei einer Erstreckung vom 37sten Grade N. Br. bis zum 35sten Grade S. Br. und von mehr als 70 Graden der Länge Eine aneinanderhangende Landmasse, die westlich mehrere kleinere, ostlich eine große und viele kleinere Inseln neben sich hat. Im Norden grenzt Afrika nahe an Europa, an der ostlichen Seite hängt es mit Asien

zusammen oder ist nur durch einen Meerbusen davon geschieden, im Süden ragt es in die gemäßigste Südzone hinein. Auch finden wir im nördlichen Theile an den Küsten des Mittelländischen Meers mit vielen Pflanzen des südlichen Europa auch viele seiner Thiere und mehrere des benachbarten Asiens; zugleich reichen manche der Mittel-Afrikanischen Thiere wegen des fortsetzenden Landes nach Nord- und Süd-Afrika hinauf und hinab. Das Binnenland dieses großen Welttheils, von dem freilich ein Theil in dürren Sandwüsten besteht, ist uns noch unbekannt; besonders sind die gewiss sehr mannichfaltigen Erzeugnisse der Gebirge noch nicht erforscht; eben so unbekannt ist die östliche Küste, deren Reichthum an Thieren wir nur aus den vielen in Madagaskar vorkommenden Arten ahnen können.

Afrika enthält 59 Gattungen, unter denen 12 bis 14 ihm eigenthümlich gehören; *Colobus*, *Lichanotus*, *Otolocna*, *Chiromys*, *Pedetes*, *Bathyergus*, *Hippopotamus*, *Camelopardalis*, *Orycteropus*? *Nycteris*, *Centetes*, *Chrysochloris*, *Megalotis*, *Ryzaena*.

Die Zahl der Arten beträgt 202, von denen 159 dem Welttheile ausschließlich angehören. — Die Ordnungen *Salientia*, *Tardigrada*, *Reptantia* fehlen.

Verzeichnifs

der in Afrika einheimischen Gattungen und Arten,
worin die ihm eigenthümlichen ausgezeichnet sind.

<i>Simia Troglodytes</i>	<i>Cercopithecus glaucus</i>
<i>Lasiopyga ecaudata</i>	<i>Sabaea</i>
<i>nictitans</i>	<i>Maura</i>
<i>Sifac</i> ?	<i>flavus</i>
<i>Cercopithecus Petaurista</i>	<i>-Cynocephalus leoninus -</i>
<i>Ascanius</i>	<i>nasutus -</i>
<i>Aethiops</i>	<i>Hamadryas</i>
<i>Roloway</i>	<i>superciliaris</i>
<i>Diana</i>	<i>pecticaudis</i>
<i>Mona</i>	<i>cinereus</i>
<i>Cephus</i>	<i>ursinus</i>
<i>ruber</i>	<i>leucophaeus</i>
<i>rufus</i>	<i>aemulus</i>
<i>Cynomolgus</i>	<i>Sphinx -</i>

<i>Cynocephalus sylvestris</i>	<i>Tamias ? vittatus</i>
<i>Nigrita</i>	<i>Sciurus Palmarum</i>
<i>cristatus</i>	<i>Getulus</i>
<i>Mormon</i>	<i>Sciostis</i>
<i>grandis</i>	<i>Abyssinicus</i>
<i>porcarius</i>	<i>ater</i>
3 spec. nondum de-	<i>Arctomys? Gundi</i>
terminatae	<i>Mus Rattus</i>
<i>Inuus</i>	<i>Musculus</i>
<i>Sylvanus</i>	4 Species ex Aegypto
<i>Colobus polycomos</i>	? <i>Barbarus</i>
<i>ferrugineus</i>	? <i>Pumilio</i>
<i>Lichanotus Indri</i>	<i>Bathyergus maritimus</i>
<i>laniger</i>	<i>Georchus Capensis</i>
<i>Lemur Catta</i>	<i>Hystrix cristata</i>
<i>Mongoz</i>	<i>Lepus timidus?</i>
<i>variegatus</i>	<i>Aegyptius</i>
<i>Macaco</i>	<i>Capensis</i>
<i>rufus</i>	2 Species Capenses
<i>albifrons</i>	
<i>murinus</i>	<i>Hyrax Capensis</i>
<i>sciurinus</i>	<i>Syriacus</i>
<i>pusillus</i>	<i>Elephas Africanus</i>
<i>pumilus</i>	<i>Rhinoceros bicornis</i>
• <i>Stenops? Potto</i>	<i>Hippopotamus amphibius</i>
<i>Otolicnus psilodactylus</i>	<i>Sus Aethiopicus</i>
<i>minutus</i>	<i>Africanus</i>
(<i>Demidoffii</i>)	<i>Scrofa</i>
<i>Chiromys Madagascariensis</i>	
	<i>Equus Asinus</i>
<i>Dipus bipes</i>	<i>Zebra</i>
<i>Locusta</i>	<i>Quagga</i>
<i>Abyssinicus</i>	? <i>Mangarsahac?</i>
<i>Pedetes Caffer</i>	
<i>Meriones meridianus</i>	<i>Camelopardalis Giraffa</i>
<i>Gerbillus</i>	<i>Cervus Elaphus</i>

<i>Cervus? Guineensis</i>	<i>Orycteropus Capensis</i>
<i>Antilope Gnu</i>	<i>Manis gigantea</i>
<i>Bubalis</i>	
<i>Oreas</i>	<i>Pteropus Vampyrus</i>
<i>Oryx</i>	<i>collaris</i>
<i>Euchore</i>	<i>Vespertilio Pipistrellus</i>
<i>Gazella</i>	<i>auritus</i>
<i>leucophaea</i>	<i>Borbonicus</i>
<i>scripta</i>	<i>Nigrita</i>
<i>Sylvatica</i>	<i>Nycteris hispida</i>
<i>Cervicapra</i>	<i>Phyllostomus Megalotis</i>
<i>Eleotragus</i>	
<i>Capreolus?</i>	<i>Erinaceus Aegyptius</i>
<i>pygmaea</i>	<i>Centetes caudatus</i>
<i>Grimmia</i>	<i>semispinosus</i>
<i>Melampus</i>	<i>setosus</i>
<i>scoparia</i>	<i>minutus</i>
<i>Oreotragus</i>	<i>Sorex Capensis</i>
<i>Corinna</i>	<i>?proboscideus</i>
<i>Nunni</i>	<i>?Guineensis</i>
<i>Kevella</i>	<i>Chrysochloris aurata</i>
<i>Dorcas</i>	<i>?rubra?</i>
<i>Pygarga</i>	<i>Talpa Europaea</i>
<i>redunca</i>	<i>Gulo mellivorus</i>
<i>Dama</i>	<i>Ursus niger</i>
<i>Lerwia</i>	<i>Megalotis Cerdo</i>
<i>Kob</i>	<i>Canis Vulpes?</i>
<i>Koba?</i>	<i>Aegyptius</i>
<i>Strepsiceros</i>	<i>Barbarus</i>
<i>Capra Aegagrus?</i>	<i>mesomelas</i>
<i>Capricornus?</i>	<i>aureus?</i>
<i>Tragelaphus?</i>	<i>Lupus</i>
<i>Musimon</i>	<i>Felis Leo</i>
<i>Bos Caser</i>	<i>Panthera</i>
<i>?nanus</i>	<i>Pardus</i>
	<i>Uncia</i>

<i>Felis jubata</i>	<i>Herpestes Nems?</i>
<i>cinerea</i>	? <i>Galera</i>
<i>Capensis</i>	<i>Mustela vulgaris</i>
<i>moschata</i>	<i>Furo</i>
<i>Caracal</i>	<i>Flavigula</i>
<i>ocrea</i>	<i>Zorilla</i>
<i>Hyaena maculata?</i>	<i>Lutra, Capensis</i>
<i>Crocota</i>	<i>vulgaris?</i>
<i>striata</i>	
<i>unicolor?</i>	<i>Phoca vitulina?</i>
<i>Viverra Civetta</i>	<i>jubata?</i>
? <i>hermaphrodya</i>	
<i>Genetta</i>	<i>Manatus sphaerurus</i>
<i>Fossa</i>	<i>Halicore cetacea</i>
<i>Ryzaena Suricatta</i>	<i>Physeter macrocephalus</i>
? <i>Zenik?</i>	<i>Delphinus Delphis</i>
<i>Herpestes Ichneumon</i>	<i>Phocaena</i>
? <i>penicillatus</i>	<i>Orca</i>
<i>Cafer</i>	<i>Tursio.</i>

Aus der Ordnung *Pollicata* sind hier zwischen den Wendekreisen eine Menge von Affenartigen Thieren, *Quadrupana*, in 5 Gattungen.

Der große Orang-Utang oder Chimpanzee, *Simia Troglodytes*, den man ehemals mit den Orangs aus Borneo verwechselte, und der einen Nagel auf dem Hinterfußdaumen hat, ist in Kongo, Angola und landeinwärts einheimisch. Die ganze Bildung, der Mangel des Schwanzes, der Backentaschen und Gefäßschwieneln und die nicht über die Kniee reichenden Arme geben ihm etwas dem Menschen Aehnliches.

Alle übrige Affen von Afrika haben Backentaschen und Gefäßschwieneln bis auf die vorläufig unterschiedne Gattung von *Lasiopyga*; die sich durch den Mangel dieser Schwieneln von den übrigen auszeichnet. Ein ungeschwänzter und zwei geschwänzte Arten gehören dazu.

Die Zahl der *Cercopithecus* wird gewiß noch sehr wachsen, wenn man mit dem innern Lande und der Ostküste noch näher bekannt werden wird. Fand doch Lichtenstein, daß die einzige Art, die sich bei den Kaffern findet, und die man bisher für *Sabaeus* hielt, eine neue Art war, die

er *glaucus* genannt hat. Die Arten der Affen sind noch außerordentlich ungewiß.

Die Gattung *Cynocephalus*, wohin man nur die Nord-Afrikanischen *Inuus* und *Sylvanus* rechnete, von denen Einer bei Gibraltar verwildert gefunden wird, habe ich dahin erweitert, daß außer den Pavianen, *Papio*, und dem *Pongo*, noch mehrere löwenschwänzige *Cercopithecii* hinzugezogen werden, weil alle in ihrem Profile und ihrem Gebisse, noch mehr in der Länge des Schwanzes, worauf allein die Unterschiede gebaut sind, ineinander übergeh'n. Von diesen streicht Ein Pavian, der *Ursinus* von Pennant, bis zum Vorgebirge der guten Hoffnung; auch dieser ist lange verkannt und bald mit *Hamadryas*, bald mit *Sphinx* oder *Mormon* verwechselt.

Eine neue Gattung, *Colobus* genannt, bilden zwei West-Afrikanische Affen, *Polycomos* und *Ferrugineus*, die an den Vorderfüßen keine Daumen haben, wie der Süd-Amerikanische *Paniscus*. Geoffroy wollte sie deshalb gern von Afrika weg nach Süd-Amerika versetzt wissen, aber die Thatsache ist wohl gewiß, und überdies ist ja hier kein Greifschwanz, dagegen sind Bäckentaschen und Gesäßschwienel vorhanden; welche dem *Ateles* in Süd-Amerika, wie allen seinen Familiengenossen in Amerika fehlen.

Eine andere Familie dieser Ordnung machen die *Prosimiae*, wovon die Gattung *Lichanotus*, der Indri, und beinahe auch *Lemur* fast ganz auf Afrika und Madagaskar beschränkt sind. Ein hierher zu rechnendes anomales Thier, den *Lemur Potto* des Systems, habe ich zu den *Stenops* gesellt, von denen ihn freilich der lange Schwanz unterscheidet. Man kennt ihn noch nicht genug, um ihm eine sichere Stelle anzuweisen.

Die mit großen dünnen Ohren, langen Fingern, langen und feinen Hinterbeinen versehenen Galagos, *Otolienus*, sind am Senegall einheimisch. Es sind kleine Thiere; die aus einer im *Museum Moscoviense* gegebenen Abbildung bekannte Art, *Galago Demidoffii* Fischer, ist wahrscheinlich eben daher.

Die *Chiromys Madagascariensis*, *Sciurus* dieses Namens im Systeme, bei Schreber *Lemur psilodactylus*, ist schon in der Uebersicht der Familien erwähnt.

Aus der Ordnung *Prensiculantia* zeichnen wir zuvörderst die Hüpfenden Arten aus. Außer 3 Arten von *Dipus*, die man fast alle mit andern Arten verwechselt hat, wovon die Zehenzahl der Hinterfüße sie besonders unterscheidet, und worunter sich der eigentliche *Mus bipes* der Alten befindet, und 2 Arten von *Meriones*, besitzt Süd-Afrika in dem *Dipus Cafer* des Systems

eine eigenthümliche Gattung, die hier *Pedetes* genannt ist, und die sich besonders durch die ungefurchten Vorderzähne, 16 zusammengesetzte Backenzähne, starke Grabklauen und einen buschigen Schwanz auszeichnet.

Unter *Tamias sublineatus* ist hier ein Thier der Kapkolonie aufgeführt, das Pennant den *Earle's Dormouse*, *Saw Myoxus Africanus* nennt; wäre die Beschreibung vollständig, so würde die Anwesenheit oder der Mangel der Backentaschen gleich entscheiden, ob meine Vermuthung, das dies Thier zu dem gestreiften Erd-Eichhörnchen der Nordhemisphäre gehöre, gegründet wäre.

Von den angegebenen *Sciurus*-Arten ist vielleicht *Sciurus Abyssinicus* mit *Sciurus ater*, dem *Écureuil de Madagascar Buffon*, einerlei.

Ob der *Gundi*, den Rohtmann aus der Barbarei beschreibt, wirklich zu *Arctomys* gehöre, ist noch stark zu bezweifeln.

Von den Afrikanischen Arten von *Mus* besitzen wir noch so unzulängliche Nachrichten, besonders über die bei ihnen so entscheidende Bildung der Zähne, das man weder über ihre Gattung, noch über die Arten sicher ist. In einem vorläufigen Berichte von Cuvier über die von Geoffroy in Aegypten entdeckten Thiere, sind auch vier Mäuse erwähnt, wovon Eine zwischen den Haaren Stacheln hat. Ob aber diese Art mit Azara's *Rat épineux* verglichen werden kann, bedarf noch näherer Untersuchung, denn diese scheint mir zu einer an *Hystrix* grenzenden Gattung, *Loncheres*, zu gehören.

In den Dünen des Vorgebirges der guten Hoffnung kommt ein von den Kolonisten *Duinen-* oder *Zand-Moll* genanntes merkwürdiges Thier vor, das Buffon *Grande Taupe du Cap*, Gmelin *Mus maritimus*, Schreiber *Mus suillus* nennt. Aber 16 einfache Backenzähne unterscheiden dies noch durch andere Merkmale ausgezeichnete Thier von dem *Blessmoll*, oder *Mus Capensis*, der 12 zusammengesetzte Backenzähne hat, und der mit einigen nordischen sogenannten Maulwurfsmäusen die Gattung *Georchus* bildet.

Ob der von Geoffroy als neu angegebene Aegyptische Hase, *Lepus Aegyptius*, dasselbe Thier ist, das die Reisebeschreiber in Nord-Afrika für den gemeinen *Timidus* ansehen, ist wahrscheinlich, doch jetzt nicht auszumachen. Ausser dem *Lepus Capensis* werden von Sparrman noch zwei dem Südlichen Afrika eigenthümliche Hasen erwähnt.

Die Ordnung der *Multungula* ist in Afrika ausgezeichnet. Das die kleinen chemals zu *Cavia* gestellten Klippenthier, *Hyrax*, ganz aus der

Ordnung der Nager in die gegenwärtige zu versetzen wären, hat Cuvier zuerst dargethan. Ausser dem in Süd-Afrika einheimischen *Capensis* findet sich in Abyssinien und Aegypten, so wie im angrenzenden Asien, der *Syriacus*, der in dem Alten Testamente Saphan genannt ist. Ihre Lebensart in felsichten Gegenden unterscheidet sie sehr von den übrigen Thieren dieser Ordnung, und die spitze Kralle der innern Zehe des Hinterfusses deutet auch schon ihr Hinneigen zu der vorhergehenden Ordnung an; die übrigen Nägel sind denen des Elephanten ähnlich. In den Resten untergegangener Thiere finden sich übrigens aus den *Multungulis* mehrere Arten, welche gegen die jetzt lebenden in der Gröfse sehr abstechen.

Erst in neuern Zeiten hat man in dem Afrikanischen Elephanten eine von dem Asiatischen verschiedene Art erkannt, die aber noch nicht genau beschrieben ist. Keine Nation hat diese Art gezähmt.

So ist das Afrikanische Nashorn, *Rhinoceros bicornis*, noch nicht lange als eine von der Asiatischen standhaft abweichende Art aufgeführt.

Der unförmliche *Hippopotamus* ist diesem Welttheile eigen und streift bis an die Kapkolonie, wo ihn und die beiden vorhergehenden Kolosse das Feuergewehr immer mehr verscheucht.

Von *Sus* sind zwei durch Gröfse, Stärke und Unförmlichkeit ausgezeichnete Arten Afrika eigenthümlich. Im Norden findet sich das wilde Schwein, *Sus Scrofa*.

Von *Solidungulis* besitzt Afrika in seinem südlichen Theile zwei durch ihr buntes Kleid merkwürdige Arten, *Equus Zebra* und *Quagga*; das einfarbige Zebra, das Levaillant im Lande der Groß-Namaguas sah, ist nur ein junges Quagga. Flacourt's Mangarsahrk von den Gebirgen Madagaskars scheint eine Art von Esel zu seyn, doch ist seine Angabe davon zu unvollständig. In Nord-Afrika soll der wilde Esel, *Equus Asinus Onager*, sich finden.

Unter den *Bisulcis* ist die auffallendste Erscheinung die Giraffe, *Camelopardalis Giraffa*, die von der nordlichen Grenze der Kapkolonie bis nach Aegypten hinaufreicht. Auf einem hochverlängerten Halse sitzt der Kopf eines Schafs, aber mit zwei kurzen ungetheilten am Enden mit Borsten gekrönten derben Hörnern. Das Thier ist mit dem Kopfe über 14 Fufs hoch, das gefleckte Fell erscheint in der Ferne einfarbig, und so wird sich wohl die einfarbige Giraffe erklären, die Mungo Park geschn haben, und die man für eine besondere Art erklären wollte.

Hirsche, *Cervus*, sind im südlichen und tropischen Afrika gar nicht, und das kleine Zwerghirschchen, *Cervus Guineensis*, scheint mir eine der kleinen Antilopen zu seyn. In der Barbarei ist der gemeine Hirsch, *Cervus Elaphus*.

Desto reichhaltiger ist dieser Welttheil an den in ihrer Bildung zwischen Hirsch, Ziege und Ochsen stehenden, durch Schnelligkeit und Springvermögen ausgezeichneten Gattung der *Antilope*, die Pallas zuerst unterschieden hat. Es kommen hier an 25 eigenthümliche Arten neben einigen mit Asien gemeinschaftlichen vor. Die Arten bedürfen aber noch immer einer genauen Untersuchung. Die abweichendste Art ist auf der Einen Seite *A. Gnu* mit einem Pferdeshweife und merkwürdiger Zusammensetzung der Glieder, auf der andern *Antilope Strepsicoros*, deren Hörner erhabne Längskanten haben, wie die Hörner von *Capra*.

Die von Reisenden im nordlichen Afrika angegebenen Arten von *Capra* sind alle noch ungewiss; das die wilde Ziege, *Capra Aegagrus* und der Mufflon, *Capra Musimon*, sich dort aufhalte, ist jedoch wahrscheinlich, da das gegenüberliegende Süd-Europa sie besitzt.

In dem *Bos Caffer* hat Süd-Afrika eine große Büffelart; aber der *Dante* oder Zwergochse, den Pennant nach Belon anführt, ist sehr zweideutig, da seine Hörner als quereifig beschrieben werden, welches eher auf eine Antilope, als auf einen Ochsen paßt. Man findet in ältern Schriftstellern nicht selten, das sie eine braune Antilope für eine Ochsenart hielten. Die von Zimmermann III. p. 66 und 157 und II. 93. f. angeführten braunen wilden Ochsen-Arten aus *Duguela*, *Tramezen*, *Numidia* scheinen in der That Antilopen zu seyn.

Ueber das Einhorn, dessen Existenz neuerlich noch Barrow aus der in einer Höhle der Buschmänner am Vorgebirge der guten Hoffnung gefundenen Zeichnung wahrscheinlich machen wollte, ist noch immer das alte Dunkel verbreitet.

Von der Ordnung der *Effodientia* kommen in Afrika zwei Gattungen vor. Der *Orycteropus Capensis* unterscheidet sich von dem Süd-Amerikanischen Ameisenfresser, dem er in manchen Stücken ähnlich ist, auch wie dieser von Termiten und Ameisen sich nährt, die er mit seiner langen klebrigen Zunge fängt, hauptsächlich durch seine, eigenthümlich gebildeten Backenzähne und durch die Klauen. Ob eine ähnliche Art in Zeilan wirk-

lich vorkomme, ist aus den kurzen Nachrichten nicht mit Sicherheit zu folgern.

Auf ähnliche Art nährt sich auch das Schuppenthier, *Manis*, das durch den Mangel der Zähne und die Klauen den Ameisenfressern noch ähnlicher, und über den ganzen Leib mit knöchigen großen Schuppen gepanzert ist. Das Guineische Schuppenthier, das im Verzeichnisse *Manis gigantea* heißt, ist mit Unrecht mit der Ost-Indischen *Manis brachyura* verbunden; es wird 4 Fufs, dieses nur anderthalb Fufs lang, und dafs dieses Thier ausgewachsen war, beweisen die im Leibe gefundenen Jungen. Unter gleichem Himmelsstriche ändern wilde Thiere nicht so sehr in der Gröfse ab.

Von der Ordnung *Volitantia* ist aufer dem großen, über so weite Strecken der tropischen alten Welt bis in die Australischen Inseln verbreiteten *Pteropus Vampyrus*, auf den ostlichen Inseln noch eine Art, die *Rougette Buffon*, *Pteropus collaris*, die man mit jener, der *Rousette*, irrig verbunden hat.

Eine besondere Gattung von Fledermäusen bildet die Senegallische *Nycteris hispida*.

Geoffroy hat in Aegypten 9 Arten von Fledermäusen gefunden, aber weiter nicht angegeben, ob sie zu *Rhinolophus*, oder zu *Phyllostomus*, wovon das Kap eine Art enthält, gehören mögen.

Aus der Ordnung *Falculata* sind unter den kleinen Sohlenschreitern mehrere besondere Thiere;

Geoffroy gibt einen Aegypten eignen Igel, *Erinaceus aegyptiacus*, an.

Madagaskar hat eine von den Igeln durch Cuvier abgesonderte Gattung eigenthümlich, *Centetes*, in 4 Arten, deren zwei Buffon wohl ohne Grund für die Jungen der andern beiden, seines *Tanrec* und *Tendrac*, ansah.

Dafs am Vorgebirge der guten Hoffnung ein wahrer *Sorex* vorkomme, zeigt ein in der Heyerischen Sammlung aufbewahrter, von dort gebrachter Schädel. Ob er dem mit einem langen Rüssel versehenen *Sorex proboscideus* Shaw zugehört, ist nicht entschieden.

Eine Eigenthümlichkeit des Kaps ist der Goldmaulwurf, *Chrysochloris aurata*, der mit Recht von *Talpa* getrennt ist, wovon ihn auch der sehr merkwürdig gebaute Schädel mit den Zähnen, trennt. Sein Haar schillert mit allen Regenbogenfarben, eine Erscheinung, die in einem gewissen Grade auch an einem Süd-Amerikanischen Beutelhier vorkommt. Seba war Schuld, dafs man dieses Thier für ein Produkt von Siberien hielt, da-

her der Name *Talpa Asiatica* im Systeme. Sollte nicht auch Seba's Angabe des Vaterlandes von dem röthlichen Maulwurfe, der zu *Chrysochloris* ebenfalls zu gehören scheint, irrig, und dies Thier aus Afrika, nicht aus Amerika, gebracht seyn?

In der Wüste Saarah und in der Nähe des Atlas ist ein Thier, das Buffon im Supplemente *Animal anonyme*, Andere Fennek nennen, und das unter dem Namen *Canis Cerda* zu den Hunden gezählt ist. Nach Bruce soll es auf Bäumen nisten. Merkwürdig sind seine ungeheuren Ohren; diese, die vierzehigen Füße, bei dem Gebisse eines Hundes, wie man angibt, sind die Gründe, warum man es zu einer besondern Gattung zählt, die statt *Fennecus* besser *Megalotis* heißt.

Zu der Gattung *Gulo* gehört nach genauern Untersuchungen die *Viverra mellivora*, die man zum zweitemale unter dem Namen *Viverra Capensis* beschreibt. Nach Shaw's Vermuthung ist Pennants *Indian Badger*, die *Meles Indica*, eben dieser Honigdachs oder Ratel.

In den Gebirgen der Barbarei kommt, jedoch selten, der Bär, *Ursus niger*, vor.

In Afrika ist der so lange mit dem Levantischen und vielleicht auch Aegyptischen *Canis aureus* verwechselte *Canis mesomelas* oder Jackhals, der dem Fuchse in Verschlagenheit gleicht, sehr häufig. Man findet auch viele verwilderte Haushunde.

Von *Felis* finden wir, ausser dem durch ganz Afrika verbreiteten Löwen, den Panther, *Felis Panthera*, und den damit für einerlei gehaltenen, aber wahrscheinlich verschiedenen und standhaft kleineren Kapischen *Parvus*. Beide werden von den Reisebeschreibern Tiger genannt, die in Afrika nicht vorkommen. Der Luipard der Kapkolonisten ist die kleinere *Felis jubata* mit langem Nackenhaare. Die übrigen Arten bedürfen noch der Aufklärung.

Fast ausschließlich besitzt Afrika die Gattung der *Hyaena*; im südlichen Theile ist die gefleckte Hyäne, *Hyaena Crocuta*, die dort zur Jagd gezähmt worden ist, im nordlichen die gestreifte *Hyaena striata*, welche auch in der Levante, in Indien und Arabien vorkommt. Die Abyssinische *Hyaena Dubbah*, welche man als eine verschiedene Art annehmen zu müssen glaubte *), ist eben diese gestreifte Hyäne. Cuvier erwähnt noch einer grö-

*) F. A. A. Meyers Zoologische Entdeckungen in Neuholland und Afrika. 1793.

fern *Hyaena maculata*, die er von *Crocuta* unterscheidet, und Le Vaillant spricht von einer am Meeresstrande am Kap gesehenen einfarbigen Hyäne. Bei den Hyänen ist alle Kraft nach vorn gedrängt, ihr Kopf und Gebiß verkündigen ein gefrässiges Raubthier, der Hintertheil ist sonderbar abfallend und schleppend. Bei ältern Reisenden ist der Tigerwolf die gefleckte, der gestreifte Afrikanische Tiger wahrscheinlich die gestreifte Hyäne.

Außer dem Süd-Afrikanischen Zibethiere, *Viverra Civetta*, kommt eine noch ungewisse Art, die *Viverra hermaphtodyta*, in der Barbarei vor. Von der häufig verkannten und sehr einzuschränken Gattung *Viverra*, die sich durch die sechs in gleicher Reihe stehenden untern Vorderzähne, halbzurückziehbare Klauen, eine rauhe Zunge und den Zibethbeutel unter dem After auszeichnen, ist zuvörderst die Suricatee, *Viverra tetradactyla*, als Gattung abzusondern, bei der Zehenzahl, die festen Klauen, die glatte Zunge abweichen. Sie heist hier *Ryzaena*. Ich habe ihr die *Viverra Zenik* zugeordnet, die Pennant, durch eine irrige Angabe Sonnerat's verleitet, zu den Ratten gestellt hat, und glaube, diese ist wirklich nichts anders, als *Tetradactyla* selbst.

Eine zweite Gattung bilden die Ichneumons, die man unter dem lange schon angewandten Namen *Ichneumon*, oder unter der Benennung *Mangusta* getrennt hat, die aber besser *Herpestes* heist. Ihre untern Vorderzähne sind wie bei *Mustela* gebildet, mit denen sie im ganzen Baue viel Aehnliches haben. Afrika hat außer dem Aegyptischen, ehemals unrichtig mit der Ost-Indischen *Mungo* verbundenen *H. Ichneumon* noch 4 ihm eigenthümliche Arten, wovon aber Bosmann's *Arompo*, *Herpestes penicillatus*, vielleicht mit *Herpestes Ichneumon*, und die andre, Buffons Nems, vielleicht mit *Casfer* zusammenfällt, und wovon die *Galera*, aus zwei Arten gemacht, die Buffon *Vansire* und *Tayra* nennt, wegen der Gattungsrechte noch nicht im Reinen ist.

Unter den Wieseln, *Mustela*, ist in Nord-Afrika das Frettel, *Mustela Furo*, das man wegen der verschiedenen Rippenzahl*) und der spitzern Schnauze nicht für eine Ausartung des *Putorius* annehmen kann, mit dem es sich auch nie vermischt; in Süd-Afrika die für eine *Mephitis* gehaltene

*) *M. Furo* hat 15 Rippen, *M. Putorius*, *Martes* u. a. m. haben 14 Rippen an jeder Seite. Daubenton.

Mustela Zorilla merkwürdig, die allerdings in ihren Drüsen in der Nähe des Afters einen entsetzlich stinkenden Saft absondert.

Dafs am Vorgebirge der guten Hoffnung eine grofse Fischotter vorkomme, *Lutra Capensis* genannt, zeigt ein von dort mitgebrachter Schädel. Unter den Aegyptischen Thieren findet man eine Flusshotter angezeigt; ob *Lutra vulgaris*, ist nicht zu bestimmen.

Von *Pinnipedatis* haben die Küsten nur ein Paar Robben aufzuweisen; *Phoca vitulina* soll an der Küste der Barbarei und am Kap vorkommen; aber so nannte man bisher alle nicht genau anzugebenden Robben. Kolbe erwähnt einer grofsen, aber ungemähnten Robbe, die zu seiner Zeit am Kap erlegt wurde, vielleicht eine weibliche *Fubata*.

Aus der Ordnung *Natantia* kommen in dem tropischen Meere zwei ähnliche Gattungen vor, *Manatus* und *Halicore*, auch wohl *Dugong* genannt. Ihre Brustglieder sind stärker entwickelt, als bei den Wallrossen, und da sie sich zuweilen in den Wellen aufrichten, und deutliche Brustsitzen zeigen, so entstand bei den Reisenden die Idee von Meermenschen. Der 15 Fufs lange *Manatus sphaerurus* ist von Adanson im Senegall gefunden; der Dugong, *Halicore cetacea*, findet sich von der Afrikanischen Südspitze bis nach den Pelewinseln. Aber diese Thiere sind noch immer nicht genugthuend beschrieben.

Von Wallfischen findet man nur wenige aus den Afrikanischen Küstenmeeren angegeben. Es scheint wohl sicher, dafs sie, so wie die Robben, weniger in den tropischen und angrenzenden, als in den kalten Meeren zu Hause gehören.

2. SÜD - ASIEN.

vom 40sten Grade N. Br. an südwärts mit den Ostindischen Inseln bis zum roten Grade S. Br., ostlich bis zu den Philippinen und Molukken, westlich bis zum Ägeischen und Mittelländischen Meere, der Landenge von Suez und dem Arabischen Meerbusen. Der Aequator durchschneidet die grofsen Inseln Sumatra, Borneo und Celebes, und hat neben sich südlich die grofsen Eilande Java und Timor, nordlich die Philippinen, Zeilan und vom festen Lande die Indien. Die tropischen Erzeugnisse, die hier in der reichsten Fülle und Kraft vorkommen, erstrecken sich auf dem Kontinente zum Theil bis an den Fufs der nordlichen hohen Gebirge, auf denen eine mehr nor-

dische Gestalt der Pflanzen und Thiere einheimisch ist. Alle Abwechslungen des Bodens, der Luft und der Bewässerung begünstigen die reichliche Entwicklung der organischen Natur. Süd-Asien erstreckt sich in seinem nördlichen Theile durch 95 Längengrade, also begreift es deren 25 mehr als Afrika in seiner größesten Breite.

Es enthält 57 Gattungen, worunter 7 ihm eigenthümlich sind: *Hylebates*, *Tarsius*, *Prochilus*, *Pamphractus?*, *Galeopithecus*, *Harpyia*.

Von den übrigen besitzt es folgende 8 oder 9 nicht in Afrika vorkommende Gattungen: *Balantia*, *Halmaturus*, *Pteromys*, *Spalax*, *Camelus*, *Moschus*, *Rhinolophus*, *Meles?*, *Balaenarctus*.

Arten umfaßt es 175, wovon 117 ihm eigen gehören.

Die Ordnungen sind alle vorhanden.

Verzeichnifs

der in Süd-Asien vorkommenden Gattungen und Arten, worin die dem Erdtheile eigenthümlichen ausgezeichnet sind.

<i>Simia Satyrus</i>	<i>Cercopithecus verrucosus</i>
<i>parvilamnis</i>	<i>Cynocephalus Silenus</i>
<i>Hylebates Lar</i>	<i>Vetulus</i>
<i>Golok</i>	<i>Senex</i>
<i>Molochus</i>	<i>Veter</i>
<i>varius</i>	<i>penicillatus</i>
<i>Lasiopyga Nemaea</i>	<i>Hamadryas</i>
<i>Cercopithecus Mona</i>	<i>Nemestrinus</i>
<i>Audeberti</i>	<i>Inuus</i>
<i>Cephalopterus</i>	<i>Sylvanus</i>
<i>Talapoin</i>	<i>Lemur Mongoz</i>
<i>Aygula</i>	<i>Stenops gracilis</i>
<i>Mona</i>	<i>ceylonicus</i>
<i>bicolor</i>	<i>tardigradus</i>
<i>Atys</i>	<i>Syricta</i>
<i>Sinicus</i>	<i>Tarsius Pallasii</i>
<i>Entellus</i>	<i>Daubentonii</i>
<i>fulvus</i>	<i>pusillus</i>
<i>Nasica</i>	<i>fuscimanus</i>
<i>Mondchus?</i>	<i>Balantia orientalis</i>

<i>Phalangaista ? cucullata</i>	<i>Lepus timidus</i>
<i>Halmaturus Brunii</i>	<i>Hyrax Syriacus</i>
—	<i>Elephas Indicus</i>
<i>Dipus haiticus</i>	<i>Rhinoceros plicatus</i>
<i>bipes</i>	<i>unicornis</i>
<i>Meriones meridianus</i>	<i>Sukoteiro?</i>
<i>tamaricinus</i>	<i>Sus Babyrussa</i>
<i>apicalis</i>	<i>Scrofa</i>
<i>Sciurus paradisiacus</i>	—
<i>Gingicus</i>	<i>Equus Caballus</i>
<i>Palmorum</i>	<i>Hemionus</i>
<i>xanthius</i>	<i>Asinus</i>
<i>Persicus</i>	—
<i>vulgaris</i>	<i>Camelus Bactrianus</i>
<i>anomalous</i>	<i>Dromedarius?</i>
<i>erythraeus</i>	<i>Cervus albicornis</i>
<i>bicolor</i>	<i>Elaphus</i>
<i>Indicus</i>	<i>Dama</i>
<i>macrourus</i>	<i>Azis</i>
<i>Pteromys grandis</i>	<i>Chinensis</i>
<i>Sagitta</i>	<i>unicolor</i>
<i>striatus</i>	<i>porcinus</i>
<i>Arctomys Citillus</i>	<i>Muntjac</i>
<i>Mus Indicus</i>	<i>Pygargus?</i>
<i>Malabaricus</i>	<i>Moschus moschiferus</i>
? <i>Pilorides</i>	<i>Indicus</i>
<i>decumanus</i>	<i>Javanicus</i>
<i>Raitus</i>	<i>pygmaeus</i>
<i>Musculus</i>	<i>Meminna</i>
? <i>Arabicus</i>	<i>Antilope Tragocamelus</i>
? <i>striatus</i>	<i>picta</i>
<i>Spalax Typhlus</i>	<i>Gazella</i>
<i>Hystrix cristata</i>	<i>interseapularis</i>
<i>fasciculata</i>	<i>Cervicapra</i>
<i>macroura</i>	<i>Leucoryx</i>
<i>Lepus Tolai?</i>	<i>Dorcas</i>
	<i>subgutturosa</i>
	<i>M</i>

<i>Antilope gutturosa</i>	<i>Ursus niger</i>
<i>Capra Aegagrus</i>	<i>Canis Vulpes</i>
<i>Bos Bubalus?</i>	<i>aureus</i>
<i>grunniens</i>	<i>Lupus</i>
<i>Apoa</i>	<i>?Ceylanicus</i>
<i>Indicus</i>	<i>Bengalensis.</i>
<i>Arni?</i>	<i>Hyaena striata</i>
—	<i>Felis Leo</i>
<i>Prochilus ursinus</i>	<i>Tigris</i>
—	<i>virgata</i> —
<i>Orycteropus? Talgoi?</i>	<i>Uncia</i>
<i>Manis macroura</i>	<i>infuscata?</i> —
<i>brachyura</i>	<i>guttata</i> —
<i>laticaudata</i>	<i>Leopardalis?</i>
—	<i>Bengalensis</i>
<i>Pamphractus squamatus?</i>	<i>Chaus</i>
<i>Galeopithecus volans</i>	<i>Caracal</i>
<i>rufus</i>	<i>Viverra Zibetha</i>
<i>variegatus</i>	<i>Malaccensis</i>
<i>Pteropus Vampyrus</i>	<i>Ceylanica?</i>
<i>flavus?</i>	<i>Genetta</i>
<i>Harpyja Cephalotes</i>	<i>Fossa</i>
<i>?plicata</i>	<i>Herpestes Mungo</i>
<i>Vespertilio pictus</i>	<i>Bagdadensis</i>
<i>Timoriensis</i>	<i>?psilodactylus</i>
<i>Rhinolophus Speoris</i>	<i>Mustela erminea</i>
<i>Crumenifer</i>	<i>moschata</i>
<i>Phyllostomus Spasma</i>	<i>venusta</i> —
—	<i>Javanica</i>
<i>Erinaceus Malaccensis</i>	<i>fasciata</i> —
<i>Sorex caeruleescens</i>	<i>striata</i> —
<i>dasyurus</i>	<i>Lutra vulgaris</i>
<i>murinus</i>	<i>cinerea</i>
<i>pusillus</i>	—
<i>Meles? Indica?</i>	<i>Phoca pusilla?</i>
<i>Ursus fuscus</i>	—

<i>Manatus australis</i>	<i>Delphinus Phocaena</i>
<i>Halicore cetacea</i>	<i>Orca</i>
<i>Balaena Mysticetus</i>	<i>Chinensis</i>
<i>Physeter macrocephalus</i>	<i>Gangeticus</i> -
<i>Delphinus Delphis</i>	<i>rostratus?</i> -

Aus der Ordnung *Pollicata* sind in Borneo zwei gewöhnlich zu einer Art verbundene Orang-Outangs, *Simia Satyrus*, Buffons *Jocko*, den Camper beschrieben hat, und der *Homo sylvestris* Edwards, den ich wegen des vorhandenen aber kleinen Daumennagels unter dem Namen *Simia parviamnis* unterschieden habe.

Von dieser Gattung der menschenähnlichen Affen trenne ich unter dem Namen *Hylebates* die Langarmigen Affen, den *Lar*, Buffons *Grand Gibbon*, den damit bisher verbundenen *Petit Gibbon*; *varius*, und den Audebertischen *Moloch*, den Schreber *Leucisca* nennt. Der Golok in den *Philosophical Transactions LIX. p. 72 tab. III.* ist zu schlecht abgebildet und beschrieben, um ihn mit Bestimmtheit anzuführen; doch scheint er mir eher ein *Hylebates* mit langen Armen und Gesäßschwieneln, als ein Orang zu seyn, wozu Pennant ihn rechnen will. Ob die Art selbst verschieden ist, kann man nicht bestimmen.

Von den schon bei Afrika erwähnten *Lasiopyga*, die sich durch ihren Mangel an Gesäßschwieneln von den *Cercopithecus* unterscheiden, hat Cochinchina eine durch ihr buntes Kleid ausgezeichnete Art, den *Douc Buffon*, *Simia Nemaeq* des Systems. Cuvier rechnet zu diesen Affen noch den durch seine lange abgesetzte unterwärts die Nasenlöcher enthaltende Nase unterschiednen *Cercopithecus Nasica* aus den Sundaischen Inseln; aber in allen Beschreibungen werden die kahlen Gesäßschwieneln ausdrücklich erwähnt.

Von *Cercopithecus* besitzt Süd-Asien eine Menge, zum Theil noch schlecht beschriebene Arten. Von *Cynocephalus* sind hier, außer dem *Pongo* des neuern Systems, mehrere Afrikanische, und viele eigenthümliche Arten, die sich durch einen Quastenschwanz auszeichnen.

Nur der *Lemur Mongoz* der Ost-Afrikanischen Inseln ist in Ostindien, dagegen ist die Gattung *Stenops*, die man nach einem Holländischen Worte Faullenzer, *Loeri*, genannt hat, hier einheimisch. Man hat erst in neuern Zeiten*) diese Thiere genauer kennen gelernt, und eine Menge Verir-

*) Audebert, Geoffroy, Fischer.

rungen der ältern Naturforscher beseitigt. Die *Tardigrada* war die Veranlassung zu der Behauptung, daß es auch in der alten Welt Faulthiere, *Bradypus*, gebe, nicht bloß in Süd-Amerika. Der Streit zwischen Buffon und Vosmaer, den Andre fortsetzten, war eigentlich nur ein Wortstreit, und kam zum Theil von dem Mangel einer systematischen Vergleichung der Thiere. Denn so sicher es ist, daß *Stenops tardigradus* am Tage eine außerordentliche Trägheit der Bewegungen und das Geschrei Ai hat, das man für ein Wehklagen ausgab, eben so gewiß ist der außerordentliche Unterschied zwischen ihm und dem Süd-Amerikanischen *Bradypus*, die kein unbefangener Untersucher, der nicht bloß an einigen trüglichen Merkmalen ähnlicher Lebensart und Sitten haftet, auch nur in dieselbe Ordnung von Säugthieren zu stellen wagen wird. Süd-Asien besitzt ein den wahren Faulthieren weit ähnlicheres Thier, den *Prochilus ursinus*, den *Bradypus ursinus* von Pennant und Shaw, und es ist wahrscheinlich, daß auch er zu der Behauptung Anlaß gegeben, daß in Asien wahre Faulthiere wären*). Die Verwirrung wurde freilich dadurch sehr groß, daß Seba ein wahres Faulthier aus Zeylan**) beschrieb und abbildete; es ist dieß aber ein von ihm nicht selten begangener Irrthum, und das Thier der wahre Süd-Amerikanische *Bradypus didactylus*.

Zu der Gattung *Stenops* ist, nicht ohne Zweifel, ein Thier gestellt, das bisher unter dem Namen *Syrichia* bei den langschwänzigen Affen vorkam. Man kennt es aus einer rohen Beschreibung und Abbildung, die Petiver aus einem von Kamel herrührenden Manuscripte entlehnte***). Die langen Schnurrhaare, die man bei den Affen der alten Welt nicht findet, die großen das Licht des Tages scheuenden Augen passen recht gut zu einem *Stenops*.

Die Molukken besitzen eine merkwürdige Gattung von 3 bis 4 Arten, die sich von den ähnlichen Lemuren durch ihre außerordentlich langen und dünnen Hinterbeine, und langen Finger unterscheiden.

*) Man sehe Pennant's Uebersicht der Vierf. Thiere, übersetzt von Bechstein, p. 556 bei dem Unau.

***) *Seba Thesaurus I. tab. 34, Fig. 1. Tab. 33, Fig. 4.*

****) Die Kopie von Kamel's oder Camelli's Zeichnung liefert Shaw's *General Zoology I. p. 67.*

Die Familie der Beutelhierre, *Marsupiales*, hat in dem Kuskus, *Balanlia orientalis*, *Didelphys orientalis* des Systems, eine Art in dem ostlichsten Ende Süd-Asiens. Auch dieses Thier hat Antheil an dem Streite, daß sich die Süd-Amerikanischen Beutelhierre in Asien ebenfalls finden. Genau genommen, unterscheiden sich aber diese Thiere wesentlich im Gebisse und der Zehenbildung; in dieser findet die Besonderheit Statt, die man bei einigen Neuholländischen Thieren dieser und der folgenden Familie gleichfalls bemerkt, daß zwei Zehen des Hinterfusses aneinandergewachsen, mit Einer Zehenscheide umkleidet und nur an einer Doppelpklau äußerlich erkennbar sind.

So wie diese Gattung gleichsam ein Abstreifling der Neuholländischen Thierbildung war, so scheint noch ein solches Thier in dem von Seba abgebildeten *Sciurus Virginianus volans*, Pennants *Hooded squirrel* *), vorzukommen. Daß dieß Thier von den Flieghörnchen, *Pteromys*, abwich, bemerkte schon der scharfsinnige Pallas **). Wäre ein Daumen an den Hinterfüßen ersichtlich, so würde ich es mit Sicherheit für ein fliegendes Beutelhier, die Geoffroy unter dem Namen *Phalangista* zu einer Gattung erheben, erklären und das angegebene Vaterland würde uns nicht irre machen, da Seba oft falsche Angaben darüber hat. Jetzt kann ich nur muthmaßen, daß dieß Thier ein *Phalangista* ist, daß der Zeichner die Zehen nicht treu darstellte, welches sogar in Abbildungen nicht selten ist ***), und daß das Thier nach Ost-Asien gehört. Linné's *Sciurus Sagitta* wird zu genau in Ansehung der Zähne, der gespaltenen Oberlefze und der Zehenzahl beschrieben, um ihn ebenfalls hieherzurechnen. Auch ist eine vom Halse anfangende und zu den Vorderteilen der Vorderbeine sich erstreckende Flughaut in der That nicht so anomalisch bei den *Pteromys*, wie man behauptet; bei dem großen *Pteromys*, den Pallas unter dem Namen *Sciurus Petaurista* beschrieben, ist sie sehr deutlich.

Die Neuholland sonst eigenthümliche Ordnung der *Salientia* hat in eben diesen Ost-Asiatischen Inseln in dem *Didelphys Brunii* des Systems eine Art, den *Halmaturus Brunii*. Wäre dieß Thier früher schon gehörig ins

*) Seba. *Thesaurus* I. Tab. 44, Fig. 3.

***) Pallas *Novae species Quadrupedum e Glirum ordine* p. 354.

****) Man vergleiche die in den oben angeführten Abhandlungen der Quadrumanen im Schre-

Licht gesetzt gewesen, so hätte das Neuholländische Känguruh, dem es ganz ähnlich gebildet ist, zur Zeit seiner Entdeckung gar nicht das Aufsehn machen können, das ein von der gewöhnlichen Form so abweichendes Thier erregte.

Aus der Ordnung der *Premsiculantia* sind die Süd-Asiatischen Arten der Gattungen *Dipus* und *Meriones* zum Theil mit Nord-Asien, zum Theil mit dem nordlichen Afrika gemein. Aus den Molukken besitzt das Museum eine neue Art von *Meriones*, den *apicalis*.

Von den zahlreichen *Sciurus* ist der angeblich auf Pisangen lebende *Sciurus paradisiacus* Bechstein vielleicht nur eine Abart von *Sciurus Gingicus*. Den *Sciurus xanthius*, den *de la Falle* angibt, hat man zu den Süd-Amerikanischen *Sciurus flavus*, mit Unrecht, gezogen. *Sciurus maximus* und *macrourus* müssen bei näherer Prüfung in Eine Art zusammen fallen.

Von Flieghörnchen *Pteromys* besitzt das östliche Ost-Indien die größte bekannte Art, deren kurz vorher erwähnt, so wie der *Sagitta* schon vorgekommen ist.

Asien ist vielleicht das ursprüngliche Vaterland der großen braunen Ratte, *Mus decumanus*, die jetzt die Plage aller Erdtheile geworden ist.

Von *Hystrix* kommen, außer der gemeinen *Hystrix cristata*, zwei eigenthümliche Arten vor.

Die Ordnung *Multungula* zählt in dem *Elephas Indicus* das größte Landthier, das der Mensch sich dienstbar zu machen gewußt hat.

Das einhornige Nashorn, *Rhinoceros unicornis*, ist über ganz Ost-Indien verbreitet und gibt dem Afrikanischen Thiere in Größe nicht nach. Noch nicht lange ist das Daseyn einer andern kleinern zweihörnigen, aber von *Rhinoceros bicornis* verschiedenen Art auf Sumatra erwiesen.

Sus Babryssa ist eine merkwürdige Art von Schweinen, bei denen die Hautzähne lang und bogenförmig gekrümmt in die Höhe stehn, die oben aus der Oberseite der Kieferknochen hervorkommen. Dieß Thier ist auf die Molukken beschränkt, doch kommt es wahrscheinlich auch in Java und Timor vor.

Hier müssen wir eines Thiers erwähnen, von dem sich nirgends eine Nachricht findet, als in des Holländers Nieuhof's Reisen *), der es *Sukotyro*

*) Nieuhofs Zee-en Lant-Reizen door verschiede Gewesten von Oostindien. Amsterdam 1682 p. 293 und Titeltupfer.

oder *Sukoterio* nennt. Es soll in Java selbst eine seltne Erscheinung seyn, von der Größe eines Ochsen, mit einer Schweineschnauze, zwei langen rauhen Ohren, einem langen sonderbar gebildeten haarigen Schwanz, Augen, die so stehn, daß ihre Spitze in die Höhe gerichtet ist. An den Seiten des Kopfs neben den Augen stehn zwei lange Backenzahnhörner (*hoorns of bantanden*) die etwas dünner als Elephantenzähne sind. — Diefs ist die ganze Beschreibung. Die Abbildung zeigt ein plumpes Thier mit einer sehr breiten Schnauze und mit Elephantenfüßen; die Hörner kommen zwischen Augen und Ohren hervor und sind vorwärts beträchtlich über die Schnauze hinaus verlängert. Sollte diese Abbildung nicht bloß nach einer Beschreibung gemacht seyn? Ueber die Fußbildung schweigt der Text; der Maler nahm sie von dem gleich danebenstehenden Elephanten. Alle in dem Werke gelieferte Abbildungen sind nicht befriedigend und in Ansehung der Füße der Vögel findet eine große Unachtsamkeit Statt. So hat der Kasoar S. 282 eine große Hinterzehe. Daß man in ältern Werken solche aus Muthmaßungen gemachte Abbildungen findet, zeigt unter andern die sonst so schätzbare Reise von Dampier. Hier ist die Abbildung des *Hippopotamus* gegeben, weil man Dampier's auf Hörensagen gemachte Beschreibung des Süd-Amerikanischen Tapir dafür hielt, und wer diese Beschreibung mit dem Thiere vergleicht, findet die größesten Abweichungen von der Natur *). Die Nachricht und Abbildung des Sukoteiro leite ich von einer übertriebnen Nachricht von *Sus Babyrussa* her. Diesen hat zwar *Nieuhof* selbst pag. 25 abgebildet und beschrieben, und hier die Gestalt zu einer hirschähnlichen veredelt, doch kann man nicht eher den Sukoteiro in eine genauere Thierliste aufnehmen, bis andre Nachrichten sein Daseyn bekräftigen.

Von *Solidungulis* sind *Equus Caballus Hemionus* und *Asinus* an den Grenzen Nord-Asiens wild.

Von *Bisulcis* ist ebendasselbst der *Camelus Bactrianus* in ursprünglichem Zustande einheimisch. Der gegen die Kälte empfindlichere dem Araber unentbehrliche Dromedar, *Camelus Dromedarius*, ist nicht unwahrscheinlich in Arabien zu Hause, wie ein alter Schriftsteller angibt **).

Die Gattung der Hirsche ist in Süd-Asien reichhaltig. Ihr nahe

*) *Voyage to Newholland etc. by C. W. Dampier. III. Vol. London 1729. pag. 254.*
— *Mountain Cow (called by the Spaniards Ante) ibid. II. pag. 102.*

***) *Pallas Spicilegia zoologica. Fasc. XI. pag. 5. nota a.*

verwandt ist das Moschusthier, *Moschus*, wo hier auſser dem auf der nördlichen Grenze im Gebirge einheimischen *Moschus moschiferus*, noch vier kleinere Arten vorkommen, die zum Theil noch mehr den Hirschen sich nähern, als *Moschiferus*. Diese Gattung ist Asien eigen; denn der *Moschus Americanus* des Systems ist die Hindinn des Süd-Amerikanischen *Cervus rufus*, und der von Seba entlehnte *Tragulus Surinamensis*, den Shaw *Moschus delicatulus* nennt, ist ein Junges eben dieses Hirsches. Es ist daher falsch, wenn Buffon dieses Thier aus Surinam nach Guinea versetzen will, denn es kommt auch in Brasilien vor.

Von Antilopen hat Süd-Asien mehrere zum Theil ansehnliche Arten; die mit Afrika gemeinschaftlichen Arten *Gazella*, *Dorcas* und *Cervicapra*, sind diejenigen, die unter dem Namen der Gazellen in den Schriften am häufigsten erwähnt werden.

Die Arten von *Capra*, die man als die Stamm-Eltern der Ziege und des Schaafs ansieht, *Capra Aegagrus* und *Ammon* sind in den Nordgebirgen des Continents von Süd-Asien.

Der Büffel, *Bos Bubalus*, der sich gezähmt über Asien, Afrika und Süd-Europa verbreitet hat, soll in Malabar, Zeilan und Borneo wild seyn. Pallas ist geneigt, ihn von dem schon bei Nord-Asien erwähnten *Bos grunniens* der Nordgebirge Süd-Asiens herzuleiten, der durch das Klima und die Zähmung sein Haar verloren hat. Mehrere als wild angegebne Ochsenarten sind noch nicht gehörig untersucht, da wir in Süd-Amerika und erst vor Kurzem in Neuholland die bestimmten Erfahrungen haben, wie leicht zahmes Rindvieh verwildern könne.

Zu der Ordnung *Tardigrada* hat Bengalen noch nicht lange ein Thier geliefert, das mit dem systematischen Charakter des Faulthiers manche Eigenthümlichkeiten verbindet, die es räthlich machen, es nicht wie Pennant, Meyer *) und Shaw zu *Bradypus*, sondern zu einer eignen Gattung zu rechnen, die von lang vorgestreckten Lefzen *Prochilus* heißen kann. Das Thier von der Größe eines Fuchses, mit langem schwarzen Zottenhaar bedeckt, hat ein nacktes Gesicht, mäſsige Scharrklauen, und bewegt sich ziemlich munter und ohne Hemmung.

Auf

*) F. A. A. Meyer's Zoologische Entdeckungen in Neuholland und Afrika. Leipzig 1793. 8. S. 149.

Auf Zeilan findet sich, nach Strachan's Nachrichten, die aber sehr unvollständig sind, ein Thier, das er *Talgoi* nennt, und das Pennant *) für einerlei mit dem Kapischen Ameisenfresser, *Orycteropus Capensis*, hält. In Nieuhofs oben angeführten Reisen findet sich S. 294 die Abbildung eines Ameisenfressers (*Mieren-eeter*), die dem Kapischen nicht unähnlich ist. Er redet von mehrern Abweichungen dieser Thiere, aber man möchte glauben; daß die Süd-Amerikanischen *Myrmecophaga* mit dabei begriffen wären; auch gibt er das Vaterland des Thiers nicht ausdrücklich an. Soviel ist aus Strachan's kurzer Nachricht gewiß, daß auf Zeilan ein Thier lebt, welches die Ameisen mit der langen Zunge aufleckt.

Von Schuppenthieren, *Manis*, hat Asien drei Arten, wovon die *laticaudata* wohl mit Recht als besondre Art getrennt ist.

Die Ordnung *Reptilia*, womit Neuholland vor Kurzem die Naturforscher in Erstaunen und Verlegenheit gesetzt, hat vielleicht in Java einen ältern Verwandten aufzuweisen, den man auf eine sonderbare Weise zu den Schildkröten gesetzt hat, ich meine die *Testudo squamata* des Bontius und der Systeme**). Bei einer andern Gelegenheit ist diese Vermuthung ausführlicher entwickelt; hier nur Folgendes: Bontius hatte das Thier lebendig, seine Nachricht und Abbildung ist daher, bei aller Rohheit, als ziemlich genau anzunehmen. Er unterschied es selbst sehr genau von den Schildkröten, womit es auch weit weniger, als mit den Eidechsen Aehnlichkeit hat. Auch der *Ornithorhynchus* lebt im Wasser, wie dieses Thier, und hat einige Verwandtschaft zu den Amphibien. Die Analogie des Neuholländischen Dornenthiers (*Tachyglossus* oder *Echidna Cuvier*) mit den Ameisenfressern macht es annehmlich, daß in dieser Reihe ein geschupptes Thier vorkomme, da das Schuppenthier, *Manis*, so genau mit den Ameisenfressern übereinstimmt. Die Inseln Java und einige angrenzende Eilande haben uns schon in *Balantia orientalis*, *Halmaturus Brunii* und in dem wahrscheinlichen *Phalangista cucullata* den nahen Zusammenhang mit Neuhollands Thierbildung gezeigt. Ich setze daher dies problematische Geschöpf un-

*) Uebersicht der vierf. Thiere v. Bechstein. S. 570 und *Philosophical Transact.* abridged. V. p. 180. — *Philos. Transact.* vol. XXIII. n. 278. p. 1094. (year 1702—1703).

**) *Jacob Bontius historia naturalis et medicina Indiae in Guil. Pisonis Indiae utriusque re naturali et medica p. 82.*

ter dem Namen *Pamphractus squamatus* vorläufig in die Reihe der Säugthiere.

Von der Ordnung *Volitantia* besitzen die an merkwürdigen Erzeugnissen besonders ergiebigen Molukken die Familie *Dermoptera*, die nur aus der Gattung *Galeopithecus* besteht, ausschliesslich. Es ist noch unentschieden, ob der *rufus* und *variegatus* nicht vielleicht blofs junge Thiere sind.

Außer dem *Pteropus Vampyrus*, der zu einer ungeheuren Gröfse erwächst, und einer wahrscheinlich nach Ost-Indien gehörenden Art, dem *Pteropus flavus*, den man zu jenem gezogen hat, ist die Gattung *Harpyia* auf den Molukken einheimisch; sie enthält eine durch ihren unförmlichen Kopf und das Gebifs ausgezeichnete Fledermaus, die Geoffroy neuerlich zu einem noch unausgebildeten *Pteropus* machen wollte. Ihm ist der Schwanz entgangen, den *Pteropus* nicht hat, und der Umstand, dafs Pallas im Uterus einen Fötus fand, wodurch das Erwachsenseyn des Thiers wohl aufer Zweifel gesetzt ist. Nur um die überhaupt noch sehr unvollkommen bestimmten Gattungen nicht durch eine neue eben so unbestimmte zu vermehren, ist Buchanan's *) *Vespertilio plicatus* aus Bengalen hierhergestellt, da bei ihm der Schwanz auch vorsteht. Unter den übrigen Fledermäusen kommen Arten aus den Gattungen *Vespertilio*, *Rhinolophus* und *Phyllostomus* vor.

Die Ordnung *Falculata*. Dafs der *Erinaceus Malaccensis* ein wahrer Igel, und nicht, wie Pennant und Schreber behaupten, eine *Hystrix* sey, ist durch die Untersuchungen von Boddaert und Geoffroy erwiesen.

Der Indische Dachs, *Meles Indica*, den Pennant nur flüchtig beschreibt, ist vielleicht der *Gulo mellivorus* vom Vorgebirge der guten Hoffnung.

Unter den Arten von *Canis* verdient der Goldwolf oder Schakal, *Canis aureus*, ausgehoben zu werden, weil er nach Pallas Meinung der wahrscheinliche Hauptstammvater des zahmen Hundes ist. Der *Canis ceylanicus* ist vielleicht die *Viverra Ceylanica*.

An Katzen-Arten ist dieser Erdtheil reichhaltig; der Löwe findet sich auch hier; der fast gleich mächtige Tiger, *Felis Tigris*, ist nur im heifsen Asien; der nordliche kleinere mehr graue Tiger, in Persien und am Kaspischen Meere, scheint eine besondre Art zu bilden, die ich *Felis virgata* nenne. Der grofse Panther, *Felis Panthera*, soll sich auch über Süd-Asien erstrecken. Der von Pennant angegebne schwarze Leopard mit schwärzeren

*) *Transactions of the Linnean Society V, p. 261.*

Flecken auf schwarzem Grunde ist eine schöne neue Art (*Felis infuscata*) wenn sie wirklich, wie Pennant behauptet, in Bengalen vorkommt; aber wahrscheinlich waltet hier ein Irrthum ob, und es ist hier der Brasilische Schwarze Tiger, die noch nirgends richtig dargestellte *Felis discolor*, bezeichnet. In dem *Hunting Leopard* des Pennant, den man in Indien zur Antilopenjagd abrichtet, kann man unmöglich die, wohl nur auf Afrika beschränkte, *Felis jubata* erkennen, wofür Pennant ihn ausgibt, sondern die von Schreber abgebildete *Felis guttata* Herrmann. Vielleicht trägt dieser Umstand etwas zur Aufklärung der so schwierigen und miteinander verwirren gefleckten größern Katzenarten bei. Auch von den Luchsen machen die Indier und Perser Gebrauch zur Jagd.

Die den Zibet liefernden *Viverrae* sind besonders in Süd-Asien zu Hause. Ob *Ceylanica* wirklich zu dieser Gattung, ob *Canis Ceylanicus* zu ihr gehöre, ist schwer auszumachen.

Zwei Mangusten oder Ichneumons, *Herpestes Mungo* und *Bagdadensis*, die mit dem Aegyptischen *Ichneumon* sonst verbunden waren, und eine noch ungewisse Art, Pennant's *Slendertoed Weesel*, sind in Süd-Asien.

Von *Mustela* heben wir die ehemals zu *Viverra* gezählten *Genetta* und *Fossa*, deren erste sich auch in Süd-Europa findet, und die Ost-Indische *Viverra fasciata* des Systems aus, die Pennant aus einer ähnlichen irrigen Angabe Sonnerat's, wie bei *Ryzaena Zenik*, zu der Gattung *Mus* rechnete.

Die gemeine Flusotter soll auch in Persien und Siam vorkommen. Eine besondere Art, *Lutra cinerea*, hat Wurmb bei Batavia entdeckt.

Aus der Ordnung *Pinnipedia* soll Ost-Indien gar keine Art besitzen, doch wird *Phoca pusilla* als Bewohner der Indischen Meere angegeben. An der Küste des Mittelländischen Meers mag sich wohl eine oder andre Robbenart finden.

Von *Natantibus* hat das Indische Meer den *Manatus australis* und die *Halicore cetacea* mit Australien gemein.

Dafs der Pottfisch, *Physeter macrocephalus*, in den Asiatischen Meeren nicht selten sey, beweist der von ihm kommende Ambra. Einige Arten von *Delphinus* sind diesen Gewässern eigen.

3. AUSTRALIEN.

Ein Blick auf die Weltkarte lehrt uns, daß Australien, worunter hier hauptsächlich Neuholland und Neuguinea verstanden werden, sich in einem ähnlichen Verhältnisse zu Asien befindet, wie Süd-Amerika zu Nord-Amerika, und wenn man will, wie Afrika zu Europa. Süd-Amerika hängt durch eine Erdenge und durch einen inselreichen Meerbusen mit Nord-Amerika zusammen. Afrika's Nordküste hat so viele Erzeugnisse des Pflanzen- und Thierreichs mit dem gegenüberliegenden Süd-Europa gemein, daß die Trennung beider nicht immer vorhanden gewesen zu seyn scheint. Bei Neuholland und Süd-Asien ist nur eine Verbindung durch Inseln, von denen manche, z. B. Neuguinea und die Luisiade, die Spuren der gewaltsamsten Zerrüttungen zeigen. Diese Verbindung selbst aber hat eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Zusammenhange von Süd-Amerika und Nord-Amerika. Malakka, Sumatra, Java, Timor, Papua, Neuguinea bilden einen ähnlichen großen östlichen Inselbusen, wie die Amerikanische Erdenge ihn macht. Man kann freilich den Zusammenhang der Naturprodukte Neuhollands und Ost-Indiens noch nicht nachweisen, und allen Reisenden von Dampier bis auf Péron ist der erschreckende Abstich der unwirthbaren und armen Nordküsten von Neuholland gegen das gleich gegenüberliegende, einem üppigen Garten gleichende Timor aufgefallen. Aber wir kennen Neuholland ja noch so wenig und seine ganze tropische Nordküste fast gar nicht; von Neuguinea, das hier in der Bildung der Thiere und Pflanzen ein hauptsächliches Bindeglied abgeben muß, wissen wir so gut wie nichts, und die natürlichen Schätze der an- und umliegenden Ost-Indischen Inseln sind uns auch noch zum Theil verborgen. Wir haben einzelne Fälle aufgezählt, wo die Bildung der Säugthiere, die man für ein ausschließliches Gepräge der Neuholländischen Fauna hielt, sich in jenen Inseln wiederfand, und eine völlige Uebereinstimmung aller Thierbildung ist nach der Lage des Landes, unter einer entfernten südlichen Breite nicht zu erwarten.

Die in dem großen Ocean zerstreuten Inselgruppen, die man zu Australien rechnet, kann der Aufzähler der Säugthiere in wenigen Worten abfertigen. Selbst Neuseeland enthält nur ein Paar Arten, und Neuguinea mit seinen östlichen Nachbarn kann, als ein noch ununtersuchter Boden,

gleich mit hinzugezogen werden. Die Fledermäuse: *Pteropus Vampyrus* *) und *Vespertilio Tannensis* und *Novae Seelandiae*, sind die wilden Landthiere dieser Inseln. *Mus decumanus*, *Rattus* und *Musculus* sind wohl erst dahin gebracht. In Neuguinea kommt das wilde Schwein *Sus Scrofa* vor, vielleicht der Stammvater des Siamischen Schweins, das ein großer Theil jener Inseln als gezähmtes Hausthier besitzt. Auch sollen die Papuanischen Inseln einen Hirsch, vielleicht *Cervus unicolor*, enthalten. Auch ein Haushund kommt auf mehreren Inseln, und nur dieser auf Neuseeland vor. Dafs es bei den Geselligen Inseln Robben geben müsse, zeigt ihre Sprache, die dieses Wort kennt**). Das Thier, von dem die Peljuh-Insulaner die Knochenringe ihres Ordenszeichens nehmen, scheint *Halicore cetacea* zu seyn; sie nennen es *Mussague*. Bei Neuseeland sind mehrere große Robben der südlichen Hemisphäre, so wie diese Meere reich an Wallfischen sind. Die Pflanzenbildung jener Inseln des großen Oceans zwischen Amerika und Ost-Asien geht sehr in die Ost-Indische über.

Neuholland vom 10ten bis zum 43ten Grade der südl. Br. mit Einschluss von Diemensland, also unter der südlichen heißen und gemäßigten Zone gelegen, in der Länge etwas über 40 Grade sich erstreckend. Seine Größe reicht beinahe an die Größe von Europa, aber es bildet keine so vielfach eingeschnittne, sondern mehr zusammenhängende Masse, und dies scheint die fast überall gleiche Bildung der gefundenen Pflanzen und Thiere zu erklären. Hohe Alpen scheinen dem Lande, so wie große Flüsse, zu fehlen. Aber wie viel fehlt noch, ehe man den ganzen Rand, geschweige das Innre des Landes, berührt hätte. Die meisten Thiere desselben kennen wir erst seit kurzer Zeit, und manche nicht viel mehr, als dem Namen nach.

Gattungen besitzt Neuholland 20, worunter folgende 7—8 ihm eigenthümlich sind: *Thylaxis*, *Dasyurus*, *Amblotis*, *Phalangista?*, *Phascolomys*,

*) Sonnini hält den Ollik der Peljuh-Inseln für *Galeopithecus*, aber die kurze Beschreibung von *Kiate*, aus der er auch nur schöpfen konnte, läßt sich besser auf *Pteropus Vampyrus* deuten, den die Englischen Seefahrer mit dem Fuchs gern vergleichen.

***) Wenn eine neuere Zeitungsnachricht sicher ist, so holen die Schiffe der Neuholländischen Kolonie eine ungeheure Menge von Robbenfellen von den Fildsch-Inseln (*Fildsch-Islands*). Man möchte glauben, es seyen hier die in der Bassstraße und Banksstraße zwischen Neuholland und Diemensland liegenden Inseln gemeint.

Hypsiprymnus, *Tachyglossus*, *Ornithorhynchus*. Nicht Afrikanische Gattungen der übrigen sind: *Balanitia*, *Halmaturus*, *Balaena*. Nicht Asiatische: *Hydromys*.

Die Zahl der Arten ist 49, von denen 34 Neuholland eigenthümlich, 15 mit andern Erdtheilen gemein sind.

Von ganzen Säugthierordnungen fehlen folgende: *Multungula*, *Sotidungula*, *Bisulca*, *Tardigrada*, *Effodientia*.

Verzeichniß

der in Australien vorkommenden Gattungen und Arten, wobei die Neuholländischen mit einem † bezeichnet, die eigenthümlichen wie oben ausgezeichnet sind.

<i>Thylacis nasuta</i> †	<i>Halmaturus fasciatus</i> †
<i>obesula</i> †	---- Përon †
<i>Dasyurus macrourus</i> †	_____
<i>Maugei</i> †	<i>Sus Scrofa</i>
<i>viverrinus</i> †	_____
<i>Tafa</i> †	<i>Tachyglossus Hystrix</i> †
<i>penicillatus</i> †	<i>setosus</i>
<i>minimus</i> †	<i>Ornithorhynchus fuscus</i> †
<i>Amblotis Fossor</i> †	<i>rufus</i> †
<i>Balanitia lemurina</i> †	_____
<i>vulpina</i> †	<i>Pteropus Vampyrus</i> †
<i>apicalis</i> †	<i>Vespertilio murinus</i> †
? <i>tetradactyla</i> †	<i>Novae Seelandiae</i>
<i>Phalangista Petaurus</i> †	<i>Tannensis</i>
<i>sciurea</i> †	_____
<i>apicalis</i> †	<i>Canis Dingo</i> †
<i>macroura</i> †	<i>familiaris</i>
<i>pygmaea</i> †	_____
<i>Phascolomys fusca</i> †	<i>Phoca jubata</i> †
_____	<i>leonina</i>
<i>Hypsiprymnus murinus</i> †	<i>proboscidea</i> †
<i>Halmaturus giganteus</i> †	<i>ursina</i> †
<i>rutilans</i> †	<i>pusilla</i> †
---- Përon †	<i>australis</i>
<i>Kingii</i> †	

<i>Phoca Monachus</i> †	<i>Balaena boops</i> †
<i>vitulina</i> ?	<i>Physeter macrocephalus</i> †
—	<i>Delphinus Delphis</i> †
<i>Manatus australis</i> †	<i>Phocaena</i> †
<i>Halicore cetacea</i> †	<i>Orca</i> †
<i>Balaena mysticetus</i> †	<i>leucoramphus</i> †
<i>duplicata</i>	<i>dorsalis</i> †
<i>Physalus</i> †.	

Aus der Ordnung der *Pollicata* sind hier die Beuteltiere in mannichfaltigen Abstufungen der Bildung; alle haben den Daumen der Hinterfüße, an denen oft zwei Zehen in Eine verbunden sind, und an dem Unterleibe den Zitzensack zur Aufnahme der in Embryonengestalt gebohrnen Jungen.

Thylacis, wie der zu verwerfende Name *Peramales* ersetzt werden kann, hat zwei Arten.

Geoffroy's *Dasyurus* zählt 6 Arten, wovon die größte, *Macrourus*, anderthalb Fufs, die kleinste, *Minimus*, nur 4 Zoll lang ist. Die äussere Bildung, hat Aehnlichkeit mit der Bildung der Wiesel, denen diese Thiere auch in der Lebensart ähnlich sind.

Der Wombat, *Amblotis*, bei Geoffroy *Wombatus Fossor*, von 25 Pfund Schwere, wird jetzt wegen des Fleisches in der Kolonie gezähmt gehalten.

Zu dem in den Molukken einheimischen *Kuskus*, *Balantia*, bei den Französischen Naturforschern *Coescoes*, liefert Neuholland noch drei andre Arten, wovon aber Eine noch zweifelhaft ist. Diese Thiere sind durch den Greifschwanz merkwürdig.

Von fliegenden Beuteltieren, *Phalangista*, kommen 5 Arten in diesem Erdtheile vor. Die *Ph. Petaurus* ist ohne den schönen Schweif an 2 Fufs lang. Zu *Phalangista sciurea* gehört das Flieghörnchen der Norfolk-Insel, das Pennant unter dem Namen *Norfolk-Isle-Squirrel* beschreibt. Neuholland besitzt ausser *Hydromys* gar kein Nagethier. Zwar wird Geoffroy's Gattung, *Plascolumys* von einigen wegen des Gebisses zu den Nagethieren, *Prensiculantia*, gesetzt, da aber dennoch manche Abweichungen des Knochenbaues und selbst des Kinnladengelenks diesem Thiere eigen sind, da der nagellose Daumen und der Zitzensack ihm hier eine Stelle anweisen, so steht es an der Grenze der *Pollicata* natürlich genög.

Die Ordnung und Familie der *Salientia* ist in der Uebersicht der Familien schon ausführlich angedeutet, und gehört Neuholland in aller seiner Ausdehnung und zum Theil Java an. Die Gattung *Hypsiprymnus* unterscheidet sich durch zwei kleine Eckzähne der Oberkinnlade, hat nur Eine Art, das Potoruh, *Didelphys murina* des Systems; vielleicht, daß eine genauere Untersuchung noch einige der kleinen Känguruhs dazu bringen möchte.

Von dem großen Känguruh, *Halmaturus giganteus*, *Didelphys gigantea* des Systems, muß man als Art die sogenannte kleine rothe Rasse trennen, die hier *Halmaturus rutilans* heißt. Der *Halmaturus fasciatus*; von dem Pérons Reise eine Abbildung liefert, ist wahrscheinlich dasselbe Thier, das Dampier in der Shacksbay fand und einen springenden Waschbären, *Jumping Raccoon*, nannte.

Von *Premsiculanibus* ist eine ausgezeichnete, aber in Süd-Amerika ebenfalls vorkommende Gattung gefunden, die Geoffroy *Hydromys* nennt. Aufser den Schwimmfüßen machen die 5 Backenzähne jeder Seite jeder Kinnlade die beiden Arten merkwürdig.

Die so ausgezeichnete Ordnung der *Reptantia* ist in der Uebersicht der Familien schon charakterisirt. Das Schnabelthier, *Ornithorhynchus*, hat einen hinten spitz und platt auslaufenden, mit Haaren bedeckten Leib, Schwimmfüße, einen Entenschnabel, und lebt im Schlamme stehender Wasser. Man kennt schon 2 Arten desselben. Das Dörnenthier, *Tachyglossus* (*Echidna*), wovon auch zwei Arten bekannt sind, lebt auf der Erde, hat Scharrfüße, ist mit Stacheln und Haaren bekleidet, hat eine ründliche schnabelförmige Schnauze, und eine lange wurmförmige Zunge, die es vorschnellen kann, und womit es wahrscheinlich Ameisen und Termiten fängt.

Von *Volitantibus* ist der Vampyr auch hier einheimisch und die in Neuholland gefundene Fledermaus ist dem *Vespertilio murinus* so ähnlich, daß Geoffroy sie nicht davon unterscheiden mag.

Falculata. Neuholland besitzt gar kein eigentliches Raubthier. Man hat einen Hund, *Canis Dingo*, dort gefunden, der wahrscheinlich der Wolf dieses Erdtheils ist. In einer neuerlichen Gelegenheitschrift *) findet man einen *Tigre noir de la nouvelle Hollande* genannt, aber es liegt dabei wahr-

schei-

*) Rapport sur des yeux en émail présentés à l'Athénée des Arts par M. Huzard. Paris, 22. Décembre 1809 p. 2.

scheinlich ein Irrthum zum Grunde, und es ist der Brasilianische Schwarze Tiger gemeint. Denn bisher erwähnt kein Reisender einer Katzenart jenes Landes; man hat nur aus dem Gebrüll auf ihre Anwesenheit schliessen wollen, das aber auch von einem Vogel, etwa einem Rohrdommel, kommen konnte.

Von *Pinnipedia* finden sich mehrere große Robben. Péron's *Phoca proboscidea* von der Insel King scheint nichts anders zu seyn, als die bekannte *Phoca leonina* der Falklands-Inseln und Neugeorgiens, die auch auf Neuseelands Küsten lebt.

Einen Manati, *Manatus*, hat Dampier an der nördlichen Westküste Neuhollands gefunden. Die Anwesenheit des Dugongs, *Halicore cetacea*, in dem Nördlichen Meere dieses Erdtheils, ist noch nicht ganz ausgemacht.

Eben jener ausgezeichnete Seefahrer *) fand an der nördlichen Westküste in dem Magen eines von ihm gefangenen Haifisches den fast unverehrten Kopf und die Knochen eines *Hippopotamus*, von dem er die Zähne nahm, die er so beschreibt: zwei waren 8 Zoll lang, daumendick, und etwas krumm, die übrigen etwa halb so lang. Man kann aus diesem Funde wohl noch nicht den Schluss machen, daß der *Hippopotamus* oder eine ihm ähnliche Art in Neuholland wohne, das ja wegen seiner von Flüssen fast gar nicht eingeschnittenen Küstenstrecken so verschrien ist. Wenn man die Lage von Sharksbai auf der Karte nachsieht, so liegt sie fast ganz genau der Afrikanischen *Delagoabay* gegenüber; die Entfernung unter dieser Breite beträgt etwa 1000 Meilen, 15 auf den Aequatorgrad gerechnet. Es hat nichts Widerstreitendes, daß ein großer Haifisch die Theile eines Hippopotamus an der Afrikanischen Küste, oder vielleicht im Meere, wo der Leichnam umhergetrieben wurde, verschlang, und bei der diesen Thieren eignen Schnelligkeit und Kraft jene Entfernung zurücklegte, ehe noch die durch ihre Härte und Festigkeit ausgezeichneten Knochen des Hippopotamus aufgelöst waren.

Eben so unsicher ist Labillardière's Angabe, daß wahrscheinlich ein großes wiederkäuendes Thier auf Leeuwinsland lebe, weil er dort die dem Kuhkothe ähnlichen Exkremente eines Thiers und zwei Zoll breite Fährten von gespaltnen Hufen sah.

*) *Dampier Voyages to New-Holland. III. p. 87.*

4. SÜD-AMERIKA

vom Wendekreise des Krebses südlich gerechnet, mit Einschluss der Westindischen Inseln. Es reicht bis tief in die südliche gemäßigste Zone hinab, bis zum 54ten Grade; seine Längen-Erstreckung ist aber da, wo sie am grössesten ist, südlich des Aequators, nur etwa 45 Grade. Das Areal ist etwa doppelt so groß, wie das von Europa. Das Süd-Ende ist weit kälter, als ein Land unter derselben Breite in Europa; zwischen den Wendekreisen ist im Ganzen nicht eine so starke Hitze, wie in Afrika; die Oberfläche enthält die höchste Gebirgskette der Erde, hohe Berg-Ebenen, tiefe fast wasserrechte Strecken, Grasfluren, Wälder, Gebüsche, sandigen, felsichten und fetten Boden, außerordentlich große, viele kleine Flüsse, Seen, Moräste in der mannichfaltigsten Abwechslung. Diese Mannichfaltigkeit zeigt sich auch in dem Reichthume der organischen Natur, und wenn in den letzten Zeiten durch die beschränkten Bemühungen einzelner Privatmänner die Zahl der Süd-Amerikanischen Fauna und Flora außerordentlich gewonnen hat, so läßt uns dies auf einen noch verborgnen ungeheuren Schatz schließen.

Süd-Amerika enthält 52 Gattungen, und darunter 21, und wenn man noch einige nur in einzelnen Arten nach Nord-Amerika reichende Gattungen hinzurechnet, 26, also die Hälfte ihm eigenthümliche Gattungen. Sie sind:

Ateles, *Mycetes*, *Pithecia*, *Aotus*, *Callithrix*, *Hapale*, (*Didelphys*), *Chironectes*, *Loncheres*, *Coelogenys*, *Dasyprocta*, *Cavia*, *Hydrochoerus*, *Tapirus*, *Auchenia*, *Bradypus*, *Dasypus*, *Tolypeutes*, *Myrmecophaga*, *Noctilio*, *Saccopteryx*, (*Dysopes*), *Carcoleptes*, (*Nasua*), (*Procyon*), (*Mephitis*).

Von den übrigen Gattungen kommen in Afrika nicht vor: *Myoxus*, *Hypudaeus*, *Hydromys*, *Castor*, *Balaena*;

in Süd-Asien nicht: *Myoxus*, *Hypudaeus*, *Hydromys*, *Castor*, *Chrysochloris* (wenn diese nicht nach Afrika gehört), *Gulo*.

Mit Neuholland hat Süd-Amerika nur die Gattungen *Hydromys*, *Vespertilio*, *Canis*, *Phoca*, *Manatus*, *Balaena* und *Delphinus* gemein.

Die Zahl der Arten beträgt 217, wovon 194 dem Erdtheile eigen thümlich sind.

Die Ordnungen *Salientia*, *Solidungula*, *Reptilia* fehlen.

Verzeichniß

der in Süd-Amerika vorkommenden Gattungen und Arten,
worin die dem Erdtheile eigenthümlichen ausgezeichnet sind.

<i>Ateles Paniscus</i> —	<i>Hapale Midas</i>
<i>pentadactylus</i>	<i>Ursula</i>
<i>Belzebuth</i>	<i>argentea</i>
<i>marginatus</i>	<i>Jacchus</i>
<i>arachnodes</i>	<i>Didelphys marsupialis</i> ✓
<i>Mycetes Beelzebub</i>	<i>cancrivora</i>
<i>Faunus</i>	<i>Opossum</i>
<i>Seniculus</i>	<i>Philander</i>
<i>Pithecia adusta</i>	<i>frenata</i>
<i>nocturna</i>	<i>superciliaris</i>
<i>stenorhina</i>	<i>murina</i>
<i>leucocephala</i> —	<i>Cayopollin</i>
<i>Monacha</i>	<i>dorsigera?</i>
<i>Satanas</i>	<i>brachyura</i>
<i>?ursina</i>	<i>Tuan?</i>
<i>Aotus trivirgatus</i>	<i>lanata</i>
<i>Callithrix Cay</i>	<i>crassicaudis</i>
<i>Capucina</i>	<i>macroura</i>
<i>trepida</i>	<i>brevicaudis</i>
<i>Apella</i>	<i>nana</i>
<i>Fatuella</i>	<i>tristriata</i>
<i>sciurea</i> —	<i>Chironectes variegatus</i> ✓
<i>Apedia?</i>	
<i>Flavia</i>	<i>Myoxus? Degus</i>
<i>infulata</i>	<i>Sciurus lineatus</i>
<i>torquata</i>	<i>Mexicanus</i>
<i>villosa</i>	<i>variegatus</i>
<i>hypoxantha</i>	<i>Grenatensis</i>
<i>quadricolor</i>	<i>flavus</i>
<i>lugubris?</i>	<i>aestuans</i>
<i>Hapale Rosalia</i>	<i>olivascens</i>
<i>leonina</i>	<i>Arctomys Viscaccia</i>
<i>Oedipus</i>	<i>Mus ? Mexicanus</i>

<i>Mus</i> ? <i>Capito</i>	<i>Equus</i> ? <i>bisulcus</i> ?
? <i>buccinatus</i>	—
? <i>Physodes</i>	<i>Auchenia</i> <i>Huanaeus</i>
? <i>rutilans</i>	<i>Llacma</i>
? <i>nigripes</i>	<i>Vicuña</i>
? <i>Laucha</i>	<i>Paco</i>
<i>Rattus</i>	<i>Araucana</i>
<i>Musculus</i>	<i>Cervus</i> <i>dichotomus</i>
<i>Hypudaeus</i> ? <i>cyanus</i>	<i>Elaphus</i> ?
? <i>laniger</i>	<i>Mexicanus</i>
? <i>Maulinus</i>	<i>rufus</i>
<i>Hydromys</i> <i>Coypus</i>	<i>simplicicornis</i>
<i>Castor</i> ? <i>Huidobrius</i>	? <i>Pudu</i>
<i>Hystrix</i> <i>prehensilis</i>	<i>Cariacou</i> ?
<i>Mexicana</i>	—
<i>volubilis</i>	<i>Bradypus</i> <i>tridactylus</i>
<i>rutila</i>	<i>didactylus</i>
<i>pollicaris</i>	<i>torquatus</i> <small>from the Bahia San Salvador, 1181 (and still more)</small>
<i>tortilis</i>	<i>Dasybus</i> <i>grandis</i>
<i>insidiosa</i>	<i>decumanus</i>
<i>Loncheres</i> <i>paleacea</i>	<i>gilvipes</i>
<i>chrysur</i>	<i>gymnurus</i>
? <i>brachyura</i>	<i>villosus</i>
<i>Lepus</i> <i>Tapeti</i>	<i>fimbriatus</i>
<i>Coelogenys</i> <i>brunnea</i>	<i>niger</i>
<i>rufa</i>	<i>auritus</i>
<i>Dasyprocta</i> <i>Acuchy</i>	<i>quadricinctus</i> ?
<i>Aguti</i>	<i>undecimcinctus</i> ?
<i>moschata</i> ?	<i>actocinctus</i> ?
<i>Patagonum</i>	<i>Tolypeutes</i> <i>Globulus</i>
<i>Cavia</i> <i>Aperea</i>	? <i>quadri-cinctus</i> ?
<i>Hydrochoerus</i> <i>Capybara</i>	? <i>octodecimcinctus</i> ?
—	<i>Myrmecophaga</i> <i>jubata</i>
<i>Tapirus</i> <i>Americanus</i>	<i>tetradactyla</i>
<i>Sus</i> <i>Tajassu</i>	<i>didactyla</i>
<i>albirostris</i>	<i>tridactyla</i> ?
—	—

<i>Vespertilio lasiurus</i>	<i>Nasua Quasje?</i>
<i>maximus</i>	<i>Squash?</i>
? <i>villosissimus</i>	? <i>Cuja</i>
? <i>ruber</i>	? <i>canina</i>
? <i>albescens</i>	<i>Procyon Lotor</i>
<i>Phyllostomus Spectrum</i> -	<i>cancrivorus</i>
<i>perspicillatus</i> -	<i>Gulo canescens</i>
<i>hastatus</i>	<i>Yzquiepatl</i>
<i>spiculatus</i>	<i>vittatus</i>
<i>soricinus</i>	? <i>Mapurito</i>
<i>lineatus</i>	? <i>suffocans</i>
<i>lituratus</i>	<i>Ursus Americanus</i>
<i>frenatus</i>	<i>Canis cinereoargenteus</i>
<i>Noctilio leporinus</i>	<i>Culpaeus</i>
? <i>rufescens</i>	<i>gibbosus</i>
<i>Saccopteryx lepturus</i>	<i>Thous</i>
<i>Dysopes rufus</i>	<i>nudus</i>
<i>ater</i>	<i>Mexicanus</i>
<i>obscurus</i>	<i>antarcticus</i>
<i>longicaudatus</i>	? <i>brachyurus</i>
<i>fusciventris</i>	<i>Felis discolor</i>
<i>castaneus</i>	<i>Onca</i>
<i>laticaudatus</i>	<i>concolor</i>
<i>crassicaudatus</i>	<i>Pardalis</i>
<i>amplexicaudatus</i>	<i>Guigna</i>
	<i>Colorolla</i>
<hr/>	<i>tigrina</i>
<i>Erinaceus inauris</i>	<i>mellivora</i>
<i>Sorex Surinamensis</i>	<i>rostrata</i>
<i>albus</i>	<i>Eyra</i>
<i>Chrysochloris? rubra?</i>	<i>Pampa</i>
<i>Cercoleptes lepidus</i>	<i>Novahispanica</i>
<i>caudivolvulus</i>	<i>Serval</i>
<i>Nasua Monde</i>	<i>nigra</i>
<i>minor</i>	<i>Mephitis foeda</i>
<i>spadicea</i>	<i>Chingha</i>
<i>Narica</i>	

<i>Mephitis Chilensis</i>	<i>Phoca flavescens</i>
<i>?bicolor</i>	<i>porcina</i>
<i>Mustela lanata</i>	<i>australis</i>
<i>?Quiqui</i>	<i>lupina</i>
<i>Lutra felina</i>	_____
<i>lupina</i>	<i>Manatus Americanus</i>
<i>Brasiliensis</i>	<i>fluxiatilis</i>
<i>gracilis</i>	<i>Balaena Mysticetus</i>
<i>?flavicans</i>	<i>boops</i>
	<i>Delphinus Delphis</i>
<i>Phoca jubata</i>	<i>Phocaena</i>
<i>leonina</i>	<i>Orca</i>
<i>ursina</i>	<i>Commerstonii</i>

In der Ordnung der *Pollicata* unterscheiden sich die Quadrumanen Süd-Amerika's so beträchtlich von denen der Alten Welt, daß man sie mit Recht in eigne Gattungen abgesondert hat. Kein einziger von ihnen hat Backentaschen und kahle Gesäßschwelen, die man bei den Afrikanischen und Asiatischen Affen gewöhnlich findet; fast alle haben durch eine dicke Scheidewand getrennte und seitwärts geöffnete Nasenlöcher, auch die Zahl und Bildung der Zähne weicht bei mehreren ab, und bei der Gattung der kleinen Saguine, *Hapale*, nähert sich die Gestalt der Backenzähne sehr den vielspitzigen Backenzähnen mehrerer Gattungen aus den Familien der Lemuren, Beutelhierre und Fledermäuse, welche alle, wie sie, gern Insekten fressen. Gerade bei diesen Thieren ist auch nicht mehr eine wirkliche Vorderhand sichtbar; der Daumen kann nicht entgegengesetzt werden, die Nägel sind hier wahre Krallen. Bei vielen Süd-Amerikanischen Affen hat der Schwanz die Fähigkeit, Gegenstände zu umschlingen und festzuhalten, er ist ein Wickelschwanz, ja bei einigen scheint er wie ein Finger selbst zum Tasten zu dienen, und ist unter seiner Spitze kahl und mit einer ähnlich gereiften Haut bekleidet, wie die Innenseite der menschlichen Finger. Diese Art des Schwanzes unterscheidet man am besten unter dem Namen des Greifschwanzes. Kein Affe der alten Welt besitzt einen Greif- oder Wickelschwanz, dagegen ist kein Amerikanischer Affe ungeschwänzt. So menschenähnliche Affen, wie Afrika und Asien, bringt Amerika nicht hervor, auch nicht so unbändige Thiere, wie die Paviane, (*Cynocephalus*).

Merkwürdig ist die durch Humboldt anatomisch untersuchte Eigenschaft mehrerer Affen dieses Erdtheils, ein lautes Pfeifen oder ein schreckliches Brüllen weit hin schallen zu lassen.

Die Gattung *Ateles* von Geoffroy enthält die von ihm zuerst auseinandergesetzten und bisher unter dem Namen *Paniscus* zum Theil verbundenen Arten, denen der Daumen an der Vorderhand fehlt und die durch den Greifschwanz, von dessen Kraft und Gebrauch Reisende, z. B. *Ulloa*, ungläubliche Dinge erzählen, sich, so wie durch behaartes Gesäß und Mangel der Backentaschen von dem Afrikanischen *Colobus* unterscheiden.

Die Gattung *Mycetes*, Brüllaffe, faßte man vorher unter dem bald eingeschränkten, bald im weitern Sinne gebrauchten Namen *Cebus* mit jenen zusammen. Azara's *Coraya*, den seine Uebersetzer für den *Beelzebub* erklären, ist eine von diesem völlig verschiedene, hier *Famus* genannte, Art.

Die Gattung *Pithecia* unterscheidet sich nicht, wie Desmarest glaubt, bloß durch den schlaffen langhaarigen Schwanz von *Callithrix*, denn dieser Charakter würde bei den Uebergangsformen dieses Theils von zu geringer Bedeutung seyn, sondern durch das Gebiß. Hierzu gehören mehrere erst kürzlich bekannt gewordene Arten, wie *Satanas*, Humboldts *Capucinus* und wahrscheinlich Azara's durch seine genäherte Nasenlöcher merkwürdiger *Miriquoia*; den die französischen Naturforscher irrig für *Pithecia irrorata* halten.

Neben dieser Gattung steht eine von Humboldt vorgeschlagene neue Gattung, die er von dem gänzlichen Mangel des äußern Ohrs *Aotus* nennt, und die sich in der Lebensart und den großen lichtscheuen Augen den Lemuren der alten Welt nähert.

In der Gattung *Callithrix* findet eine große Verwirrung der Arten Statt, die ihren hauptsächlichsten Grund in dem Bestreben hat, die von Reisenden und Naturforschern erwähnten Arten alle auf die bekannten zurückzuführen, aber auch in den Beschreibungen junger oder durch die Gefangenschaft entstellter Individuen. Azara's *Cay* ist, wie er selbst sich überzeugt hat, von *Callithrix Capucina* sehr verschieden. Dagegen möchte man *Callithrix trepida* des Systems für bloße Spielart jener *Capucina* halten; die beiden hornähnlichen Haarbüschel der *Callithrix Fatuella*, worauf ihr vorzüglicher Unterschied von *Apella* beruht, kann man bei dieser durch Kunst leicht hervorbringen. Vosmaers *Singe siffleur* ist gar nichts anders als *Capucina*,

Callithrix sciurea ist von Linné unter dem Namen *Merta* noch einmal beschrieben und seine *Sinia Apedia*, die man bisher immer zu den Pavianen gestellt hat, ist eben diese *Sciurea*, der der Schwanz, welches bei den Affen so häufig ist, abgestorben war. Die Beschreibung der Zehen und Klauen, die auf keinen Affen der alten Welt paßt, macht diese Vermuthung sehr annehmlich. Die Angabe des Vaterlands, *Indiae*, ist gar nicht entgegen; Linné bediente sich dieses Ausdrucks, wenn er wegen des Wohnorts eines tropischen Thiers ungewiß war, wie den Entomologen nicht unbekannt ist. Bei *Hapale argentata* bemerken wir, daß der in seinen Conjecturen überall zu dreiste Azara sie mit Unrecht für die weiße Ansartung einer andern *Hapale* hielt; man kennt jetzt viele sich gleiche Stücke dieser Art nach Geschlecht und Alter.

Ehe Neuholland entdeckt war, hielt man die Thiere mit einem Zizensacke zur Aufnahme der unreifen Jungen, für ein ausschließliches Eigenthum Amerika's; dies schränkt sich gegenwärtig darauf ein, daß die Gattung *Didelphys* nach ihrer jetzt nothwendigen Bestimmung der Kennzeichen nur in Amerika vorkommt. Cuvier trennt davon das von Buffon unter dem Namen *Petite Loutre d'eau douce de Guiane* beschriebene, und nach ihm zu *Lutra* gerechnete Beutelhier, das durch eine Schwimmhaut der Hinterfüße sich auszeichnet. Diese, noch genauere Prüfung fordernde Gattung heißt hier *Chironectes* und ist Süd-Amerika eigen. Die größte Art der Beutelhier, *Didelphys marsupialis* Linn. geht bis zum 40sten Grade N. Br. in Nord-Amerika hinauf. Es ist dieselbe Art, die Smith Barton *Didelphys Woopink*, Pennant *Virginian Opossum* nennt. Die in Gmelins Ausgabe des Linné vorkommende *Didelphys marsupialis* ist dieselbe, die dort unter dem Namen *Cancrivora* beschrieben wird. *Didelphys dorsigera* scheint ein Gemisch von andern schon bekannten Arten. Die zu *Viverra* oder *Mustela* gesetzte *Tuan* fällt vielleicht mit *Didelphys brachyura* zusammen. Eine interessante Art ist die Brasilische *Tristriata*, weil man sie nach einer unzulänglichen Nachricht des sonst schätzbaren Markgraf unter dem Namen *Sorex Brasiliensis* zu den Spitzmäusen gestellt hatte. Sie hat aber alle Merkmale eines wahren Beutelhiers.

Die Ordnung *Premsiculantia*. Ob der von Molina entlehnte *Degus* wirklich ein *Myoxus* ist, wie man annimmt, bedarf noch einer genauern Angabe der Merkmale. Die Süd-Amerikanischen *Sciurus* weichen in dem weniger buschigen Schweife, den kleinern ungepinselten Ohren etwas von

den nördlichen Eichhörnchen ab, so wie mehrere südliche Arten der alten Welt. Sie deswegen davon als Gattung zu trennen, geht nicht an. Buffon's *Grand Guerlinguet*, den er für eine solche abweichende Gattung hielt, und den deshalb Pennant und Shaw zu einem *Myoxus* machten, ist nichts anders als Pennant's *Brasilian Squirrel*, der *Sciurus aestuans* des Systems. Der *Petit Guerlinguet* gehört auch zu *Sciurus*. Vielleicht ist auch *Sciurus flavus* Schreber eben jener verkannte *aestuans*.

Molina's *Lepus Viscaccia*, der unter diesem Namen in das System aufgenommen ist, kann wohl auf keine Weise bei den Haasen stehn, da ein langer Schwanz in dieser Gattung nicht wohl vorkommen möchte. Die Zahnbildung würde entscheiden. Da das Thier, dessen feines Haar zur Zeit der Inkas verarbeitet wurde, mit dem Nord-Amerikanischen Murmelthiere, *Arctomys Monax*, sehr viel Verwandtschaft zu haben scheint, so setze ich es vorläufig zu dieser Gattung. Aber Azara's *Viscaccia* ist nicht damit zu verbinden, sondern wohl ohne Zweifel eine *Dasyprocta*.

Ueber die im Verzeichnisse aufgeführten Arten von *Mus* und *Hypudaeus*, die mehrentheils Azara und Molina beschrieben haben, ist ein sicherer Ausspruch nicht eher möglich, als bis die Beschreiber auch dem Gebisse und der innern Bildung der Mundhöhle ihre Aufmerksamkeit widmen wollen.

Eine anomalische Erscheinung ist der von Molina beschriebne Biber, *Castor Huidobrius*, indem bei diesem Thiere kein breiter, dicker zugespitzter schuppiger Schwanz vorhanden ist, wie ihn der nordische Biber hat, sondern ein langer, zwar platter aber dickhaariger Schweif.

Molina's *Mus Coypus*, den Azara unter dem Namen *Quoaija* beschreibt, ist neuerlich durch Geoffroy mit zwei Neuholländischen Arten verbunden, zu einer eignen Gattung *Hydromys* erhoben, die Commerson schon unterschieden hatte. Die geringe Zahl der Backenzähne, 2 in jeder Seite der Kinnladen oben und unten, macht eine merkwürdige Ausnahme von der sonst gewöhnlichen Anzahl.

Von den Stachelthieren, *Hystrix*, haben neuere Naturforscher unter dem übelgewählten Namen *Coendus* diejenigen Süd-Amerikanischen Arten getrennt, die einen Wickelschwanz haben. Der allmähliche Uebergang, der in diesem Theile bei den zahlreichen, erst neuerlich entdeckten, Arten Statt findet, widerräth diese Absonderung. Dagegen scheint ein neues Brasilianisches Thier, dessen Rücken überall mit langen blattförmigen dickrandigen Stacheln bedeckt ist, eine Trennung zu fodern. Diese neue Gat-

tung heisst hier *Loncheres*, und es gehört wohl sicher das Thier dazu, das mehrere zu einem *Myoxus* gemacht, Schreber aber zu *Hystrix* gesetzt hat, der *Loncheres chrysurus*. Ob aber Azara's *Rat épineux*, der zwischen den Haaren ähnliche plate Stacheln zu haben scheint, auch von dieser Gattung sey, ist noch Vermuthung.

Lepus Tapeti ist wirklich ein Hase und einem wilden Kaninchen sehr ähnlich; *Lepus minimus Molina* aber ist noch zweifelhaft, da die Zahl der Zehen abweicht.

Süd-Amerika enthält aus dieser Ordnung vier eigenthümliche Gattungen, die man unter dem Namen *Cavia* verbunden, und einige fremdartige Thiere dazu gerechnet hatte. Bei ihnen ist der Hintertheil breit und gewöhnlich nur mit der Spur eines Schwanzes versehen; die Füße sind schwielig, die Klauen stark, dick und gewöhnlich hufförmig. Die erste dieser Gattungen *Coelogenys* hat *Frédéric Cuvier* erst kürzlich aus dem von ihm in zwei Arten getrennten *Paca* errichtet, bei welchem ausser innern Baktentaschen zwei äussere befindlich sind, indem das Fell unter dem Jochbogen eine tiefe aufwärts gerichtete Höhlung bildet, was man noch bei keinem andern Thiere gefunden hat.

Die *Kutia's*, *Dasyprocta*, von mehreren *Acuti* genannt, und das *Aperrea*, *Cavia Aperrea*, von dem das Meerschweinchen, *Cavia Cobaya* abstammt, bilden zwei andre Gattungen. Zu jenem gehört ausser dem *Cavia Acuti* des Systems, mit dem *Pennant's Musk Cavy* wohl einerlei seyn möchte, *Azara's Viscaccia*, die man für *Buffon's Acouchy* halten muss, und *Azara's Pamphase*, in dem man *Pennant's Patagonian Cavy* erkennt. Diese *Dasyprocta Patagonum* ist das Thier, das die Englischen Seefahrer unter *Captain Wallis*, für einen Hasen ansah; *Molina* hat daher sehr Unrecht, wenn er diesen als einen Beweis der Vergrößerung des Europäischen Hasen in diesen Ländern anführt*). Backenzähne und Klauen unterscheiden *Dasyprocta* von *Cavia*.

Die letzte Gattung, das *Kapybara*, *Hydrochoerus*, ist ein in seiner Ordnung so gigantisches und durch seine grossen hufförmigen Klauen so ausgezeichnetes Thier, das *Linné* Verzeihung verdient, wenn er es zu den Schweinen rechnete, da er früher die Gattung *Cavia* daraus gebildet hatte. Das Gebiss ist freilich ganz deutlich nach der bei den *Premsiculantibus* gewöhnlichem

*) *Molina Naturgeschichte von Chili*, übersetzt von *Brandes* S. 241.

Form eingerichtet, die Backenzähne sind wie bei *Cavia*, und mit ihren Kronenflächen schräg gegeneinander gerichtet, wie bei den *Bisulcis*.

Aus der Ordnung *Multungula* hat Süd-Amerika als Ersatz für die kolossalischen Gestalten der Alten Welt, den Elephanten, das Nashorn, den Hippopotamus, ein Thier erhalten, das sich freilich gar nicht mit jenem messen, das aber doch in ihre Reihe gestellt werden kann. Es ist der Tapir oder Anta, *Tapirus Americanus*, von der Gröfse eines Esels, aber plumper gebaut, mit einem eigenthümlichen in einen kurzen Rüssel verlängerten Kopfe, besonderm Gebisse, vier Hufen an den Vorder-, drei Hufen an den Hinterfüßen, und nur mit der Andeutung eines Schwanzes.

Die Süd-Amerika eigenthümlichen beiden Schweine-Arten, die *Pekaris*, *Sus Tujassu* und der erst durch Azara unterschiedne *Tagnicari*, *Sus albirostris*, müssen in ihrer Gattung eine besondere Abtheilung machen. Sie haben fast gar keinen Schwanz und an den Hinterfüßen nur Einen Hinterhuf, ihr innerer Bau nähert sie den *Bisulcis*. Wenn man bei Buffon und Andern von verwilderten Europäischen Schweinen liest, die in Amerika so zusammengeschrumpft seyn sollen, so sind diese dem Lande angehörenden von dem wirklich verwilderten Europäischen Schweine, selbst in ihrer Lebensart, so sehr verschiedenen Arten zu verstehn, und dieser so wie andre Beweise von der schwächenden Einwirkung des Amerikanischen Klimas, fallen von selbst weg. In Gegentheil zeigen die nach Süd-Amerika verpflanzten Pferde, Esel und Ochsen in vielen Gegenden ein vorzügliches Gedeihen. In Paraguay sind die verwilderten Europäischen Schweine weifslich.

Süd-Amerika hat jetzt unzählige Heerden verwilderter Pferde und Ochsen, aber man weifs nicht genau nachzuweisen, wenn sie dahin gekommen sind. Von *Solidungulis* besitzt das Land keine eigengehörige Art. Dagegen hat uns Molina in seiner Naturgeschichte von Chili mit einem Thiere bekannt gemacht, das er *Guemul*, zweihufiges Pferd, *Equus bisulcus* nennt, und das aus seinem Werke in alle Systeme, zum Theil als ein erwünschter Beweis des genauen Zusammenhangs der Thierbildungen, übergegangen ist. Ich gestehe, dafs ich gegen das Daseyn dieses Thiers, so wie es jetzt angegeben wird, bedeutende Zweifel hege. Molina's Naturgeschichte von Chili, seit 1786 durch eine Uebersetzung in Deutschland bekannt, enthält eine Menge von Thierbeschreibungen, die durch ihre Neuheit auffallen und durch die Einkleidung und Zurückführung auf Lin-

näische Charaktere und Gattungen, einen Anschein von genauer Untersuchung haben. Bei den meisten ist die Beschreibung nur ganz kurz und läßt eine Menge wichtiger Fragen unbeantwortet. Bei mehreren, die man mit der Natur vergleichen konnte, findet man oft Ursache, an der treuen und richtigen Darstellung der Merkmale und Sitten zu zweifeln. Vom *Equus bisulcus* heist es: „er ist dem Esel auch im Gebisse zum Verwechseln ähnlich, nur hat er kürzere Ohren und einen gespaltenen Huf. In Chili heist er *Guemul* oder *Huemul*, lebt auf den steilsten Felsen der Anden und ist wilder und schneller im Laufe als die *Vicuña*.“ Auf dieses Thier bezieht Molina Wallis *) Nachricht von einem an der Magellanischen Strafe gesehenen flüchtigen dem Esel gleichenden Thiere, aus dessen Fährte man ein Thier mit gespaltenen Klauen erkannte.

Vidaure **) den Molina selbst als einen vorzüglich unterrichteten Kenner der Produkte von Chili anführt, nennt den *Guemul* geradezu unter den Arten der *Llacma*'s, deren er vier aufzählt, wovon der *Guanaco*, *Chilihueque* und *Vicuña* mit Molina's *Camelus Huanacus*, *Araucanus* und *Vicunna* übereinstimmen. Er sagt, der *Guemul* ist in der Bildung und Gröfse dem *Camelus Araucanus* gleich, nur dafs der Schwanz einem Hirschschwanz ähnlich ist; er ist wilder als der *Guanaco* und hält sich fast immer in den steilsten Gebirgen der Andes auf.

Wäre der Tapir südlicher als Paragnay bemerkt, so würde ich glauben, Wallis habe diesen gesehen, den man so häufig aus der Ferne mit einem Esel vergleicht. Dampier ***) beschreibt ausdrücklich seine Fährte wie die einer Kuh. Aber diese Vermuthung hilft nichts, da Molina so bestimmt, freilich zu kurz, von dem Gebisse spricht. Immer aber bedarf es doch noch sicherer, und ich möchte sagen, glaubwürdigerer Zeugnisse, als das von Molina scheint, besonders bei dem indirekten Widerspruche eines gleichzeitigen Augenzeugen, ehe man ein so anomalisches, zwei Ordnungen in wichtigen Theilen verwirrendes Geschöpf, in die Reihe der Thiere aufnehmen kann.

*) *Hawkesworth Voyages. I. p. 38.*

**) Vidaure Geschichte des Königreichs Chili, aus dem Italienischen in N. Sammlung von Reisebeschreib. Hamburg 1782 p. 87.

***) *Dampier Voyages II. p. 203.*

Aus der Ordnung der *Bisulca* besitzt Süd-Amerika für die Kameele der alten Welt fünf Arten, welche mit ihnen in manchen Merkmalen übereinstimmen, aber kleiner, zierlicher, ohne Höcker und Schwielen sind, auf einem Leibe von der aus Hirsch und Ziege zusammengesetzten Bildung, einen hohen äußerst beweglichen Hals und einen zierlichen Kopf mit lebhaften Augen tragen. Man sondert sie mit Recht als eigne Gattung ab, die aber besser *Auchenia* als *Llama* heisst. Das *Llama* und *Pako* werden zum Lasttragen gebraucht, und jenes soll nach Humboldts Versicherung *) gar nicht mehr wild vorkommen.

Von Hirschen finden sich mehrere Arten, die wir erst durch Azara genauer kennen gelernt haben. Auf den Anden fand Humboldt **) ein dem *Cervus Elaphus* gleichgebildetes Thier. Der *Cervus dichotomus* (Azara's *Gouzou poucou*) hat die GröÙe unsers Edelhirsches, und der *Mexicanus* (*Gouzouiti Azara*) der, wie manche Süd-Amerikanische Thiere, zuweilen ganz weiß vorkommt, ist etwas kleiner. Beide haben ästige Geweihe. Aber *Cervus rufus* (*Gouzou pita Azara*) und *Simplicicornis* (*Gouzou bira Azara*) haben nur einige Zoll lange spitze glatte ungetheilte Hörner. Zu dem *Rufus* rechne ich als Weibchen den *Moschus Americanus* des Systems, und als Junges den *Moschus delicatulus Shaw*. Buffons *Cariacou* gehört vielleicht auch dazu. Für einen solchen *Mazame*, wie Manche diese Rehe mit glatten und einfachen Hörnchen nennen, scheint man Molina's und der Systeme *Capra Pudu* halten zu müssen. Es heisst ausdrücklich von dieser Ziegenart, sie habe keinen Bart und kleine glatte Hörner; solche Hörner besitzt keine Ziege und kein Schaaf. Süd-Amerika besitzt dann freilich keine Art von *Capra*, so wie *Antilope*, *Moschus* und *Bos* ihm fremd sind.

Die Ordnung *Tardigrada*. Die Gattung des Faulthiers, *Bradypus*, ist dem heißen ostlichen Theile von Süd-Amerika eigenthümlich, und wenn auch Buffon's Schilderung der Langsamkeit, Unbehülflichkeit und des Stumpfsinns dieser Thiere übertrieben oder irrig ist, so bleibt doch so viel gewiß, daß der besondere Bau des Geripps der Bewegung des Faulthiers große Hindernisse in den Weg legt. Bei *Tridactylus* sind die Vorderbeine unverhältnißmäÙig länger, als die hintern, diese sind auseinander-gesperrt, und die Thiere haben keine eigentliche Sohle zum Auftreten, son-

*) *Humboldt's Ansichten der Natur* S. 118.

**) *Ansichten d. Nat.* S. 129.

dern stützen sich auf die umgebognen Klauen und hängen daher gern an Bäumen. Das kahle Gesicht hat etwas dem Menschlichen Aehnliches; das lange zottige Haar ist wie verdorrt, und vielleicht kommt es daher, daß man bei einigen Dreizehigen Faulthieren auf dem Rücken gleichsam verbrannte schwarzglänzende gelb umgebne ganz niedergepreßte Flecke trifft, die vom Scheuern an Baumästen herzurühren scheinen. Eine solche Spielart ist Buffon's *Ai à dos brûlé*, den man in Brasilien *Preguiça real* nennt, aber er macht nicht einmal eine Abart, vielweniger eine eigne Species aus. Der gröfsere *Bradypus didactylus* ist nicht ganz so ungeschickt gebaut, wie jener. Beide zeigten dem erstaunten Zergliederer die bedeutendsten Abweichungen des Knochenbaues; *Didactylus* hat 46 Rippen, aber nur, wie alle übrige Säugthiere, 7 Halswirbel; *Tridactylus* hat 28 Rippen, und 9 Halswirbel. Es ist also bei diesen Thieren, die sich sonst sehr nahe verwandt sind, eine Veränderlichkeit von der gewöhnlichen Norm sichtbar, die bei den Neuholländischen Schnabelthieren noch viel bedeutender wird. Der Magen ist wie bei den Wiederkäuern, viertheilig; aber die Zähne sind gar nicht mit dem Gebisse derselben zu vergleichen. Buffon's *Kouri*, den man als eine besondere Art von Faulthieren ansieht, ist ein junger *Didactylus*, den Hr. Sieber in Para mit der Mutter lebendig gehabt, und die er beide nach Europa geschickt hat. Im Museum findet sich auch eine neue grofse Art, die Hr. Gomes bei Bahia entdeckt hat. Seba's Zeilanisches Faulthier ist der *Didactylus*, und gewifs nicht in Zeilan zu Hause.

Die Ordnung *Effodientia* liefert aus Süd-Amerika drei diesem Erdtheile ausschliesslich eigne Gattungen, die gleichfalls in ihrem innern und äufsern Baue von der gewöhnlichen Bildung abweichen.

Die Gürtelthiere, Tatus, Armadille, *Dasypus*, sind niedrige Thiere mit einer spitzigen Schnauze, und nur wenigen Borsten. Ihr Leib ist mit einem knöchernen Panzer bedeckt, der in der Mitte durch etwas verschiebbare Queergürtel unterbrochen ist. Auch der Schwanz, die Ohren, die Beine sind mit knöchernen Schuppen bekleidet. Mit ihren starken Klauen graben sie sich schnell ein und nähren sich von Ameisen, Termiten und Würmern. Die bisher angenommene Methode, die Arten nach der Zahl der Gürtel zu unterscheiden, hat Azara als unstatthaft dargethan. Man findet daher im Verzeichnisse eine gänzliche Umschmelzung der bisher angenommenen Arten. Falsch ist ferner die Behauptung, daß diese Thiere das Vermögen haben, mittelst der beweglichen Gürtel sich zusammenzu-

Rugeln und so allen Angriffen, durch den Mangel eines Angriffspunkts, zu widerstehn. Dieß kann nur die Eine Art, die im Systeme *Dasyus tricinatus* heißt und die ich wegen dieser und einiger andrer Abweichungen in eine besondre Gattung, *Tolypeutes*, getrennt habe. Molina hat 4 Arten von Gürtelthieren, die auch in das System aufgenommen sind. Sonderbar stimmen die von ihm angegebenen landesüblichen Namen *Pichi*, *Muletto*, *Peloso* und *Bola* mit Azara's aus gleicher Quelle geschöpften Benennungen *Pichiy*, *Muletto*, *Peloso* und *Bolita* überein, aber keine der Bezeichnungen paßt mit Azara's Beschreibungen der Thiere zusammen. Den *Bola*, *Dasyus octodecincinctus*, habe ich zu *Tolypeutes*, die übrigen drei zu *Dasyus* gezogen. Der *Dasyus quadricinctus* des Systems ist nach einer zusammengelegten Schale von Columna beschrieben, und wahrscheinlich der *Tolypeutes Globulus*.

Bei den Ameisenfressern, *Myrmecophaga*, ist gar keine Spur von Zähnen, und die zur Bildung der Mundhöhle dienenden Knochen sind gleichsam vernachlässigt; die Nahrungsweise des Thiers, das mit Hilfe seiner langen klebrigen Zunge Ameisen und Termiten verschluckt, machten einen großen Mund und den Kauapparat überflüssig. Eine Art, die *Myrmecophaga jubata*, ist an fünftehalb Fufs lang und drei Fufs hoch. Die kleinern Arten haben Wickelschwänze. Alle sind mit langem Haar bekleidet. Diese Gattung hat *Buffon Supplem. III. tab. 56* mit einer Art vermehrt, die Azara für ein Kunstprodukt erklärt hat, worin ihm Cuvier beipflichten mußte.

Von *Volitantibus* ist in Süd-Amerika die Gattung *Phyllostomus* besonders zahlreich, die auf der Nase einen blattförmigen Ansatz trägt. Einige Arten haben die Gewohnheit, schlafenden Menschen und Thieren, ihnen unmerklich, Blut auszusaugen; sie sind nicht so groß, wie die gemeine Speckfledermaus; man übertrieb aber die Vorstellung davon und so kam der unschuldige *Pteropus Vampyrus* der alten Welt in den Verdacht dieses Blutlassers und zu seinem Namen.

Eigenthümliche Gattungen von Fledermäusen sind noch *Noctilio leporinus Geoffroy*, ferner die durch ein besonderes Beutelchen an der Innenseite des Arms ausgezeichnete *Saccopteryx*, und die zahlreichen durch ihr runzliches Gesicht bemerklichen *Dysopes*, die Geoffroy *Molossus* nennt.

Die Ordnung *Falculata* enthält auch einige Eigenthümlichkeiten,

Dafs Seba's *Glis seu Mus albus* Thesaur. I. Tab. 31. Fig. 7 ein wahrer *Sorex* sey, ist erst neuerlich von Geoffroy aus Autopsie des von Seba abgebildeten Thiers versichert. Dafs aber dagegen der *Sorex Brasiliensis* der Systeme aus dieser Gattung wegfallen, und zu den Beutelhieren gesetzt werden müsse, ist früher schon erwähnt.

Die *Talpa rubra*, welche das System von Seba aufgenommen hat, scheint nach ihrer ganzen Gestalt und Fußbildung zu *Chrysochloris* zu gehören, und es entsteht die Frage, ob dieß Thier von Seba nicht eben so irrig nach Amerika gesetzt ist, wie er die *Chrysochloris aurata* aus Afrika nach Siberien verpflanzte.

Eine besondre Süd-Amerikanische Gattung bilden zwei Thiere, die man bald zu *Viverra*, bald zu *Lemur* gezählt, und die man endlich unter dem in *Cercopithecus* verwandelten Namen *Caudivolulus* oder *Kinkajou* als eigige Gattung behandelt hat. Es sind muntre Thiere mit einem Wickelschwanz, welche die Familie der *Subterranea* mit den Plantigraden zu verbinden scheinen.

Die Gattung *Nasua*, die man besonders wegen der rüsselartig aufgeworfnen Nase von den Dachsen getrennt hat, wohin sie wenigstens besser gestellt waren, als zu den *Viverra*, ist auf Amerika eingeschränkt. Die Arten, von ähnlicher Farbe und Bildung, sind bei den Schriftstellern sehr verwirrt. Ob *Vulpecula*, *Quasje* und *Squash* wirklich selbstständige Arten, oder nur junge Thiere anderer Arten sind, kann man nicht mit Sicherheit bestimmen. Ich rechne noch *Mustela Cuja* Molina und *Gmelin*, und Zimmermann's *Koupara*; den *Canis sylvestris* Seba Thesaur. I. Tab. 30. Fig. 1. zu dieser Gattung.

Außer dem auch in Nord-Amerika einheimischen Waschbären, *Procyon Lotor*, hat Süd-Amerika den *Cancrivorus*, *Ursus cancrivorus* des Systems, wozu Azara's *Agouara-popé* gehört, den seine Uebersetzer für *Lotor* erklären. Auch der *Koupara* der *Hollande équinoxiale* ist dieses Thier.

Die Gattung *Gulo* enthält hier mehrere zu sehr verschiedenen Gattungen gerechnete Thiere. Die *Mustela barbara* Lin., die *Gulo canescens* genannt ist, hat Pennant zweimal, als *Greyheaded Weesel* und als *Guiana Weesel* beschrieben; wahrscheinlich gehört Hernandez *Yzquicpatl* aus Mexiko dazu, den man mit Unrecht zu *Nasua Vulpecula* gezogen hat, und vielleicht *Tamandua Mexicana* Seba Thesaur. I. Tab. 40. fig. 2. So ist auch der *Vittatus*, *Viverra vittata*, unter mehrern Benennungen bei den Systematikern aufgeführt.

führt. Dafs die beiden Arten, welche man wegen des von ihnen gegen ihre Verfolger gespritzten erstickend stinkenden Harns zu den Stinkthieren, *Mephitis*, gerechnet hat, zu *Gulo* gehören, vermuthe ich blofs aus dem von Azara angegebenen Umstande, dafs sie auf der Sohle, nicht blofs auf den Zehenspitzen schreiten. Der *Mapurito* ist Azara's *Petit Furet*, und der *Suffobans* dessen *Yagouaré*.

Unter den Hunden ist der Luisianische *Canis cinereus* auch in Paraguay, und es ist nicht unwahrscheinlich, dafs Molina's *Culpaeus* eben dieser dreifarbige Fuchs ist. Den *Alcco* und *Techichi* und noch einige andere Süd-Amerikanische Hunde rechnet man zu dem gemeinen Haushunde, von dem in den Pampas von Buenos Ayres viele verwilderte vorkommen; aber der Hund mit dem Rückenbuckel und der nackte Wolf sind nach Humboldt eigenthümliche Arten *). Eine nähere Prüfung verdient denn doch wohl Azara's *Agouara-gazou*, den Cuvier und Humboldt für *Procyon cancrivorus*, den muschelfressenden Waschbären erklären. Azara beschreibt diesen *Cancrivorus* selbst unter dem Namen *Agouara-popé*, den Cuvier für *Lotor* hielt, und der *Agouara-gazou*, den ich *Canis brachyurus* nenne, scheint wirklich eine Hundart, nicht ein Plantigrade zu seyn.

Ueber die Süd-Amerikanischen Arten von *Felis* hat uns zwar Azara manchen interessanten Aufschlufs gegeben und besonders Buffon's Irrthümer und Vorurtheile in Ansehung dieser Thiere widerlegt; aber dennoch bleiben einige grofse und kleine Arten im Dunkel, das erst durch die genaue Kenntniß der tropischen Katzen-Arten dieses Welttheils zerstreut werden wird. Der Süd-Amerikanische Jaguar, *Felis Onca* Lin., nimmt es mit dem ihm zum Verwechseln ähnlichen grofsen Afrikanischen Panther auf, und der schöne schwarze Tiger, *Felis discolor*, ist, so wie der sogenannte Amerikanische Löwe oder Puma, *Felis concolor*, aus der Zahl grofser Raubthiere, *Felis tigrina* kann man wohl unbedenklich als das Junge von Linné's *Felis Pardalis* annehmen, die man, so ausgezeichnet sie ist, unter mehreren Namen beschrieben und für den Jaguar gehalten hat, woher die falschen Vorstellungen von der Schwäche des ansehnlichsten reisenden Thiers dieses Erdtheils entsprangen. Denn Buffon's *Ocelot*, sein *Jaguar* und der *Jaguar de la Nouvelle Espagne*, ferner Schrebers *Felis Onca* und *Pardalis* sind Ein und dasselbe Thier. Sollten *Felis Guigna* und *Colorolla*, die man nach Molina auf-

*) Ansichten d. Natur. S. 89 und 91.

genommen hat, nicht ebenfalls dazu gehören? Der *Serval*, den man so lange für ein Thier der Alten Welt gehalten hat, ist durch Azara als eine Süd-Amerikanische Luchsart bekannt geworden, die er in seiner Reise beschrieb. Die *Felis mellivora*, oder *Papamel*, wie sie in Brasilien heisst, Azara's *Yagouarondi*, weicht von dem gewöhnlichen Ansehn der Katzen durch einen etwas verlängerten Kopf ab, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß die im Leben des Columbus erwähnte wilde Katze (II. S. 167), die man zur gemeinen Hauskatze, *Felis Catus*, rechnet, welche aber in Amerika gar nicht einheimisch ist, diese oder eine sehr ähnliche Art war. Noch abweichender in der Gesichtsbildung ist *Felis rostrata*, die ich nach *Seba Thesaur. I. Tab. 48. Fig. 1.* aufgenommen habe, und worin Erxleben *) eine *Viverra* erkennen wollte. Pennant führt sie mit Unrecht unter den Varietäten der Hauskatze auf. Vielleicht ist sie mit *Felis Eyra* von Azara einerlei.

Zu *Mephitis* rechnet man außer der durch ganz Amerika verbreiteten *Viverra Mephitis*, mit der man unbedenklich *Viverra Conepatl* des Systems verbinden kann, die *Viverra Chingha Molina*, und Buffon's *Mouffette du Chili*. Man findet hier noch eine Art aufgeführt, den *Lemur bicolor* des Systems, den selbst Fischer **) zum *Lemur albifrons* zieht; aber so unzulänglich Beschreibung und Abbildung auch sind, so deuten sie doch ganz deutlich ein Thier an, dem die wichtigsten Merkmale eines Lemurs, die Handbildung der Füße und platte Nägel fehlen; vielleicht ist es ein *Gulo*, wegen der ähnlichen Zeichnung mit *Chilensis* aber habe ich es zu *Mephitis* gestellt.

Fischartern hat Süd-Amerika mehrere, zum Theil noch näher zu beschreibende Arten. Die *Lutra gracilis* der Magelhanischen Länder scheint der Meerotter am nächsten zu kommen, und ist ihr wenigstens weit ähnlicher, als die Brasilische Otter, die man so lange damit verwechselt hat. *Lutra Vison* ist vielleicht eine *Mustela*.

Aus der Ordnung *Pinnipedata* sind mehrere große Robben, besonders den gemäßigten südlichen Küsten eigen; von *Natantibus* besitzt Süd-Amerika zwei Manati's, wovon der Eine in den großen Flüssen und Seeungen vorkommt. Auch größere Wallfische finden sich, besonders an der westlichen Küste.

*) Erxleben *Systema Mammalium* p. 499.

**) Naturgeschichte der Makis.

V. Tafel

über die der nordlichen Hemisphäre bis zu den angegebenen Grenzen oberhalb des nordlichen Wendekreises, und den tropischen und südlichen Ländern eigenthümlichen, und beiden gemeinschaftlichen Familien und Gattungen.

Man sieht das große Uebergewicht in der Zahl der Gattungen, also in der Mannichfaltigkeit der vorkommenden Thierbildungen, auf der Seite der tropischen Erdtheile und ihrer südlichen Fortsetzungen.

Von den beiden Ländermassen gemeinschaftlichen Gattungen finden sich

- 1) in allen Welttheilen: *Europa, Afrika, Asia, Australien, Amerika.*
Mus, Sus, Cercus, Vespertilio, Canis, Phoca—Balæna, Physeter, Delphinus;
- 2) in *Europa, Afrika, Asia und Amerika*
Dipus, Sciurus, Arctomys, Georychus, Hystrix, Lepus, Capra, Bos, Erinaceus, Sorex, Talpa, Gulo, Ursus, Felis, Mustela, Iutra.
- 3) in *Europa, Afrika, Asia*
Equus, Antilope.
- 4) in *Europa, Afrika, Amerika*
Tamias.
- 5) in *Europa, Asia, Amerika*
Myoxus, Petaurus, Hypudæus, Castor, Meles.
- 6) in *Asia, Afrika, Amerika*
Meriones.
- 7) in *Europa und Asia*
Spalax, Rhinolophus.
- 8) in *Nord-Asia und Süd-Asia*
Camelus, Moschus.
- 9) in *Nord-Amerika und Süd-Amerika*
Didelphys, Nasua, Procyon, Mephitis.

Bei der Betrachtung der Vertheilung der Gattungen und Arten über die Erde springt es in die Augen, daß Mannichfaltigkeit ein Hauptgesetz in der organischen Natur ist. Die Polargegenden, die Länder der gemäßigten Zone und die zwischen den Wendekreisen liegenden Erdstrecken

haben jede ihre sehr verschiedenen Bildungen der Thiere und Gewächse. Eben so gewiß ist, daß dasselbe Klima, oder genauer ausgedrückt, dieselben Breitengrade, bei übrigens ähnlicher Beschaffenheit der Länder in Ansehung der Erhebung über die Meeresfläche, in Hinsicht auf Bewaldung, Bewässerung und Boden, nicht dieselben Bildungen rund um die Erdkugel antreffen. Der tropische Erdgürtel, bei der großen Mannichfaltigkeit seiner Erzeugnisse, gibt davon den deutlichsten Beweis. Zwischen den Wendekreisen finden wir zwar überall gewisse ähnliche Gestaltungen; ich nenne nur unter den fast unzertrennlich nebeneinander vorkommenden Produkten Palmen, Pisangs, Papageien und Quadrumanen. Aber unter Amerika's Tropenhimmel ist eine ganz andere Bildungsreihe von Quadrumanen, als in Afrika und Asien zwischen den Wendekreisen, und wenn wir in Asien Lemuren und den Tarsius, in Afrika Lemuren und den Otolicus antreffen, so finden wir von ihnen in Süd-Amerika keine Spur, dagegen hier eine artenreiche Gattung von Beutelthieren, die jenen Erdtheilen fehlen. Der Afrikanische Strauß ist in Süd-Asien der Kasoar, in Süd-Amerika die *Rhea*. Wir wollen damit nicht sagen, daß der Strauß sich nach dem Klima in Kasoar und Rhea verwandelt habe; die ganze nicht seltne Vorstellung von einer durch das Klima hervorgebrachten Verwandlung Einer Art in die andre ist nur von Leuten in Gang gebracht, die nur die flachsten Kenntnisse der Naturerzeugnisse selbst hatten; denn wer die Natur unbefangenen beobachtet, der findet, daß da wo der Mensch sie nicht gewaltsam ändert, sie sich immer treu bleibt, daß der Elephant wie die Ameise vor Jahrtausenden dieselbe Bildung, dieselben Triebe und Gewohnheiten hatten, wie heute, daß alle Thierarten so, wie sie noch vorhanden sind, aus der Hand der weisen Schöpferin hervorgingen, und daß alle Glieder aus der großen wechselseitig ineinandergreifenden Reihe von Geschöpfen unserer gegenwärtigen organischen Welt gleich alt und gleich jung sind, wie die Erdoberfläche, an welche die Alles-verknüpfende und für Alles sorgende Mutter sie band.

Eine andere Vorstellung dringt sich dem Forscher auf: daß zwar ein inniger Zusammenhang nicht bloß des wechselseitigen Bedürfnisses, sondern auch der Gestaltungen unter den lebendigen Geschöpfen unsers Planeten Statt finde, eine Vorstellung, die der Systematiker nie aus den Augen verliert, daß es aber unmöglich ist, eine streng aneinander gereichte Folge dieser Bildungen aufzufinden. Eine Menge natürlich verbundener und unge-

zwungen aufeinander folgender Reihen läßt sich immer nachweisen, und es verdient in einer geographischen Betrachtung der Thiere angemerkt zu werden, daß die verbindenden Glieder in diesen Reihen oft in sehr entfernte Weltgegenden zerstreut sind, so daß z. B. zwei Europäische Gattungen oder Arten durch eine Amerikanische eng verbunden werden. Bei den Insekten sind solcher viele.

Aehnliche aber entfernt auseinanderliegende Länder haben oft, wenn auch nicht gleichartige, doch ähnlich gebildete Thiere. So haben die Karroogenden des südlichen Afrika eine große Aehnlichkeit mit mehreren Steppen des mittlern Asiens, und in beiden sind wilde Pferde, Hasen, wilde Katzen, Dachse, Springthiere, Grabmäuse, Antilopen. Wenn wir einst genaue Schilderungen der Länder erhalten, wie Humboldt sie von dem tropischen Amerika entworfen hat, dann wird das Vergleichen ihrer organischen Erzeugnisse ein interessantes Geschäft seyn.

Zu einem Versuche, ob in den vorhandenen Thierbildungen ein geographischer Zusammenhang nachgewiesen werden könne, scheinen zwei Wege zu führen, der Eine in der Richtung von einem Pole zu dem andern, der andere in den Parallelkreisen des Aequators. Der erste gibt eine Stufenleiter aus dem kalten Norden durch die mit Land ausgefüllte nördliche gemäßigte Zone in die tropischen Gegenden und von diesen nach Süden wieder abwärts. Man könnte hier in drei Reihen fortschreiten, durch Asien bis nach Diemensland und Neuseeland, durch Europa und Afrika bis zum Vorgebirge der guten Hoffnung, und durch beide Amerika's bis zum Feuerlande. Es entsteht aber die Ungleichheit, daß das Land der gemäßigten und kalten südlichen Zone fehlt, und daß daher die wenigen Länder der gemäßigten und kalten südlichen Halbkugel in gar keinem einigermaßen angemessenen Verhältnisse zu den gleichnamigen Ländern der nördlichen Hemisphäre stehn. Wären solche Südländer vorhanden, so würden wir gewiß über die Abweichungen ihrer Thierbildungen von den bekannten erstaunen, da wir gegenwärtig schon einen so merkwürdigen Contrast in den wenigen vorhandenen Gestalten der Südhemisphäre bemerken. Aber eben diese Abweichungen nach den verhältnißmäßigen Entfernungen von dem Aequator stehn einem sich leicht fügenden Zusammenhange entgegen.

Ich wähle daher lieber die Betrachtung der Verbreitung der Thiergattungen in der Richtung des Aequators, aber nicht so, daß der Zusammenhang in einer ganzen Klasse oder Ordnung, sondern nur von jeder ein-

zelnen natürlichen Gattungsgruppe gezeigt wird. Man kann einzelne Thierarten und Gewächse z. B. des südlichen Europa, von der Pyrenäischen Halbinsel durch das mittägliche Frankreich, Italien, Griechenland, Kleinasien bis zum Kaspischen Meere verfolgen; mehrere nordliche Europäische Thiere und Pflanzen reichen ostwärts bis zum Ural und finden sich dann oft in Nord-Asien in einer südlichen Richtung ganz am östlichen Ende wieder *).

Was bei einzelnen Arten sich offenbar zeigt, läßt sich vielleicht auf die ganze Gattungs- und Familienbildung ausdehnen, und gelänge es uns, die Anfänge derselben so anzuknüpfen, daß bei Verfolgung der Reihen die einzelnen Thierbildungen der Welttheile sich ungezwungen aneinander schlossen, so wäre dadurch eine, dem nach Zusammenhang und Einheit strebenden Geiste angenehme Vorstellungsweise gewonnen, die sich vielleicht noch einst mit andern Erscheinungen in eine erklärende Verbindung bringen ließe.

Erst wollte ich von Ost-Asien aus nach Westen durch Afrika, durch Europa und durch Amerika fortschreiten und die Parallelen der Gattungsbildungen, die so weit reichten, in Neuholland auslaufen lassen. Es hat diese Folge Einiges, was sie empfiehlt, z. B. die Wahrscheinlichkeit, daß manche Europäische Thiere von Asien aus mögen gekommen seyn; auch schien ein Aufhören der Säugthierbildung in den zweideutigen Schnabelthieren von Neuholland natürlich genug. Der Absprung der Bildungen Afrika's von Südamerika's Thiergestalten würde mich nicht abgeschreckt haben, indem wegen der großen Kluft, die der Atlantische Ocean zwischen den beiden Welttheilen gegraben hat, auch ein Abstich ihrer organischen Erzeugnisse nach dem Gesetze der Mannichfaltigkeit zu erwarten war. Eine Atlantis würde diese Kluft mit ihren vermittelnden Zwischengestalten, die jetzt vielleicht in unsern nördlichen Erdlagern ruhn, schicklich ausgefüllt haben. Aber ein Blick auf die großen einzeln stehenden Gestalten Afrika's und der gewiß noch immer enger werdende Zusammenhang Neuhollands mit dem östlichen Süd-Asien, der sich jetzt schon zu offenbaren anfängt **), und der noch deutlicher werden wird, wenn der Norden von Neuholland, Neuguinea und das Innere der Molukkischen und Sundaischen Inseln erforscht

*) Pallas N. Nordische Beiträge II. S. 171. III. S. 122.

***) In einigen Beuteldhieren, einem Känguruh, dem Kasoar, den Nashornvögeln.

werden wird, widerrieth diese Folge, und ich legte daher den Anfang der Reihen nach Afrika und Europa, und verfolgte sie ostwärts. Diese Vorstellungart will ich hier näher angeben, doch ohne nach solchen Aehnlichkeiten zu haschen, die nur der flüchtige Anblick der Oberfläche der Thiergestalten, oder gar nur einige Uebereinstimmung der Lebensart der Thiere gewährt.

II. Ordnung. *Pollicata*.

1te Familie. *Quadrumana*. Von Affen finden wir an der Westküste von Afrika einen großen Orang-Utang, den Chimpansée, *Simia Troglodytes*, eine *Lasiopyga*, die zahlreichen und gewiss noch sehr anwachsenden *Cercopithecus* und *Cynocephalus*. Alle diese gehen bis nach dem ostlichen Ende Ostindiens; einige Artengruppen z. B. die Paviane dort kleiner werdend und in andre Formen verschmolzen. Die vierfingerigen *Colobus* hören schon in Afrika selbst auf. Dagegen hat Asien den dem Orang-Utang nahestehenden längarmigen *Hylebates* vor Afrika voraus. Australien besitzt gar keine Affen, doch ist es zu früh, darüber entscheidend auszusprechen, weil die Gegenden, wo man allein Quadrumanen suchen kann, noch nicht betreten sind. Auffallend ist, daß die Papageien, die man gewöhnlich neben den Affen findet, in Neuholland in vielen Arten bis zur südlichsten Spitze unter dem 43sten Grade, ja in Neuseeland bis Duskybay unter 46 Gr. S. Br. reichen, so wie eben diese sonst für tropisch gehaltenen Vögel in Amerika sich bis zum 40sten Grade Nordl. und in dem viel kältern Südende bis zur Magellanischen Straße unter 53 Grad Südl. Breite erstrecken.

In Süd-Amerika sind die Affen zahlreich, aber keine der Gattungen, die sich in der Alten Welt finden. Alle haben die Backentaschen und Gesäßschwien abgelegt, und dafür einen buschigen Schweif, wie *Pithecia*, einen Wickelschwanz wie *Callithrix*, oder einen Greifschwanz, wie *Ateles* und *Myeetes* bekommen. *Aotus* nähert sich in seiner Lebensart, *Hapale* im Bau der Zähne den Lemuren, und diese kleinen Affen haben schon keine achte Vorderhand mehr.

3te Familie. *Prosimii*.

Lichanotus oder *Indri* ist auf Afrika beschränkt; *Lemur* ist auch für Afrikanisch anzusehn, indem nur Eine der vielen Arten bis nach Ost-Indien fortsetzt; dagegen ist nur Ein, überdies zweideutiger *Stenops* in Guinea, wovon mehrere in Asien vorkommen. Amerika besitzt diese und die beiden folgenden Familien gar nicht.

4te Familie. *Macrotarsi*.
Die Gattung *Galago*, *Otolienus*, ist in Asien durch die ähnliche Gattung *Tarsius* ersetzt.

5te Familie. *Psilodactyli*.
Die einzeln stehende *Chironys* ist nur in Madagaskar vorgekommen und indem sie, zwischen den Lemuren und Eichhörnchen schwankend, in der Mitte schwebt, deutet sie an, daß auch Afrika eines Uebergangs der beiden Ordnungen *Pollicata* und *Prensiculantia* nicht entbehren sollte.

6te Familie. *Marsupiales*.
Nach einer Art aus dieser Familie sieht man sich in Afrika vergebens um. Die Beuteltiere scheinen indess der südlichen Hemisphäre so eigen zu seyn, daß man mit einigem Grunde der Entdeckung solcher Thiere auch in Süd-Afrika entgegen sehn kann, wenn die Portugiesen uns mit den gewifs zahlreichen Naturschätzen der Afrikanischen Ostküste bekannt machen werden.

Erst im ostlichsten Süd-Asien finden wir den Anfang von einem Beuteltiere in einer *Balanua* und vielleicht in einer *Phalangista*. Neuholland erzeugt diese Bildung unter sehr abweichenden Aenderungen in *Thylacis*, *Dasyurus*, *Amblosia*, *Balanua*, *Phalangista* und in der *Phascolumys*, welche das Gebiß eines Nagethiers hat. In einigen dieser Thiere zeigt sich auch die Bildung eines Greifschwanzes, den kein Afrikanisches Thier hat.

Amerika besitzt in *Didelphys* eine zahlreiche Gattung von Beuteltieren, wozu *Chironectes* noch Schwimmtüse bringt. *Didelphys marsupialis* ist die einzige, die bis in das südliche Nord-Amerika hinaufreicht.

III. Ordnung, 7te Familie. *Salientia*.

Diese kleine Abtheilung, die nur aus zwei nahe zusammengrenzten Gattungen, dem Känguruh und Potogu, *Halmaturus* und *Hypsiprymnus*, besteht; schließt sich sehr eng an die vorhergehende Familie, entbehrt aber des Daumens, den man schon bei einigen Neuholländischen Beuteltieren fast verschwinden sieht. Sie fehlt in Afrika, ist in Java nur im *Halmaturus Brunii*, übrigens in Neuholland und seinen nahen Inseln einheimisch; auch in Amerika sucht man sie vergebens.

IV. Ordnung. *Prensiculantia*.

8te Familie, *Macropodes*.
Dipus und *Meriones* sind beide in Europa und Afrika, und reichen bis nach

nach Ost-Asien, und bis Nord-Amerika hinein. Aber der Riese unter diesen Springthieren, der *Pedetes*, ist Süd-Afrika eigen.

5te Familie. *Agilia*.

Myoxus geht von Europa bis Ost-Asien. *Tamias* reicht vom ostlichen Europa bis nach Nord-Amerika; eine zweifelhafte Art dieser Gattung ist in Süd-Afrika; in Süd-Asien und Süd-Amerika fehlt sie.

Die Gattung *Sciurus* erstreckt sich von Europa und Afrika über Asien bis nach beiden Amerika's; Afrika besitzt einige sehr große Arten, wogegen die kleinen Süd-Amerikanischen und etwas abweichend gebildeten Eichhörnchen, die Buffon unter dem Namen *Guerlinguets* unterschied, abstechen, doch vermittelt *Sciurus bicolor* aus Süd-Asien beide Bildungen.

Von *Pteromys* hat Afrika keine Art; vom ostlichen Europa geht Eine Art bis nach dem ostlichen Nord-Asien, in Nord-Amerika kommen zwei Arten vor. Im ostlichsten Süd-Asien ist der größte *Pteromys* nebst einigen kleinern. Australien besitzt keine Art; denn was man dafür gehalten hat*), ist ein *Phalangista*. Auch in Süd-Amerika fehlt diese Gattung.

6te Familie. *Murina* und 7te Familie. *Cunicularia*.

Die nördliche Hemisphäre besitzt mehrere ganz durch sie hin verbreitete *Arctomys*. Eine Art soll in Nord-Afrika seyn, die *Arctomys Gundi*. Die *Arctomys Citillus* ist auch bis Süd-Asien zu finden, und in *Viscaccia* hat Süd-Amerika eine, wiewohl noch unsichre Art.

Mus ist über die ganze Erde verbreitet.

Cricetus ist vom mittlern Europa an durch Nord-Asien bis nach Nord-Amerika zu finden.

Man kann *Bathyergus*, *Spalax*, *Georychus*, *Hypudaeus* und *Fiber* in Eine Reihe stellen; *Bathyergus* ist nur in Süd-Afrika vorgefunden, *Spalax* steht einzeln an der Grenzscheide Europa's und Asia's, *Georychus* ist am Vorgebirge der guten Hoffnung und nördlich im südlichen Rußland, geht durch Nord-Asien und findet sich in Nord-Amerika wieder; *Hypudaeus* ist nur in der Nordhemisphäre vorgekommen, wenn man nicht einige Chilische Mäuse dazu rechnen will. *Fiber* ist auf Nord-Amerika beschränkt. Wenn sich hier überall Lücken zeigen, so kommt dies ganz sicher bloß aus dem Mangel an unsrer Kenntniß der kleinen Thiere der südlichen, unstreitig auch hier reichhaltigen Erdtheile. Kennte man Azara's beschriebne Ratten-

*) *Norfolk Isle Squirrel* von Pennant. Uebers. von Bechstein p. 473. N. 352.

arten alle nach ihrem Gebisse und andern wesentlichen, von ihm überangenen Theilen, so würde sich gewiß schon jetzt manche Analogie mit den Mäusearten der alten Welt nachweisen lassen.

12te Familie. *Palmipeda*.

Die Gattung *Hydromys* fängt erst in Neuholland an und findet sich in Süd-Amerika wieder.

Castor ist in Afrika und in Süd-Asien ebenfalls nicht, sondern nur in der nordlichen Erde durch alle drei Welttheile; in Chili kommt eine Art vor, die vielleicht eine besondre Gattung auszumachen verdient.

13te Familie. *Aculeata*.

Hystrix cristata ist von Afrika und Süd-Europa bis Süd-Asien verbreitet; hier gesellen sich noch zwei Arten hinzu, und die Zahl der Arten wächst in Amerika, wo wir deren 8 antreffen, die zum Theil durch einen Wickelschwanz und versteckte Stacheln sich auszeichnen.

Loncheres ist eine zu dieser Familie gehörende Gattung des südlichen Amerika.

14te Familie. *Duplicidentata*.

Die in ihren Arten sehr ähnliche Gattung *Lepus* reicht von Europa und Afrika durch Asien bis nach Nord- und Süd-Amerika.

Die kleinen *Lagomys* sind nur in Nord-Asien zu Hause.

15te Familie. *Subungulata*.

Zu den vier Gattungen dieser Familie: *Coelogenys*, *Dasyprocta*, *Cavia* und *Hydrochoerus* finden wir keine gleichenden Bildungen in Asia, Neuholland und Afrika oder Europa; sie sind Süd-Amerika eigen. *Hyrax* kann nicht in ihre Reihe gestellt werden.

V. Ordnung. *Multungula*.

16te Familie. *Lamnunguia*.

Lipura steht im nordlichen Nord-Amerika vereinzelt.

Hyrax Capensis hört schon innerhalb des südlichen Afrika's, *Hyrax Syriacus* des nordöstlichen Afrika's, im angrenzenden Asien auf.

17te Familie. *Proboscidea*.

Der Afrikanische Elephant ist in Asien durch den Indischen, *Elephas Indicus*, ersetzt, der vielleicht auch an der Ostküste Afrika's vorkommt. Amerika besitzt diese und die beiden folgenden Familien nicht.

18te Familie. *Nasicornia*.

Rhinoceros hat in Afrika Eine, in Asien zwei Arten.

19te Familie. *Obesa*.

Der *Hippopotamus amphibius* steht in Afrika allein, wenn man nicht etwa den so zweifelhaften Javanischen *Sukoteiro*-als einen asiatischen Repräsentanten desselben annehmen will. Wie Dampier's Fund eines Hippopotamusschädels in einem an Neuhollands Westküste gefangenen Hai zu erklären sey, ohne das man nöthig habe, jenes Thier als ein Produkt von Australien anzunehmen, ist schon früher angegeben.

20ste Familie. *Nasuta*.

Der isolirte *Tapirus Americanus* kommt nur in Süd-Amerika vor und kann auf gewisse Art für einen Ersatz jener drei eben erwähnten Gattungen der alten Welt gelten, da er auch nach seinen Sitten ihrer Reihe angehört.

21ste Familie. *Setigera*.

Sus Scrofa geht von Europa und Nord-Afrika durch Asien bis Neu-guinea. Afrika besitzt zwei gewaltige Arten wilder Eber, den *Sus Aethiopicus* und *Africanus*, wovon der eine auch in Madagaskar vorkommt und von mehreren für den auf die ostlichsten Inseln Ost-Indiens beschränkten *Sus Babirussa* gehalten ist. Ob das wilde Schwein von Mindanao, dessen Dampier*) erwähnt, *Sus Aethiopicus* ist, kann man nicht ausmachen. Nord-Amerika besitzt keine Art dieser Gattung, Süd-Amerika aber zwei kleine durch mehrere Abweichungen ausgezeichnete Arten.

VI. Ordnung. 22ste Familie. *Solidungula*.

Afrika enthält zwei durch ihr buntes Kleid hervorstehende Pferde *Equus Zebra* und *Quagga*; der *Mangarsahoc* in Madagaskar scheint auch eine Pferdeart zu seyn, und im nordlichen Afrika soll sich der *Onager* finden. An der ostlichen Grenze Europens fängt *Equus Caballus* an, in Mittel-Asien *Equus Hemionus* und jener *Onager*, *Equus Asinus*, und setzen durch Mittel-Asien fort. Amerika hat keine ursprüngliche Pferde-Art; der Süd-Amerikanische *Equus bisulcus* ist, wenn er wirklich existirt und wenn er nicht eine Llacmaart ausmacht, doch sicher so sehr von *Equus* unterschieden, das man ihn schwerlich in dieselbe Reihe stellen wird.

VII. Ordnung. *Bisulca*.23ste Familie. *Tylopoda*.

Woher das Arabische Kameel, der *Camelus Dromedarius* stamme, ist noch nicht ausgemacht; jetzt sieht es aus wie ein unmittelbares Geschenk der Vorse-

*) Dampier Voyage I p. 321.

hung an die Menschen, welche die Sandwüsten des nordlichen Afrika und angrenzenden Asiens durchziehn. Pallas führt einen alten Schriftsteller an, der es in Arabien wild vorkommen läßt; vielleicht das die Erforschung des innern Afrika's uns auf die Spur leiten wird. Es ist nebst dem Schaaf, dem Ochsen und dem Hunde wohl das älteste Hausthier, dessen die Geschichte erwähnt, und von allen diesen ist die ursprüngliche Herstammung verwischt und ruht nur auf Vermuthungen. Also Afrika entbehrt noch dieser ihm so eigen angehörig scheinenden Gattung, wovon die Eine Art, das zweibucklige Kameel, *Camelus Bactrianus*, in der Grenze des nordlichen und südlichen Asiens zwischen China und der Tartarei ihre Heimath hat.

Süd-Amerika hat die kleinern und zierlichern Halsthiere, *Auchenia*, seiner Gebirge, statt der Kameele.

24ste Familie. *Deveza*.

Die einzige Gattung *Camelopardalis* mit Einer Art, *Giraffa*, ist auf Afrika beschränkt.

25ste Familie. *Capreoli*.

Die Hirsche sind von Afrika fast ausgeschlossen; *Cervus Guineensis* ist zweifelhaft und vielleicht eine Antilope, so wie mehrere für Hirsche ausgegebne Thiere der Reisebeschreiber wohl sicher zu dieser Gattung gehören. Im nordlichen Afrika kommt *Cervus Elaphus* vor, der mit mehrern andern, zum Theil sehr nordlichen Arten nach Nord-Asien fortsetzt. Süd-Asien ist reich an Thieren dieser Gattung; Nord-Amerika besitzt deren viele, ja Eine bis zwei Arten mit den übrigen nordlichen Erdtheilen gemeinschaftlich. In Süd-Amerika geht die Gattung in solche Arten über, die statt ästiger Geweihe nur glatte einfache Spitzen tragen.

Die Gattung *Moschus*, die sich so eng an die Hirsche anschließt, ist auf das mittlere und südliche Asien eingeschränkt.

26ste Familie. *Cavicornia*.

In Afrika ist eine Menge Antilopen von mannichfaltiger Gröfse und Bildung. Europa besitzt nur zwei Arten, wovon die Eine erst im Osten anfängt und durch Nord-Asien fortgeht. In Asien finden sich mehrere zum Theil große Arten *Antilope*. In Amerika fehlen sie.

Von *Capra* sind in Nord-Afrika mehrere den Europäischen und Nord-Asiatischen zum Theil gleichende, aber noch nicht scharf bestimmte Arten auf dem Atlas und seinen Zweigen. In Süd-Asien finden wir nur der *Capra Aegagrus* erwähnt; das westliche Nord-Amerika zählt zwei Arten, aber

Süd-Amerika entbehrt dieser Gattung ganz, da *Capra Pudu* des Systems, wie oben angeführt ist, ein Hirsch zu seyn scheint.

Der *Bos Urus* des ostlichen Mittel-Europa's geht durch das südliche Nord-Asien und wird in Nord-Amerika durch zwei gleich große Arten fortgesetzt. *Bos Caser* und der zweifelhafte *Bos nanus* sind in Afrika; Süd-Asien besitzt mehrere wilde Arten, wovon *Bos grunniens* an der Grenze Nord-Asiens vorkommt. Süd-Amerika kennt keine einheimische Art.

VIIIte Ordnung. 27ste Familie. *Tardigrada*.

In Afrika und Europa findet sich kein dahin gehörendes Thier, in Bengalen ist der *Prochilus ursinus*, in Süd-Amerika die Gattung *Bradypus* mit 3 Arten.

IXte Ordnung. *Fodientia*.

Von dieser Ordnung kommt keine Art in Europa, Nord-Asien, Nord-Amerika und Australien vor.

28te Familie. *Cingulata*.

Weder Afrika noch Asien besitzen diese Familie, deren beide Gattungen *Dasytus* und *Tolypeutes* Süd-Amerika eigen sind.

29te Familie. *Vermilinguia*.

Orycteropus ist in Süd-Afrika und reicht vielleicht bis Zeilan.

Manis ist im westlichen Afrika in Einer großen Art, in Süd-Asien in 3 Arten zu Hause.

Für beide Gattungen hat Süd-Amerika die *Myrmecophaga*.

Xte Ordnung. 30te Familie. *Reptantia*.

Afrika so wenig wie Süd-Asien haben ein Thier aus dieser auf Neuholland beschränkten Abtheilung, wenn nicht *Pamphractus* (die *Testudo squamata*) aus Java dahin gehört. Die Neuholländischen 4 Arten bilden die beiden Gattungen *Tachyglossus* und *Ornithorhynchus*.

XIte Ordnung. *Volitantia*.

31te Familie. *Dermoptera*.

Die einzige Gattung *Galeopithecus* ist auf die ostlichen Süd-Asiatischen Inseln beschränkt.

32te Familie. *Chiroptera*.

Vespertilio ist in Europa und Afrika, und setzt durch alle Welttheile fort. *Rhinolophus* ist auf Europa und Asien beschränkt. *Pteropus* geht von Afrika und Asien und Neuholland bis zu den Australischen Inseln des Großen Ozeans. *Phyllostomus*, in Afrika mit Einer, und in Süd-Asien mit Einer

Art, ist in Süd-Amerika in viele Arten getrennt. *Nycteris* ist Afrika eigenthümlich; Süd-Asien besitzt ausschliesslich *Harpyia*, und Süd-Amerika die Gattungen *Noctilio*, *Saccopteryx* und *Dysope*.

32te Ordnung: *Calculata*.

33te Familie: *Subterranea*.

Erinaceus geht von Europa und Afrika durch Asien bis Süd-Amerika; der verwandte *Centetes* ist nur auf Madagaskar beschränkt.

Sorex ist in allen Welttheilen; *Mygale* nur an der gemeinschaftlichen Ostgrenze Europas und Nord-Asiens, und hat in Nord-Amerika in *Condylura* und *Scalops* ähnliche Bildungen sich gegenüberstehn.

Chrysochloris aurata, die sich nahe an jene Gattungen anschliesst, ist an der Südspitze von Afrika; die ihr verwandte *Talpa rubra* soll in Amerika leben. Die nicht zahlreiche Gattung *Talpa* scheint dem Norden eigenthümlich; *Talpa Europaea* ist auch in der Barbarei gefunden.

34te Familie. *Plantigrada*.

Cercopithecus, *Nasua*, *Procyon* sind nur in Süd-Amerika einheimisch, doch mit zwei bis nach Nord-Amerika reichenden Arten.

Von *Gulo* ist Eine Art in der nördlichen alten Welt, die in Nord-Amerika durch ein sehr ähnliches Thier ersetzt wird. Eine Art ist am Vorgebirge der guten Hoffnung; Süd-Asien besitzt gar keine, wenn nicht *Meles Indica* dazu gehört; Süd-Amerika zählt 5 Arten. *Meles* schliesst sich ganz dicht an diese Gattung an, und scheint der nördlichen Hemisphäre besonders anzugehören; *Meles Indica* ist in Süd-Asien.

Ursus ist in allen Welttheilen, mit Ausnahme von Australien, bemerkt.

35te Familie: *Sanguinaria*.

Die Gattung *Megalotis* ist der nördlichen Hälfte von Afrika eigen.

Canis geht durch alle Welttheile, selbst Australien besitzt eine Art; in Amerika zählt man von eigenthümlichen Arten 8, da in Afrika nur 3 solcher ursprünglicher Arten vorkommen. Dafür ist die verwandte Gattung *Hyaena* mit zwei gewissen, und zwei noch unbestimmten Arten in Afrika einheimisch; die *Hyaena striata* reicht bis nach Indien; dort hört die Gattung auf. Unter den Süd-Asiatischen Hunden ist der wahrscheinliche Stammvater des Haushundes; der *Canis aureus*.

Afrika und Asia besitzen in ihren heissen Erdstrichen die grössten und wildesten Räubthiere in den grossen Arten von *Felis*; Süd-Amerika

hat deren keine geringe Zahl; der Jaguar, *Felis Onca*, der mit einem Pferde im Rachen davon springt, die *Felis discolor* und *concolor*, können sich in der Stärke mit den großen Panthern der alten Welt messen, aber dem Löwen und Tiger sind sie nicht gleichzustellen. Auffallend ist, daß Neuholland außer seiner Wolfsart, kein eigentliches Raubthier besitzt. In Europa sind die beiden, vielleicht als Abänderungen zu einandergehörenden Luchse, *Felis Lynx* und *rufa* die größten Arten, *Felis Catus* kommt auch in der Barbarei vor. Nord-Asien und Nord-Amerika haben ebenfalls Luchse, jenes noch drei Katzenarten, wozu im östlichen Theile oft die Unze, *Felis Uncia*, aus Süd-Asien kommt; in Nord-Amerika fehlt die wilde Katze. *Viverra* findet sich in Afrika und Süd-Asien, und Eine Art selbst in Süd-Europa. Die verwandte *Ryzaena* ist auf Süd-Afrika beschränkt.

36te Familie. *Gracilia*.

Die Ichneumons, *Herpestes*, sind dem Süden der alten Welt gemeinschaftlich. In Süd-Amerika ersetzt sie *Mephitis*, die bis nach Nord-Amerika hinaufreicht.

Mustela und *Lutra* sind über alle Welttheile, mit Ausnahme Australiens, verbreitet.

XIIIte Ordnung und 37te Familie. *Pinnipedia*.

Robben sind an der Küste der Barbarei und am Vorgebirge der guten Hoffnung, aber nur einige Arten, bemerkt, sie kommen also nur außerhalb der Tropen vor. Ost-Indien besitzt keine Art dieser Gattung, da *Phoca pusilla* durch einen Irrthum für Ost-Indisch angegeben zu seyn scheint. An einigen Inseln des Großen Ozeans sind wahrscheinlich einzelne Arten vorgekommen, da die Bewohner sie nennen. Das gemäßigete Australien und Süd-Amerika und die nördliche Hemisphäre zählen dagegen viele und zum Theil gigantische Arten.

Trichechus ist nur den polarischen Meeren der nördlichen Halbkugel eigen.

XIVte Ordnung. *Natantia*.

38te Familie. *Sirenia*.

Manatus findet sich am Senegall, an der tropischen Küste Neuhollands, im Indischen Ozean und im heißen Süd-Amerika. Steller's See-Affe wurde unweit Kamtschatka gesehn.

Halicore geht vom Vorgebirge der guten Hoffnung bis zu den Peljuh-Inseln.

Rytina ist nur zwischen Nord-Asien und Nord-Amerika beobachtet.
39te Familie. *Cete.*

Die zahlreichsten Arten dieser Familie leben in den kalten und gemäßigten Meeren. *Balaena* wird nur bei Neuholland, Neuseeland und dem westlichen Süd-Amerika erwähnt; *Physeter* bei Afrika, Süd-Asien, Australien. *Delphinus* ist in den Meeren aller Himmelsstriche.

Alle diese Gattungen kommen in zahlreicher Menge besonders im nördlichen Ozean vor, in dem die Gattungen *Monodon*, *Ancylodon*, *Hyperodon* ausschliesslich leben.

Einige Bemerkungen.

Gewisse Säugthierbildungen sind über die ganze Erde durch alle Klimate verbreitet. Dahin gehören *Mus*, *Sus*, *Canis*, *Vespertilio*, *Cervus*, *Felis*, *Ursus*, *Sciurus*, *Lepus*, *Erinaceus*, *Hystrix*, *Mustela*, *Lutra*. Mehr dem Norden eigen, aber weit verbreitet sind *Capra*, *Bos*, *Arctomys*, *Sorex*, *Talpa*.

Dagegen sind einige Gattungen sehr beschränkt; Beispiele davon sind die bei jedem Erdtheile angegebenen ihm eigenthümlichen Gattungen, außerdem noch *Camelus*, *Moschus*, *Didelphys*, *Nasua*, *Procyon*, *Mephitis*, *Spalax*, *Rhinolophus*, *Halmaturus*, *Balantia*.

Einige Gattungen sind in dem Welttheile selbst nur auf gewisse Bezirke gewiesen und erscheinen mehr oder weniger durch Flüsse, Bergzüge, Himmelsstrich isolirt: sehr viele Gattungen der Quadrumanen, *Prosimii*, *Bradypus*, *Galeopithecus*, *Centetes*, *Ryzaena*, *Coelogenys*, *Cavia*, *Auchenia*, *Cerculeptes*, *Chiromys*, *Prochilus*, *Mygale*, *Pedetes*, *Bathyergus*, *Lipura*, *Fiber*, *Scalops* u. a. m.

Andre Gattungen enthalten Arten, welche durch grosse Vermehrung oder Mangel an Nahrung gezwungen, Wanderungen anstellen, z. B. *Hypudaeus*, *Mus*, *Antilope*.

Die grössten Landthiere enthalten Afrika und Süd-Asien, z. B. *Elephas*, *Rhinoceros*, *Hippopotamus*, *Camelopardalis*. Zunächst kommen die Stierarten der nördlichen Hemisphäre, in welcher auch die Thiere mit den grössten Geweihen und Hörnern gefunden werden, z. B. *Cervus Tarandus*, *Elophus*, *Alces*, *Capra Ammon*, *Ibex*, *Montana*. Unter den Thieren der heißen Zone findet man die gewandtesten und stärksten Raubthiere mit einem zum Zerreißen ganz eingerichteten Gebisse; z. B. *Felis Leo*, *Tigris*, *Onca*; *Hyaena*. Bei den grössten Krallenthieren der Nordhemisphäre, den Arten von *Ursus*,
sind

sind die Backenzähne schon auch auf Pflanzenkost eingerichtet, und die Schnelligkeit und Biagsamkeit der Glieder ist sehr abgestumpft. Man schließt wohl nicht mit Unrecht auf eine reiche Menge von Säugthieren eines Landes, wenn darin eine große Zahl und Mannichfaltigkeit von Raubthieren vorkommt, da das Gleichgewicht der Geschöpfe genau gegeneinander abgewogen ist. Der Mensch rottet freilich manche dieser Raubthiere aus, aber er tritt an ihre Stelle, oder verscheucht auch wohl die friedlichen Thiere und stellt so das gestörte Verhältniß wieder her, oder büßt jene Störung mit seinem Schaden.

Außer den über alle Welttheile verbreiteten Fledermäusen, *Chiroptera*, findet man in Europa, Asia, Neuholland und Nord-Amerika, aber nicht in Afrika und Süd-Amerika Säugthiere, die mittelst einer zwischen den Beinen ausgespannten Erweiterung des Seitenfells von Baum zu Baum außerordentliche Sprünge machen; es sind *Pteromys*, *Galeopithecus* und *Phalangista*.

Der zu einem greifenden Organe entwickelte Schwanz ist vielen Süd-Amerikanischen Thieren eigen, z. B. den meisten Quadrumanen, den *Didelphys*, *Hystrix*, *Cercoleptes*. Nur im östlichsten Winkel Süd-Asiens und in Neuholland besitzen einige Thiere, z. B. *Balantia*, dieselbe Fähigkeit im Schwanz. In allen übrigen Erdtheilen sieht man sie bei keinem Thiere.

Einen abgesetzten Daumen hat kein Thier der Nordhemisphäre. Zwei unter einer gemeinschaftlichen Zehenscheide begriffne aneinandergewachsne Zehen der Hinterfüße sind mehreren Neuholländischen und zwei oder drei Thieren des angrenzenden Ost-Indiens eigenthümlich, *Halmaturus*, *Hypsiprymnus*, *Balantia*, *Phalangista*, *Thylacis*.

Die Nordhemisphäre besitzt kein Thier mit mehr als zwei auftretenden Hufen, bei *Sus* ist der Uebergang dazu. Das Gebären unausgebildeter, Embryonen ähnlicher Jungen und Aufsäugen derselben in einem besondern Beutel des Unterbauchs, der die Säugwarzen einschließt, und nach Willkühr der Mutter geöffnet und verschlossen werden kann, ist eine nur an Neuholländischen, einigen nahen Ost-Indischen und an Süd-Amerikanischen Thieren vorkommende Erscheinung, die man im übrigen Asia, in Afrika und in der Nordhemisphäre vergebens sucht.

Der Winterschlaf ist nur an Säugthieren der nördlichen Hemisphäre wahrgenommen, aber ein Erstarren bei kalten Tagen ist von den Fledermäusen in Paraguay beobachtet *).

Backentaschen haben unter dem heißen Himmelsstriche in der alten Welt die meisten Affen; in Süd-Amerika *Coelogenys*; in gemäßigten Nordländern *Cricetus*, *Tamias*, *Arctomys Citillus* und *guttatus*; in Neuholland *Ornithorhynchus*.

Vergleicht man die vorkommenden Bildungen der Säugthiere nach ihrer Nahrung, so sieht man, daß diejenigen, welche sich fast ausschließlich vom Raube rothblütiger Thiere nähren, weit weniger in ihrer Gestalt vermannichfalt sind, als diejenigen Säugthiere, die nur vom Gewächsreiche ihren Unterhalt nehmen, oder mit vegetabilischer Kost Insekten und Würme als Speise verbinden. Der von Früchten lebenden Quadrumanen ist eine große Bildungsverschiedenheit, eben so der von Gras, Blättern, Wurzeln, Rinde und Saamen lebenden Gattungen, wie die Ordnungen *Salientia*, *Premsiculantia*, *Multungula*, *Bisulca*, *Tardigrada* zeigen. Insekten- und Wurm-fressend sind hauptsächlich *Prosimii*, *Macrotarsi*, die *Chiroptera*, *Fodientia*, *Reptilia*. Zu Polyphagen kann man rechnen: *Marsupialia*, mehrere *Premsiculantia* mit einfachen Backenzähnen, *Subterranea*, *Plantigrada*. Eigentliche fleischfressende Raubthiere sind nur die beiden Familien *Sanguinaria* und *Gracilia*.

Aehnlicher Bemerkungen ließen sich gewiß noch viele machen und vielleicht in einen Zusammenhang mit der Bildung und den Produkten jedes Landes verknüpfen **). So erklärt Péron den Mangel der Affenartigen Thiere in Neuholland aus der auffallenden Dürftigkeit dieses Erdtheils an Baumfrüchten, von denen diese Thiere sich nähren; die tropischen Erdstriche in Asien, Afrika und Amerika sind mit den mannichfaltigsten Früchten überfüllt, und in ihnen wimmelt es von Quadrumanen. Ein Ameisenfresser von der Größe eines Hundes würde in unsern Gegenden verhungern; Süd-Amerika ernährt mit seinen unzähligen Haufen von Termiten und

*) Azara *Quadrupèdes du Paraguay II. p. 266.*

***) Eine physiologisch durchgeführte, aber freilich jetzt noch unmögliche, Vergleichung der Thiere nach den Erdtheilen würde ein ganz vorzügliches Interesse gewähren.

Ameisen *) an 16 zahlreiche Arten von Säugthieren aus den Gattungen *Myrmecophaga*, *Dasytus* und *Syncryptus*, unter denen ein Thier von der Leibestärke eines Rindes vorkommt.

Bei Thieren von einer solchen Beschaffenheit, wie *Bradypus*, *Dasytus*, *Myrmecophaga*, *Ornithorhynchus* wird man es unbedenklich zugestehen, daß sie dem Lande, wo man sie findet, ursprünglich angehören; auch die lebhafteste Einbildungskraft kann sie nicht aus andern Gegenden nach den Wohnplätzen hinführen, die sie jetzt einnehmen. Warum will man nicht auch von andern Thieren, die weniger unbehülflich, weniger in einen engen Kreis ihrer Bedürfnisse gespannt, weniger vom Himmelsstriche abhängig sind, dasselbe gelten lassen? Wir wissen aus den zahlreichen Schattirungen des Menschen und des Hundes, daß allerdings bedeutende Veränderungen mit den Thierarten vorgehn können, und die Naturbeschreibung verliert alle sichere Grundlage, wenn sie es sich nicht zum Gesetze macht, alle Arten nach dem, was die Naturgeschichte über ihre Abstammung und Ausartung lehrt, zu behandeln **). Aber es sind bis jetzt nur noch wenige sichere Thatsachen vorhanden, auf welche die Naturgeschichte bauen kann. Der nächste Weg, dazu zu gelangen, scheint eine sorgfältige Vergleichung der Hausthiere, wie sie sich in jedem Lande zeigen, aber verbunden mit der genauen und vorurtheilsfreien Nachforschung über ihren Ursprung. Eine solche ausführliche Vergleichung der bei ihnen durch Klima, aber auch durch Nahrung und durch den Menschen hervorgebrachten Veränderung wird erklären, was das Klima über jede Thierart vermochte, und wird vielleicht eine weitere Anwendung auf manche wilde Thiere erlauben. Daß nicht alle Thiere sich ändern, wenn sie auch die verschiedensten Himmelsstriche bewohnen, zeigen der Bär, die Ratten, Mäuse, der Kuckuk, mehrere *Lanius* u. a. m. Nur zu häufig ist der Ausdruck Klima für eine allgewaltige und dunkle Kraft gebraucht, der man eine Menge von Wirkungen, Aenderungen und Verwandlungen auf die Thiere beimafst, die zum Theil ihren einzigen Grund in der oberflächlichen Kenntniß dieser Thiere hatten. Es ist weit gerathener, alle Thiere in ihrem ursprünglich wilden Zustande als wirklich verschiedene Arten anzunehmen, bei denen man Unterschiede der Größe, Bildung, Bedeckung, Zeichnung, Lebensart und

*) Azara *Quadr. du Paraguay. I. p. 92.*

***) Illigers *Versuch einer systematischen Terminologie. S. XXVII u. f.*

Fortpflanzungsweise wahrnimmt, die man bei genau erforschten und nebeneinanderwohnenden Arten derselben oder einer ähnlichen Gattung als spezifische Unterschiede gelten läßt. Wenn Thiere entlegener Erdstriche eine sehr große Aehnlichkeit miteinander haben, so folgt daraus noch gar nicht ihre gemeinschaftliche Abstammung. Es gibt viele Gattungen, in denen die Arten gleichsam nur die Variationen eines Thema scheinen, und ihre Aehnlichkeit äußert sich selbst in der Farbe und feinen Zügen der Zeichnung. Ich erinnere nur an die Gattungen *Caprimulgus*, *Strix*, *Falco*, *Alauda* und viele andre, die im tiefen Norden eben ein solches Kleid tragen, wie im entgegengesetzten Süden, in der Kälte der Polnähe, wie unter dem glühenden Strahl des Äequators. Die nebeneinanderwohnenden und streng abgesonderten Arten erkennt man nur an feinen Verschiedenheiten. Eine genaue Nachforschung entdeckt unter dem ähnlichen Kleide oft sehr auffallende Abweichungen in wesentlichen Theilen der innern, wie der äussern Bildung. Wie behutsam muß man daher nicht bei den Urtheilen über die Einerleiheit der Arten verfahren, da sie zu oft nur aus den oberflächsten Beschreibungen gefolgert werden können. Eine ähnliche Lebensweise kann eben so wenig ein solches Urtheil begründen, da ähnliche Einrichtungen des Körperbau's auch übereinstimmende Resultate der Lebensart geben können, obgleich nicht zu läugnen ist, daß die ähnlichsten Thiere oft die auffallendsten Verschiedenheiten darin zeigen.

Mit einem von Vorurtheilen und Hypothesen nicht befangnen Sinne soll der Forscher die Natur beobachten, damit er demjenigen, der die gegebenen Thatfachen in Zusammenhang mit andern Erscheinungen zu bringen sucht, auch sichere Angaben überliefere.

	Ordnungen.	Anzahl der Familien.	Anzahl der Gattungen.	Anzahl der Arten.	EUROPA.			AFRIKA.			ASIEN.			AUSTRALIEN.			ALTE WELT.		AMERIKA.			Zweifelhaftes Vaterland.	
					überhaupt.	aus-schließlich.	mit andern Welttheilen.	überhaupt.	aus-schließlich.	mit andern Welttheilen.	überhaupt.	aus-schließlich.	mit andern Welttheilen.	überhaupt.	aus-schließlich.	mit andern Welttheilen.	aus-schließlich.	mit Amerika.	überhaupt.	aus-schließlich.	mit andern Welttheilen.		
I	<i>Erecta</i>	1	1	1	1	—	1	1	—	1	1	—	1	—	1	—	1	1	—	1	—	1	—
II	<i>Pollicata</i>	5	26	179	—	—	—	59	53	6	42	36	6	19	19	—	126	—	55	55	—	2	
III	<i>Salientia</i>	1	2	8	—	—	—	—	—	—	1	1	—	7	7	—	8	—	—	—	—	—	
IV	<i>Prensiculantia</i>	8	25	168	34	6	28	29	22	7	74	43	31	5	2	3	98	6	67	67	6	1	
V	<i>Multungula</i>	6	7	16 † 1 ?	1	—	1	8	6	2	6 † 1 ?	4 † 1 ?	2	1	—	1	12 † 1	—	4	4	—	—	
VI	<i>Solidungula</i>	1	1	6 † 1 ?	1	—	1	4	3	1	3	1	2	—	—	—	6	—	1 ?	1 ?	—	—	
VII	<i>Bisulca</i>	4	8	93	12	1	11	37	31	6	39	25	14	1	—	1	71	2	21	19	2	2	
VIII	<i>Tardigrada</i>	1	2	4	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—	3	3	—	—	
IX	<i>Effodientia</i>	2	5	24	—	—	—	2	2	—	4	4	—	—	—	—	6	—	18	18	—	—	
X	<i>Reptantia</i>	1	3	5	—	—	—	—	—	—	1	1	—	4	4	—	5	—	—	—	—	—	
XI	<i>Volitantia</i>	2	10	56	11	5	6	7	5	2	16	10	6	4	2	2	29	—	26	26	—	1	
XII	<i>Falculata</i>	4	24	193	32	8	24	48	36	12	67	34	33	1	1	—	101	15	90	75	15	1	
XIII	<i>Pinnipedia</i>	1	2	29	12	5	7	2	—	2	10	3	7	7	2	5	13	10	15	5	10	1	
XIV	<i>Notantia</i>	2	9	47	29	10	19	7	1	6	18	4	14	12	3	9	21	19	26	7	19	—	
	<i>in Allem</i>	39	125	829 † 2	133	35	98	204	159	45	283 † 1 ?	167 † 1 ?	116	62	40	22	497 † 1	53	326 † 1 ?	273 † 1 ?	53	8	
	Familien.																						
I	1	<i>Erecta</i>	—	1																			
II	2	<i>Quadrumana</i>	—	12	115	—	—	—	42	37	5	31	26	5	—	—	—	79	—	36	36	—	
	3	<i>Prosimice</i>	—	3	17	—	—	—	13	12	1	5	4	1	—	—	—	17	—	—	—	—	

Ordnung.	Familien.	Anzahl der Gattungen.	Anzahl der Arten.	EUROPA.			AFRIKA.			ASIEN.			AUSTRALIEN.			ALTE WELT.		AMERIKA.			Zweifelhaftes Vaterland.	
				überhaupt.	aus-schließ-lich.	mit andern Welt-theilen.	überhaupt.	aus-schließ-lich.	mit andern Welt-theilen.	überhaupt.	aus-schließ-lich.	mit andern Welt-theilen.	überhaupt.	aus-schließ-lich.	mit andern Welt-theilen.	aus-schließ-lich.	mit Ame-rika.	überhaupt.	aus-schließ-lich.	mit andern Welt-theilen.		
(II)	4	<i>Macrotarsi</i>	2	7	—	—	—	3	3	—	4	4	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—
	5	<i>Leptodactyla</i>	1	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
	6	<i>Marsupialia</i>	8	39	—	—	—	—	—	—	1 + 1?	1 + 1?	—	19	19	—	21	—	18	18.	—	—
																			† 1?	† 1?	—	—
III	7	<i>Salientia</i>	2	8	—	—	—	—	—	—	1	1	—	7	7	—	8	—	—	—	—	—
IV	8	<i>Macropoda</i>	3	14	2	—	2	6	4	2	8	4	4	—	—	—	12	—	2	2	—	—
	9	<i>Agilia</i>	4	41	7	2	5	6	5	1	18	12	6	—	—	—	25	1	16	15	1	1
	10	<i>Murina</i>	5	50	14	2	12	10	8	2	27	15	12	3	—	3	32	3	18	15	3	—
	11	<i>Cunicularia</i>	3	20	8	2	6	1	1	—	12	6	6	—	—	—	14	1	6	5	1	—
	12	<i>Palmipeda</i>	2	5	1	—	1	—	—	—	1	—	1	2	2	—	2	1	2	1	1	—
	13	<i>Aculeata</i>	2	14	1	—	1	1	—	1	3	2	1	—	—	—	3	—	11	11	—	—
	14	<i>Duplicidentata</i>	2	14	3	1	2	5	4	1	6	4	2	—	—	—	10	1	4	3	1	—
	15	<i>Sub-ungulata</i>	4	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	8	—	—
V	16	<i>Lamunguia</i>	2	3	—	—	—	2	1	1	1	—	1	—	—	—	2	—	1	1	—	—
	17	<i>Proboscidea</i>	1	2	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
	18	<i>Nasicornia</i>	1	3	—	—	—	1	1	—	2	2	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—
	19	<i>Obesa</i>	1	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
	20	<i>Nasuta</i>	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
	21	<i>Setigra</i>	1	6	1	—	1	3	2	1	2	1	1	1	—	1	4	—	2	2	—	—

Ord- nung.	Fa- milie	Gattung.	Anzahl der Arten.	EUROPA			AFRIKA			ASIEN			AUSTRALIEN			ALTE WELT		AMERIKA			Zweifel- haftes Water- land.			
				über- haupt	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	über- haupt	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	über- haupt	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	über- haupt	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	aus- schließ- lich	mit Ame- rika	über- haupt	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen				
(II)	0.	<i>Marsupialia</i>																						
		20. <i>Didelphys</i>	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		21. <i>Chironectes</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		22. <i>Thylacis</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	2	—	—	—	—	—		
		23. <i>Dasyurus</i>	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	6	—	—	6	—	—	—	—	—		
		24. <i>Amblotis</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—		
		25. <i>Balantia</i>	5	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—		
		26. <i>Phalungista</i>	6	—	—	—	—	—	—	—	1?	1?	—	—	—	—	5? 1	—	—	—	—	—	1?	
27. <i>Phuscolomys</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—			
III Solentia	7.	<i>Salientia</i>																						
		28. <i>Hypsiprymnus</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—		
		29. <i>Halmaturus</i>	7	—	—	—	—	—	—	1	1	—	6	6	—	—	7	—	—	—	—	—		
IV Pinnipedia	3.	<i>Macropoda</i>																						
		30. <i>Dipus</i>	8	2	—	2	3	2	1	5	2	3	—	—	—	—	7	—	—	1	1	—	—	
		31. <i>Pedetes</i>	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	
		32. <i>Meriones</i>	5	—	—	—	2	1	1	3	2	1	—	—	—	—	4	—	—	1	1	—	—	
		9.	<i>Agilia</i>																					
			33. <i>Myoxus</i>	5	4	2	2	—	—	—	2	—	2	—	—	—	—	4	—	—	1	1	—	—
			34. <i>Tamias</i>	2	1	—	1	1	1	—	1	—	1	—	—	—	—	1	1	—	1	—	1	—
			35. <i>Sciurus</i>	27	1	—	1	5	4	1	11	9	2	—	—	—	—	15	—	—	12	12	—	—
			36. <i>Pteromys</i>	7	1	—	1	—	—	—	4	3	1	—	—	—	—	5	—	—	2	2	—	1
		10.	<i>Murina</i>																					
37. <i>Arctomys</i>	9		5	1	4	1	1	—	5	1	4	—	—	—	—	4	1	—	5	4	1	—		
	38. <i>Mus</i>	32	7	1	6	8	6	2	15	9	6	3	—	3	—	20	2	—	12	10	2	—		

Ord- nung.	Fam- ilie.	Gattung.	Anzahl der Arten.	EUROPA.			AFRIKA.			ASIEN.			AUSTRALIEN.			ALTE WELT.		AMERIKA.			Zwei- felhaf- tes Va- terland.	
				über- haupt.	aus- schließ- lich.	mit andern Welt- theilen.	über- haupt.	aus- schließ- lich.	mit andern Welt- theilen.	über- haupt.	aus- schließ- lich.	mit andern Welt- theilen.	über- haupt.	aus- schließ- lich.	mit andern Welt- theilen.	aus- schließ- lich.	mit Ameri- ka.	über- haupt.	aus- schließ- lich.	mit andern Welt- theilen.		
IV	10	<i>Murina</i>																				
		39. <i>Cricetus</i>	7	1	—	1	—	—	—	6	5	1	—	—	—	6	—	1	1	—	—	—
		40. <i>Spalax</i>	1	1	—	1	—	—	—	1	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
		41. <i>Bathyergus</i>	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
	11	<i>Cunicularia</i>																				
		42. <i>Georchilus</i>	4	1	—	1	1	1	—	2	1	1	—	—	—	3	—	1	1	—	—	—
		43. <i>Hypudaeus</i>	10	7	2	5	—	—	—	10	5	5	—	—	—	11	1	4	3	1	—	—
		44. <i>Fiber</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
	12	<i>Palmipeda</i>																				
		45. <i>Hydromys</i>	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	2	—	1	1	—	—	—
		46. <i>Castor</i>	2	1	—	1	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	1	2	1	1	—	—
	13	<i>Aculicota</i>																				
		47. <i>Hystrix</i>	11	1	—	1	1	—	1	3	2	1	—	—	—	3	—	8	8	—	—	—
		48. <i>Loncheros</i>	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	—	—	—	
	14	<i>Duplicidentata</i>																				
		49. <i>Ipus</i>	11	3	1	2	5	4	1	3	1	2	—	—	—	7	1	4	3	1	—	—
		50. <i>Lagomys</i>	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	15	<i>Sub-ungulata</i>																				
		51. <i>Coelogenys</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—
		52. <i>Dasyprocta</i>	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4	—	—	—
		53. <i>Cavia</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
		54. <i>Hydrochoerus</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
V <i>Molesta</i>	10	<i>Tamunguia</i>																				
		55. <i>Lipura</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
		56. <i>Hyrax</i>	2	—	—	—	2	1	1	1	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
	17	<i>Proboscidea</i>																				
		57. <i>Elephas</i>	2	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	

Ord- nung.		Familie.	Anzahl der Gattun- gen.	Anzahl der Arten.	EUROPA			AFRIKA			ASIEN			AUSTRALIEN			ALTE WELT		AMERIKA			Zweifel- haftes Vater- land.
					über- haupt	aus- schliefs- lich	mit andern Welt- theilen	über- haupt	aus- schliefs- lich	mit andern Welt- theilen	über- haupt	aus- schliefs- lich	mit andern Welt- theilen	über- haupt	aus- schliefs- lich	mit andern Welt- theilen	aus- schliefs- lich	mit Ame- rika	über- haupt	aus- schliefs- lich	mit andern Welt- theilen	
VI	22	<i>Solidungula</i>	1	6	1	—	1	4	3	1	3	1	2	—	—	—	6	—	—	—	—	
VII	23	<i>Tylopora</i>	2	7	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—	2	—	5	5	—	
—	24	<i>Deveza</i>	1	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	
—	25	<i>Capreoli</i>	2	33	6	1	5	2	1	1	15	10	5	1	—	1	21	2	12	10	2	
—	26	<i>Vaginicornia</i>	3	57	6	—	6	34	29	5	22	14	8	—	—	—	53	—	4	4	—	
VIII	27	<i>Tardigrada</i>	2	4	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—	3	3	—	
IX	28	<i>Cingulata</i>	2	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	14	—	
—	29	<i>Vermilinguia</i>	3	10	—	—	—	2	2	—	4	4	—	—	—	—	6	—	4	4	—	
X	30	<i>Reptantia</i>	3	5	—	—	—	—	—	—	1	1	—	4	4	—	5	—	—	—	—	
XI	31	<i>Dermoptera</i>	1	3	—	—	—	3	3	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	
—	32	<i>Chiroptera</i>	9	53	11	5	6	8	5	3	13	7	6	4	2	2	27	—	26	26	—	
XII	33	<i>Subterranea</i>	8	34	8	4	4	10	9	1	12	7	5	—	—	—	23 +1?	2	10 +1?	8 +1?	2	
—	34	<i>Plantigrada</i>	6	31	5	—	5	2	1	1	7	1	6	—	—	—	5	3	26	23	3	
—	35	<i>Sanguinaria</i>	6	79	10	—	10	25 +1?	16 +1?	9	32	16	16	—	—	—	45	6	32	26	6	
—	36	<i>Gracilia</i>	4	49	10	3	7	11	9	2	19	10	9	—	—	—	26	5	22	17	5	
XIII	37	<i>Pinnipedia</i>	2	29	12	5	7	2	—	2	10	3	7	8	2	6	11	12	17	5	12	
XIV	38	<i>Sirenia</i>	3	7	—	—	—	2	1	1	4	1	3	2	—	2	4	1	3	2	1	
—	39	<i>Cete</i>	6	40	29	10	19	5	—	5	14	3	11	10	3	7	17	18	23	15	18	

Ord- nung.	Fa- milie	Gattung.	Anzahl der Arten	EUROPA			AFRIKA			ASIEN			AUSTRALIEN			ALTE WELT		AMERIKA			Zweifel- haftes Vater- land
				über haupt	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	über- haupt	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	über- haupt	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	über- haupt	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	aus- schließ- lich	mit Ame- rika	über- haupt	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	
I.		<i>Erecta</i>																			
		1. <i>Homo</i>																			
II.		<i>Quadrumana</i>																			
		2. <i>Simia</i>	3	—	—	—	1	1	—	2	2	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—
		3. <i>Hylobates</i>	4	—	—	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
		4. <i>Lasiopyga</i>	4	—	—	—	3	3	—	1	1	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
		5. <i>Cercopithecus</i>	30	—	—	—	14	12	2	15	13	2	—	—	—	30	—	—	—	—	—
		6. <i>Cynocephalus</i>	36	—	—	—	22	19	3	9	6	3	—	—	—	36	—	—	—	—	—
		7. <i>Colobus</i>	2	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
		8. <i>Ateles</i>	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5	—	—
		9. <i>Mycetes</i>	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	—	—
		10. <i>Pithecia</i>	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	7	—	—
		11. <i>Aotus</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
		12. <i>Callithrix</i>	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	13	—	—
		13. <i>Hapale</i>	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	7	—	—
		3. <i>Prosimii</i>																			
		14. <i>Lichanotus</i>	2	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
		15. <i>Lemur</i>	10	—	—	—	10	9	1	1	—	1	—	—	—	10	—	—	—	—	—
		16. <i>Stenops</i>	5	—	—	—	1	1	—	4	4	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—
		4. <i>Macrotaresi</i>																			
		17. <i>Tarsiüs</i>	4	—	—	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
		18. <i>Otolocna</i>	3	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	1
		5. <i>Leptodactyla</i>																			
		19. <i>Chironys</i>	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—

Ord- nung-	Fa- milie	Gattung.	Anzahl der Arten	EUROPA			AFRIKA			ASIEN			AUSTRALIEN			ALTE WELT		AMERIKA			Zweifel haftes Vater- land
				über- haupt	aus- schlie- ßlich	mit andern Welt- theilen	über- haupt	aus- schlie- ßlich	mit andern Welt- theilen	über- haupt	aus- schlie- ßlich	mit andern Welt- theilen	über- haupt	aus- schlie- ßlich	mit andern Welt- theilen	aus- schlie- ßlich	mit Ameri- ka	über- haupt	aus- schlie- ßlich	mit andern Welt- theilen	
(V)	18	<i>Nasicornia</i> 58. <i>Rhinoceros</i>	3	—	—	—	1	1	—	2	2	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—
	19	<i>Obesa</i> 59. <i>Hippopotamus</i>	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
			? <i>Suchoteiro</i> ?	1?	—	—	—	—	—	—	1?	1?	—	—	—	—	1?	—	—	—	—
	20	<i>Nasuta</i> 60. <i>Tapirus</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
	21	<i>Setigera</i> 61. <i>Sus</i>	6	1	—	1	3	2	1	2	1	1	1	—	1	4	—	2	2	—	—
VI Säuget.	22	<i>Solidungula</i> 62. <i>Equus</i>	6	1	—	1	4	3	1	3	1	2	—	—	—	6	—	—	—	—	—
		? <i>Equus bisulcus</i> ?	1?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1?	1?	—	—
VII Säuget.	23	<i>Tylopoda</i> 63. <i>Camelus</i>	2	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
		64. <i>Auchenia</i>	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5	—	—
	24	<i>Deveza</i> 65. <i>Camelopardalis</i>	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
	25	<i>Capreoli</i> 66. <i>Cervus</i>	28	6	1	5	2	1	1	10	5	5	1	—	1	16	2	12	10	2	1
		67. <i>Moschus</i>	5	—	—	—	—	—	—	5	5	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—
	26	<i>Cavicornia</i> 68. <i>Antilope</i>	36	2	—	2	28	25	3	11	6	5	—	—	—	36	—	—	—	—	—
		69. <i>Capra</i>	10	3	—	3	4	2	2	4	2	2	—	—	—	8	—	2	2	—	1
		70. <i>Bos</i>	11	1	—	1	2	2	—	7	6	1	—	—	—	9	—	2	2	—	—
VIII T. Säuget.	27	<i>Tardigrada</i> 71. <i>Bradypus</i>	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	—	—
		72. <i>Prochillus</i>	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
IX Säuget.	28	<i>Cingulata</i> 73. <i>Tolypeutes</i>	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	—	—
		74. <i>Dasybus</i>	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	11	—	—

Ordnung.	Familie.	Gattung.	Anzahl der Arten.	EUROPA.			AFRIKA.			ASIEN.			AUSTRALIEN.			ALTE WELT.		AMERIKA.			Zweifelhafte Vaterland.
				überhaupt.	aus-schließlich.	mit andern Welttheilen.	überhaupt.	aus-schließlich.	mit andern Welttheilen.	überhaupt.	aus-schließlich.	mit andern Welttheilen.	überhaupt.	aus-schließlich.	mit andern Welttheilen.	aus-schließlich.	mit Amerika.	überhaupt.	aus-schließlich.	mit andern Welttheilen.	
(IX)	29	<i>Vermilinguia</i> 75. <i>Orycioporus</i>	2	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
		76. <i>Myrmecophaga</i>	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4	—	—
		77. <i>Manis</i>	4	—	—	—	1	1	—	3	3	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
X <i>Reptilien.</i>	30	<i>Reptantia</i> 78. <i>Tachyglossus</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	2	—	—	—	—	—
		79. <i>Ornithorhynchus</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	2	—	—	—	—	—
		?80. <i>Pamphractus?</i>	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
XI <i>Vögel.</i>	31	<i>Dermoptera</i> 81. <i>Galeopithecus</i>	3	—	—	—	—	—	—	3	3	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—
	32	<i>Chiroptera</i> 82. <i>Pteropus</i>	3	—	—	—	2	1	1	1	—	1	1	—	1	3	—	—	—	—	1
		83. <i>Harpia</i>	2	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
		84. <i>Vespertilio</i>	21	9	4	5	4	2	2	6	2	4	3	2	1	15	—	6	6	—	—
		85. <i>Nycteris</i>	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
		86. <i>Rhinolophus</i>	4	2	1	1	—	—	—	3	2	1	—	—	—	4	—	—	—	—	—
		87. <i>Phyllostomus</i>	10	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—	—	2	—	8	8	—	—
		88. <i>Noctilio</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—
		89. <i>Saccopteryx</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
		90. <i>Dysopes</i>	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	9	—	—
XII <i>Fahrl.</i>	33	<i>Subterranea</i> 91. <i>Erinaceus</i>	5	1	1	—	1	1	—	2	2	—	—	—	—	4	—	1	1	—	—
		92. <i>Centetes</i>	4	—	—	—	4	4	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
		93. <i>Sorex</i>	16	5	3	2	3	3	—	8	5	3	—	—	—	12	2	4	2	2	—

Ord- nung.	Fa- milie	Gattung.	Anzahl der Arten.	EUROPA			AFRIKA			ASIEN			AUSTRALIEN			ALTE WELT		AMERIKA			Zweifel- haftes Vater- land.
				über- haupt	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	über- haupt	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	über- haupt	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	über- haupt	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	aus- schließ- lich	mit Ame- rika	über- haupt	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	
(XII)	(33)	<i>Subterranea</i>																			
		94. <i>Mygale</i>	1	1	—	1	—	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
		95. <i>Condylura</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—
		96. <i>Chrysochloris</i>	2	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1+1?	—	1?	1?	—	—	—
		97. <i>Scalops</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
		98. <i>Talpa</i>	3	1	—	1	1	—	1	1	—	1	—	—	1	—	2	2	—	—	—
	34	<i>Plantigrada</i>																			
		99. <i>Cercoleptes</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—
		100. <i>Nasua</i>	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	9	—	—	—
		101. <i>Procyon</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—
		102. <i>Gulo</i>	8	1	—	1	1	1	—	1	—	1	—	—	2	—	6	6	—	—	—
		103. <i>Meles</i>	5	1	—	1	—	—	—	2	1	1	—	—	2	—	3	3	—	—	—
		104. <i>Ursus</i>	5	3	—	3	1	—	1	4	—	4	—	—	1	3	4	1	3	—	—
	35	<i>Rapaces</i>																			
		105. <i>Megalotis</i>	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
		106. <i>Canis</i>	28	6	—	6	6	3	3	10	3	7	1	1	—	10	5	18	13	5	1
		107. <i>Hyaena</i>	4	—	—	—	3+1?	2+1?	1	1	—	1	—	—	4	—	—	—	—	—	1
		108. <i>Felis</i>	37	3	—	3	9	6	3	16	10	6	—	—	21	1	14	13	1	2	—
		109. <i>Viverra</i>	7	1	—	1	4	2	2	5	3	2	—	—	7	—	—	—	—	—	—
		110. <i>Ryzaena</i>	2	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
	36	<i>Gracilia</i>																			
		111. <i>Herpestes</i>	8	—	—	—	5	5	—	3	3	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
		112. <i>Mephitis</i>	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5	—	—	—

Ord- nung.	Fa- mi- lie.	Gattung.	Anzahl der Arten.	EUROPA.			AFRIKA.			ASIEN.			AUSTRALIEN.			ALTE WELT.		AMERIKA.			Zwei- fel- haftes Vater- land.
				über- haupt.	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	über- haupt.	aus- schließ- lich.	mit andern Welt- theilen.	über- haupt.	aus- schließ- lich.	mit andern Welt- theilen.	über- haupt.	aus- schließ- lich.	mit andern Welt- theilen.	aus- schließ- lich.	mit Ame- rika.	über- haupt.	aus- schließ- lich.	mit andern Welt- theilen.	
(XII)	36	<i>Gracilla</i> 113. <i>Mustela</i>	23	8	3	5	4	3	1	12	6	6	—	—	—	14	4	8	4	4	1
		114. <i>Lutra</i>	13	2	—	2	2	1	1	4	1	3	—	—	—	4	1	9	8	1	—
XIII <i>Pinnipeda.</i>	37	<i>Pinnipedia</i> 115. <i>Phoca</i>	27	11	5	6	2	—	2	8	3	5	8	2	6	11	10	15	5	10	1
		116. <i>Trichechus</i>	2	1	—	1	—	—	—	2	—	2	—	—	—	—	2	2	—	2	—
XI <i>Namnia.</i>	38	<i>Sirenia</i> 117. <i>Manatus</i>	5	—	—	—	1	1	—	2	1	1	1	—	1	3	—	2	2	—	—
		118. <i>Halicore</i>	1	—	—	—	1	—	1	1	—	1	1	—	1	1	—	—	—	—	—
		119. <i>Rytina</i>	1	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	1	1	—	1	—
	39	<i>Cete</i> 120. <i>Balaena</i>	9	6	—	6	—	—	—	3	—	3	4	1	3	1	6	8	2	6	—
		122. <i>Monodon</i>	3	3	—	3	—	—	—	3	—	3	—	—	—	—	3	3	—	3	—
		122. <i>Ancylodon</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
		123. <i>Physeter</i>	8	7	3	4	1	—	1	1	—	1	1	—	1	4	3	4	1	3	—
		124. <i>Delphinus</i>	17	11	5	6	4	—	4	7	3	4	5	2	3	10	6	7	1	6	—
		125. <i>Hyperodon</i>	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—

III. Nördliche Erdtheile

Ord- nung.	Fa- milie.	Ordnung, Familie, Gattung.	Anzahl der Arten über- haupt.	EUROPA			NORD-ASIEN			NORD-AMERIKA		
				aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	aus- schließ- lich	mit Süd- Asien	mit andern Welt- theilen	aus- schließ- lich	mit Süd- Ame- rika	mit andern Welt- theilen	
II.	—	<i>POLLICATA</i>	1	—	—	—	—	—	—	1	—	
	6	<i>Marsupialia</i>	1	—	—	—	—	—	—	1	—	
		19. <i>Didelphys</i>	1	—	—	—	—	—	—	1	—	
IV.	—	<i>PRENSICULANTIA</i>	73	7	23	20	11	27	19	—	7	
	8	<i>Macropoda</i>	8	—	2	2	3	3	2	—	—	
		30. <i>Dipus</i>	5	—	2	2	1	2	1	—	—	
		32. <i>Meriones</i>	3	—	—	—	2	1	1	—	—	
	9	<i>Agilia</i>	14	2	5	—	1	5	7	—	1	
		33. <i>Myoxus</i>	4	2	2	—	—	2	—	—	—	
		34. <i>Tamias</i>	1	—	1	—	—	1	—	—	1	
		35. <i>Sciurus</i>	6	—	1	—	1	1	5	—	—	
		36. <i>Pteromys</i>	3	—	1	—	1	—	2	—	—	
	10	<i>Murina</i>	29	2	11	9	5	10	6	—	3	
		37. <i>Arctomys</i>	7	1	3	—	1	3	2	—	1	
		38. <i>Mus</i>	14	1	6	4	3	5	3	—	2	
		39. <i>Cricetus</i>	7	—	1	5	—	1	1	—	—	
		40. <i>Spalax</i>	1	—	1	—	1	1	—	—	—	
	11	<i>Gunicularia</i>	16	2	6	6	—	5	2	—	1	
		42. <i>Georchus</i>	3	—	1	1	—	1	1	—	—	
		43. <i>Hypudaeus</i>	12	2	5	5	—	4	—	—	1	
		44. <i>Fiber</i>	1	—	—	—	—	—	1	—	—	
	12	<i>Palmipeda</i>	1	—	1	—	—	1	—	—	1	
		46. <i>Castor</i>	1	—	1	—	—	1	—	—	1	
	13	<i>Aculeata</i>	2	—	1	—	1	1	1	—	—	
		47. <i>Hystrix</i>	2	—	1	—	1	1	1	—	—	
	14	<i>Duplicidentata</i>	8	1	2	3	2	2	1	—	1	
		49. <i>Lepus</i>	5	1	2	—	2	2	1	—	1	
		50. <i>Lagomys</i>	3	—	—	3	—	—	—	—	—	
V.	—	<i>MULTUNGULA</i>	2	—	1	—	1	1	1	—	—	
	16	<i>Lamnunguia</i>	1	—	—	—	—	—	1	—	—	
		55. <i>Lipura</i>	1	—	—	—	—	—	1	—	—	
	21	<i>Setigera</i>	1	—	1	—	1	1	—	—	—	
		61. <i>Sus</i>	1	—	1	—	1	1	—	—	—	
VI.	22	<i>SOLIDUNGULA</i>	3	—	1	—	3	2	—	—	—	
		62. <i>Equus</i>	3	—	1	—	3	2	—	—	—	
VII.	—	<i>BISULCA</i>	27	1	11	3	11	10	8	—	1	
	23	<i>Tylopoda</i>	1	—	—	—	1	—	—	—	—	
		63. <i>Camelus</i>	1	—	—	—	1	—	—	—	—	
	25	<i>Capreoli</i>	11	1	5	—	5	5	4	—	1	
		66. <i>Cervus</i>	10	1	5	—	4	5	4	—	1	
		67. <i>Moschus</i>	1	—	—	—	1	—	—	—	—	

Ord- nung.	Fa- milie.	Ordnung, Familie, Gattung.	Anzahl der Arten.	EUROPA		NORD-ASIEN			NORD-AMERIKA		
				aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	aus- schließ- lich	mit Süd- Asien	mit andern Welt- theilen	aus- schließ- lich	mit Süd- Ame- rika	mit andern Welt- theilen
VII.	26	<i>Cavicornia</i>	15	—	6	3	5	5	4	—	—
		68. <i>Antilope</i>	4	—	2	—	2	2	—	—	—
		69. <i>Capra</i>	7	—	3	2	1	2	2	—	—
		70. <i>Bos</i>	4	—	1	1	2	1	2	—	—
XI.		<i>VOLITANTIA</i>		5	6	—	—	6	1	3	—
	32	<i>Chiroptera</i>	15	5	6	—	—	6	1	3	—
		84. <i>Vespertilio</i>	11	4	5	—	—	5	1	1	—
		86. <i>Rhinolophus</i>	2	1	1	—	—	1	—	—	—
		90. <i>Dysopes?</i>	2	—	—	—	—	—	—	2	—
XII.		<i>FALCULATA</i>	71	7	26	7	7	30	23	7	13
	33	<i>Subterranea</i>	17	4	4	3	—	5	5	—	—
		91. <i>Erinaceus</i>	2	1	—	1	—	—	—	—	—
		93. <i>Sorex</i>	8	3	2	2	—	3	2	—	—
		94. <i>Mygale</i>	1	—	1	—	—	1	—	—	—
		95. <i>Condylura</i>	2	—	—	—	—	—	2	—	—
		97. <i>Scalops</i>	1	—	—	—	—	—	1	—	—
		98. <i>Talpa</i>	3	—	1	—	—	1	—	—	—
	34	<i>Plantigrada</i>	13	—	5	—	2	6	6	2	3
		100. <i>Nasua</i>	1	—	—	—	—	—	1	—	—
		101. <i>Procyon</i>	1	—	—	—	—	—	—	1	—
		102. <i>Gulo</i>	2	—	1	—	—	1	1	—	—
		103. <i>Meles</i>	4	—	1	—	—	1	3	—	—
		104. <i>Ursus</i>	5	—	3	—	2	4	1	1	3
	35	<i>Sanguinaria</i>	22	—	10	3	2	9	5	4	6
		105. <i>Canis</i>	13	—	6	1	1	6	5	1	5
		108. <i>Felis</i>	8	—	3	2	1	3	—	3	1
		109. <i>Viverra</i>	1	—	1	—	—	—	—	—	—
	36	<i>Gracilia</i>	19	3	7	1	3	10	7	1	4
		112. <i>Mephitis</i>	1	—	—	—	—	—	1	1	—
		113. <i>Mustela</i>	12	3	5	1	2	7	2	—	4
		114. <i>Lutra</i>	6	—	2	—	1	3	4	—	—
XIII.	37	<i>PINNIPEDIA</i>	23	5	6	3	—	7	8	5	8
		115. <i>Phoca</i>	21	5	5	3	—	5	8	5	6
		116. <i>Trichechus</i>	2	—	1	—	—	2	—	—	2
XIV.		<i>NATANTIA</i>	34	11	18	1	3	9	4	2	18
	38	<i>Sirenia</i>	2	—	—	1	—	1	—	—	1
		117. <i>Manatus?</i>	1	—	—	1	—	—	—	—	—
		119. <i>Rytina</i>	1	—	—	—	—	1	—	—	1
	39	<i>Cete</i>	32	11	18	—	3	8	4	2	17
		120. <i>Balaena</i>	8	—	6	—	—	4	2	—	6
		121. <i>Monodora</i>	3	1	2	—	—	—	—	—	2
		122. <i>Ancylodora</i>	1	—	—	—	—	—	1	—	—
		123. <i>Physeter</i>	7	3	4	—	—	—	1	—	3
		124. <i>Delphinus</i>	11	5	6	—	3	4	—	2	6
		125. <i>Hyperodon</i>	2	2	—	—	—	—	—	—	—

IV. Tropische und südliche Erdtheile.

Ord- nung.	Fa- mi- lie.	Ordnung, Familie, Gattung.	Anzahl der Arten.	AFRIKA.		SÜD-ASIEN.			AUSTRALIEN.		SÜD-AMERIKA.		
				aus- schliefs- lich.	mit andern Welt- theilen	aus- schliefs- lich.	mit Nord- Asien.	mit andern Welt- theilen	aus- schliefs- lich.	mit andern Welt- theilen	aus- schliefs- lich.	mit Nord- Ameri- ka.	mit andern Welt- theilen
II.		<i>POLLICATA</i>	179	50 + I	6	35 + I	—	6	19	—	51 + 2	I	—
	2	<i>Quadrumana</i>	115	35	5	26	—	5	—	—	34 + 2	—	—
		2. <i>Simia</i>	3	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—
		3. <i>Hylebates</i>	4	3	—	4	—	—	—	—	—	—	—
		4. <i>Lasiopyga</i>	4	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—
		5. <i>Cercopithecus</i>	30	12	2	13	—	2	—	—	—	—	—
		6. <i>Cynocephalus</i>	36	17	3	6	—	3	—	—	—	—	—
		7. <i>Colobus</i>	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		8. <i>Ateles</i>	5	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—
		9. <i>Mycetes</i>	3	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—
		10. <i>Pithecia</i>	7	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—
		11. <i>Aotus</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
		12. <i>Callithrix</i>	13	—	—	—	—	—	—	—	—	11 + 2?	—
		13. <i>Hapale</i>	7	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—
	3	<i>Prosimii</i>	17	12	1	4	—	1	—	—	—	—	—
		14. <i>Lichanotus</i>	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		15. <i>Lemur</i>	10	9	1	—	—	1	—	—	—	—	—
		16. <i>Stenops</i>	5	1	—	4	—	—	—	—	—	—	—
	4	<i>Macrotarsi</i>	7	2 + 1	—	4	—	—	—	—	—	—	—
		17. <i>Tarsius</i>	4	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—
		18. <i>Octoliena</i>	3	2 + 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	<i>Leptodactyla</i>	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		19. <i>Chiromys</i>	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6	<i>Marsupialia</i>	39	—	—	1 + 1 P	—	—	19	—	17	1	—
		20. <i>Didelphys</i>	17	—	—	—	—	—	—	—	16	1	—
		21. <i>Chironectes</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
		22. <i>Thylacis</i>	2	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
		23. <i>Dasyurus</i>	6	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—
		24. <i>Amblyotis</i>	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
		25. <i>Balanista</i>	5	—	—	1	—	—	4	—	—	—	—
		26. <i>Phalangista</i>	6	—	—	1?	—	—	5	—	—	—	—
		27. <i>Phascolomys</i>	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
III.	7	<i>SALIENTIA</i>	8	—	—	1	—	—	7	—	—	—	—
		28. <i>Hypsiprymnus</i>	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
		29. <i>Halmaturus</i>	7	—	—	1	—	—	6	—	—	—	—
IV.		<i>PRENSICULANTIA</i>	96	22	7	19	12	13	2	3	41	1	1
	8	<i>Macropoda</i>	8	4	2	1	3	3	—	—	—	—	—
		30. <i>Dipus</i>	4	2	1	—	1	2	—	—	—	—	—
		31. <i>Pedetes</i>	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		32. <i>Meriones</i>	3	1	1	1	2	1	—	—	—	—	—
	9	<i>Agilia</i>	25	5	1	11	1	2	—	—	8	—	—
		33. <i>Myoxus</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
		34. <i>Tamias</i>	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		35. <i>Sciurus</i>	20	4	1	8	1	2	—	—	7	—	—
		36. <i>Pteromys</i>	3	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—

Ord- nung.	Fa- milie.	Ordnung, Familie, Gattung.	Anzahl der Arten.	AFRIKA.		SÜD-ASIEN.			AUSTRALIEN.		SÜD-AMERIKA.		
				aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	aus- schließ- lich	mit Nord- Asien.	mit andern Welt- theilen	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	aus- schließ- lich	mit Nord- Ameri- ka.	mit andern Welt- theilen
(IV)	10	<i>Murina</i>	26	8	2	5	5	5	—	3	8	1	1
		37. <i>Arctomys</i>	3	1	—	—	1	1	—	—	2	—	—
		38. <i>Mus</i>	21	6	2	5	3	3	—	3	6	1	1
		40. <i>Spalax</i>	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—
		41. <i>Bathyergus</i>	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	11.	<i>Cunicularia</i>	4	1	—	—	—	—	—	—	3	—	—
		42. <i>Georychus</i>	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		43. <i>Hypudaeus</i>	3	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—
	12.	<i>Palmipeda</i>	4	—	—	—	—	—	2	—	2	—	—
		45. <i>Hydromys</i>	3	—	—	—	—	—	2	—	1	—	—
		46. <i>Castor</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
	13.	<i>Aculeata</i>	13	—	1	2	1	1	—	—	10	—	—
		47. <i>Hystrix</i>	10	—	1	2	1	1	—	—	7	—	—
		48. <i>Lonchères</i>	3	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—
	14.	<i>Duplicidentata</i>	8	4	1	—	2	2	—	—	2	—	—
		49. <i>Lepus</i>	8	4	1	—	2	2	—	—	2	—	—
	15.	<i>Sub-Ungulata</i>	8	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—
		51. <i>Coelogenys</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
		52. <i>Dasyprocta</i>	4	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—
		53. <i>Cavia</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
		54. <i>Hydrochoerus</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
V		<i>MULTUNGULA</i>	15+1?	6	2	4+1?	1	2	—	1	3	—	—
	16.	<i>Lamnunguia</i>	2	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—
		56. <i>Hyrax</i>	2	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—
	17.	<i>Proboscidea</i>	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
		57. <i>Elephas</i>	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
	18.	<i>Nasicornia</i>	3	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—
		58. <i>Rhinoceros</i>	3	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—
	19.	<i>Obesa</i>	1+1?	1	—	1?	—	—	—	—	—	—	—
		59. <i>Hippopotamus</i>	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		? <i>Sukoteiro</i>	1?	—	—	1?	—	—	—	—	—	—	—
	20.	<i>Nasuta</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
		60. <i>Tupirus</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
	21.	<i>Setigera</i>	6	2	1	1	1	1	—	1	2	—	—
		61. <i>Sus</i>	6	2	1	1	1	1	—	1	2	—	—
VI	22.	<i>SOLDUNGULA</i>	6+1?	3	1	—	3	1	—	—	1?	—	—
		62. <i>Equus</i>	6	3	1	—	3	1	—	—	—	—	—
		? <i>Equus bisulcus</i>	1?	—	—	—	—	—	—	—	1?	—	—
VII		<i>BISULCA</i>	73.	32	5	17	11	5	—	1	11	—	1
	23.	<i>Tylopoða</i>	7.	—	—	1	1	—	—	—	5	—	—
		63. <i>Camelus</i>	2	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
		64. <i>Auchenia</i>	5	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—

Ord- nung.	Fam- ilie.	Ordnung, Familie, Gattung.	Anzahl der Arten.	AFRIKA.		SÜD-ASIEN.			AUSTRALIEN.		SÜD-AMERIKA.		
				aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	aus- schließ- lich	mit Nord- Asien.	mit andern Welt- theilen	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	aus- schließ- lich	mit Nord- Ameri- ka.	mit andern Welt- theilen
	24.	<i>Devea</i>	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
		65. <i>Camelopardalis</i>	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	25.	<i>Capreoli</i>	21	1	1	9	5	3	—	1	6	—	
		66. <i>Cervus</i>	16	1	1	5	4	3	—	1	6	—	
		67. <i>Moschus</i>	5	—	—	4	1	—	—	—	—	—	
	26.	<i>Cavicornia</i>	44	30	4	7	5	2	—	—	—	—	
		68. <i>Antilope</i>	33	25	3	4	2	1	—	—	—	—	
		69. <i>Capra</i>	4	3	1	—	1	1	—	—	—	—	
		70. <i>Bos</i>	7	2	—	3	2	—	—	—	—	—	
VIII	27.	TARDIGRADA	4	—	—	1	—	—	—	—	3	—	
		71. <i>Bradypus</i>	3	—	—	—	—	—	—	—	3	—	
		72. <i>Prochilus</i>	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	
IX		EFFODIENTIA	24	2	—	4	—	—	—	—	18	—	
	28.	<i>Cingulata</i>	14	—	—	—	—	—	—	—	14	—	
		73. <i>Tolypeutes</i>	3	—	—	—	—	—	—	—	3	—	
		74. <i>Dasyus</i>	11	—	—	—	—	—	—	—	11	—	
	29.	<i>Vermilinguia</i>	10	2	—	4	—	—	—	—	4	—	
		75. <i>Orycteropus</i>	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	
		76. <i>Myrmecophaga</i>	4	—	—	—	—	—	—	—	4	—	
		77. <i>Manis</i>	4	1	—	3	—	—	—	—	—	—	
X	30.	<i>Reptantia</i>	5	—	—	1	—	—	4	—	—	—	
		78. <i>Tachyglossus</i>	2	—	—	—	—	—	2	—	—	—	
		79. <i>Ornithorhynchus</i>	2	—	—	—	—	—	2	—	—	—	
		80. <i>Pamphractus</i>	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	
XI		VOLITANTIA	46	5	3	10	—	1	2	2	22	3	
	31.	<i>Dermoptera</i>	3	—	—	3	—	—	—	—	—	—	
		81. <i>Galeopithecus</i>	3	—	—	3	—	—	—	—	—	—	
		<i>Chiroptera</i>	43	5	3	7	—	1	2	2	22	3	
		82. <i>Pteropus</i>	3	1	1	—	—	1	—	1	—	—	
		83. <i>Harpyja</i>	2	—	—	2	—	—	—	—	—	—	
		84. <i>Vespertilio</i>	13	2	2	2	—	—	2	1	4	1	
		95. <i>Nycteris</i>	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
		86. <i>Rhinolophus</i>	2	—	—	2	—	—	—	—	—	—	
		87. <i>Phyllostomus</i>	10	1	—	1	—	—	—	—	8	—	
		88. <i>Noctilio</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—	
		89. <i>Saccopteryx</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	
		90. <i>Dysopes</i>	9	—	—	—	—	—	—	—	7	—	
XII		FALCULATA	131	34+1?	13	23	9	13	1	—	47+1?	7	
	33.	<i>Subterranea</i>	15	9+1?	1	1	—	—	—	—	3+1?	—	
		91. <i>Erinaceus</i>	3	1	—	1	—	—	—	—	1	—	
		92. <i>Centetes</i>	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	
		93. <i>Sorex</i>	5	3	—	—	—	—	—	—	2	—	
		96. <i>Chrysochloris</i>	2	1+1?	—	—	—	—	—	—	1?	—	
		98. <i>Talpa</i>	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	

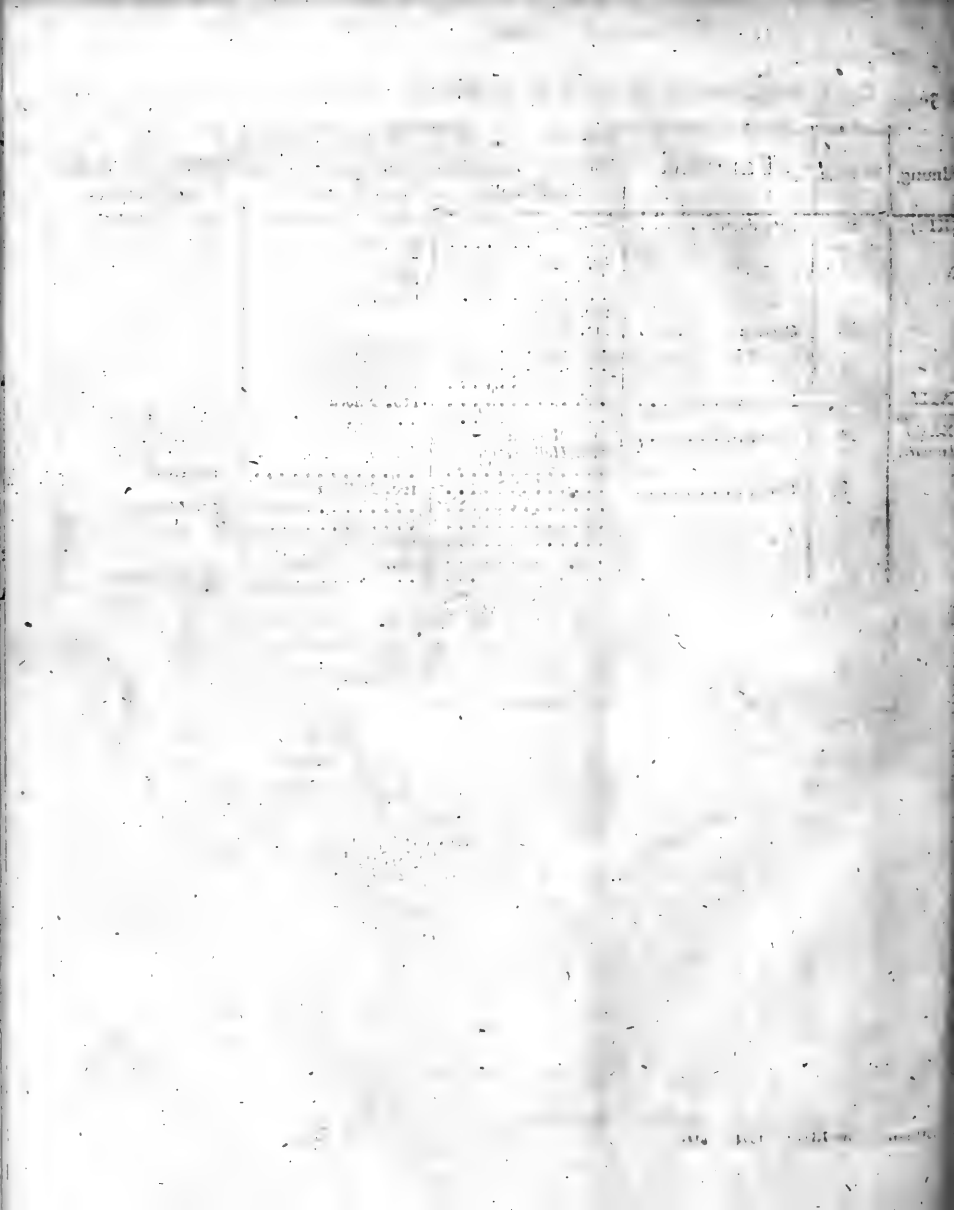
Ord- nung.	Fa- mi- lie.	Ordnung, Familie, Gattung.	Anzahl der Arten.	AFRIKA.		SÜD-ASIEN.			AUSTRALIEN.		SÜD-AMERIKA.		
				aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	aus- schließ- lich	mit Nord- Asien.	mit andern Welt- theilen	aus- schließ- lich	mit andern Welt- theilen	aus- schließ- lich	mit Nord- Ameri- ka	mit andern Welt- theilen
	34	<i>Plantigrada</i>	22	I	I	I	2	2	—	—	16	2	I
		99. <i>Cercopithecus</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
		100. <i>Nasua</i>	8	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—
		101. <i>Procyon</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	I	I	—
		102. <i>Gulo</i>	6	I	—	—	—	—	—	—	5	—	—
		103. <i>Meles</i>	I	—	—	I	—	—	—	—	—	—	—
		104. <i>Ursus</i>	3	—	I	—	2	2	—	—	—	I	I
	35	<i>Sanguinaria</i>	62	15	9	12	4	9	I	—	18	4	—
		105. <i>Megalotis</i> I	I	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		106. <i>Canis</i>	17	I	3	2	3	3	I	—	7	I	—
		107. <i>Hyaena</i>	4	3	I	—	—	I	—	—	—	—	—
		108. <i>Felis</i>	3I	6	3	7	I	3	—	—	II	3	—
		109. <i>Viverra</i>	7	2	2	3	—	2	—	—	—	—	—
		110. <i>Rhyaena</i>	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	36	<i>Gracilia</i>	32	9	2	9	3	2	—	—	10	I	—
		111. <i>Herpestes</i>	8	5	—	3	—	—	—	—	—	—	—
		112. <i>Mephitis</i>	4	—	—	—	—	—	—	—	3	I	—
		113. <i>Mustela</i>	12	3	I	5	2	I	—	—	2	—	—
		114. <i>Lutra</i>	8	I	I	I	I	I	—	—	5	—	—
XIII	37	<i>PINNIPEDIA</i>	12	—	2	—	—	I?	2	7	I	5	5
		115. <i>Phoca</i>	12	—	2	—	—	I?	2	7	I	5	5
XVI		<i>NATANTIA</i>											
	38	<i>Sirenia</i>	5	I	I	—	—	2	—	2	2	—	—
		117. <i>Manatus</i>	4	I	—	—	—	I	—	I	2	—	—
		118. <i>Halicore</i>	I	—	I	—	—	I	—	I	—	—	—
	39	<i>Cete</i>	15	—	5	3	3	4	3	7	I	3	5
		120. <i>Balaena</i>	4	—	—	—	—	—	I	3	—	—	2
		123. <i>Physeter</i>	I	—	I	—	—	I	—	I	—	—	—
		124. <i>Delphinus</i>	10	—	4	3	3	3	2	3	I	3	3

Vergleichung der den Nördlichen und Südlichen Erdtheilen eigenthümlichen Gattungen.

Ordnung.	Familie.	Familie.	Den Tropischen und Südlichen Erdtheilen eigenthümlich.	Den Südlichen und Nordlichen Erdtheilen gemeinschaftlich.	Den Nordlichen Erdtheilen eigenthümlich.
II. <i>Pollicata.</i>	2.	<i>Quadrumana</i>	2. <i>Simia</i> 3. <i>Hylebates</i> 4. <i>Lasiopyga</i> 5. <i>Cercopithecus</i> 6. <i>Oryzopithecus</i> 7. <i>Colobus</i> 8. <i>Ateles</i> 9. <i>Mycetes</i> 10. <i>Pythecia</i> 11. <i>Aotus</i> 12. <i>Callithrix</i> 13. <i>Hapale</i> 14. <i>Lichanotus</i> 15. <i>Lemur</i> 16. <i>Stenops</i> 17. <i>Tarsius</i> 18. <i>Otilina</i> 19. <i>Chiromys</i> 20. <i>Didelphys</i>		
	3.	<i>Prosimii</i>	21. <i>Chironectes</i> 22. <i>Thylaxis</i> 23. <i>Dasyurus</i> 24. <i>Amblothis</i> 25. <i>Balanita</i> 26. <i>Phalangista</i> 27. <i>Phascolumys</i> 28. <i>Hypsiprymnus</i> 29. <i>Halmaturus</i> 30. <i>Dipus</i>		
	4.	<i>Macrotarsi</i>	31. <i>Pedetes</i> 32. <i>Meriones</i> 33. <i>Myoxus</i> 34. <i>Tamias</i> 35. <i>Sciurus</i> 36. <i>Pteromys</i> 37. <i>Arctomys</i> 38. <i>Mus</i> 39. <i>Cricetus</i>		
	5.	<i>Leptodactyla</i>	40. <i>Spalax</i> 41. <i>Bathyergus</i> 42. <i>Georychus</i> 43. <i>Hypudaeus</i> 44. <i>Fiber</i>		
	6.	<i>Marsupialia</i>	45. <i>Hydromys</i> 46. <i>Castor</i> 47. <i>Hystrix</i> 48. <i>Loncheres</i> 49. <i>Lepus</i> 50. <i>Lagomys</i>		
III. <i>Salientia.</i>	7.	<i>Salientia</i>			
IV. <i>Frensicularia.</i>	8.	<i>Macropoda</i>			
	9.	<i>Agilia</i>			
	10.	<i>Murina</i>			
	11.	<i>Cunicularia</i>			
	12.	<i>Palmipeda</i>			
	13.	<i>Aculeata</i>			
	14.	<i>Duplicidentata</i>			

Ordnung	Familie.	Familie.	Den Tropischen und Südlichen Erdtheilen eigenthümlich.	Den Südlichen und Nördlichen Erdtheilen gemeinschaftlich.	Den Nördlichen Erdtheilen eigenthümlich.
(IV)	15.	Sub Ungulata	51. <i>Coccygenys</i> 52. <i>Dasyprocta</i> 53. <i>Cavia</i> 54. <i>Hydrochoerus</i>		
V.	16.	<i>Lamnunguia</i>	56. <i>Hyrax</i> 57. <i>Elephas</i> 58. <i>Rhinoceros</i> 59. <i>Hippopotamus</i> ? <i>Suchotetro</i> 60. <i>Tapirus</i>		55. <i>Lipura</i>
<i>Multungula.</i>	17.	<i>Proboscidea</i>			
	18.	<i>Nasicornia</i>			
	19.	<i>Obesa</i>			
	20.	<i>Nasuta</i>			
VI.	21.	<i>Setigera</i>		61. <i>Sus</i>	
<i>Solidungula.</i>	22.	<i>Solidungula</i>		62. <i>Equus</i>	
VII.	23.	<i>Tylopoda</i>	? <i>Equus? bisulcus?</i> 64. <i>Auchenia</i> 65. <i>Camelopardalis</i>	63. <i>Camelus</i>	
<i>Misulca.</i>	24.	<i>Deveza</i>		66. <i>Cervus</i>	
	25.	<i>Capreoli</i>		67. <i>Moschus</i>	
		<i>Cavicornia</i>		68. <i>Antilope</i>	
	26.			69. <i>Capra</i>	
VIII.	27.	<i>Tardigrada</i>	71. <i>Bradypus</i> 72. <i>Prochilus</i> 73. <i>Tolypestes</i> 74. <i>Dasytus</i> 75. <i>Orycteropus</i> 76. <i>Myrmecophaga</i> 77. <i>Manis</i> 78. <i>Tachyglossus</i> 79. <i>Ornithorhynchus</i> 80. <i>Pamphractus</i>	70. <i>Bos</i>	
<i>Tardigrada.</i>	28.	<i>Cingulata</i>	81. <i>Galeopithecus</i> 82. <i>Pteropus</i> 83. <i>Harpyia</i>		
IX.	29.	<i>Vermilinguia</i>			
<i>Effodiantia.</i>					
X.	30.	<i>Reptantia</i>	85. <i>Nycteris</i> 87. <i>Phyllostomus</i> 88. <i>Noctilio</i> 89. <i>Saccopteryx</i>	84. <i>Vespertilio</i>	
<i>Reptantia.</i>				86. <i>Rhinolophus</i>	
XI.	31.	<i>Dermoptera</i>			
<i>Volitantia.</i>	32.	<i>Chiroptera</i>		90. <i>Dystheatus</i> 91. <i>Erinaceus</i>	
				93. <i>Sorex</i>	
					94. <i>Mygale</i>
					95. <i>Condylura</i>
					97. <i>Scalops</i>
XII.	33.	<i>Subterranea</i>	92. <i>Centetes</i> 96. <i>Clurysochloris</i> 99. <i>Cercoleptes</i>		
<i>Falculata.</i>				100. <i>Nasua</i> 101. <i>Procyon</i> 102. <i>Gulo</i> 103. <i>Meles</i> 104. <i>Ursus</i>	
	34.	<i>Plantigrada</i>		98. <i>Talpa</i>	

Ordnung.	Familie.	Familie.	Den Tropischen und Südlichen Erdtheilen eigenthümlich.	Den Südlichen und Nördlichen Erdtheilen gemeinschaftlich.	Den Nördlichen Erdtheilen eigenthümlich.
(XII)	35.	<i>Sanguinaria</i>	105. <i>Megalotis</i> 107. <i>Hyaena</i> 110. <i>Ryzaena</i> 111. <i>Herpestes</i>	106. <i>Canis</i> 108. <i>Felis</i> 109. <i>Viverra</i> 112. <i>Mephitis</i> 113. <i>Mustela</i> 114. <i>Lutra</i> 115. <i>Phoca</i>	
	36.	<i>Gracilia</i>	
XIII <i>Pinnipedia.</i>	37.	<i>Pinnipedia</i>	
XIV <i>Natantia.</i>	38.	<i>Sirenia</i>	117. <i>Manatus</i> 118. <i>Halicore</i> 123. <i>Physeter</i> 124. <i>Delphinus</i>	116. <i>Trichechus</i> ? <i>Manatus</i> ? 119. <i>Rytina</i> 121. <i>Monodon</i> 122. <i>Ancylodon</i>
	39.	<i>Cete</i> 120. <i>Balaena</i>	125. <i>Hyperodon.</i>



Ueber die Ursachen
der
Verbreitung großer Alpengeschiebe.

~~~~~  
Von Herrn von Buch \*).

---

Wenige von den geologischen Phänomenen, an denen das Alpengebirge so reich ist, und die so sehr zu Untersuchung ihrer Ursachen anregen, mögen bei dem ersten Anblicke auffallender seyn, als das der Zerstreung ungeheurer Blöcke, wie kleine Felsen, auf den Bergen des Jura.

Jedem Vorübergehenden ist es sogleich klar, daß sie dem Boden, auf dem sie liegen, ganz fremdartig sind, und daß sie nur von fernher aus dem Innern der Alpen dorthin können gebracht seyn.

Aber diese Ueberzeugung erweckt zugleich eine gerechte Neugierde, die Kraft zu kennen, die eine solche Wirkung auszuüben vermochte, die nicht bloß solche Massen von höheren Bergen herunter, sondern auch so ansehnliche Höhen wieder heraufbringen konnte.

Wenn man in Neuchâtel den steilen Abhang heraufsteigt, der schon in der Stadt anfängt sich zu erheben, so erreicht man nach einer Viertelstunde das Vorwerk *Pierre à Bôt* schon 800 Fufs über dem See. Wenig über dem Vorwerk liegt ein Granitblock im Walde, fast über den Spitzen der Bäume hervor. Seine Höhe übersteigt vierzig Fufs, seine Länge ist mehr als funfzig, und auch in der Breite mißt er noch zwanzig Fufs.

Auf der Westseite ist der obere Theil dieses Blockes weit hervorspringend, und unter seinem Dach können sich, wie in einer Höhle, ganze Heerden versammeln. — Diese Masse wiegt daher zum wenigsten 38 tausend

\*) Vorgelesen den 31. October 1811.

Centner; mehr als je eine Masse, die von Menschen bewegt worden ist. Es ist das Vierfache vom Gewicht des großen Obelisks auf dem Petersplatze in Rom, und übersteigt noch immer um das Doppelte das Gewicht vom Piedestal der Statue Peter des Großen.

Aehnliche, wenn auch kleinere Blöcke, liegen noch bis fast auf dem Gipfel des *Chaumont*, und bis 2400 Fuß über dem See. — In der Nähe von Genf pflegen die, welche den Salève bestiegen, selten zu unterlassen einen großen Granit zu besuchen, der auch dort nahe unter dem Gipfel sich auf der Höhe von 2700 Fuß über den Genfer-See findet. (Saussure §. 228.) Und am steilen Abhänge von vielen, ja von den meisten Bergen des Jura, sieht man nicht weniger anschnliche Massen, oft in den wunderbarsten Formen und Lagen zerstreut.

Dafs sie aus der Tiefe nicht können gestiegen seyn, schien den meisten Beobachtern unlegbar. Sie suchten daher Ursachen auf, welche die Blöcke von ihrer vorigen bis zu ihrer jetzigen Lagerstätte zu tragen im Stande waren. Natürliche und bewegbare Brücken. So sagten einige, und diese Meinung ist auch noch jetzt in der Schweiz ziemlich allgemein: die Blöcke sind von Alpenbergen auf Eisschollen gefallen, und auf dem ehemaligen inneren Meere der Schweiz langsam den Jura-Abhängen zugeführt worden; — daher denn ihre oft so auffallende Lage an steilen Bergen, von denen man glauben möchte, dafs sie sogleich bis in die Tiefe hätten herabstürzen müssen. Andere, denen ein ehemaliger Zustand, der die Bildung von Eisschollen erlaubt, sehr unwahrscheinlich ist, wollten zu solchen langsam sich bewegenden Brücken lieber sich natürlicher Holzflöße bedienen. — De Luc hingegen, mit höherem Gesichtspunkt und mit geistvoller Ansicht, behauptete, große Eruptionen gasförmiger Flüssigkeiten hätten die Blöcke so weit von ihrer Quelle geschleudert, über die nächsten Berge hin bis auf die Abhänge des entfernteren Gebirges. Und die Ursache solcher Eruptionen fand er in der Einsenkung und Bildung der Thäler durch den Sturz der Schichten primitiver Gebirgsarten in Höhlungen, welche durch die gasförmigen Flüssigkeiten erfüllt waren, und aus denen diese auf solche Art plötzlich und gewaltsam hervorgetrieben wurden.

Dolomieu schien zu glauben, es sey eine unmittelbare Verbindung nöthig gewesen zwischen den Punkten der Alpen, an welchen Granite sich noch anstehend finden, und den Abhängen des Jura, auf welchen die Blöcke zerstreut liegen. Eine schiefe Fläche, auf welche diese Blöcke herunterge-



fährt wären. Spätere Revolutionen haben diese Fläche zerstört und nur ein großes und tiefes Thal zwischen den Alpen und dem Jura zurückgelassen, daher scheinen nun die Blöcke aus der Tiefe des Thales gestiegen. Diese Meinung trägt auch Dr. Ebell vor in seinem Werke über die Alpen. Die Granitblöcke sollten also, ungefähr wie in Flüssen, auf dieser schiefen Fläche gerollt seyn.

So lange es noch möglich ist bei der Erklärung eines physikalischen Phänomens gleichsam eine Wahl zwischen mehreren Erklärungsarten zu gestatten, so fehlt offenbar eine große Beobachtungsreihe in der Kenntniß dieses Phänomens, und wir können diese Kenntniß nicht eher für vollständig und für erschöpft halten, als bis eine fortgesetzte Reihe von Thatsachen alle mögliche fremde Ursachen ausschließt und nur eine zuläßt, die dann nothwendig die wahre seyn muß. Daher ist es überall in der Physik, und besonders in geologischen Untersuchungen, soviel vorzüglicher und sicherer, sich über die entfernteren Ursachen der Erscheinungen ganz zu beruhigen, und zu ihnen nur nach und nach durch Auffindung und Entwicklung der näheren Ursachen hinaufzusteigen. Es ist der Weg zur Wahrheit, durch allmähliche Entfernung des Irthums.

Saussure hat schon durch die bloße kurze und klare Erzählung der Thatsachen fast alle diese Meinungen widerlegt, da er mit ungleich mehr Beobachtungsgabe als De Luc, mit Kenntniß von ungleich mehr Thatsachen als alle seine Vorgänger und die meisten seiner Nachfolger, Betrachtungen über die Blöcke auf den Bergen des Jura anstellte.

„*Ges fragmens de rochers, erzählt er (Voyages S. 211) ne se trouvent nulle part en plus grande abondance et à une plus grande hauteur, que vis-à-vis des grandes vallées des Alpes. Les parties du Jura, qui en sont le plus chargées, correspondent directement à la vallée du Rhone. Il y en a des amas prodigieux au dessus de Bonwillard, de Grançon, de la Sarra, qui sont au Nord-Nord-Ouest de l'embouchure de cette vallée, dont la dernière direction de Martigny à Ville-neuve est exactement du Sud-Sud-Est au Nord-Nord-Ouest. Au contraire les parties plus méridionales du Jura au dessus de Nion, de Bonmont, de Thoiry, de Colonge, n'en présentent point à des hauteurs un peu considérables, parce que la lisière extérieure des Alpes, au dessus de St. Gingouph, de Mellerie, d'Evian, toujours élevée et non-interrompue, n'a laissé aucun passage aux fragmens qui auroient pu venir de l'intérieur de cette grande chaîne.*“

Saussure ist daher geneigt die Zerstreung dieser Blöcke großen

Strömungen zuzuschreiben, die aus den Alpenthälern hervorgebrochen sind, und meint, das könne leicht zu der Zeit geschehen seyn, als der Jura bei dem *Fort de l'Ecluse* unterhalb Genf zertheilt ward, und nun die in den Schweizer-Thälern gefangenen Wässer schnell tieferen Orten zustürzten.

Wenn dies auch nur Meinung war, so erweist doch schon seine Beschreibung eine Correspondenz der Blöcke unter sich, und widerlegt daher alle Meinungen, welche sie einzeln ankommen lassen. Sie liegen in größerer Menge auf dem Jura, den Alpenthälern gegenüber, und hier zugleich auf größeren Höhen.

Daraus folgt eine Richtung der Kraft, die sie auf dem Jura brachte nach einer bestimmten Gegend hin, und von einem Punkte aus; auch wohl die Gleichzeitigkeit ihrer Ankunft, denn sonst wäre ihre Beziehung aufeinander kaum möglich.

Und damit ist die Meinung der Brücken widerlegt, denn wer mag sich so viele Tausende von Eisschollen oder Holzflößen zu gleicher Zeit und an einem Orte versammelt und von da zugleich abgesandt vorstellen? und nie können auch in diesem Falle die Blöcke in verschiedener, sich aufeinander beziehender Höhe abgesetzt werden, denn diese Höhe wird nothwendig vom Wasserspiegel des vorausgesetzten innern Meeres bestimmt.

Damit ist De Luc's Eruptionstheorie widerlegt. Denn solche Ausbrüche verbreiten die Blöcke nach allen Seiten umher, und kein Grund läßt sich angeben, warum sie nur in der Richtung des Ausgangs der Thäler fortgetrieben seyn sollten, warum sie den Thälern gegenüber in so viel größerer Menge und Höhe vorkommen mußten, warum gar nicht, da wo die Ausgänge der Thäler durch vorliegende Berge verdeckt sind.

Damit sind auch Dolomieu's und Ebell's Ideen widerlegt. Denn die schiefe Fläche zwischen den Alpen und dem Jura, welche sie annehmen, erlaubt den Blöcken auch nur eine bestimmte Höhe, in der sie sich ablagern können; die Höhe, in welcher die Fläche den Bergen des Jura auliegt. Aber die Blöcke liegen höher den Thälern gegenüber, und im Verhältniß niedriger, so wie man sich von der Richtung dieser Thäler entfernt.

Und offenbar ist es hieraus, wie viel wir in der Größe der Ansichten verlieren, wenn wir nicht der Natur Schritt für Schritt durch sorgfältig aneinander gereihete Beobachtungen folgen; denn Saussure's Beschreibung gibt der ganzen Erscheinung ein weit höheres Interesse, als alle vorige Ansichten und Theorien, die nur wenig Thatsachen aufgefaßt haben, ihr zu

erwecken vermögen. Die Wegführung eines Blocks auf einer Brücke oder das Fortstossen auf einer Fläche sind locale Erscheinungen, deren Ursachen sich nur über einen sehr kleinen Raum verbreiten, und welche daher auch nur wenig und nur unbemerkt Ursache anderer Erscheinungen seyn können. Saussure hingegen findet etwas Allgemeines in dem Phänomen. Nicht aus einem Thale, nicht bloß in der Richtung der Rhone, — aus allen Thälern der Alpen sind ähnliche Blöcke und auf ähnliche Art hervorgestossen worden. Die Kraft, deren Wirkung uns auf den Abhängen des Jura mit nicht kleinen Ideen ihrer Größe erfüllt, ist nicht auf einzelne Blöcke, nicht auf einen kleinen Winkel der Schweiz eingeschränkt; sie ist über das ganze Alpengebirge ausgedehnt, und ihre Ursache, ihre Folgen müssen sich daher wahrscheinlich weit über die Gebirge hinaus erstrecken. Aber schon eine flüchtige Ansicht zeigt uns, daß ähnliche Beobachtungen sich in größeren oder geringeren Verhältnissen an allen Gebirgen von Europa wiederholen lassen. Aus allen größeren Thälern Europäischer Gebirge scheint ein Stofs hervorgegangen, der die Produkte dieser Thäler nicht bloß über die naheliegenden Flächen und Hügel, sondern weit umher über Meere und Länder verbreitete.

Dann aber ist es einleuchtend, daß wir mit Natur, Richtung, Allgemeinheit, Gleichzeitigkeit, Ursache dieses Stosses genau bekannt seyn müssen, um zu begreifen, warum und wie die Erdoberfläche seyn kann, was sie ist, wie die organische Schöpfung, wie der Mensch zu ihrer Bewohnung gelangen.

Und deswegen muß der ganzen Geologie jede noch so kleine Beobachtung wichtig seyn, welche das Phänomen der Blöcke auf dem Jura näher erläutert.

In der That belohnt sich eine solche Untersuchung durch sich selbst. Mit nicht wenig Vergnügen sieht man nach und nach die Thatfachen sich mit einander zu einem Ganzen verbinden, und vergleicht man, was sich auf dem Jura zerstreut findet, mit den Gesteinen im Innern der Alpenthäler, die dem Jura-Abhängen vorliegen, so scheint die Geschichte der Revolution, die sie wegführte, sich so klar zu entwickeln, daß man oft sich fast Zeuge glauben möchte von einer der größten Begebenheiten, welche die Schweiz erfahren hat.

Wenn es auch nicht gerade erwiesen ist, daß die große Menge von primitiven Geschieben auf dem Jura aus Granit bestehe, so findet sich doch

zum wenigsten keine andere Gebirgsart in ansehnlicheren Massen, und Kerne, von denen die Blöcke in größerer Menge in einzelnen Punkten aufgehäuft wären. Aber nicht genug, daß diese Granite auf so beträchtlichen Höhen am Jura vorkommen, sie finden sich auch nur auf dieser Höhe. — Gewiß hat man Ursache, sich nicht wenig zu verwundern, wenn man am Rande des Sees von Neuchâtel, oder am Fusse des Jura fort, immer vergebens sich nach diesen mächtigen Blöcken umsieht. Die sehr wenigen, welche etwa noch hin und wieder vorkommen, lassen stets noch in Zweifel, ob sie nicht von oben durch Bäche herabgeführt oder wohl gar durch Menschenhände heruntergebracht worden sind.

Man erhebt sich über die Weinberge, man betritt die Wälder, welche sich über die bebaute Region dieser Berge hinziehen, und plötzlich sieht man sich von einer so unbeschreiblichen Menge von Granitblöcken umgeben, daß man gern in der Nähe die Felsen suchen möchte, welche hier eingestürzt scheinen. Man steigt höher, immer noch zwischen diesen Blöcken hin, etwa hundert Fufs senkrecht hinauf; nach und nach verschwinden sie nun; sie sind über größere Flächen zerstreut, und wenn auch in weit größerer Menge als am Fusse der Berge, so rufen sie doch nicht mehr so sehr Ideen von Verwüstung und Ruinen zurück, wie tiefer herunter. Es ist gleichsam ein Band oder eine Zone von Verwüstung an den Abhängen der Berge hin.

Aber die Höhe dieser Zone oder dieser ringförmigen Umgebung der Berge ist in derselben Gegend äußerst bestimmt. Hat man die Blöcke erreicht, so mag man beträchtlich weit am Abhange hingehen, immer stehen Granitmassen wie Felsen umher, oft in erschreckender, fast stets in kühner und auffallender Lage. Nur in größeren Entfernungen bemerkt man das allmähliche Sinken dieser Zone, je mehr sie sich zu beiden Seiten von der letzten Richtung des Rhonethals entfernt, oder das Steigen; je mehr man sich dem Ausgange dieses Thales gegenüber befindet. Am Abhange des Chasseron über Yverdun, von wo der Blick tief in das Wallis hinein-fällt, kann man volle 5900 Fufs über die Fläche gegen das Dorf les Bulets hinaufsteigen, ehe die Blöcke erscheinen. Gegen Neuchâtel hin, an dem Berge von Boudry sind sie schon bis 1100 Fufs gesunken; über Neuchâtel selbst und über den Abhängen, welche das große Val de Ruz beendigen, liegen sie 840 oder 850 Fufs hoch; — über dem Anfange des Bieler Sees (im Bois de l'Ether gegen Lignièrès herauf) nicht mehr

mehr 800 Fufs, und in der Nähe von Biel erreichen die wenigen, welche dort noch sich finden, kaum die Höhe von wenig hundert Fufs über die Fläche, und die meisten, vielleicht alle mögen doch schon, nicht dem Wallis ausbruch, sondern dem aus dem Thale der Aar gehören. — Schneller fällt die Zone der Blöcke gegen Genf hin, und, wie Saussure richtig bemerkt, sind sie schon über Nion, einem Ort der vom Chasseron weit weniger entfernt liegt, als der Bieler See, weder auf der Höhe, noch in der Fläche zu finden. Aber nach Genf herunter treten auch weit schneller höhere Berge vor den Ausgang des Wallis, und verhindern die Einsicht in dieses Thal hinauf.

Auch die äußerste Höhe, auf welcher die Blöcke vorkommen, steht mit der Höhe der Zone gewissermaßen im Verhältnis. So hoch wie am Chasseron findet man sie nicht mehr auf andern Bergen des Jura. Am Chaumont über Neuchatel ist ihre Grenze 2400 Fufs über dem See; an den Abhängen des Val de Ruz über den Dörfern les Hauts Geneveys, Dombresson, St. Martin steigt sie höchstens bis 1800 Fufs; bei Nods hingegen, wenig von dem Anfange des Bieler Sees entfernt, fand ich die ersten Granite in 1360 Fufs über die Fläche.

Wenige Erscheinungen mögen so geradezu auf einen Stofs hindeuten, welcher die Granitblöcke aus dem Wallis hervortrieb, als diese Zone an den Abhängen der Berge fort. Wie liefsen sich wohl hier noch De Lucs Eruptionsideen anwenden! — Aber das die Kraft sich am stärksten dort äufsern müsse, wo ihre Richtung noch unverändert bleibt, wo daher andere zutretende Kräfte nicht schwächend auf sie einwirken, das ist so offenbar, das wir, auch ohne vom Chasseron aus die Oeffnung des Wallis vor uns zu sehen, doch dorthin nothwendig die Ursache der Geschiebenverbreitung hätten aufsuchen müssen. — Noch mehr werden wir dazu aufgeregt, wenn wir sehen, das jeder Hügel, dessen Richtung senkrecht ist auf einem Strahl, wie man sie sich vom letzten Ausgange des Rhonethals divergirend vorstellen kann, wie jeder solcher Hügel alle hinterliegende Berge und Abhänge vor Granitblöcken verwahrt, sobald er nur die Höhe der Granitzone erreicht. — Das grofse Val de Ruz ist offen und frei gegen die Alpen und gegen die Rhone, allein der Grund dieses Thales liegt schon so hoch als die Zone. Ein fast unbemerkbarer Hügel über die Weinberge, la montagne de Serroué hat die Zone zurückgehalten, und im Val de Ruz liegen deshalb nur einzelne grofse Blöcke zerstreut. Aber bei weitem

nicht im ganzen Thale herauf. Sobald Chaumont die Aussicht gegen die Rhone verhindert, so ist alle Spur von Alpenblöcken verschwunden. — Dies sehr frappante Phänomen war Saussure nicht entgangen: „*on ne trouve point de ces grands blocs*, sagt er (§. 212) *dans les vallées du Jura, qui sont situées derrière la haute lisière, qui borde cette montagne du côté des Alpes, par exemple dans les vallées du Comté de Neuchatel et dans celles de la Franche-Comté. Mais dans toutes les breches de cette grande lisière, par tout où des gorges profondes ont ouvert une entrée aux courans, qui venoient des Alpes on en voit des amas considérables.*“ Aber man kann die Sache viel genauer bestimmen; das Jurathal mag immer gegen die Alpen geöffnet seyn, wie doch wirklich mit so großer Breite das Val de Ruz; sind nicht aus dem Thale die letzten Berge sichtbar, welche sich über die Mündung der Rhone in den Genfer See heben, so ist dies Thal den primitiven Blöcken verschlossen, wenn diese nicht etwa die Seitenkette des Thales zu übersteigen vermögen. Und Thäler, deren Ausgang den Alpen abgewendet ist, wie das Val de Travers sind mit Blöcken erfüllt, wenn diese über die Seitenwände hinauf fahren konnten. In der That ist die äußere Gebirgskette vom Val de Travers an vielen Orten zwischen dem Chasseron und dem Creux du Van nicht 2800 Fufs hoch; aber die Blöcke steigen am Chasseron selbst bis 3100 Fufs. Daher konnte sie über die Berge hin, in das ihnen weggewendete und scheinbar verschlossene Thal eindringen, und daher wahrscheinlich die vielen und großen Blöcke über den ganzen Abhang der Hügel *vers chez Joli* und *au dernier Chezeaux*, über Noiraigue, wo sie alle nur gegen das Innre zu liegen, aber keine, durchaus keine auf der Seite nach dem Ausgange des Thales; offenbar, weil sie nicht durch die Mündung herauf, sondern, im Thale gefangen, nun in des Thales Richtung herabkamen. Daher die Blöcke über Couvet, bei Plancemont und über Motiers; und daher soviel mehr auf dem Thalabhange, welcher den Alpen entgegensteht.

Mag doch nun immer eine Strömung aus den Alpen hervor die Granitmassen über den Jura vertheilt haben; diese Absetzung strahlenförmig und in jedem Strahl genau in einer graden Linie fort, scheint zu erweisen, daß die Absetzungsursache ein gleichzeitiger und ein auch nur einmal wirkender Stofs war. Denn immer auf gleiche Art fortwirkende Strömungen hätten die Blöcke wohl seitwärts von der Richtung des Strahles in offene Thäler hineingeschleudert und zum wenigsten einige hinter Abhänge

gebracht, welche gegen die Alpen geschützt sind. — Bei solchem Stofs wundern wir uns denn weniger, warum die Blöcke nur in der Höhe, durchaus gar nicht in der Fläche vorkommen, warum in so bestimmter Zone und dort am höchsten, wo die Axe des Strahlenbüschels hinfällt, und wie diese gewaltige Massen über die Tiefen des Genfer Sees hinfliegen konnten ohne dafs auch nur ein einziger in ihre Tiefe oder am Rande herabfiel.

Wohl mögen sie gefallen seyn, da sie die Jura-Abhänge erreichten; das würden sie gethan haben, wären sie von höheren Orten abgerissen, als jetzt ihre Höhe am Jura beträgt: und dafs wirklich dieser Abreisungsort höher lag, ist leicht zu beweisen. — Uebertrifft nun die Geschwindigkeit des fortreibenden Stofses unverhältnismässig die anfängliche Fallgeschwindigkeit, so werden die Blöcke über jede noch so grofse Tiefe fortgeschleudert werden und nicht eher zur Ruhe gelangen, als wenn der natürliche Fall sie die Fläche erreichen läfst, oder wenn sich ihnen auf dem Wege ein Damm entgegenstellt, wie die Abhänge des Jura sind. Ohne die Berge des Jura hätten sie vielleicht erst tief in Frankreich (in der Franche-Comté oder in Bourgogne) die Fläche erreicht, vielleicht so weit von den Ausgängen der Alpenthäler entfernt, dafs man so leicht ihre Verbindung mit diesen Ausgängen nicht würde entdeckt haben. — Sie konnten also eben so wenig die Flächen des pays de Vaud berühren, als eine Kanonenkugel in noch so tiefe Abgründe hineinfallen würde, wenn man sie darüber wegschiefst.

Daher ist der gänzliche Mangel von Granitmassen, sowohl im Thale der Rhone, als auch zwischen Vevay, Lausanne, Moudon und Yverdon, weit entfernt, eine Schwierigkeit oder wohl gar eine Widerlegung zu seyn, vielmehr eine sehr schöne und auffallende Bestätigung der Saussurischen Theorie der Strömungen und des fortreibenden Stofses aus dem Wallis hervor.

Wenn aber schon eine Kanonenkugel durch ihren Stofs so grofse Wirkungen hervorbringt, so ist man wohl berechtigt, noch unendlich viel mehr von diesen Blöcken zu erwarten. Was sie auf steilen Abhängen gethan haben können, das füglich verwischt die Zeit, und nicht leicht möchte es zu beweisen seyn, dafs die weniger geneigte Fläche, auf der sie oft liegen, durch ihre Kraft und durch den Fortstofs des Juragesteins entstanden seyn mag. Aber deutlicher hat sich die Reaction des Stofses in den Blöcken selbst erhalten. Denn fast überall, wo sehr grofse Massen vorkommen, sind

sie von kleineren Blöcken umgeben, und sind diese letzteren auch noch groß genug, um nicht so leicht von Gießbächen oder von Menschenhänden in ihrer Lage verändert zu werden, so erstaunt man oft, wie genau sie alle mit der größeren Masse zusammenstimmen. Aus und einspringende Winkel passen gegenseitig vollkommen zu einander, und leicht setzt man in Gedanken das ursprünglich größere Stück wieder zusammen. Andere Blöcke sind ganz in zwei, drei oder vier Theile getrennt; Massen so groß, wie sie keine auch mehr als gewöhnliche Pulverbesetzung zu zertheilen im Stande wäre. Die Spalten zwischen den Stücken sind kaum einen Fuß breit, und die Correspondenz der Seitenflächen in der Spalte ganz unverkennbar und deutlich. (Unter der Menge darf man nur als leicht zugänglich und auffallend eine Gruppe nennen auf dem Wege von Vau Seyon nach Valangin, nahe bei dem Petit pierrischen Gute; oder am Anfange des Waldes über Corcelles, oder vorzüglich schön unmittelbar über Biel auf dem Wege nach Sonceboz.) Das sind immer neue That-sachen, welche sich gegenseitig die Hand bieten.

Diese Granite müssen sich also im Innern des Wallis anstehend finden; und ihre Aufsuchung in diesem Falle wird um so wichtiger, da die genaue Kenntniss ihrer Lagerstätte uns durch Aneinanderreihung neuer Erscheinungen den Ursachen dieses mächtigen Stofses näher führen muß. — Und diese Lagerstätte aufzufinden, sollte man nicht für schwer halten, wenn man bedenkt, wie die Granitarten der Schweiz so mannichfaltig, und doch an demselben Ort bestimmt genug sind, um leicht zu unterscheiden, welche Stücke von demselben, welche von verschiedenen Orten herkommen. Der Granit der Kette des Montblanc gleicht wenig dem körnigern Granite des Gotthard; dieser nicht dem von der Grimsel, von den Grindelwaldgletschern oder vom Lauterbrunnen. Aber alle Blöcke auf dem Jura, dem Wallis gegenüber, sind sich vollkommen gleich, und wie von denselben Felsen losgerissen; eine Erscheinung, welche auch wieder nicht wenig auf ihre Verbreitung von einem Orte aus hindeutet.

Der Feldspath ist in diesen Graniten stets weiß, niemals roth, und in beträchtlich großen Krystallen. Der Glimmer hingegen erscheint in ganz kleinen schwarzen oder braunen Blättchen, die nicht einzeln zerstreut liegen, wie im Gotthardsgranit oder wie im Lauterbrunnen, sondern in kleinen Gruppen oder Flächen versammelt, so daß diese Glimmermasse bei flüchtiger Ansicht oft fortgesetzt scheint, wie im Glimmerschie-



fer. Außerdem liegen auch diese Flächen gewöhnlich in einer Ebene zwischen Feldspath und Quarz, wenn auch weit genug von einander getrennt; wodurch eine Schieferung des Ganzen entsteht, eine Aehnlichkeit mit Gneufs, welche in großen Blöcken oft genug auffällt. — Nicht selten liegen in diesem Gemenge Nieren oder auch wohl lang gezogene Massen wie breite und kurze Trümmer von einem höchst feinkörnigen Granit, in welchem die andern Gemengtheile durch die große Menge äußerst feiner schwarzer Glimmerblättchen umhüllt sind. Dadurch erscheinen diese Massen fast schwarz, und fallen leicht auf. Sie sind für diese Granite ganz auszeichnend, eben so wie für die Gesteine der hohen Spitzen der Kette des Montblanc. Sie und die Zusammenhäufung der Glimmerblättchen würden nicht wenig dazu beitragen, die erste Lagerstätte dieser Massen in der Nähe des Montblanc wieder aufzusuchen. Auch Epidot ist dem Gemenge nicht fremd. Er durchzieht hin und wieder in kleinen Trümmern die Blöcke, wie recht schön am Signal von Concise; und eben dies Vorkommen ist auf den Höhlen von Chamouny nicht-selten.

Ungeachtet aller dieser Andeutungen und übereinstimmender Umstände würde man doch noch vielleicht sehr lange die erste Lagerstätte dieser Massen im Wallis aufsuchen, ohne sie sogleich zu entdecken; wenn nicht wieder eine Beobachtung und eine Ueberlegung von Saussure auf den Weg leitete. — Sonderbar genug hatte er in den Bergen des Wallis die Blöcke auf dem Jura vergessen; — er hat sich selbst das Vergnügen einer Anwendung versagt, die doch so auffallend und so nahe zu liegen schien. — Wenigstens hat er in seinen Reisen diese Zusammensetzung nie, auch nur von ferne erwähnt, und das ist vielleicht Ursache, daß seine merkwürdige Beobachtung bisher so wenig von denen beachtet worden ist, welche sich mit dem Phänomen der Blöcke auf dem Jura beschäftigt haben. — Er fand große Granitblöcke über Märtigny im Thale herauf, sehr verschieden von der Gebirgsart der Höhen umher, die zum Theil feinschiefriger Gneufs, zum Theil Thonschiefer ist.

Diese Blöcke vor Augen tritt er in Val Ferret hinein, das sich vom Wege nach dem großen St. Bernhard, gegen die Kette des Montblanc heraufzieht, und diese auch wirklich in seinem obern Theile erreicht.

„Je reconnus, sagt er nun (§. 1022) en remontant la vallée Ferret, l'origine des blocs de granit, qu'on trouve dans le lit de la Dranse. On n'en voit

„pas un rocher en place, aux environs du St. Bernard. Mais en montant au Col „Ferret, je vis que la haute chaîne du Mont Blanc, toute composée de granit, „s'avance jusqu'au dessus de la vallée, que je remontois alors, et dans laquelle on „trouve des blocs énormes de granit, évidemment détachés de cette chaîne. Il y a „donc lieu de croire, qu'il y en eut, qui furent refoulés jusques dans le vallon de „la Dranse; et ce qui le prouve, c'est qu'on ne trouve pas un seul de ces blocs, „ni sur le glacier de la Valsorey, ni entre St. Pierre et le St. Bernard, ni „même à un quart de lieue au-dessus de Liddes.

Herr Murrih, Probst in Martigny, bestimmt diesen Abreisungsort noch genauer, in einem Briefe an Saussure aus Liddes vom 18. Mai 1785.

„Il est vrai, que j'ai trouvé des gros blocs de granits à la montagne dite le „plan y beu, la plaine aux boeufs. Mais cette plaine est dominée par la pointe „d'Orni ou d'Ornex, qui fait partie de la chaîne du Mont Blanc et qui est toute „entière de granit. Malgré le vuide qui se trouve entre cette pointe et le plan y „beu par la vallée d'Orsières qui est intermédiaire, la direction de cet éboulement „de la pointe d'Ornex paroit d'autant plus vraisemblable, qu'on peut poursuivre le „granit depuis le plan y beu jusques au dessus de la chapelle, qui est à deux por- „tées de fusil au dessus de Liddes, et qu'au dessus de cet endroit on n'en trouve plus „ni dans la rivière, ni dans les ravins. On trouve une seconde preuve de cette dé- „bacle, dans la vallée de Champé, tendante aux Vallettes au-dessus de Mar- „tigny, où on voit le granit répandu dans la même direction, partant de la même „pointe d'Ornex, inonder la vallée jusqu'au bourg de Martigny.

So ist also gleichsam ein Strom von Blöcken von der Spitze von Ornex bis nach Martigny. Aber Martigny ist genau dem Jura gegenüber und genau den Bergen, an welchen die Granite ihre größte Höhe erreichen.

Dafs in dem letzten Ausgange des Rhonethals von Martigny bis Villeneuve gar keine Granitblöcke vorkommen, das ist völlig den vorigen Erscheinungen gemäfs. Denn der Weg von Martigny bis zum Genfer See, scheint ein ungeheuer tiefer, senkrecht eingeschnittener und gerader Canal, und wie in schnellfließenden Canälen das Wasser alle fremdartige Massen mit sich fortreißt und ihnen die Absetzung nicht erlaubt, so sind die Granitblöcke durch den großen Rhone-Canal fortgestoßen bis zum Jura hin, der sich in den Weg stellt und sie zur Absetzung zwingt. — So ist es also das letzte Vorgebirge des Mont Blanc, es ist die Spitze von Ornex, welche herabgeworfen und zerstört in Trümmern auf die Abhänge des Jura geschleudert und zerstreut worden ist.

Ich sah das Thal Ferret und die Spitze von Ornex im August 1810. Die Blöcke nach St. Branchier und aus dem Thale von Champeix hervor, bilden ganze Hügel am Fufs des schroffen Kegels der Catoigne und nach Vence hinauf. Und ihr Gestein erinnert mit jedem Block an die Granite des Jura; es ist vollkommen dieselbe Zusammensetzung, dieselben Zufälligkeiten im Gemenge. Gegen den mächtigen Gletscher von Ornex, einen der grössten in der ganzen Kette des Mont Blanc, werden die Blöcke im Thale wie Felsen; endlich liegt wie ein kleines Gebirge die moraine des Gletschers quer durch das Thal. Noch jetzt scheint hier alles Verwüstung, und die schreckend kahlen und spitzen Felsen steigen so unerreichbar hoch und senkrecht aus den ewigen Eismassen, die sie umgeben, dafs man immer und fast im Augenblick eine neue Zusammenstürzung der Spitzen befürchtet. — Gletscher senken sich an Gletscher im Thale herunter; sie haben sich tiefe Spalten in den Wänden des Thales gerissen, durch welche sie immerfort Blöcke ohne Zahl von der Höhe herabstofsen, und durch welche herauf stets neue Felsenspitzen über der grofsen Eisfläche erscheinen.

Endlich bei dem Gletscher von Soualvie und bei den Sennhütten le grand Ferret, wendet sich das Thal Ferret von der Kette des Mont-Blanc weg gegen den grofsen Bernhard hin. Nun ist aber auch kein Stück Granit mehr im Thale; — alle Blöcke sind das Thal herunter, keiner hinaufgeführt worden. — Die ganze grofse Bewegung geht gegen das Rhonethal herunter und in den Strom gegen den Jura.

Das Ferret-Thal liegt auch noch beinahe völlig in der Richtung dieses Stroms, und das Thal von Champeix noch mehr. Allein beide Thäler biegen sich bei ihren Ausgängen auf mancherlei Weise zugleich mit dem Entremont-Thale, in welchem sie auslaufen, ehe sie das Rhonethal bei Martigny erreichen, und sehr ansehnliche Berge, wenn auch nicht von der Höhe der Spitze von Ornex, umschliessen sie an den Seiten. Daher mag es wohl kommen, dafs so viel Blöcke an den Abhängen in Tiefen aufgehäuft sind, zu welchen sie am Jura kaum herabsinken. Zwischen den Bergen eingeengt, wird die Kraft des Stofses zersplittert, und die fortgeführten Massen sinken dann schnell bis zu Höhen, in denen ihnen schon, wenig von ihrem Ursprunge entfernt, aufhaltende Berge entgegen stehen. Den Ausgängen des Ferret-Thals unterhalb Orsieres liegen grofse Hügel von mehreren hundert Fufs Höhe gegenüber, die nur aus Produkten

der hohen Spitzen dieses Thales gebildet sind. Blöcke ohne Zahl stecken in den Sandschichten, und zum Theil von gewaltiger Gröfse. — Weiter hin in eben der Richtung erhebt sich, jenseits des großen Thales von Bagne, ein hoher Berg mit einem sonderbaren weit sichtbaren Felsen darauf, *la pierre à Voie*, bis viel über 7400 Fufs hoch. Sein Abhang gegen das Ferret-Thal ist ganz kahl, rauh, und wie ein Circus ausgehöhlt. Man glaubt in der Ferne die Wirkungen eines heftig dort anstossenden und wirbelnd zurückprallenden Gewässers zu sehen. Und gerade an diesem Abhang in diesem wüsten Circus ist es, sagt mir Herr Murrith, in welchem Granitmassen in unbeschreiblicher Menge und bis zu ansehnlicher Höhe aufgehäuft sind. Hier kann durchaus kein Zweifel seyn, daß ein Strom oder ein Stofs aus dem Ferret-Thale sie dorthin führte; denn nicht im Entremont-Thale, nicht im Val de Bagne, ja durchaus in keinem der unzähligen Thäler des Wallis sind noch ähnliche Granite zu finden.

Eben so ist es dem Thale von Champeix gegenüber. Die kleine Kette der *Pierre à Voie* senkt sich hier bis zu den engen Klüften der Drance, in denen dieser Fluß in fortgesetzten Wasserfällen von St. Branchier bis Martigny herabstürzt. Ungeachtet des steilen Abhanges über der Kluft hängen Granitblöcke überall in Menge bis oben auf der Fläche, auf welcher das Dorf Vence sich ausbreitet. Und Vence, wohl 800 Fufs über dem Rhonethal, ist ganz von Granitmassen umgeben. — Wie wenig diese Strömungen in der Richtung vom Hauptstrom gegen den Jura verschieden sind, lehrt ein Blick auf die Karte; und denkt man sich eine ähnliche Strömung das große Thal von Bagne herunter, wie doch kaum anders möglich ist, so wird der vereinte Strom aus allen Thälern vollkommen in die Richtung gebracht, mit welcher er den Jura erreicht.

Warum aber die Spitze von Ornex vorzüglich dieser Zerstörung und dieser Wegführung ausgesetzt gewesen seyn mag? Mehrere Thatsachen vereinigen sich, zum wenigsten einige Vermuthungen in dieser Hinsicht zu begründen. — Die Spitze ist die letzte der ungeheuern Pyramidenkette des Mont-Blanc; aber der Mont-Blanc und seine Fortsetzungen sind durch Lage, Form und Zusammensetzung ein ganz einziges Phänomen in der ganzen Reihe der Alpen. So wie mit der Spitze von Ornex, eben so steil, schroff und gewaltig endigt sich die Kette an ihrem östlichen Ende über den Pafs des Bonhomme und über das Thal von Monjoie. An keinem ihrer Endpunkte ist sie wirklich mit der übrigen Alpenkette verbunden; sie ist

gänzlich von dieser getrennt, und selbst die beiden Pässe zur Seite des Col Ferret und des Col de la Seigne erhalten zwischen beiden nur eine scheinbare Verbindung. Denn das Gestein dieser Pässe, größtentheils Thonschiefer, hat von dem der Mont-Blanc-Spitzen nichts ähnliches. — Auch in der Richtung correspondirt die Mont-Blanc-Kette mit den Alpen gar wenig. Vom Gotthardt bis zum großen St. Bernhardt unterbrechen zwar eine Menge von Pässen den unmittelbaren Zusammenhang der Spitzen, allein ihre Richtung bleibt doch fast unverändert. Plötzlich über das Thal von Aosta hört die ganze Kette auf, und man ist über ihren weitem Fortlauf verlegen. Da erscheint ihr im Norden und ganz vorliegend, ganz außerhalb ihrer Richtung, die so scharf begrenzte, so mächtig hervorstehende Felsenreihe des Mont-Blanc. Solche Abstürze, solche Massen, solche Spitzen, Zacken, Grate, kühne und schreckende Formen sind an den Bernhardsbergen nirgends zu finden. Selbst die ungeheuern Eisberge, der Mont-Velan oder der Mont-Combain über das Thal von Bagne scheinen kaum rauh in ihren Formen gegen die Wildheit der Spitzen um den Mont-Blanc. An keiner Stelle in den ganzen fünf Meilen ihres Fortlaufs sinkt diese Reihe unter die Grenze des immerwährenden Schnees, und größtentheils erhält sie sich stets um viele tausend Fuß höher. Daher die Eismeere und Gletscher, welche mächtig und ewig an ihrer Zerstörung arbeiten und mit abgerissenen Felsen obere und untere Thäler erfüllen.

Nicht weniger unterscheidet ihre Zusammensetzung diese Höhen von den Bergen des Bernhardt. Der Mont-Velan besteht unter seiner hohen Schneedecke aus Glimmerschiefer, wie fast alle Berge, welche den Bernhardt umgeben. Aber am Mont-Blanc sind schiefrige Gesteine nur in der Tiefe. Die hohen Pyramiden bis auf die Gipfel sind von Granit, ganz dem ähnlich, wie in den Blöcken auf dem Jura. Andere Gesteine, Verbindungen von Hornblende und Feldspath, von Feldspath und Quarz, sind nur Lager in diesem Granit, wie selbst noch am letztern Felsen des Mont-Blanc-Gipfels, dessen Gestein man wohl zuweilen Hornblend-schiefer oder Syenit nennt, weil man seine Natur als untergeordnetes Lager nicht gehörig beachtet. — Dieser Granit, immer etwas dem Gneufs ähnlich, ist deutlich geschichtet, und die Schichten stehen überall fast ganz aufgerichtet; höchstens nur wenig von der Verticallinie weg aus Süden gegen Norden geneigt; und ganz in eben der Richtung, wie die Kette selbst.

So stark erheben sich die Schichten der innern Kette der Alpen nicht, oder doch nur für kurze Ausdehnung.

Alle diese unterscheidenden Verhältnisse, Lage, Form, Richtung, Zusammensetzung und Schichtung, scheinen daher darauf hinzudeuten, daß die Berge des Mont-Blanc eine Veränderung erlitten haben, welche auf andre Theile der Alpen nicht gewirkt hat. Vielleicht eine Umstürzung der anfänglich horizontalen Schichten, durch welche das Grundgestein der Alpen, der Granit, aus der Tiefe plötzlich bis zu den größten Höhen erhoben worden ist. Das schien auch schon Saussure zu muthmaßen. Die Umstürzung hätte diesen ganzen Theil aus der Reihe der Alpen gerissen und daraus ein neues, vorliegendes Gebirge gebildet. Daher der Granit ohne Unterbrechung vom Fuß bis zum Gipfel und bis 14 tausend Fuß Höhe, da sonst in der ganzen Länge der Alpen bis jetzt nur ein einziger Ort bekannt ist, das Gasteren-Thal, an welchem der Granit sich der ewigen Schneeregion etwas nähert. — Daher denn auch die scharfen Grate und Spitzen. Sie sind ungeheure Splitter von den in der Tiefe des Aosta-Thals liegenden Schichten, denen sie einst angehörten. Auf solche Kühne freistehende Wände und Spitzen muß aber jede zerstörende Kraft unendlich mehr wirken, als auf die weit weniger schnell und scharf in die Höhe steigenden Gipfel der Alpenreihe. Jeder Stofs kann eine Pyramide zertrümmern, und sie in Blöcke zertheilen, welche dann die Strömung weit über Berge und Flächen entführt. Auch sind es gerade die beiden von den Endpunkten der Mont-Blanc-Kette ausgehenden Ströme, welche unter allen Ausbrüchen der Schweiz die meisten und die größten Blöcke auf den Jura geführt haben, der Ausbruch des Wallis von der Spitze von Ornex aus, und derjenige der Arve, von den Nadeln über das Thal von Montjoie weg.

Ungeachtet der großen Mengen und der besondern Mannigfaltigkeit von andern Gesteinen, welche aufser den Graniten dem Wallis gegenüber die Juraabhänge bedecken, finden sich doch unter ihnen fast keine, welche nicht in den merkwürdigen Bergen, die den Ausgang des Wallis-Thals bilden, anstehend wären, und die auf diese Art sich genau den Resultaten anschließen, zu welchen die Betrachtungen über die Granitblöcke führen. Unter ihnen sind sogar einige, welche so unmittelbar nach bestimmten Punkten dieses Ausgangs zurückweisen, daß man gar nicht einmal versucht seyn kann ihren Ursprung an andern Orten zu suchen; denn an keinem andern Orte der Schweiz sind noch ähnliche Gesteine gesehen worden. Am

merkwürdigsten und am lehrreichsten von allen sind die sogenannten Conglomerate oder Poudingues vom Trient (*Poudingues de Valorsine*).

Man kennt sie wohl hinlänglich, was ihre Zusammensetzung betrifft; durch Saussure's schöne und genaue Beschreibung; und durch viele andere Naturforscher, die sie später sowohl bei dem Dorf Valorsine, als am Ausgange des Trientbachs auf der grofsen Strafse des Wallis beobachtet haben; allein die geognostischen Verhältnisse dieses Gesteins sind dadurch noch nicht aufgeklärt worden; noch weniger darf man sie für bestimmt halten, seit Herr Brochant und Herr von Raumer bewiesen haben, wie den Uebergangsgebirgsarten in Savoyen und in Sachsen wieder andere Gebirgsarten folgen können, welche nur durch ihre Lagerung, nicht durch ihre Form, von primitiven Gebirgsarten zu unterscheiden sind. Denn bis dahin war man wohl geneigt, den Gneufs, welcher deutlich die Trientconglomerate umschliesst, für ein Glied der primitiven Formation zu halten; und die Trümmergesteine darinnen für eine sonderbare Anomalie der Natur. Jetzt hingegen steht es wohl frei zu fragen, ob nicht aller Gneufs, der von Martigny bis Maurice das Grundgebirge bildet, durchaus den Uebergangsgebirgsarten angehöre? Herrn Brochant's Beobachtungen in den Thälern der Tarantaise geben für diese Meinung Analogien genug. — Die Conglomerate erscheinen im Gneufse, mit gleicher Richtung und Neigung der Schichten, gerade dort, wo der Trientbach durch eine enge Spalte in das Rhonethal hervorkommt. — Grofse runde Geschiebe, oft wie Köpfe und gröfser, und kleinere bis zu Sandkörnern herunter, stecken in einer genauen, sehr festen, sehr glimmerreichen Hauptmasse, die selbst in der That nichts anders als Gneufs ist. Die Geschiebe bestehen aus feinkörnigem Granit, mit wenig Glimmer und mit weifsem Feldspath, aus Quarz und aus grünlichgrauem dichten Feldspath, so wie er in der Nähe selbst und bei Martigny, auch als dem Gneufs untergeordnet, anstehend ist. Weder die Hauptmasse noch die Geschiebe enthalten je etwas kalkartiges: wohl aber erscheint oft der Glimmer und die ganze Hauptmasse schwarz gefärbt, und nicht selten liegen schwarze Thonschieferstücke im Gemenge. Sogar wirklicher Anthracit findet sich drinnen, Stücke dunkelschwarz, muschlig, glänzend im Bruch, nicht selten durch Amianthrümmern mit den Geschieben verbunden. Werden die Geschiebe ganz klein, so nimmt die Masse an Schwärze zu, und verändert sich endlich zu Thonschiefer, der wirklich auf der Höhe über dem Dorfe Vernaies zu trefflichem Dach-

aschiefer benutzt wird; Dann liegen auch wahre Schichten von Kohlenblende (Anthracit) nicht weit. Im Herbst 1810 hatte ein Bauer unter der Kirche von Salvent im Trientthale eine Anthracitschicht entblößt, die er den Schmieden mit wenig Glück für Steinkohle anbot. — Aber über das Trientthal hinaus gegen den Wasserfall und das Thal der Pissevache verschwinden, man möchte fast sagen durch unmerkliche Uebergänge, diese Trientgesteine im Gneufs, der dann unvermengt noch bis zum Dörfchen Evionaz über St. Maurice fortsetzt. Man kann also durchaus nicht zweifeln, daß die Conglomerate vom Trient, Thonschieferschichten und alles was man hier wohl manchmal, wiewohl fälschlich, Grauwacke nennt, mit diesem Gneufs zu derselben Formation gehöre. — Sie setzen weit fort. Ersteigt man die ersten Höhen des Rhonethals, nach dem Dorfe Salvent, fast auf dem Streichen der Schichten, so eröffnet sich dort oben das Thal des Trient, steile Abhänge und finstere Klüfte, in welche der vereinte Bach von Valorsine und von Trient herabstürzen. Bis auf die größte Höhe bleibt die Natur der Schichten unverändert, und bei dem Dorf Letro, jenseits des Thals, bei Finio diesselts, wechseln noch immer Conglomerate und schwarze Thonschiefer mit Gneufs. Sie hängen unmittelbar mit den *Poudingues de Valorsine* zusammen, und verlieren sich erst zwischen dem Buet und der Kette des Breyen. Sie erreichen über Salvent, Finio und Valorsine eine Höhe von mehr als 7400 Fufs. — Das ist aber auch ihre ganze Ausdehnung, so weit die Schweiz bis jetzt noch bekannt ist.

Aber gerade diese so ausgezeichnete, so leicht wieder zu erkennende Conglomerate sind es, welche man in großen Blöcken und in Menge am Jura zerstreut sieht. Und sehr merkwürdig, fast nur in der Tiefe, wenig in der Höhe; ganz dem Verhalten der Granitblöcke entgegengesetzt. Die Mauern der Weinberge von Auvornier, von Colombier und von Corcelles enthalten eine große Menge solcher Stücke, und viele liegen aufeinandergehäuft bei dem Dorf les Goulettes unweit St. Blaise. Nun fehlen sie aber auch nicht mehr, wie die Granite, in den Flächen des Pays de Vand. Das kleine Gebirge der Jorat, zwischen Lausanne und Moudon, ist ganz mit Blöcken von diesen Gesteinen bedeckt. Sie finden sich über Vevay und bei Chatel St. Denis. Sie sind es auch vorzüglich, welche die Grenzen des Wallisausbruchs bestimmen. Denn es sind die ersten fremdartigen Gesteine, welche über dem grauen Sandstein, der Molasse



zerstreut vorkommen. Im Thale von Chateau d'Oex, im Gruyeres-Thal findet sich noch nicht ein Stück aus dem Wallis. Auch bei Bulles noch nicht. Aber kurz vor Massonnens erscheinen die ersten Trientconglomerate; denn nun hindert der Molesson nicht mehr die Einsicht gegen das Rhone-Thal und nun vermehren sich auch die Wallisgeschiebe schnell, sowohl gegen Romont, als gegen Moudon hin. Und auch bei Payerne sind die ersten Stücke des Ausbruchs wieder solche Conglomerate, bei Cugi vorzüglich. Schön führt diese Grenzlinie von St. Blaise über die Gegend von Payerne Massonnens, dem südlichen Fuß des Molesson, gerade in das Trient-Thal und gerade dorthin, wo diese Gesteine anstehen. Da sie von weit geringern Höhen abgerissen sind, als die Granite, so haben sie auch früher die Fläche erreicht, und schon kleine Hügel des Pays de Vaud sind ihnen hindernde Wände gewesen. Auch ist ihre Ausdehnung, ihr Strahlenbüschel beschränkter, als der von den Graniten; denn die Karte zeigt, wie die hohe Dent de Midi den Weg aus dem Trient-Thale, von Finio, nur bis gegen Lausanne erlaubt; und auch nur bis dahin ungefähr liegen Trientconglomerate zerstreut. Bei Morges nicht mehr. Freilich sollten wohl diese Blöcke bei solcher Richtung und bei ihrer geringeren Höhe oft die hohen Berge von Aigle berühren, und, durch sie aufgehalten, an ihren Abhängen zurückbleiben. — Das findet sich auch in der That. Ueberall wo es möglich ist über die hohen Umgebungen der Pissevache oder der Dent de Midi hin die Gletscher vom Trient am Ende des Trientthals zu sehen, sind nicht wenig Blöcke zerstreut, und oft ungeheuer große. Viele liegen von Bex nach Frenieres hinauf in den Klüften des Avençon, vielleicht mehrere von oben heruntergerollt; viele gegen Gryon bis 1620 Fuß über Bex, und eine Menge im Thal von Beviewaux nach der Saline Devens. Andere stecken in den ungeheuren Gerüllmassen, in denen die Gryonne von den Höhen sich viele hundert Fuß eingräbt, unter den Dörfern Arveyes und Chezieres; und in welchen der Stollen aux Vauds bei Chezieres so beschwerlich völlige 1400 Fuß hat hineingeführt werden müssen. Kaum ist zu zweifeln, daß nicht diese Gerüllberge selbst eine Folge des Stromes aus dem Trientthale sind; auch die Gneufsblöcke, welche in großen Massen drinnen liegen, gleichen ganz dem Gneufs, welcher die Conglomerate umschleift. Und diese großen Anschwemmungsmassen liegen ganz dem Trientthale gegenüber, aber nur wenige oder keine auf der entgegengesetzten, den Alpen abgewendeten

Seite. So auch die Blöcke selbst. Von Arveyes nach dem Stollen aux Fondemens herunter hängen Conglomeratstücke in Menge auf der rechten, wenige auf der linken Seite des Thals. Dafs aber die Kraft, die sie dorthin führte, nicht klein war, beweist ein Block hinter dem Steigerhause aux Vauds, der vierzig Fufs lang ist und in dem die einzelnen streifigen weissen Granitgeschiebe selbst Blöcke zu seyn scheinen. — Nur grofse Höhen erreichen diese Blöcke hier nicht; über Arveyes hinaus, höher als 2300 Fufs über das Thal, sieht man keine mehr, und daraus ist wahrscheinlich, dafs sie von weit tieferen Orten abgerissen wurden, als die Stücke, welche den Fufs des Jura erreicht haben, oder die Geschwindigkeit ihres Fortstosfes müfste ungeheuer gewesen seyn.

Die Schneegipfel und Gletscher, die bei Aigle und Bex das Daseyn oder den Mangel von Trientgesteinen bestimmen, dadurch, dafs sie in der Ferne sichtbar sind, oder von vorliegenden Bergen verdeckt werden, gehören wie die Spitze von Ornex, zur Kette des Mont-Blanc. Es sind die Gletscher und die Nadel von Trient, die von der Südseite unmittelbar mit der Ornex-Spitze zusammenhängen. Da aus dem Trientthale über die Berge der Pissevache hin ein so offener Strom weggegangen ist, den man durch die Blöcke ununterbrochen bis zum Jura verfolgt, so wird es sehr wahrscheinlich, dafs auf diesem Wege Granitblöcke dem Jura zugeführt worden sind. Bis zum Dorfe Trient liegen auch im Thale Granitmassen genug.

Von der Trientspitze nach dem nördlichen Ende des Neuchâtelers Sees scheint die Verbindung leichter und freier als aus dem Ferretthale oder aus dem Thal von Champeix, und die Granite sind in allen diesen Thälern dieselben. — Auch mag ein mächtiger Granitblock, an der Gryonne des Steigers Wohnung au Bouillet gegenüber wohl noch näher diese Abreifsung von der Trientspitze erweisen; denn nur nach diesem Thale hin ist ihm der Ausgang offen, aber verschlossen gegen den übrigen Theil des grofsen Wallisthals. Das ist aber auch der einzige Granitblock in den Engen zwischen Martigny und dem Genfer See.

Gneufs hingegen, von sehr verschiedener Zusammensetzung, liegt eben so wohl hoch an den Bergen des Jura, als auf den kleinen Abhängen, die dem Strome im Wallisthale entgegen stehen konnten. Aber von Sem Branchier bis Martigny, von hier bis St. Maurice, bestehen auch mächtige Berge aus Gneufs, und in diesen Bergen finden sich leicht alle

kleine Veränderungen dieser Gebirgsart, welche sich in den Stücken am Jura beobachten lassen. Die Gneufsblöcke, welche bei Neuchatel auf dem Chaumont-Bosset vorkommen in einer Höhe nahe an 2000 Fufs über dem See, müssen freilich bei Sem Branchier oder am Trient von einer Höhe abgerissen seyn, welche wenig unter der der Granite liegt; aber solcher hochliegender Blöcke giebt es in Vergleich mit den Graniten nur wenige. Die meisten bedecken die niederen Abhänge des Jura, die Weinregion, und auch da kann man sie, weder in Menge noch in Größe, mit den Granitblöcken vergleichen. Auf den Hügeln des Pays de Vaud sieht man nur wenige und bei weitem nicht so viel als Trientconglomerate; auch ist ihre Verbreitung weit mehr beschränkt.

Näher dem Gebirge an den Abhängen der Berge von Aigle würde man sie wohl häufiger sehen, wären nur diese dem Innern der Alpen entgegenstehende Abhänge von größerer Ausdehnung und die Berge nicht größtentheils wie nach der Regel hintereinandergesetzt. Wirklich fand ich Gneufsblöcke unter der Tour d'AI im steil umgebenen Circus von Luan, sobald es nur möglich war, ins Innere des Wallis gegen Martigny heraufzusehen, 2080 Fufs über das Thal; und von da in Menge bis unter Borebyrier. Selbst im oberen Yvorne stecken noch einige ungeheure Gneufsblöcke in den Mauern, doch sind diese wahrscheinlich von oben, durch den Bergsturz heruntergebracht, welcher einst Yvorne zerstörte.

Noch merkwürdiger ist ihr Vorkommen an der Dent de Midi. Im Grunde des Thales bei St. Maurice sieht man nie andere als Geschiebe, welche die Rhone herabführt. Eine ganz senkrechte Mauer von schwarzem Kalkstein erhebt sich über St. Maurice. Man ersteigt sie auf Treppen 900 Fufs hoch und findet oben eine wenig geneigte Fläche, auf welcher sich das Dorf Verossa ausbreitet. Da erscheinen sogleich Gneufsblöcke überall in den Wiesen, wie die Häuser groß, einige grobschiefrig mit ansehnlichen runden Feldspathnüssen darinnen, wie an der Jupitersäule auf dem großen St. Bernhard; andere feinschiefrig mit grünlichgrauem fortgesetzten Glimmer, keine dem Granit der Ornex- oder Trient-Spitze ähnlich. Alle Häuser sind aus diesen Gesteinen gebaut. Ueber Verossa hinauf häufen sie sich in so unbeschreiblicher Menge, daß man stets das Grundgestein, hier Grauwacke und Thonschiefer, ansehen muß, um sich zu überzeugen, man gehe nicht auf Gneufsfelsen. Endlich bei 1540 Fufs Höhe findet man sie nicht mehr, und über Thonschiefer und Grauwacke kann

man jetzt den Gipfel der petite pointe de Verosse ersteigen, 6384 Fufs über das Meer, ohne auch nur wieder ein einziges fremdartiges Stück anzutreffen. — Wäre von diesen Stücken genau der Abreisungsort zu bestimmen, so würde man eben so genau die Geschwindigkeit des Stosses angeben können, welche sie zum Wallis herausführte; denn diese Geschwindigkeit würde sich aus der auf solche Art bekannten Fallhöhe beurtheilen lassen.

Eben so wenig ist es schwer, die ursprüngliche Lagerstätte fast aller anderen Geschiebe am Jura wieder aufzufinden, so mannichfaltig sie auch seyn mögen. Die schwarzen Kalksteine und die Grauwacken gehören den Bergen von Aigte, oder auch wohl den Abhängen der beiden Colosse der Dent de Midi und der Dent de Morcles. Und die so merkwürdigen und so auffallenden Blöcke von Jade und Smaragdit bei Lausanne, bei Moudon und am See von Neuchatel kommen wahrscheinlich, wie ihre Begleiter, die Serpentine, aus dem grossen Bagnethal über Sem Branchier. Der verstorbene Marquis de Laizes hat wirklich, bei seinen Untersuchungen dieses Thales, Jade und Smaragditstücke darin gefunden und Serpentine am Gletscher von Durand. Das Bagnethal ist immer noch in der Richtung des Wallisausganges. — Vom Fufs des Mont Rose, aus dem Saasserthale, wo diese Gesteine in hohen Bergen anstehend gesehn worden sind, kann man sie schwerlich weggeführt glauben; theils weil alle übrige fremdartige Gesteine auf dem Jura fast genau nur in der Richtung des letzten Theils vom Rhonelauf anstehend sind, theils weil sonst eben solche Jadeblöcke auf vielen Bergen des Wallis, die ihnen im Wege stehen, vorkommen müßten. Aber man sieht sie nicht einmal Vispach gegenüber, wo das Saasser- und St. Nicolasthal rechtwinklich im Rhonethal auslaufen.

Alle Erscheinungen vereinigen sich daher, eine gewaltsame Strömung glaublich zu machen, die alles vor sich in gerader Linie wegstiefs, bis weit hin nach entgegenstehenden Bergen. Und sehr geneigt könnte man seyn, Saussure's Meinung unmittelbar anzunehmen, daß diese Begebenheit sich ereignete, als der Jura bei dem Fort de l'Ecluse unterhalb Genf durchbrochen ward. Allein man darf sich die grossen Schwierigkeiten nicht verhehlen, welche sich dieser Annahme widersetzen. Hätte nur ein bis zu grosser Höhe eingeschlossenes und plötzlich freiwerdendes Gewässer die Blöcke fortgestossen, so würde diese Kraft wenig auf die hochliegenden;

mäch-

mächtig auf die im Grunde vorkommende Gesteine gewirkt haben. So ist es doch in der Erfahrung nicht. Die Granite sind am weitesten fortgeführt, bei weitem in der größten Menge, in den größten Massen und bis zu den ansehnlichsten Höhen. Aber gerade die Granite finden sich an tiefen Punkten nirgends anstehend entblöst. Kaum wird man in der Mont Blanc-Kette einen Granitfels niedriger als 7000 Fufs über die Meeresfläche aufsuchen können; auch nicht an den Spitzen von Ornex oder von Trient. Die niedriger vorkommenden Gebirgsarten sind hingegen am Jura in geringerer Menge und nie so weit fortgebracht worden. Die Fortstosungskraft scheint daher fast in der Höhe stärker, schwächer in den eingengten Thälern gewirkt zu haben. — Und, was Saussure's Vermuthung fast gänzlich vernichtet, die Erscheinung des Hervorbrechens der Alpengeschiebe ist nicht blofs auf die Thäler eingeschränkt, welche durch den Ausbruch der Rhone unterhalb Genf einen Ablauf erhielten, sondern sie ist allgemein für alle grössere Thäler der Alpen, welche die innere primitive Centralkette berühren.

Untersucht man dabei die Gröfse dieses Stofses etwas genauer, so erschrickt die Einbildungskraft, und möchte dann sogleich alle Ideen von Stofs und Strömung wieder aufgeben, zu welcher doch alle Erscheinungen der Verbreitung der Blöcke so unmittelbar, fast so unwidersprechlich hinführen. — Denn die Entfernung der Spitze von Ornex vom Chasseron beträgt ungefähr 356117 Fufs; die Differenz ihrer Höhen ist etwa 5100 Fufs. Da nun der Stofs die Blöcke in derselben Zeit die Entfernung durchgeführt haben muß, in welcher sie die Höhen-Differenz hätten durchfallen können, so bleibt ihnen zu ihren Wege bis zum Chasseron nur 18 Secunden; sie wären daher mit einer Geschwindigkeit von 19460 Fufs fortgeeil. Das ist unglaublich. Eine Wassermasse von 5100 Fufs hoch, wäre sie plötzlich durchgebrochen, hätte den untern Blöcken, nicht einmal den obern, nur eine Geschwindigkeit von 553 Fufs mittheilen können. Um ihnen aber die Geschwindigkeit von 19460 Fufs zu geben, hätte eine Wasserhöhe von 6,311526 Fufs auf sie einwirken müssen, das ist eine Höhe, welche völlig den dritten Theil eines Erdhalbmessers beträgt. Daraus ist nun vollends klar, dafs die Erscheinung dieser Geschiebeverbreitung aus dem Wallis hervor noch von ganz andern Ursachen herrühren müsse, als von einem Ausbruch der Rhone durch den Jura oder durch die Berge von St. Maurice. Wahrscheinlich von einer weit allgemeineren.

Von den übrigen Ausbrüchen der Schweiz ist zwar keiner so ausgedehnt, so weit verbreitet, so mannichfaltig in seinen Produkten; diese in so großer Höhe gelagert und durch so viele merkwürdige Erscheinungen bis zur ersten Lagerstätte zu verfolgen; aber alle tragen doch im Allgemeinen denselben Character. Sie gehen von Schneebergen aus, genau in gerader Linie durch die Thäler und über die Flächen hin, und verbreiten sich büschelförmig in Strahlen am Ausgang der Thäler. Und durch die verschiedenen Produkte jedes Ausbruches sind sie leicht von einander zu unterscheiden, selbst da, wo sich mehrere Ausbrüche berühren, ja an vielen Stellen in einander eingreifen, so wie der Wallisausbruch durch große Blöcke von Mont blancs Granite characterisirt ist, durch Jade und durch Serpentinsteine; so ist es der Ausbruch der Aar von Thun über Bern gegen Biel und Solothurn durch körnige Granite, wie sie im Grindelwald vorkommen, oder durch Gneufs, wie am Fuße des Eigers. Der Ausbruch der Limmat hingegen über einen großen Theil des Cantons Zürich hin unterscheidet sich durch ein sonderbares rothes Conglomerat, welches mächtig hohe Berge in einem großen Theile des Cantons Glarus bildet. — Sie würden alle zuverlässig noch mehr Licht über die ganze außerordentliche Erscheinung verbreiten, wären die einzelnen Erscheinungen, welche sich bei ihnen beobachten lassen, nur genauer bekannt und mit einander in Verbindung gesetzt.

Der südlichste von den bis jetzt mit einiger Genauigkeit beobachteten ist der Ausbruch der Arve bei Genf. Sehr große Granite des Montblanc sind durch ihn fortgerissen worden, und zum Theil bis auf ansehnliche Höhen. Die südliche Seite des Saive bei Genf ist ganz mit Blöcken bedeckt, bis beinahe auf die größte Höhe. Auch auf den Hügeln und auf dem Berge les Voirons liegen sie in Menge zerstreut. Da aber nur am südlichen, nicht am nördlichen Theil der Voirons Geschiebe vorkommen, ungeachtet der Abhang immer noch derselben Seite zugewandt bleibt, so ist hierdurch die nördliche Grenze des Arveausbruchs bestimmt. — Die Thäler gehen in mannichfaltigen Krümmungen gegen die Montblanc-Kette herauf. Daher ist zu vermuthen, daß bei ihren Wendungen sich noch mancherlei von der Geschiebeabsetzung würde beobachten lassen. Aber darüber fehlen durchaus alle Nachrichten.

Der große Ausbruch des Wallis berührt nur wenig den vorigen; aber an den Ufern des Bieler Sees kommt er mit dem der Aare zusam-

men, so sehr, daß ihre gegenseitige Grenzen noch nicht gehörig von einander geschieden sind.

Dieser Aarausbruch ist aber überhaupt noch gar wenig untersucht. Ist er dem Thunersee gleichlaufend oder dem Frutigenthale? Bei Bern sind schon nicht eben hohe Sandsteinhügel auf der Alpenseite mit Graniten und mit Gneußblöcken bedeckt; bei Biel und Solothurn sind es die Abhänge des Jura, doch noch nicht bis zu bedeutenden Höhen.

Auf dem Brienis, dem Pafs von Meyringen nach Unterwalden, liegen große und viele Blöcke von Granit. Doch wohl kaum von andern Orten, als von der Grimsel herunter. Ist dieser Ausbruch dann vielleicht das Thal von Unterwalden heruntergegangen bis zum Rigi? In der That hängen an der südlichen Seite des Rigi nicht wenig Granitblöcke und von ansehnlicher Größe. Die ganze Kirche von Gersau ist im Jahr 1810 aus nicht mehr als zwei solchen Blöcken gebaut worden.

Ueber den Ausbruch der Reufs vom Gotthardt herunter hat Herr Ebell viel Beobachtungen gesammelt. Er ist nach dem Wallisausbruch der deutlichste und der bestimmteste in der Schweiz. Völlig in der Richtung des Reuflaufs und des Sees von Altorf bis Brunnen. Wo man diesen See heraufsehen kann, wie bei Steinen über Lowerz, da liegen Granitblöcke in Menge. Weniger am jenseitigen Abhange des Thals. Bei Zug, bei Bremgarten und Mellingen sind gar viele zerstreut und über Windisch am Jura hinauf, immer noch in derselben Richtung. In der Nähe von Zürich kommen, nach Herrn Eschers Beobachtungen, diese Granite aus dem kleinen Rienbachthale hinter dem Albis hervor, wodurch die Ausdehnung des Ausbruchs nach dieser Seite hin auf eine schöne Weise bestimmt ist. — Denn östlich des kleinen Thals ist auf den Züricher Flächen nicht ein Granitblock zu sehen. Westlich hingegen sehr viele. Er vermengt sich hier mit dem Ausbruch der Limmat, der aus Glarus hervor sich bis nach Kyburg und nahe gegen Winterthur hin verbreitet. Die rothen Conglomerate, die sogenannten Meiser Mühlsteine, lassen ihn leicht unterscheiden, selbst da, wo beide Ausbrüche mit einander vereinigt sind.

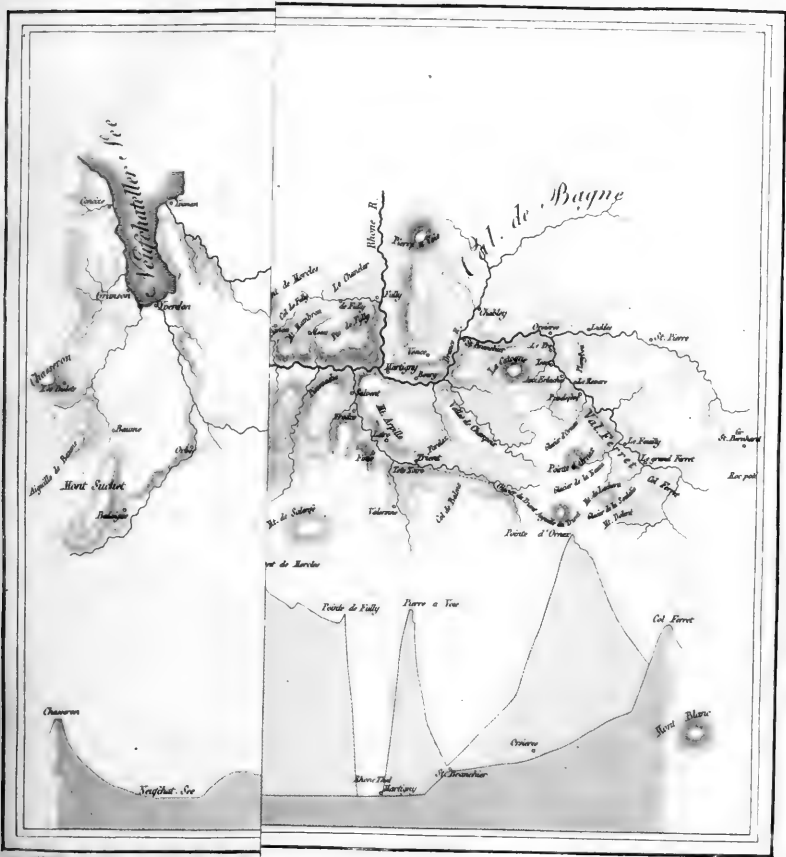
Was aber an den Ausgängen des Rheinthals vielleicht über den Bodensee in Schwaben hinein beobachtet werden kann, ist noch völlig unbekannt.

Wer sich etwas mit den Blöcken beschäftigt hat, welche in so zahlloser Menge die Ebenen des nördlichen Europa bedecken, wird nicht

einen Augenblick zweifeln, daß nicht auch in dieser Zerstreuung dasselbe Phänomen wiederholt ist, was in der Schweiz so auffallend wird. Wäre die Granitzone des Wallisausbruchs nicht von den Jurabergen zurückgehalten worden, so würde sie an den Ufern des Doux und der Saone eben so zerstreut über die Flächen gelagert seyn, eben so dicht wie in soviel Gegenden der Mark Brandenburg, von Pommern, Meklenburg, Holstein. Eben so wie im Pays de Vaud keine Granite liegen, weil der Stofs sie über diese Gegenden hinführte, ohne daß sie hindernde Abhänge berührten, eben so können die norddeutschen Granite über das baltische Meer hingeflogen seyn, — und eben so werden sie häufiger in einer gewissen Entfernung von der ersten Lagerstätte im südlichen Schweden vorkommen, als näher, wie etwa auf Dänischen Inseln. Die Massen gleichen den nordischen Gebirgsarten vollkommen, streifige Granite oder Gneuse mit schuppigem Glimmer; aber gar nicht den sächsischen und schlesischen Gebirgsarten. Am Riesengebirge sind die Granite nicht streifig, die Gneuse weit schiefriger als in den nordischen Blöcken. — Auch verschwinden die Blöcke lange ehe man diese Gebirge betritt. Schon in der Gegend von Leipzig sind sie sehr sparsam, bei Weimar und Erfurt durchaus gar nicht mehr. Und überhaupt fehlen sie aller Orten, wo selbst niedrige Harzberge die Verbindung gegen Norden hin abschneiden. Und sucht man die Grenzen der Erscheinung auf, so ziehen sich diese in einem ungeheuren Halbkreise um die letzte Spitze der nordischen Halbinsel. Sie durchschneiden das östliche England, gehen unterhalb Antwerpen herüber, kaum bis nach Brüssel; aber auf der Heide von Breda liegen noch viele und große Granitmassen und sehr große in Gröningen und Overysse. Münster, Minden, Hildesheim, der Harz, Leipzig, die Ober- und Niederlausitzer Grenzen sind dann die äußersten Punkte ihres Vorkommens; und in Polen etwa die preussische Grenze. — In Rußland fand Guldensstädt fremdartige Granitmassen bis an die Torschok nicht weit von der Twerza über Twer, aber nicht mehr südlich gegen Moscau hinab. (Reise II. 460.) — Das nordische Phänomen ist daher wohl bei weitem größer, als das schweizerische, allein von derselben Natur; und wahrscheinlich liegt ihm deswegen auch eine ähnliche Ursache zum Grunde. Eine Strömung, in welcher gewaltsame Stöße erfolgten. Wie wenn diese heftigen Veränderungen und Zerstörungen mit denen zusammenfielen, welche die Elephanten auf der Erdoberfläche begruben? Die großen Ausbrüche aus den Gebirgen haben locale, aufgeschwemmte Gebirgsarten gebildet, und nur in aufgeschwemmten Gerüllmassen liegen die Elephantenreste, nie im festen Gestein allgemein verbreiteter Formationen.



# St. Pierre und dem Feuer



Zur Abhandl. des Herrn von Busch, über die Viren



# Abhandlungen

d e r

mathematischen Klasse

der

Königlich - Preussischen

Akademie der Wissenschaften

aus

den Jahren 1804 — 1811.

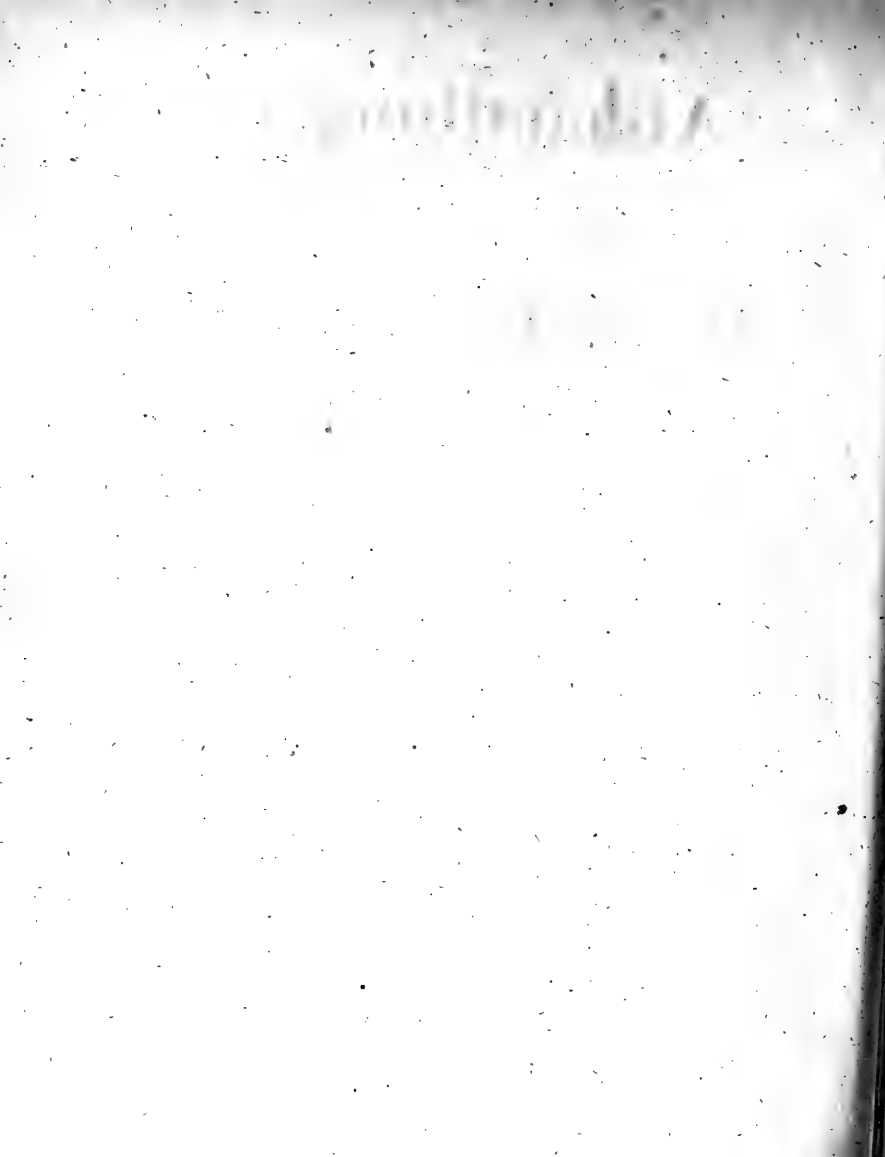
---

---

B e r l i n ,

in der Realschul-Buchhandlung.

1 8 1 5.

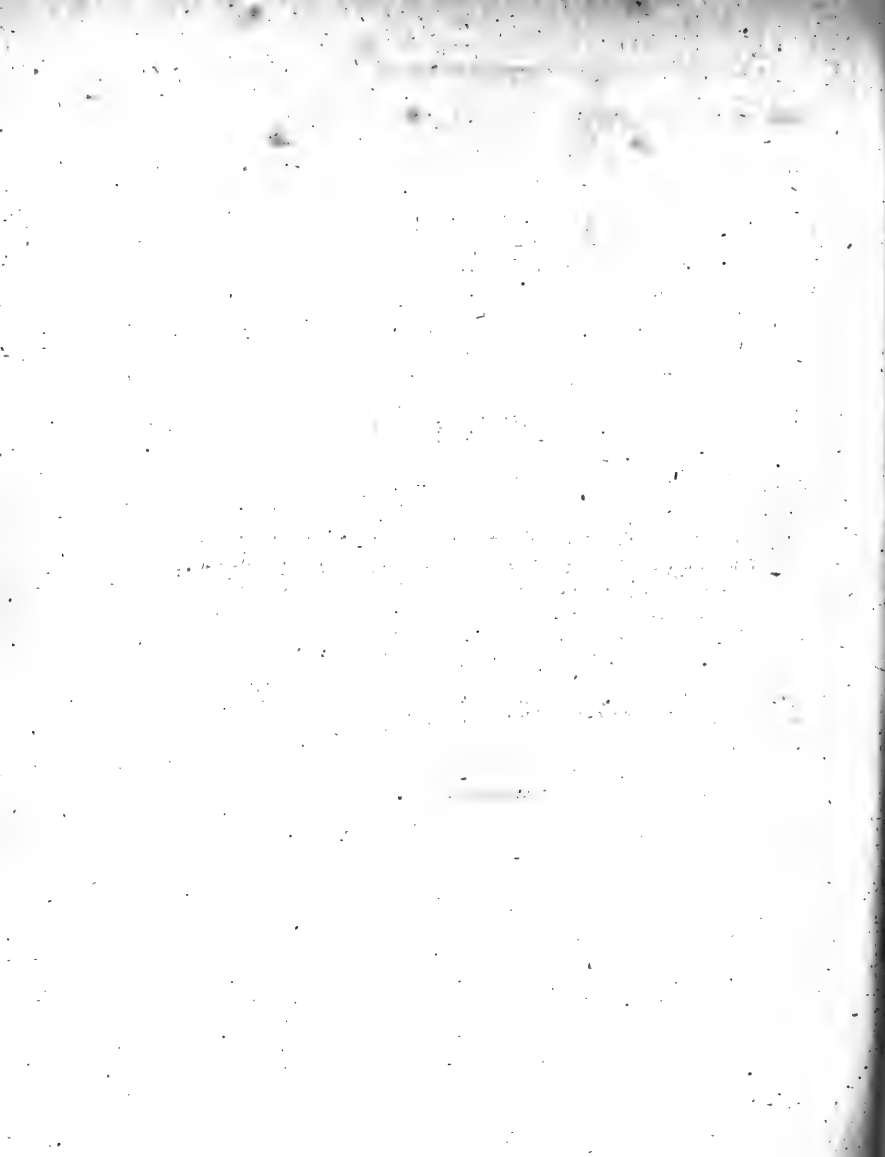


# I n h a l t.

---

|                                                                                                                                                 |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. F i s c h e r über verschiedene Arten, die Logarithmen geometrisch darzustellen . . . . .                                                    | Seite 1 |
| 2. T r a l l e s Behandlung einiger Aufgaben, die bei größern trigonometrischen Messungen vorkommen . . . . .                                   | — 11    |
| 3. E y t e l w e i n über den Druck belasteter Balken auf ihre Unterstützungen, wenn deren mehr als zwei sind . . . . .                         | — 28    |
| 4. T r a l l e s Beschreibung und allgemeine Theorie einer neuen Wage . . . . .                                                                 | — 65    |
| 5. Desselben Anzeige über die geographische Breite der akademischen Sternwarte zu Berlin . . . . .                                              | — 82    |
| 6. Desselben Angabe einer allgemeinen Integralformel . . . . .                                                                                  | — 85    |
| 7. Desselben Beobachtungen über atmosphärische Refraction der Lichtstrahlen irdischer Gegenstände . . . . .                                     | — 86    |
| 8. B o d e allgemeine Untersuchungen und Bemerkungen über die Lage und Austheilung aller bisher bekannten Planeten- und Kometenbahnen . . . . . | — 147   |
| 9. T r a l l e s von der Zusammensetzung der Kräfte, als mathematische Aufgabe betrachtet . . . . .                                             | — 161   |
| 10. Derselbe über die Identität des Algorithmus für Differenz, Integral und ähnliche Operationen mit dem bloß algebraischen . . . . .           | — 188   |

---



---

Ueber

verschiedene Arten,  
die Logarithmen geometrisch darzustellen.

Zur Beantwortung der Frage:

*Ob und in wiefern man Fragen aus der allgemeinen Größenlehre  
nach geometrischen Constructionen beantworten könne?*

~~~~~  
Von Herrn E. G. FISCHER. *)

§. 1. **D**er Streit über die Natur der Logarithmen negativer Größen ist zu bekannt, als dafs es nöthig wäre, hier über die Geschichte desselben etwas zu sagen, oder die Meinungen und Gründe beider Partheien auseinander zu setzen. Euler hat in den Schriften unserer Akademie vom Jahr 1749 eine vortreffliche Abhandlung über diesen Gegenstand geliefert, und es ist mir nicht bekannt, dafs nach ihm Untersuchungen zum Vorschein gekommen wären, welche den Streit unwidersprechlich entschieden, oder auch nur der Entscheidung näher gebracht hätten. Eulers Abhandlung ist daher noch immer für diejenigen klassisch, welche sich über diesen sonderbaren Streit unterrichten wollen. Meine Absicht ist übrigens gar nicht, über diesen zum Ueberdrufs durchgearbeiteten und wiederholten Gegenstand meine Meinung zu sagen. Mein Zweck geht vielmehr auf etwas allgemeineres, auf eine kritische Beleuchtung einer Art von Schlüssen, deren man sich auf beiden Seiten in diesem Streite bedient hat, und welche auch bei unzähligen Untersuchungen anderer Art ihre Anwendung findet. Man hat sich nemlich von beiden Seiten öfters auf geometrische Darstellung der Logarithmen berufen; aber sonderbar genug ist es, dafs sich beide Partheien auf eine und dieselbe Construction stützen, indem z. B. die Vertheidiger

*) Gelesen den 19. April 1804.

der Unmöglichkeit der Logarithmen negativer Gröfsen sich auf die unter dem Namen Logistik bekannte krumme Linie berufen, die blofs Logarithmen positiver Gröfsen darstelle; die Vertheidiger der entgegengesetzten Meinung aber eben der krummen Linie noch einen zweiten Zweig für die Logarithmen negativer Gröfse aufzudringen suchen. Dieser Widerspruch hat mich zu der allgemeinen Untersuchung veranlaßt: *in wiefern man berechtigt sei, über Fragen der allgemeinen Mathematik oder Analysis aus geometrischen Constructionen zu urtheilen.* Ich habe daher mehrere Arten, die Logarithmen geometrisch zu construiren, aufgesucht, und dabei Resultate gefunden, die auf den ersten Blick äußerst widersinnig scheinen; indem z. B. in gewissen Constructionen die Logarithmen aller positiven und negativen Brüche als möglich, dagegen die Logarithmen aller positiven und negativen Zahlen, die größer als Eins sind, als unmöglich erscheinen: in einer andern Construction erscheinen nicht nur die Logarithmen aller negativen Zahlen, sondern auch die Logarithmen aller positiven Brüche als unmöglich, und nur die Logarithmen solcher positiven Zahlen, die größer als Eins sind, stellen sich als möglich dar, u. d. g. m. Es lassen sich indessen die meisten dieser Paradoxien vollständig auflösen; aber sie lehren zugleich, wie sehr man gegen Täuschungen auf seiner Hut sein müsse, wenn man allgemeine Fragen aus geometrischen Constructionen entscheiden will.

Um der Uebersicht willen können wir die beiden bekanntesten Constructionen der Logarithmen nicht unerwähnt lassen.

§. 2. Wenn in einer Logistik FD (Figur 1.) B derjenige Punkt ist, wo die Tangente mit der Ordinate AB einen Winkel von 45° macht, und man setzt $AB = 1$, und nimmt A für den Anfangspunkt der Abscissen, so stellt jede Abscisse, wie AC oder AE , den natürlichen Logarithmus der zugehörigen Ordinate CD , oder EF vor. Es gehört also hier zu jeder positiven Zahl, sie sei größer oder kleiner als 1, ein möglicher Logarithmus. Dagegen zeigt sie gar keine Logarithmen negativer Gröfsen: denn die Unsicherheit der Schlüsse, durch welche Johann Bernoulli dieser Curve einen zweiten dem ersten gleichen Zweig aufzudringen wollte, hat Euler hinlänglich dargethan, und würde sich, wenn es nöthig wäre, auf mehrere Arten deutlich machen lassen.

Ich bemerke hier übrigens, dafs in der Folge, so wie hier, nie von andern, als den natürlichen Logarithmen die Rede sein wird.

§. 3. Wenn B (Figur 2.) der Scheitel einer Hyperbel und AB der

Asymptote $D\mathcal{J}$ parallel ist, so heisst bekanntlich $AB = CA$ die Potenz der Hyperbel. Setzt man diese $= 1$, und nimmt die Abscissen auf CE , die Ordinaten aber mit $D\mathcal{J}$ parallel, so stellt der Flächenraum zwischen AB und irgend einer Ordinate EF oder GH den Logarithmus der zugehörigen Abscisse CE oder CG vor. Diese Construction stellt die Logarithmen aller positiven Zahlen, sie mögen gröfser oder kleiner sein als Eins, eben so vollständig und unzweideutig dar, als die Logistik. Aber auch die Logarithmen negativer Gröfsen erscheinen hier als möglich, aber wie es scheint, als unendlich. Dem vermöge des Gesetzes der Stätigkeit, das in der ganzen Mathematik, und besonders in der Geometrie, überall anwendbar sein mufs, gehört zu der negativen Abscisse CK der zwischen AB und KL enthaltene Flächenraum, d. h. der unendliche Raum $BACD$ plus dem gleichfalls unendlichen Raum $LKC\mathcal{J}$. Oder soll man den zuletzt genannten Raum in Vergleichung mit dem ersten für negativ halten? so würde, wie Johann Bernoulli behauptete, der Logarithmus von CK der Differenz beider Räume gleich, also endlich, und dem Logarithmus einer eben so grofsen positiven Abscisse gleich, aber entgegengesetzt sein. Aber es dürfte sich schwerlich ein völlig entscheidender Grund angeben lassen, den Flächenraum zwischen den negativen Schenkeln der Asymptoten für negativ zu halten; da überhaupt der Begriff des Positiven und Negativen, auf Flächen angewendet, in dornige Schwierigkeiten verwickelt.

Die Quadratur der Hyperbel stellt daher zwar die Logarithmen negativer Gröfsen dar, aber doch mit einer sehr wesentlichen Zweideutigkeit, die wir in der folgenden Construction wiederfinden werden.

Ich komme nunmehr zu zwei andern geometrischen Constructionen, zu welchen ich durch die obigen Betrachtungen, veranlafst worden bin.

§. 4. Aufgabe. Eine Gleichung zu finden für eine Curve, deren Bogen die Logarithmen der zugehörigen Abscissen sind.

Auflösung. Der Bogen der Curve heisse β , die zugehörige Abscisse x , die Ordinate y . Die Aufgabe fordert, dafs $\beta = \text{Log. } x$; also $d\beta = \frac{dx}{x}$ sei. Da für jede Curve $d\beta = \sqrt{(dx^2 + dy^2)}$, so erhalten wir für unsern Fall

$$dx^2 + dy^2 = \frac{dx^2}{x^2}$$

und hieraus folgende Differentialgleichung für die gesuchte Curve

$$dy = dx \sqrt{\left(\frac{1}{x} - 1\right)}$$

Um sie auf dem kürzesten Wege zu integrieren, setze man $x = \cos \phi$, so wird $dx = -\sin \phi \cdot d\phi$ und $\sqrt{\left(\frac{1}{x} - 1\right)} = \text{Tang } \phi$; also

$$dy = -\sin \phi \cdot \text{Tang } \phi \cdot d\phi = -\frac{\sin \phi^2}{\cos \phi} d\phi = -\frac{d\phi}{\cos \phi} + \cos \phi d\phi$$

demnach $y = +\text{Log. Tang } (45^\circ - \frac{1}{2}\phi) + \sin \phi + C$

$$\text{oder } y = \frac{1}{2} \text{Log.} \frac{1 - \cos \phi}{1 + \cos \phi} + \sin \phi + C$$

oder wenn man x statt $\cos \phi$ und $\pm \sqrt{(1 - xx)}$ statt $\sin \phi$ setzt:

$$y = \frac{1}{2} \text{Log.} \frac{1 \mp \sqrt{(1 - xx)}}{1 \pm \sqrt{(1 - xx)}} \pm \sqrt{(1 - xx)} + C,$$

welches die gesuchte Gleichung ist.

Nimmt man den Anfangspunkt der Abscissen so, daß für $x = 1$, $y = 0$ wird, so ist die hinzuzufügende Constante auch $= 0$.

§. 5. Die gefundene Gleichung zeigt, daß die Curve transcendentlich ist. Um sie dem Auge darzustellen, habe ich folgende kleine Tabelle der Abscissen und Ordinaten berechnet.

Wenn $x = 0,1$,	so ist $y = \pm 3,9892$
- - - 0,2	- - - $\pm 3,2776$
- - - 0,3	- - - $\pm 2,8272$
- - - 0,4	- - - $\pm 2,4830$
- - - 0,5	- - - $\pm 2,1829$
- - - 0,6	- - - $\pm 1,8842$
- - - 0,7	- - - $\pm 1,5955$
- - - 0,8	- - - $\pm 1,2932$
- - - 0,9	- - - $\pm 0,9072$
- - - 1,0	- - - $\pm 0,0000$

Nach dieser Tabelle ist die beigefügte Figur 3. entworfen.

Die Curve besteht aus zwei gleichen Zweigen FAG und $HB\mathcal{J}$, weil die Gleichung für gleiche aber entgegengesetzte Werthe von x ungeändert bleibt. Diese Zweige durchschneiden die Abscissenlinie AB in zwei Punkten A und B , wo $x = \pm 1$. Eine winkelrechte Linie durch C , wo $x = 0$, ist eine Asymptote beider Zweige, weil y für $x = 0$, unendlich wird.

§. 6. Für $x > 1$, es sei positiv oder negativ, wird y , folglich auch der zugehörige Bogen, unmöglich, weil $\sqrt{(1 - xx)}$ unmöglich ist. Man

könnte beim ersten Blick vermuthen, dafs sich vielleicht das Unmögliche in den beiden Theilen des Werths von y heben dürfte: eine genauere Untersuchung aber zeigt das Gegentheil. Für den Fall $x > 1$ kann man nemlich die Formel (mit Beibehaltung blofs der obern Zeichen) folgendergestalt schreiben:

$$y = \frac{1}{2} \text{Log.} \frac{1 - \sqrt{(x^2 - 1)} \sqrt{-1}}{1 + \sqrt{(x^2 - 1)} \sqrt{-1}} + \sqrt{(x^2 - 1)} \sqrt{-1}$$

Man setze $\sqrt{(x^2 - 1)} = \text{Tang. } V$, so ist nach einem bekannten Satze

$$\frac{1}{2} \text{Log.} \frac{1 - \text{Tang. } V \sqrt{-1}}{1 + \text{Tang. } V \sqrt{-1}} = V \sqrt{-1}$$

dadurch aber wird

$$\begin{aligned} y &= V \sqrt{-1} + \text{Tang. } V \sqrt{-1} \\ &= (V + \text{Tang. } V) \sqrt{-1} \end{aligned}$$

welches offenbar imaginair ist.

§. 7. In dieser Curve sind nun die Bogen den Logarithmen der zugehörigen Abscissen proportional, wobei aber zu bemerken, dafs die Bogen immer von dem Durchschnittspunkt A der Curve mit der Abscissenlinie an gerechnet werden müssen, wo $x = +1$ ist. Der Grund ist leicht einzusehen, denn aus

$$d\beta = \frac{dx}{x}$$

(woraus ursprünglich unsere Gleichung abgeleitet worden) folgt,

$$\beta = \text{Log. } x + \text{Const.}$$

Soll die Constante Null werden, so musz zugleich $\text{Log. } x$ und β Null sein; d. h. es musz $x = +1$, und $\beta = 0$ sein. Es ist also z. B. für $CK = +x$ der Bogen AL oder AM der zugehörige Logarithmus.

§. 8. Eine nähere Betrachtung unserer Curve zeigt mehr als eine Paradoxie.

Die auffallendste ist, dafs die Logarithmen aller Zahlen, die gröfser als Eins sind, als imaginair erscheinen. Dies Räthsel löset sich indessen leicht und vollständig auf, wenn man folgendes bemerkt. Das Differential einer Abscisse ist bei einem rechten Coordinatenwinkel eine senkrechte Linie zwischen zwei parallelen Ordinaten, also die kürzeste Linie, welche sich zwischen beiden ziehen läfst. Dieses Differential kann folglich nie kleiner sein, als das zugehörige Differential des Bogens. Sollen aber die Bogen Logarithmen der Abscissen sein, so musz $d\beta = \frac{dx}{x}$ sein. Dies geht

an, so lange x nicht größer als Eins ist: denn alsdann ist $\frac{dx}{x} > dx$, also auch $d\beta > dx$. Wird aber $x > 1$, so ist $\frac{dx}{x} < dx$, oder $d\beta < dx$, welches in einer solchen Construction unmöglich ist. Soll also der Logarithmus in der Gestalt eines Bogens dargestellt werden, so wird für $x > 1$ sein Differential, folglich der Bogen selbst unmöglich.

§. 9. Eine zweite Paradoxie ist, daß zu jeder Abscisse CK , zwei gleiche, aber entgegengesetzte Bogen AL und AM gehören; also, wie es scheint, zu jeder Zahl, zwei gleiche, aber entgegengesetzte Logarithmen. Auch dieses Räthsel löst sich auf, wenn man auf die Entstehung der Gleichung für unsere Curve zurückgeht. Wir haben nemlich selbst stillschweigend die Bedingung solcher doppelten Logarithmen hineingetragen.

Wir fingen damit an, daß wir annahmen, es sollte $\beta = \text{Log. } x$ sein. Hätten wir gesetzt $\beta = -\text{Log. } x$, so wäre keine andere Gleichung gefunden worden. Unsere Voraussetzung war also eigentlich $\beta = \pm \text{Log. } x$, und dieser Voraussetzung gemäß müßte die Curve ausfallen, ohne daß wir dadurch berechtigt werden, jeder Zahl entgegengesetzte Logarithmen, in einem und demselben System beizulegen.

§. 10. Eine dritte Paradoxie endlich betrifft die Logarithmen negativer Größen, die hier als reell, obgleich wie bei den Hyperbeln als unendlich erscheinen. Denn da der Anfangspunkt der Bogen in A ist, so gehört zu der negativen Abscisse CP , der ganze erste und unendliche Zweig AF , nebst dem unendlichen Stück HQ des zweiten Zweiges, als Bogen, oder auch $AG + \mathcal{J}R$.

Aber es zeigt sich hier dieselbe Zweideutigkeit, als bei der Hyperbel, indem man die Frage aufwerfen kann, ob der zweite Zweig der Curve vielleicht als negativ anzusehen sei? wozu ich indessen in der Construction gar keinen hinreichenden Grund finde.

§. 11. Aufgabe. Eine Gleichung zu finden für eine Curve, deren Abscissen die Logarithmen der zugehörigen Bogen sind.

Auflösung. Der Bogen heiße hier wieder β , Abscisse und Ordinate x und y ; so soll

$$x = \text{Log. } \beta; \text{ d. i. } \beta = e^x$$

sein, wenn e , wie gewöhnlich, die Basis des natürlichen Logarithmensystems ist. Daraus folgt, $d\beta = e^x dx$; also

$$V(dx^2 + dy^2) = e^x dx$$

$$\text{und } dy = dx V(e^{2x} - 1).$$

Um diese Gleichung zu integriren, setze man $e^x = \text{Sec } z$, also

$x = \text{Log. Sec } z$, so wird $dx = \text{Tang } z \cdot dz$; und

$$V(e^{2x} - 1) = V(\text{Sec } z^2 - 1) = \text{Tang } z.$$

daher $dy = \text{Tang } z^2 \cdot dz = \frac{\text{Sin } z^2}{\text{Cos } z^2} dz$, oder $dy = \frac{dz}{\text{Cos } z^2} - dz$.

Folglich

$$A) y = \text{Tang } z - z.$$

Da aber $\text{Tang } z = V(\text{Sec } z^2 - 1) = V(e^{2x} - 1)$, und $z = \text{Arc. Sec } e^x$, so erhält man

$$B) y = V(e^{2x} - 1) - \text{Arc. Sec } e^x$$

oder auch

$$C) y = V(\text{Num. Log } 2x - 1) - \text{Arc. Sec. (Num. Log } x),$$

welches in allen drei mit A, B, C bezeichneten Formen die verlangte Gleichung ist.

§. 12. Den Anfangspunkt der Abscissen nehme man da, wo $y = 0$ ist, so wird auch die hinzuzufügende Constante $= 0$. Unter dieser Voraussetzung durchschneidet die Curve die Abscissenlinie im Anfangspunkt der Abscissen. Für ein unendliches x wird auch y unendlich. Für jedes negative x ist y unmöglich, weil e^{-2x} kleiner als Eins, also $e^{-2x} - 1$ negativ ist.

Die Curve läuft also vom Anfangspunkt der Abscissen an gegen die positive Seite in einem unendlichen Zweige aus. Sie hat aber unter der Abscissenlinie einen zweiten, dem ersten völlig gleichen Zweig. Denn in $x = \text{Log. Sec } z$ wird nichts geändert, man mag z positiv oder negativ nehmen. Ist aber z negativ, so verwandelt sich die Gleichung (A)

$$\begin{aligned} \text{denn} \quad dy &= \text{Tang. } z - z \\ \text{in } y &= - \text{Tang. } z + z \end{aligned}$$

welches dem vorigen gleich, aber entgegengesetzt ist.

§. 13. Zur Berechnung einer Tabelle für die Construction ist es am bequemsten, z willkürlich anzunehmen, und daraus y (durch die Gleichung $y = \text{Tang. } z - z$), und x (durch die Formel $x = \text{Log. Sec. } z$) zu bestimmen; wobei wir noch anmerken, daß bei dieser Methode, aufser der leichten Rechnung, noch der Vortheil erreicht wird, zu jedem x und y auch den zugehörigen Bogen β durch die Formel $\beta = e^x$, und $e^x = \text{Sec. } z$ unmittelbar aus den trigonometrischen Tafeln finden zu können. Den ganzen Erfolg der Rechnung zeigt nachstehende kleine Tafel.

z	Tang z	Sec $z = \beta$	$x = \text{Log. Sec. } z$	$y = \text{Tang } z - z$
$0^\circ = 0,0000$	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000
$10^\circ = 0,1745$	0,1763	1,0154	0,0153	0,0018
$20^\circ = 0,3491$	0,3640	1,0642	0,0622	0,0149
$30^\circ = 0,5236$	0,5773	1,1547	0,1438	0,0537
$40^\circ = 0,6981$	0,8391	1,3054	0,2665	0,1410
$50^\circ = 0,8727$	1,1917	1,5557	0,4419	0,2190
$60^\circ = 1,0172$	1,7320	2,0000	0,6931	0,6848
$65^\circ = 1,1345$	2,1445	2,4114	0,8802	1,0100
$70^\circ = 1,2217$	2,7475	2,9238	1,0729	1,5258
$80^\circ = 1,3963$	5,6712	5,7588	1,7507	4,2749
$90^\circ = 1,5708$	unendlich	unendlich	unendlich	unendlich

Nach dieser Tafel ist die beigelegte 4. Figur gezeichnet.

In dieser Curve stellen also die Abscissen die Logarithmen der zugehörigen Bogen vor; doch ist bei dieser Vergleichung, wenn sie richtig sein soll, allezeit zu dem Bogen noch die beständige GröÙe $- 1$ hinzuzufügen, indem z. B. nicht $AE = \text{Log. } AF$, sondern $AE = \text{Log. } (AF + 1)$. Denn wollte man unsere Curve auf dem gewöhnlichen Wege rectificiren, so würde man zuletzt auf die Differentialgleichung $d\beta = e^x dx$, von der wir ausgegangen sind, zurückkommen. Aus dieser müÙte man alsdann schließeln

$$\beta = e^x + \text{Const.}$$

Nun ist aber für $x = 0$, auch der Bogen $\beta = 0$, da wir ihn bis jetzt immer von A aus genommen haben. Wir hätten also für diese Werthe von x und β

$$0 = 1 + \text{Const.}$$

$$\text{und } \text{Const.} = -1$$

Also die Gleichung zwischen Bogen und Abscisse

$$\beta = e^x - 1; \text{ oder } e^x = \beta + 1$$

$$\text{oder } x = \text{Log. } (\beta + 1)$$

Ich habe daher in der Zeichnung, AB der Einheit gleich gemacht, nach welcher die Zeichnung gemacht worden, so dafs z. B.

$$AE = \text{Log. } (AF + AB).$$

Auch diese Curve zeigt einiges Auffallende. Zuerst erscheinen zu jedem Logarithmus zwei zugehörige Zahlen, indem z. B. AE der Logarithmus

ist, sowohl von $AF + 1$ als von $AG + 1$. Ein Zweig der Curve ist also, in sofern sie eine Darstellung eines einzigen Logarithmen-Systems sein soll, wenigstens überflüssig.

Zweitens giebt es zu keinem einzigen negativen x ein mögliches y ; weil für jedes negative x , sowohl $V(e^{2x} - 1)$ als $\text{Arc. Sec. } e^x$ unmöglich wird. Dürfte man also von dieser Curve einen allgemeinen Schluß machen, so würden zu negativen Logarithmen bloß unmögliche Zahlen gehören, und so würden sogar die Logarithmen positiver Brüche unmöglich sein.

§. 16. Die sämtlichen erörterten Constructionen zeigen sehr deutlich, wie unrichtig der Schluß von einer Unmöglichkeit, die sich in einer geometrischen Construction zeigt, auf eine Unmöglichkeit in dem allgemeinen Begriff sei. In der dritten Figur erscheinen die Logarithmen, selbst aller positiven Zahlen die größer als Eins sind, als unmöglich. Wir haben aber deutlich gezeigt, was es mit dieser Unmöglichkeit für eine Bewandniß habe, und dafs aus ihr nichts weiter folgt, als, dafs die geometrische Darstellung solcher Logarithmen unmöglich werde, wenn man die Bedingung macht, dafs die Logarithmen unter der Gestalt von Bogen, die zugehörigen Zahlen aber unter der Gestalt der zugehörigen Abscissen dargestellt werden sollen. Eine ähnliche Bewandniß hat es mit der vierten Figur, wo die Logarithmen selbst positiver Brüche, als unmöglich erscheinen, woraus aber wieder nichts weiter folgt, als dafs ihre geometrische Darstellung *unter dieser Form* unmöglich sei.

§. 17. *Der Schluß von einer Unmöglichkeit in einer geometrischen Construction auf eine Unmöglichkeit im Begriff, ist also nie gültig.* Eine geometrische Construction ist nemlich im Grunde nichts anders als die Darstellung eines Begriffs an einem bestimmten Object. Der Begriff kann an sich vollkommen logisch richtig, also ohne allen Widerspruch sein, aber in dem Wesen des bestimmten Objects kann etwas liegen, was dem Begriff ganz oder zum Theil widerspricht, und daher seine Darstellung *durch dieses Object* ganz, oder zum Theil unmöglich macht.

§. 18. *Aber sollte der Schluß von einer Möglichkeit in einer Construction auf die Möglichkeit im Begriff, nicht unbedingt gültig sein?* Ohne Zweifel! denn der logische Kanon, dafs das, was in einem einzelnen Falle als wirklich erscheint, auch möglich sein müsse, kann unmöglich falsch sein. Und doch zeigen die obigen Constructionen, dafs man selbst bei dieser unbestreitbar richtigen Art zu schliessen, Täuschungen ausgesetzt sei. Die dritte

Figur giebt jedem Bruch zwei gleiche aber entgegengesetzte Logarithmen, und doch ist es falsch, daß es sich im allgemeinen so verhalte: aber wir haben auch den Grund dieser Erscheinung deutlich entwickelt. Er lag darin, daß wir stillschweigend diese doppelten Logarithmen in die Bedingungen der Aufgabe gebracht hatten, so daß die Construction in ihren obern und untern Zweigen, eigentlich die Logarithmen zweier Systeme darstellt, wovon das eine die Basis e , das andere die Basis e^{-1} hat. Jeder geübte Analytiker weiß, daß sehr oft weit mehr in einer Aufgabe liegt, als man sich bei Abfassung derselben bewußt ist, und diese, wenn ich so sagen darf, unsichtbaren Bedingungen, welche oft vermöge der Natur der Dinge von der Aufgabe gar nicht getrennt werden können, sind im Stande, Erscheinungen hervorzubringen, die in dem Begriff, welchen man construiren wollte, gar nicht liegen.

§. 19. Ich bin zweifelhaft, ob der Grundsatz des vorigen §. auch auf die Logarithmen negativer Größen, die in der zweiten und dritten Figur auf eine sehr gleichförmige Art, als möglich erscheinen, anwendbar sein dürfte. Zwar habe ich bis jetzt in den Aufgaben, aus welchen sie entspringen, solche versteckte Bedingungen, welche eine solche Möglichkeit, die aufser dem eigentlichen bestimmten Begriff eines einzigen Logarithmensystems läge, herbeiführen könnten, nicht auffinden können; aber es scheint mir eine unbestreitbare Folge aus allem bisher vorgetragenen zu sein: daß geometrische Constructionen nicht der rechte Weg sind, Fragen dieser Art zu entscheiden; sondern daß die Entscheidung unmittelbar aus den Begriffen, um welche sich der Streit dreht, abgeleitet werden müsse.

Daß übrigens die geometrische Construction analytischer Begriffe ihren anderweitigen wichtigen Nutzen hat, bleibt natürlich unbestritten.

Behandlung einiger Aufgaben,
die bei größern trigonometrischen Messungen vorkommen.

~~~~~  
Von Herrn TRALLES. \*)

Die Operationen, welche die Bestimmung der GröÙe und der Figur der Erde zum Gegenstande hatten, haben nicht nur genaue Aufnahmen großer Länder veranlaßt, sondern auch für dieselben als Muster gedient, so daß sie gegenwärtig den besondern Zweck jener in sich schließeln können. Beträchtliche Erweiterungen der Erdkunde darf man um so eher hoffen, da große Staaten, außer dem staatswirthschaftlichen und militairischen Nutzen genauer Ländervermessungen, auch das wissenschaftliche Interesse derselben erkennen und zu befördern trachten. Es mag daher nicht überflüssig sein, zu noch bevorstehenden Unternehmen dieser Art einiges beizutragen, was zu ihrer gröÙern Genauigkeit dienen kann. Im gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft dürfen eben so wenig die Mittel, genaue Data zu erhalten, ungebraucht bleiben, als man es sich erlauben darf, irgend etwas in der theoretischen Behandlung, was zu schärfern Resultaten leitet, zu vernachlässigen, da die Kunst des Instrumentenverfertigers jene geben und diese vom Geometer gefordert werden können.

Obwohl sich manches über die Vervollkommnung der Werkzeuge und ihren Gebrauch sagen ließe, so ist dies doch gegenwärtig mein Zweck nicht. Ich werde mich aufs theoretische beschränken, ohne doch einen vollständigen Lehrbegriff desjenigen zu geben, was bei gröÙern Messungen zu wissen erforderlich ist, und anderer Orten vordemjenigen, der es bedarf, gefunden werden kann.

§. 1. Die Dreiecke, welche auf der Oberfläche der Erde zur Bestimmung der Lage der aufzunehmenden Punkte gemacht werden, liegen

\*) Vorgelesen den 29. November 1804.

in einer ellipsoidischen Fläche. Man kann sich aber begnügen, die einzelnen Dreiecke zu betrachten als in einer sphärischen Fläche beschrieben, deren Halbmesser dem mittlern Krümmungshalbmesser der ellipsoidischen Fläche in der Gegend des Dreiecks gleich ist. Man muß zu dem Ende diese krumme Fläche kennen. Ich setze, sie sei ein rundes Ellipsoid, auch wird sich für jede Gegend eines annehmen lassen, welches da der wirklichen Gestalt der Erde, das ist der Fläche, auf welcher alle Vertikalen rechtwinklicht sind, am nächsten kömmt.

Der Meridian dieser krummen Fläche sei die Ellipse, deren eine Axe  $2b$ , die andere  $2b(1 + \alpha)$  ist. Erstere sei diejenige Axe, um welche sich die Ellipse dreht, die runde Oberfläche zu erzeugen, von welcher hier die Rede ist. Die Gröfse  $\alpha$  pflegt man die Abplattung zu nennen; sie ist sehr klein, nach den bisherigen Erfahrungen aller Orten positiv, und, wenn man die Figur der Erde im Ganzen betrachtet, bekanntlich  $\frac{1}{334}$ .

Es sei  $K$  das Komplement der Breite eines Ortes, also der Winkel der Vertikalen mit der Drehungsaxe des Meridians oder ihr parallelen Linie;  $r$  sei der Halbmesser der Krümme des Meridians in dieser Breite, und  $A$  der Winkel irgend einer durch die Vertikale gelegten Ebene mit der Ebene des Meridians. Der Durchschnitt der Oberfläche des Ellipsoids und jener Vertikalebene ist eine Ellipse, für welche an diesem Ort der Radius der Krümme  $r'$  heißen soll, und man hat:

$$r' = r \frac{1 + (2\alpha + \alpha^2) \sin^2 K}{1 + (2\alpha + \alpha^2) \sin^2 K \cos^2 A}.$$

Ich enthalte mich des Beweises dieser Formel, der etwas weitläufig ist. Für gegenwärtigen Zweck ist es zureichend, statt jenes genauen Ausdrucks den genäherten zu setzen:

$$r' = r(1 + 2\alpha \sin^2 K \sin^2 A).$$

$$\text{oder } r' = r(1 + \alpha \sin^2 K - \alpha \sin^2 \cos 2A).$$

Ich multiplizire diese Gleichung mit  $dA$  und integrirte, indem ich blofs  $A$  und  $r'$  als veränderlich betrachte, so wird erhalten:

$$\int r' dA = r(1 + \alpha \sin^2 K) A - \alpha \sin^2 K \sin 2A + C.$$

Dies Integral von  $A = 0$  bis  $A = \pi$ , dem halben Kreisumfang, genommen, giebt:

$$\int r' dA = (1 + \alpha \sin^2 K) \pi r.$$

Es ist aber  $\int r' dA$  in jenen Gränzen genommen der Summe aller  $r'$  proportional. Setzt man daher ein beständiges  $r^0$ , so daß  $\int r^0 dA = r^0 \pi = \int r' dA$ ,

also  $r^\circ = r(1 + a \sin^2 K)$ , so ist dieses  $r^\circ$  derjenige Krümmungshalbmesser, welcher die mittlere Größe zwischen allen veränderlichen hat.

Dieser genäherte Werth des mittlern Krümmungshalbmessers in der Kolatitude  $K$  ist aber gleich demjenigen, welcher auf der Oberfläche der Erde wirklich in derjenigen Richtung statt hat, die mit dem Meridian einen Winkel macht, der Hälfte eines rechten gleich. Ein Resultat, welches sich vermuthen liefs.

§. 2. Wenn man nach genau geometrischer Methode eine Messung auf der Erde vornehmen wollte, ohne irgend eine Bekanntschaft mit der Figur ihrer Oberfläche vorauszusetzen oder in Betrachtung ziehen zu wollen; so müßten die Dreiecke zur Verbindung der zu bestimmenden Punkte angelegt, auch in Rücksicht der Lage ihrer Ebenen gegen einander bestimmt werden, um endlich alle Punkte in Ferne und in Richtung von irgend einem anzugeben. Diese im Raum überhaupt bestimmten Punkte könnten dann nach irgend einem Gesetz zum Behuf einer Karte, wenn es darum zu thun wäre, auf einer Ebene entworfen werden. Um die Lage der Ebene eines Dreiecks gegen ein angränzendes zu bestimmen, dürfte nur der Winkel gemessen werden, welchen eine Seite des einen Dreiecks mit der Ebene des angränzenden macht, dies läßt sich aber praktisch nicht mit großer Genauigkeit verrichten. Noch weniger würde man seinen Zweck erreichen durch die Messung der beiden an einander stoßenden Dreieckswinkel und des Winkels zwischen den beiden nicht zu demselben Dreieck gehörigen Linien, obwohl, theoretisch genommen, diese drei Winkel hinlängliche Data gäben. Die Vertikalebene in dem beiden Dreiecken gemeinschaftlichen Winkelpunkt und durch ihre gemeinschaftliche Seite gehend, giebt hierzu das beste Mittel. Man findet den Winkel der Ebene jedes der beiden Dreiecke mit dieser sie trennenden Vertikalebene, aus den Winkeln zwischen den zwei Seiten, und denen, welche jede Seite mit der Vertikallinie macht. Die Summe der Winkel jeder Dreiecksebene mit der Vertikalebene wäre der Winkel beider Dreiecksebenen, der gesucht ist. So würde fernerhin bei jeder Verknüpfung zweier Dreiecke, die Vertikalebene bloß als vermittelnde Hülfebene dienen, ohne selbst gebraucht zu werden. Auch würde man für jedes Paar Dreiecke zweimal den Winkel ihrer Ebenen erhalten, wenn man an jeden Endpunkt der gemeinschaftlichen Seite die dazu nöthigen Beobachtungen anstellte. Nichts hindert, statt der wirklichen Ebene eines der Dreiecke, eine ideale anzunehmen,

wie z. B. die horizontale Ebene irgend eines Winkelpunktes der Dreiecke, und auf diese am Ende alles zu beziehen. Allein die Atmosphäre hindert uns, mit diesem Verfahren alle Vortheile, deren es sonst fähig sein möchte, zu erreichen; wie eine weitere Ueberlegung der Sache leicht ergeben würde, die aber zu geometrischen Betrachtungen führen, die kein besonderes mathematisches Interesse versprechen. Man ist daher gewohnt, das Gesetz der Oberfläche anzunehmen, um mit weniger Schwierigkeit oder Weitläufigkeit die Berechnungen führen zu können.

§. 3. Noch pflegte man die einzelnen Dreiecke auf der Erde als geradlinigte zu berechnen. Der Herr Le Gendre hat (in den *Mém. de l'Acad. des Sciences* 1787.) gezeigt, dafs auf die Weise, wie man dies vornahm, indem man die Summe der drei horizontalen Winkel jedes Dreiecks zweien rechten gleichsetzte, unwissend einem Fehler ausgewichen wurde, welchen man ehemals auch wissentlich zu begehen nicht gefürchtet hätte, der aber heut zu Tage nicht gestattet werden darf, da die Werkzeuge jene Genauigkeit gebieten können, welche durch die Betrachtung der Dreiecke als sphärische noch gewonnen wird. In England hat der General Roy zuerst den Exzeß der drei beobachteten horizontalen Winkel eines terrestrischen Dreiecks nicht außer Acht gelassen, und an Genauigkeit in der Verkettung der Dreiecke gewonnen. Sein Nachfolger in der Fortsetzung der englischen Vermessung hat aus den beobachteten horizontalen Winkeln die Chordwinkel mühsam berechnet, und so auch wissend den einzelnen Dreiecken größere Genauigkeit gegeben. Indessen hatte man schon doch seit geraumer Zeit darauf geachtet, dafs die auf den Horizont reduzirten Dreiecke als sphärische berechnet werden müßten, allein was davon abhielt, wirklich so zu verfahren, war die Schwierigkeit, aus den Tafeln mit hinlänglicher Leichtigkeit und Genauigkeit die Logarithmen der Sinusse und der Tangenten kleiner Winkel zu nehmen. Diese Schwierigkeit, welche man auch aus den Einleitungen zum Gebrauch solcher Tafeln abnehmen kann, zu heben, wird daher mehr als gegenwärtiger besonderer Absicht angemessen sein. Für das Geographische entsteht der Vortheil, dafs man nicht, wie nach der Methode von Le Gendre, für denselben Winkel zweierlei Werthe zu gebrauchen hat, welches neben der Unbequemlichkeit auch zu Irrungen Anlaß geben kann, denen man nur zu sehr in solchen mechanischen Rechnungen ausgesetzt ist.

Es ist  $\sin \varphi = 2^n \cdot \sin \frac{\varphi}{2^n} \cos \frac{\varphi}{2} \cos \frac{\varphi}{4} \dots \cos \frac{\varphi}{2^{n-1}}$ . Man erhält diesen Ausdruck für  $\sin \varphi$ , wenn man in dem bekannten  $\sin \varphi = 2 \sin \frac{\varphi}{2} \cos \frac{\varphi}{2}$ , statt  $\sin \frac{\varphi}{2}$  setzt  $2 \sin \frac{\varphi}{4} \cos \frac{\varphi}{4}$ , und statt  $\sin \frac{\varphi}{4}$ ,  $2 \frac{\sin \varphi}{2^1} \cos \frac{\varphi}{2^1}$  u. s. w. Allein der Faktor  $2^n \sin \frac{\varphi}{2^n}$  nähert sich desto mehr dem Bogen  $\varphi$ , je größer  $n$  wird.

Also hat man endlich:

$$\sin \varphi = \varphi \cos \frac{\varphi}{2} \cos \frac{\varphi}{4} \cos \frac{\varphi}{8} \dots$$

Wenn man nun bedenkt, daß in unsern gewöhnlichen Tafeln die Logarithmen um zehn Einheiten zu groß sind, wenn man nemlich den wahren Radius für die trigonometrischen Funktionen zu 1 annimmt, so ist:

$$\log \sin \varphi = 10 + \log \varphi - (10 - \log \cos \frac{\varphi}{2}) - (10 - \log \cos \frac{\varphi}{4}) - \text{u. s. w.}$$

Ist  $\varphi$  kein großer Winkel, so lassen sich die arithmetischen Complementary der Tafellogarithmen für die Cosinuse des halben, viertel, achte Bogen u. s. w. sichtlich aus den Tafeln nehmen, und man hat nur die Subtraktion der Summe von sehr wenig Ziffern zu verrichten.

Der  $\lg \varphi$  findet sich ebenfalls leicht. Denn wenn  $\varphi''$  die Zahl der Sekunden ist, die der Winkel  $\varphi$  enthält; so ist  $\lg \varphi = \lg \varphi'' + \lg \text{arc } 1''$  und für  $\lg \text{arc } 1''$  kann man setzen  $\lg \sin 1'' - 10$ , selbst wenn mit zehn Dezimalen gerechnet wird.

$$\text{Also: } \lg \sin \varphi = \lg \varphi'' + \lg \sin 1'' - (10 - \lg \cos \frac{\varphi}{2}) - (10 - \lg \cos \frac{\varphi}{4}) - \text{u. s. w.};$$

$$\lg \tan \varphi = \lg \varphi'' + \lg \sin 1'' + 10 - \lg \cos \varphi - (10 - \log \cos \frac{\varphi}{2}) - \text{u. s. w.}$$

Sind die Winkel hinlänglich klein, daß, wenn  $\lg \sin \varphi$  oder  $\lg \tan \varphi$  gegeben sind, aus der Tafeln Ansicht  $\varphi$  selbst genau genug sich findet, um nur des entsprechenden logarithmischen Cosinus arithmetisches Complement, das von halben, viertel u. s. w. Bogen zu nehmen: so findet man aus den Logarithmen der Zahlen die Zahl von Sekunden und Dezimaltheilen des Winkels  $\varphi$  (nachdem entweder der Logarithmus des Sinus oder der Tangente des gesuchten Bogens gegeben war) nach den Formeln:

$$\lg \varphi'' = \lg \sin \varphi - \lg \sin 1'' + (10 - \lg \cos \frac{\varphi}{2}) + \text{u. s. w.},$$

$$\lg \varphi'' = \lg \tan \varphi - \lg \sin 1'' - 10 + \lg \cos \varphi + (10 - \lg \cos \frac{\varphi}{2}) + \text{u. s. w.}$$

In der Anwendung wird diese Weise zum gegebenen Bogen, den Logarithmen des Sinus oder der Tangente oder umgekehrt zu finden, viel bequemer, als es zufolge dieser Formeln erscheint. Sie haben überdem noch eine Abkürzung, die im Gesetze, nach welchem die Logarithmen der Sekanten, d. i. der arithmetischen Complemente der Cosinuse kleiner Bogen fortschreiten, ihren Grund hat.

Es ist nach bekannter Reihe:

$$\operatorname{tang} \varphi = \varphi + \frac{1}{3} \varphi^3 + \frac{2}{3 \cdot 5} \varphi^5 + \frac{17}{3 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7} \varphi^7 + \dots$$

und da  $-\operatorname{tang} \varphi d\varphi = d \lg \cos \varphi$ , so darf man nur jene Reihe mit  $-d\varphi$  multiplizieren und nachher integrieren, so erhält man:

$$\lg \cos \varphi = -\frac{\varphi^2}{2} - \frac{\varphi^4}{3 \cdot 4} - \frac{2\varphi^6}{3 \cdot 5 \cdot 6} - \frac{17\varphi^8}{3 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 8} - \dots$$

Das Glied rechter Hand muß mit  $\varphi = 0$  verschwinden; da dies geschieht, so ist weiter keine Constante nöthig.

Setzt man in dieser Gleichung successive  $\frac{\varphi}{2}$ ,  $\frac{\varphi}{4}$ ,  $\frac{\varphi}{8}$  u. s. w. statt  $\varphi$ , so erhält man:

$$\lg \cos \frac{1}{2} \varphi = -\frac{\varphi^2}{2 \cdot 2^2} - \frac{\varphi^4}{3 \cdot 4 \cdot 2^4} - \frac{2\varphi^6}{3 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 2^6} - \frac{17\varphi^8}{3 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 2^8} - \text{u. s. w.}$$

$$\lg \cos \frac{1}{4} \varphi = -\frac{\varphi^2}{2 \cdot 4^2} - \frac{\varphi^4}{3 \cdot 4 \cdot 4^4} - \frac{2\varphi^6}{3 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 4^6} - \frac{17\varphi^8}{3 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 4^8} - \text{u. s. w.}$$

etc. etc.

und addirt; so wird  $\lg (\cos \frac{1}{2} \varphi \cos \frac{1}{4} \varphi \dots)$

$$\begin{aligned} &= -\frac{\varphi^2}{2} \left( \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^4} + \frac{1}{2^6} + \dots \right) \\ &\quad - \frac{\varphi^4}{3 \cdot 4} \left( \frac{1}{2^4} + \frac{1}{2^8} + \frac{1}{2^{12}} + \dots \right) \\ &\quad - \frac{2\varphi^6}{3 \cdot 5 \cdot 6} \left( \frac{1}{2^6} + \frac{1}{2^{12}} + \frac{1}{2^{18}} + \dots \right) \\ &\quad - \frac{17\varphi^8}{3 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 8} \left( \frac{1}{2^8} + \frac{1}{2^{16}} + \frac{1}{2^{24}} + \dots \right) \\ &\quad - \text{etc.} \end{aligned}$$

$$= -\frac{1}{2^2-1} \frac{\varphi^2}{2} - \frac{1}{2^4-1} \frac{\varphi^4}{3 \cdot 4} - \frac{1}{2^6-1} \frac{2\varphi^6}{3 \cdot 5 \cdot 6} - \frac{1}{2^8-1} \frac{17\varphi^8}{3 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 8} - \text{u. s. w.}$$

Hierzu den  $\lg \varphi$  addirt, so hat man:

$$\lg (\varphi \cos \frac{\varphi}{2} \cos \frac{\varphi}{4} \dots) \text{ oder}$$

$$\lg \sin \varphi = \lg \varphi - \frac{1}{2^2-1} \frac{\varphi^2}{2} - \frac{1}{2^4-1} \frac{\varphi^4}{3 \cdot 4} - \frac{1}{2^6-1} \frac{2\varphi^6}{3 \cdot 5 \cdot 6} - \dots$$

subtrahirt man von dieser Reihe  $\lg \cos \varphi$ , so erhält man:

$$\lg \operatorname{tang} \varphi = \lg \varphi + \frac{2^2-2}{2^2-1} \frac{\varphi^2}{2} + \frac{2^4-2}{2^4-1} \frac{\varphi^4}{3 \cdot 4} + \frac{2^6-2}{2^6-1} \frac{2 \varphi^6}{3 \cdot 5 \cdot 6} + \frac{2^8-2}{2^8-1} \frac{17 \varphi^8}{3 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 8} + \text{u. s. w.}$$

Die Differenziation dieser beiden Reihen giebt noch:

$$\cot \cdot \varphi, \text{ und } 2 \operatorname{cosec} \cdot 2 \varphi, \text{ also leicht } \operatorname{cosec} \cdot \varphi.$$

Ich hätte mich begnügen können, die ersten Glieder der Reihe für den Logarithmen des Cosinus eines Bogens nachzuweisen und anzuführen, ich habe aber, da es so kurz geschehen konnte, den nahen Zusammenhang anderer Reihen mit derjenigen, nach welcher die Tangente eines Winkels durch den Bogen ausgedrückt wird, zeigen wollen. Das Gesetz der Coefficienten dieser letztern bleibt in jenen immer sichtlich.

Wenn der Bogen  $\varphi$  klein genug ist, um die Größen, die von dessen vierter und höhern Potenzen abhängen, vernachlässigen zu dürfen, so ist also:

$$\lg \left( \cos \frac{\varphi}{2} \cdot \cos \frac{\varphi}{4} \cdot \dots \right) = -\frac{1}{2^2-1} \frac{\varphi^2}{2} = -\frac{1}{3} \frac{\varphi^2}{2}$$

In dem Falle aber ist auch  $-\frac{1}{3} \frac{\varphi^2}{2} = \frac{\lg \cos \varphi}{3}$ , folglich auch für gewöhnliche Logarithmen:

$$\lg \sin \varphi = \lg \varphi'' + \lg \operatorname{arc} 1'' - \left( 10 - \frac{\lg \cos \varphi}{3} \right)$$

$$\lg \tan \varphi = \lg \varphi'' = \lg \operatorname{arc} 1'' - \left( 10 + \frac{2}{3} \lg \cos \varphi \right)$$

Formeln, die auch umgekehrt, einen gleich leichten Gebrauch haben. Diese besondere Vorschrift für Logarithmen der Sinusse und Tangenten kleiner Winkel findet sich ohne Beweis in der Vorrede zu den großen Taylorschen Tafeln.

In jedem Falle aber hat man die genaue Gleichung:

$$\lg \sin \varphi = \lg \varphi + \lg \cos \frac{\varphi}{2} + \lg \cos \frac{\varphi}{4} + \dots + \lg \cos \frac{\varphi}{2^n} + \frac{1}{3} \lg \cos \frac{\varphi}{2}.$$

$$\lg \operatorname{tang} \varphi = \lg \varphi - \lg \cos \varphi + \lg \cos \frac{\varphi}{2} + \dots + \lg \cos \frac{\varphi}{2^n} + \frac{1}{3} \lg \cos \frac{\varphi}{2}.$$

wenn nemlich  $\frac{\varphi}{2^n}$  klein genug, das in der Rechnung  $\frac{\varphi^4}{2^{4n}}$  keine Dezimalstellen mehr hineinbringt die man mitzunehmen Willens wäre. Beim Gebrauch der Logarithmen mit 7 Dezimalen kann man setzen:

$$\lg \sin 3^\circ = \lg 10800 + \lg \sin 1'' - \frac{1}{3} (10 - \lg \cos 3^\circ)$$

und in Tafeln mit zehn Dezimalen:

$$\lg \sin 0^\circ 30' = \lg 1800 + \lg \sin 1'' - \frac{1}{3} \operatorname{Ar} \operatorname{Compl} \cos. 0^\circ 30',$$

ohne um eine Einheit in der letzten Dezimalstelle zu irren.

§. 4. Die Dreiecke auf der Oberfläche der Erde werden angesehen, als auf die Oberfläche einer Kugel beschrieben, deren Halbmesser der Krümmungshalbmesser der ellipsoidischen Fläche für 45 Grad Azimuth ist. Dieser muß eigentlich zur Berechnung des Ueberschusses der drei Winkel eines bestimmten Dreiecks über zwei rechte angewendet werden, um die Summe der beobachteten auf den Horizont reducirten Winkel genau zu erhalten. Die Berechnung der Seiten eines solchen Dreiecks, oder auch eines Netzes, hat keine Schwierigkeit. Die erste Seite oder Basis darf nicht einmal erst als ein Bogen ausgedrückt werden, wenn man es nicht bequem findet. Man muß nur bemerken, daß wenn man den Logarithmen der Basislänge  $B$  nach einem bekannten Maasse in Rechnung genommen, statt des Sinus des Bogens, welcher die Länge  $B$ ; den mittlern Radius der Krümmung  $r^\circ$ , zum Halbmesser hat, dieser Logarithme um  $(\lg r^\circ + \lg \frac{B}{r^\circ} - \lg \sin \frac{B}{r^\circ})$ ; oder  $\lg r^\circ + \frac{1}{3} \text{ a. c. } \lg \cos \frac{B}{r^\circ}$  größer ist, als wenn man (wie es eigentlich geschehen sollte)  $\lg \sin \frac{B}{r^\circ}$  zum Grunde gelegt hätte. Folglich muß, wenn genau zu irgend einem Logarithmen einer Dreiecksseite die Länge gesucht wird, von demselben die beständige Zahl  $\lg r^\circ + \frac{1}{3} \text{ a. c. } \lg \cos \frac{B}{r^\circ}$  subtrahirt, und zum Rest als  $\lg \sin$  die entsprechende Correction gesucht werden, um den Logarithmen des Bogens zu erhalten, zu welchem  $\lg r^\circ$  addirt, den Logarithmen der gesuchten Seite für die Zahl der enthaltenden Längeneinheiten giebt.

Ist ein solcher Logarithme  $L$ , so erhält man die Logarithme der Längenzahl der Seite, wenn man demselben zusetzt ein Drittel des arithmetischen Complements des Logarithmen Cosinus eines Winkels, dessen Logarithme vom Sinus gleich  $L - \lg r^\circ$  ist und  $\frac{1}{3} \text{ a. c. } \lg \cos \frac{B}{r^\circ}$  wegnimmt. Wenn die Auflösung der kleinen sphärischen Dreiecke die Tangenten der Seiten zu gebrauchen fordert, so wird das für die Sinusse bemerkte hinreichen, um zu wissen, wie man in diesem Falle verfahren müsse.

§. 5. Von den in einer Messung aufgenommenen Punkten werden am Ende die Unterschiede der Breite und Länge berechnet. Den Abstand dieser Punkte von zwei auf einander rechtwinklichten Linien zu berechnen, ist eine überflüssige Operation, wenn man nichts besonders dadurch beabsichtigt, und wie sie gewöhnlich vollführt wird, da man die Dreiecke als in einer Ebene liegend ansieht, offenbar wenig genau, und ungeschickt zu



einem weitem genauen Calcul. Diese Methode schreibt sich aus den Zeiten her, wo sie zulässig war, jetzt darf sie nur zum Entwurfe geringerer Distrikte dienen, und nur wenn keine besondere Genauigkeit erforderlich ist, auf große Weiten sich erstrecken.

Um die Differenz der Breiten und Längen der verschiedenen Dreieckspunkte zu berechnen, bedarf man bekanntlich nur die Breite von einem der Punkte  $A$  und die Richtung einer von diesem Punkte ausgehenden Seite  $AB$  gegen den Meridian zu kennen.

Es sei  $PN$  die Axe der Erde Fig. 1.,  $AN = N$ , die Normale auf der Oberfläche für den Punkt  $A$ ,  $AO = r$  der Radius der Krümme der Erdoberfläche für die Vertikalebene  $ANB$ , in welcher  $AB$  liegt, also  $AO = BO$  und  $AB$  ist als Bogen oder als Chorde aus den Dreiecken gegeben.  $AO$  und  $AN$  sind es nach der angenommenen Hypothese der Erdfigur der bekannten Breite vom Punkte  $A$  oder der Kolatitude  $K = PNA$ , und des bekannten Azimuths  $A$  der Vertikalebene  $ANB$ ; mithin können die Winkel  $AOB$ ,  $ANB$  nach den Lehren der ebenen Trigonometrie gefunden werden, letzteren nenne ich  $\gamma$ .

Die drei Linien  $PN$ ,  $AN$ ,  $BN$ , welche sich im Punkte  $N$  vereinigen, bilden ein sphärisches Dreieck, in welchem nunmehr gegeben sind: der Winkel  $ANB$  oder Seite  $AB$  (Fig. 2.)  $= \gamma$ , der Winkel  $PNA$  oder Seite  $PA = K$  und der Winkel der Ebenen  $ANB$  und  $ANP$  oder der Winkel  $A$  des sphärischen Dreiecks, welches das Azimuth von  $B$  aus  $A$  ist.

Es sei  $BD$  rechtwinklicht auf  $PA$ , so ist nach den bekannten Gleichungen für sphärische Dreiecke

$$\cos A \operatorname{tang} \gamma = \operatorname{tang} AD = \operatorname{tang} q \text{ gesetzt}$$

$$\sin A \sin \gamma = \sin BD = \sin p$$

$$\frac{\operatorname{tang} p}{\sin (K - q)} = \operatorname{tang} APB = \operatorname{tang} \lambda$$

$q$ ,  $p$ ,  $\lambda$  können nach obigen so scharf man will gefunden werden.  $\lambda$  ist die wahre Differenz der Länge der Punkte  $A$  und  $B$ .

$\cos DBP = \sin \lambda \cos (P - q)$  sey gleich  $\sin c$ , so ist  $c = 90 - DBP = PDB - DBP$ .

$c$  ist, was man die Convergenz des Meridians durch  $B$  in dessen Parallel mit dem Meridian von  $A$  nennt.

Weil aber  $\operatorname{tang} \frac{BP - DP}{2} = \operatorname{tang} \frac{1}{2} p \operatorname{tang} \frac{1}{2} c$ , so ist:

$$PB - PA = -q + 2 \operatorname{arc} \operatorname{tang} \left( \operatorname{tang} \frac{1}{2} p \operatorname{tang} \frac{1}{2} c \right).$$

Den Winkel  $ABP$  zu finden, darf man nur den Ueberschufs der drei Winkel des Dreiecks  $ABD$  über zwei rechte suchen, er sei  $= \omega$ , so ist

$$ABP = 180^\circ - A \mp \omega - c.$$

Diese Auflösung des sphärischen Dreiecks gewährt eine sehr scharfe Berechnung, sobald man die Logarithmen der Sinusse und Tangenten kleiner Winkel, und umgekehrt aus ihnen die Winkel mit erforderlicher Genauigkeit auffinden kann, wie gezeigt worden, und deswegen ist sie hier aufgestellt. Sonst dürfte man das Dreieck  $PAB$  nur unmittelbar nach allen zu suchenden Theilen auflösen, und man hätte, die vorigen Hauptbenennungen beibehalten,

$$\frac{\sin A \tan \gamma}{\sin K} \left( \frac{1}{1 - \cot K \cos A \tan \gamma} \right) = \tan \lambda$$

$$\cot \frac{1}{2} A \frac{\sin \frac{1}{2} (K - \gamma)}{\sin \frac{1}{2} (K + \gamma)} = \tan \frac{B - \lambda}{2}$$

mithin  $B$  bekannt, und dann:

$$\tan \frac{1}{2} \gamma \frac{\sin \frac{1}{2} (A - B)}{\sin \frac{1}{2} (A + B)} = \tan \frac{PB - PA}{2}$$

Auch hier kommen kleine Winkel vor, aber wegen der zweiten Gleichung wird die Berechnung ängstlich, um den Winkel  $B$  genau zu erhalten. Die erste Gleichung ist mit Vorsatz so gewählt, da sie  $\lambda$  am schärfsten giebt. Wenn man hiernach rechnen will, so mache man, nachdem  $A$  spitz oder stumpf ist,

$$\frac{1}{2} \lg (\cot K \cos A \tan \gamma) = \lg \sin x, \text{ oder } = \lg \tan x$$

und man erhält im ersten Falle:

$$\lg \tan \lambda = \lg \frac{\sin A \tan \gamma}{\sin K} - 2 \lg \cos x;$$

im andern:

$$\lg \tan \lambda = \lg \frac{\sin A \tan \gamma}{\sin K} \mp 2 \lg \cos x.$$

Nach diesen Formeln geht die Rechnung besser von statten, als wenn man für  $\tan \lambda$  eine nach Potenzen von  $\tan \gamma$  fortschreitende Reihe gebraucht, die aus des Bruches  $\frac{1}{1 - \cot K \cos A \tan \gamma}$  Entwicklung entsteht.

Es ist nicht jedes Mal von besonderm Vorzug, Größen in Reihen gestellt zu haben, indessen obwohl man sie für die Anwendung auf die gegenwärtige Abhandlung hinausgeht, entbehren kann, darf ich mir doch erlauben, hier ein paar anzuführen, die in unmittelbar theoretischer Verbindung stehen. Im vorigen ist die Differenz von  $PA$  und  $PB$  abhängig vom

Winkel  $P$  und andern Vorbestimmungen gefunden, sie läßt sich aber unmittelbar angeben. Ich schreibe nur noch für  $PA$  den Buchstaben  $C$ .

Es ist nach den Gleichungen der sphärischen Trigonometrie

$$\sin \frac{1}{2} C = \sin \frac{K-\gamma}{2} \sqrt{1 + \frac{\sin K \sin \gamma}{\sin^2 \frac{K-\gamma}{2}} \sin^2 \frac{1}{2} A} \text{ und}$$

$$\cos \frac{1}{2} C = \cos \frac{K-\gamma}{2} \sqrt{1 - \frac{\sin K \sin \gamma}{\cos^2 \frac{K-\gamma}{2}} \sin^2 \frac{1}{2} A}$$

folglich  $\sin \frac{1}{2} (C-K+\gamma) =$

$$\frac{1}{2} \sin (K-\gamma) \left( \sqrt{1 + \frac{\sin K \sin \gamma \sin^2 \frac{1}{2} A}{\sin^2 \frac{K-\gamma}{2}}} - \sqrt{1 - \frac{\sin K \sin \gamma \sin^2 \frac{1}{2} A}{\cos^2 \frac{K-\gamma}{2}}} \right).$$

Hieraus erhält man nach gehöriger Entwicklung, und wenn man um abzukürzen,  $\delta$  statt  $\frac{4 \sin K \sin \gamma \sin^2 \frac{1}{2} A}{\sin^2 \frac{K-\gamma}{2}}$  schreibt,

$$\begin{aligned} \sin \frac{C-K+\gamma}{2} &= \frac{1}{2} \sin (K-\gamma) \left[ \delta + \left( \sin^4 \frac{K-\gamma}{2} - \cos^4 \frac{K-\gamma}{2} \right) \frac{\delta^2}{2 \cdot 4} \right. \\ &+ \left( \sin^6 \frac{K-\gamma}{2} + \cos^6 \frac{K-\gamma}{2} \right) \frac{3 \cdot \delta^3}{2 \cdot 4 \cdot 6} + \left( \sin^8 \frac{K-\gamma}{2} - \cos^8 \frac{K-\gamma}{2} \right) \frac{3 \cdot 5 \cdot \delta^4}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \\ &\left. + \left( \sin^{10} \frac{K-\gamma}{2} + \cos^{10} \frac{K-\gamma}{2} \right) \frac{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot \delta^5}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10} + \text{etc.} \right] \end{aligned}$$

Hiemit wäre durch eine schnell genug convergirende Reihe, um sich an den ersten drei Gliedern begnügen zu können, der Sinus und mithin auch der Bogen  $\frac{C-K+\gamma}{2}$  bekannt, von welchem man nur den bekannten Bogen  $\frac{\gamma}{2}$  subtrahiren darf, um  $\frac{C-K}{2}$  mit aller verlangten Schärfe zu haben.

Eine Art ähnlicher Reihe findet man für den Sinus der halben Differenz des Winkels und entgegenstehender Seite eines sphärischen Dreiecks. Es seien, da die Benennungen hier sich nicht aufs vorige beziehen dürfen,  $a, b, c$  die drei Seiten des sphärischen Dreiecks,  $C$  der der Seite  $c$  entgegenstehende Winkel.

$$\text{Da nun: } \sin \frac{1}{2} C = \sqrt{\frac{\sin^2 \frac{c}{2} - \sin^2 \frac{a-b}{2}}{\sin a \sin b}}$$

$$\text{und auch: } \cos \frac{1}{2} C = \sqrt{\frac{\cos^2 \frac{c}{2} - \cos^2 \frac{a+b}{2}}{\sin a \sin b}}; \text{ so ist}$$

$$\sin \frac{C-c}{2} = \frac{\sin c}{2\sqrt{\sin a \sin b}} \left( \sqrt{\left(1 - \frac{\sin^2 \frac{a-b}{2}}{\sin^2 \frac{c}{2}}\right)} - \sqrt{\left(1 - \frac{\cos^2 \frac{a+b}{2}}{\cos^2 \frac{c}{2}}\right)} \right)$$

setzt man nun  $\frac{a-b}{2} = d$  und  $\frac{a+b}{2} = s$  und entwickelt jenen Werth von  $\sin \frac{C-c}{2}$  so erhält man

$$\begin{aligned} \sin \frac{C-c}{2} = \frac{\sin c}{2\sqrt{\sin a \sin b}} & \left( \frac{1}{2} \left( \frac{\cos^2 s}{\cos^2 \frac{c}{2}} - \frac{\sin^2 d}{\sin^2 \frac{c}{2}} \right) + \frac{1 \cdot 1}{2 \cdot 4} \left( \frac{\cos^4 s}{\cos^4 \frac{c}{2}} - \frac{\sin^4 d}{\sin^4 \frac{c}{2}} \right) \right. \\ & \left. + \frac{1 \cdot 1 \cdot 3}{2 \cdot 4 \cdot 6} \left( \frac{\cos^6 s}{\cos^6 \frac{c}{2}} - \frac{\sin^6 d}{\sin^6 \frac{c}{2}} \right) \text{ etc.} \right) \end{aligned}$$

Eine bequeme Formel für die Reduction der in einer schiefen Ebene gemessenen Winkel auf die horizontale. In diesem Falle sind nemlich  $\cos s$ ,  $\sin d$  sehr klein, dafs man sich häufig mit dem ersten Gliede der Reihe begnügen, und auch noch oft  $\sqrt{\sin a \sin b} = 1$  setzen darf. In welchem Falle dann die nicht unbekannte Formel erscheint:

$$\begin{aligned} \sin \frac{C-c}{2} &= \frac{1}{2} \tan \frac{1}{2} c \cos^2 \frac{a+b}{2} - \frac{1}{2} \cot \frac{1}{2} c \sin^2 \frac{a-b}{2} \\ \frac{C-c}{2} &= \frac{1}{2} \tan \frac{1}{2} c \left( \frac{\pi - a - b}{2} \right)^2 - \frac{1}{2} \cot \frac{1}{2} c \left( \frac{a-b}{2} \right)^2. \end{aligned}$$

Es ist noch ein Weg übrig,  $C-K$  unmittelbar im Bogen zu erhalten, welchen man in vielen ähnlichen Fällen betreten kann. Die Gleichung

$$\cos C = \cos K \cos \gamma + \sin K \sin \gamma \cos A$$

differenzire man, indem man blofs  $C$  und  $\gamma$  als veränderlich betrachtet, so findet man daraus den Werth von  $\frac{dC}{d\gamma}$ ; man sehe  $d\gamma$  als beständig an, differenzire den Werth von  $\frac{dC}{d\gamma}$  und dividire mit  $d\gamma$ . Für das in  $\frac{d^2 C}{d\gamma^2}$  vorkommende  $\frac{dC}{d\gamma}$ , setze man den Werth, welcher zuvor dafür gefunden, und mache auf ähnliche Weise  $\frac{d^3 C}{d\gamma^3}$  etc. Man mache dann in diesen Differenzialwerthen  $\gamma = 0$  und  $C = K$ , so hat man

$$C - K = \frac{dC}{d\gamma} \gamma + \frac{d^2 C}{d\gamma^2} \frac{\gamma^2}{2} + \frac{d^3 C}{d\gamma^3} \frac{\gamma^3}{2 \cdot 3} + \text{etc.}$$

Im gegenwärtigen Fall wird erhalten

$$C - K = -\cos A \cdot \gamma + \cot K \sin^2 A \cdot \frac{\gamma^2}{2} + \cos A \sin^2 A (1 + 3 \cot^2 K) \frac{\gamma^3}{2 \cdot 3} + \text{etc.}$$

Man könnte auch die von Herrn de la Grange gegebenen Reihenwerthe für Winkel und Seiten sphärischer Dreiecke in diesem Falle anwenden; diesen zufolge ist

$$\begin{aligned} \lambda &= \left( \tan \frac{K}{2} + \cot \frac{K}{2} \right) \sin A \tan \frac{1}{2} \gamma - \left( \tan^2 \frac{K}{2} - \cot^2 \frac{K}{2} \right) \frac{\sin 2 A \tan^2 \frac{1}{2} \gamma}{2} \\ &\quad + \left( \tan^3 \frac{K}{2} + \cot^3 \frac{K}{2} \right) \frac{\sin 3 A \tan^3 \frac{1}{2} \gamma}{3} \text{ etc.} \\ B &= \pi - A + \left( \tan \frac{K}{2} - \cot \frac{K}{2} \right) \sin A \tan \frac{1}{2} \gamma - \left( \tan^2 \frac{K}{2} + \cot^2 \frac{K}{2} \right) \frac{\sin 2 A \tan^2 \frac{1}{2} \gamma}{2} \\ &\quad + \left( \tan^3 \frac{K}{2} - \cot^3 \frac{K}{2} \right) \frac{\sin 3 A \tan^3 \frac{1}{2} \gamma}{3} \text{ etc.} \\ \frac{C-K}{2} &= \frac{1}{2} \gamma - \tan \frac{1}{2} B \cot \frac{1}{2} A \sin \gamma + \tan^2 \frac{1}{2} B \cot^2 \frac{1}{2} A \sin^2 \gamma - \tan^3 \frac{1}{2} B \cot^3 \frac{1}{2} A \sin^3 \gamma \\ &\quad \text{etc.} \end{aligned}$$

Allein der Werth für  $\frac{C-K}{2}$  ist nicht in diesem Falle brauchbar.

§. 6. Der gefundene Winkel  $B$  ist nicht das wahre Azimuth von  $A$ , wie es auf der ellipsoidischen Fläche in  $B$  beobachtet werden würde. Auch ist  $C$  nicht die wahre Colatitude von  $B$ , denn die Normale in  $B$  ist nicht mehr  $BN$  sondern  $Bn$  (Fig. 3.). Wenn  $\alpha$  die Abplattung,

$$\begin{aligned} \text{so ist: } Nn &= - \frac{(2\alpha + \alpha^2) N \sin K \cdot \Delta K}{1 + (2\alpha + \alpha^2) \sin^2 K} \\ \text{oder blofs} &= -(2\alpha + \alpha^2) N \sin K (C - K) \end{aligned}$$

$$\text{mithin der Winkel } NBn = -(2\alpha + \alpha^2) \sin^2 K (C - K)$$

Dies ist die Correction der Differenz der sphärisch gefundenen Breite. Sie ist jedesmal positiv zu nehmen und muß zu der gefundenen sphärischen Breitedifferenz  $C - K$  hinzugesetzt werden.

Denkt man sich (Fig. 4.) durch  $B$  eine Linie  $Bt$  rechtwinklicht auf  $BN$  in der Ebene des Meridians, so machen die drei in  $B$  zusammentreffenden Linien  $tB$ ,  $AB$ ,  $NB$  ein sphärisches Dreieck, in welchem die Seiten  $tBN$ ,  $ABN$  (in Fig. 5.  $tN$ ,  $NA$ ) rechte Winkel sind; der davon eingeschlossene Winkel, der Winkel der Ebenen  $tBN$ ,  $NBA$  (der Winkel  $N$  Fig. 5.) ist das gefundene sphärische Azimuth  $B$ . Nun ändert sich  $NB$  und geht in  $nB$  über, also ändert sich im sphärischen Dreieck  $tNA$  (Fig. 5.) die  $tN$  in  $tn$ , und der Winkel der Ebenen  $tBn$ ,  $nBA$  (in der Figur 5. der Winkel  $t n A$ ) ist das wahre Azimuth.

Nun ist  $Nn$  (Fig. 5.) gleich dem oben bemerkten Winkel  $NBn$  (Fig. 3. und 4.), und da

$$\operatorname{tang} NnA = \frac{\operatorname{tang} B}{\cos Nn}, \text{ so ist}$$

$$\begin{aligned} NnA - B &= \frac{\sec Nn - 1}{\sec Nn + 1} \sin 2B + \text{etc.} \\ &= \frac{1}{4} (2\alpha + \alpha^2)^2 \sin^4 K \cdot (C - K)^2 \sin 2B \end{aligned}$$

die Correction des Azimuths. Das Zeichen von  $\sin 2B$  entscheidet, ob sie zum Winkel  $B$  addirt oder davon subtrahirt werden muß, um das wahre Azimuth zu erhalten.

§. 7. Die Breitenbestimmungen hat man in der letzten französischen Gradmessung, so wie in der neulich in Lappland wiederholten, durch den Polarstern mit glücklichem Erfolg bewerkstelliget. Wenn auch dieses Mittel in den dem Aequator nahe gelegenen Ländern nicht sicher genug sein kann, weil man mehr von der Refraction zu fürchten hätte, so verdient doch die Vorzüglichkeit dieser Methode für die andern Erdzonen die größte Aufmerksamkeit, da der Gebrauch des Wiederholungskreises so allgemein wird. Ohne dies Instrument wäre jene Methode nie in Ausübung gekommen, wenigstens nicht bei höchst genauen Beobachtungen. Indessen hat man bisher zur Bestimmung der Polhöhe nur die Beobachtungen der größten und kleinsten Höhe gebraucht, oder vielmehr die in der Nähe der obern und untern Culmination gemessene Zenitentfernungen auf jene reduziert. Hierdurch wird der Vortheil erhalten, unabhängig von jedem andern Beobachter und vorzüglich unabhängig vom Einflusse der Vorrückung der Nachtgleichen, der Nutation und vielleicht auch nach der eignen Bewegung des Sterns, die Polhöhe zu bestimmen.

Diese Vortheile sind viel zu wichtig, als daß man sie aus den Augen verlieren und der Bequemlichkeit aufopfern dürfe. Indessen ist die Jahreszeit, in welcher man diesen Stern in seiner größten und kleinsten Höhe beobachten kann, in unsern nördlichen Klimaten sehr ungünstig, selbst für den, in seiner für beständig angelegten Sternwarte, beobachtenden Astronomen. Es kann daher nicht ganz gleichgültig sein, eine Beobachtungsmethode dieses Sterns zu kennen, welche die Vortheile jener hat, und in andern Zeitperioden, als im Anfange des Winters, vorgenommen werden kann. Das Gefühl dieses Bedürfnisses hat mich ganz natürlich auf die Idee gebracht, daß nicht nur in der obern und niedern Culmination, sondern überhaupt zwei, zwölf Sternstunden von einander entfernte Höhenbeobachtungen, denselben Zweck zu erreichen hinlänglich sind. Man darf hiebei

hiebei keinesweges auf die Vervielfältigung der Zenitabstände Verzicht thun, der etwas zusammengesetztere Calcul aber kann keinem Geographen als ein Hinderniß der Anwendung dieser Methode erscheinen.

Es sei die Colatitude eines Ortes  $K$ , des Sterns Polardistanz  $D$ , Zenitdistanz  $Z$  im Moment, wo dessen Stundenwinkel  $t$  ist, so hat man

$$\cos Z = \cos D \cos K + \sin D \sin K \cos t.$$

Zwölf Sternstunden hernach, wo statt  $t$  gesetzt werden muß  $\cos 180 + t = -\cos t$  und des Sterns Zenitentfernung  $Z'$

$$\text{ist also: } \cos Z' = \cos D \cos K - \sin D \sin K \cos t$$

$$\text{also: } \cos Z + \cos Z' = 2 \cos D \cos K;$$

$$\frac{\cos Z - \cos Z'}{\cos t} = 2 \sin D \sin K;$$

$$\cos (D + K) = \frac{1}{2} \cos Z \left(1 - \frac{1}{\cos t}\right) + \frac{\cos Z'}{2} \left(1 + \frac{1}{\cos t}\right);$$

$$\cos (D - K) = \frac{1}{2} \cos Z \left(1 + \frac{1}{\cos t}\right) + \frac{\cos Z'}{2} \left(1 - \frac{1}{\cos t}\right);$$

aus welchen Gleichungen man so wohl  $D$  als  $K$  erhält.

Hiezu aber wäre erforderlich, daß  $t$  bekannt wäre;  $t$  aber als absoluter Stundenwinkel hängt von der scheinbaren Rectascension des Sterns ab. Nun läßt sich zwar  $t$  bestimmen, wenn nemlich  $\zeta$  und  $\zeta'$  noch zwei Zenitabstände wären für die Stundenwinkel  $t + \mathcal{S}$  und  $180 + t + \mathcal{S}$ . Wo  $\mathcal{S}$  unmittelbar durch die Uhr bekannt ist. Nun hätte man nach

$$\frac{\cos \zeta - \cos \zeta'}{\cos (t + \mathcal{S})} = 2 \sin D \sin K$$

$$\text{also } \frac{\cos \zeta - \cos \zeta'}{\cos (t + \mathcal{S})} = \frac{\cos Z - \cos Z'}{\cos t}$$

eine Gleichung, aus welcher sich  $t$  und mithin das obige bestimmen läßt.

Nicht selten geschieht es, daß das Praktische wegen unausweichlichen, sonst auch gar nicht erheblichen Fehlern doch nicht erlaubt, aus gewissen Beobachtungen Folgen zu ziehen, in welchen jene Irrthümer zu großen Einfluß haben. Dies würde hier wenigstens bei der Anwendung auf den Polarstern der Fall sein. Ich verweile daher nicht bei jener Entwicklung, da wirklich die Größe  $t$  mehr als hinlänglich genau durch die nach dem Astronomen bestimmte Rectascension des Sterns ausgemittelt werden kann, in so fern sie hier nöthig ist.

In der That darf man sich nur an die erste Gleichung halten, worin  $t$  gar nicht vorkömmt, wenn es bloß darum zu thun ist, die Breite zu fin-

den. Denn man hat selbst  $D$  genau genug bekannt, um es in der Gleichung  $\frac{\cos Z + \cos Z'}{2 \cos D} = \cos K$  gebrauchen zu dürfen. Denn den Fehler in  $D$ ,  $dD$  gesetzt, so hat man

$$dK = \cot K \operatorname{tang} D \cdot dD$$

Man sieht aus dieser Formel, daß der Fehler der Deklination des Sterns einen unbedeutenden Einfluß auf die zu bestimmende Breite hat, indem jener zu diesem im Verhältniß der Cotangente der Breite zur Tangente der Poldistanz des Sternes steht. Es ist nicht sehr wahrscheinlich, daß man je an Orten, wo der Fehler der Deklination des Sterns durch diese Methode nicht hinlänglich in der Breite verringert würde, Beobachtungen dieser Art anstellen werde. Unter dem Polarkreise beträgt der Fehler der Breite  $\frac{1}{3}$ , und unter dem 45sten Grade der Breite  $\frac{1}{3}$  des Fehlers der Deklination des Sterns.

Es läßt sich leicht vermuthen, daß die Fehler in den beobachteten Zenitentfernungen wenig anders nachtheilig als bei wirklichen Meridianbeobachtungen wirken. Setzt man  $Z$ ,  $Z'$  und  $K$  veränderlich, so hat man:

$$dK = \frac{\sin Z \cdot dZ + \sin Z' \cdot dZ'}{2 \sin K \cos D}, \text{ wenn beide Fehler in demselben Sinne}$$

liegen. Und da  $Z$ ,  $Z'$  nicht sehr von  $K$  verschieden sind,  $\cos D$  beinahe Eins ist; so sieht man, daß  $dK$  beinahe gleich  $\frac{dZ + dZ'}{2}$  wie bei den Meridianbeobachtungen, daß also, auch wenn die Fehler der Beobachtungen gleich und im entgegengesetzten Sinne liegen, sie sich beinahe aufheben.

Kennte man den Gang der Uhr nicht hinlänglich genau, so daß der Zwischenraum von 12 Sternstunden nach der Uhr fehlerhaft wäre, so würde in der Formel

$$\cos Z' = \cos D \cos K + \sin D \sin K \cos (180 + t)$$

die Größe  $180 + t = 180 + \omega + t$  sein, und man erhielte

$$dZ' = - \frac{\sin D \sin K \sin t \cdot \omega}{\sin Z'}$$

Da aber  $Z'$  von diesem Fehler frei, also in Beziehung auf den Gang der Uhr  $dZ = 0$  gesetzt werden muß, so hat man vermöge der vorigen Gleichung:

$$dK = - \frac{1}{2} \operatorname{tang} D \sin t \cdot \omega$$

Diesem Irrthum auszuweichen steht aber gänzlich in der Macht des Beobachters. Man darf den Mangel der Kenntniß des Ganzen der Uhr um



so weniger voraussetzen, da nicht nur die Zeitbestimmung an sich so leicht ist, sondern auch Breitenbeobachtungen, wenn man auf die grösste Genauigkeit Anspruch macht, wenigstens mehrere Tage dauern, das es also zu jenem Zwecke nicht an Gelegenheit fehlen kann. Die auseinandergesetzte Methode hat übrigens nicht zur ausschliesslichen Bedingung, das die Beobachtungen nur um 12 Sternstunden von einander verschieden seien, sondern es kann auch irgend ein ungerades Vielfaches dieser Zeit sein. Dann mufs aber auch für die Aenderung der Aberration und Nutation Rechnung getragen werden, nicht allein für die Deklination sondern auch wegen Bestimmung des Stundenwinkels in Beziehung auf die Rectascension, und es ist wohl überflüssig zu erinnern, das für beträchtliche Zeiträume zwischen den Beobachtungen dasselbe nicht ganz genau ein ungerades Vielfaches von 12 Sternstunden sein mufs, da der Stern eigentlich unter Stundenwinkeln, die 180 Grade von einander verschieden sind, zu beobachten ist.

Der Gebrauch des Wiederholungskreises zu diesen Beobachtungen erfordert die Reduktion der in verschiedenen wenig von einander entfernten Zeitpunkten geschehenen Beobachtungen auf denselben Moment. Für diese Reduktion nun ist eigentlich nur die Kenntnifs des Stundenwinkels des Sterns nöthig. Es sei  $t$  derjenige auf welchen alle Messungen bezogen werden sollen. In diesen Zeitpunkt sei der Zenitabstand des Sterns  $z, z'$  aber in den Zeitpunkt wo der Stundenwinkel  $t'$  geworden. So ist:

$$\cos z - \cos z' = \sin D \sin K (\cos t - \cos t'); \text{ und}$$

$$\sin \frac{z' - z}{2} = \frac{\sin D \sin K \sin \frac{t' + t}{2} \cdot \sin \frac{t' - t}{2}}{\sin \frac{z' + z}{2}} = \frac{k}{\sin \frac{z' + z}{2}} \text{ gesetzt,}$$

$$\text{so ist: } \operatorname{tang} \frac{z' - z}{2} = \frac{k + (k - \cos z) \operatorname{tang}^2 \frac{z' - z}{2}}{\sin z}$$

wodurch sich also  $\frac{z' - z}{2}$  Näherungsweise mit willkürlicher Genauigkeit finden läfst.

Setzt man nemlich nach  $\frac{k}{\sin z} = l$ , so hat man:

$$\operatorname{tang} \frac{z' - z}{2} = l - \cot z \cdot l^2 + (1 + 2 \cot^2 z) l^3 - \text{etc.}$$

Dies ist nur eine Form dieser Rechnung; andere lassen sich nachweisen und auch aus den in dieser Abhandlung vorkommenden herleiten.

Ueber

den Druck belasteter Balken auf ihre Unterstützungen,  
wenn deren mehr als zwei sind.

VON HERRN EYTELWEIN. \*)

§. 1.

Unter die vielen Gegenstände über welche der Architekt noch vergeblich Belehrung von Seiten der Mechanik sucht, gehört auch die Bestimmung des Drucks, welchen die Belastung eines Gebäudes auf einzelne Unterstützungen verursacht. Es ist kaum glaublich, daß diese dem Anscheine nach mit wenig Schwierigkeiten verbundene Untersuchung, bis jetzt für den Architekten ganz unbefriedigend ausgefallen ist, so bald verlangt wird, den Druck auf mehr als zwei in einer graden Linie liegende Unterstützungen anzugeben. Die bedeutende Belastung bei Magazinen und ähnlichen Gebäuden, erfordert unstreitig, wenn alle Theile der Unterstützungen verhältnismäßig tragen sollen, daß die Vertheilung des Drucks bekannt sei, um hiernach die möglichst solide Konstruktion des Gebäudes anzuordnen. Es scheint mir daher von Wichtigkeit zu sein, über den Druck, welchen einzelne Stützen eines Balkens leiden, einige Untersuchungen anzustellen, da L. Euler in seiner Abhandlung von dem Druck auf unbiegsame Flächen \*\*), diesen Fall ganz unbestimmt gelassen, und d'Alembert \*\*\*) diese schwierige Aufgabe besonders empfiehlt, nachdem er zuvor das Unbestimmte derselben gezeigt hat.

Zur Erleichterung der Untersuchung wird anfänglich vorausgesetzt werden, daß die belastete Linie fest, unbiegsam und ohne Schwere sei,

\*) Gelesen den 10ten Januar 1805.

\*\*) De Pressione ponderis in planum cui incumbit. Auct. L. Eulero. Novi Commentarii Acad. scient. Petropolit. Tom. XVIII pro Anno 1773. p. 289. etc.

\*\*\*) Opuscules mathématiques. Par M. d'Alembert. Tom. VIII. Paris 1780. p. 36. etc.

weil es weiterhin leicht ist, die noch erforderlichen Bedingungen hinzu zu fügen.

§. 2. Eine grade, feste, unbiegsame Linie  $AC$  (Figur 1.) welche hier wagerecht und ohne Schwere angenommen wird, sei in den Punkten  $A, B, C$ , so unterstützt, daß die höchsten Punkte der Unterlagen in eine grade Linie fallen, und in  $G$  sei ein Gewicht  $P$  aufgehängt; man sucht die Pressungen  $Q, Q', Q''$  auf die Unterstützungen bei  $A, B, C$ .

Es sei  $AG = a, AB = c, AC = e$ ; so erhält man nach statischen Gründen für das Gleichgewicht, wenn anstatt der Pressungen auf  $A, B, C$ , die Kräfte  $Q, Q', Q''$  senkrecht auf den Hebel angebracht werden:

$$(I) \quad P = Q + Q' + Q'' \text{ und}$$

$$(II) \quad aP = cQ' + eQ''$$

und mehr als diese beiden Gleichungen, lassen sich nach statischen Gründen aus den Bedingungen der Aufgabe für die drei unbekanntnen Gröfsen  $Q, Q', Q''$  nicht ableiten, woraus auf die Unbestimmtheit der Aufgabe geschlossen werden kann. Denn aus der Verbindung vorstehender Gleichungen erhält man:

$$Q' = \frac{(e-a)P - eQ}{e-c} \text{ und}$$

$$Q'' = \frac{(a-c)P + cQ}{e-c}.$$

Wird daher  $Q$  willkürlich angenommen, so läßt sich daraus  $Q'$  und  $Q''$  bestimmen; woraus folgt, daß wegen der unendlichen Menge von verschiedenen Werthen, die  $Q$  erhalten kann, die Auflösung unbestimmt ist und daß nothwendig eine dritte Gleichung zwischen den unbekanntnen Gröfsen erfordert wird, wenn der Druck auf jede Unterstützung einen bestimmten Werth erhalten soll.

Weil die Statik keine Hülfsmittel darbietet, um zu einer dritten Gleichung zu gelangen, so muß irgend eine Voraussetzung aufgesucht werden, welche der Natur des Gegenstandes angemessen ist.

§. 3. Unter mehreren Voraussetzungen zur Erreichung des vorgesetzten Zwecks, scheint die von L. Euler Aufmerksamkeit zu verdienen, wenn man annimmt:

*daß jede Unterstützung einen sehr geringen Eindruck in den Boden macht, und daß die Tiefe des Eindrucks mit dem Druck auf die Stütze im Verhältniß stehet.*

Die Folge wird lehren, in wie fern hierdurch Resultate erhalten werden, welche gegen diese Hypothese keine Zweifel übrig lassen.

Gesetzt, die Stützen bei  $A, B, C$  (Figur 2.) hätten jede um irgend einen unendlich kleinen Theil  $AA', BB', CC'$  dem Druck, welcher von  $P$  entsethet, nachgegeben, die feste unbiegsame Linie  $AC$  sei also in die unendlich nahe Lage  $A'C'$  gekommen, und die Tiefen  $AA', BB', CC'$  verhielten sich wie die Pressungen  $Q, Q', Q''$ ; man ziehe  $C'A''$  mit  $CA$  parallel, so verhält sich, weil  $A'C'$  eine grade unbiegsame Linie ist:

$$A'A'' : B'B'' = A''C' : B''C' \text{ oder} \\ Q - Q'' : Q' - Q'' = e : e - c.$$

Hieraus erhält man

$$Q = \frac{eQ' - cQ''}{e - c}.$$

Nach §. 2. (I.) ist ferner

$$Q = P - Q' - Q'', \text{ daher} \\ Q' = \frac{(e - c)P + (2c - e)Q''}{2e - c}.$$

Ferner ist nach §. 2. (II.)

$$Q' = \frac{aP - eQ''}{e}$$

folglich der gesuchte

$$\text{Druck auf } A, \text{ oder } Q = \frac{c^2 + e^2 - ac - ae}{2(c^2 + e^2 - ce)} P$$

$$\text{Druck auf } B, \text{ oder } Q' = \frac{e^2 + 2ac - ae - ce}{2(c^2 + e^2 - ce)} P$$

$$\text{Druck auf } C, \text{ oder } Q'' = \frac{c^2 + 2ae - ac - ce}{2(c^2 + e^2 - ce)} P.$$

Um die Folgerungen aus diesen Ausdrücken besser zu übersehen, werde vorausgesetzt, daß die zweite Stütze bei  $B$  in die Mitte zwischen die beiden äußersten fällt, so ist  $e = 2c$  und man erhält

$$Q = \frac{5c - 3a}{6c} P$$

$$Q' = \frac{1}{3} P$$

$$Q'' = \frac{3a - c}{6c} P.$$

Wird  $a = \frac{1}{3}c$  angenommen, so wird

$$Q = \frac{2}{3}P; Q' = \frac{1}{3}P \text{ und } Q'' = 0.$$

Es soll also in diesem Falle die dritte Stütze gar keinen Druck leiden, ungeachtet die Linie  $AC$  vollkommen fest und unbiegsam vorausgesetzt ist.

Nimmt man an, daß die Last  $P$  unmittelbar über dem Punkte  $A$  aufgehängt wird, so sollte man für diesen Fall erwarten, daß die übrigen Stützen  $B, C$  keinen Druck leiden, da die Linie  $AC$  ohne Schwere vorausgesetzt wird. Die gefundenen allgemeinen Ausdrücke geben aber für diesen Fall, wenn  $a = 0$  gesetzt wird

$$Q = \frac{1}{2}P; Q' = \frac{2}{3}P \text{ und } Q'' = -\frac{1}{3}P$$

wobei nicht wohl zu erklären ist, wie auf den Punkt  $B$  ein Druck entsteht, und noch weniger, was es bei der festen unbiegsamen Linie für eine Bewandniß hat, daß der Druck auf  $C$  negativ wird. Noch befremdender wird dieser Ausdruck, wenn man den Hebel  $CA$  bis  $F$  (Figur 3) verlängert,  $FA = AC$  nimmt und an jedem Ende der unbiegsamen Linie  $FC$ , die Last  $\frac{1}{2}P$  aufhängt, weil auch in diesem Falle die Stütze bei  $C$ , über welcher unmittelbar die Last  $\frac{1}{2}P$  aufgehängt ist, einen negativen Druck  $= -\frac{1}{3}P$  leiden soll.

Wenn die ganze Last  $P$  über der mittelsten Stütze  $B'$  (Figur 2) aufgehängt wird, so findet man

$$Q = Q' = Q'' = \frac{1}{3}P$$

also leidet jede andere Stütze einen eben so großen Druck als diejenige, über welcher sich die ganze Last befindet? —

§. 4. Um noch mehr die Folgerungen zu übersehen, welche aus der im vorigen §. angeführten Eulerschen Hypothese entspringen, sei die feste unbiegsame Linie  $AD$  (Figur 4) in vier Punkten  $A, B, C, D$  unterstützt und in  $G$  eine Last  $P$  angebracht. Die Pressungen welche hiervon auf  $A, B, C, D$  entstehen, sollen durch  $Q, Q', Q'', Q'''$  ausgedrückt und die Entfernungen  $AG = a, AB = CD = c$  und  $AC = e$  gesetzt werden, so erhält man aus ähnlichen Gründen wie im vorigen §.

$$\begin{aligned} P &= Q + Q' + Q'' + Q''' \\ aP &= cQ' + eQ'' + (c+e)Q''' \\ Q - Q' &: Q'' - Q''' = c : c \\ Q - Q'' &: Q''' - Q' = c : c \end{aligned}$$

daher

$$Q''' = P - Q - Q' - Q'' = \frac{aP - cQ' - eQ''}{c+e} = Q'' + Q' - Q = \frac{(c+e)Q'' - cQ}{c}$$

$$Q' = \frac{1}{2}P - Q = \frac{(c+e-a)P - (c+e)Q - eQ''}{c} = \frac{eQ'' - (e-c)Q}{c}$$

$$Q = \frac{\frac{1}{2}cP + (e-c)Q}{e+c} = \frac{(c+e-a)P - 2eQ}{2e}$$

Es ist folglich der

$$\text{Druck auf } A, \text{ oder } Q = \frac{e^2 - (c-a)(c+e)}{2(c^2 + e^2)} P$$

$$\text{Druck auf } B, \text{ oder } Q' = \frac{e^2 - a(e-c)}{2(c^2 + e^2)} P$$

$$\text{Druck auf } C, \text{ oder } Q'' = \frac{c^2 + a(e-c)}{2(c^2 + e^2)} P$$

$$\text{Druck auf } D, \text{ oder } Q''' = \frac{a(e+c) - ce}{2(c^2 + e^2)} P$$

Zur bessern Uebersicht nehme man an, das die Stützen gleich weit von einander entfernt sind, so wird  $e = 2c$ , also in diesem Falle

$$Q = \frac{7c - 3a}{10c} P$$

$$Q' = \frac{4c - a}{10c} P$$

$$Q'' = \frac{c + a}{10c} P$$

$$Q''' = \frac{3a - 2c}{10c} P.$$

Wird die Last  $P$  unmittelbar über der zweiten Stütze bei  $B$  angebracht, so ist  $a = c$ , also

$$Q = \frac{4}{10} P; Q' = \frac{3}{10} P; Q'' = \frac{2}{10} P; Q''' = \frac{1}{10} P$$

woraus der sonderbare Satz folgt, das die entfernte Stütze  $A$  stärker gedrückt wird als die Stütze  $B$  über welcher sich die Last unmittelbar befindet.

Etwas ähnliches wird erhalten, wenn man  $a = \frac{4}{3}c$  setzt, alsdann ist

$$Q = \frac{9}{30} P; Q' = \frac{8}{30} P; Q'' = \frac{7}{30} P \text{ und } Q''' = \frac{6}{30} P;$$

also wenn gleich die Last zwischen den beiden mittelsten Stützen angebracht ist, so soll dennoch die entferntere äussere Stütze einen grössern Druck leiden, als jede der inneren, welche der Last am nächsten liegen.

Wegen dieser sonderbaren Resultate, auf welche die im vorigen §. gemachte Voraussetzung führt, und die unmittelbare Folgen dieser Hypothese sind, wird es nothwendig sein, eine andere Voraussetzung anzunehmen, da es durchaus nicht begreiflich ist, wie eine von der Last weiter entfernte Stütze einen grössern Druck leidet, als die näher gelegene.

§. 5. Unter die Voraussetzungen, von welchen sich Resultate erwarten lassen, die wenigstens einen höhern Grad von Wahrscheinlichkeit für sich haben, als die vorhin gefundenen, scheint mir diejenige zu gehören, nach welcher man annehmen kann,

dafs

dafs die Stützen in dem Verhältnifs wie sie weiter von der Last entfernt sind, weniger gedrückt werden, oder dafs sich die Pressungen auf die Stützen, umgekehrt wie ihre Entfernungen von der Last verhalten.

Mit Beibehaltung der §. 2. angenommenen Bezeichnung (Figur 1.) ist nach statischen Grundlehren

$$P = Q + Q' + Q'' \text{ und} \\ aQ = (c - a)Q' + (e - a)Q''$$

nach der Voraussetzung verhält sich aber

$$Q' : Q'' = GC : GB \text{ oder } = e - a : c - a, \text{ daher ist} \\ (c - a)Q' = (e - a)Q'' \text{ also} \\ aQ = 2(e - a)Q''.$$

Mit Hülfe dieser Gleichungen findet man

$$Q'' = P - Q - Q' = \frac{c - a}{e - a} Q' = \frac{aQ}{2(e - a)} \text{ also} \\ Q' = \frac{e - a}{c + e - 2a} (P - Q) = \frac{aQ}{2(c - a)} \text{ folglich ist der}$$

$$\text{Druck auf } A, \text{ oder } Q = \frac{2(c - a)(e - a)}{2ce - ac - ae} P$$

$$\text{Druck auf } B, \text{ oder } Q' = \frac{a(e - a)}{2ce - ac - ae} P$$

$$\text{Druck auf } C, \text{ oder } Q'' = \frac{a(c - a)}{2ce - ac - ae} P.$$

Fällt die Stütze  $B$  in die Mitte zwischen die beiden äussersten, so ist  $e = 2c$  also

$$Q = \frac{2(c - a)(2c - a)}{c(4c - 3a)} P$$

$$Q' = \frac{a(2c - a)}{c(4c - 3a)} P$$

$$Q'' = \frac{a(c - a)}{c(4c - 3a)} P.$$

Für  $a = \frac{1}{3}c$  wird  $Q = \frac{2}{7}P$ ;  $Q' = \frac{2}{7}P$ ;  $Q'' = \frac{2}{7}P$  anstatt dafs nach §. 3.  $Q'' = 0$  werden sollte.

Wird die Last über der ersten Stütze  $A$  angebracht, so ist  $a = 0$  also

$$Q = P; Q' = 0; Q'' = 0.$$

Die Stütze  $A$  mufs also die ganze Last tragen und die übrigen beiden leiden keinen Druck, anstatt dafs nach §. 3.

$$Q = \frac{1}{3}P; Q' = \frac{2}{3}P \text{ und } Q'' = -\frac{1}{3}P \text{ werden sollte.}$$

Fällt die Last über die mittelste Stütze, so ist  $a = c$ , also

$$Q = 0; Q' = P; Q'' = 0$$

wogegen nach §. 3. alle Stützen gleichen Druck leiden sollen.

§. 6. Eben so leicht kann nach den im vorigen §. angenommenen Grundsätzen, der Druck auf vier und mehrere Stützen vertheilt werden. Bei vier Stützen erhält man mit Beibehaltung der §. 4. angenommenen Beziehung (Figur 4.) zuerst

$$P = Q + Q' + Q'' + Q''' \text{ und}$$

Ferner:  $Q : Q' = a - c : a$  oder  $aQ = (a - c)Q'$  und  
 $Q'' : Q''' = e + c - a : e - a$  oder  $(e - a)Q'' = (c + e - a)Q'''$

Aus der Verbindung dieser Gleichungen erhält man, den

$$\text{Druck auf } A, \text{ oder } Q = \frac{(a - c)(e - a)(c + e - a)}{e(2a - c)(c + e) - 2a^2e} P.$$

$$\text{Druck auf } B, \text{ oder } Q' = \frac{a(e - a)(c + e - a)}{e(2a - c)(c + e) - 2a^2e} P$$

$$\text{Druck auf } C, \text{ oder } Q'' = \frac{a(a - c)(c + e - a)}{e(2a - c)(c + e) - 2a^2e} P.$$

$$\text{Druck auf } D, \text{ oder } Q''' = \frac{a(a - c)(e - a)}{e(2a - c)(c + e) - 2a^2e} P.$$

Sind die Stützen gleich weit von einander entfernt, also  $e = 2c$ , so wird

$$Q = \frac{(a - c)(2c - a)(3c - a)}{6c^2(2a - c) - 4a^2c} P.$$

$$Q' = \frac{a(2c - a)(3c - a)}{6c^2(2a - c) - 4a^2c} P.$$

$$Q'' = \frac{a(a - c)(3c - a)}{6c^2(2a - c) - 4a^2c} P.$$

$$Q''' = \frac{a(a - c)(2c - a)}{6c^2(2a - c) - 4a^2c} P.$$

Für den Fall, daß die Last  $P$  unmittelbar über der zweiten Stütze angebracht wird, erhält man  $a = c$ , also

$$Q' = P \text{ und } Q = Q'' = Q''' = 0,$$

anstatt daß nach §. 4. die entfernte Stütze  $B$  einen größern Druck als  $P$  leiden sollte.

Nimmt man  $a = \frac{3}{2}c$ , so ist

$$Q = \frac{1}{7}P; Q' = \frac{4}{7}P; Q'' = \frac{2}{7}P; Q''' = \frac{8}{7}P$$

wogegen nach §. 4.  $Q$  größer als  $Q'$  seyn sollte.

Fällt  $P$  in die Mitte von  $AD$ , so wird  $a = \frac{3}{2}c$ , also

$$Q = \frac{1}{8}P; Q' = \frac{3}{8}P; Q'' = \frac{3}{8}P; Q''' = \frac{1}{8}P.$$

§. 7. So viel Vorzüge nun auch die zuletzt angenommene Hypothese gegen die §. 3. in Absicht der weit wahrscheinlicheren Resultate zu haben



scheint, so tritt doch auch bei ihr der Fall ein, daß bei drei Stützen, wenn die Hälfte der Last auf den beiden äußersten Stützen angebracht wird, alsdann nur die mittelste Stütze den ganzen Druck leiden, der Druck auf die äußersten Stützen aber = 0 sein soll. Es scheint daher als wenn eine dritte Hypothese auf wahrscheinlichere Resultate führen müßte, wenn man annimmt, daß jede besondere Last, welche sich zwischen zwei Stützen befindet, nur auf diese allein Druck äußere, ohne auf die entferntern Stützen zu wirken. Allein es wird nicht nöthig sein, noch mehrere willkürliche Annahmen aufzustellen um die Unzulänglichkeit derselben für die Anwendung auf vorkommende Fälle zu zeigen, weil allen diesen Voraussetzungen eine Bedingung zum Grunde liegt, welcher alle Wirklichkeit widerspricht und weshalb durchaus keine für die Ausübung brauchbare Resultate zu erwarten sind. Dies ist die Voraussetzung, daß die belastete Stange vollkommen unbiegsam sei, da doch keine Materie bekannt ist, aus welcher dergleichen Körper gebildet werden könnten, die in ihrer Mitte belastet sich nicht wenigstens etwas, sei es auch noch so wenig, biegen sollten, da dies selbst bei langen Werkstücken, wenn sie auf einige Weite frei liegen, der Fall ist. Wenn nun auch nur die allergeringste Biegsamkeit des einzelnen unterstützten und belasteten Körpers vorausgesetzt wird, so müssen nothwendig die Resultate ganz anders ausfallen, als bei der vollkommen unbiegsamen Stange; daher läßt sich auf dem bisherigen Wege der Zweck nicht erreichen, und man muß diesen Weg ganz verlassen, um der Wirklichkeit näher zu treten.

Die gewöhnlichen Baukörper sind von der Beschaffenheit, daß wenn sie noch für den Architekten brauchbar bleiben sollen, sie auf die Länge, in welcher sie frei liegen und belastet werden, sich nur unmerklich biegen dürfen, weshalb bei der folgenden Auseinandersetzung durchaus angenommen wird, daß die Körper durch die angebrachte Last nur wenig gebogen werden, obgleich der verschiedene Grad der Biegsamkeit von der besondern Eigenschaft der Materie abhängt, woraus die Körper gebildet sind. So wie nun jedem festen Körper, wenigstens ein äußerst geringer Grad von Biegsamkeit zugeschrieben werden kann, so läßt sich auch für jeden derselben, ein gewisser Grad von Elasticität annehmen, so gering derselbe auch sein mag.

Damit sich aber in diese für die Anwendung bei vorkommenden Fällen so wichtigen Materie, keine Voraussetzung einschleiche, welche eine

nachtheiligen Einfluß auf die Resultate haben könnte, so halte ich es für nothwendig, die Prinzipien, nach welchen dies Gebäude aufgeführt wird, umständlich auseinander zu setzen.

§. 8. Von den Fibern prismatisch geformter mehr oder weniger elastischer Körper von einerlei Materie, können folgende beide Sätze, in Absicht der Ausdehnung oder Zusammendrückung gleicher Fibern bewiesen werden, vorausgesetzt, daß nur von sehr kleinen Ausdehnungen oder Zusammendrückungen die Rede ist.

I. Fibern von gleichen Querschnitten und ungleichen Längen, werden von gleichen Kräften, nach Verhältniß ihrer Längen, ausgedehnt oder zusammen gedrückt.

II. Fibern von gleichen Längen, aber ungleichen Querschnitten, werden durch Kräfte welche diesen Querschnitten proportional sind, gleich viel ausgedehnt oder zusammen gedrückt.

Der erste Satz ist gleich einleuchtend, weil bei einer doppelt so großen Länge, nochmal so viel Theile sind welche ausgedehnt werden; da nun dies eben so von jedem andern Verhältniß der Längen gilt, so müssen sich überhaupt unter übrigens gleichen Umständen, die Zunahmen an Länge oder die Ausdehnungen, wie die Längen verhalten; daher muß dieser Satz auch für die Zusammendrückungen, oder die Abnahmen der Länge elastischer Körper gelten.

Der zweite Satz ist eben so einleuchtend, weil zwei gleiche Fibern, gleich viel auszudehnen, offenbar doppelt so viel Kraft erfordert als eine, u. s. w., woraus die Richtigkeit des zweiten Satzes folgt.

Bezeichnen nun für drei prismatische elastische Körper  $A, B, C$  welche aus gleicher Materie bestehen  
 $\alpha, \alpha', \alpha''$  die Ausdehnungen (oder Zusammendrückungen) nach der Länge  
 $\beta, \beta', \beta''$  die Querschnitte der Körper  
 $\lambda, \lambda', \lambda''$  die Längen im natürlichen Zustande, und  
 $q, q', q''$  die Kräfte, welche die Ausdehnungen (oder Zusammendrückungen) nach der Länge dieser Körper bewirken, so verhält sich für  $A$  und  $B$  nach I

$$\alpha : \alpha' = \lambda : \lambda'$$

und nach II. für die Körper  $B$  und  $C$

$$\begin{aligned} \beta : \beta' &= q : q' \text{ daher} \\ \alpha\beta : \alpha'\beta' &= \lambda q : \lambda' q' \text{ oder} \\ \alpha &= \frac{\alpha'\beta'}{\lambda'q'} \cdot \frac{\lambda q}{\beta} \end{aligned}$$

Ist nun für irgend eine Materie aus Versuchen bekannt, wie groß bei einem Körper  $C$ , dessen Querschnitt  $\beta'$  und Länge  $\lambda'$  ist, die Ausdehnung  $\alpha'$  bei einer Kraft  $q'$  wird, so läßt sich daraus der Werth  $\frac{\alpha'\beta'}{\lambda'q'}$  finden, welcher eine beständige Größe ist und  $= n$  gesetzt werden kann; woraus sich für jeden andern Körper  $A$  die Ausdehnung  $\alpha$  leicht bestimmen läßt, weil

$$\alpha = n \frac{\lambda q}{\beta} \text{ ist.}$$

Hierbei muß aber als nothwendige Bedingung angenommen werden, daß  $\alpha$  gegen  $\lambda$  nur sehr klein sei. Man sehe hierüber *Jaques Bernoulli, véritable hypothèse de la résist. des solides. Mém. de l'Acad. de Paris, année 1705.*

§. 9. In der vertikalen Wand  $CG$  (Figur 5.) sei ein elastischer Balken ohne Schwere so befestiget, daß er in seinem natürlichen Zustande, nach einer auf  $CG$  willkürlichen Richtung  $CC'$  stehe. Dieser Balken sei dadurch aus der Richtung  $CC'$  in die Lage  $CDEF$  gekommen, daß am Ende desselben ein Gewicht  $Q$  aufgehangen worden, welches nach vertikaler mit  $CG$  paralleler Richtung wirkt. Dadurch daß der Balken gebogen ist, muß ein Theil seiner Fibern ausgedehnt, ein anderer zusammengedrückt werden. Zwischen diesen muß eine Fiber liegen, welche weder ausgedehnt noch zusammengedrückt wird und durch welche die Linie  $BMA$  gezogen werden kann. Es sei ferner  $AG$  horizontal und  $MP$  darauf senkrecht. Für den Punkt  $M$  sei  $AP = x$ , der Bogen  $AM = s$  und das Differenzial dieses Bogens oder  $MN = ds$ . Die zum Bogen  $AM$  in  $M$  gehörige Tangente sei  $MT$  und werde von der verlängerten Richtung der Kraft  $Q$  in  $A'$  geschnitten; zerlegt man nun  $Q$  nach der Tangente in eine Tangentialkraft  $T$ , und darauf senkrecht in die Normalkraft  $V$ , so ist, wenn der Winkel, welchen die Tangente mit der Ordinate einschließt, oder  $PMT = \varphi$  gesetzt wird

$$T = Q \cos \varphi \text{ und } V = Q \sin \varphi.$$

Die Wirkung dieser beiden Kräfte auf das Element  $MN$  des Balkens ist dieselbe, wenn man sich statt des übrigen Theils  $NB$  des Balkens, in  $N'N''$  eine feste Wand denkt, in welche der Balken befestiget ist, so wie auch die Wirkung der Kräfte  $T, V$  so angesehen werden kann, als wenn solche an der festen unbiegsamen Linie  $MT$  in  $A'$  angebracht wären. Von diesen Kräften strebt  $T$  das Element  $MN$  zu verlängern, ohne es zu biegen, wogegen  $V$  eine Biegung des Elements des Balkens bewirkt, wodurch der obere Theil  $N'M'$  ausgedehnt, der untere  $N''M''$  aber zusammen gedrückt wird. Man

ziehe durch  $M$  die Linie  $mn$  mit  $N'N''$  parallel, so wird der Obertheil  $NMM'N'$  des Balkenelements um das Dreieck  $MM'm$  ausgedehnt, der Untertheil  $MN'N''M'$  aber um das Dreieck  $MM''n$  zusammengedrückt. Ferner sei des Balkens Höhe oder Dicke  $CF = M'M'' = h$ , die Breite  $= b$  und  $MM' = f$ . Man verlängere  $N'N''$ ,  $M'M''$  bis  $R$ , so ist  $RN = r$  der Krümmungshalbmesser für das Bogenelement  $NM$ . Für die mit  $MN$  parallele Fiber  $vw$ , sei  $Mw = u$ , so ist die Dicke derselben  $= du$ , also ihr Querschnitt  $bdu$ , und  $ww'$  ist der Theil um welchen sie verlängert ist, oder ihre Ausdehnung. Diese  $= \alpha$  gesetzt, so ist, weil  $bdu = \beta$  (§. 8.)

$$ww' = \alpha = n \frac{ds}{bdu} q$$

wo  $q$  die Kraft bezeichnet, mit welcher die Fiber  $vw$  angespannt wird.

Das Dreieck  $NRM$  ist  $Mww'$  ähnlich, daher verhält sich

$$RN : NM = Mw' : ww' \text{ oder}$$

$$r : ds = u : \alpha \text{ also}$$

$$\alpha = \frac{uds}{r} \text{ daher } q = \frac{b}{nr} udu.$$

Für das Gleichgewicht mit der Kraft  $V$  wird erfordert, daß das Moment derselben, der Summe aller Momente mit welchen die einzelnen Fibern gespannt und zusammengedrückt werden, gleich sei, wenn die Abstände der Kräfte vom Punkt  $M$  gemessen werden. Für die Fiber  $vw$  ist das Moment

$$Mw \cdot q = \frac{b}{nr} u^2 du$$

also die Summe der Momente von  $M$  bis  $w =$

$$\frac{b}{nr} \int u^2 du = \frac{bu^3}{3nr}$$

wo keine Constante hinzu kömmt, weil mit  $u = 0$ , die Momente verschwinden müssen. Für  $u = MM' = f$  erhält man die Summe der Momente von  $M$  bis  $M'$

$$= \frac{bf^3}{3nr}$$

Weil nun aufser dem Theil der Kraft  $V$ , welcher auf die Ausdehnung des Stücks  $MN'$  verwandt wird, der übrige Theil, zur Zusammendrückung von  $MN''$  erforderlich ist, und weil der Untertheil  $MN''$  der Zusammendrückung auf eine ähnliche Art widersteht, wie der Obertheil der Ausdehnung, so erhält man aus ähnlichen Gründen für  $MM'' = h - f$  die Summe der Momente von  $M$  bis  $M'' =$

$$\frac{b(h-f)^3}{3nr}$$

Diese beide Summen müssen dem Momente  $MA' \cdot V$  gleich seyn. Nun ist

$V = Q \sin \varphi$  und  $MA' = \frac{AP}{\sin \varphi} = \frac{x}{\sin \varphi}$  daher das Moment

$$NA' \cdot V = xQ = \frac{bf^3}{3nr} + \frac{b(h-f)^3}{3nr} \text{ oder}$$

$$r \cdot xQ = \frac{b}{3n} [f^3 + (h-f)^3].$$

Auf die ganze Länge des Balkens sind die Werthe von  $b, f, h, n$  einerlei, daher ist  $\frac{b}{3n} [f^3 + (h-f)^3]$  eine beständige Zahl. Wird diese =  $E$  gesetzt, so ist ganz allgemein für einerlei Balken

$$r \cdot xQ = E$$

oder für jeden Punkt eines gebogenen Balkens, sind die Producte aus dem Krümmungshalbmesser in das zugehörige Moment der Kraft, einander gleich.

§. 10. Nach bekannten geometrischen Lehren ist, wenn  $dx$  constant gesetzt wird, für jede Curve der Krümmungshalbmesser

$$r = \frac{-ds^2}{dx \, d^2y}$$

und es ist bekannt, wie aus der Verbindung dieser Gleichung mit der zuletzt gefundenen, die Gleichung für die elastische Curve erhalten wird, wobei man gewöhnlich als Hypothese voraussetzt, daß  $r \cdot xQ$  einen unveränderlichen Werth habe:

Bei der Untersuchung des Drucks belasteter Balken auf ihre Unterlagen, kann nur von einer sehr geringen Biegung der Balken die Rede sein, weil sie sonst die Fähigkeit als zweckmäßige Baukörper verlieren; es läßt sich daher für einen nur wenig gebogenen Balken die Voraussetzung ohne Nachtheil annehmen, daß die Länge  $s$  desselben mit der Abscisse  $x$  beinahe zusammen fällt; und daß  $ds = dx$  gesetzt werden kann. Hiernach erhält man:

$$r = \frac{-dx^2}{d^2y}$$

und wenn das Moment  $xQ = M$  gesetzt wird,  $E = rM$ , also

$$E = -M \frac{dx^2}{d^2y} \text{ oder}$$

$$E \frac{d^2y}{dx^2} = -M dx.$$

§. 11. In der festen vertikalen Wand  $CG$  (Figur 6.) sei in  $C$  ein durchaus gleichartiger gewichtloser Balken so befestiget, daß er in seinem natürlichen Zustande in die grade Linie  $C C'$  fällt; auch soll derselbe auf der einen Seite der Wand  $CG$  gebogen werden können, ohne daß solches auf die Biegung der andern Seite Einfluß habe. Durch die Gewichte  $Q, Q'$  in  $A, B$  werde der Balken aus der Lage  $C C C'$  in die Lage  $ACB$  gebracht, und man nehme an, daß sich die Gewichte umgekehrt wie ihre Abstände von der vertikalen Wand verhalten, oder wenn  $AD = x$  und  $BD = x'$  ist, daß  $x Q = x' Q'$  sei. Für den Balken  $AC$  sei  $r$  der Krümmungshalbmesser bei  $C$  und für  $BC, r'$  auf der andern Seite der Wand  $CG$  bei  $C$ , so ist §. 9.

$$E = rxQ \text{ und } E' = r'x'Q'.$$

Weil aber für einerlei Balken  $E = E'$  ist und überdem  $x Q = x' Q'$ , so ist  $r = r'$ , also der Balken  $AB$  auf beiden Seiten unmittelbar an der Wand  $CG$ , auf einerlei Weise gekrümmt; es müssen sich daher die Spannungen der Fibern bei  $C$  von beiden Seiten im Gleichgewichte halten, und wenn der Balken nur in einem einzigen Punkt bei  $C$  so befestiget wird, daß er sich um denselben frei herum drehen kann, ohne auszuweichen, so kann die Wand  $CG$  weggenommen werden, und  $Q$  bleibt noch im Gleichgewicht mit  $Q'$  oder der Balken behält seine vorherige Krümmung. Der feste Punkt bei  $C$  leidet vertikal unterwärts einen Druck  $= Q + Q'$ , und wenn die Enden  $A$  und  $B$  durch Stifte befestiget und die Gewichte  $Q, Q'$  weggenommen werden, so leidet  $A$  einen vertikalen Druck  $Q$  aufwärts und  $B$  einen Druck  $Q'$  nach paralleler Richtung. Anstatt des Stifts bei  $C$ , welcher mit der Kraft  $Q + Q'$  unterwärts gedrückt wird, kann man nun eine Kraft  $P = Q + Q'$  vertikal aufwärts anbringen, und es muß noch alles im Gleichgewichte bleiben.

Denkt man sich nun den Balken  $AB$  umgedreht, so daß derselbe nach unten gebogen ist, so sind  $A, B$  die Unterstützungspunkte des Balkens, an welche derselbe befestiget ist, und in  $C$  hängt abwärts eine Last  $P = Q + Q'$  welche auf das Ende bei  $A$  den vertikalen Druck  $Q$  und bei  $B$  den vertikalen Druck  $Q'$  verursacht. Hieraus folgt, daß wenn ein an beiden Enden unterstützter Balken in irgend einem Punkt belastet ist, so wird derselbe eben so gebogen, als wenn an den Enden desselben Kräfte angebracht wären, welche den Pressungen auf die Unterstützungspunkte gleich sind.

§. 12. *Aufgabe.* Ein Balken  $AD'B$  (Figur 7.) dessen Dicke und Gewicht hier noch bei Seite gesetzt wird, ist an seinen Enden  $A, B$ , welche

in einerlei Horizontallinie liegen, unterstützt und bei  $D'$  mit einem Gewicht  $P$  so belastet, daß derselbe hierdurch nur wenig gebogen werde; man sucht die Gestalt der Curve  $AD'B$ .

*Auflösung.* Es sei  $AD = a$ ,  $AB = c$ ;  $AP = x$ ,  $PM = y$ . Durch  $D'$  sei die Tangente  $D'T$  gezogen, welche die verlängerte Axe  $AB$  bei  $T$  unter dem Winkel  $ATD' = \varphi$  schneidet. Der Druck auf  $A$  sei  $Q$ , auf  $B = Q'$ , so werden gleiche Kräfte in  $A$  und  $B$  vertikal aufwärts angebracht, die Stützen entbehrlich machen, und man kann sie wegnehmen. Alsdann ist nach statischen Lehren:

$$\begin{aligned} P &= Q + Q' \\ aP &= cQ' \text{ und} \\ (c - a)P &= cQ. \end{aligned}$$

Für irgend einen Punkt  $M$  ist

$$\frac{E}{dx} \frac{d^2y}{dx^2} = -Mdx. \quad (\S. 10.) \text{ Aber}$$

$$M = xQ = \frac{c-a}{c} xP, \text{ daher}$$

$$E \frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{c-a}{c} xP dx$$

dieses integriert giebt

$$E \frac{dy}{dx} = -\frac{c-a}{2c} x^2 P + \text{Const.}$$

$$\text{Für } x = a \text{ wird } \frac{dy}{dx} = \text{Tgt } \varphi, \text{ daher}$$

$$E dy = \left[ \frac{c-a}{2c} a^2 P - \frac{c-a}{2c} x^2 P + E \text{Tgt } \varphi \right] dx.$$

Wird nochmals integriert, so ist

$$Ey = \frac{c-a}{2c} a^2 xP - \frac{c-a}{6c} x^3 P + xE \text{Tgt } \varphi,$$

wo keine Constante hinzukommt, weil  $y$  mit  $x$  zugleich verschwindet.

Es sei  $DD' = v$ , so wird für  $x = a$ ,  $y = v$ , also

$$Ev = \frac{c-a}{3c} a^3 P + aE \text{Tgt } \varphi \quad (\text{I.})$$

Nun sei ferner  $DP' = x'$ ,  $P'M' = y'$ , so erhält man für den Punkt  $M'$  das Moment

$$M = P'B, \quad Q' = (c - a - x') Q = \frac{a(c - a - x')}{c} P, \text{ also } (\S. 10.)$$

$$E \frac{d^2y'}{dx'^2} = -\frac{a(c - a - x')}{c} P dx', \text{ davon das Integral}$$

$$E \frac{dy'}{dx'} = -\frac{a(c - a - \frac{1}{2}x')x'}{c} P + \text{Const}$$

Für  $x' = 0$  wird  $\frac{dy'}{dx'} = \text{Tgt } \varphi$ , also

$$E dy' = E dx' \text{Tgt } \varphi - \frac{a(c-a-\frac{1}{2}x')}{c} x' P dx',$$

und wenn nochmal integriert wird

$$E y' = E x' \text{Tgt } \varphi - \frac{a(c-a-\frac{1}{2}x')}{2c} x'^2 P + \text{Const.}$$

Für  $x' = 0$  wird  $y' = v$ , also  $\text{Const} = E v$ , daher

$$E y' = E v - \frac{a(c-a-\frac{1}{2}x')}{2c} x'^2 P + E x' \text{Tgt } \varphi$$

und für  $x' = c - a$  wird  $y = 0$ , daher

$$E v = \frac{a}{3c} (c-a)^3 P - (c-a) E \text{Tgt } \varphi.$$

Diesen Ausdruck mit (I.) verbunden, giebt

$$E \text{Tgt } \varphi = \frac{a(c-a)(c-2a)}{3c} P \text{ und}$$

$$E v = \frac{a^2(c-a)^2}{3c} P.$$

Für einerlei Balken sind  $a$ ,  $c$ ,  $E$  unveränderliche Größen, es ist daher die Senkung des Balkens oder die Abweichung  $v$ , dem Gewichte  $P$  proportional, welches den Balken belastet. Auch kann, wenn durch einen Versuch  $P$ ,  $v$  bekannt ist, daraus leicht  $E$  gefunden werden.

Mit Hilfe der zuletzt gefundenen Ausdrücke erhält man, wenn  $v$  bekannt ist, nachstehende Gleichungen zur Bestimmung der Linie, nach welcher der Balken gebogen wird:

$$y = \frac{2c-a}{2a(c-a)} x^2 - \frac{v x^3}{2a^2(c-a)}$$

$$y' = v + \frac{(c-2a)v}{a(c-a)} x' - \frac{3v}{2a(c-a)} x'^2 + \frac{v}{2a(c-a)^2} x'^3$$

$$\text{Tgt } \varphi = \frac{c-2a}{a(c-a)} v$$

Bei dem Gebrauche dieser Gleichungen ist noch zu merken, daß  $x$  nicht größer als  $a$  und  $x'$  nicht größer als  $c - a$  genommen werden darf, wie es die Bedingungen der Gleichungen erfordern.

§. 13. Hängt das Gewicht  $P$  in der Mitte des Balkens, so ist  $c = 2a$  also

$$y = \frac{3v}{2a} x - \frac{v}{2a^3} x^3 \text{ und}$$

$$y' = v - \frac{3v}{2a^2} x'^2 + \frac{v}{2a^3} x'^3$$



Setzt man  $a - x'$  statt  $x$ , so wird ebenfalls

$$y = v - \frac{3v}{2a^2} x'^2 + \frac{v}{2a^3} x'^3,$$

woraus folgt, daß beide Schenkel  $D'A$  und  $D'B$  (Figur 7.) einander gleich und ähnlich sind, und daß für  $c = 2a$  die Gleichung

$$y = \frac{3v}{2a} x - \frac{v}{2a^3} x^3$$

zur Bestimmung der Natur der Curve, allein hinreichend ist.

§. 14. Um denjenigen Punkt des belasteten Balkens zu finden, welcher am schwächsten ist, oder wo der Balken am meisten in Gefahr steht zu zerbrechen, darf man nur ausmitteln, welcher Punkt der Curve  $AD'B$  (Figur 7.) am weitesten von der Horizontale  $AB$  entfernt ist, welches durch die Ausmittlung der größten Ordinate geschehen kann. Es ist

$$\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= \frac{2c-a}{2a(c-a)} v - \frac{3vx^2}{2a^2(c-a)} \\ \frac{d^2y}{dx^2} &= -\frac{3vx}{a^2(c-a)} \\ \frac{dy'}{dx'} &= \frac{c-2a}{a(c-a)} v - \frac{3vx'}{a(c-a)} + \frac{3vx'^2}{2a(c-a)^2} \\ \frac{d^2y'}{dx'^2} &= \frac{3vx'}{a(c-a)^2} - \frac{3v}{a(c-a)}. \end{aligned}$$

Da nun  $\frac{dy}{dx^2}$  und  $\frac{d^2y'}{dx'^2}$  für jeden positiven Werth von  $x$  und  $x'$  negativ werden, indem  $x'$  nicht größer als  $c - a$  werden kann, so geben die für  $x$  und  $x'$  zu bestimmende Werthe, Maxima für  $y$  und  $y'$ .

Die erste Gleichung giebt für das Maximum von  $y$

$$x = \sqrt{\left[ \frac{a(2c-a)}{3} \right]}$$

und weil  $x$  nicht größer als  $a$  werden kann, so giebt es nur ein Maximum für  $y$  wenn  $\frac{2c-a}{3}$  nicht größer als  $a$ , oder wenn  $c$  nicht größer als  $2a$  ist; wogegen für  $c > 2a$ , oder wenn der Punkt  $D$  (Figur 7.) näher bei  $A$  als bei  $B$  liegt, zwischen  $AD$  kein Maximum fällt.

Für das Maximum von  $y'$  erhält man:

$$x' = (c-a) \pm \sqrt{\frac{1}{3}(c-a)(c+a)}$$

weil nun  $x'$  nicht größer als  $c - a$  werden darf, so muß das Zeichen vor der Wurzel negativ sein; damit aber  $x'$  nicht negativ werde, so muß  $\frac{1}{3}(c+a)$  nicht größer als  $(c-a)$  oder  $a$  nicht größer als  $\frac{1}{2}c$  werden. Es kann da-

her nur ein Maximum zwischen  $D$  und  $B$  Statt finden, wenn  $a$  nicht größer als  $\frac{1}{2}c$  ist.

Hieraus folgt überhaupt, daß der tiefste Punkt des gebogenen Balkens oder die schwächste Stelle, allemal zwischen den Aufhängepunkt und denjenigen Unterstützungspunkt fällt, welcher am weitesten vom Aufhängepunkt entfernt ist.

Fällt die Last  $P$  in die Mitte zwischen die Unterstützungspunkte, so ist für das Maximum von  $y$  und  $y'$ , weil  $c = 2a$  ist

$$x = a \text{ und } x' = 0$$

oder die schwächste Stelle fällt alsdann in die Mitte des Balkens.

§. 15. *Aufgabe.* Man sucht die krumme Linie eines durch sein eigenes Gewicht gebogenen Balkens, wenn derselbe sonst durch kein anderes Gewicht belastet ist.

*Auflösung.* Weil hier nur eine geringe Biegung vorausgesetzt wird, so sei das Gewicht der einzelnen Längen des Balkens  $AD'B$  (Figur 8.) den zugehörigen Längen der Horizontallinie  $AB$  proportional. Ist nun  $G$  das Gewicht von jedem Fuß des Balkens und man setzt  $AP = x$ ,  $PM = y$ ,  $AB = c$ , so ist das Gewicht von  $AM = xG$  und das Gewicht des ganzen Balkens  $= cG$ .

Die Stützen bei  $A$  und  $B$  werden jede mit dem halben Gewicht des Balkens gedrückt; man kann daher die Stütze bei  $B$  wegnehmen, wenn an ihre Stelle die Kraft  $Q = \frac{1}{2}cG$  vertikal aufwärts angebracht wird und das andere Ende bei  $A$  unterstützt bleibt. Weil alle Kräfte im Gleichgewicht sind, so muß dies auch noch bestehen, wenn der Punkt  $M$  befestigt wird. Alsdann strebt das Gewicht des Bogens  $MB = (c - x)G$ , dessen Moment  $\frac{1}{2}(c - x)^2 G$  ist, den Balken  $MB$  nach einer Seite, und die Kraft  $Q = \frac{1}{2}cG$  nach der entgegengesetzten Seite zu drehen, es sind daher die Momente der Kräfte für den Punkt  $M$  oder

$$M = \frac{1}{2}c(c - x)G - \frac{1}{2}(c - x)^2 G = \frac{1}{2}x(c - x)G, \text{ also}$$

$$E \frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{1}{2}(c - x)xG. \text{ Dies integriert giebt}$$

$$E \frac{dy}{dx} = \left(\frac{1}{6}x^3 - \frac{1}{4}cx^2\right)G + \text{Const.}$$

Für  $x = c$  sei  $\frac{dy}{dx} = \text{Tgt}\varphi$ , so ist

$$E \frac{dy}{dx} = \left(\frac{1}{6}x^3 - \frac{1}{4}cx^2 + \frac{1}{12}c^3\right)G + E \text{Tgt}\varphi.$$

Wird nochmals integriert, so ist

$$Ey = \left(\frac{1}{24}x^4 - \frac{1}{12}cx^3 + \frac{1}{12}c^3x\right)G + xE Tgt\varphi$$

wo keine Constante hinzu kommt, weil  $y$  mit  $x = 0$  verschwindet. Für  $x = c$  wird  $y = 0$  also  $E Tgt\varphi = -\frac{1}{24}c^3$ , daher

$$Ey = \frac{1}{24}(x^4 - 2cx^3 + c^3x)G.$$

Ist nun für  $x = \frac{1}{2}c$ ,  $y = v$ , so wird

$$Ev = \frac{5c^4}{384}G, \text{ also } E = \frac{5c^4}{384v}G, \text{ daher}$$

$$y = \frac{x^6}{5}(x^4 - 2cx^3 + c^3x)\frac{v}{c^4}.$$

Wird in diese Gleichung  $c - x$  statt  $x$  gesetzt, so erhält  $y$  eben denselben Werth, als wenn  $x$  unverändert stehen bleibt; es folgt also, daß die Axe  $DD'$  die Kurve  $AD'B$  in zwei gleiche und ähnliche Schenkel  $D'A$  und  $D'B$  theilt.

§. 16. Vergleicht man die Kurve, welche entsteht, wenn ein Balken ohne Schwere in seiner Mitte durch ein Gewicht gebogen wird, mit denjenigen, welche ein unbelasteter Balken durch sein eigenes Gewicht bildet, so findet sich, daß beide für gleiche Belastung, von einander verschieden sind. Ist  $P$  das Gewicht welches an dem Balken ohne Schwere in der Mitte aufgehängt ist, und  $cG$  das Gewicht des schweren Balkens, so ist für den Fall daß  $cG = P$  gesetzt wird, für den schweren Balken die größte Senkung

$$v = \frac{5c^4}{384E}G = \frac{5a^3}{48E}P$$

und nach §. 12. für den gleich großen gewichtlosen Balken, an welchem das Gewicht  $P$  aufgehängt ist

$$v = \frac{a^2(c-a)^2}{3cE}P = \frac{8}{45}\frac{a^3}{E}P.$$

Es folgt also hieraus, daß der mit einem Gewichte belastete Balken in seiner Mitte, um  $\frac{1}{10}$  mehr von seiner ursprünglichen Lage abgebeugt wird, als ein anderer Balken von gleichen Abmessungen, dessen Gewicht auf seine ganze Länge gleichförmig vertheilt ist, oder wenn man die Last auf einem Balken gleichförmig vertheilt, so kann derselbe unter übrigens gleichen Umständen  $\frac{1}{10}$  mehr tragen, als wenn die Last in seiner Mitte angebracht wird. Es kann daher bei diesen Untersuchungen, nicht eben so wie bei andern statischen Lehren, der mathematische in einem Punkt belastete Hebel, statt eines physischen gesetzt werden, auf welchem dasselbe Gewicht so verbreitet ist, daß sein Schwerpunkt mit dem des mathematischen Hebels überein kommt.

§. 17. Mit Hülfe der vorhergegangenen Untersuchungen, läßt sich nun der Druck bestimmen, welchen mehrere Unterstützungspunkte eines elastischen Balkens leiden, wenn derselbe mit Gewichten belastet ist und zugleich auf sein eigenes Gewicht Rücksicht genommen wird.

Der Balken  $A D' B F' C$  (Figur 9.) sei in den drei Punkten  $A, B, C$  unterstützt und in  $D'$  und  $F'$  mit Gewichten  $P$  und  $P'$  belastet. Jeder Fuß von der Länge des Balkens wiege  $G$  Pfund und es sei der Druck auf  $A = Q$ , auf  $B = Q'$ , auf  $C = Q''$ . Ferner  $AD = a$ ,  $AF = b$ ,  $AB = c$ ,  $AC = e$ ; der Winkel welchen die zum Punkt  $D'$  gehörige Tangente  $D'T$  mit der Verlängerung von  $AC$  bildet, oder  $D'TC = \varphi$ ; eben so für den Punkt  $F'$  der Winkel  $F'TC = \varphi'$  und der Winkel unter welchem die zum Punkt  $B$  gehörige Tangente der Kurve, die Linie  $AC$  schneidet  $= \psi$ . Man nehme für die unbestimmten Punkte  $M, M', M'', M'''$  der Bogen  $AD', D'B, BF', F'C$  die senkrechten Coordinaten  $AP = x$ ,  $PM = y$ ;  $DP' = x'$ ;  $P'M' = y'$ ;  $BP'' = x''$ ;  $P''M'' = y''$ ;  $FP''' = x'''$ ;  $P'''M''' = y'''$ .

Das ganze Gewicht des Balkens sei  $eG$  also des Theils  $MC = (e-x)G$ . Werden nun die Unterstützungen in  $B$  und  $C$  weggenommen, und statt derselben die Kräfte  $Q'$  und  $Q''$  angebracht, welche mit  $P, P'$  und  $(e-x)G$  nach entgegengesetzten Richtungen wirken, so kann der ganze Balken so angesehen werden, als wenn derselbe in  $A$  und  $M$  befestigt wäre und die Kräfte  $Q', Q''$ ;  $P, P', (e-x)G$  müssen noch im Gleichgewichte bleiben. Für den Punkt  $M$  findet man daher die Momente dieser Kräfte oder

$$M = (c-x)Q' + (e-x)Q'' - (a-x)P - (b-x)P' - \frac{1}{2}(e-x)^2 G.$$

Nun ist nach statischen Lehren:

$$(I.) \quad Q + Q' + Q'' = P + P' + eG \text{ und}$$

$$(II.) \quad cQ' + eQ'' = aP + bP' + \frac{1}{2}e^2 G$$

daher  $M = x(Q - \frac{1}{2}xG)$ , folglich (§. 10.)

$$E \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{1}{2}x^2 G - xQ, \text{ davon das Integral}$$

$$E \frac{dy}{dx} = \frac{1}{6}x^3 G - \frac{1}{2}x^2 Q + \text{Const.}$$

Für  $x = a$  wird  $\frac{dy}{dx} = \text{Tgt} \varphi$ , also

$$E \frac{dy}{dx} = \frac{1}{6}(x^3 - a^3) G - \frac{1}{2}(x^2 - a^2) Q + E \text{Tgt} \varphi$$

und wenn integrirt wird

$$(III.) \quad Ey = \frac{1}{2}(a^2 - \frac{1}{3}x^2) xQ - \frac{1}{6}(a^3 - \frac{1}{4}x^3) xG + xE \text{Tgt} \varphi$$

wo keine Constante hinzukommt, weil  $y$  mit  $x$  verschwindet.

Für  $x = a$  werde  $y = v$ , so ist

$$(IV.) E v = \frac{1}{3} a^3 Q - \frac{1}{8} a^4 G + a E \text{Tgt} \varphi.$$

Denkt man sich nun eben so wie vorher bei  $M$ , jetzt den Punkt  $M'$  befestiget, so findet man die Momente der Kräfte für diesen Punkt oder

$M = (c - a - x') Q' + (e - a - x') Q'' - (b - a - x') P' - \frac{1}{2} (e - a - x')^2 G$   
oder nach I. und II.

$$M = (a + x') Q - x' P - \frac{1}{2} (a + x')^2 G, \text{ daher (§. 10.)}$$

$$E \frac{d^2 y'}{dx'^2} = x' P + \frac{1}{2} (a + x')^2 G - (a + x') Q. \text{ Dies integrirt giebt}$$

$$E \frac{dy'}{dx'} = \frac{1}{2} x'^2 P + \frac{1}{2} x' (a^2 + a x' + \frac{1}{3} x'^2) G - x' (a + \frac{1}{2} x') Q + \text{Const.}$$

Für  $x' = 0$  wird  $\frac{dy'}{dx'} = \text{Tgt} \varphi$ , also

$$E \frac{dy'}{dx'} = \frac{1}{2} x'^2 P + \frac{1}{2} x' (a^2 + a x' + \frac{1}{3} x'^2) G - x' (a + \frac{1}{2} x') Q + E \text{Tgt} \varphi$$

nochmals integrirt, giebt

$$E y' = \frac{1}{6} x'^3 P + \frac{1}{2} x'^2 (\frac{1}{2} a^2 + \frac{1}{3} a x' + \frac{1}{12} x'^2) G - \frac{1}{2} x'^2 (a + \frac{1}{3} x') Q + x' E \text{Tgt} \varphi + \text{Const}$$

Für  $x' = 0$  wird  $y' = v$ , also

$$(V.) E y' = \frac{1}{6} x'^3 P + \frac{1}{2} x'^2 (\frac{1}{2} a^2 + \frac{1}{3} a x' + \frac{1}{12} x'^2) G - \frac{1}{2} x'^2 (a + \frac{1}{3} x') Q + x' E \text{Tgt} \varphi + E v$$

Für  $x' = c - a$  wird  $y' = 0$ , also

$$(VI.) 0 = \frac{1}{6} (c - a)^3 P + \frac{1}{4} (c - a)^2 (\frac{1}{2} a^2 + \frac{1}{3} a c + \frac{1}{6} c^2) G - \frac{1}{6} (2a + c) (c - a)^2 Q + (c - a) E \text{Tgt} \varphi + E v.$$

Für  $x' = c - a$  wird  $\frac{dy'}{dx'} = \text{Tgt} \psi$ , daher

$$(VII.) E \text{Tgt} \psi = \frac{1}{2} (c - a)^2 P + \frac{1}{6} (c - a) (a^2 + a c + c^2) G - \frac{1}{2} (c - a) (c + a) Q + E \text{Tgt} \varphi$$

Für den Punkt  $M''$  erhält man die Momente

$$M = (e - c - x'') Q'' - (b - c - x'') P' - \frac{1}{2} (e - c - x'')^2 G, \text{ daher}$$

$$E \frac{d^2 y''}{dx''^2} = (b - c) P' - x'' P' + \frac{1}{2} (e - c - x'')^2 G - (e - c) Q'' + x'' Q'';$$

dies integrirt giebt

$$E \frac{dy''}{dx''} = (b - c) x'' P' - \frac{1}{2} x''^2 P' + \frac{1}{2} (e - c)^2 x'' G - \frac{1}{2} (e - c) x''^2 G + \frac{1}{6} x''^3 G - (e - c) x'' Q'' + \frac{1}{2} x''^2 Q'' + \text{Const.}$$

Für  $x'' = 0$  wird  $\frac{dy''}{dx''} = \text{Tgt} \psi$  also  $\text{Const} = E \text{Tgt} \psi$ .

Diesen Werth in die Gleichung gesetzt und integrirt, giebt

$$(VIII.) E y'' = \frac{1}{2} (b - c) x''^2 P' - \frac{1}{6} x''^3 P' + \frac{1}{4} (e - c)^2 x''^2 G - \frac{1}{6} (e - c) x''^3 G + \frac{1}{24} x''^4 G - \frac{1}{2} (e - c) x''^2 Q'' + \frac{1}{6} x''^3 Q'' + x'' E \text{Tgt} \psi$$

wo keine Constante hinzukommt. Für  $x'' = b - c$  werde  $y'' = w$ , so ist

$$(IX.) Ew = \frac{1}{3}(b-c)^3 P' + (b-c)^2 \left[ \frac{1}{4}(e-c)^2 + \frac{1}{24}(b-c)^2 - \frac{1}{6}(b-c)(e-c) \right] G \\ - \frac{1}{2}(e-c)(b-c)^2 Q'' + \frac{1}{6}(b-c)^3 Q'' + (b-c) E Tgt \psi.$$

Für  $x'' = b - c$  wird  $\frac{dy''}{dx''} = Tgt \phi'$ , daher

$$(X.) E Tgt \phi' = \frac{1}{2}(b-c)^2 P' + \frac{1}{2}(b-c) \left[ \frac{1}{3}(b-c)^2 + (e-b)(e-c) \right] G - (e-c)(b-c) Q'' \\ + \frac{1}{2}(b-c)^2 Q'' + E Tgt \psi.$$

In Beziehung auf den Punkt  $M'''$  erhält man das Moment der Kräfte  $= (e-b-x''') Q'' - \frac{1}{2}(e-b-x''')^2 G$ , also

$$E \frac{d^2 y'''}{dx'''^2} = \frac{1}{2}(e-b-x''')^2 G - (e-b-x''') Q''.$$

Dies integrirt, giebt

$$E \frac{dy'''}{dx'''} = \frac{1}{2} x''' [(e-b)^2 - (e-b)x''' + \frac{1}{3} x'''^2] G - (e-b)x''' Q'' + \frac{1}{2} x'''^2 Q'' + \text{Const.}$$

Für  $x''' = 0$  wird  $\frac{dy'''}{dx'''} = Tgt \phi'$ , also  $\text{Const} = E Tgt \phi'$ . Diesen Werth in die vorstehende Gleichung gesetzt und nochmals integrirt, so ist

$$E y''' = x'''^2 \left[ \frac{1}{4}(e-b)^2 - \frac{1}{3}(e-b)x''' + \frac{1}{24} x'''^2 \right] G - \frac{1}{2}(e-b)x'''^2 Q'' + \frac{1}{6} x'''^3 Q'' \\ + x''' E Tgt \phi' + \text{Const.}$$

Für  $x''' = 0$  wird  $y''' = w$ , daher

$$(XI.) E y''' = x'''^2 \left[ \frac{1}{4}(e-b)^2 - \frac{1}{6}(e-b)x''' + \frac{1}{24} x'''^2 \right] G - \frac{1}{2}(e-b)x'''^2 Q'' \\ + \frac{1}{6} x'''^3 Q'' + x''' E Tgt \phi' + E w.$$

Für  $x''' = e-b$  wird  $y''' = 0$ , daher

$$(XII.) 0 = \frac{1}{6}(e-b)^4 G - \frac{1}{3}(e-b)^3 Q'' + (e-b) E Tgt \phi' + E w.$$

Aus VI. erhält man, wenn statt  $E v$  aus IV. sein Werth gesetzt und abgekürzt wird:

$$(XIII.) -c E Tgt \phi = \frac{1}{6}(e-a)^3 P + \frac{1}{6} c \left( \frac{1}{4} c^3 - a^3 \right) G + \frac{1}{2} c \left( a^2 - \frac{1}{3} c^2 \right) Q.$$

Wird in die Gleichung XII. der Werth von  $E w$  aus IX. gesetzt, so erhält man daraus  $(e-b) E Tgt \phi'$ , und wenn die Gleichung X. mit  $(e-b)$  multipliziert wird, so giebt dies gleichfalls einen Ausdruck für  $(e-b) E Tgt \phi'$ . Werden nun beide gefundene Werthe einander gleich gesetzt, so erhält man, wenn die Glieder, welche sich aufheben, weggelassen, und sämtliche Glieder mit  $6c$  multipliziert werden,

$$6c(e-c) E Tgt \psi = c(b+2c-3e)(b-c)^2 P' + \frac{1}{3} c(e-c)^4 G + 2c(e-c)^3 Q''.$$

Aus VII. erhält man durch die Multiplication mit  $c$  den Werth von  $c E Tgt \psi$ , und wenn statt  $c E Tgt \phi$  der Werth aus XIII. gesetzt wird, und sämt-

sämmtliche Glieder nach gehöriger Abkürzung den Factor 6 (e - c) erhalten, so wird

$$6c(e-c)E \text{Tgt} \psi = (a+2c)(e-c)(c-a)^2 P + \frac{1}{2}(e-c)c^4 G - 2c^3(e-c)Q.$$

Ans der Zusammenstellung dieser beiden letzten Gleichungen, erhält man endlich:

$$(XIV.) \quad (a+2c)(e-c)(c-a)^2 P + c(3e-2c-b)(b-c)^2 P' + \frac{1}{2}ce(e-c)(e^2-3ce+3c^2)G = 2c^3(e-c)Q + 2c(e-c)^3 Q''.$$

Die Verbindung dieser Gleichung mit I. und II. giebt ganz allgemein den Druck auf die Unterlagen A, B, C, wenn außer der eigenen Last des Balkens zugleich auf die daran hängende Gewichte P, P', Rücksicht genommen wird, und es ist

$$Q = \frac{(c-a)(e-c)(2ce-ac-a^2)P + c(b-c)(e-b)(b+c-2e)P' + \frac{1}{2}ce(e-c)(c^2+3ce-e^2)G}{2c^2e(e-c)}$$

$$Q' = \frac{c(e-c)(2ce-a^2-c^2)P + c(e-b)(2be-b^2-c^2)P' + \frac{1}{2}ce(e-c)(e^2+ce-c^2)G}{2c^2(e-c)^2}$$

$$Q'' = \frac{c(b-c)(3be-bc-ce-b^2)P' - a(c+a)(c-a)(e-c)P + \frac{1}{2}ce(e-c)(3e^2-5ce+c^2)G}{2ce(e-c)^2}$$

Woraus folgt, daß der lothrechte Druck auf die einzelnen Unterstützungen, unabhängig von der Elastizität oder der Biegsamkeit des Balkens ist, oder daß dieser Druck unverändert bleibt, die Elastizität des Balkens mag groß oder klein sein. Auch läßt sich hieraus die leichte Anwendung der gefundenen Ausdrücke, zur Bestimmung des Drucks auf die Unterlagen eines Balkens übersehen, weil dazu nichts weiter erfordert wird, als daß das Gewicht und die Länge des Balkens nebst den Belastungen und ihren Entfernungen von den Unterlagen, bekannt sind.

§. 18. Wird das Gewicht des Balkens bei Seite gesetzt und nur auf die Belastung durch die Gewichte P, P' Rücksicht genommen, so ist

$$Q = \frac{(c-a)(e-c)(2ce-ac-a^2)P + c(b-c)(e-b)(b+c-2e)P'}{2c^2e(e-c)}$$

$$Q' = \frac{a(e-c)(2ce-a^2-c^2)P + c(e-b)(2be-b^2-c^2)P'}{2c^2(e-c)^2}$$

$$Q'' = \frac{c(b-c)(3be-bc-ce-b^2)P' - a(c+a)(c-a)(e-c)P}{2ce(e-c)^2}$$

und wenn der Balken nur durch sein eigenes Gewicht belastet wird, so erhält man

$$Q = \frac{c^2 + 3ce - e^2}{8c} G$$

$$Q = \frac{e(e^2 + ce - c^2)}{8c(e-c)} G$$

$$Q'' = \frac{3e^2 - 5ce + c^2}{8(e-c)} G.$$

§. 19. In denjenigen Fällen wo die mittlere Stütze bei  $B$  (Figur 9.), von den beiden übrigen gleich weit absteht, also  $AB = BC$  oder  $e = 2c$  ist, erhält man

$$Q = \frac{(c-a)(4c^2 - ac - a^2)P - (b-c)(2c-b)(3c-b)P' + \frac{1}{2}c^4 G}{4c^3}$$

$$Q' = \frac{a(3c^2 - a^2)P + (2c-b)(4bc - b^2 - c^2)P' + \frac{1}{2}c^4 G}{2c^3}$$

$$Q'' = \frac{(b-c)(5bc - 2c^2 - b^2)P' - a(c+a)(c-a)P + \frac{1}{2}c^4 G}{4c^3}.$$

Sind die Gewichte in der Mitte zwischen den gleich weit von einander entfernten Stützen angebracht, also  $AD = DB = BF = FC$  oder  $c = 2a$ ,  $b = 3a$ ,  $e = 4a$ , so erhält man

$$Q = \frac{13P - 3P' + 6eG}{32}$$

$$Q' = \frac{11P + 11P' + 10eG}{16}$$

$$Q'' = \frac{13P' - 3P + 6eG}{32}.$$

Wäre die Last  $P$  so groß wie das doppelte Gewicht des Balkens mit dem  $\frac{4}{3}$ fachen der Last  $P'$  zusammen genommen, so wird die dritte Stütze oder der Punkt  $C$  gar keinen Druck leiden, oder  $Q'' = 0$ . Und wenn  $P > \frac{4}{3}P' + 2eG$ , so wird der Druck auf  $C$  negativ, oder es wird noch eine Kraft erfordert, das Ende des Balkens bis zur Horizontale  $AC$  herunter zu biegen.

Werden die Belastungen auf beiden Seiten der mittlern Stütze und ihre Entfernungen einander gleich gesetzt, so ist  $P = P'$ , daher

$$Q = \frac{5P + 3eG}{16}$$

$$Q' = \frac{22P + 10eG}{16}$$

$$Q'' = \frac{5P + 3eG}{16}.$$

Wird unter den angeführten Umständen das Gewicht des Balkens bei Seite gesetzt, so ist

$$Q = \frac{5}{16}P; \quad Q' = \frac{22}{16}P; \quad Q'' = \frac{5}{16}P$$



oder wenn angenommen wird, daß keine Gewichte an dem Balken hängen, dagegen das Gewicht  $e G$  desselben  $= 2 P$  ist; so wird

$$Q = \frac{c}{4c} P; \quad Q' = \frac{2c}{4c} P; \quad Q'' = \frac{c}{4c} P$$

Woraus folgt, daß die in der Mitte zwischen den Stützen aufgehängten Gewichte, die mittlere Stütze stärker und die äußern schwächer drücken, als wenn diese Last auf dem Balken gleichförmig verbreitet wäre. Im ersten Falle ist der Druck auf die mittlere Stütze  $4\frac{2}{3}$  mal so groß, als auf jede der äußersten, dagegen wenn die Last auf den Balken gleichförmig verbreitet ist, wie Getreide auf Magazinböden, so ist der Druck auf die mittlere Stütze nur  $3\frac{1}{3}$  mal so groß, als auf jede der äußersten. Auf alle Fälle geht aber hieraus hervor, wie bedeutend der Druck auf die mittlern Stützen eines belasteten Gebäudes ist, und wie sehr für die sichere Gründung derselben gesorgt werden muß. Nach der Eulerschen Hypothese §. 3. würde unter den angenommenen Bedingungen, der Druck auf die mittlere Stütze nur eben so groß als auf jede der äußersten Stützen sein.

§. 20. Wenn bei drei gleich weit von einander angebrachten Unterstützungen, nur eine Last  $P$  zwischen den beiden ersten Stützen wirkt, und auf das Gewicht des Balkens nicht Rücksicht genommen wird, also  $P$  und  $G = 0$  ist; so erhält man für  $AB = BC$

$$Q = \frac{(c-a)(4c^2 - ac - a^2)}{4c^2} P$$

$$Q' = \frac{a(3c^2 - a^2)}{2c^2} P$$

$$Q'' = -\frac{a(c-a)(c+a)}{4c^2} P.$$

Es entsteht also auf die dritte Stütze kein Druck, sondern es muß vielmehr eine Kraft  $\frac{a(c-a)(c+a)}{4c^2} P$  angewandt werden, damit das Ende des Balkens bei  $c$ , die Horizontale  $AC$  erreiche.

Fällt der Aufhängepunkt der Last  $P$  auf die erste Stütze in  $A$ , so ist  $a = 0$ , also

$$Q = P; \quad Q' = 0; \quad Q'' = 0$$

Ist die Last über der mittlern Stütze in  $B$  angebracht, so wird  $a = c$ , also

$$Q = 0; \quad Q' = P; \quad Q'' = 0$$

anstatt daß nach §. 3.

$$Q = Q' = Q'' = \frac{1}{3} P \text{ sein soll.}$$

## F o r t s e t z u n g

der Abhandlung über den Druck belasteter Balken auf ihre Unterstüzungen, wenn deren mehr als zwei sind \*).

Die Wichtigkeit der Untersuchung über die Vertheilung des Drucks auf mehrere in einer graden Linie befindliche Unterstüzungspunkte, veranlaßt mich, die frühere Abhandlung über diesen Gegenstand noch etwas weiter auszuführen, da der Nutzen, welchen ich mir von dieser Erweiterung der Statik versprechen darf, um so mehr einleuchten wird, wenn man erwägt, daß nach dem bisherigen Zustande der Statik, es durchaus nicht möglich war, die Pressungen zu bestimmen, welche aus der Verbindung mehrerer belasteter Baukörper entstehen, um darnach den Widerstand zu beurtheilen, welchen die Erhaltung des Gleichgewichts und die zweckmäßige Construction der einzelnen Theile erfordert. Selbst bei den einfachsten Dachverbindungen reicht unsere Statik nicht hin, die Wirkung anzugeben, welche die Anbringung der Kehlbalcken und Stuhlsäulen veranlaßt, und noch weniger kann man solche anwenden, wenn mittelst Häng- und Sprengwerke Brücken zusammen gesetzt werden sollen; weil bei allen diesen Untersuchungen das Gesetz bekannt sein muß, nach welchem der Druck auf mehr als zwei Unterstüzungspunkte vertheilt wird.

§. 21. Der Druck eines belasteten Balkens auf vier Unterstüzungspunkte, wird nach eben den Grundsätzen bestimmt, welche im Vorhergehenden entwickelt sind. Es sei (Figur 10.) ein Balken in den Punkten  $A, B, C, D$  unterstützt und in  $E'$  mit einem Gewichte  $P$ , in  $F'$  mit einem Gewichte  $P'$  und in  $G'$  mit  $P$  belastet. Es sei ferner  $AE = DG = a$ ,  $AF = DF = b$ ,  $AB = DC = c$ , so daß die beiden Hälften des Balkens auf gleiche Art oder symmetrisch belastet und unterstützt sind. Es muß daher auch von der Hälfte  $F'D$  gelten, was von  $AF$  erwiesen wird, und wenn  $Q$  der Druck auf  $A$ ,  $Q'$  auf  $B$  ist, so muß der Druck auf  $D$  ebenfalls  $= Q$  und

\*) Gelesen den 28. Mai 1807.

auf  $C = Q'$  sein. Die durch  $E$ ,  $B$  und  $F$  gehenden Tangenten, sollen die grade Linie  $AD$  unter den Winkeln  $\varphi$ ,  $\psi$ ,  $\varphi'$  schneiden, so muß, weil die durch  $F$  gehende Tangente mit  $AD$  parallel ist, auch  $\varphi' = 0$  sein. Das Gewicht von jedem Fuß der Länge des Balkens sei  $G$ , so erhält man, wenn alle Kräfte im Gleichgewichte sind,

$$(I.) \quad 2P + P' + 2bG = 2Q + 2Q'.$$

Für  $EE' = v$  erhält man, wie §. 17. IV.

$$Ev = \frac{1}{3}a^3 Q - \frac{1}{8}a^4 G + aE \operatorname{Tgt} \varphi, \text{ oder}$$

$$(II.) \quad 0 = 8a^3 Q - 3a^4 G + 24aE \operatorname{Tgt} \varphi - 24Ev.$$

Ferner erhält man eben so, wie §. 17. VI.

$$0 = \frac{1}{6}(c-a)^3 P + \frac{1}{2}(c-a)^2 \left( \frac{1}{2}a^2 + \frac{1}{3}ac + \frac{1}{6}c^2 \right) G - \frac{1}{6}(2a+c)(c-a)^2 Q \\ + (c-a)E \operatorname{Tgt} \varphi + Ev, \text{ oder}$$

$$0 = 4(c-a)^3 P + (3a^4 - 4a^3c + c^4)G + (12a^2c - 8a^3 - 4c^3)Q \\ + 24(c-a)E \operatorname{Tgt} \varphi + 24Ev.$$

Wird dieser Ausdruck mit (II.) zusammen addirt, so ist

$$(III.) \quad 0 = 4(c-a)^3 P + (c^4 - 4a^3c)G + (12a^2c - 4c^3)Q + 24cE \operatorname{Tgt} \varphi.$$

Eben so findet man wie §. 17. VII.

$$E \operatorname{Tgt} \psi = \frac{1}{2}(c-a)^2 P + \frac{1}{6}(c-a)(a^2 + ac + c^2)G - \frac{1}{2}(c-a)(c+a)Q \\ + E \operatorname{Tgt} \varphi, \text{ oder}$$

$$0 = 12c(c-a)^2 P + 4(c^4 - a^3c)G + 12(a^2c - c^3)Q + 24cE \operatorname{Tgt} \varphi \\ - 24cE \operatorname{Tgt} \psi.$$

Hiervon den Ausdruck III. subtrahirt, so bleibt

$$(IV.) \quad 0 = 4(a^3 - 3ac^2 + 2c^3)P + 3c^4G - 8c^3Q - 24cE \operatorname{Tgt} \psi.$$

Man setze  $BP'' = x$  und  $P''M'' = y$ , so ist

$$E \frac{d^2y}{dx^2} = (c-a+x)P + \frac{1}{2}(c+x)^2 G - (c+x)Q - xQ'.$$

Dies integrirt giebt

$$E \frac{dy}{dx} = x(c-a + \frac{1}{2}x)P + \frac{1}{2}x(c^2 + cx + \frac{1}{3}x^2)G - x(c + \frac{1}{2}x)Q - \frac{1}{2}x^2Q' + \text{Const.}$$

Für  $x = 0$  wird  $\frac{dy}{dx} = \operatorname{Tgt} \psi$ , also  $\text{Const} = E \operatorname{Tgt} \psi$ , daher

$$E \frac{dy}{dx} = x(c-a + \frac{1}{2}x)P + \frac{1}{2}x(c^2 + cx + \frac{1}{3}x^2)G - x(c + \frac{1}{2}x)Q - \frac{1}{2}x^2Q' + E \operatorname{Tgt} \psi.$$

Wird  $x = b-c$ , so ist  $\frac{dy}{dx} = \operatorname{Tgt} \varphi = 0$ , daher  $E \frac{dy}{dx} = 0$ , und man erhält

$$0 = 12c(b^2 - c^2 - 2ab + 2ac)P + 4c(b^3 - c^3)G - 12c(b^2 - c^2)Q - 12c(b-c)^2Q' \\ + 24cE \operatorname{Tgt} \psi.$$

Hierzu den Ausdruck IV. addirt, giebt

$$0 = 4(a^3 + 3b^2c - c^3 - 6abc + 3ac^2)P + c(4b^3 - c^3)G - 4c(b^2 - c^2)Q - 12c(b - c)^2 Q'$$

Hieraus und aus I. die Größe  $Q$  entwickelt, so findet man für den Druck auf  $B$  oder  $C$

$$Q' = \frac{4a(6bc - a^2 - 3c^2)P + 2c(3b^2 - c^2)P' + c(3b^3 + c^3 - 4bc^2)G}{8c^2(3b - 2c)}$$

und für den Druck auf  $A$  oder  $D$

$$Q = \frac{4(a^3 - 6abc + 3ac^2 + 6bc^2 - 4c^3)P - 6c(b - c)^2 P' + c(24b^2c - 8b^3 - c^3 - 12bc^2)G}{8c^2(3b - 2c)}$$

Hängen die beiden Lasten  $P, P'$  in der Mitte zwischen ihren Stützen, so ist  $c = 2a$ , und man findet in diesem Falle

$$Q' = \frac{a(12b - 13a)P + (3b^2 - 4a^2)P' + 4(a^3 + b^3 - 2a^2b)G}{8a(3b - 4a)}$$

$$Q = \frac{a(12b - 19a)P - 3(b - 2a)^2 P' + 4(6ab^2 - 6a^2b - a^3 - b^3)G}{8a(3b - 4a)}$$

Sind die Stützen gleich weit von einander entfernt und hängt jedes der Gewichte  $P, P, P'$  in der Mitte zwischen den Stützen, so wird  $b = 3a$  und

$$Q' = \frac{23P + 23P' + 88aG}{40}$$

$$Q = \frac{17P - 3P' + 32aG}{40}$$

Wäre nur allein in der Mitte des Balkens eine Last  $P'$  aufgehängt, also  $P = 0$ , so ist

$$Q' = \frac{23P' + 88aG}{40}$$

$$Q = \frac{32aG - 3P'}{40}$$

§. 22. Es sei nun  $BAD$  (Figur II.) ein Dachgespärre, welches in den Balken  $BD$  eingezapft und mit einem Kehlbalken  $EF$  versehen ist. Man sucht die Kraft, mit welcher der Untertheil der Sparren bei  $B$  und  $D$  nach horizontaler Richtung auszuweichen strebt, oder den Sparrenschub, und außerdem noch die Kraft mit welcher der Kehlbalken von der Belastung des Dachs zusammen gepresst wird.

Setzt man die halbe Länge des Balkens oder  $\frac{1}{2}BD = a$ , die Sparrenlänge  $AB = AD = b$ , die Entfernung  $AE = c$ , den Winkel  $ABD = \alpha$ , und nimmt an, daß jeder laufende Fuß des Sparren mit einem Gewichte  $G$  belastet sei, so ist  $bG$  die ganze Last eines Sparren. Der vertikale Druck, welcher aus der Vertheilung der Last auf die drei Unterstützungspunkte in

$A$ ,  $E$  und  $B$  entsteht, sei in  $A$  nach  $Aa = Q$ , in  $E$  nach  $Ee = Q'$ , in  $B$  nach  $Bb = Q''$ , so findet man §. 18.

$$Q = \frac{c^2 + 3bc - b^2}{8c} G$$

$$Q' = \frac{b(b^2 + bc - c^2)}{8c(b-c)} G$$

$$Q'' = \frac{3b^2 - 5bc + c^2}{8(b-c)} G.$$

Der Druck in  $A$  zerlegt sich nach horizontaler Richtung und nach der Richtung  $AB$ . Der Horizontaldruck wird vom Gegendruck des zweiten Sparren aufgehoben; nach  $AB$  entsteht aber ein Druck  $= Q \operatorname{Cosec} \alpha$ , welcher sich in  $B$  nach der Verlängerung  $BI$  fortpflanzt.

Der Druck  $Q'$  bei  $E$  zerlegt sich nach  $EF$  in die Kraft  $Q' \operatorname{Cot} \alpha$ , und nach  $EB$  in die Kraft  $Q' \operatorname{Cosec} \alpha$ .

Die beiden Pressungen nach der Richtung  $AB$  geben zusammen einen Druck nach  $BI = (Q + Q') \operatorname{Cosec} \alpha$ . Dieser Druck zerlegt sich horizontal nach  $BH$  und vertikal nach  $BK$ . Ersterer giebt den Sparrenschub, und wenn man solchen  $= S$  setzt, so wird

$$S = (Q + Q') \operatorname{Cosec} \alpha \operatorname{Cosa} = (Q + Q') \operatorname{Cota}.$$

Vertikal entsteht ein Druck nach  $BK = (Q + Q') \operatorname{Cosec} \alpha \sin \alpha = Q + Q'$ , welcher mit dem Druck  $Q''$  zusammen genommen, der Belastung des Sparren  $bG$  gleich ist. Setzt man statt  $Q, Q'$  die gefundenen Werthe, so erhält man den Sparrenschub

$$S = \frac{5b^2 - 3bc - c^2}{8(b-c)} G \operatorname{Cota}.$$

In  $E$  war der Druck nach  $EF = Q' \operatorname{Cot} \alpha$ , daher erhält man die Kraft, mit welcher der Kehlbalcken zusammengedrückt wird  $= \frac{b(b^2 + bc - c^2)}{8c(b-c)} G \operatorname{Cota}$ .

Da nun im ersten Quadranten  $\operatorname{Cot} \alpha$  wächst wenn  $\alpha$  abnimmt, so folgt daraus, daß bei unveränderter Sparrenlänge, die Kraft welche den Kehlbalcken zusammen preßt, desto größer wird, je kleiner der Neigungswinkel der Sparren gegen den Horizont ist. Dasselbe gilt von dem Sparrenschub.

Die Kraft, mit welcher die Sparren an der Forst bei  $A$  gegen einander drücken, ist  $= Q \operatorname{Cota} = \frac{c^2 + 3bc - b^2}{8c} G \operatorname{cota}$ .

Dieser Druck verschwindet wenn  $c^2 + 3bc - b^2 = 0$ , oder wenn  $c = \frac{1}{2} b (-3 + \sqrt{13}) = 0,23205 b$  wird. Wäre  $c$  noch kleiner als  $0,23205 b$ ,

so wird der horizontale Druck der Sparren gegen einander negativ, oder die Sparren streben bei  $A$  sich von einander zu entfernen, weshalb der Kehlbalcken nicht viel höher als  $\frac{3}{4}$  von der ganzen Dachhöhe anzubringen ist, wenn sich die Sparren an der Forst nicht von einander geben sollen.

Hiebei ist zu bemerken, daß man das Gewicht des Kehlbalckens deshalb nicht in Rechnung genommen hat, weil solches gegen die ganze Belastung des Dachs unbedeutend ist.

§. 23. Wäre ein Dachgespärre mit einem stehenden Stuhle versehen, so läßt sich nach den Gesetzen von der Vertheilung des Drucks, die Größe des Sparrenschubs, der Druck auf die Stuhlsäulen  $EE'$ ,  $FF'$  (Figur 12.), und die Größe der Kraft bestimmen, mit welcher der Kehlbalcken zusammen gepreßt wird. Mit Beibehaltung der Bezeichnung im vorigen §. ist der Vertikaldruck auf den Sparren bei  $E = Q'$ , welcher sich nach  $EB$  in eine Kraft  $Q' \sin \alpha$  und senkrecht auf  $EB$  nach  $EE'$ , in eine Kraft  $Q' \cos \alpha$  zerlegt. Wird diese vertikal nach  $EK$  und horizontal nach  $EF$  zerlegt, so erhält man die Vertikalkraft  $= Q' \cos \alpha^2$  und die Horizontalkraft  $= Q' \sin \alpha \cos \alpha = \frac{1}{2} Q' \sin 2\alpha$  und hieraus den vertikalen Druck, welchen jede Stuhlsäule von der Belastung des Dachs leidet  $= \frac{b(b^2 + bc - c^2)}{8c(b - c)} G \cos \alpha^2$ . Eben so findet man die Kraft, mit welcher der Kehlbalcken zusammen gedrückt wird  $= \frac{b(b^2 + bc - c^2)}{16c(b - c)} G \sin 2\alpha$ .

Bei  $E$  entstand ein Druck nach der Richtung  $EB = Q' \sin \alpha$  und bei  $A$  findet man den Druck nach derselben Richtung  $= Q' \operatorname{Cosec} \alpha$ , daher ist der gesammte Druck nach der Richtung des Sparren oder nach  $BI = Q' \operatorname{Cosec} \alpha + Q' \sin \alpha$ . Diese Kraft horizontal nach  $BH$  zerlegt, giebt den Sparrenschub  $S = (Q' \operatorname{Cosec} \alpha + Q' \sin \alpha) \cos \alpha = (Q' + Q' \sin^2 \alpha) \cot \alpha$ .

Für ein Dachgespärre ohne Stuhlsäulen war  $S = Q' + Q'$ . Weil nun allemal hier  $Q'$  größer als  $Q' \sin^2 \alpha$  ist, so folgt daraus, daß durch die Anordnung eines stehenden Stuhls der Sparrenschub vermindert wird.

§. 24. Eben so leicht wie bei den Dächern, lassen sich die hier gefundenen Resultate auch auf Häng- und Sprengwerke anwenden. Es sei bei einer mit einem Sprengwerke versehenen Brücke  $AB$  (Figur 13.) ein an beiden Enden aufliegender Balken, welcher unterhalb durch die Streben  $CD$ ,  $EF$  mit Hülfe eines Spannriegels  $CE$  gestützt wird, so kann man die Last, welche der Balken tragen muß, so ansehen, als wenn sie auf die vier

Punk-

Punkte  $A$ ,  $C$ ,  $E$  und  $B$  vertheilt wäre. Man setze  $AC = BE = c$ , den Vertikaldruck auf  $C$  oder  $E = Q'$  und den Horizontaldruck der Strebe  $CD$  gegen ihre Widerlage bei  $D = S$ , so findet man, wenn der Winkel  $ACD = \alpha$  ist, die Kraft mit welcher die Widerlage horizontal weggedrückt wird, oder  $S = Q' \cot \alpha$ . Weil aber der Punkt  $D$  in den meisten Fällen und besonders bei Brücken deshalb gegeben ist, weil solcher wegen des Eisganges noch über dem Wasserspiegel liegen muß, so sei  $AD = h$ , und man erhält  $S = \frac{c}{h} Q'$ .

Nun ist für den Fall wenn auf der Mitte des Balkens  $AB$  in  $G$  eine Last  $P'$  liegt und kein anderes Gewicht in Rechnung gebracht, auch  $AG = b$  gesetzt wird, nach §. 21.

$$Q' = \frac{3b^2 - c^2}{4c(3b - 2c)} P', \text{ also } S = \frac{3b^2 - c^2}{4h(3b - 2c)} P'.$$

Da sich dieser Ausdruck aber auch so vorstellen läßt:

$$S = \frac{P'}{16h} (3b + 2c + \frac{3b^2}{3b - 2c})$$

so folgt hieraus, daß  $S$  mit  $c$  wächst oder wenn unter übrigens gleichen Umständen der Stützpunkt  $D$  der Strebe eines Sprengwerks gegeben wäre, so wird der horizontale Druck gegen die Widerlage desto gröfser, je länger die Strebe ist.

Wäre die Last  $P'$  nicht in der Mitte  $G$  angebracht, sondern über den ganzen Balken  $AB$  dergestalt gleichförmig verbreitet, daß auf jeden Fuß von der Länge des Balkens,  $G$  Pfund von der Last kommen, so erhält man

$$Q' = \frac{8b^3 + c^3 - 4bc^2}{8c(3b - 2c)} \text{ also } S = \frac{8b^3 + (c - 4b)c^2}{8h(3b - 2c)} G.$$

Daher auch bei einer auf dem Balken gleichförmig verbreiteten Last, die zuletzt angeführte Folgerung ihre Anwendung findet.

§. 25. Es wäre überflüssig, die Anwendung der Gesetze von der Vertheilung des Drucks noch auf mehrere besondere Fälle anzuwenden, da solches mit eben der Leichtigkeit wie bei den angeführten Beispielen geschehen kann. Dagegen wird es nicht undienlich sein, die Uebereinstimmung der gefundenen Resultate mit einigen zu diesem Zwecke angestellten Versuchen zu zeigen, weil in der That die aus der Theorie gezogenen Resultate §. 19. etwas auffallend sind, nach welchen sich bei einem symmetrisch belasteten Balken, der Druck auf die mittlere Stütze, zum Druck auf jede am Ende angebrachte Stütze, wie 22 zu 5 verhält. Es kam hiebei

darauf an, einen solchen Körper zu den Versuchen zu wählen, welcher durchgängig homogen und von gleicher Biagsamkeit war. Holz oder Steinarten schienen hierzu weniger geschickt als gehämmertes Metall. Daher liefs ich eine messingene gehämmerte Stange, 7 Fufs 10 Zoll oder 94 Zoll lang,  $\frac{3}{4}$  Zoll breit und  $\frac{1}{2}$  Zoll dick, mit aller möglichen Sorgfalt verfertigen. Ihr Gewicht war 2 Pfund 2 Loth oder 66 Loth, wobei zu bemerken, ist dafs sich sämmtliche Längenmaafse auf den brandenburgischen Werkfufs (= 139, 13 pariser Linien) und die Gewichte auf das berliner Handelsgewicht beziehen. Dadurch dafs die Stange in ihrer Mitte unterstützt im Gleichgewicht blieb, überzeuete man sich dafs der Schwerpunkt in der Mitte ihrer Länge lag, so wie man auch aus der Uebereinstimmung der auf beiden Seiten der Mitte gemessenen horizontalen Abscissen und vertikalen Ordinaten, auf den gleichen Grad von Biagsamkeit bei gleichen Abständen von der Mitte schliesen konnte.

Zu den Versuchen selbst bediente man sich folgender Vorrichtung. An einer vertikalen Wand waren zwei Stifte dergestalt wagerecht befestigt, dafs ein darüber gehängter feiner Faden, an dessen Enden sich kleine Gewichte befanden, sehr genau eine wagerechte Linie bezeichnete. Ueber diesem Faden waren in der Wand drei kleine Rollen gleich weit von einander so befestigt, dafs die äufsersten Rollen 94 Zoll von einander entfernt waren. Zur Verminderung der Reibung waren alle Theile der Rollen sehr fein gearbeitet, so dafs man den Widerstand, welcher von der Reibung entstand, als unbedeutend aus der Rechnung lassen kann. Ueber jede der drei Rollen hing ein feiner seidener Faden, welcher mit einem Ende an die messingene Stange und mit dem andern Ende an eine kleine Wageschaale befestigt war, deren Gewicht man vorher bestimmt hatte. Durch diese Einrichtung war die Stange an ihren beiden Enden und in ihrer Mitte aufgehängt oder in drei gleich weit von einander abstehenden Punkten unterstützt, und wenn man jede Schaaale gleich stark belastete, so entstand ein Gleichgewicht, so bald die Summen der Gewichte und Wageschaalen dem Gewicht der Stange gleich waren. Damit aber die drei Unterstützungspunkte der Stange in einerlei wagerechte Linie gebracht werden konnten, bewegte man die ganze Stange so weit aufwärts oder abwärts, bis ihre beiden Endpunkte mit dem ausgespannten wagerechten Faden in einerlei Horizont lagen, welches um so leichter bewerkstelligt werden konnte, weil der Faden und die Stange nur sehr wenig von einander entfernt waren.



Hatte alsdann jede Wageschaale gleiche Belastung, so fand man, dafs sich der mittlere Aufhängepunkt der Stange unter dem Horizont des angespannten Fadens befand. Es wurden daher so oft hinter einander zwei gleiche kleine Gewichte aus der mittlern Schaale herausgenommen und eins davon in jede der äufsersten Schaalen gelegt, bis man fand, dafs sich die beiden äufsersten Aufhängepunkte der Stange mit dem mittleren in einerlei wagerechten Linie befanden. Das Gewicht einer jeden Schaale und die in derselben befindliche Belastung bestimmten alsdann den Druck, welchen die Stange auf jeden ihrer Aufhänge- oder Unterstützungspunkte ausübte.

Durch die Anwendung dieses Verfahrens fand man, wenn lediglich die messingene Stange in drei Punkten aufgehängt war, dafs die Erhaltung des Gleichgewichts an jedem Ende der Stange, ein Gewicht von  $12\frac{7}{8}$  Loth und in der Mitte ein Gewicht von  $41\frac{1}{8}$  Loth erforderte.

Vergleicht man diese durch Beobachtung gefundenen Pressungen mit denjenigen, welche aus der Theorie nach §. 19. abgeleitet werden, so ist hier  $P = 0$  und  $eG$  das Gewicht der Stange, daher erhält man für den Druck auf jede äufere Stütze . . .  $Q = \frac{3}{10} eG = \frac{3}{10} \cdot 66 = 12\frac{3}{5}$  und für den Druck auf die mittlere Stütze . . .  $Q' = \frac{5}{8} \cdot 66 = 41\frac{3}{8}$ .

Hiernach ist die Abweichung der Resultate aus der Beobachtung von der Rechnung äufserst gering, und man könnte eine ganz vollkommene Uebereinstimmung erwarten, wenn man nicht der unvermeidlichen Reibung an den Rollzapfen und der Steifigkeit der Fäden diese Abweichung zuschreiben müfste.

Weil bei dem angeführten Versuche die Stange aufser ihrem eigenen Gewicht nicht weiter belastet war, so wollte man auch noch die Veränderung der Pressungen auf die Unterlagen bei aufgelegten Gewichten kennen lernen. Indem man die ganze Einrichtung beibehielt, beschwerte man jede Mitte zwischen den Aufhängepunkten der Stange mit 4 Loth, und nachdem alle drei Unterstützungspunkte in einerlei Horizontale auf die beschriebene Weise gebracht waren, fand man den Druck auf jede der äufsern Stützen  $13\frac{3}{8}$  und auf die mittlere Stütze  $46\frac{1}{2}$  Loth.

Werden auch diese Resultate mit der Theorie verglichen, so ist nach §. 19.  $P = 4$  und  $eG = 66$ , daher der Druck auf jede äufere Stütze

$$Q = \frac{5P + 3eG}{16} = \frac{5 \cdot 4 + 3 \cdot 66}{16} = 13\frac{3}{8}$$

und der Druck auf die mittlere Stütze

$$Q' = \frac{22P + 10eG}{16} = \frac{22 \cdot 4 + 10 \cdot 66}{16} = 46\frac{3}{4}$$

so dafs auch für diesen Fall eine erwünschte Uebereinstimmung erhalten wird.

§. 26. Die Anwendung der entwickelten Lehren von der Vertheilung des Drucks auf feste Körper, deren Elasticität auch noch so grofs oder klein sein mag, ist keinem Bedenken unterworfen, wenn nur der belastete Körper in allen Theilen seiner Länge dem Biegen gleichförmig widersteht. Da es nun wegen der beim Bauwesen vorkommenden Körper und besonders in Absicht der üblichen Holzarten von grofser Wichtigkeit ist, ob die gefundenen Resultate mit Sicherheit angewandt werden können, so bleibt noch zu untersuchen übrig, ob das Holz nach den gefundenen Gesetzen gebogen wird; in welchem Falle die Biegungslinie mit der elastischen Kurve übereinstimmen mufs.

Weil nur gewöhnlich das Eichen- und Kiefernholz bei grofsen Gebäuden verwandt wird, so ist es zureichend, einige Versuche zu beschreiben, welche mit diesen Holzarten zur Ausmittlung der Biegungslinie angestellt worden sind. Man wählte zu den Versuchen nur trocknes seit zwei Jahren in hiesigen Forsten gehauenes Holz, bei welchem durchgängig keine Aeste zu bemerken waren. Jedes Holzstück bildete ein Parallelepipedum, welches mit dem Hobel dergestalt sorgfältig bearbeitet worden, damit keine Holzfasern durchschnitten oder nach der Kunstsprache, das Holz nicht über den Spahn geschnitten war, weshalb man die Fasern sehr nahe als parallel mit den beiden gegenüberstehenden Aussenflächen des Holzstücks annehmen konnte. Diese Holzstücke legte man auf zwei fest mit einander verbundene Rüstböcke, auf deren Obertheilen sich eiserne Stäbe befanden, um den Holzstücken als Unterlagen zu dienen. Die eisernen Stäbe waren rechtwinklicht bearbeitet und so gelegt, dafs sich ihre obersten Flächen in einerlei Horizont befanden, wodurch man das tiefe Einschneiden des Eisens in das Holz vermeiden konnte, welches bei zugeschärften aufwärts gehenden Kanten entstehen mufs. Die Holzstücke selbst legte man so auf die Unterlagen, damit die Holzfasern eine wagerechte Lage erhielten; auch war auf der vertikalen Seitenfläche des Holzstücks, eine Linie in gleichen Abständen von der Ober- und Unterkante gezogen, so dafs man aus der Gestalt dieser Linie, welche hier die Mittellinie heifsen soll, die Biegung des Holzes beurtheilen konnte. Befand sich das Holz ohne Belastung auf den Unterlagen, so war diese Mittellinie wagerecht, und damit man beim Biegen des

Holzes aus den horizontalen Abscissen, die vertikalen Ordinaten finden konnte, war in einerlei Vertikalebene mit der Mittellinie, ein feiner Faden wagerecht ausgespannt, dessen Länge dem lichten Abstand beider Unterlagen gleich war. Mittelst der gleichen Theile in welchen man die Länge dieses Fadens getheilt hatte, konnte man nun leicht die Vertikalabstände der gebogenen Mittellinie von diesem Faden, also auch die Abweichung der Mittellinie von ihrer ursprünglichen Lage bestimmen. Zum Aufhängen der Gewichte in der Mitte des Holzes, diente ein viereckiger eiserner Band, von welchem der Obertheil, der auf dem Holz ruhte, rund abgefeilt war, damit durch denselben kein Einschnitt in das Holz entstehen konnte. An diesem eisernen Bande hingen die zum Biegen bestimmten Gewichte.

Das erste Holzstück, dessen man sich zu den Versuchen bediente, war aus einer Sommereiche, zwischen Kern und Splint, 7 Fufs  $2\frac{1}{4}$  Zoll lang geschnitten und auf die beschriebene Art dergestalt bearbeitet, daß solches genau 2 Zoll Höhe und 2 Zoll Breite hatte. Aus dem Gewicht desselben von 7 Pfund 1 Loth fand man das eigenthümliche Gewicht dieses Holzes 0,620. Die Unterlagen waren so angeordnet, daß solche  $5\frac{1}{2}$  Fufs = 66 Zoll von einander standen, so daß sich das aufgelegte Holz auf eine Weite von 66 Zoll ohne Unterstützung befand, welches zugleich die Länge ist, welche in Rechnung kommt. Bei einer horizontalen Lage der Holzfasern beschwerte man nun die Mitte des Holzes so sehr, daß die gesammte Belastung nebst dem halben Gewichte des frei liegenden Holzes 682 Pfund wog, und als diese Last nach 24 Stunden die Mitte des Holzes bis auf 3,52 Zoll aus ihrer ursprünglichen Lage gebogen hatte, fing man an, die zu den Abscissen gehörigen Ordinaten von 3 zu 3 Zoll, auf die vorhin beschriebene Weise auszumessen, weil man bei einer größern Senkung der Mitte, das Zerbrechen des Holzes befürchten mußte.

Die nachstehende Tafel enthält in den drei ersten Vertikalspalten die gemessenen Abscissen und Ordinaten, wenn man den Anfangspunkt der Abscissen in einem der Unterstützungspunkte annimmt, und von jedem dieser Punkte bis zur Mitte rechnet. In der vierten Spalte sind die aus der Gleichung für die elastische Kurve berechneten Ordinaten enthalten, wenn man unter der Voraussetzung rechnet, daß die Abscissen nebst der größten Ordinate gegeben sind. Man hat alsdann nach §. 13. die Gleichung

$$y = \frac{3v}{2a} x - \frac{v}{2a^3} x^3; \text{ wo } v = 3,52 \text{ und } a = 33 \text{ ist.}$$

Hierdurch findet man zur Bestimmung der Ordinaten

$$y = 0,16x - 0,000049x^3.$$

Die Vergleichung der ausgemessenen Ordinaten in der zweiten und dritten Spalte mit den berechneten in der vierten Spalte giebt eine so gute Uebereinstimmung, daß wenn man die unvermeidlichen Anomalien abrechnet, nicht leicht eine bessere Uebereinstimmung mit irgend einer andern Kurve als der elastischen zu erwarten ist. Um aber wenigstens zu übersehen, welche Abweichungen entstehen, wenn man etwa eine gemeine Parabel als Biegungslinie annehmen wollte, so ist dieserhalb noch die fünfte Spalte in der folgenden Tafel angehängt worden.

| Abscissen. | Gemessene Ordinaten<br>auf der |                   | Berechnete Ordinaten<br>nach der |          |
|------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------------|----------|
|            | einen<br>Hälfte.               | andern<br>Hälfte. | elastischen<br>Linie.            | Parabel. |
| 3          | 0,48                           | 0,47              | 0,479                            | 0,611    |
| 6          | 0,93                           | 0,91              | 0,949                            | 1,164    |
| 9          | 1,37                           | 1,35              | 1,404                            | 1,658    |
| 12         | 1,79                           | 1,76              | 1,835                            | 2,095    |
| 15         | 2,20                           | 2,18              | 2,235                            | 2,473    |
| 18         | 2,54                           | 2,52              | 2,594                            | 2,793    |
| 21         | 2,91                           | 2,88              | 2,907                            | 3,055    |
| 24         | 3,14                           | 3,12              | 3,163                            | 3,258    |
| 27         | 3,34                           | 3,32              | 3,356                            | 3,404    |
| 30         | 3,48                           | 3,47              | 3,478                            | 3,491    |
| 33         | 3,52                           | 3,52              | 3,520                            | 3,520    |

Hierbei ist noch zu bemerken, daß das aufgelegte Holzstück bei der ansehnlichen Belastung von 682 Pfund, dennoch nicht von den Unterlagen gewichen war, obgleich dies oft und bei verhältnißmäsig längern Hölzern der Fall ist. Man konnte daher annehmen, daß die unterste Faser des gebogenen Holzes um so viel mehr ausgedehnt war, als die Länge der Kurve ihre zugehörige Sehne oder ihre doppelte Abscisse übertroffen hat.

Zu den Versuchen mit Kiefernholz wählte man ein Stück von 6 Fuß  $\frac{2}{3}$  Zoll Länge, welches aus dem Stamm, zwischen Herz und Splint genom-

men war. Bearbeitet hatte dasselbe 2 Zoll Höhe und 2 Zoll Breite, und keine Faser war über den Spahn geschnitten, so das man sämtliche Fasern als mit zwei Seitenflächen des Holzes parallel ansehen konnte. Das Gewicht dieses Holzes fand man 6 Pfund  $14\frac{1}{4}$  Loth, also das eigenthümliche Gewicht = 0,565. Nachdem man das Holz auf die beiden wagerechten im Lichten 66 Zoll von einander entfernten Unterlagen gebracht, und nachdem man dasselbe in seiner Mitte, mit Inbegriff seines eigenen Gewichts, zuletzt mit 873 Pfund belastet hatte, fand man, das nach beinahe 6 Tagen, die Mitte desselben um 2,75 Zoll gesenkt war. Auf eine ähnliche Art, wie solches bei dem Eichenholz beschrieben ist, wurden hier ebenfalls die Ordinaten gemessen, welche nebst den zugehörigen Abscissen in den drei ersten Vertikalspalten der folgenden Tafel enthalten sind. Zur Bestimmung der elastischen Kurve, welche dieser Biegung entspricht, erhält man nach §. 13, weil hier  $a = 2,75$  und  $\alpha = 33$  ist, . . .  $y = \frac{1}{3}x - 0,0003826 x^3$ .

Nach dieser Formel ist die letzte Spalte der Tafel berechnet, und auch hier zeigt sich für das Kiefernholz eine eben so gute Uebereinstimmung mit den gemessenen und berechneten Ordinaten, wie bei dem Eichenholze. Uebrigens war auch hier das aufgelegte Holz nach der Biegung unverrückt auf seinen Unterstützungen liegen geblieben.

| Abscissen. | Gemessene Ordinaten<br>auf der |                   | Berechnete<br>Ordinaten<br>nach der elasti-<br>schen Kurve |
|------------|--------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------|
|            | einen<br>Hälfte.               | andern<br>Hälfte. |                                                            |
| 3          | 0,35                           | 0,36              | 0,374                                                      |
| 6          | 0,69                           | 0,70              | 0,742                                                      |
| 9          | 1,02                           | 1,03              | 1,097                                                      |
| 12         | 1,36                           | 1,38              | 1,434                                                      |
| 15         | 1,69                           | 1,70              | 1,746                                                      |
| 18         | 1,96                           | 1,98              | 2,027                                                      |
| 21         | 2,20                           | 2,22              | 2,271                                                      |
| 24         | 2,41                           | 2,42              | 2,471                                                      |
| 27         | 2,59                           | 2,60              | 2,622                                                      |
| 30         | 2,71                           | 2,70              | 2,717                                                      |
| 33         | 2,75                           | 2,75              | 2,750                                                      |

Noch stellte man einen Versuch mit einem Stück Kiefernholz an, welches aus einem andern Stamme zwischen Splint und Kern genommen war. Bearbeitet hatte dasselbe 6 Fufs  $2\frac{3}{4}$  Zoll Länge, 1,958 Zoll Breite und 2 Zoll Höhe. Sein Gewicht war 6 Pfund 31 Loth, also sein eigenthümliches Gewicht = 0,612. Alle übrige Umstände waren wie bei den vorhergehenden Versuchen, und nachdem man das Holz in seiner Mitte mit Inbegriff seines halben Gewichts endlich mit 800 Pfund belastet hatte, fand man nach beinahe 3 Tagen, das seine Mitte bis auf 2,60 Zoll gesenkt war. Für diesen Fall erhält man die Gleichung zur Berechnung der Ordinaten

$$y = 0,11818x - 0,00003617x^3,$$

und die nachstehende Tafel enthält sowohl die ausgemessenen als auch die nach dieser Formel berechneten Ordinaten.

| Abscissen. | Gemessene Ordinaten<br>auf der |                  | Berechnete<br>Ordinaten<br>nach der ela-<br>stischen Kurve |
|------------|--------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------|
|            | einen<br>Seite.                | andern<br>Seite. |                                                            |
| 3          | 0,34                           | 0,34             | 0,354                                                      |
| 6          | 0,69                           | 0,68             | 0,701                                                      |
| 9          | 1,01                           | 1,00             | 1,038                                                      |
| 12         | 1,32                           | 1,32             | 1,356                                                      |
| 15         | 1,63                           | 1,63             | 1,651                                                      |
| 18         | 1,89                           | 1,89             | 1,916                                                      |
| 21         | 2,12                           | 2,13             | 2,147                                                      |
| 24         | 2,30                           | 2,30             | 2,336                                                      |
| 27         | 2,44                           | 2,44             | 2,479                                                      |
| 30         | 2,54                           | 2,55             | 2,569                                                      |
| 33         | 2,60                           | 2,60             | 2,600                                                      |

Beschreibung und allgemeine Theorie  
311  
einer  
n e u e n    W a g e .

---

Von HERRN TRALLES. \*)

---

Dem Naturforscher ist eine genaue Wage eins der unentbehrlichsten Werkzeuge. Wie sehr nun auch geschickte Künstler die Ausführung desselben vervollkommen haben, so ist doch für die vorzüglichsten Instrumente dieser Art immer dieselbe Einrichtung im Ganzen, auf das Prinzip des gleicharmichten Hebels gegründet, befolgt worden. Ein solches gehörig ausgeführtes Instrument wird kostbar, es erfordert feine Behandlung, einen festen wohl angeordneten Stand und mehrere bequeme Umstände, wenn mittelst desselben die Genauigkeit erreicht werden soll, welche es zu geben vermag; und man muß besorgt sein, es in gutem Zustande zu erhalten.

Vor vielen Jahren schon, beschäftigt mit der Anordnung schicklicher Werkzeuge auf Reisen in den Alpen, fand ich, daß die Wage in ihrer bisherigen Form meinem Zwecke nicht entsprechen konnte. Genöthiget ein solches Instrument zu gebrauchen, dachte ich auf eine Einrichtung, die zum Fortschaffen bequem und mit Sicherheit ein nicht ganz unbeträchtliches Gewicht genau genug angäbe, um einen etwas großen hohlen Körper zum Wägen der Luft in verschiedenen Höhen anwenden zu dürfen. Die Vorrichtung, auf welche ich gerathen bin, habe ich zwar schon damals und seither mehreren Personen schriftlich mitgetheilt oder vorgewiesen, auch ist das Instrument öfters gefertigt worden. \*\*) Allein ich habe dar-

\*) Gelesen den 2ten Mai 1805.

\*\*) Die hier beschriebene und abgezeichnete dreiarmlichte Wage ist mir von dem geschickten Mechanikus Develey dem jüngern zu Lausanne im Jahr 1796. gefertigt worden. Früher hatte ich in einem von mir verlangten Gutachten über öffentliche Lastwagen eine zu solchem Zweck geeignete Einrichtung der-

über nichts durch den Druck bekannt gemacht, und nur vor kurzem ist mir eine gelegentliche Anzeige der einfachsten Einrichtung, die ich meinem Instrumente zu einem besondern Zwecke gegeben, vorgekommen, nach welcher ein Mechanikus solche Wagen verfertigt. Es scheint mir daher, daß in Betrachtung der Nützlichkeit der Maschine es erlaubt sein mag, dieselbe der Akademie vorzulegen. Die höchst einfache Idee, auf welche sie gegründet ist, kann nur des Sonderbaren wegen einigen Werth haben, daß noch niemand auf sie verfallen, da man doch in neuern Zeiten sich so viel mit Vervollkommnung der Areometer überhaupt und der Anwendung des Fahrenheitischen zum Wägen insbesondere beschäftigt hat.

Zuerst will ich die Vorrichtung im allgemeinen beschreiben, dann die Theorie, so weit es nöthig ist, entwickeln, und eine Parallele zwischen dieser und der Hebelwage anstellen.

Der Haupttheil dieser Wage ist ein leichter, also am vortheilhaftesten ein geschlossener hohler Körper (*V*). Seine Figur ist zwar an sich willkürlich, doch ist ein symmetrischer, ein runder ellipsoidischer Körper am zweckmäßigsten. Die Lage seiner geometrischen Axe soll im Gebrauche senkrecht sein. Auf dem obersten Punkte des Körpers steht in der Verlängerung der Axe ein Cylinder (*AB*) dessen Durchmesser nicht größer sein darf, als nöthig ist, um ohne zu biegen, Kräften widerstehn zu können, die vornemlich in der Richtung seiner Axe, sich nachher wirksam zeigen werden. Zu dem Ende ist es rathsam, seine Länge, so viel es andere Bequemlichkeiten erlauben, zu beschränken. Oben (bei *B*) gehen von diesem Cylinder drei Arme unter gleichen Winkeln horizontal aus, die sich dann senkrecht herunter biegen, ohne den Körper zu berühren, und darauf wieder in einiger Entfernung unterhalb sich (bei *E*) wie oben vereinigen. Hier ist ein Haken angebracht, (dessen Form die Figur zeigt); derselbe ist um den Vereinigungspunkt der Arme (*E*) beweglich, und läßt sich in jeder Lage (vermittelst der Schraube, die ihn hält) feststellen. Er ist bestimmt, um eine Wagschale mit aufgelegten Gewichten daran zu hängen, die auf dem Haken hin und her sich verschieben läßt.

Der Gebrauch der Vorrichtung wird leicht die nähere Bestimmung der Verhältnisse der Größen und ihrer Lagen von selbst hervorgehen lassen.

selben angegeben, jedoch zur Anlegung einer auf das Prinzip der Hebelzusammensetzung gegründeten gerathen, da die hydrostatische Vorrichtung doch von den sie bedienenden Leuten einige Umsicht fordert.



Nur ist zu bemerken, dafs, im Falle der Körper (*V*) keine beträchtliche Gröfse hat, ein einziger von den drei Armen hinlänglich ist (s. Fig. 2.).

Die Vorrichtung mufs in allen ihren Theilen hinlänglich starr verfertigt sein, damit das Gesperre und der Körper in einer unveränderlichen Lage bleiben, wenn gleich die Kräfte, von welchen bald die Rede sein wird, in Wirksamkeit sind. Ich halte es überflüssig, in weitläufige Beschreibung des Materials und der Ausführung einzutreten; doch bemerke ich, dafs es wohlgethan sei, die untere Vereinigung des Gesperres durch ein besonderes Stück zu bewirken, welches auf die drei herabgehenden Stangen aufgesteckt, verschoben und durch Schrauben (*S, S', S''*) an jeder befestigt werden kann. In der Maschine, von welcher Figur 1. die Abbildung, ist der Cylinder (*A B*) von Stahl, und wird vermittelt eines Schlüssels, der auf dessen untern viereckten Theil pafst, in den hohlen Körper fest eingeschoben, welches aufser der bequemen Anordnung noch gestattet, nach Maafsgabe der Umstände einen dünnern oder dickern Cylinder an die Stelle zu thun. Oben ist ein solcher Cylinder wie unten beschaffen, hat aber, bevor er sich in der Schraube (*F*) endet, einen ihr im Durchmesser gleichen, aber nicht mit Schraubengängen versehenen Theil, der beträchtlich stärker als der eigentliche Cylinder in der Mitte ist. Auf jenen obern Theil des Cylinders wird das zusammenhängende Gesperre (*B' C C' D D' D''*) aufgesteckt. Zu dieser Absicht hat es in der Mitte eine Oeffnung, die den obern Theil des Cylinders genau aufnimmt, und eine Schraube (*G*) drückt es gegen das Hervorspringende des Cylinders an und befestigt so den Körper (*V*) hinlänglich mit dem Gesperre. Doch könnten Fälle eintreten, wo es dienlicher wäre, statt eines Cylinders deren drei auf den Körper und am Gesperre zu befestigen, von deren Anordnung man sich leicht die gehörige Vorstellung ohne Figur machen wird. Es ist nicht nöthig, diese mit den Armen weiter zu verbinden, als durch in denselben gemachte Vertiefungen, um ihren obern Theil aufzufassen. Zu diesem Apparat gehört nun noch ein cylindrisches Gefäß, dessen Durchmesser etwas gröfser ist, als derjenige des hohlen Körpers, und dessen Tiefe die Höhe des Körpers sammt dem kleinen Cylinder ein wenig übertrifft. Der Körper kömmt in dies Gefäß hinein, das Gesperre aber bleibt auswendig und noch in einiger Entfernung vom Gefäße, wenn alles gerade und symmetrisch steht. Dies Gefäß ruht auf einem Gestelle, welches die Einrichtung haben mufs, dafs das Gesperre mit dem Körper ungehindert sich innerhalb einer gewissen

Gränze drehen, und etwas hin und her; auf- und niederwärts bewegen kann. Die Figur weiset auf den ersten Anblick, wie dies möglich ist. Die Wagschale kömmt also unter den Boden des Gefäßes und dessen Unterstützung zu hängen. Die Höhe des Gestelles richtet sich übrigens nach Umständen und Zwecken willkührlich.

Die Vorrichtung ist nun zu ihrer eigentlichen Bestimmung bereit. Man gießt in das Gefäß beinahe so viel Wasser, oder irgend einer Flüssigkeit, als der vom Körper im Gefäße übrig gelassene Raum zuläßt. Der ganze Apparat hebt sich in die Höhe, wenn auf der angehängten Wagschale nicht hinlängliches Gewicht gelegt ist. Denn der hohle Körper sammt dem Gesperre und der leeren Schale muß weniger wiegen als die vom hohlen Körper aus der Stelle getriebene Flüssigkeit. Je größer dieser Unterschied ist bei einem bestimmten Volumen des hohlen Körpers, desto besser ist es.

Ohne besondern Zufall wird aber die Maschine nicht gerade stehen. Man verrückt daher den Anhängepunkt der Wagschale auf zweierlei Weise, durch Vorschiebung des Hakens der Schale auf dem der sie trägt und durch Drehung des letztern bis man den geraden Stand des Apparats erreicht. Dies läßt sich jedoch nur dann mit Genauigkeit thun, wenn man so viel Gewicht auf die Schale gelegt hat, daß der hohle Körper bis am Cylinder ganz eingesunken ist, also der Apparat schwimmt.

Dieser aufrechte Stand hat statt, wenn die Wagschale so aufgehängt ist, daß der Schwerpunkt der ganzen Maschine mit dem Schwerpunkte des hohlen Körpers als ein homogener betrachtet, in der Richtung der Axe des hohlen Körpers oder des aufsitzenden dünnen Cylinders liegt. Diese Richtung ist bestehend wenn jener Schwerpunkt tiefer als dieser liegt, welches aus bekannten Grundsätzen den Lehren des Gleichgewichts folgt. Ich darf also hierbei nicht verweilen, nur bemerken, daß jene Bedingung nothwendig vom Verfertiger der Maschine zu beobachten ist, weil sie sonst untauglich wäre. Doch ist es kaum nöthig, deswegen etwas besonderes zu thun. Denn ist der Körper nur nicht zu klein, das Gesperre nicht plump, wodurch ohnehin die Wage ungeschickt würde, so wird die Bedingung von selbst sich erfüllen.

Bei der einfachsten Vorrichtung (Figur 2.), wo die Wage nur einen Arm bedarf, hat man den Haken nicht nöthig. Der untere Theil des Arms läßt sich leicht in einen Versuch so biegen, daß man ein für allemahl den

Punkt angeben kann, wo die Wagschale angehängt werden muß, vorausgesetzt der Arm mit dem Cylinder sei unveränderlich am hohlen Körper befestiget. Bei dieser Einrichtung aber muß man wohl aufmerksam sein, daß sowohl der Cylinder als der heruntergehende Theil des Arms unbiegsam sei, sonst ist diese Vorrichtung geneigt in einer Richtung umzuschlagen, welche rechtwinklicht auf die Ebene ist, die durch die Axe des Hauptkörpers und den Arm geht. Schwer ist es indessen gar nicht dies zu verhüten.

Ein gewöhnlicher Eisendrath, der Cylinder und Arm zugleich ausmachen kann, ist mit weniger als einer Linie im Durchmesser hinlänglich stark, eine Wage zu gestatten, die einige Loth tragen kann, und zu deren Verfertigung man keiner fremden Hülfe bedarf, wenn man zum hohlen Körper ein leichtes gläsernes Gefäß wählt, in dessen Oeffnung man den bis auf den Boden herab gehenden gehörig gebogenen Drath einküttet.

Bei der vollständigern Einrichtung lassen sich noch mancherlei Bequemlichkeiten anbringen. Zwei Schalen z. B. wenn es unbequem gefunden würde, Körper die zu wägen sind, mit den Gewichten auf dieselbige Schale zu legen. Statt der öbern Schraubenmutter oder zur Verstärkung der drei vom Cylinder weggehenden Arme, läßt sich eine Platte gebrauchen, die denn auch dazu dienen kann, kleine Gewichte noch darauf zu legen. Die unterste Wagschale kann ein Häkchen bekommen, um das nöthige für hydrostatische Versuche daran zu hängen. Will man den Punkt wo die untere Wagschale anhängt, nicht ändern, so darf man nur oben oder unten am Gesperre einen sich um dessen Mitte beweglichen leichten Hebelarm anbringen, auf welchen ein kleines Gewicht verschiebbar ist, dessen Moment in gehöriger Richtung hinreicht, die vertikale Stellung des Ganzen zu bewirken.

Ist das Gefäß, welches das Flüssige enthält, undurchsichtig, so stellt man unten auf das Gestell eine bewegliche Säule, die eine Skale gegen den untern Vereinigungspunkt trägt, um an derselben die verschiedene Höhe des Apparats durch ein an diesem Theile desselben gemachtes Merkmal zu beurtheilen. Die Mannigfaltigkeit der möglichen Mittel die Höhe des Standes der Maschine zu bemerken, hält mich ab, weiter darüber einzutreten, da jeder leicht das ihm Zweckmäßigste anordnen wird.

Das Wägen mit dieser Wage geschieht auf folgende Weise. Einmahl legt man die zu wägende Masse auf die Schale, nebst so viel Gewicht,

dafs die Wage bis an einen willkürlich angenommenen Punkt des Cylinders eingesunken ist, und sich in dieser Lage erhält. Darauf entfernt man den Körper, legt statt dessen Gewichte hinzu, bis die Wage bei eben dem Punkt wie zuvor stehen bleibt. Das hinzugelegte Gewicht ist offenbar das Gewicht der Masse dessen Stelle es vertritt. Man bemerkt leicht, dafs das Flüssige nur als Gegenkraft dient, die Natur desselben ist daher gleichgültig, woferne diese Kraft nur für auf einander folgende Operationen dieselbige bleibt. Nur die Wärmeänderung könnte einen Einflufs haben, welche doch bei zweien unmittelbar auf einander folgenden Wägungen an keinem Ort sonderlich bemerkbar sein kann. Kaum auf ein Thermometer, geschweige auf die beträchtliche Masse des die Wage umgebenden Flüssigen, kann eine Temperaturänderung der äufsern Luft in einem so kurzen Zeitraume als der ist, welcher beide Operationen endet, Einflufs äußern. Zwei zusammengehörige Abwägungen folgen deswegen schnell auf einander, weil man das Gewicht schon sehr nahe kennt, welches die Wage ohne fremden Körper zu tragen fähig ist. Kein Suchen nach schicklichen Gewichten findet demnach statt, da wenig mehr nöthig ist, als das Zusehen, ob die Wage wirklich ein geringes Gewicht mehr oder weniger trägt, als man beinahe weifs. Fürchtete man demohngeachtet eine Aenderung der Temperatur des Flüssigen, so darf man nur den zu wägenden Körper wiederum nebst den zu seiner Begleitung nöthigen nun schon bekannten Gewichten, wieder auflegen, um zu erfahren, wie grofs die Wirkung der Wärmeänderung ist. Das Mittel aus zweien Beobachtungen für das Gewicht des Körpers wird dem wahren ungefähr so nahe kommen, als es die Vorrichtung angeben kann. Als Vorsicht für Zeitersparung und zu ruhigerer Beobachtung ist doch nicht ganz zu verabsäumen, dafs das Flüssige die Temperatur des Beobachtungsortes annehme, bevor man zu Versuchen schreitet, und nicht unbeachtet zu lassen, dafs die Temperatur des Flüssigen gleichförmig sei.

Um Gewichte von einem Pfunde bis zwei Pfunden mittelst dieser Vorrichtung zu wägen, darf der Cylinder nicht mehr als eine halbe Linie im Durchmesser haben. Die Wage giebt dann, mit Wasser gebraucht, den funfzigsten Theil eines Grans durch eine Erhöhung oder Erniedrigung ihres Standes von beiläufig einer halben Linie an, eine sehr leicht bemerkliche Gröfse. In gläsernen Gefäfsen verdoppelt sich diese Länge, wenn man die von mir schon an einem andern Ort angerathene Beobachtungsart

durch Reflexion befolgt. Es ist dann nur nöthig, die scheinbare Entfernung zwischen dem Anfang [des] Cylinders unterm Wasser und dessen reflektirtem Bilde entweder zu schätzen oder besser mit einer auch in die Augen fallenden am Cylinder unterm Wasser befindlichen materiellen Gröfse zu vergleichen, wozu der viereckige Theil des Cylinders in der beschriebenen Maschine gut dient. Unmöglich kann man in der Schätzung der gedachten Entfernung um die Hälfte derjenigen Gröfse fehlen, welche dem hundertsten Theil eines Grans entsprechen wird. Wer auf die Gröfse des Einsinkens gehörig achtet, darf auch nicht stets in den zusammengehörigen Wägungen die Wage auf denselben Punkt durch Auflegung und Abnahme der kleinsten Gewichte bringen, sondern kann aus dem beobachteten Abstände von dem Punkte, bis an welchen sie eingesenkt sein sollte, und der Dicke des Cylinders wissen, wie viel noch an Gewicht hätte hinzugethan oder abgenommen werden müssen.

Dafs bei sehr genauen Abwägungen einige Vorsicht nöthig sei, ist natürlich. Man mus darauf achten, die Wage jedesmal tiefer als für den Gleichgewichtsstand unters Wasser zu drücken, und dann für sich steigen zu lassen. Der runde dünne Theil des Cylinders mus feucht gehalten werden. Die geringe Menge des anhängenden Wassers ändert nicht so viel, als das kleinste von der Wage anzugebende Gewicht beträgt.

Man möchte glauben, da sowohl die Arme der Wage als ihr Körper selbst mit dem Gefäfse und dem Gestelle in Berührung sein können, dafs dies der freien Bewegung hinderlich fallen müfste. Doch habe ich nie bemerkt, dafs sie aus dieser Ursach träge wäre. Es ist auch begreiflich, dafs keine Reibung statt hat, weil keine Seitenkraft da ist, diejenige ausgenommen, welche aus einer Tendenz nach ungleicher Temperatur in einerlei horizontalen Schichten des Flüssigen entstehen könnte. Allein die Wirkung des daher rührenden Andrucks des hohlen Körpers gegen die schneller sich erwärmende oder langsamer erkaltende Gegend des Gefäßes ist natürlich unmerklich, wenn der hohle Körper nur nicht beinahe cylindrisch ist, und also fast in einer physischen Linie an die Wand des Behälters liegt.

Derselbige Apparat läfst sich mit verschiedenen Flüssigkeiten gebrauchen, wenn die Materie des hohlen Körpers und des Cylinders von ihnen nicht angegriffen wird. Wählt man eine dichtere Flüssigkeit als das Wasser, so kann mehr auf der Wage gewogen werden, und nichts hindert, Quecksilber zu nehmen, wenn die Maschine stark genug ist. Die absolute

Genauigkeit ist freilich beim Gebrauch schwerer Flüssigkeiten nicht so groß, als bei den leichtern, aber die verhältnißmäßige Genauigkeit ist ohngefähr dieselbige, wenn die zu wägenden Körper beinahe so schwer sind, als sie die Wage in den verschiedenen Flüssigkeiten zu tragen vermag, vorausgesetzt, man könne sich einerlei Cylinder in allen Flüssigkeiten bedienen. Es wäre daher nicht wohl gethan, einen Körper, welcher noch mit Hilfe des Wassers auf der Wage getragen werden kann, durch das Mittel einer dichtern Flüssigkeit abzuwägen.

Man wird nicht gegen den Gebrauch dieser Wage einwenden, daß das Wägen stets doppelt geschehen muß, nemlich mit und ohne den Körper auf der Schale; denn gerade diese Methode muß auch auf der Hebelwage befolgt werden, wenn man Genauigkeit wünscht. Durch Gegenmassen bringt man den Körper ins Gleichgewicht, nimmt ihn hinweg und legt dann erst statt desselben in eben die Schale die Gewichte, bis sie jenen Gegenmassen, wie zuvor der Körper, das Gleichgewicht halten, d. i., bis der Wagebalken in eben der Lage bleibt, in welcher er beharrte da der Körper auflag. Also hat man auch auf der statischen Wage nur durch zwei Operationen das Gewicht eines Körpers. Jene Wage hat dagegen den Vortheil, daß sie die Anstalten zur Aufstellung nicht nöthig hat, welche diese bedarf, die noch dazu durch die mindeste Erschütterung unruhig wird, für welche die im Wasser schwimmende Wage gleichgültig bleibt, weil sie mit dem umgebenden Mittel die Bewegung annimmt, und ihren Stand in diesen, worauf es allein ankömmt, nicht ändert.

Daß diese Wage einen unnützen Theil hat, das Gewicht des Apparats selbst, welcher verhindert, daß man nicht so viel auf ihr wägen kann als das Volumen des von ihrem Körper verdrängten Flüssigen wiegt, ist freilich unausweichbar. Allein die gewöhnliche Wage hat ebenfalls im Balken und Schalen hinderliche aber nicht zu vermeidende Materie. Jene ist begränzt im Wägen, die Hebelwage ist es nicht minder und verdirbt durch eine ihrem Bau nicht angemessene Last, welche jener gar nicht schadet.

Die Güte und Brauchbarkeit einer Wage hängt nicht allein von dem Ausschlage der Größe der Veränderung ihres Standes bei verändertem Gewichte ab, sondern auch von der Geschwindigkeit mit welcher sie sich bewegt. Für die neue Wage sowohl als für die statische, werde ich beides kurz auseinander setzen; selbst bei dieser so bekannten scheint es mir in Hinsicht auf die Bewegung schon für sich nicht überflüssig, wenn ich auch  
nicht

nicht dazu genöthiget wäre um die Vergleichung zwischen beiden Wagen darzulegen.

Was die Veränderung des Standes der neuen Wage betrifft, so ist dieselbe auf den ersten Blick klar. Man setze, ein Volumen des Flüssigen mit welchem die Wage gebraucht wird, gleich dem Würfel der Längeneinheit, habe das Gewicht  $v$ . Der Flächeninhalt der Grundfläche oder des Querschnitts des dünnen Cylinders heisse  $c^2$ . Es wird die Wage schwimmend angenommen, so dafs der dünne Cylinder, der Hals der Wage, von der horizontalen Oberfläche der Flüssigkeit geschnitten wird. Heifst nun  $x$  die Gröfse, um welche die Wage steigt oder sinkt, wenn sie mit dem kleinen Gewichte  $w$  mehr oder weniger beladen ist, so hat man:

$$x = \frac{w}{c^2 \cdot v}.$$

Das Gewicht welches die Wage trägt kömmt also in gar keinen Betracht. Ihre Empfindlichkeit hängt blofs von dem Durchmesser des Cylinders des Theils der Maschine ab, welcher in der Trennungsfläche des Flüssigen und der Atmosphäre liegt; und dann von der Dichtigkeit des Flüssigen der die Gröfse  $v$  proportional ist. Da die Bewegung des Systems ungewein frei ist, Friktion keiner Art statt hat, selbst die Adhäsion des Flüssigen in der Oberfläche am Cylinder in beiden Stellungen des Systems, die so es hatte und die welche es durch die Gewichtsänderung  $w$  anzunehmen hat, einerlei ist, so hat diese Gleichung auch physisch ihre Richtigkeit.

Man könnte also auf dieser Wage so genau wägen, als man  $x$ , das ist eine Stellungsänderung beobachten kann, wenn während der Zeit da die Stellungsänderung vorgeht, gar keine Temperaturänderung des Flüssigen statt finde. Sollte die Adhäsion des Flüssigen und des in die Oberfläche desselben befindlichen Theils des Cylinders für beide Stellungen nicht ganz gleich sein, so wird die Veränderung der Stellung nicht völlig genau dem veränderten Gewicht nach der gegebenen Regel entsprechen, vornehmlich wenn die Gewichtsänderung außerordentlich klein wäre.

Für die Betrachtung der Wage im Zustande der Bewegung darf ich mich auf diejenige Bewegung einschränken, welche sie nach vertikaler Richtung annimmt. Die schwankende ist zu meiner Absicht unnöthig, da sie nichts nützliches für den Gebrauch des Instruments hat, wenig merkbar und gar nicht hinderlich ist.

Nach beibehaltenen obigen Größenbezeichnungen, sei nun nach *IV* das absolute Gewicht des ganzen Systems, die Schale so belastet, daß es gerade schwimmt und ein Theil des dünnen Cylinders im Wasser befindlich ist. Die Beschleunigung freifallender Körper sei  $2g$ .

Wird nun die Maschine aus diesem Gleichgewichtszustande gebracht und um die Größe  $x$  erhöht oder erniedriget, so müßte, um sie in dieser Lage zu erhalten, eine Kraft  $w$  angebracht werden nach obigem  $= c^2 \cdot v \cdot x$ .

Dies ist also die Kraft mit welcher die Maschine freigelassen gegen ihren Gleichgewichtsstand, sich zu bewegen streben muß. Daher findet nach den Grundsätzen der Dynamik folgende Gleichung statt, in welcher  $t$  die Zeit bedeutet:

$$\frac{ddx}{dt^2} = - \frac{2g \cdot c^2 \cdot v \cdot x}{W}$$

oder wenn man die beständigen Größen unter ein Zeichen  $k$  begreift

$$\frac{ddx}{dt^2} = - k x.$$

Die Beschleunigung der Bewegung der Maschine ist veränderlich, hängt aber bloß von ihrer Entfernung vom Ruhepunkte ab, und ist dieser Entfernung entgegengesetzt.

Das Integral jener Gleichung ist:  $\frac{dx^2}{dt^2} = a - kx^2$ .

Die willkürliche  $a$  bedeutet hier das Quadrat der Geschwindigkeit der Maschine für  $x = 0$ . Ich setze statt derselben  $kl^2$ , so ist  $l$  die Entfernung der Wage vom Stande der Ruhe, wo ihre Geschwindigkeit Null wird.

Aus der Gleichung für die Geschwindigkeit der Bewegung derselben, nemlich

$$\frac{dx^2}{dt^2} = k(l^2 - x^2)$$

zieht man durch Integration

$$t = \frac{x}{\sqrt{k}} \text{ Arc sin } \frac{x}{l}$$

ohne die Willkürliche. Läßt man  $t$  mit  $x = 0$  anfangen, und nimmt es, bis  $x = l$  wird, so hat man diesen begrenzten Zeitraum

$$t = \frac{l}{\sqrt{k}} \text{ Arc sin } 1$$

das ist

$$t = \frac{l}{\sqrt{k}} \pi \left( 2n + \frac{1}{2} \right)$$



Der vielfache Werth von  $t$  für ein gegebenes  $x$  zeigt an, daß die Bewegung oscillirend und zwar ohne Aufhören ist. Man kann in letzterer Formel für  $n$  jede ganze Zahl setzen, und hat also für das Intervall zweier successiver Werthe von  $t$  die Größe:

$$\frac{\pi}{V_k} [2(n+1) + \frac{1}{2} - (2n + \frac{1}{2})] = \frac{2\pi}{V_k}.$$

Da dieser Ausdruck von  $l$  unabhängig ist, so zeigt er an, daß die Oscillationen gleichzeitig sind, der Apparat mache größere oder kleine Bewegungen. Auch wird man leicht bemerken, daß die Oscillationszeit durch ein kleines hinzugefügtes oder abgenommenes Gewicht unmerklich ändert. Es macht nur in der Beständigen  $k$  eine Aenderung, wo dann statt des darin enthaltenen  $W$ ,  $W \pm w$  gesetzt werden muß.

Die Einheit, auf welche sich  $t$  bezieht, sind Zeitsekunden, wenn unter  $2g$  die Beschleunigung der Schwere für diese Zeit verstanden wird.

Das Steigen oder Fallen der Wage vom Ruhestand bis zur höchsten oder tiefsten Stelle, verursacht durch eine kleine Gewichtsveränderung derselben, dauert also:

$$\frac{1}{2} \pi \frac{VW}{\sqrt{2g \cdot c^2 \cdot v}} \text{ Sekunden.}$$

Diese Dauer ist also für verschiedene Wagen, im direkten Verhältniß die Quadratwurzel der Masse des Systems und im umgekehrten des Durchmessers des Cylinders, wenn die Dichtigkeit des Flüssigen nichts ändert.

Setzt man  $v \cdot c^2 \cdot L = W$ , so ist  $L$  die Länge eines Cylinders, dessen Durchmesser gleich dem des Halses der Maschine, und dessen Volumen gleich ist dem des im Flüssigen befindlichen Theils des Apparats. Und die Zeit, welche gefordert wird, bis dieselbe aus einem Stande der Ruhe zu der Stelle kömmt, in welcher er mit einem wenig veränderten Gewicht in Ruhe bleiben kann, ist

$$\frac{\pi}{2\sqrt{2g}} \sqrt{L}.$$

woraus erhellt, daß die Dauer der Schwingungen bei derselben Maschine in allen Flüssigkeiten, in welchen sie zum Gleichgewicht beladen wird, gleich sind. Denn die Dichtigkeit des Flüssigen kömmt in dieser Formel nicht vor.

Es ist in dieser Bewegungsbetrachtung vorausgesetzt, daß nichts den Apparat hindere, jeder Kraft zu gehorchen. In der That sind die Bewe-

gungen, auf welche es hier eigentlich ankömmt, viel zu langsam, als daß der Widerstand des Flüssigen in Betrachtung gezogen zu werden verdiente. Allein nicht ganz so verhält es sich mit der Adhäsion. Der dünne Cylinder schleppt etwas Wasser mit sich in die Höhe, wenn die Maschine steigt, das Wasser fällt langsamer ab und hängt sich langsamer an, als die Maschine sich bewegt, daher hören die Oscillationen bald auf, oder vielmehr, wenn das zugelegte oder abgenommene Gewicht von der Wage sehr klein ist, so geht der Apparat gar nicht über den Punkt seines neuen Gleichgewichts hinaus. Dieser Umstand, weit entfernt, eine Unbequemlichkeit im Gebrauch zu sein, macht vielmehr, daß man leicht und bald sich des Gleichgewichtes versichert. Bei der gewöhnlichen Wage hat man eine eigne Vorrichtung nöthig, um ihre Schwingungen zu hemmen, ohne welche man nicht mit Sicherheit auf ihr wägen kann.

Eine nähere Vergleichung zwischen dieser und der Hebelwage, gibt folgende sie beide betreffende Betrachtungen.

Das Gewicht des Wagebalkens der Schalen nebst aufliegendem Gewichte sei  $P$ . Der Schwerpunkt der belasteten Wage sei unter ihrer Drehungsaxe in der Entfernung  $f$ . Die Schneiden, an welchen die Schalen hängen, seien von einander entfernt um die Länge  $2b$  und jede gleich weit von der Drehungsaxe. Um nichts Ueberflüssiges in Rechnung zu nehmen, begnüge ich mich, die Drehung der Wage bei gestörtem oder verändertem Gleichgewicht unendlich klein zu setzen. Der Winkel der Drehung, welchen die belastete Wage durch Zuthun des sehr kleinen Gewichts  $p$  leidet, sei  $\varphi$ , so hat man zufolge den ersten Grundsätzen der Statik, die Gleichung:

$$\varphi = \frac{b \cdot p}{f \cdot P}.$$

Soll dieser Winkel dem Gewichte  $p$  proportional sein, was auch  $P$  sein mag, so muß  $fP$  nicht ändern, also  $f$  kleiner werden können, als jede Größe, welches nur geschehen kann, wenn die Drehungsaxe in gerader Linie mit den Schneiden für die Schalen liegt, in welchem Falle wirklich  $f$  stets im umgekehrten Verhältniß von  $P$  sein wird.

Liegt nemlich der Schwerpunkt des Wagebalkens, dessen Gewicht  $M$ , um die Größe  $f'$  unter der geraden durch die drei Axen gehenden Linie, so hat man zur Bestimmung von  $f$  oder  $fP$  die Gleichung:

$$Mf' = Pf.$$

Je kleiner diese Gröfse in der Construction einer Wage gemacht wird, indem man  $M$  und  $f$  so viel thunlich vermindert, desto empfindlicher ist die Wage, desto gröfser ihr Ausschlagswinkel  $\varphi$  für dieselbe Gewichtszulage  $p$ . Soll aber die Wage mit allem Gewicht, was ihr aufgebürdet werden kann, nicht um einen Winkel  $\varphi'$  von der Lage abweichen können, welche ihr wirklich zugehört, wenn keine Friktion oder sonstige Unvollkommenheit sich ihrer Beweglichkeit entgegengesetzte, so mufs sie wirklich durch ein Gewicht, dessen Moment  $= fP \cdot \varphi'$  ist, in Bewegung gerathen, dieses also gröfser sein, als das Moment aller Hindernisse der Beweglichkeit der Wage. Dieser Winkel  $\varphi'$  aber wird beträchtlich klein, denn man wird ihn nicht viel gröfser gestatten wollen, als denjenigen, welcher einer sicher wahrnehmbaren Veränderung der Lage des Wagebalkens entspricht.

Das kleinste Gewicht, das man auf der Wage, vollständig belastet, wägen kann, ist also:  $fP \cdot \varphi' : b$ .

Heifst dieses kleinste Gewicht  $p'$ , so ist  $fP \cdot \varphi' = bp'$ , und es mufs  $fP$  nicht kleiner sein als  $\frac{bp'}{\varphi'}$ .

Da aber die Wage doch so ausgeführt sein soll, dafs die Hindernisse ihrer Beweglichkeit sehr geringe, also ein kleines  $p'$  sie in Bewegung bringe, auch eine kleine Veränderung der Lage sich beobachten lasse; so werden in einer guten Wage  $p'$  und  $\varphi'$  zugleich klein; und das Verhältnifs dieser Gröfsen bestimmt  $fP$ .

Es ist  $b\varphi = \frac{b^2 p}{fP}$ , die Gröfse, um welche das Ende des Wagebalkens sinkt, wenn das Gewicht  $p$  ihn aus dem Gleichgewichte bringt.

Für ein gleiches Gewicht sinkt die hydrostatische Wage um  $\frac{p}{c^2 \cdot v}$ .

Sollen also beide gleich empfindlich sein, so ist:

$$\frac{b^2 p}{fP} = \frac{p}{c^2 \cdot v} \text{ oder man mufs haben } \frac{b^2}{fP} = \frac{1}{c^2 \cdot v}.$$

Dieses ist zwar für etwas merklichere Gewichte ganz richtig, allein physisch könnte dennoch die hydrostatische Wage einen Vortheil haben, wenn die bei dem kleinsten Gewichte  $p'$  zu beobachtende Standänderung, auf der letztern Wage sicherer als auf der ersten wäre. Doch ich will nur nach jener allgemeinen Theorie weiter gehen. Die Gleichung gibt für gleich bewegliche statische und hydrostatische Wagen

$$b = \frac{\sqrt{fP}}{c\sqrt{v}}$$

$$\text{oder } c = \frac{1}{b} \sqrt{\frac{fP}{v}}$$

Aber, wie schon bemerkt, der Ausschlag der Wage allein entscheidet nicht, es kömmt auch noch die Schnelligkeit der Oscillation in Betrachtung.

Um diese für die statische Wage auszumitteln, bleibe die vorige bei ihr angemerkte Größenbezeichnung, nur sei  $P = (n + 1)M$ , d. i., die Wage sei mit dem  $n$ -fachen Gewicht ihres Balkens noch belastet.

Ferner sei das Moment der Trägheit des Balkens allein  $= b^2 \cdot \frac{M}{2g} \cdot \beta$ .

Das Moment der Trägheit der Beladung ist:  $b^2 \cdot \frac{M}{2g}$ , folglich das Moment der Trägheit der belasteten Wage  $= b^2 \frac{M}{2g} (n + \beta)$ .

Das Moment der bewegenden Kraft, wenn die Wage um den Winkel  $\varphi$  aus ihrer Lage gebracht wird, ist:  $(n + 1)fM \sin \varphi$ ,

Die Winkelbeschleunigung aber ist gleich diesem Moment dividirt durch das Moment der Trägheit, also hat man:

$$\frac{dd\varphi}{dt^2} = - \frac{2gf\varphi(n+1)}{b^2(n+\beta)}$$

Ich setze nemlich  $\varphi$  statt  $\sin \varphi$ , weil ich die Bewegung der statischen Wage nur für sehr kleine Winkel betrachte, für welche auch allein bei dieser Wage die Schwingungszeiten von den Schwingungsbogen unabhängig also isochron sind. Das Negativzeichen kömmt daher, weil die Winkelbeschleunigung den Winkel  $\varphi$  zu verringern strebt.

Die Gleichung ist im übrigen ganz der ähnlich, welche für die hydrostatische Wage gefunden worden; man zieht also wie dort aus dieser die Dauer einer Bewegung aus der Lage des Gleichgewichts bis zur größten Abweichung von derselben

$$= \frac{1}{2} \pi \frac{b\sqrt{n+\beta}}{\sqrt{2gf(n+1)}}, \text{ oder } = \frac{1}{2} \pi \frac{b\sqrt{n+\beta}}{\sqrt{2gf'}}$$

wenn  $f'$  die Entfernung des Schwerpunkts des Wagbalkens unter der Drehungsaxe ist. Die ähnliche Dauer für die hydrostatische Wage ist oben gefunden:

$$\frac{1}{2} \pi \frac{\sqrt{W}}{\sqrt{2gc^2v}}$$

Es muß aber in der statischen Wage, welche mit der hydrostatischen für gleiche Gewichtsveränderungen gleich viel ausschlagen soll, die Größe des Ausschlags an den Enden des Wagebalkens genommen, wo derselbe dem wirklichen Steigen oder Sinken der aufgelegten Gewichte gleich ist,

$$b = \frac{\sqrt{fP}}{c\sqrt{v}} \text{ sein, wie oben gefunden.}$$

Setzt man diesen Werth von  $b$  in die Ausschlagsdauer der statischen Wage, so wird dafür erhalten:

$$\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\sqrt{P(n+\beta)}}{c\sqrt{2gv(n+1)}}$$

und nimmt man noch an, die Belastung beider Wagen sei gleich, also:  $P = (n+1)M = W$ ; so ist die Ausschlagsdauer der statischen

$$\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\sqrt{M(n+\beta)}}{c\sqrt{2gv}}$$

der hydrostatischen

$$\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\sqrt{M(n+1)}}{c\sqrt{2gv}}$$

Um eine Vorstellung des absoluten Werthes dieser Größe für einen besondern Fall zu geben, sei angenommen

$$c^2 = 0,9 \text{ Quadratmillimeter}$$

$$v = 1 \text{ Milligramm}$$

$$P = 359000 \text{ Milligrammen}$$

$$2g = 9810 \text{ Millimeter,}$$

so wird gefunden der Werth von . . .

$$\frac{\pi\sqrt{VP}}{\sqrt{8g c^2 v}} = 75 \text{ Sekunden.}$$

Die Schwingungszeit der statischen Hebelwage ist aber

$$\sqrt{\left(\frac{n+\beta}{n+1}\right)} \text{ der hydrostatischen.}$$

Die Größe  $\beta$  ist von der Figur und Einrichtung des Wagebalkens abhängig, wird aber nicht größer als  $\frac{1}{3}$  angenommen werden können und meistens geringer sein. Die Hebelwage hätte also den Vortheil einer etwas kürzern Schwingungszeit unter den angegebenen Bedingungen.

Die beschriebene Einrichtung gewährt zugleich einen lange gewünschten allgemeinen Areometer. Man darf nur den Körper der Wage in die zu untersuchende Flüssigkeit selbst tauchen, und so viel Gewicht auf die Schale legen, bis er zu einem bestimmten Punkt des Halses einsinkt.

Kennt man das absolute Gewicht des Apparates, welches in diesem Falle nöthig; so ist dieses beständige Gewicht, sammt dem welches bei jedem Versuch noch die Schale trägt, gleich dem Gewicht desjenigen Volumens der Flüssigkeiten, deren Raum der eingesenkte Körper einnimmt. Die Verhältnisse dieser Gewichte sind also die Verhältnisse der spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten. Man muß aber noch, wenn dies bei verschiedenen Temperaturen beobachtet worden, die Raumänderung des hohlen Körpers für den Temperaturunterschied in Rechnung ziehen, da sich mit diesem Instrument so genau beobachten läßt, daß dieser Unterschied nicht vernachlässiget zu werden braucht. Das Gewicht der Luft, welches den Raum des hohlen Körpers, so weit er in die flüssigen zu sinken bestimmt ist, einnimmt, wird zum Gewicht des in der Atmosphäre beobachteten Apparats hinzugesetzt, und ist in dessen obgedachten absoluten Gewicht mit begriffen. Die Gewichte selbst darf man, so wie sie scheinbar in der Atmosphäre statt haben, gebrauchen, indem es hier nur auf Verhältnisse ankommt. Das genaueste ist freilich, alles auf absolutes Gewicht jedesmal zu bringen, als wenn jede Beobachtung in luftleerem Raum geschähe. Soll das Areometer unmittelbar mit seinen Gewichten sichtlich ohne Rechnung die spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten angeben; so darf man nur ein Gewicht gleich der Summe des Gewichts des Apparates nebst demjenigen welches aufgelegt werden muß, damit er im dichtesten Wasser gehörig schwimmt, zur Einheit des Gewichtes nehmen, und Abtheilungen dieses Gewichtes nach Zehnthellen, Hunderttheilen etc. verfertigen und mit ihren Ziffern beschreiben, auch auf der Wage selbst bemerken, wie viel Dezimaltheile jener Einheit der Apparat wiegt; so ist in jedem Falle die Summe dieser Zahl und der Zahlen der aufgelegten Gewichte das spezifische Gewicht derjenigen Flüssigkeit, für welche es beobachtet worden; wobei jedoch nicht zu vergessen ist, daß auf diese Weise die Resultate nur genäherte sein können, welche, um zu ganz genauen zu führen, Correktionen bedürfen, die sich auf das eben beiläufig angedeutete beziehen, und daraus leicht abnehmen lassen!

Einen besondern Gebrauch dieses Apparats will ich nicht mit Still-schweigen übergehen, da er für Physiker zuweilen nützlich sein möchte, die öfters drehende Bewegungen bei elektrischen, magnetischen und andern Versuchen beobachten. Mir ist nicht bekannt, daß schon das Fahrenheitische Areometer dazu benutzt wäre, um z. B. statt einen Theil des Gewichts

Gewichts einen magnetischen Körper aufzulegen, zur Beobachtung erfolgreicher horizontaler Schwingungen, oder die seiner Ruhe eigenen Lage oder deren Störung durch einwirkende Kraft anderer Körper u. s. w. Die drehende Bewegung dieser Vorrichtung wird manche Vortheile und Bequemlichkeiten haben gegen die welche auf einer Spitze geschieht, auf welcher sich doch nicht so leicht mancherlei Körper ohne besondere Zurichtung legen lassen.

Wenn ein solcher Gebrauch vom Areometer bisher nicht gemacht worden, so liegt es wohl ohne Zweifel darin, daß derselbe leicht umschlägt und ihm nur Körper von sehr geringem Gewicht aufgebürdet werden dürfen, für welche dann die Drehung in einen Faden Vorzüge hat. Allein bei meiner Einrichtung, es sei die zusammengesetztere oder die einfache, fällt jenes Hinderniß weg. Man legt den Körper, der eine drehende Bewegung annehmen soll, unten auf die Schale, oder verknüpft ihn statt derselben auf irgend eine Weise an deren Aufhängepunkt mit dem Apparat. Zwar wird die Drehung keinen ganzen Kreis machen können, allein dies wird auch seltener nöthig. Bei diesem Apparat findet die störende nur zuweilen nützlich gegenwirkende fremde Kraft der Drehung nicht statt, welche einem Faden eigen ist, der in vielen Rücksichten sonst sehr zweckmäsig zu ähnlichen Zwecken angewendet werden kann. Aber dafür muß, nebst dem Körper der sich dreht oder gedreht werden soll, auch der ganze Apparat sich drehen, und wenn gleich keine Reibung hinderlich, und wenn man auch, um die Flüssigkeitsbewegung zu vermindern, noch darauf Rücksicht nimmt, daß der hohle Körper ganz in die Flüssigkeit taucht und nur der dünne Cylinder von der Oberfläche des Wassers umgeben ist; so kömmt doch das Trägheitsmoment der Masse des Apparats in Betracht und vermindert die Drehungsgeschwindigkeit. Allein auf diese kömmt es oft auch nicht an, sondern nur darauf, daß der Körper eine bestimmte Lage annehme; wie wenn man ein mit einem Magnetstabe versehenes Fernrohr auslegte, um die magnetische Abweichung selbst oder deren Veränderung zu beobachten. Unter solchen Umständen wird es indessen vortheilhaft, doch die Masse des Apparats so viel möglich zu vermeiden und daher lieber einen kleinern hohlen Körper in einer dichteren Flüssigkeit, z. B. Quecksilber, tauchen zu lassen.

Mehr ins Besondere gehende Betrachtungen, welche bei diesem Gebrauch des Apparats anzustellen sein möchten, werden, da sie mit den besondern Anwendungen entstehen, hier übergangen, da ich mich überhaupt begnüge, im allgemeinen die Benutzung der neuen Wage angegeben zu haben.

# A n z e i g e

über

die geographische Breite der akademischen Sternwarte  
zu Berlin.

VON HERRN TRALLES. \*)

Die Polhöhe der königlichen Sternwarte der Akademie der Wissenschaften ist seit geraumer Zeit zu  $52^{\circ} 31' 30''$  angenommen worden. In neuen astronomischen Tafeln, die das beste Zutrauen genießen und verdienen, finde ich sie  $52^{\circ} 31' 45''$  angegeben. Jenes Resultat ist Herrn de la Lande zuzuschreiben, welcher in seiner *Astronomie* sagt: daß er nach gehöriger Verbesserung der Eintheilungsfehler des Instruments (mit welchem er auf unserer Sternwarte correspondirende Beobachtungen zu den de la Cailleschen auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung zum Zwecke der Mondsparrallaxe anstellte)  $52^{\circ} 31' 30''$  für die Polhöhe der südlichen Mauer der königlichen akademischen Sternwarte gefunden habe. Bei dem gegenwärtigen ganz veränderten Zustande der Hülfsmittel, da Mauerquadranten nicht mehr die schicklichsten sind, Resultate dieser Art mit hinlänglicher Genauigkeit zu erhalten, habe ich es zweckmäßsig erachtet, mit den Instrumenten, die ich besitze, diesen Punkt zu untersuchen.

Die Lage des Hauses, das ich bewohne, ist so schief gegen den Meridian, daß ich nicht im Stande bin, ohne die Instrumente höchst unsicher zu stellen, den Polstern lange nach seinem Durchgange durch den Meridian nach der westlichen Seite zu beobachten; mit der Sonne ist der Fall entgegengesetzt, und ich bin gezwungen, während der Reihe der Beobachtungen sie zu unterbrechen und der Instrumente Stellung noch zu verändern. Diese Unbequemlichkeit, die andere nach sich zieht, hat mich veranlaßt, die Beobachtungen einzustellen, sobald ich einen erträglichen Grad

\*) Vorgelesen den 14ten November 1805.



von Genauigkeit in den Resultaten erhalten hatte, welche ohne jene Hindernisse genughuender hätten ausfallen müssen.

Die Deklination des Polsterns, die ich angenommen habe, ist aus des Herrn von Zach's Beobachtungen derselben für den Anfang des Jahrs 1804 hergeleitet, und mit gehörigen Korrektionen auf die jedesmalige Zeit meiner Beobachtungen zurückgeführt. Ich muß dies andeuten, weil ich den Polstern nur bei seinem obern Meridiandurchgang zu beobachten Gelegenheit gehabt habe.

Aus einzelnen Circummeridianhöhen des Polsterns mit einem zehnzölligen Wiederholungskreis, aber ohne Multiplication des Winkels, nur durch jedesmalige Ablesung der vier Zeiger erhielt ich den 10. und 11. Oct. 1804 im Mittel die Colatitudo meines Beobachtungspunktes  $37^{\circ} 28' 39''$ , 81.

In diesem Jahre im Herbst beobachtete ich mehrere Mittagshöhen der Sonne mit einem in London von Cary verfertigten ganzen Kreise, dessen Fernröhre zweifüßig sind; der Durchmesser der Eintheilung auf dem Limbus ist 16 Zoll. Diese Beobachtungen gaben die Aequatorhöhe nach allen nöthigen Korrektionen und Reduktionen, wie folgt:

|                       |       |                         |
|-----------------------|-------|-------------------------|
| 1805 am 24. September | . . . | $37^{\circ} 28' 44,9''$ |
| — — 25. —             | . . . | $37 28 36,8$            |
| — — 26. —             | . . . | $37 28 37,7$            |
| — — 27. —             | . . . | $37 28 40,9$            |
| — — 29. —             | . . . | $37 28 38,7$            |
| Mittel                | . . . | $37 28 39,8$            |

Allein es ist zu bemerken, dafs da ich den Sonnenbeobachtungen nicht zu viel traue, wenn man nicht sich alle Sicherung des Instruments gegen den Einfluß der Sonnenstrahlen verschaffen kann, so habe ich auch nicht die Mühe mir geben wollen, aus Herrn von Zachs neuesten Sonnen tafeln die jedesmalige Deklination der Sonne nach allen Gleichungen und Zuziehung ihrer Breite zu berechnen, sondern habe mich begnügt, die Deklination aus unsern Ephemeriden zu nehmen.

Diese Resultate auf die Sternwarte reduziert, zeigten mir hinlänglich, dafs deren Breite nicht richtig angegeben wird. Doch um mir mehr Zutrauen zuzusichern, kehrte ich nochmals zum Polstern zurück, wo ich den Wiederholungskreis, von Lenoir in Paris verfertigt, wieder anwandte. Aber ohne Gehülfen hat es seine Schwierigkeit, die Vervielfältigung des beobachteten Winkels zu erhalten, demohngeachtet versuchte ich zu leisten,

84 *Tralles über die geograph. Breite der akad. Sternwarte in Berlin.*

was die Umstände gestatteten, und erhielt folgende Resultate der Aequatorhöhe:

|                                                     |                 |
|-----------------------------------------------------|-----------------|
| 1805 den 2. Oktober aus 20facher Zenitdistanz . . . | 37.° 28' 35",54 |
| — — 4. — aus vierfacher                             | 37.° 28' 39",05 |
| und fortgesetzt bis zur 10fachen Zenitdistanz       | 37. 28. 37,54   |
| — — 11. — aus 12facher Zenitdistanz . . .           | 37. 28. 42,80   |

1804 den 10. und 11. Oktober ist nach obiger Anzeige  
gefunden . . . . . 37. 28. 39,81

Das Mittel aller dieser Beobachtungen giebt also die

Colatitudo meines Instruments . . . 37.° 28' 39",42

Mithin die Polhöhe 52° 31' 20",58.

Es ist aber nach dem großen Plan von Berlin die königliche Sternwarte 4",3 südlicher als mein Beobachtungsort (Spandauer StraÙe No. 72.), also müssen von dem hiefür erhaltenen Resultate 52° 31' 20",58 noch 4",3 subtrahirt werden, und es ergibt sich also nach meinen Beobachtungen für die Polhöhe der königlichen Sternwarte der Akademie der Wissenschaften 52° 31' 16",28.

Die Breite der Sternwarte ist also beinahe 14 Sekunden oder eine Viertelminute kleiner, als man bisher allgemein annahm, wenn man sich an die von de la Lande angegebene von 52° 31' 30" hielt.

Daß dieses Resultat einiges Zutrauen verdient, wird man aus dem einzeln Angegebenen erkennen, und es läßt sich erwarten, daß es durch anderweitige Beobachtungen mit guten Instrumenten und unter günstigeren Umständen, als die, bei welchen ich beobachtete, bestätigt werde.

## Eine allgemeine Integralformel.

VON HERRN TRALLES. \*)

Es ist, wenn  $X$  eine Funktion von  $x$ ,

$$\int X dx = U \int \frac{X}{U} dx - U_1 \int \frac{dU}{U_1} \int \frac{X}{U} dx + U_2 \int \frac{dU_1}{U_2} \int \frac{dU}{U_1} \int \frac{X}{U} dx - \int dU_2 \int \frac{dU_1}{U_2} \int \frac{dU}{U_1} \int \frac{X}{U} dx;$$

wo  $U, U_1, U_2, \dots$  willkürliche Funktionen von  $x$ . Die bekannte theilweise Integration führt zu dieser Formel, von deren Richtigkeit man sich aber auch durch ihre Differenziation überzeugt. Jedes vorhergehende Integralzeichen begreift alle folgende unter sich, und es scheint, man habe die Schwierigkeit nur vermehrt. Allein da man  $U, U_1, U_2 \dots$  nach Gefallen wählen darf, so kann man sie auch so nehmen, dafs entweder die Integrationen sich bewerkstelligen lassen, oder sonst einer Absicht genügen, da man der Reihe so viele Glieder geben kann, als man will.

Uebrigens folgen aus derselben die bekannten Reihen, und sie hat deshalb einen systematischen Werth.

$$\text{Setzt man z. B. } U_1 = \frac{dU}{dx}, U_2 = \frac{dU_1}{dx}, U_3 = \frac{dU_2}{dx} \text{ etc.}$$

so folgt sichtlich

$$\int X dx = U \int \frac{X}{U} dx - \frac{dU}{dx} \iint \frac{X}{U} dx^2 + \frac{d^2 U}{dx^2} \int \frac{X}{U} dx^3 - \int \frac{d^3 U}{dx^3} \int \frac{X}{U} dx^3$$

wo nur  $U$  noch willkürlich. Für  $U = X$  wird es die bekannte Bernoullische Formel.

Es verdient also die allgemeine Formel wohl besonders aufgestellt zu werden, sie ist mir aber, ohnerachtet sie sich so leicht darbietet, bisher doch nirgends vorgekommen.

\*) Vorgetragen den 14. November 1805.

## B e o b a c h t u n g e n

über

atmosphärische Refraktion der Lichtstrahlen irdischer Gegenstände.

VON HERRN TRALLES \*).

Die Lichtstrahlen welche von einem wirklichen Punkt der Erde zu einem andern gehen, können sich nicht einzig nach dem Gesetze krümmen, welches dann statt hat, wenn dessen Weg blofs als durch zwei in der Atmosphäre isolirte Punkte durchgehend gedacht wird. Jene physischen Punkte sind stets auf beträchtlichen Massen welche Wärme strahlen, mittheilen oder annehmen, Dämpfe entwickeln oder zerlegen. Durch diese von der Sonne, der Temperatur und dem Zustande der Luft abhängigen oder den Massen selbst eignen Wirkungen, bildet sich ein Mittel um sie gleich einer eignen Atmosphäre, veränderlich nach den Umständen der Verursachung und stets beinahe verschieden vom Zustande des ganzen Luftkreises in welchen sie endlich allmählig übergehen. Diese besondern Mittel um die Körper müssen das Licht bald mehr bald minder von dem Wege lenken, welchen es im freien Luftkreise verfolgt hätte. Die Ursachen welche sie hervorbringen, leiten unmittelbar zur Folgerung, dafs die Dichtigkeit dieser Mittel oder vielmehr die brechende Kraft derselben in verschiedenen Entfernungen vom Körper verschieden, und die Form der Schichten gleicher Berechnungskraft von der Gestalt und Gröfse der Masse grofsentheils abhängig sein müsse. Ein Lichtstrahl also, welcher von einem Punkt innerhalb eines solchen Mittels zu einem aufserhalb demselben gelegenen geht, behält nicht einerlei Richtung, woferne derselbe nicht durch alle Brechungsschichten rechtwinklicht durchgeht, welches voraussetzt, dafs des Mittels Schichten von gleicher Berechnungskraft concentrisch um einen Punkt gelegene Sphären sind. Im allgemeinen wird also auch der Punkt nicht in der Richtung gesehen, in welcher er sich zeigen würde wenn das ihm umgebende Mittel nicht vorhanden wäre, alle übrige Umstände gleich gesetzt.

\*.) Gelesen den 9ten October 1806.

Allein die Verschiedenheit der Richtungen die das den gesehenen Punkt umgebende Mittel verursacht, wird um so geringer im Winkel erscheinen, je weiter das Auge von demselben entfernt ist. Ist aber auch dieses von einem ähnlichen Mittel umgeben und kömmt der Strahl nicht rechtwinklicht durch Trennungsschichten gleicher Dichtigkeit diesem Auge zu, so entsteht hier eine neue Refraktion, welche in ihrer ganzen GröÙe den sonst gesehenen Ort des Objectes verrückt, wenn man ferne genug ist um die Parallaxe zu vernachlässigen, gleich dem Winkel, welchen zwei Lichtstrahlen am Orte des Gegenstandes mit einander machen müssen, wenn der eine ohne Brechung in der Nähe des Beobachters zu leiden, der andere mit derselben zu dessen Auge gelangen soll. Refraktionen dieser Art werden nicht bloß bei terrestrischen Gegenständen den scheinbaren Scheitelabstand verändern, sondern auch auf die Lage desselben in Azimuth Einfluß haben. Das einen Beobachter umgebende eigenthümliche Mittel wird also eine sogenannte Seitenrefraktion zu bewirken allerdings vermögend sein, und wofern dasselbe nicht so beschaffen ist, daß die Schichten gleicher Brechbarkeit Oberflächen runder Körper bilden, welche die Vertikale des Beobachters zur gemeinschaftlichen Axe haben, werden im allgemeinen die Horizontalwinkel zwischen den umhergesehenen Objecten nicht die wahren sein, man messe sie unmittelbar mit einem dazu besonders eingerichteten Instrument oder man reduzire die in schiefer Ebene gemessenen Winkel mit auf den Horizont. Man hat bis jetzt die Horizontalrefraktionen entweder verneint, bezweifelt, oder doch nur kaum aus den Verschiedenheiten in den Messungen desselben Winkels zu verschiedenen Zeiten als wirklich vorhanden zu vermuthen gewagt. Ob die letztern entscheidend sind, darauf kömmt es eigentlich hier nicht an, da die Sache in Beziehung auf die Ursache die hier angegeben wird, für sich klar ist. Ein Anderes ist noch die Frage, ob die Atmosphäre überhaupt und ohne die besondern Modifikationen derselben in der Nähe des Beobachters und der Objecte eines hinlänglich dauernden Zustandes fähig ist, durch welchen Abweichung eines Lichtstrahls, aus der, schon wegen der Nichtvereinigung der Richtungen der Schwere in einem Punkt, krummen Fläche, welche der Lichtstrahl beim vollkommen beharrlichen Zustande der Luft nicht verlassen würde, entstehen oder vielmehr sinnlich werden könne.

Hierin ist es um so weniger mein Vorhaben einzutreten, da auch im Falle eine solche Seitenrefraktion statt haben sollte, diese nur verhältniß-

mässig merklicher werden kann als die Ablenkung des Lichtstrahls dem Beobachter näher statt findet. Da nun die Beobachtungen bisher, wenn auch nicht besonders zu diesem Zwecke angestellt, doch eine Seitenrefraktion überhaupt, das ist mit Einschluss der Wirkung der den Beobachter umgebende Mitteln kaum zu vergewissern vermögen; so darf man mit hinlänglich praktischer Sicherheit sich überzeugt halten, dass nur die durch diese besondern Mittel verursachten, die Aufmerksamkeit des Beobachters fordern können. In Rechnung werden sie sich freilich nicht bringen lassen, da die bewirkenden Ursachen von zu mannigfaltiger Bestimmung und zu veränderlich sind. Allein man wird sie, wo es nöthig ist, aus dem Wege räumen. Der Beobachter, der sich ihrer Wirkung nicht aussetzen will, hat seine Stellung und die Zeit der Beobachtung darnach zu wählen. Wenn die Dreieckswinkelbeobachtungen bisher nicht völlig über die Seitenrefraktion entscheidend sind, so hat dies seinen Grund nicht nur in der noch übrigen Unsicherheit der Beobachtungsergebnisse selbst, als auch darin, dass die Beobachtungen horizontaler Winkel am gewöhnlichsten in solchen Stellungen des Beobachters geschahen, dass diese Brechung selbst nur geringe sein konnte. Doch der größten Genauigkeit geodätischer Operationen legt diese Lichtabweichung ein Hinderniss in den Weg, welches wohl nur durch häufige Wiederholung der Messung desselben Winkels unter verschiedenen Umständen, guter Wahl der Standpunkte und Anordnung der Umgebung während der Beobachtung, größtentheils überwunden werden kann.

Die Seitenrefraktion liegt dem Gegenstande gegenwärtiger Abhandlung zu nahe, als dass ich sie unerwähnt hätte übergehen können. Aber bei den Veränderungen der vertikalen Lichtbrechung haben sowohl die Lokalursachen als die Verschiedenheit des Zustandes der Atmosphäre im ganzen einen ungleich bedeutenderen Einfluss. Man hat selbst deswegen trigonometrische Höhenmessungen, so wie Nivellirungen auf fernen Zeitpunkten für wenig sicher zu halten. Einige vorhandene Beobachtungen über die Veränderlichkeit der astronomischen Horizontalrefraktion können wenig dienen, Aufschlüsse über den vom untern Zustande der Luft unabhängigen Theil derselben zu geben. Dieser hingegen hat meistens einen zu bemerkbaren Antheil an den Beobachtungen der Refraktion zwischen Erdobjekten, aus welchen sich daher nicht sehr bestimmte Resultate ergeben, so dass, wenn nicht die Rücksicht auf die bestimmteren aus der

astronomischen Refraktion für einen mittlern atmosphärischen Zustand abgeleiteten, den Abweichungen jener Grenzen setzte, über welche hinaus man beobachtete Refraktionen als zufällige anzuerkennen genöthiget worden wäre, man kaum ein Mittelresultat anzunehmen sich befugt hätte halten dürfen.

Lambert hat zuerst die terrestrischen Refraktionen bei trigonometrischen Messungen in Rechnung gebracht, und zu dem Zweck aus den Cassinischen Beobachtungen im mittäglichen Frankreich und den Pyrenäen die GröÙe derselben gleich dem vierzehnten Theil des Winkels der Vertikalen an den beiden Enden des Lichtstrahls gefunden. Da die Punkte, auf welchen diese Beobachtungen statt hatten, beträchtlich meistens in Höhe verschieden waren, so ist unter diesen Umständen sein Resultat gut ausgefallen. Auch gibt de la Lande an, dafs nach Mechain's Aussage, aus dessen Messung für die Verbindung der Sternwarten von Greenwich und Paris, dasselbe Resultat fliefse, von welchem auch die Angaben des Herrn Delambre nicht sonderlich abzuweichen scheinen, welcher die Bemerkung hinzusetzt, dafs ihm die GröÙe derselben nach den Jahreszeiten verschieden vorgekommen sei. Aber aus den Messungen in England erhellt, dafs auch in derselben Jahreszeit der Quotient der Refraktion und des Winkels der Vertikalen zwischen ein Halbes und ein Vierundzwanzigstel ändern könne.

Es hat mir geschienen, dafs dieser Gegenstand fernere Untersuchung sehr verdiene, um so mehr, da derselbe auch durch seine Verbindung mit den atmosphärischen Modifikationen vielleicht selbst in dieser Rücksicht nicht gleichgültig sein möchte. Ein gebirgiges Land scheint dafür mehrere Vortheile zu gewähren, indem es da nicht nur möglich ist, sich zu isoliren und in höhern Regionen der Atmosphäre zu beobachten, sondern da man auch stets vorhandene ferne und in die Luft ragende Zielpunkte wählen kann, bei welchen man nicht mit ihnen eigenthümlichen Veränderungen während der Beobachtung zu kämpfen hat. Wenn es dagegen auch nur ein Theil der totalen Refraktionsveränderung des Lichtstrahls durch die ganze Atmosphäre ist, den man wahrnimmt, so wird doch diese nicht nach Maassgabe der kürzern vom Lichte durchlaufenen Wege vermindert, und läÙt sich genauer beobachten. Wollte man auch davon absehen, dafs eben diese Partialveränderung an sich schon ihr eigenthümliches Interesse hat, so bleibt sie doch das einzige Mittel für die aufseratmosphärischen Körper, die der ganzen Atmosphäre gehörige Refraktion Abänderung in

ihre Theile zu zerlegen, um zu wissen, was der untern und obern Regionen besonderer Antheil ist.

Um das, was für diesen Zweck Umstände und Gelegenheit mir zu bemerken verstattet haben, darzulegen, will ich zuerst die Beobachtungen selbst mittheilen, nur in so fern getrennt, als ihre Beziehungen verschieden sind, aber aufser einigen Bemerkungen über ihre Resultate im Ganzen, die nähere Untersuchung und theoretische Beleuchtung derselben einem andern Aufsatze vorbehalten.

### *I. Beobachtungen wenig über die Erdoberfläche erhabener Gegenstände.*

In Folge dessen was bereits im Allgemeinen vom Einflusse der Kugel auf die sie umgebende Atmosphäre gesagt ist, wird man eine merkliche von der Erde selbst verursachte Wirkung vermuthen. In der That bedarf es nicht einmal eines Instruments, um in großen Ebenen die Folgen derselben wahrzunehmen. Scheinbare Undurchsichtigkeit der Luft, Nebel, Wasser, Spiegelung der Gegenstände, sind Phänomene, die niemanden entgehen können, und die bei geodätischen Operationen öfter so sehr hinderlich fallen, daß man mit ihnen sich zu beschäftigen genöthiget ist. So bald an einem schönen Morgen die Sonne anfängt den Boden zu erwärmen, so verwirrt sich zuerst und endlich erlischt die Ferne, der Horizont wird immer eingeschränkter. Strahlen von Objecten gegen den Zuschauer hingsendet, erreichen dennoch sein Auge nicht.

Erst mit dem eintretenden Abend, mit der Abkühlung des Erdbodens, der Verdichtung der unteren atmosphärischen Schichten, heitert sich in einer solchen Gegend der Horizont wieder auf, die fernen Objecte treten nun mit einer Deutlichkeit hervor, die um so mehr überrascht. Wer bedenkt, daß wenn in unserer Atmosphäre höhere Schichten von bleibender beträchtlich größerer Lichtbrechungskraft wären, als die unteren, sich selbst das Firmament größtentheils unserer Betrachtung verbergen könnte, daß wir dann nur, was gegen unsern Scheitel und zu unsern Füßen sich befände, würden erblicken können, der hat im Allgemeinen eine Vorstellung von den nähern Ursachen jener Erscheinungen.

Im Jahre 1791 war ich einige Zeit auf einer großen Ebene, wo sie sich täglich wahrnehmen ließen und die daher zur nähern Beobachtung der Anomalien der Refraktion der Lichtstrahlen, die ganz nahe an der Erdoberfläche auf eine beträchtliche Weite fortgehen, sehr geeignet schien.



Die Ausführung derselben konnte aber erst nach sechs Jahren statt haben. Nun ward nahe am See von Murten, an welchen diese Ebene gränzt, eine Pyramide errichtet, auf welcher 44 Fufs über den Boden die Mitte eines Zeichens war, nach welchem von einem 6700 Toisen davon entfernten Standort gezielt werden sollte. Von dem Standpunkte aus konnte man nicht blofs längs der allmählig und ziemlich gleichförmig sich gegen den See neigenden Ebene hin sehen, sondern die Gesichtslinie ging noch über den See selbst bis Wifflisburg, von welcher Stadt man zuweilen des Morgens früh oder Abends spät die Thürme erblickte; allein sie zu beobachten war nicht möglich, da sie nie unter hinlänglich guter Beleuchtung erschienen. Vermittelst einer Nivellirung längst der Ebene ausgeführt, war bekannt worden, daß das  $46\frac{1}{2}$  Fufs über des Sees Wasserfläche befindliche Zeichen der Pyramide 10,1 Fufs über dem Fernrohre des Instruments am Beobachtungsorte war. Das Instrument, mit welchem die Vertikalwinkel beobachtet wurden, ist ein ganzer Kreis. Diese Winkel sind stets in zwei entgegengesetzten Lagen des Instruments genommen, das Fernrohr desselben war ohngefähr 6 Fufs über dem Boden.

*Beobachtungen, wo der Lichtstrahl über einen fast ebenen Boden hingeht.*

1797. 12. Aug. Morgens. Barom. 27", 154. Wärme der Luft 17° R. Des Signals scheinbare Depression — 0° 3' 1", 2. Das Zeichen ist nicht deutlich.

Am 13. Aug. Abends bei bedecktem Himmel, sehr guter Durchsichtigkeit der Luft, Gegenstände ohne wallende Bewegung. Barom. 27,236. 5 Uhr des Signals Depression . . . . . — 2'. 16", 5. Therm. 17° R.

|                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| Die Beobachtung wiederholt, giebt . . . . .         | — 1' 23,0 |
| Scheinbare Gröfse des Signals, 1ste Beobachtung . . | 1' 46"    |
| — — — 2te — . . . . .                               | 1. 33     |
| — — — 3te — . . . . .                               | 1. 26     |

Bald darauf Depression des Signals . . . . . — 0. 57,1

Und bei Sonnenuntergang Therm. 15 . . . . . — 0. 46,3

Am 14. Aug. Morgens 6 U. 15. Bar. 27,346. Therm. 12 im Freien.

Depression des Signals . . . . . — 2. 17,8

Gleich darauf . . . . . — 2. 39,3

Nachmittags erblickt man drei verschiedene Horizonte; der nächste, selbst auch der zweite, entstehen und vergehen gleich einem Nebel, aber

immer sind während ihrer Dauer die Grenzen der sichtbaren Ebene doch sehr regulär. Vom dritten nie vergehenden Streifen konnte daher ziemlich gut die Depression beobachtet werden; sie war  $-7' 11''$ , welches für diesen Augenblick in der That die Depression des scheinbaren Horizonts der letzten Grenze des sichtbaren Bodens war.

Ein in einem Zelte befindliches Barometer stand auf 26,963 und dessen Temperatur war  $26^{\circ}$  R., diejenige der freien Luft  $20^{\circ}$ .

Abends gegen 7 Uhr hingegen erblickte man nicht nur das Signal, sondern selbst dessen Fuß und den See von Murten, und nun erscheint das Signal über den Horizont erhoben. Der scheinbare Erhöhungswinkel des Signals war  $+0^{\circ} 2' 15''$ .

Dabei stand das Barom. auf 26,91 und die Wärme der Luft war  $12,7$ .

Der Erhöhungswinkel des Ufers des Sees beim Signal war  $0^{\circ} 0' 39''$ .

Der Unterschied der Refraktion am Signal betrug also an diesem in Temperatur so ungleichen Tage, wenigstens  $4' 54''$ .

Die Veränderung der Depression des scheinbaren Horizonts muß sicher größer noch als 8 Minuten gesetzt werden.

Die Temperatur der Luft nahm während der Nacht bis zum Morgen noch ab, das Therm. kam auf  $5^{\circ},6$  und stand am 15ten bei Sonnen-Aufgang  $5^{\circ},4$ . Barom. 26,878 mit  $9^{\circ}$  Wärme. Hygr. 97. Die Objekte fingen früh an sich zu spiegeln, und schon um 9 Uhr Vorm. wurde die Depression des scheinbaren Horizonts  $-7' 31''$  beobachtet, da das Therm. schon auf 18 Gr. gestiegen war. Am Nachmittage  $3\frac{1}{4}$  Uhr zeigte es in freier Luft 22 Gr. und die beobachtete Depression der sichtbaren Grenze des Bodens oder des scheinbaren Horizonts war  $-7' 47''$ . An diesem Tage aber war nur ein Horizont, also nicht mehrere nebelähnliche Streifen, wie am vorhergegangenen Tage.

Als das Signal sichtbar geworden, fand es sich noch  $1' 48''$  unter der wahren Horizontallinie des Instruments. Der Himmel hatte sich Nachmittags überzogen und war um 6 U. 45 ganz bedeckt ohne Wind, das Therm. stand auf  $17^{\circ},5$ , der See wurde erblickt, der Erhöhungswinkel des Ufers beim Signale ward gefunden  $0^{\circ} 0' 33''$ ,6 und derjenige vom Signale  $0^{\circ} 1' 53''$ ,6.

Des Sees Fläche selbst ist nicht unmittelbar beobachtet worden; sie mochte wohl um eine Minute wenigstens höher sein, als das beobachtete Ufer in der Nähe des Signals, über welches der See als ein weißer sehr bestimmter Streifen erschien.

Am folgenden Tage, den 16. August, regnete es den ganzen Mor-

gen, Nachmittags aber heiterte sich das Wetter auf, des Signals Depression ward  $- 1' 30''$  gefunden, bald darauf aber erschien es schon unter einem Erhöhungswinkel von  $+ 0' 5''$ ,<sup>2</sup>, und um 7 U. 5 sahe man der See.

Um die Zunahme der Refraktion zu bemerken, wurde des Ufers Höhenwinkel, so lange man dasselbe im Fernrohr deutlich erkennen konnte, von Zeit zu Zeit genommen, und es fand sich

|            |                        |   |   |                     |
|------------|------------------------|---|---|---------------------|
| Um 7 U. 5' | dessen Erhöhungswinkel | . | - | $0^{\circ} 0' 30''$ |
| — 7. 17    | . . . . .              | . | - | $0. 0. 4$           |
| — 7. 24    | . . . . .              | . | + | $0. 0. 15$          |
| — 7. 37    | . . . . .              | . | + | $0. 1. 3.$          |

Es hatte also in der kurzen Zeit einer halben Stunde die Refraktion um  $1' 33''$  zugenommen.

Aus den angegebenen Größen folgt aber, daß der Bogen der Erde zwischen der Pyramide und dem Beobachtungsort gleich  $7' 2''$  ist.

Daß ohne Refraktion das Zeichen der Pyramide  $2' 39''$ , der See  $6' 39''$  unter der Horizontallinie des Beobachters sich hätte zeigen und die scheinbare Größe der ganzen Pyramide  $3' 46''$  sein müssen.

Nun findet sich aber die größte Depression des Zeichens unter der Horizontallinie  $3' 1''$ , also hat eine Refraktion von  $2' 39'' - 3' 1'' = - 22''$  zwar statt, aber sie ist im entgegengesetzten Sinne derjenigen welche gewöhnlicher in unserer Atmosphäre beobachtet wird. Es ist eine Morgenbeobachtung. An einem andern schönen Morgen angestellte zeigen zwar zuerst eine geringe positive Refraktion von  $2' 39'' - 2' 18''$ , allein gleich darauf ist sie Null, und nachher erlauben die Umstände sehr selten den sich schnell erniedrigenden Gegenstand ferner verfolgen zu können, welchen in aller Frühe zu sehen, wirkliche Nebel meist verhindern.

Am Abend hingegen zeigt es sich, daß die Refraktion eben so schnell zunimmt, sie wächst in den Beobachtungen vom 13ten von  $22''\frac{1}{2}$  bis auf  $2' 33''$ , also von  $\frac{1}{20}$  bis mehr als  $\frac{1}{3}$  des Bogens. Zugleich bemerkt man, daß die dem Boden näher liegenden Punkte eine beträchtlich stärkere Refraktion leiden als die höhern, wie aus der Vergleichung der beobachteten scheinbaren Größe der Pyramide mit den Winkeln, unter welchen sie hätte erscheinen sollen, erhellt. Diese Beobachtungen geschahen schnell hintereinander vermittelt eines am Fernrohre befindlichen Mikrometers, und geben schon für die kurze Zeit ihrer Vollführung beträchtliche Verschiedenheiten. Unterdessen sich das Zeichen  $1' 23'' - 57'' = 26''$  erhebt, muß

sich der Fufs der Pyramide wenigstens um ( $26 + 1' 46'' - 1' 26''$  d. i.)  $46''$  erhöht haben, wohl zu bemerken, dafs dies nur Veränderung des Unterschiedes der Refraktion, nicht der Unterschied derselben ist. Dieser mufs, wenn man, wie ich glaube, voraussetzen darf, dafs wirklich der Fufs des Signals selbst gesehen worden, von ( $3' 46'' - 1' 46''$ , d. i.)  $2'$  bis ( $3' 46'' - 1' 26''$  d. i.)  $2' 20''$  gehen. Die Differenz ist hier nur  $20''$ , allein man mufs bemerken, dafs die erste Beobachtung der absoluten Depression des Zeichens diesen Beobachtungen vorhergegangen und die zweite ihnen gefolgt ist, und dafs während dieser Zeit der Unterschied hat um  $26''$  zunehmen können und nach den Beobachtungen hat um so viel zunehmen müssen. Die Beobachtungen mit dem Mikrometer konnten sehr schnell gemacht werden, unterdessen die absoluten Höhenmessungen ziemlich viel Zeit gebrauchten. Ob die wirkliche ganze scheinbare Gröfse der Pyramide vom Zeichen bis zum Fufs gemessen worden ist, läfst sich nicht mit der vollkommensten Gewifsheit bestimmen. Allein davon hängt die Gewifsheit jener beträchtlich gröfsern Strahlenbrechung in der Nähe des Bodens ganz und gar nicht ab, indem es doch immer dieselben Punkte bleiben zwischen denen der so veränderliche vertikale Abstand gemessen ist. Dem Auge war es im Fernrohr ohne Messung deutlich, indem es nicht allein auffiel, wie viel stumpfer die Pyramide vorkam, als man wufste, dafs sie wirklich war, sondern auch, dafs die Seitenkanten gekrümmt erschienen.

Diese Anomalien der Refraktion hatten bei bedecktem Himmel statt. Der folgende Tag war heiter und wärmer, der eintretende Abend kühler. Da das Zeichen  $2' 15''$  erhöht erschien, so betrug die Refraktion des Lichtstrahls von demselben bis zum Beobachter ( $2' 39 + 2' 15''$  also)  $4' 54''$ , mithin über  $\frac{2}{3}$  des Erdbogens.

Der Seehorizont, der etwa  $1' 30''$  erhöht erschien, und  $6' 39''$  erniedrigt hätte erscheinen sollen, erlitt also eine Refraktion von  $8' 10''$  ohngefähr, und den folgenden Abend gar eine von  $9' 40''$ .

In den Momenten, wo die Refraktion am schwächsten oder negativ am gröfsten war, wo der Horizont dem Beobachter am nächsten zu sein schien, ist desselben Depression  $7' 11''$  und  $7' 47''$ , also im Mittel  $7' 30''$  ohngefähr beobachtet. Der Horizont des Sees hätte  $6' 39''$  ohne Refraktion sein sollen.

Früh Morgens verhinderten meistens Nebel über die Ebene die Beobachtungen. Kaum waren diese vergangen und das ferne Signal sichtbar

geworden, so dauerte es gewöhnlich nicht so lange, um eine gute Beobachtung vollständig zu beenden, so war auch schon das Signal wegen der Erwärmung der untern Luftsschichte entweder zu undeutlich zum Beobachten oder auch schon unter dem scheinbaren Horizont verschwunden. Allein so viel war deutlich, daß das Phänomen der Variation der Brechung in entgegengesetzter Ordnung mit den Erscheinungen des Abends vorging, auch der Gröfse nach sich gleich verhielt.

Am 14. August Morgens  $6\frac{1}{4}$  Uhr Barom.  $27'' 346$ , Therm.  $17,3$ , und bei einer Temperatur der Luft von  $12^\circ$  ward die Depression des Signals beobachtet —  $2' 17'',8$ , und unmittelbar darauf —  $2' 39'',3$ , und weiter konnte es nicht beobachtet werden. Doch hat eine Beobachtung an einem andern Morgen etwas über  $3'$  gegeben, aber tiefer ist es nicht gesehen.

Das Instrument kam nachher unten am Fuß des beobachteten Signals zu stehen, um das Signal über den Punkt zu beobachten, wo es gewesen war. Allein dieses war fast ununterbrochen sichtbar wegen des steigenden Bodens. Zu öfteren Beobachtungen fehlte es hier aber an Zeit.

*Beobachtungen, wo der Lichtstrahl nahe über eine Wasserfläche fortgeht.*

So starke Erhebungen des Wasserhorizonts habe ich in eben der Erhöhung über Wasserflächen selbst nicht angetroffen. In gleicher Höhe als in welcher die eben erwähnten Beobachtungen angestellt sind, ist über blofse Wasserfläche hingesehen die Refraktion nur  $\frac{1}{2}$  des Erdbogens gefunden, womit ich aber nicht behaupten will, daß hier nicht gröfsere statt haben könnten. Am Murtner See,  $2,42$  Meter über dem Wasser, ward bei nach allen Umständen zu schließender starker Refraktion, dessen Horizont nur  $65$  Dezimalsekunden erniedriget gefunden, da derselbe ohne Refraktion  $555$  hätte sein sollen, die Refraktion beträgt also  $488$  Dezimalsekunden. Zu gleicher Zeit liefs sich von demselben Ort auch der Wasserhorizont des Sees von Neufchatel erblicken, und obwohl er niedriger liegt, doch unter gleicher Depression mit dem von Murten. Setze ich den Unterschied der Höhe des Wasserspiegels beider Seen nur  $3$  Dezimeter, so wird für denselben die Refraktion schon  $521$  Sekunden. Allein dieses Sees Wasserspiegel wurde über eine beträchtliche Strecke der Fortsetzung der grofsen Ebene weg gesehen, auf welcher die vorigen Beobachtungen angestellt sind, und die sowohl jener als der Murtner See bei höherem Wasserstande überschwem-

men. Letzterer war vom Beobachter nur etwa 3 bis 400 Meter entfernt. Für beide Beobachtungen ist die Krümme des Lichtstrahls grösser als die der Erde. An einem andern Ort, wo das Instrument nur 2 Meter über einen See erhöht war, und dessen Ufer ohngefähr 4 bis 500 Meter entfernt sein konnte, ward die Depression der Wasseroberfläche 325 Sek. beobachtet, die ohne Refraktion 50,4 gewesen wäre, also beträgt die Refraktion 179 Sek. und der Radius der Krümme des Lichtstrahls ist also noch  $\frac{1}{175}$  desjenigen der Erde.

Ein vorzüglich zur genauesten Beobachtung kleiner Vertikalwinkel geeignetes Instrument war bestimmt, auf denselben Beobachtungspunkten aufgestellt zu werden. Es sind deswegen damals obige Beobachtungen fast nur als vorläufige zur ersten Befriedigung des Wunsches der nähern quantitativen Kenntniss dieser Refraktionen dienlich betrachtet, und nicht so oft angestellt, als geschehen wäre, hätte man gewußt, es würde nicht erlaubt sein, jenes vortreffliche Werkzeug zur Erhaltung mannigfaltiger genauer Resultate zu benutzen.

Folgende hierher gehörige Beobachtungen sind aus denen gezogen, welche sich später bei der unter meiner Leitung vorgenommenen Aufnahme der Charte des Gebiets von Neuchatel haben anstellen lassen.

Am Ufer des Sees von Neuchatel in der Nähe von Bevaix, stand den 4. Oktober 1801 das Fernrohr des Winkelmessers 1,589 Meter über dem fast ans Fußgestell grenzenden Wasserspiegel. Das Wetter war sehr schön.

Um 8<sup>u</sup> Morgens bei einer Temperatur von 10° R. ward der Höhenwinkel eines am entgegengesetzten Ufer 10876 Meter entfernten auf dem Sandhügel Monbet 12<sup>m</sup> über den See stehenden Signals beobachtet, und dessen Zenitabstand gefunden. . . . . 100,60017

Der Horizont des Sees, von welchem man deutlich sah, daß er sich durch eine besondere Refraktion bildete, hatte einen Zenitabst. 100,0845

Um 10<sup>u</sup> 15 Signal von Monbet Zenitabstand. . . . . = 99,9987

Des Signals von Bied, 1<sup>m</sup>,71 über den See und 3373 Meter entfernt, Zenitabstand. . . . . 100,0261

Es war ein zweites sehr deutliches Bild von diesem Signal sichtbar, dessen Zenitabstand . . . . . 100,0746

Gegen 1 Uhr Nachmitt. Zenitabstand des Signals auf Monbet. 99,9881

Das scheinbar gespiegelte Bild des Signals. . . . . 100,0748

Bisher

Bisher waren die niedrigeren Signale am entgegengesetzten Ufer nicht zum Vorschein gekommen; um 4 Uhr erst sahe man die Kugel eines Signals bei dem Dorfe Chevroud über dem Wasserspiegel. In der That aber war nur die Hälfte der Kugel sichtbar, die untere Hälfte war das umgekehrte Bild der oberen. Dies Signal ist 2,2 Meter über dem See und 6365 M. vom Beobachtungsorte. Das Mittel der erscheinenden Kugel stand vom Zenit  $100^{\circ},03215$ .

Um  $4^u 30^m$  war die Kugel des Signals fast ganz über dem Wasser und ein ihr gleich lebhaftes Bild unterhalb. Der gemeinschaftliche Durchschnitt beider Kugeln stand vom Zenit  $100,0350$ .

Nun erschienen auch die Thurmspitzen der Stadt Yverdun.

Ohne Refraktion hätte der Horizont des Sees —  $0^{\circ},04494$  gesehen werden sollen, die Beobachtung gab . . . —  $0,03215$

Also war eine positive Refraktion von  $0,0128$  vorhanden, welches den Radius der Krümme des Lichtstrahls  $2,03$  von dem der Erde gibt.

Aber da auch derselbe Winkel, der der Oberfläche des Sees zuzugehören schien, dem des Signals wirklich gleich war, dieses aber ohne Refraktion zum Zenitabstand  $100^{\circ},02577$  hätte haben müssen, so kömmt für dieses eine wirklich negative Refraktion heraus gleich  $0^{\circ},00638$ .

Das Signal auf Monbet hat von Morgen bis Abend den Zenitabstand um  $0^{\circ},0136$  geändert. Beim kleinsten Abstände, hatte dasselbe eine positive Refraktion von  $52^s,4$ , weil es  $66^s,6$  über die Horizontallinie des Beobachters ohne Refraktionswirkung hätte erscheinen sollen, die Beobachtung aber  $119$  gegeben hat. Diese Refraktion ist beinahe  $\frac{1}{20}$  des Bogens. Bei der kleinsten beobachteten Höhe litt dieser Gegenstand also eine negative Refraktion von  $83^s,6$ .

Am Einflusse des Bieds in den See von Neuchatel unmittelbar am Wasser, über welches das Fernrohr des Winkelmessers  $1,44$  Metres war, beobachtete man am Abend den Zenitabstand des Seehorizontes =  $100^{\circ},04062$ .

Ohne Refraktion müßte derselbe  $100^{\circ},04283$  beobachtet worden sein, mithin fand eine positive Brechung von  $0^{\circ},00221$  statt.

Die angestellten Beobachtungen auf solche Gegenstände, die unter sehr kleinen Winkeln mit dem Horizonte gesehen werden, und zwischen welchen der Lichtstrahl in der Nähe der Erdoberfläche fortgeht, geben einen vollkommenen Beweis dessen, was von dem Einflusse der Körper auf das sie umgebende Mittel behauptet worden, und dafs sich keine befrie-

digende Resultate für diejenigen Messungen, welche in einem solchen veränderlichen Mittel vorgenommen werden, erwarten lassen; daß hier davon gar nicht die Rede sein dürfe, die Refraktion einem bestimmten Theil des Winkels der Vertikalen des Objekts, und des Beobachters gleich zu setzen. Indessen, das Nivelliren ausgenommen, werden unter diesen Umständen selten höchst genaue Operationen zu bewerkstelligen sein. Was aber jene betrifft, so ist sie in ihrer Anwendung zu wichtig, als daß ich es mir nicht erlauben sollte, hier zu erinnern, daß es zufolge den Beobachtungen nie gestattet werden sollte, zwischen Instrument und einem Zielpunkt zu nivelliren, diesen mit jenen in einer Horizontallinie zu stellen. Schon eine gründliche Kenntniß der Instrumente wendet von diesem trüglichen Verfahren ab, und nun kömmt noch die Unsicherheit der Brechung der Lichtstrahlen hinzu. Von diesen ist bei der Nivellirung auf zwei Zielpunkten in gleicher Weite vom Instrument, durch welches der eine mit dem andern in gleiche Höhe gebracht wird, wenig zu befürchten. Die Erfahrung hat mich gelehrt, daß selbst unter den größten Veränderungen der Strahlenbrechung, dies Geschäft dennoch mit vieler Genauigkeit sich vollführen läßt. Nicht selten ereignet es sich, daß weil die Gesichtslinien hiebei fast horizontal fortgehen, die Zielzeichen in Entfernungen von nicht mehr als 600 Fufs sich schon spiegeln, und zwar mit einer solchen Deutlichkeit, daß wenn am Zielzeichen nicht unterschieden werden könnte, ob dasjenige, welches man beobachtet, verkehrt oder aufrecht ist, man ungewiß sein könnte, auf welches gezielt werden müsse, vorausgesetzt, man wisse nicht aus der Natur des Phänomens, daß das höhere Bild vorzuziehen sei. Denn die Erscheinung pflegt nur Vormittags einzutreten, wenn die untersten Luftschichten durch den von der Sonne erhitzten Boden verdünnt werden, Instrument aber und Zielzeichen über die Schichte der größten Dichtigkeit sind. Selbst dieser Zustand der Luft, wenn er gleich unvortheilhaft ist, wegen der sich bald äussernden geringern Deutlichkeit der Zeichen, schadet doch sonst der Operation wenig, indem dieser Luft- oder Brechungszustand nach jeder Richtung ohngefähr derselbe ist. Ich sage ohngefähr, weil es sich meistens ereignet, daß die doppelten Bilder der Zeichen doch nicht nach jeder Richtung erscheinen, welches allerdings auf eine geringe Verschiedenheit schliesen läßt. Ich setze billig voraus, daß die zu beobachtenden Zeichen in ähnlichen Lokalverhältnissen stehen, sonst liegen sie



in verschiedenen Mitteln, und man kann bei großer Zielferne wenig Genauigkeit erwarten.

Wie äußert sich aber die Einwirkung des Bodens auf diejenigen Lichtstrahlen, welche der Beobachter unter größeren Winkeln mit dem Horizonte empfängt? Man kann annehmen, und so zeigt es die Erfahrung, daß die, wenn gleich nicht gesetzlosen, doch schwerlich in Rechnung zu ziehenden Veränderungen, die ganz in der Nähe des Erdbodens statt haben, in einiger Entfernung von demselben aufhören. Wer wird die Abnahme der Wärme in der Atmosphäre nach derjenigen beurtheilen, welche in den Entfernungen der ersten Zolle von derselben statt hat! Der Erdkörper, der auf die ihm unmittelbar berührende und zunächst umgebende Luft einen beträchtlichen Einfluss hat, ändert zwar noch die Luftdichtigkeit in größeren Entfernungen, aber die bestimmenden Ursachen sind nicht mehr so mannigfaltig und zufällig, daß ihre Wirkung, wenn es gleich noch schwierig, sie ganz genau zu bestimmen, noch als ganz unregelmäßig anzusehen ist, da jene in der Nähe des Bodens merkliche Wirkungen in größerer Entfernung als unerheblich außer Acht gelassen werden dürfen. Beobachtungen ergeben, daß in Erhöhungen von etwa 40 Metern die in der Nähe des Bodens bemerkten Anomalien nicht statt haben, vorausgesetzt, daß der Lichtstrahl nicht denselben berührt oder doch zu nahe kömmt, bevor er zum Auge des Beobachters gelangt. In gedachter Höhe auf einem 16800 Meter entfernten Punkt, der im Mittel  $3' 28'',2$  unterm Horizont erschien, findet sich nur eine Abweichung von  $10''$  vom größten bis zum kleinsten Beobachtungsergebnis, also nur  $5''$  vom Mittel, und diese Abweichungen gehen schon nach einem andern Gesetze, als diejenigen in der Nähe des Bodens. Sie gehören zu denen, von welchen ich nun Rechenschaft zu geben habe.

## II. Beobachtungen hoher Punkte.

Bevor ich Gelegenheit fand, die großen Anomalien der Lichtbrechung in der Nähe des Bodens bestimmt zu messen, hatte ich schon gesucht zu erfahren, wie viel die Strahlenbrechung die scheinbare Höhe ferner Berge zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten abändere, um nach erlangter Uebersicht sie zweckmäßiger zu untersuchen. Diese vorläufigen nur gelegentlich angestellten Beobachtungen sind aber deswegen in der Zusammen-

stellung aller aufgenommen, weil sie doch unter andern Umständen als alle darauf folgenden gemacht sind. Die Gesichtslinie geht nicht über Wasser fort, denn die nicht breite Aar darf wohl kaum berücksichtigt werden, das Instrument stand in einem Fenster etwa 150 Fufs über den Fluß. Die Höhenwinkel sind auch beträchtlicher als in den spätern Beobachtungen, und so dienen jene diese zu bekräftigen, und den vielleicht sonst möglichen Gedanken, als ob die kleinen Erhöhungswinkel den größten Antheil an den beobachteten Verschiedenheiten der Brechung hätten. Sehr oft ist der über 5 Grad betragende Höhenwinkel eines nur 10000 Fufs fernen Objects gemessen, an welchen aber keine Veränderung mehr merklich war. Das Mittel aller Beobachtungen ist  $5^{\circ} 21' 51''$ , 1, die größte ist  $5^{\circ} 21' 57''$ , 7, die kleinste  $5^{\circ} 21' 43''$ , 5, welche beide als äußerste Abweichungen wenigstens zum Theil für Fehler der Beobachtung gehalten werden müssen. Die Veränderungen, welche in den Höhenwinkeln der hohen Alpen statt haben, hatte ich, nachdem sie der Winkelmesser schon bekannt gemacht hatte, Gelegenheit, im Jahre 1801 auf eine Weise zu beobachten, welche ich viel früher anzuwenden suchte, aber nicht bequem zu finden war. Ich sah in dieser Zeit zuweilen von Bern aus nach einem fernen stets mit Schnee bedeckten Bergrücken, welcher so lag, dafs gerade ein etwa nur eine Meile entlegener Gegenstand zuweilen höher, zuweilen niedriger als der Bergrücken erschien, und maafs einige mahl die Differenz der Höhenwinkel mit einem feinen an einem starken Fernrohr angebrachten Mikrometer, wodurch sich fand, dafs von Morgen bis zum Abend eines heitern Tages der Bergrücken gegen den nähern Gegenstand um 50 Sexagesimalsekunden sank, der absolute Höhenwinkel nach Schätzung mag wohl nicht 2 Grad betragen haben.

Im Jahre 1797 sind die Höhenwinkel der Chasseral und der Hasenmatt in gleicher Absicht einigemale gemessen, an eben den Tagen, als die Beobachtungen über die Refraktionsveränderung in der Nähe des Bodens geschahen, aber hier wegen vieler Beschäftigung nicht verfolgt. Die Chasseral war zu nahe um beträchtliche Differenzen zu geben, die ich doch nachher nirgends so beträchtlich als hier bei gleicher Entfernung des Gegenstandes beobachtet habe. Die vollständigere Reihe von Beobachtungen ist die von den Jahren 1803 und 1804. In Neuchatel sieht man die ganze Alpenkette der Schweiz vor sich liegen, und kann Beobachtungspunkte wählen. Nach einigen Beobachtungen fand ich zuträglich, in den Fern-

röhren die feinsten Spinnwebenfäden, die sich nur handhaben ließen, zu kennen, um der Wirkung der Beugung des Lichts an den stärkern Fäden auszuweichen, die vorzüglich an den metallenen des größern Kreises merklich ist, und das Bild im Fernrohr undeutlich macht, wenn es zur Berührung des Fadens kömmt. Die hineingebrachten Fäden nehmen kaum ein paar Sekunden im Winkel ein, und man sah immer mit der größten Sicherheit ob ein Berggipfel über oder unter den Faden war, ob er ihn aber auf der einen oder der andern Seite berührte, liefs sich nicht weiter entscheiden. Es sind zwei verschiedene Instrumente gebraucht, ein Vervielfältigungskreis von Lenoir,  $10\frac{1}{2}$  Zoll Diameter mit 15zölligen sehr guten Fernröhren und der schon mehr erwähnte 16zöllige Kreis von Cary, mit 2füßigen Fernröhren. Jede Beobachtung ist wenigstens das Resultat der Messung einer doppelten Zenitentfernung. Die Resultate der Beobachtungen sind bis auf Dezimaltheile einer Sexagesimalsekunde angegeben, dafs sie darauf nicht sicher sind, versteht sich wohl von selbst, da die Ablesungen nur durch Schätzung der Bruchtheile der Vernierangabe im französischen, und durch eben dieses Verfahren, aber zugleich auch durch die Mikrometerangabe am englischen Kreise, einzeln statt hatten. Aber da jedes Resultat aus vier oder acht Ablesungen gezogen ist, so glaubte ich sie nicht übergehen zu dürfen. Vollkommenere Instrumente wären vortheilhaft gewesen, nicht so wohl um die Beobachtungen weniger mühsam, sondern mit noch gröfserer Sicherheit schneller und häufiger noch vollbringen zu können. Von der Vervielfältigung der Winkel erwarte ich nicht viel, da sie zu Mittelresultaten führen, welche eben vermieden werden sollten. Indessen sind einige doch unter Umständen vorgenommen, wo man die Refraktion für beständig genug hielt. Die Beobachtungen über ein ganzes Jahr fortgesetzt, sind auch aus dem Grunde etwas zahlreich, damit auch die Menge mit zu ersetzen diene, was den einzelnen Angaben nach an Genauigkeit fehlen könnte, und um aus ihrer Uebereinstimmung nach Berücksichtigung der Umstände zu beurtheilen, welches Zutrauen sie verdienen. Ueberdem sind meistens so viel möglich gleichzeitige Beobachtungen mehrerer Punkte im Register aufgezeichnet, nicht nur damit die Beobachtung eines Punktes die eines andern bewähre, sondern auch, und vornehmlich um die Aenderung der Refraktion in derselben Zeit für verschiedene absolute Höhen in verschiedenen Entfernungen zu erhalten. Die Umstände der Witterung sind, so viel es sich thun liefs, bemerkt. Anfäng-

lich fehlen sie, da es noch nicht die Absicht war, daß diese Beobachtungen, die einen besondern Zweck nur hatten, lange genug fortgesetzt werden sollten. Nachher fehlten zuweilen die Hygrometerangaben. Für das Delücsche möchte ich nicht bürgen. Es dient aber doch, wenn nicht den absoluten richtig, doch den relativen hygrometrischen Zustand der Luft anzuzeigen.

Der Ort des Instruments in Neuchatel war zuerst in Bellevaux, einem hart am-See gelegenen Hause. Es stand in einem Fenster, das Fernrohr 23,5 Meter über die niedrigste Wasserfläche, und befand sich größtentheils im Freien. Nur selten ward beobachtet wenn die Sonne störte.

Nachher stand das Instrument im Schlosse, in einem Saal, wo man nur die Fenster zur Beobachtung öffnen durfte, und war unabhängig vom Fußboden des Beobachters. Des Fernrohr war hier 46<sup>m</sup>,84 über den See, nur 32 Meter gegen Osten, 103 Meter gegen Norden vom vorigen Beobachtungsorte entfernt. Die Seite des Schlosses gegen den See und den Alpen hin, war um 2 Uhr im Sommer schon im Schatten, und überdem ziemlich durch ein weit vorragendes Dach geschützt, so daß von der Erwärmung wenig zu fürchten war; auch beweisen Beobachtungen auf nähern Gegenständen, daß die Wirkung nicht merklich sei. Die oben angegebenen Resultate eines 10000 Fußs entfernten Objectes, und zwar in einer fast gerade gegen Süden gerichteten Linie, zeugen gleichfalls für diese Behauptung, die auch von diesem Standort aus durch eigene Beobachtungen bekräftigt wurde.

Was die Lage der beobachteten Punkte betrifft, so wird man sie den Namen nach auf etwas vollständigen Karten der Schweiz auffinden können. Allein es war erforderlich, diese Punkte näher zu bestimmen, um aus den Beobachtungen nicht nur bestimmtere Folgerungen abzuleiten, nicht bloß die relativen Veränderungen sondern auch die absoluten Größen der Refraktion zu erhalten.

Die gegenseitige Lage der Objekte und ihre Entfernungen sind deswegen trigonometrisch bestimmt worden, und beruhen auf die Bestimmung einer Basis am nördlichen Ende des Sees von Neuchatel, deren Länge, auf die Meeresfläche genommen, 3896,1 Meter beträgt. Von dieser geht eine Dreieckverbindung über den See und an dem Jura von der Chasseral bis zur Dole, deren Auseinandersetzung hier überflüssig wäre. Nur ist zu bemerken, daß auf dem Mont-tendre und der Dole weder Signale errichtet

gewesen noch alle drei Winkel der sie bestimmenden Dreiecke gemessen sind. Aber durch überzählige Dreiecke an diese Punkte gelegt, hat man sich versichert, daß keine Ursache vorhanden sei, von der Hauptdreieckreihe abzuweichen oder ein Mittelresultat anzunehmen.

Die durch diese Messung bekannte Entfernung des Hauses Bellevaux in Neuchatel vom Signal von Concise gab eine bequeme Standlinie für einige der zu den Alpen gehörigen Berge. Die an derselben, so wie auf dem Moleson und dem Oldenhorn gemessenen Winkel bestimmen sowohl die Lage dieser Berge als auch der Bera und der Branleire. Obwohl auch diese Punkte bereiset worden, so sind gerade die zu diesen Dreiecken nöthigen Winkel entweder gar nicht oder doch nicht mit sehr vollkommenen Werkzeugen beobachtet. Auch das Signal von Concise war auf dem Moleson nicht zu erkennen, so daß also keines dieser Dreiecke drei gemessene Winkel hat. Aber für die Entfernung des Moleson von Bellevaux erhielt man drei von einander unabhängige Bestimmungen, da noch die gleichfalls aus der ersten Dreieckreihe bekannte Entfernung zwischen Bellevaux und der Kirche zu Estavayer als Basis für den Moleson diente, in welchem Dreieck gerade der spitze Winkel auf den Moleson einer der gemessenen ist, und für die Entfernung desselben von Bellevaux mit den andern Resultaten genügend übereinstimmte, so daß man auch hier allein bei den Hauptdreiecken stehen geblieben ist.

Da Bellevaux und das Signal von Concise mit den hohen Punkten des Jura in trigonometrischer Verbindung stehen, so sind denn auch die beobachteten Punkte der Alpen mit ihnen verknüpft und die Entfernung zwischen Moleson und Chasseron war also gegeben.

Diese diente die Lage des Montblanc, der Tour d'Aï, der Dent de Midi und der Dent d'Oche zu erhalten, Dreiecke in welchen keine Signale gebraucht sind. Da an diesen Entfernungen nicht so viel als an den vorigen gelegen war, so erlaubte man sich auch diese Winkel nicht mit dem Vielfältigungskreis zu nehmen, um so mehr da des Montblanc höchste Kuppe von den Punkten wo sie beobachtet wurde, etwas breit und nur flach abgerundet erscheint, also ohne Signal kein sicheres Zielen zuläfst.

Die Entfernung der Dole vom Montblanc folgt aus dieser Messung, und da sie auch nach den Angaben von Schuckburgh aus seinen bekannten Operationen in der Gegend von Genf sich folgern läßt, so habe ich sie nach seinen Dreiecken berechnet und für dieselbe 88478,3 Meter gefunden.

Meine Messung giebt beinahe 88,475 Meter. Der Unterschied von ohngefähr 4 Metern ist für diese Entfernung und in Betracht der Schwierigkeit wegen der Kuppen beider Berge so auffallend geringe, als hätte man die Absicht gehabt, beide Messungen in Uebereinstimmung zu bringen. Wie viel aber auch dem glücklichen Zufall in dieser Zusammenstimmung beigegeben werden mag, so wird dieselbe doch als Beweis der Genauigkeit der Operationen jenes Naturforschers anzusehen sein, und für die Richtigkeit meiner Beobachtungen eine augenfällige Sicherheit geben, welche freilich in Hinsicht auf den gegenwärtigen Zweck, für welchen sie eigentlich doch nur angestellt worden sind, nicht die allergrößte Genauigkeit in den Entfernungen der Punkte bedürfen.

Zur Uebersicht der Lage der beobachteten Objekte ist ein Entwurf der vornehmsten Punkte der größeren Dreieckverbindung dieser Messung beigelegt, aus welcher folgende Resultate zum Zweck dieser Abhandlung hinreichen.

| Name<br>des Punkts.     | Abstand von Bellevaux zu Neuchatel<br>in Metern. |                       |
|-------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|
|                         | östlich od. westlich.                            | nördlich od. südlich. |
| Neuchatel. Bellevaux    | 0,0                                              | 0,0                   |
| Estavayer. Kirche . .   | 6050,1 westlich.                                 | 15677,0 südlich.      |
| Concise. Signal . . . . | 15381,2 westlich.                                | 13806,7 südlich.      |
| Chasseral . . . . .     | 10073,7 östlich.                                 | 15782,1 nördlich.     |
| Chasseron . . . . .     | 29606,2 westlich.                                | 15398,7 südlich.      |
| Mont-tendre . . . . .   | 47236,4 westlich.                                | 43856,9 südlich.      |
| Dent de Vaulion . . . . | 43991,9 westlich.                                | 33964,3 südlich.      |
| La Dole . . . . .       | 63568,9 westlich.                                | 62570,4 südlich.      |
| Bera . . . . .          | 19700,6 östlich.                                 | 34994,5 südlich.      |
| Moleson . . . . .       | 6945,9 östlich.                                  | 49160,3 südlich.      |
| Branleire . . . . .     | 19038,3 östlich.                                 | 48909,3 südlich.      |
| Oldenhorn . . . . .     | 22710,7 östlich.                                 | 73533,5 südlich.      |
| Montblanc . . . . .     | 4768,3 westlich.                                 | 128678,5 südlich.     |
| Dent de Midi . . . . .  | 1647,0 östlich.                                  | 90915,0 südlich.      |
| Dent d'Oche . . . . .   | 10928,0 westlich.                                | 73189,0 südlich.      |
| Tour d'Al . . . . .     | 5805,0 östlich.                                  | 68773,0 südlich.      |

Alle Punkte, für welche Refraktionsänderungen beobachtet sind, auch trigonometrisch zu bestimmen, war grade nicht nothwendig. Reisen nach entlegenen Orten, verbunden mit, öfters den Zweck ganz oder zum Theil verfehlerndem, Aufenthalt mehrerer Tage auf Bergspitzen, hätten mehr Zeit und Mittel erfordert, als zu diesen Messungen verwandt werden konnten. In mehrern Rücksichten wird es auch hinreichen, die Entfernungen der beobachteten Punkte nur so genau zu kennen, als sich dieselben aus einer guten Karte abnehmen lassen. Die in obiger Tabelle angegebenen Entfernungen beziehen sich auf die Meeresfläche, über welche die Höhe des Sees von Neuchatel 1340 pariser Fufs gefunden ist.

Beobachtungen in Bern.

| Zeit der Beobacht.                         | Name des Berges.                                                     | Scheinbarer Höhenwinkel                                                 | Bemerkungen.                                                                                               |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1792.<br>26. Dec.<br>vor Sonn.<br>Aufgang. | Finsterarhorn                                                        | 2° 50' 17",2                                                            | Wärme der Luft 23° Fahr., eine fast vollständige Beobachtung, aber die Spitze des Berges ist sehr unruhig. |
| 1793.<br>23. Febr.<br>Nachmitt.            | Finsterarhorn<br>Jungfrauhorn                                        | 2. 49. 37,0<br>3. 12. 23,5                                              | einfache Beob.                                                                                             |
| 24. Febr.<br>gleich nach<br>Sonn.-Aufg.    | Finsterarhorn<br>Jungfrauhorn                                        | 2. 50. 06,5<br>3. 12. 56,0                                              | Wärme der Luft 31° Fahr.<br>einfache Beob.                                                                 |
| 25. Febr.<br>Nachmitt.                     | Gurten<br>Wetterhorn<br>Schreckhorn<br>Finsterarhorn<br>Jungfrauhorn | 5. 21. 43,5<br>2. 42. 26,8<br>2. 52. 21,8<br>2. 49. 40,2<br>3. 12. 22,5 | vielleicht nicht gute Beob.<br>alles vollständige Beobachtungen auf beiden Seiten des Kreises.             |
| 17. März<br>Vormitt.                       | Gurten<br>Jungfrauhorn                                               | 5. 21. 51,3<br>3. 12. 7,2                                               | vollständige Beob.                                                                                         |

## Beobachtungen in Bern.

| Zeit der Beobacht. | Name des Berges. | Scheinbarer Höhenwinkel | Bemerkungen.                                                                                                                                  |
|--------------------|------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 28. März           |                  |                         |                                                                                                                                               |
| Vormitt.           | Gurten           | 5. 21. 51,1             |                                                                                                                                               |
| Nachmitt.          | Jungfrauhorn     | 3. 12. 20,7             | vollständige Beob.                                                                                                                            |
|                    | Finsterarhorn    | 2. 49. 32,6             | einfache Beob., die Spitze undeutlich.                                                                                                        |
| 1. April           | Gurten           | 5. 21. 48,7             |                                                                                                                                               |
| Nachmitt.          | Jungfrauhorn     | 3. 12. 6,5              | vollständige Beob.                                                                                                                            |
| 11. Mai            | Schreckhorn      | 2. 51. 54,0             | einfache Beob.                                                                                                                                |
| Nachmitt.          | Wetterhorn       | 2. 42. 11,5             |                                                                                                                                               |
| 2. Juni            |                  |                         |                                                                                                                                               |
| Nachmitt.          | Jungfrauhorn     | 3. 12. 07,0             | einfache Beob.                                                                                                                                |
| 3. Juni            | Gurten           | 5. 21. 53,4             |                                                                                                                                               |
| Nachmitt.          | Finsterarhorn    | 2. 49. 20,1             | einfache Beob.                                                                                                                                |
| 7. Juni            | Jungfrauhorn     | 3. 11. 41,0             | An jedem der 3 verschiedenen Fäden des Fernrohrs beobachtet. Eine jede Beob. ist vollst. Wärme d. Luft 75°. Bar. 28,185 engl. Z mit 68° Temp. |
| Nachmitt.          |                  | 3. 11. 44,8             |                                                                                                                                               |
|                    |                  | 3. 11. 46,3             |                                                                                                                                               |
| 8. Juni            | Jungfrauhorn     | 3. 12. 05,5             | an allen 3 Fäden vollständ. beobachtet. Wärme der Luft 60°.                                                                                   |
| Morgens            |                  | 3. 11. 38,9             |                                                                                                                                               |
| 6½ Uhr.            |                  | 3. 12. 06,0             |                                                                                                                                               |
| 4. Juli.           | Jungfrauhorn     | 3. 11. 53,5             | Wärme der Luft 75°. vollst. Beob.                                                                                                             |
|                    | Gurten           | 5. 21. 54,5             |                                                                                                                                               |
| 7. Juli.           | Jungfrauhorn     | 3. 11. 32,7             | Wärme der Luft 87°,5. vollst. Beob. zwischen 3 <sup>u</sup> 40 <sup>M</sup> und 5 <sup>u</sup> 15 <sup>M</sup> .                              |
| Nachmitt.          | Finsterarhorn    | 2. 48. 54,5             |                                                                                                                                               |
|                    | Wetterhorn       | 2. 41. 52,8             |                                                                                                                                               |
|                    | Gurten           | 5. 21. 44,8             |                                                                                                                                               |
|                    |                  |                         | bei Sonnenuntergang.                                                                                                                          |



Beobachtungen in Bern.

| Zeit der Beobacht. | Name des Berges. | Scheinbarer Höhenwinkel | Bemerkungen.                                                                                                                                 |
|--------------------|------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8. Juli            | Jungfrauorn      | 3° 12' 20",0            | Bei Sonnenaufgang. Wärme d. L. 63°,5.                                                                                                        |
| Morgens.           | Finsterarhorn    | 2. 49. 42,5             | Sind alles einfache Beob. Das Instrument war seit vorigem Abend unverrückt stehen geblieben, um die Höhenuntersch. schnell nehmen zu können. |
|                    | Wetterhorn       | 2. 42. 35,0             |                                                                                                                                              |
|                    | Gurten           | 5. 21. 52,6             |                                                                                                                                              |
| Nachmitt.          | Finsterarhorn    | 2. 48. 52,5             | Wärme der Luft 90°.                                                                                                                          |
| 9. Dec.            | Gurten           | 5. 21. 52,0             | Wärme der Luft 36°,3.                                                                                                                        |
| Nachmitt.          | Finsterarhorn    | 2. 50. 8,0              | einfache Beob.                                                                                                                               |
|                    | Jungfrauorn      | 3. 12. 40,0             | vollständige.                                                                                                                                |

Als diese Beobachtungen angefangen wurden, glaubte ich zwar nicht mehr so große Aenderungen der scheinbaren Erhöhungswinkel zu finden, als wohl nach den Angaben einiger Naturkundiger hätten erwartet werden können; allein so geringe als ich sie fand, war doch wider meine Vermuthung. Anfänglich begnügte ich mich daher mit einfachen Beobachtungen, solchen nemlich, die ohne Umwendung des Kreises mit Zuziehung des durch andere Beobachtungen bekannt gewordenen Collimationsfehlers die scheinbare Erhöhung geben, bis ich gewahr wurde, daß hier keine Sorgfalt überflüssig sei. Die gewählten Objekte sind die fernsten und höchsten von Bern sichtbaren Alpenspitzen, weil sich eben bei diesen die größere Aenderung der Strahlenbrechung voraussetzen liefs. Das Finsterarhorn ist vom Beobachtungspunkt über 211100 pariser Fufs entfernt, der Gurten aber ein nur 10000 Fufs ohngefähr entlegener Hügel. Dieser Punkt, jenen fernem zur Vergleichung der Beobachtungen zugeordnet, wurde um so fleißiger beobachtet, je schwieriger es hielt, Veränderungen seiner scheinbaren Höhe wahrzunehmen. Dies geschah nicht allein, um deren Größe zu beurtheilen, sondern auch weil man das Merkzeichen auf diesem Hügel sehr scharf beobachtete und stets zur Bestimmung des Collimationsfehlers des Kreises benutzen konnte. Die, wenn gleich feinen, metallenen Fäden im Fernrohr deckten doch einen Raum von 11 Sekunden an den gesehenen Objekten. Die durch sie entstehende Unsicherheit des Zielens, indem sie deutliches Sehen von ihnen berührter Bilder ferner lichtschwacher Objekte

erschweren, war beim Finsterarhorn am merklichsten, beim Objekt auf dem Gurten aber gar nicht hinderlich. Unter 24 vollständigen bei den verschiedensten Temperaturen angestellten Beobachtungen dieses Punkts, deren Mittel  $5^{\circ} 21' 51'',1$  sind die beiden grössten Resultate  $5^{\circ} 21' 55'',3$  und  $57'',7$ , das kleinste  $45'',9$ , das unter oben aufgeführten Beobachtungen vorkommende aber bezweifelte Resultat von  $43'',5$  weggelassen, jenes grösste von  $57'',7$  aber ist mir noch verdächtiger. Als äusserste zulässliche Beobachtungen dürfen daher, meiner Meinung nach, nur  $50^{\circ} 21' 55'',3$  und  $45'',9$  genommen und diese noch als mit dem leicht möglichen Fehler einer gut geachteten Beobachtung behaftet angesehen werden. Setzt man diesen beim gebrauchten Instrument nur auf  $2'',5$ , so folgt, dass wirklich der grösste scheinbare Höhenwinkel vom kleinsten nur  $9'',4 - 5'' = 4'',4$  unterschieden und die Abänderung der Brechung des Lichtstrahls für den beobachteten Punkt nicht grösser angenommen werden dürfe, die Abweichung vom Mittel also nur  $2'',2$  betrage.

Bei den entfernten Objekten hingegen zeigt sich die Veränderung der Brechung auffallend genug, und eine weitere Erörterung der sie betreffenden Beobachtungen ist hier nicht die Absicht, auch wird man sie leicht mit Zuziehung der schon gegebenen Bemerkungen anstellen und die wahrscheinliche Grenze der Veränderungen ausmitteln können. Es fehlen bei diesen Beobachtungen nähere meteorologische Angaben, die nicht in dasselbe Buch aufgezeichnet und verloren gegangen sind. Doch gerade die wesentlichsten, nemlich die Lufttemperaturen beim Fernrohr des Instruments, welches wie in freier Luft ausserhalb den Fenstern des Beobachtungszimmers hervorstand, wurden neben dem beobachteten Höhenwinkel öfters angemerkt.

Man muss nicht aus den obigen Beobachtungen des nähern Objekts schliessen, dass für nicht besonders grosse Entfernungen die Refraktionsänderung stets so geringe nur wahrgenommen würde, denn dies hängt von der Stellung des Instruments ab. Ist diese nicht so entfernt von dem Erdboden, wie bei den obigen Beobachtungen, so kommen ganz andere Resultate, wie aus folgendem erhellt, wo das Instrument auf der Erde stand, ein Objekt unter einem nicht beträchtlich verschiedenen Höhenwinkel freilich merklich ferneres und also auch absolut höheres beobachtet wurde. Allein es wäre sicher überflüssig, für ein grade gleich erhöhtes und entferntes Objekt,

als das vorige, solche Beobachtungen mitzutheilen, welche einzig durch den Ort des Instruments in ihren Resultaten abweichen.

An demselben Punkt, wo die ersten oben angeführten Beobachtungen der Brechung von Lichtstrahlen, die wenig über die Erdoberfläche fortgehen, angestellt sind, wurden gleichzeitig Höhenwinkel von 2 Punkten des Jura-gebirges, der Chasseral und der Hasenmatt genommen. Das Merkzeichen jenes Berggipfels war 48700, das auf dieser Kuppe 82000 pariser Fufs vom Beobachtungsort entfernt. Allein dies letztere für die Entfernung zu klein, im Fernrohr bei der Collimation völlig verschwindend oder zu schwer zu erkennen, um sicher beobachtet zu werden.

Den 12. August 1797 Morgens, unmittelbar nach der Beobachtung des Signals am Murtner See, fand man

Höhenwinkel der Chasseral . . . . .  $4^{\circ} 9' 48''$

— — — Hasenmatt . . . . . 2. 4. 15.

Am 14. August Morgens bei  $12^{\circ}$  R. Wärme, ebenfalls gleich nach der Beobachtung des Murtner Signals,

Chasseral . . . . .  $4^{\circ} 9' 38'',7$

Hasenmatt . . . . . 2. 4. 19,5

Die Beobachtungen endeten um  $8^u 15'$ , da dann die Temperatur der Luft auf  $15^{\circ}$  R. schon gekommen war.

Nachmittags bei  $20^{\circ}$ , da die so nahen beobachteten scheinbaren Nebel die größte Erwärmung des Bodens andeuteten,

Chasseral . . . . .  $4^{\circ} 9' 17'',0$

Hasenmatt . . . . . 2. 4. 5,5

Abends, nachdem der See sichtbar geworden, Therm.  $12^{\circ},7$

Chasseral . . . . .  $4^{\circ} 9' 42'',5$ .

Die Beobachtung endet erst, da es schon schwer hält, wegen anfangender Dunkelheit die Anzeige des Verniers des Kreises abzulesen. Aber auch die Anzeige in der ersten Lage vor der Umwendung des Instruments, die noch sehr gut abgelesen werden konnte, für sich allein genommen und mit der frühern Nachmittagsbeobachtung verglichen, gab gleichfalls eine sehr merkliche Zunahme des Winkels, so daß man denselben nicht niedriger als  $4^{\circ} 9' 28'',4$  annehmen kann.

Den 15. August bei Sonnenaufgang

Chasseral . . . . .  $4^{\circ} 9' 44'',1$

Während der Beobachtung war das Thermometer im Freien von  $5^{\circ},4$  bis

6°,5 R. gestiegen. Das Barometer hatte sich seit dem vorigen Tage wenig geändert, wie die schon oben verzeichneten Beobachtungen angeben.

Nachdem die Spiegelung schon angefangen und beobachtet war, ergab sich zwischen 9 und 10 Uhr Chasseral ... 4° 9' 30',3.

Ein anderer Beobachter wiederholte die Messung und fand 4° 9' 27'',6. Th. 18°,7.

Am Nachmittag kam das Thermometer über 22° R., gewöhnlich in der Höhe der Beobachter über dem Boden, stets aber vor direkten Sonnenstrahlen geschützt, beobachtet. Die Temperatur des Tages hatte also allmählig von früh Morgens an um 17° R. geändert. Solche Aenderungen sind, besonders auf dieser Ebene, an schönen Tagen gar nicht ungewöhnlich.

Es mag sein, daß zufällig die Morgenbeobachtung vom 12ten den Höhenwinkel der Chasseral zu groß und die Nachmittagsbeobachtung des 14ten denselben zu klein giebt. Denn selbst die Beobachtungen am 15ten für sich geben noch eine solche Verschiedenheit der Refraktion, die ich später, bei gleichen Entfernungen und Höhen, nicht beobachtet habe. Freilich waren die Umstände nie vollkommen darnach, um sie so groß wie obige erwarten zu können.

### *Beobachtungen in Neuchatel im Hause Bellevaux.*

#### *Neuchatel. Bellevaux.*

| Zeit der Beobachtung.                 | Barometer, Thermometer, Hygrometer. | Namen der Berge.                                          | Zenitabstände. Höhenwinkel.                         | Bemerkungen.                                                                                                                                               |
|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 24. März 1803<br>Ab. 5 <sup>u</sup> 0 | Therm. 10° R.                       | Montblanc<br>Finsterarhorn<br>Jungfrau<br>Moleson         | 98°,3890<br>98,1076<br>97,8764<br>98,2149           | Zenitabstände beobachtet mit einem Wiederholungskreis von Le Noir. Die Thermometerskale ist die Reaumur'sche, die des Barometers pariser Zolle und Linien. |
| Sonn.Unt.                             | — 8° —                              | Dent de Midi                                              | 98,4587                                             |                                                                                                                                                            |
| 25. März<br>Mg. 8 <sup>u</sup> 45     |                                     | Jungfrau<br>Item<br>Montblanc<br>Finsterarhorn<br>Moleson | 97,8594<br>97,8592<br>98,3695<br>98,0973<br>98,2045 | Statt des Seidenwurmsfaden ward ein Spinnwebefaden ins Fernrohr gemacht.                                                                                   |

Neuchâtel. Bellevaux.

| Zeit der Beobachtung.                                                                                 | Barometer, Thermometer, Hygrometer.                                                 | Namen der Berge.                                                                                                  | Zenitabstände. Höhenwinkel.                                                                                | Bemerkungen.                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 25. März<br>Ab. 4 <sup>u</sup> 30                                                                     | Bar. 27" 0"<br>Therm. 10°                                                           | Montblanc<br>Finsterarhorn<br>Moleson<br>Bera<br>Raye de Pezzarneze<br>Fogliera                                   | 98 <sup>o</sup> ,3907<br>98,1127<br>98,2189<br>98,1566<br>97,9492<br>97,9390                               |                                                                                                                                                                                                                     |
| 5 45                                                                                                  |                                                                                     |                                                                                                                   |                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                     |
| 26. März<br>Mg. 5 <sup>u</sup> 35<br>Sonnenaufg.<br>6 <sup>u</sup> 25<br>10. 10<br>10. 30<br>Ab. 2. 0 | Bar. 26" 11" <sup>0</sup><br>Therm. 2,5<br>Therm. 8,0<br>Therm. 11,5<br>Bar. 26. 11 | Finsterarhorn<br>Montblanc<br>Jungfrau<br>Moleson<br>Jungfrau<br>Montblanc<br>Moleson<br>Item<br>Item<br>Jungfrau | 98,1004<br>98,3771<br>97,8637<br>98,2007<br>97,8674<br>98,3694<br>98,2181<br>98,2151<br>98,2185<br>97,8715 | Heitrer Himmel den ganzen Vormittag.<br><br>Der westl. Theil der Alpenkette fängt an sich zu verbergen. Dünste umgeben gegen Sonnenuntergang die Tour d'Aï etc.                                                     |
| 28. März<br>Mg. 9 <sup>u</sup> 0<br>Ab. 3 <sup>u</sup> 0<br>5. 10<br>5. 20                            | B. 26" 11,5<br>Therm. 11<br>Therm. 10                                               | Moleson<br>Moleson<br>Bera<br>Moleson                                                                             | 1° 36. 28,5<br>1. 36. 07,8<br>1. 39. 30,5<br>1. 36. 27,0                                                   | Höhenwinkel beobachtet mit Cary's Kreis. Gegen 9 Uhr lassen sich Wolken auf die Alpen herab. Der Wind weht den ganzen Tag aus Westen. Ueberzogener Himmel. Die Objekte schwanken, nach Schätzung, bis gegen 20 Sek. |
| 29. März<br>Morg. 11 <sup>u</sup>                                                                     |                                                                                     | Moleson                                                                                                           | 1. 36. 33,1                                                                                                | Bedeckter Himmel. Regen und Blitze in der folgenden Nacht.                                                                                                                                                          |
| 30. März<br>Ab. 4 <sup>u</sup> 0<br>6. 10                                                             | Bar. 27" 11"<br>Th. 10°<br>Th. 17,5                                                 | Bera<br>Fogliera                                                                                                  | 98 <sup>o</sup> ,1590<br>97,9384                                                                           | Erscheint sehr klar durch Wolken, ohne von direkten Sonnenstrahlen erleuchtet zu sein. Es regnet von Zeit zu Zeit, mit nicht starkem Westwind.                                                                      |

## Neuchatel. Bellevaux.

| Zeit der Beobachtung.                                                             | Barometer, Thermometer, Hygrometer.                                                                  | Namen der Berge.                                                                                                              | Zenitabstände. Höhenwinkel.                                                                                                                          | Bemerkungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 31. März<br>Mg. 9 <sup>u</sup> 0<br>10. 30<br>12.<br>Ab. 3 <sup>u</sup> 0<br>5. 0 | Bar. 27'' 1'''<br>Therm. 7,5<br>Therm. 12<br>11,5                                                    | Montblanc<br>Moleson<br>Moleson<br>Montblanc<br>Moleson<br>Jungfrau<br>Finsterarhorn<br>Finsterarhorn<br>Moleson<br>Montblanc | 1° 27' 43'',3<br>1. 37. 02,2<br>1. 36. 22,5<br>1. 27. 23,0<br>1. 36. 09,0<br>1. 54. 30,5<br>1. 41. 57,6<br>1. 41. 52,5<br>1. 36. 05,5<br>1. 27. 02,5 | Wolkenfreie Atmosphäre den ganzen Tag.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2. April<br>Ab. 2 <sup>u</sup> 20<br>4. 30                                        | Bar. 26'' 9'''<br>Therm. 13,0                                                                        | Moleson<br>Moleson                                                                                                            | 98° 21' 33<br>98,2173                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3. April<br>Mg. 9 <sup>u</sup><br>10. 45<br>Ab. 5. 30                             | Bar. 26'' 8''' 5<br>Therm. 9<br>Therm. 12                                                            | Moleson<br>Tour d'Aï<br>Tour d'Aï<br>Tour d'Aï                                                                                | 98,2118<br>98,5449<br>1° 18' 21'',5<br>1. 17. 49,3                                                                                                   | Ist nicht zu niedrig beobachtet, auch ist keine Undulation, aber der Himmel ist bedeckt und die hohen Alpen sind unsichtbar. Die Sonne scheint.                                                                                                                                                                                             |
| 4. April<br>Ab. 2 <sup>u</sup> 0<br>Sonn.Unt.                                     | Bar. 26'' 9''' 5<br>Therm. 8<br>Therm. 8,5<br>Therm. 15,0<br>15,3<br>Therm. 12,5<br>Bar. 26'' 9''' 7 | Tour d'Aï<br>Moleson<br>Tour d'Aï<br>Tour d'Aï<br>Moeson<br>Moevran<br>Dent du Valais                                         | 1° 18' 30,5<br>1. 36. 32,0<br>1. 18. 17,2<br>1. 17. 44,3<br>1. 35. 59,1<br>1. 16. 10,0<br>1. 13. 27,0                                                | Am Abend ist die Deutlichkeit, mit welcher man sieht, ganz außerordentlich. Die Durchsichtigkeit der Luft vollkommen, obgleich Wolken vorhanden sind, welche hie und da eine Bergspitze umhüllen.<br>Um die Zeit von Sonnenuntergang erhebt sich der Joran und Ab. 9 U. ist der Himmel fast ganz mit Wolken überzogen. Th. 10. Bär. 26. 11. |

## Neuchâtel. Bellevaux.

| Zeit der Beobachtung.                           | Barometer, Thermometer, Hygrometer. | Namen der Berge. | Höhenwinkel.              | Bemerkungen.                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13. April<br>Ab. 4 <sup>u</sup> 15 <sup>m</sup> | Therm. 15<br>Bar. 27" 1"            | Moleson<br>Item  | 1°35'53",2<br>1. 35. 54,5 | Moleson kaum sichtbar wegen der Bise (Ostwind) die ziemlich stark weht und heftiger in den vorhergehenden Tagen gewesen war. |

## Beobachtungen im Schlosse von Neuchâtel.

|                                                                |                                                               |                                                           |                                                                         |                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1803<br>22. Mai<br>Ab. 3 <sup>u</sup> 45 <sup>m</sup>          | Therm. 11<br>Bar. 26" 7",5<br>Hygr 29                         | Moleson                                                   | 1°34' 11",8                                                             | Das Hygrometer ist eins von Fischbein nach De Luc. Träge, ob sonst gut, nicht sicher.                                                                                             |
| 23. Mai<br>Ab. 6 <sup>u</sup> 45 <sup>m</sup><br>Somn. Unt.    | T. 11. Hyg. 26<br>Bar. 26. 7,5                                | Moleson<br>Tour d'Aï                                      | 1°34' 15",0<br>1. 16. 28,0                                              | Die beobachteten Gegenstände sind sehr deutlich. Die hohen Alpen unsichtbar, viele Wolken in Westen. Regen in der Schweiz; die Mitte des Himmels heiter.                          |
| 27. Mai<br>Ab. 5 <sup>u</sup>                                  | Th. 15. Hyg. 25<br>Bar. 26. 10,5                              | Moleson                                                   | 1. 34. 00,0                                                             | Am Vormittage sind die Berge unsichtbar. Das Wetter neigt sich zum Heitern.                                                                                                       |
| 28. Mai<br>M. 10 <sup>u</sup><br>12.<br>Ab. 7. 30 <sup>m</sup> | Bar. 26. 11,2<br>Th. 14. H. 27                                | Moleson<br>Tour d'Aï<br>Branleire<br>Montblanc            | 1. 34. 08,7<br>1. 16. 12,5<br>1. 50. 46,5<br>1. 25. 38,2                | Um 8 U. Morgens Th. 15. Hyg. 28. Kömmt eben aus den Nebeln hervor, die um seine Spitze her sind. Starker Joran nach Sonnenuntergang, der bis 1 Uhr des folgenden Morgens dauert.  |
| 29. Mai<br>M. 8 <sup>u</sup><br>Ab. 1 <sup>u</sup> 0<br>2      | T. 14. Hyg. 34<br>Bar. 26. 10,6<br>Therm. 16<br>Bar. 26. 9,75 | Montblanc<br>Tour d'Aï<br>Moleson<br>Moleson<br>Montblanc | 1. 26. 36,0<br>1. 17. 01,7<br>1. 31. 46,5<br>1. 34. 11,7<br>1. 25. 41,7 | Schönes Wetter. Die ganze Alpenkette ist sichtbar. Um 11 U. 30 M. stellt der Faden des Fernrohrs mehr als 30" über die Spitze. Therm. der Sonne ausgesetzt zeigt 25, das Hyg. 17. |

## Neuchâtel im Schlosse.

| Zeit der Beobachtung.             | Barometer, Thermometer, Hygrometer. | Namen der Berge.                                                   | Höhenwinkel.                                                             | Bemerkungen.                                                                                                                   |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 29. Mai                           | Bar. 26. 9,0                        | Montblanc<br>Moleson<br>Tour d'Aï<br>Pointe de Dornec<br>Montblanc | 1° 25' 36",5<br>1. 34. 08,5<br>1. 16. 23,5<br>1. 12. 36,7<br>1. 25. 41,0 | Zerstreute dünne Wolken. Kein Wind. Der See spiegelt. Die Bergumrisse zittern.<br><br>Scheint zuweilen 3 bis 4 Sek. niedriger. |
| Ab. 5 <sup>u</sup> 0 <sup>m</sup> | Th. 18. H. 20.                      |                                                                    |                                                                          |                                                                                                                                |
| 5. 30                             |                                     |                                                                    |                                                                          |                                                                                                                                |
| 6. —                              |                                     |                                                                    |                                                                          |                                                                                                                                |
| 6. 30                             |                                     |                                                                    |                                                                          |                                                                                                                                |

Die Wolken vermehren sich. Es kömmt kein Joran. Die Alpen bleiben noch nach Sonnenuntergang frei. Th. 16. Bar. 26" 9",2.

Um 9<sup>u</sup> 30<sup>m</sup> steht das Therm. auf 17. Der Joran fängt schwach um 10 Uhr an, bläst sehr heftig um 11 Uhr und erhöht die Temperatur auf 18. Dieser Wind dauert bis gegen Morgen.

|                       |                  |                                                                          |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 30. Mai               | B. 26. 10.       | Moleson                                                                  | 1° 34' 28",0                                                                            | Der Himmel fast gleichförmig bedeckt. Die Nebel senken sich bis auf die Tour d'Aï.                                                                                                                                                                                                                         |
| Mg. 9 <sup>u</sup> 0  | Th. 17,5. H. 21  |                                                                          |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1. Juni               | Bar. 26. 11,5    | Montblanc                                                                | 1° 25' 45",6                                                                            | Heitre Luft ohne Wind.                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Ab. 6 <sup>u</sup> 30 | Th. 15. H. 18    |                                                                          |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2. Juni               | Bar. 26. 9,5     | Tour d'Aï<br>Moleson<br>Branleire<br>Branleire<br>Branleire<br>Branleire | 1° 17' 15",2<br>1. 34. 42,0<br>1. 51. 13,5<br>1. 51. 23,0<br>1. 51. 09,0<br>1. 51. 00,6 | Gleichförmig bedeckt bis zur Spitze des Montblanc, die kaum zuweilen erscheint. Die übrigen Berge sind alle sichtbar, aber schwach durch dünnen Nebel. Dieser vertheilt sich, um 10 U. 30 heitert es sich schnell auf. Aber gegen Mittag bedeckt sich der Himmel, um 1 Uhr regnet es, stärker Nachmittags. |
| Mg. 8 <sup>u</sup> 30 | T. 12,5. H. 32,5 |                                                                          |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 9. 30                 |                  |                                                                          |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 10. 30                |                  |                                                                          |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 11. 30                |                  |                                                                          |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 12. 0                 |                  |                                                                          |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Ab. 3. 15             |                  |                                                                          |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4. Juni               | Bar. 26. 7,6     | Moleson<br>Item                                                          | 1° 34' 15",7<br>1. 34. 16,2                                                             | Um diese Zeit fangen die Berge an sich zu zeigen, sie sind mit frischem Schnee belegt, und Nebel hängen noch um sie her.                                                                                                                                                                                   |
| Ab. 7 <sup>u</sup>    | Th. 8. Hyg. 50   |                                                                          |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Ein Gewitter hatte am 3. Juni Abends 10 Uhr angefangen. Es regnete und donnerte fort bis gegen Abend den 4ten.



Neuchâtel im Schlosse.

| Zeit der Beobachtung. | Barometer, Thermometer, Hygrometer. | Namen der Berge. | Höhenwinkel. | Bemerkungen. |
|-----------------------|-------------------------------------|------------------|--------------|--------------|
|-----------------------|-------------------------------------|------------------|--------------|--------------|

|                                 |                                 |         |               |  |
|---------------------------------|---------------------------------|---------|---------------|--|
| 5. Juni.<br>Mg. 11 <sup>u</sup> | Bar. 26. 7,6.<br>Th. 12. H. 81. | Moleson | 1° 34' 10,5'' |  |
|---------------------------------|---------------------------------|---------|---------------|--|

Das Instrument war seit gestern unberührt geblieben. Und schon die Einsicht ins Fernrohr zeigte, daß Moleson niedriger als gestern Abends war, wie es wirkliche Messung auch angeht. Das Hygrometer war bisher eins nach Deluc. An diesem Tage ist zum erstenmal ein Saussüresches Haarhygrometer beobachtet. Wenn in der Folge zwei Zahlen fürs Hygrometer angesetzt erscheinen, ist die geringere die Angabe des Fischbein-, die grössere Zahl die Anzeige des Haarhygrometers.

|                                           |                                                                                    |                                 |                                                          |                                                                                                             |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. Juni<br>M. 8 <sup>u</sup> 15<br>Ab. 4. | Bar. 26. 8,7<br>Th. 10.<br>Th. 13,3. II. 79<br>Bar. 26. 9,0<br>T. 10. II. 33 u. 81 | Moleson<br>Item<br>Item<br>Item | 1. 34. 37,5<br>1. 34. 11,5<br>1. 34. 14,6<br>1. 34. 18,2 | Bedeckter Himmel. Das Objekt langsam schwankend, hat neue Schnee, und fängt an von Nebel umhüllt zu werden. |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Die Nacht vom 5ten auf den 6ten war fast ganz trübe. Am Morgen vor der ersten Beobachtung hatte die Sonne nicht geschienen, während derselben aber schwache Sonnenblicke, nachher um 9<sup>u</sup> 15<sup>m</sup> fängt es zu regnen an. Die hohen Alpen bleiben auch Nachmittags unsichtbar. So wie die letzte Beobachtung geendet ist, kömmt ein großer Regenguß mit starkem Westwinde. Die Regenwolke fährt vom Jura über den See. Ein Thermometer gegen Süden, vom Gebäude gegen den Regen geschützt, bleibt auf 10 Gr., unterdessen ein gegen Westen aufgestelltes bis auf 7 Gr. herabfällt.

|                                              |                                      |                      |                            |                                                                                                               |
|----------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. Juni<br>M. 7 <sup>u</sup> 50 <sup>m</sup> |                                      | Moleson<br>Montblanc | 1° 34' 20<br>1. 26. 01,7   | Schön Wetter mit Westwind. Nebel fliegen um die Alpen. Der Montblanc verbirgt sich bald nach der Beobachtung. |
| 8. 30                                        | T. 10,5. II. 33. 83<br>Bar. 26. 10,7 | Moleson              | 1. 34. 09,7                |                                                                                                               |
| A. 3. 15<br>3. 30                            | -                                    | Moleson<br>Montblanc | 1. 34. 06,7<br>1. 25. 40,5 |                                                                                                               |

## Neuchâtel im Schlosse.

| Zeit der Beobachtung.                                                  | Barometer, Thermometer, Hygrometer.                                                               | Namen der Berge.                                                                     | Höhenwinkel.                                                                                        | Bemerkungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. Juni<br>Ab. 4 <sup>u</sup> 45 <sup>m</sup><br>6.<br>6. 30           | T. 15. H. 23                                                                                      | Pointe de Dornec<br>Tour d'Aï<br>Dent de Midi                                        | 1° 12' 35",2<br>1. 16. 25,2<br>1. 21. 03,7                                                          | Bei Sonnenuntergang Therm. 13.<br>Hyg. 25 u. 75. Bar. 26. 10,2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 8. Juni<br>Ab. 4 <sup>u</sup> 30<br>6. 0                               | Bar. 26. 9,7<br>T. 14. H. 30 u. 80                                                                | Moleson<br>Tour d'Aï<br>Dent de Midi                                                 | 1. 34. 25,0<br>1. 16. 41,0<br>1. 21. 33,5                                                           | In großer Höhe ist der Himmel bedeckt, starkes und langsames Schwanken der Gegenstände, wie an einem schönen Sommermorgen. Die Luft hat auch ein solches dunstiges Ansehn. Es ist kein Wind. Die Nacht wird heiter.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 9. Juni<br>M. 8 <sup>u</sup> 0<br>9.<br>9. 15<br>Ab. 5. 15             | Bar. 26. 10,0<br>T. 14,5. H. 86.<br>T. 16,8. H. 76                                                | Montblanc<br>Montblanc<br>Dent de Midi<br>Tour d'Aï<br>Moleson                       | 1. 26. 13,7<br>1. 26. 05,5<br>1. 21. 26,5<br>1. 16. 19,5<br>1. 34. 02,0                             | Schönes Wetter, einige hohe dünne Wolken. Die entfernten Berge erscheinen wie durch Nebel, sind schwer zu beobachten.<br><br>Bedeckter Himmel.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 11. Juni<br>M. 5 <sup>u</sup> 40<br>8. 30<br>Ab. 4. 0<br>7. 0<br>7. 45 | Bar. 26. 11,7<br>T. H. 96 bis 100<br>H. 69,5<br>T. 17,5. H. 61<br>T. 15,3. H. 65<br>Bar. 26. 11,6 | Montblanc<br>Montblanc<br>Moleson<br>Moleson<br>Pointe de Dornec<br>Montblanc<br>— — | 1. 26. 22,5<br>1. 25. 51<br>1. 34. 01,5<br>1. 34. 01,5<br>1. 12. 36,0<br>1. 25. 38,2<br>1. 25. 48,0 | Es ist schön heiter, aber eine schwere Nebelmasse schwebt niedriger als die Berge, breitet sich über den See, bedeckt den Himmel bis gegen 10 Grad Höhe. Das Hygrom. geht zur äußersten Feuchtigkeit, eilt aber nachher schnell zur Trockne. Nach 8 Uhr heiter.<br>Der Joran fängt schon um 4 Uhr an zu wehen.<br>Die letzte Beob. des Montblanc sehr nahe vor Sonnen-Untergang. Nachher scheint er sich noch um 5 <sup>u</sup> zu erheben. Doch ist schwer, die vom Sonnenlicht verlassene Spitze deutlich zu sehen. |

Das Hygrometer geht noch nach Sonnenuntergang mehr zur Trockenheit, zeigt 63 und 24,5. Um 9 Uhr steht das Thermometer, im Joran sowohl als gegen ihn geschützt, auf 15°.

Neuchâtel im Schlosse.

| Zeit der Beobachtung. | Barometer, Thermometer, Hygrometer. | Namen der Berge.  | Höhenwinkel. | Bemerkungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12. Juni              |                                     |                   |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Vor ☉ Aufg.           |                                     | Montblanc         | 1° 26' 19"   | Völlig klar und heiter. Die Alpen ohne Nebel. Um 6 Uhr verbreitet sich aber Nebel vom Zenit ziemlich weit aus, doch entzieht er nicht die Alpen dem Gesichte.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ☉ Aufg.               | T. 10,4. H. 78,5                    | — — —             | 1. 26. 22,0  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                       |                                     | — — —             | 1. 26. 20,0  | Um 7 Uhr 30 wird es im Zenit heiter.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| M. 5 <sup>u</sup> 0   |                                     | Moleson           | 1. 34. 37,5  | Um 7 Uhr 30 wird es im Zenit heiter.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                       |                                     | Tour d'AI         | 1. 17. 03,0  | A, B, unbekannte Berge jenseits des Genfersees. B scheint viel entfernter als A.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 5. 15                 |                                     | Montblanc         | 1. 26. 23,0  | Um 8 Uhr fängt der Montblanc an langsam zu schwanken bis auf 15", (vielleicht wegen des gegen den Horizont herabgezogenen Nebels) im Mittel aber scheint sich sein Höhenwinkel noch nicht zu ändern. Die Tour d'AI hat auch die vorige Höhe, der Montblanc schwankt auch noch deutlich um 9 U., erreicht aber übertrifft nicht die beobachtete Höhe. Fast aller Nebel ist nun verschwunden. Um 10 U. scheint die Höhe des Montblanc noch nicht abgenommen zu haben, auch die des Moleson nicht, welche auch um 10 U. 50' gleich gehalten wird. |
| 5. 45                 | T. 11,5. H. 83                      | — — —             | 1. 34. 46,5  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6. —                  | B. 26. 11,9                         | Montblanc         | 1. 26. 27,0  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6. 15                 | T. 12. H. 82.                       | — — —             | 1. 26. 23,7  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7. 20                 | T. 12,4. H. 86.                     | Dent de Midi      | 1. 21. 59,2  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7. 40                 |                                     | A                 | 0. 32. 25,0  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 9. —                  | T. 14. H. 77,5                      | Montblanc         | 1. 26. 29,5  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10. 30                | T. 15. H. 67                        | — — —             | 1. 26. 21,2  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 11. 0                 |                                     | A                 | 0. 31. 52,5  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| A. 4.                 | T. 20,5. H. 52,5                    | Moleson           | 1. 34. 08,0  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                       |                                     | — — —             | 1. 34. 07,5  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6.                    |                                     | B                 | 0. 26. 59,0  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6. 30                 | T. 19. H. 56                        | Montblanc         | 1. 25. 25,0  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                       | B. 26. 11,9                         | — — —             | 1. 25. 30    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                       |                                     | A                 | 0. 31. 32,5  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 13. Juni              |                                     |                   |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| M. 7 <sup>u</sup> 30  |                                     | A                 | 0. 33. 2,5   | Die Luft ist den ganzen Morgen mit Nebel beladen, um 11 U. fangen sie an sich aufzulösen, zugleich wipdig aus Westen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                       |                                     | B                 | 0. 29. 22,5  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                       | T. 15,5. H. 75.                     | Aiguille de Vares | 0. 39. 59,5  | Um 12 Uhr 30, Th. 20,2. Hygr. 60.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 8. 15                 | B. 26. 11,0                         | Moleson           | 1. 34. 52,0  | B. 26. 10,7., der Wind stärker, es häufen sich aufs neue Wolken.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 9. 30                 |                                     | — — —             | 1. 34. 17,5  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10. 30                | T. 17,8. H. 66                      | Aiguille de Vares | 0. 38. 46,5  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 11.                   | T. 18. H. 65.                       | B                 | 0. 27. 27,5  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

## Neuchâtel im Schlosse.

| Zeit der Beobachtung.                               | Barometer, Thermometer, Hygrometer.               | Namen der Berge.                                                             | Höhenwinkel.                                                                           | Bemerkungen.                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13. Juni<br>Ab. 5 <sup>u</sup> 15<br>6. 30<br>7. 45 | T. 20. H. 57.<br><br>T. 18. H. 61.                | Moleson<br>B<br>Aiguille de Varens<br>A                                      | 1°34'04",2<br>0. 27. 7,5<br>0. 38. 18,5<br>1. 31. 02,5                                 |                                                                                                                                 |
| 15. Juni<br>M. 7. 30<br>Ab. 5. 30<br>7. 45          | T. 15. H. 80<br><br>T. 16,5                       | A<br>— — —<br>Montblanc                                                      | 0. 33. 16,7<br>0. 32. 42,5<br>1. 25. 37,5                                              |                                                                                                                                 |
| 16. Juni<br>Ab. 5. 30                               | Bar. 27. 0,6<br>T. 16. H. 75                      | Moleson                                                                      | 1. 34. 08,7                                                                            |                                                                                                                                 |
| 17. Juni<br>M. 8. 30                                |                                                   | Montblanc                                                                    | 1. 26. 12,2                                                                            | Wolken. Neigung zum Regen.                                                                                                      |
| 18. Juni<br>Ab. 5. 0                                | Bar. 26. 11,4<br>T. 18,8. H. 71                   | Moleson<br>— — —<br>Tour d'Aï                                                | 1. 34. 00,5<br>1. 33. 59,5<br>1. 16. 14,7                                              | Es regnet fast den ganzen Tag. Zur Zeit der Beob. scheint es, der Himmel wolle sich aufheitern. Die Alpen sind ganz unsichtbar. |
| 19. Juni<br>M. 11. 0<br>Ab. 4. 30<br><br>6. 30      | Bar. 26. 9,7<br>T. 19,5. H. 57                    | Moleson<br>Tour d'Aï<br>Dent d'Oche<br>Aiguille de Varens<br>Moleson<br>Bera | 1. 34. 15,0<br>1. 16. 10,7<br>1. 13. 27,2<br>0. 38. 19,0<br>1. 34. 02,2<br>1. 36. 58,7 |                                                                                                                                 |
| 20. Juni<br>M. 7. 30<br>8. 0<br>Ab. 3. 0            | Bar. 26. 10,0<br>T. 16,5. H. 70<br>T. 21,2. H. 61 | Aiguille de Varens<br>Montblanc<br>Moleson                                   | 0. 38. 44,2<br>1. 25. 52,5<br>1. 34. 03,0                                              | Der Himmel ist nicht ganz ohne Wolken. Es ist den ganzen Tag windstille. Das Barometer ist im Sinken.                           |

## Neuchatel im Schlosse.

| Zeit der Beobachtung.            | Barometer, Thermometer, Hygrometer. | Namen der Berge.                                  | Höhenwinkel.                             | Bemerkungen.                    |
|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------|
| 20. Juni<br>Ab. 6 <sup>u</sup> 0 | T. 19,8. H. 67<br>Bar. 26. 7,5      | Moleson<br>Pointe de Dornec<br>Aiguille de Varens | 1°34'00",5<br>1. 12. 23,2<br>0. 38. 36,0 | Vollkommen gesehen.<br>Eben so. |

Das Barometer fällt noch nachher. Ein starkes Gewitter um 9 Uhr, wo das Barometer wieder ein wenig zu steigen anfängt. Es bleibt bedeckt während der Nacht vom 20sten auf den 21sten, aber am Morgen erhebt sich ein heftiger Westwind (Bar. 26. 7,0) welcher bis Nachmittags dauert; das Barometer steigt schnell, ist Abends 9 Uhr auf 27. 0,3. Aber die Temperatur der Luft war um 5 Uhr Abends schon nicht mehr als 10°,5.

|                       |                               |         |             |  |
|-----------------------|-------------------------------|---------|-------------|--|
| 18. Juli<br>Ab. 7. 30 | Bar. 26. 10,5<br>T. 19. H. 67 | Moleson | 1. 34. 03,0 |  |
|-----------------------|-------------------------------|---------|-------------|--|

Ein heftiger Ostwind hat den ganzen Tag gedauert, die Luft ist dunstig.

|                     |                                |         |             |                                                           |
|---------------------|--------------------------------|---------|-------------|-----------------------------------------------------------|
| 21. Juli<br>M. 6. 0 | Bar. 26. 8,2<br>T. 14,8. H. 31 | Moleson | 1. 34. 18,5 |                                                           |
|                     |                                | — — —   | 1. 34. 15,5 |                                                           |
|                     |                                | — — —   | 1. 34. 13,7 | Sehr deutlich gesehen.                                    |
| 7.                  |                                | — — —   | 1. 34. 09,7 |                                                           |
| 7. 20               | T. 14,6                        | — — —   | 1. 34. 15,5 | Leichter Regen.                                           |
| 9. 30               | T. 15,6                        | — — —   | 1. 34. 19,0 | Eben so.                                                  |
| Ab. 2. 30           | T. 18. H. 30<br>B. 26. 8,2     | — — —   | 1. 34. 12,5 | Moleson verbirgt sich bald darauf.<br>Moleson undeutlich. |

An diesem Tage wurde auch auf dem Moleson beobachtet. Von Neuchatel aus sah man die Personen durch das Fernrohr des Instruments ankommen um 10 Uhr.

|                      |                              |         |           |  |
|----------------------|------------------------------|---------|-----------|--|
| 22. Juli<br>M. 5. 15 | B. 26. 9,7<br>T. 13,5. H. 30 | Moleson | 1. 34. 11 |  |
|                      |                              | — — —   | 1. 34. 15 |  |

## Neuchâtel im Schlosse.

| Zeit der Beobachtung.   | Barometer, Thermometer, Hygrometer. | Namen der Berge. | Höhenwinkel.               | Bemerkungen.                                                                           |
|-------------------------|-------------------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 22. Juli                |                                     |                  |                            |                                                                                        |
| M. 6 <sup>u</sup> 0     | T. 14,8. H. 31                      | Moleson          | 1° 34' 17"                 |                                                                                        |
| Ab. 2. 45               | T. 18,6. H. 23<br>B. 26. 10,2       | — — —<br>— — —   | 1. 34. 21,5<br>1. 34. 20,7 |                                                                                        |
| 23. Juli                | Bar. 26. 10,8                       |                  |                            |                                                                                        |
| M. 5 <sup>u</sup> 0     | T. 13,4. H. 29,5                    | Moleson          | 1. 34. 33,7                | Ostwind, die Luft scheint düsternig, doch wird der Beobachter auf dem Moleson gesehen. |
|                         |                                     | — — —            | 1. 34. 35,0                |                                                                                        |
|                         |                                     | — — —            | 1. 34. 39,7                |                                                                                        |
|                         |                                     | — — —            | 1. 34. 38,2                |                                                                                        |
| 6. 0                    | T. 13,5. H. 30,8                    | — — —            | 1. 34. 35,5                | Moleson ist wenig deutlich.                                                            |
|                         |                                     | — — —            | 1. 34. 32,5                |                                                                                        |
|                         |                                     | — — —            | 1. 34. 30,8                |                                                                                        |
| Ab. 2. 0                | T. 20,4. H. 27,4<br>B. 26. 10,2     | — — —<br>— — —   | 1. 34. 01,7<br>1. 34. 07,2 |                                                                                        |
| 3. 30                   | T. 18,6. H. 27,9<br>B. 26. 10,0     | — — —<br>— — —   | 1. 34. 06,2<br>1. 34. 03,0 |                                                                                        |
| 7. 30                   | T. 17,4. B. 26. 9,9                 |                  |                            |                                                                                        |
| 30. Juli                |                                     |                  |                            |                                                                                        |
| Ab. 7 <sup>u</sup>      | Therm. 21                           | Tour d'Ai        | 1. 16. 10,5                | Die Temperatur der Luft war an diesem Tage bis 24° gekommen.                           |
|                         |                                     | Montblanc        | 1. 25. 13,7                |                                                                                        |
| gleich nach Sonnen-Unt. | T. 20,9. H. 19<br>B. 26. 10,5       | Moleson          | 1. 33. 58,7                |                                                                                        |
| 31. Juli                |                                     |                  |                            |                                                                                        |
| M. 8 <sup>u</sup> 0     | Therm. 16                           | Montblanc        | 1. 26. 13                  | Vollkommen schönes Wetter.                                                             |
| 1. August               |                                     |                  |                            |                                                                                        |
| Ab. 5 <sup>u</sup> 45   | T. 24. H. 43. B. 15,5               | Tour d'Ai        | 1. 16. 13,5                |                                                                                        |
|                         |                                     | Moleson          | 1. 34. 00,5                |                                                                                        |
| 6. 30                   | T. 22. H. 50<br>B. 26. 8,8          | Branleire        | 1. 50. 33,2                |                                                                                        |

Neuchâtel im Schlosse.

| Zeit der Beobachtung.             | Barometer, Thermometer, Hygrometer. | Namen der Berge. | Höhenwinkel. | Bemerkungen.               |
|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------|--------------|----------------------------|
| 9. August<br>Ab. 7 <sup>u</sup> 0 | B. 26. 8,4<br>Th. 19,8              | Oldenhorn        | 1°40' 14",5  | Sehr schöner heitiger Tag. |
| 10. August<br>M. 10. 45           | T. 17. B. 26. 8,4                   | Oldenhorn        | 1. 40. 36,0  |                            |

Die Nacht vom 9ten auf den 10ten trübe, so auch am Tage, selbst etwas Regen, der um Mittag anfängt zuzunehmen, auch bis den 11ten Nachmittags fortdauert. Am 12ten ist es heiter, nur hohe und dünne Wolken in der Luft. Das Oldenhorn wird an diesem Morgen bei 15° 5 T. B. 26. 9,5 um 15" höher gefunden als am 10ten.

|                                |                              |                      |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1804.<br>8. Febr.<br>M. 10. 30 | Bar. 27. 1,7<br>Th. — 3,2    | Montblanc<br>— — —   | 1. 27. 18,7<br>1. 27. 11,6 | Montblanc ist schwer zu beobachten. Moleson wird deutlich gesehen. Um 8 U. Morgens war das Th. 6° unter dem Gefrierpunkt. Der Himmel fast heiter. Um Mittag bedeckt sich derselbe, aber es bleibt eine blaue Zone über den Bergen, die doch meistens mit Nebel umzeichnet sind. Doch sind der Montblanc und Moleson ganz frei. |
| 11. 30<br>Ab. 4. 0             | Th. — 2,8                    | Moleson              | 1. 35. 05,5                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5. 0                           | Bar. 27. 1,0                 | Moleson<br>Montblanc | 1. 34. 40,7<br>1. 26. 43,0 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Sonn. Unt.                     |                              | Montblanc<br>Moleson | 1. 26. 48,2<br>1. 34. 38,5 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 22. Febr.<br>M. 8. 15          | T. 0,0. B. 27. 0,2           | Montblanc<br>Moleson | 1. 26. 41,7<br>1. 34. 44,5 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3. März<br>M. 8 <sup>u</sup>   | Bar. 26. 6,0<br>Therm. — 5,5 | Moleson<br>— — —     | 1. 35. 11,7<br>1. 35. 10,5 | Montblanc kann nicht gesehen werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8. 45                          |                              | — — —                | 1. 35. 4,5                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| A. 5. 0                        | T. — 0,6                     | — — —                | 1. 34. 56,5                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                | Bar. 26. 5,7                 | — — —                | 1. 34. 55,0                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5. 30                          | T. — 1,8                     | Montblanc<br>— — —   | 1. 26. 48,5<br>1. 26. 48,7 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

## Neuchâtel im Schlosse.

| Zeit der Beobachtung.        | Barometer, Thermometer, Hygrometer. | Namen der Berge.              | Höhenwinkel.                              | Bemerkungen.                                                                                                                                                         |
|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. März<br>12 <sup>U</sup> 0 | Bar. 26. 5,4<br>Th. — 2,5           | Moleson                       | 1° 35' 19"                                | Von 9 Uhr an scheint Moleson nicht Höhe geändert zu haben. Am 3ten und am 4ten war das Therm. im Locle bis 15 und 16° unter Eis gesehen worden.                      |
| Ab. 5. 0                     | Th. + 0,5                           | — — —                         | 1. 35. 7,2                                |                                                                                                                                                                      |
| 6. 0                         | Th. — 0,5                           | Oldenhorn<br>— — —            | 1. 41. 21,2<br>1. 41. 20,5                |                                                                                                                                                                      |
| 13. März<br>M. 11. 15        | T. 5,2. B. 26. 7,9                  | Moleson<br>— — —              | 1. 35. 06,2<br>1. 35. 02,2                | Das Wetter sehr schön, ohne Wind, kein Wölkchen. Die Berge sind auch, wie am Sommermorgen, etwas schwer zu sehen. Am Abend um 10 Uhr war die Temp. der Luft noch 5°. |
| 12. 0                        |                                     | Oldenhorn                     | 1. 41. 14,7                               |                                                                                                                                                                      |
| Ab. 3. 30                    | T. 7,3. B. 26. 7,5                  | Moleson                       | 1. 34. 35,8                               |                                                                                                                                                                      |
| 14. März<br>M. 9. 0          | T. 3,5. B. 26. 8,3                  | Moleson                       | 1. 34. 52,5                               | Der Berg läßt sich wegen undurchsichtiger Luft nicht weiter beobachten, das Wetter ist sehr schön.                                                                   |
| 15. März<br>M. 8. 45         | T. 3,5. B. 26. 8,0                  | Moleson                       | 1. 35. 02,4                               |                                                                                                                                                                      |
| 16. März<br>M. 9. 15         | T. 4,5. B. 26. 7,5                  | Moleson<br>— — —              | 1. 34. 58,0<br>1. 34. 52,0                | Die Luft ist durchsichtiger als die vorigen Tage.<br>Wolkenstreifen Nachmittags.                                                                                     |
| Ab. 5. 30                    | T. 9,5. B. 26. 6,7                  | — — —<br>— — —                | 1. 34. 21,0<br>1. 34. 25,0                |                                                                                                                                                                      |
|                              |                                     |                               |                                           |                                                                                                                                                                      |
| 17. März<br>12. 0            |                                     | Moleson                       | 1. 34. 35,7                               | Sehr schönes Wetter den ganzen Tag. Abends 8 Uhr Th. 7,5, und um 10 Uhr Th. 6,0, das Bar. ändert nicht.                                                              |
| Ab. 5. 30                    | T. 11,0. B. 26. 5,7                 | — — —<br>— — —                | 1. 34. 28,2<br>1. 34. 26,2                |                                                                                                                                                                      |
| 6.                           | T. 10                               | Oldenhorn<br>— — —            | 1. 40. 50,7<br>1. 40. 48,4                |                                                                                                                                                                      |
|                              |                                     |                               |                                           |                                                                                                                                                                      |
|                              |                                     |                               |                                           |                                                                                                                                                                      |
| 18. März<br>M. 7. 30         | T. 4,5. B. 26. 5,2                  | Oldenhorn<br>— — —<br>Moleson | 1. 41. 30,0<br>1. 41. 26,5<br>1. 34. 51,7 |                                                                                                                                                                      |



### III. Beobachtungen auf Bergen.

Die tägliche Veränderung der Refraktion von wenig über die Erdfäche erhöhten Standpunkten durch so mannigfaltige Beobachtungen außer allen Zweifel gesetzt, läßt es unbestimmt, wie sich diese Erscheinung auf beträchtlichen Höhen verhält. Die von ehemaligen Berg-Reisen erhaltenen Resultate, meistens nur zu geographischen Zwecken gesammelt, reichten nicht hin, dies zu entscheiden. Es wurden also eigene Reisen für die Erweiterung dieser Untersuchung unternommen, welche doch zu wünschen übrig lassen, daß sie einen günstigeren Erfolg hätten haben mögen. Indessen, da Beobachtungen auf Bergen mit mehreren Hindernissen und Schwierigkeiten verknüpft sind, wird es nicht überflüssig, die erhaltenen Resultate darzulegen.

#### *Beobachtungen auf Chasseral.*

Auf dieses Bergrückens größter Höhe, 3610 Fufs über den See von Neuchatel, wurde am 12ten Juli 1803 der erste Versuch gemacht. Meteorologische Instrumente waren nicht mitgenommen. Nachmittags spät bei schönem Wetter wurde der Wiederholungskreis hier aufgestellt, und nach andern hier nöthigen Winkelbeobachtungen, Abends folgende Zenitentfernungen genommen:

|                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| Zenit Moleson . . . . . | 99 <sup>o</sup> ,8815 |
| — Chasseron . . . . .   | 100,2075              |
| — — — wiederholt.       | 100,2067              |
| — Montblanc . . . . .   | 99,2170               |

Gleich nach dieser Beobachtung ging die Sonne unter.

Am folgenden Morgen den 13ten Juli war vor Sonnenaufgang das Instrument wieder zur Beobachtung jener Vertikalwinkel bereit. Noch war der Himmel heiter, aber das Wetter sehr unangenehm, wegen des aus Westen sich erhebenden Windes. Dabei, wie dies gewöhnlich der Fall, die Luft sehr durchsichtig, sichere Ankündigung bevorstehenden Regens. Die Beobachtungen gaben:

|                           |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| Zenit Montblanc . . . . . | 99 <sup>o</sup> ,2150 |
| — Moleson . . . . .       | 99,8862               |
| — Chasseron . . . . .     | 100,2113              |

Nach der Beobachtung des Moleson hatte der Wind schon beträchtlich an Stärke zugenommen, so daß sich kaum die Beobachtung des Chas-

seron für sicher halten läßt, denn der Wind ist der Genauigkeit der Beobachtungen, besonders von Höhenwinkeln, sehr hinderlich.

Der Montblanc erscheint höher als am vorhergehenden Abend, und ist von den dreien, die noch unter den bessern Umständen angestellt wurden. Doch bei so schnell sich änderndem Zustande der Atmosphäre, war nicht nur keine Zeit, die Beobachtungen zu wiederholen, sondern deren Resultat würde weniger Zutrauen verdient haben, als die schon erhaltenen. Bald bewölkte sich auch der Himmel, das eintretende Regenwetter gehörte nicht zu den bald vorübergehenden. Die Beobachtungen mußten hier aufgegeben werden.

*Beobachtungen auf dem Moleson,*

6185 Fufs über der Meeresfläche.

Am 21sten Juli 1803 früh Morgens schon war regnerisches Wetter. Es erlaubt, nachdem gleichwohl der Berg erstiegen war, keine Winkelmessungen. Nur das bei eintretendem Gewitter leicht zusammengelegte Barometer und das Thermometer lassen sich beobachten.

Um 10 Uhr 40 Min. Bar. 22 Zoll 3,5 Lin. Wärme der Luft 14°,5 R.

— 11 — 50 — — 22 — 3,0 — — — — 11,0 —

— 12 — 50 — — 22 — 3,0 — — — — 12,0 —

Die Temperatur der Luft ändert schnell wegen Wolken und Regen auf dem Berge, der Nachmittags zu heftig wird, die Spitze zu verlassen nöthiget, und in eine Hütte am Abhange des Berges sich zu begeben. Hier war Ab. um 7 Uhr die Luftwärme 8°, sie fällt während der Nacht bis 6°,5.

Den 22sten Juli Morgens ging ich wieder auf die Spitze. Neuchatel wird nicht deutlich genug gesehen, um es beobachten zu können.

Um 7 Uhr T. 6°,5, Zenit und Montblanc 98°,1281

— — Chaumont 101,3152

— 8 — — 8,0, — — Oldenhorn 97,6715

— 9 — — 9,0, Bar. 22<sup>z</sup> 3<sup>l</sup>,9

— 10 — — 10,0, — 22. 4,3

— 10 — 45 — 13,5, — 22. 4,9

Mg. 11 — 45 — 10 bis 9 — 22. 4,5

Ab. 1 — — — 10 bis 11 — 22. 4,9

— 1 — 30 — 12 — 22. 5,0

— 2 — 45 — 9 — 22. 4,6

Die Lufttemperatur ist sehr veränderlich, weil die Bergspitze zwischen 10 und 11 Uhr von Wolken umhüllt wird, die anfänglich abwechselnd mehr oder weniger von Sonnenstrahlen durchdrungen werden. Das Barometer hat kein eignes mit demselben verbundenes Thermometer. Die Röhre liegt halb frei, halb in der hölzernen Skale eingelassen. Die Wärme des Quecksilbers kann also nur nach der Luftwärme geschätzt werden. Uebrigens verdient es kein besonderes Zutrauen, da der Stand desselben nicht gut abgelesen werden konnte. Nur in Ermangelung eines bessern war es mit auf den Berg genommen, um doch die Veränderungen des Luftzustandes daselbst einigermassen beurtheilen zu können.

Der Regen erlaubt nicht, auf dem Berge zu bleiben. Ich stieg zur Hütte herab, wo um  $4\frac{3}{4}$  Uhr die Luftwärme  $12^{\circ}$  war und das Barometer auf  $22^z 11\frac{1}{2}$  stand. Die Stelle, wo diese Hütte sich befindet, ist der erste Absatz des Berges unter der Spitze des Moleson, und heißt Bonfontaine. Zwei kleine Becken, mit dem klarsten Wasser gefüllt, liegen nicht drei Schritte von einander vor dieser unbewohnten Hütte; die Temperatur des Wassers in dem einen Becken war  $2^{\circ},1$ , im andern  $3^{\circ},0$ . Ich glaubte die erste um einen Grad unrichtig aufgezeichnet zu haben, als ich die andere beobachtete; allein es war kein Versehen. Die Ursache der Verschiedenheit fand sich auch bald auf. Das wärmere Wasser rührt von einer Quelle her, an dem gegen Westen gewandten Abhange des Moleson, das kältere kömmt von einem gegen Norden gerichteten Felsen herab.

Bei Sonnenuntergang war die Lufttemperatur  $8^{\circ}$  und sehr früh am folgenden Morgen  $6^{\circ},0$ .

Den 23sten Juli auf der Spitze des Moleson bei Sonnenaufgang war die Temperatur auf der Oberfläche des Bodens  $5^{\circ},2$  und in 4 Fufs Höhe  $6^{\circ},8$ . Die Gegenstände in Neuchatel konnten nicht gut unterschieden werden. Die hohen Alpen sind bewölkt. Der Jura wird gesehen.

Mg. 5<sup>u</sup> 30 . . . . . Zenit Chasseral . . . . .  $100^{\circ},6615$

— 6. 15 T. 8,6. B.  $22^z 4\frac{1}{2},8$

— 6. 25 . . . . . — Chasseron . . . . .  $100,71575$

— 6. 45 T. 10,0. . . . . — Dent de Vaulion  $100,8470$

— 8. 30 T. 12,6. B. 22. 5,2 — La Dole . . . . .  $100,5907$

Wolken steigen auf den Berg, das Thermometer fällt und steigt abwechselnd zwischen 11 und  $15^{\circ}$ . Am Nachmittag heitert es wieder. Man fängt an, Gegenstände in Neuchatel zu unterscheiden, doch nicht deutlich

genug die Fenster, aus welchen dort beobachtet worden. Es wird besser gehalten auf die durch Farbe sich unterscheidende Trennung der Dächer und der Wände von Bellevaux dem Schlosse zu zielen, auch den Kirchturm von Neuchatel, wo sich dessen Pyramide endet, die das Dach über die Gallerie bildet. Die blaue Farbe des Sees unterscheidet sich von dem grauen mit Geschieben bedeckten Ufer, man bemerkt selbst die Krümme des Ufers an der Stadt. Wegen der Schwierigkeit des Sehens wird es gut gehalten, diese verschiedenen Punkte zu beobachten, um mehrere zur Vergleichung und Versicherung zu haben, auch nach Erforderniß verschiedener Beleuchtung den bessern derselben wählen zu können.

|                          |                                                     |                        |
|--------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------|
| Nachm. 2 <sup>v</sup> 30 | Zenit Schlofs Neuchatel . . . . .                   | 102 <sup>o</sup> ,1602 |
|                          | — Bellevaux . . . . .                               | 102,1955               |
|                          | — Kirchturm von Neuchatel . . . . .                 | 102,1392               |
|                          | — Bellevaux . . . . .                               | 102,1927               |
|                          | — — — (wiederholt) . . . . .                        | 102,1935               |
|                          | — Seeufer (in der Richtung von Bellevaux) . . . . . | 102,2335               |
| — 4. 15                  | — Kirchturm . . . . .                               | 102,1393               |
| — 4. 45                  | — Chasseron . . . . .                               | 100,7137               |

Bis 4 Uhr 30 Min. war die Lufttemperatur auf 10<sup>o</sup>,5 herabgekommen.

Den 24sten Juli früh, als man von Bonnefontaine wieder auf die Bergspitze stieg, war daselbst das Barometer während der Nacht eine halbe Linie gefallen und stand nun auf 22<sup>z</sup> 10<sup>l</sup>,6 bei einer Lufttemperatur von 8<sup>o</sup>,6.

Auf der Spitze des Moleson beim Aufgang der Sonne war Th. 7<sup>o</sup>,8 Bar. 22<sup>z</sup> 3<sup>l</sup>,6. Es war windig, und sinkende Wolken hatten kurz zuvor die Spitze verlassen.

|                                                       |                                            |                       |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------|
| Morg. 6 <sup>v</sup> — Th. 7,5 . . . . .              | Zenit Tour d'Ai . . . . .                  | 99 <sup>o</sup> ,0276 |
| — 7. 15 Th. 8,0. B. 22 <sup>z</sup> 3 <sup>l</sup> ,4 | — Bera . . . . .                           | 101,0284              |
| — 9. — . . . . .                                      | — Seeufer vor Bellevaux . . . . .          | 102,2352              |
| — 9. 15 Th. 11 . . . . .                              | — Bellevaux . . . . .                      | 102,1941              |
| — 9. 45 Th. 11,6. B. 22. 3,8                          | — Schlofs . . . . .                        | 102,1584              |
| — 10. 15 . . . . .                                    | — Seeufer i. d. Richt. d. Kirche . . . . . | 102,2374              |
| Nachm. 4. 15 . . . . .                                | — Bellevaux . . . . .                      | 102,1930              |
| — 4. 45 . . . . .                                     | — Kirchturm von Neuchatel . . . . .        | 102,1383              |
| — 5. 15 Th. 12,5. B. 22. 2,9                          | — Seeufer i. d. Richt. d. Kirche . . . . . | 102,2365              |
| — 6. 30 Th. 10,5 . . . . .                            | — Chasseron . . . . .                      | 100,7171              |

Bei der Bellefontaine fand man Abends das Barom. anderthalb Linien niedriger als am Morgen. Es sank noch während der Nacht und stand am folgenden Morgen vor dem Abgange  $22^{\circ} 8^{\prime},6$  bei einer Lufttemperatur von  $5^{\circ}$ .

Den 25ten Juli war bei Sonnenaufgang die Temperatur auf der Spitze des Moleson  $6^{\circ},9$ .

|                                               |                            |                   |
|-----------------------------------------------|----------------------------|-------------------|
| Morg. $5^{\circ},40$ . . . . .                | Zenit Montblanc . . . . .  | $98^{\circ},1312$ |
| — 6. 20 . . . . .                             | — Kirchthurm von Neuchatel | $102,1391$        |
| — 7. — Th. 10. . . . .                        | — Oldenhorn . . . . .      | $97,6775$         |
| — 8. 45 . . . . .                             | — Bellevaux . . . . .      | $102,1925$        |
| — 9. 0 Th. 11,2. B. $22^{\circ} 1^{\prime},6$ | — Chanmont. . . . .        | $101,3146$        |
| — 9. 20 . . . . .                             | — Oldenhorn . . . . .      | $97,6735$         |

Bei der ersten Beobachtung des Oldenhorns flogen um dessen Spitze Wolken, durch welche, sobald sie durchsichtig genug waren, der Zenitabstand genommen wurde. Nach Neuchatel hin sah man diesen Morgen gut. Der Zenitabstand des Kirchthurms ist wegen der Art der Beleuchtung nicht zu groß genommen.

Um 11 Uhr Vormittags war der Berg schon von Wolken umgeben, die Temperatur wechselte bis 1 Uhr Nachmittags zwischen 12 und 11 Grad beim Barometerstande von 22 Zoll 1,9 Lin. Aller Anschein eines in der Nähe des Berges ausbrechenden schweren Gewitters war vorhanden; es blieb nichts übrig, als aus Wolken zu eilen, deren Verdichtung nur die Abnahme der Tageshelligkeit noch wahrnehmen liefs.

Der Berg ward mit desto größerer Unzufriedenheit verlassen, je geeigneter der Standpunkt auf demselben für die anzustellenden Beobachtungen war, deren so wenige erhalten werden konnten. Dieser Berggipfel ist als das erhöhte Ende einer gegen die ebene Schweiz hin auslaufenden Kette gut isolirt. Selbst der allmähligere rasenbedeckte Abhang ist noch so geneigt, daß nur Umwege ihn zugänglich machen; die andere Seite ein Felsabsturz senkrecht ins tiefe Thal. Ueber diesem Abgrunde standen, wenn er mit über ihm sich hebenden Wolken bedeckt war, und die Abendsonne von der andern Seite her schien, die vergrößerten Schatten auf dem Berge befindlicher Personen, um welche jede einen Lichtring wahrnimmt, dessen Mittelpunkt in der graden Linie von der Sonne durch das Auge der ihren Schatten ansiehenden Person liegt, daher blofs um den Schatten des Hauptes, aber nicht um den von der ausgestreckten Hand, also auch nicht um den von einer benachbarten Person gesehen werden kann. Das Phänomen

ist nicht unbekannt, aber den Bergen nicht ausschliesslich eigen; es kann auf einer Wiese mit Nebel bedeckt bei aufgehender Sonne wahrgenommen werden, die Schatten haben aber nicht die riesenmäßige Gestaltung, und die Erscheinung macht nicht denselben Eindruck als auf Bergen. Hier findet wahrscheinlich eine Art Gesichtsbetrugs statt, indem der Schatten auf keiner bestimmten Fläche liegt, sondern wie in der Luft schwebend und unbemerkt wie einen Raum erfüllend gesehen wird, in welchen der Schatten umrifs beträchtlich entfernt gehalten werden kann, und selbst verschieden für verschiedene Theile der Person, so dafs derselben der Schatten vom Kopfe entfernter als von dem untern Theile, so weit sich der Schatten entwirft, daher das Schattenbild verzerrt vorkömmt, verschieden nach der Gestaltung und Lage der Oberfläche der Wolke, oder der Grenze bis zu welcher man in dieselbe hineinsieht. Der Lichtring ist wahrscheinlich ein Regenbogen, nur schwach, weil die ihn bildenden Sonnenstrahlen wenig feine Wassertropfen in der Wolke zwischen den Dunstbläschen treffen und durch diese erst hin- und hergehend, grosentheils aufgefangen oder zerstreut werden, also nur wenige zum Auge gelangen. Denn man würde bei Katarakten, wo in dem sich zerstäubenden Wasser so gewöhnlich ein glänzender Regenbogen sich zeigt, diesen auch um den Schatten des Kopfes sehen, wären die übrigen Umstände darnach, dafs der Schatten sich leicht wahrnehmen liefse.

*Beobachtungen auf dem Chasseron,*  
4965 Fufs über der Meeresfläche.

Für den 24sten August 1803 war die Uebereinkunft getroffen, dafs ein Beobachter vom südlichen Ufer des Sees beim Dorfe Font die Höhenwinkel des Chasseron nehme, unterdessen gleichzeitig die Vertiefungswinkel dieses Punktes vom Berge beobachtet werden sollten, um die absolute Gröfse der Refraktion zu bestimmen. Die Gesichtslinie geht vom untern Punkt der unmittelbar am Ufer des Sees liegt, quer über denselben in einer Weite von 24000, dann 40000 Fufs über die vom See anfangende und bis zum Chasseron fortgesetzte Erhebung des Jura. Vom Ufer des Sees ist der Chasseron schon des Morgens sehr gut gesehen worden, allein vom Berge liefse sich den ganzen Vormittag kein Zeichen bei Font am See erkennen, wie denn an einem schönen Tage eine solche Undeutlichkeit der tiefern Gegenstände nicht ungewöhnlich ist, wenn sie nicht kräftig von der Sonne erleuch-

leuch-

leuchtet sind. Der Standpunkt bei Font befand sich gerade am Morgen im Schatten, als derselbe aber Nachmittags von der Sonne beleuchtet wurde, sah man das Zeichen gut. Die da mit dem Caryschen Kreise gemachten Beobachtungen stimmen sehr gut überein, der scheinbare Erhöhungswinkel des Berges blieb den ganzen Tag über unveränderlich, und wenn man in demselben eine Veränderung der Refraktion anerkennen wollte, so möchte sie um Mittag um zwei Sekunden gröfser, als früher und später gewesen sein. Ueber den See wehte ein schwacher Ostwind, auf dem Berge noch nicht merklich, und die Temperatur der Luft hatte sehr gleichförmig zwischen  $6\frac{1}{2}$  Uhr Morgens und  $1\frac{1}{2}$  Uhr Abends von  $9^{\circ},5$  bis  $15^{\circ},5$  zugenommen. Doch kam sie Nachmittags bis  $3\frac{1}{2}$  Uhr auf  $19^{\circ},25$  und war noch  $16^{\circ},25$  um 6 Uhr Abends. Die späte Bescheinung dieser Stelle von der Sonne scheint auch den Zeitpunkt des Maximums der Wärme verspätet zu haben. Das Barometer stand am Morgen auf  $26^z 11^L,5$ , und sank während des Tages allmählig eine Linie herab.

Auf dem Berge wurde gleich nach der Ankunft der Wiederholungskreis aufgestellt, da es zuförderst das angelegenste Geschäft war, Font zu beobachten, allein mit vergeblicher Bemühung hierüber ging Zeit verloren.

Um  $8^u 15^m$  war daselbst die Temperatur der Luft  $9^{\circ},6$  bei einem Barometerstand von  $23^z,45$ . Um  $10^u$  war die Luftwärme  $11^{\circ},9$  und blieb unveränderlich so bis gegen  $5^u$  Ab., wo sie  $11^{\circ},6$ , eine Stunde darauf aber  $10^{\circ},5$ , bei Sonnenuntergang  $9^{\circ},6$  und das Barometer  $0^z,025$  tiefer als am Morgen beobachtet wurde.

Von den erhaltenen Zenitabständen sind hier nur folgende anzuführen:

|                  |                         |                   |
|------------------|-------------------------|-------------------|
| Morg. $9^u 30^m$ | Zenit Moleson . . . . . | $99^{\circ},7011$ |
| — 11. 30         | — — — . . . . .         | $99,7038$         |
|                  | — Mont-tendre . . . . . | $100,0052$        |
| Ab. 3. —         | — Moleson . . . . .     | $99,7120$         |
| — 3. 15          | — Font . . . . .        | $103,6618$        |
| — 4. 0           | — — — . . . . .         | $103,6601$        |
| — 5. 0           | — Moleson . . . . .     | $99,7088$         |
|                  | — Font . . . . .        | $103,6628$        |
| — 6. 0           | — Mont-tendre . . . . . | $100,0073$        |

Für Font hat die Refraktion in der beobachteten Zeit sich vielleicht weniger geändert, als die Resultate der Beobachtung. Die zweite Beobachtung möchte zu klein sein wegen des Punkts des Zeichens, auf welchen ge-

zielt ist. Das Tagebuch bemerkt zwar, die Nachmittagsbeobachtungen des Moleson seien sicherer, als die Vormittags unter wenig vortheilhafter Beleuchtung angestellten, doch sind die Beobachtungen dieses Punkts an einem andern Morgen mit diesen übereinstimmend.

Vom Montblanc konnten keine Zenitabstände erhalten werden, da er den ganzen Tag wegen Wolken, wie sie an schönen Tagen oft am Horizont herumliegen, bis auf wenige unsichere Augenblicke verdeckt blieb, unterdessen andere ferne Berge zwar frei waren, auch beobachtet wurden, allein die erhaltenen Resultate wiederum nachher keine andere zur Vergleichung erhielten. Das Oldenhorn entging ebenfalls an diesem Tage der Beobachtung des Zenitabstandes. Der folgende war bestimmt, um den Fuß des Mont-tendre im Thale des Sees von Joux zu erreichen. Auf diesem hohen Punkt des Jura aber störte bei klarem Wetter während zwei Tagen ein heftiger Ostwind so sehr, daß es nicht möglich war, eine Reihe guter Zenitentfernungen zu nehmen. Man mußte sich begnügen, die Beobachtungen zur Bestimmung der Lage einiger Punkte und die Temperatur der Luft zu verschiedenen Stunden dort zu erhalten. Noch am 28sten August war dieser Wind in freier Ebene so stark, daß der See wegen Wellengang nicht beschifft werden konnte, welches doch sonst weniger bei dem aus der Richtung zwischen Norden und Osten, als dem aus Westen kommenden Winde der Fall zu sein pflegt.

Am 30sten August, da sich Tages vorher in der Ebene der Wind gelegt hatte, kam man wieder auf den Chasseron. Bei Sonnenaufgang zeigte das Thermometer, auf den Felsen liegend,  $9^{\circ},5$ ; in der Höhe von 4,5 Fuß über denselben war die Lufttemperatur 10,5. Der Wind kam aus Westen, fiel aber nicht beschwerlich, und folgende Zenitabstände wurden genommen:

|                                      |                        |                       |                       |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Morg. 5 <sup>u</sup> 30 <sup>M</sup> | Th. 10 <sup>o</sup> ,5 | Zenit Montblanc . . . | 98 <sup>o</sup> ,7401 |
| — 7. —                               | Th. 11,0               | — Dole . . . . .      | 100,1784              |
| — 8. 30                              | Th. 11,6               | — Moleson . . . . .   | 99,7020               |
|                                      |                        | — — — . . . . .       | 99,7010               |
| — 10. 0                              | Th. 13                 | — Montblanc . . .     | 98,7390               |
| Ab. 1. 0                             | Th. 15,6               | — — — . . .           | 98,7436               |
| — 1. 45                              | Th. 15,9               | — Oldenhorn . . .     | 99,0999               |
| — 4. —                               | Th. 15,1               | — Chasseral . . .     | 100,2172              |
| — 4. 20                              |                        | — Dole . . . . .      | 100,1776              |
| — 4. 40                              |                        | — Moleson . . . . .   | 99,7033               |



|                                          |                       |                       |
|------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Ab. 5 <sup>u</sup> — <sup>M</sup> Th. 14 | Zenit Montblanc . . . | 98 <sup>c</sup> ,7447 |
| — 6. — Th. 13                            | — Chasseral . . .     | 100,2178              |

Vormittags um 11 Uhr bis 2 Uhr Nachmittags änderte die Temperatur wenig, stieg aber doch, da es nun völlig Windstille geworden war, noch bis 3 Uhr auf 17° und war bei Sonnenuntergang 11°,1. Während des Tages bildeten sich zwar Wolken im Alpenhorizont, allein der Montblanc und einzelne andere hohe Spitzen blieben frei.

Den 31. August bei der Ankunft auf dem Berge war schon starke Luftbewegung aus Westen, von Zenitentfernungen wurden nur noch folgende erhalten:

|                        |                       |                        |
|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Morg. 8 <sup>u</sup> — | Zenit Chasseral . . . | 100 <sup>c</sup> ,2137 |
| — 9. 45 — — — —        | — — — — . . .         | 100,2132               |
| — 10. 15 —             | Dole . . . . .        | 100,1747               |
| — 10. 30 —             | Mont-tendre           | 100,0043               |

Um 7 Uhr Morgens war die Temperatur der Luft 12°, stieg bis um 10 Uhr noch auf 13°,5. Allein um 11 Uhr war das Thermometer durch den heftig gewordenen Wind schon auf 11° wieder gefallen und stand gleich nach dem Mittag auf 10°. Da sich nun keine Beobachtungen mehr anstellen ließen, ward der Standort verlassen, wo es bald darauf regnete; in der untern Region des Berges fand man eine angenehme Temperatur wieder.

*Beobachtungen auf dem Chaumont.*

3365 Fufs über der Meeresfläche.

Der Chaumont liegt in der ersten Jurakette und erhebt sich unmittelbar über die Stadt Neuchatel 2270 Fufs über den See. Der gewählte Beobachtungsort war aber nicht auf seiner größten Höhe, sondern in einem 260 Fufs niedriger gelegenen Hause, wegen der Bequemlichkeit, die es als Standpunkt darbot, und auch, weil es vom Moleson aus beobachtet worden war, von wo das Signal auf der höchsten Spitze nicht mit Sicherheit unterschieden werden konnte.

Das Instrument wurde im zweiten Stockwerk des Hauses am 3ten Juni 1804 aufgestellt, um die Zenitentfernung des Moleson und des Seeufers zu beobachten. Man erhielt

|                                                      |                         |                       |
|------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 3. Juni Ab. 5 <sup>u</sup> 25 <sup>M</sup> . . . . . | Zenit Moleson . . . . . | 99 <sup>c</sup> ,1330 |
| —                                                    | Seeufer bei Monbet      | 104,1324              |

|                                                   |                         |          |
|---------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 3. Juni Ab. 6 <sup>u</sup> 10 <sup>M</sup> Th. 15 | Zenit Moleson . . . . . | 99,1318  |
| — 7. 30 Th. 14,5                                  | — Moleson . . . . .     | 99,1320  |
| 4. Juni Mg. 4. 30 Th. 13                          | — Moleson . . . . .     | 99,1281  |
|                                                   | — — — . . . . .         | 99,1274  |
| — 5. 45 . . . . .                                 | — — — . . . . .         | 99,1282  |
| — 6. 30 . . . . .                                 | — Seeufer bei Monbet    | 104,1272 |

Das Wetter am 3ten war sehr schön, allein es konnten am 4ten Morgens für die fernen Alpenspitzen nicht vergleichende Beobachtungen erhalten werden. Denn wenn gleich die Luft für heiter gehalten werden kann, so fehlen doch nicht selten einzelne Punkte des Horizonts. Es scheint besonders, als ob die hohen Berggipfel die Nebel gern um sich her sammeln.

### *Allgemeine Resultate der Beobachtungen.*

Aus den beobachteten Veränderungen der scheinbaren Höhenwinkel der Objekte ergibt sich, daß sie besonders von der Temperatur der Luft der Jahres- und Tageszeit im allgemeinen abhängen. Die Beobachtungen im Schlosse von Neuchatel, wo die größere Anzahl die Vergleichung begünstigte, geben die Höhenwinkel vor 9<sup>u</sup> 30<sup>M</sup> Morgens für den Moleson

|                   |                             |      |             |
|-------------------|-----------------------------|------|-------------|
| 29. Mai bei 14°,0 | Wärme der Luft 1° 34' 46",5 |      |             |
| 30. — — 17,5      | — — —                       | 28,0 |             |
| 2. Juni — 12,5    | — — —                       | 42,0 |             |
| 6. — — 10,0       | — — —                       | 37,5 |             |
| 7. — — 10,5       | — — —                       | 14,8 | aus 2 Beob. |
| 12. — — 11,4      | — — —                       | 43,6 | — 3 —       |
| 13. — — 15,7      | — — —                       | 34,8 | — 2 —       |
| 21. Juli — 15,0   | — — —                       | 15,3 | — 6 —       |
| 22. — — 14,1      | — — —                       | 14,3 | — 3 —       |
| 23. — — 13,5      | — — —                       | 35,1 | — 7 —       |

Das Mittel nach der Zahl der Beobachtungen genommen, ist aus Allen bei 13°,6 . . . 1° 34' 28",3.

Nimmt man auf die wiederholten Beobachtungen an demselben Morgen nicht Rücksicht, so ist das Mittel nach den verschiedenen Tagen

|                                        |                          |
|----------------------------------------|--------------------------|
| aus Allen bei . . . . .                | 13°,4 . . . 1° 34' 31",2 |
| mit Ausschluss der kleinsten bei . . . | 13,5 . . . 1. 34. 38,2   |
| die kleinsten vom 7., 21. und 22. bei. | 13,2 . . . 1. 34. 14,8   |

Die kleinsten Höhenwinkel sind nicht deswegen abgesondert, weil sie als weniger mit den übrigen zusammenstimmend weniger genau anzusehen sind, sondern weil sie an regnerischen Tagen genommen sind, an welchen alle Beobachtungen dahin zusammenstimmen, daß die Morgenrefraktion an denselben geringer ist, als an den heitern Tagen.

Die Nachmittagsbeobachtungen des Moleson nach 3 Uhr bis Sonnenuntergang sind:

|          |         |                |              |      |             |
|----------|---------|----------------|--------------|------|-------------|
| 22. Mai  | bei 11° | Wärme der Luft | 1° 34' 11",8 |      |             |
| 23. —    | — 11    | — — —          |              | 15,0 |             |
| 27. —    | — 15    | — — —          |              | 00,0 |             |
| 29. —    | — 18    | — — —          |              | 8,5  |             |
| 4. Juni  | — 8     | — — —          |              | 16,0 | aus 2 Beob. |
| 6. —     | — 11,6  | — — —          |              | 14,8 | — 3 —       |
| 7. —     | — 15    | — — —          |              | 6,7  |             |
| 8. —     | — 14    | — — —          |              | 25,0 |             |
| 9. —     | — 16,8  | — — —          |              | 2,0  |             |
| 11. —    | — 17,5  | — — —          |              | 1,5  | — 2 —       |
| 12. —    | — 20,5  | — — —          |              | 7,7  | — 2 —       |
| 13. —    | — 20,0  | — — —          |              | 4,2  |             |
| 16. —    | — 16    | — — —          |              | 8,7  |             |
| 18. —    | — 18,8  | — — —          |              | 0,5  |             |
| 19. —    | — 18    | — — —          |              | 2,2  |             |
| 20. —    | — 19,8  | — — —          |              | 0,5  |             |
| 18. Juli | — 19    | — — —          |              | 0,3  |             |
| 23. —    | — 18,6  | — — —          |              | 0,3  |             |
| 30. —    | — 20,9  | — — —          | 1. 33.       | 58,7 |             |
| 1. Aug.  | — 23    | — — —          |              | 0,5  |             |

Es giebt sich hier deutlich zu erkennen, daß die Höhenwinkel von der Temperatur abhängen. Trennt man die Beobachtungen, welche bis 16° gehen, von denen bei den höhern Temperaturen angestellten, so ist das Mittel jener nach der Zahl der Beobachtungen

1° 34' 13",1 bei 12°,1 Wärme.

Läßt man die beiden Beobachtungen vom 27sten Mai und 8ten Juni, als bei seltener vorkommendem Zustande der Atmosphäre, oder sonderbar von den übrigen im entgegengesetzten Sinn abweichend, außer Acht; so wird der Nachmittagshöhenwinkel:

$1^{\circ} 34' 13'',2$  bei  $11^{\circ},5$  Wärme.

Die übrigen geben:

$1^{\circ} 34' 3'',0$  bei  $19^{\circ},2$  —

Es erhellt also, daß selbst bei niedrigerer Temperatur am Abend der Höhenwinkel geringer ist, als am Morgen.

Denn diesen Beobachtungen zufolge, indem man sich erlaubt, die Höhenänderung der Temperaturänderung proportional zu setzen, ist:

Abendhöhe des Moleson . . . . .  $1^{\circ} 34' 10'',6$  bei  $13^{\circ},5$  Th.

Morgenhöhe — — — oben gefunden . . . 1. 34. 38,2 — — —

Die Morgenhöhe bei gleicher Temperatur über-

trifft also die Abendhöhe . . . . .  $27'',6$

Die Morgenhöhe würde größer und die Abendhöhe kleiner, also der Unterschied noch größer sein, wenn man die größten und kleinsten Beobachtungen auswählte, und besonders auf die heitersten Tage, an welchen die Aenderungen der Brechung immer am stärksten sind, Rücksicht nähme.

Es sind hier nur die Beobachtungen der Sommermonate zusammengestellt, um nicht die bei zu sehr verschiedener Temperatur angestellten zu vermischen. Die Beobachtungen von 1804 bei niedrigem Thermometerstande geben folgende Resultate:

Für die Beobachtungen bei den Temperaturen unter Null

Vormittagshöhe  $1^{\circ} 35' 11'',1$  bei —  $3^{\circ},7$  Mittel aus 3 Tagen

Nachmittagshöhe 1. 34. 48,2 — — 1,7 — — 2 —

Die Abendhöhe am 4ten ist besonders groß, so wie die Morgenhöhe am 22sten Februar in Beziehung auf die Temperatur klein. Jenes als Folge der großen Vormittagshöhe, denn wäre der Moleson hinlänglich sichtbar gewesen, um früher als erst zu Mittag beobachtet werden zu können, so würde auch diese Abendbeobachtung mehr als  $12''$  von der am Morgen verschieden sein. Allein die tägliche Refraktionsänderung ist bei den niedrigen Temperaturen geringer als bei den höhern, da die Sonnenstrahlen die untersten Luftschichten weniger zu erwärmen vermögen, auch weniger Zeit als in den längern Tagen wirken. Diese beide sind also im obigen Mittel nicht aufgenommen, um die gewöhnlichern Veränderungen der Refraktion von den außerordentlichen und von zufälligen Ursachen abhängenden zu trennen, damit diese für sich erwogen werden.

Die Morgenbeobachtungen von  $+3^{\circ},2$  bis  $5^{\circ},2$  und die Abendbeobachtungen von  $7^{\circ},3$  bis  $10^{\circ}$  geben nach dem Mittel der Tage:

Die Morgenhöhe  $1^{\circ} 34' 57'',2$  bei  $4^{\circ},2$  Wärme

Die Abendhöhe 1. 34. 28,6 — 9,3 —

Die Vergleichung dieses für den Ausgang des Winters erhaltenen Resultats mit dem obigen für den Sommer giebt zwischen beiden Jahreszeiten:

Abnahme der Morgenhöhe  $21''$  bei einer Zunahme der Wärme von  $9^{\circ},3$

— — Abendhöhe  $15,4$  — — — — —  $2,2$

Es ist also die Veränderung der Refraktion am Morgen in dieser Beziehung geringer als am Abend bei gleichem Temperaturunterschied, dem oben an- gemerkten entsprechend.

Die Veränderung, welche überhaupt bei diesem Höhenwinkel beobachtet worden, beträgt für die Mittelresultate der niedrigsten Temperatur des Morgens und die höchste des Abends  $1' 8''$ . Die größte einzelne Beobachtung im Winter übertrifft aber die kleinste im Sommer um  $1' 21''$ , welche Größe sich also als das Maximum der Veränderung der Refraktion ansehen läßt bei einem terrestrischen Bogen von  $26' 51'',6$ .

Für die Tour d'Aï ergeben sich als Mittelresultate der Beobachtungen:

Die Morgenhöhe  $1^{\circ} 17' 6'',6$  bei  $12^{\circ},5$  Wärme

Die Abendhöhe 1. 16. 24,2 — 14,3 —

— — 1. 16. 12,3 — 20,8 —

In dem ersten Abendresultat sind nur Beobachtungen bei Temperaturen unter  $17^{\circ}$  aufgenommen, und nur eine, welche  $1^{\circ} 16' 41''$  bei  $14^{\circ}$  giebt, als außerordentlich weggelassen. Im andern ist die beobachtete Höhe von  $1^{\circ} 16' 23'',5$  bei  $18^{\circ},8$  nicht aufgenommen. Zieht man sie mit in Rechnung, so werden die Abendhöhen:

$1^{\circ} 16' 28'',4$  bei  $14^{\circ},2$

und 1. 16. 14,6 — 20,25

Es würde dieser Berg häufiger beobachtet worden sein wegen seines obern isolirten und wie ein Obelisk in die Luft hoch emporstehenden Gipfels. Allein dieser Kalkfelsen hatte eine Farbe und häufig eine Erleuchtung, bei welcher es schwer war, mit Sicherheit genau auf den höchsten Punkt der Spitze zu zielen. Ueberdem war diese oft von Nebeln umhüllt, unterdessen der Moleson noch sichtbar war.

Die Morgenbeobachtungen der Tour d'Aï sind bei besonders starken Refraktionen an heitern Morgen angestellt, und läßt man die größte derselben weg, so hat man den Höhenwinkel  $1^{\circ} 17' 2'',3$  bei  $12^{\circ},5$  um etwa  $35''$  größer, als den, welchen Abendbeobachtungen für eben die Temperatur geben.

Werden für den Montblanc die Mittel der Beobachtungen ebenfalls nach den verschiedenen Tagen genommen, damit nicht, wenn an einem Tage mehrere Morgen- oder Abendbeobachtungen angestellt sind, dieser Tag einen besondern Einfluss auf das Resultat aller habe, so ergibt sich dessen

Morgenhöhe  $1^{\circ} 26' 11'',9$  bei  $13^{\circ},4$  Wärme.

Nimmt man aber nur die bis 8 Uhr angestellten, so wird die

Morgenhöhe  $1^{\circ} 26' 21'',7$  bei  $13^{\circ},5$  Wärme.

Aus den Abendbeobachtungen von 14 bis  $17^{\circ}$  Wärme und denen von 19 bis  $21^{\circ}$  folgt:

Abendhöhe  $1^{\circ} 25' 34'',8$  bei  $15^{\circ},5$  Wärme

und 1. 25. 20,6 — 20,0 —

Die Aenderung der Höhe am 29sten Mai 1804, an welchem Tage in der wärmeren Jahreszeit gerade die größten Höhenwinkel des Montblanc beobachtet worden, beträgt sehr nahe eine Minute, und am 12ten Juni  $1' 4'',5$  bei Temperaturunterschieden von 4 und 5 Grad. Für die Mittelresultate ist die Morgenrefraktion von der des Abends nur  $46'',9$  verschieden bei  $2^{\circ}$  Verschiedenheit der Wärme. Allein in jenen einzelnen Resultaten sind die möglichen Fehler der Beobachtung um so mehr zu berücksichtigen, als gerade nur die am meisten von einander abweichenden Beobachtungen herausgehoben werden.

Im Winter ist diese Veränderung geringer und beträgt nur  $35'',7$  bei einer Temperaturverschiedenheit von  $1^{\circ},4$ . Doch ist es nur einmal möglich gewesen, bei Temperaturen unter Null den fernen Montblanc des Vormittags schon wegen der dann bei sonst klarem Wetter in der Nähe des Horizonts so undurchsichtigen Luft beobachten zu können.

Die an jenem kalten Morgen wiederholt angestellte Beobachtung giebt den Höhenwinkel  $1^{\circ} 27' 15'',1$  bei  $-3^{\circ},2$ , also  $53'',4$  größer als das Mittel der bei den wärmeren Temperaturen von  $13^{\circ},5$ .

Die kältern Abendbeobachtungen geben  $1^{\circ} 26' 47'',1$  bei  $-2^{\circ},3$ , also  $1' 12'',3$  mehr, als die mittlere Abendhöhe bei  $15^{\circ},5$ .

Der ganze Unterschied der beobachteten Höhenwinkel des Montblanc von den größten Höhen am Wintermorgen und den kleinsten des Abends bei der größten Wärme, nach Mittelresultaten, ist  $1' 54'',5$ ; der Unterschied der einzelnen am größten und am kleinsten beobachteten Höhe aber giebt die größte wirklich beobachtete Aenderung der Refraktion  $2' 5''$ , welche aber

der

der Wahrscheinlichkeit nach, wegen der möglichen Fehler der Beobachtungen, zu groß ist. Der Winkel zwischen dem Beobachtungsort und dem Montblanc am Mittelpunkt der Erde ist  $1^{\circ} 9' 34'',4$ .

Dieser Winkel oder die Entfernung zwischen Neuchatel und dem Montblanc ist beinahe 2,6 mal größer, als zwischen Neuchatel und dem Moleson. Nun sind zwar für den Montblanc die beobachteten Aenderungen der Refraktion in jeder Rücksicht größer als bei dem Moleson, allein sie sind weit davon entfernt, in dem Verhältniß der Entfernung größer geworden zu sein, wie auch aus der bloßen vergleichenden Ansicht der gegebenen Resultate ohne weitere Rechnung erhellt.

Es ist an sich klar, daß mit zunehmenden Höhenwinkeln für gleich hohe Berge die Refraktionsänderungen abnehmen werden und umgekehrt. Indessen um für größere Höhenwinkel die Veränderungen der Refraktion einigermaßen zu beurtheilen, können die in Bern angestellten Beobachtungen dienen, wo die Höhenwinkel zweimal und darüber größer sind als in Neuchatel, die absoluten Höhen zweier der beobachteten Berge aber nicht beträchtlich kleiner sind, als die Höhe des Montblanc.

Die Unterschiede der Abend- und Morgenbeobachtungen vom 7ten und 8ten Juli sind:

|                      |        |   |                                                        |
|----------------------|--------|---|--------------------------------------------------------|
| für das Jungfrauhorn | 47'',3 | } | bei $87^{\circ},5$ und $63^{\circ},5$ Wärme nach Fahr. |
| — — Finsterarhorn    | 45,0   |   |                                                        |
| — — Wetterhorn       | 45,8   |   |                                                        |
| — — Finsterarhorn    | 50,0   |   |                                                        |
|                      | — 90 — |   | — $63^{\circ},5$ — — —                                 |

Nach den obigen Aufzeichnungen wären die ersteren 47,3, 48 und 42'',2, es sind aber die Unterschiede, welche wirklich auf einer und derselben Seite des Kreises sich ergeben haben, als sicherer vorgezogen, weil am Morgen wie am Abend die Ablesungen von denselben Theilstrichen des Instruments geschehen, und hier nur diese Unterschiede berücksichtigt werden. Indessen ist die Verschiedenheit doch nicht von Bedeutung.

Der Unterschied der Abendhöhe des Jungfrauorns am 7ten Juni von der Höhe desselben am folgenden Morgen beträgt nur 19'',5 für eine Wärmeabnahme von  $75$  bis  $60^{\circ}$  Fahr. Allein es ist klar aus allen übrigen Beobachtungen dieser Bergspitze, daß die am 8ten Juni des Morgens angestellten nur kleine Resultate für diese Tageszeit gegeben haben, welcher Erscheinung weiter unten noch erwähnt werden soll.

Im Winter selbst, wenn man die Abendhöhen am 23sten und 24sten

Februar mit den Morgenhöhen zwischen beiden vergleicht, so sind, bei einer Morgentemperatur von  $30^{\circ}$ , ihre Unterschiede im Mittel:

für das Finsterarhorn .  $27'',9$

für das Jungfrauhorn .  $32,7$

Der Höhenunterschied des Finsterarhorns ist vielleicht zu klein, denn weil es in der gesehenen Richtung wie eine feine Felsspitze erscheint, von welcher es schwer war den höchsten Punkt am Morgen deutlich genug zu erkennen, so sind die Morgenhöhen dieses Berges wohl etwas zu klein genommen.

Die größten beobachteten Höhenwinkel sind

für das Finsterarhorn  $2^{\circ} 50' 17'',2$  bei  $23^{\circ}$  Fahr.

— — Jungfrauhorn 3. 12. 56,0 — 31. —

welche die kleinsten bei  $90$  und  $87^{\circ},5$  Wärme um  $1' 25'',2$  und  $1' 23'',3$  übertreffen.

Im Schlosse von Neuchatel sind einigemal kleine Höhenwinkel beobachtet, um für sie Refraktionsänderungen zu erhalten, wozu der Standpunkt in Bern keine Objekte darbot. Es ist erforderlich, daß es gegen den freien Himmel erscheine, um zu allen Tageszeiten beobachtet werden zu können, auch ein beträchtlich hoher, also viel entfernter Berggipfel sei, als es solche von Bern sichtbare sind. Die Berge aber, welche in Neuchatel dem Zweck ihrer Beobachtung sich eigneten, waren eben wegen ihrer Ferne und geringen scheinbaren Höhe über den Horizont entweder gar nicht oder doch zu schwer zu sehen, besonders des Morgens, als daß man den Beobachtungen einer der Absicht hinkünftig angemessenen Grad von Genauigkeit hätte zutrauen dürfen.

Der Höhenwinkel der Aiguille de Varens, eine isolirte Felspyramide, diesen Beobachtungen günstig, hat nur einmal bei großer Morgenrefraktion genommen werden können. Das Resultat  $39' 59'',5$  ist aber zuverlässig zu groß angegeben, indem die mit umgewandten Kreisebenen erhaltenen nicht mit dem bekannten Collimationsfehler des Instruments stimmen, so daß die Höhe in der einen Lage des Kreises  $30''$  zu hoch angesetzt ist. Es ist also jenes Resultat um  $15''$  zu vermindern.

Die Aenderung des Höhenwinkels der Aiguille de Varens am 13. Juni vom Morgen bis Abend beträgt also  $1' 26''$ , man müßte denn annehmen, daß während der Zeit zwischen den beiden Beobachtungen, die doch unmittelbar nach einander gemacht sind, die Refraktion um  $30''$  zugenommen



hätte, welches dann eine Aenderung derselben an diesem Tage von 1' 56' anzunehmen nöthigte, wie sie unter ähnlichen Umständen doch nur für etwa 10 Minuten niedrigere Höhenwinkel wahrgenommen worden ist.

Dafs also für gröfsere Höhenwinkel die Variationen der Refraktion kleiner, für kleinere Höhenwinkel nicht sehr in absoluter Höhe verschiedener Punkte gröfsere sind, geben die Beobachtungen hinlänglich zu erkennen. Das eigentliche Verhältnifs in dieser Beziehung auszumitteln ist jedoch mehr Sache der Theorie, sobald für die Refraktionsänderungen irgend eines in der Atmosphäre gesehenen Punkts die Art und Gröfse der bestimmenden Ursachen hinlänglich bekannt sind.

Es ist bisher nur die Veränderung der Höhenwinkel überhaupt betrachtet, allein sie verhalten sich nicht einen Tag wie den andern. An schönen heitern Tagen sind die Veränderungen der Brechung überhaupt am gröfsten und gehen am regelmäfsigsten, hingegen bei trübem, bewölktem Himmel, besonders bei regnerischem Wetter geringer; die Refraktion aber nimmt bald zu bald ab, in Folge sich ereignender Wechsel im atmosphärischen Zustände.

Früh am Morgen eines schönen Tages, etwas vor und mit Sonnenaufgang, also bei der niedrigsten Tagestemperatur, ist die Refraktion zwar grofs, aber ihr Maximum erreicht sie doch erst nachher, wenn gleich die Zunahme von Tagesanbruch an verhältnifsmäfsig der ganzen täglichen Aenderung nur geringe ist, der Genauigkeit der angestellten Beobachtungen fast entgeht. Die physische Ursache dieser Erscheinung ist nicht verborgen. Die Oberfläche der Erde erwärmt sich früher, als Luftschichten in einiger Erhöhung über dieselbe. Diese erhalten von unten durch die Wärme vertriebene Luft, welche bevor sie durch die ganze Höhe zwischen den in einiger Entfernung über dem Boden befindlichen Beobachter und dem in den höhern Luftregionen gesehenen Punkt steigt, Verdichtung und also gröfsere Brechbarkeit in Luftschichten um den Beobachter und in einiger Höhe über denselben veranlafst. Ueberdem enthält die dem Boden entweichende Luft vielen Wasserdampf, der da die Quelle seiner Entstehung hat und fortwährend erzeugt wird. Diese Entstehung einer neuen elastischen Flüssigkeit, welche das Aufsteigen der von ihr geschwängerten Luft von unten befördert, theils allein in die über sie liegenden dampfleerer Schichten tritt, erhöht deren Feuchte, Dichte und Brechbarkeit. Es scheint in der That, dafs so lange bei zunehmender Temperatur das Hygrometer zur

Feuchtigkeit geht, die Refraktion zunimmt, auch selbst noch einige Zeit hernach, zufolge der Beobachtungen vom 12ten Juni, sich nicht merklich vermindert. Der Moment der grössten Refraktion wäre dem zufolge derjenige der grössten Feuchtigkeit. Nicht lange hernach nehmen die Höhenwinkel schnell ab, gegen Mittag aber, und wenn die Zeit der grössten Tageswärme herannaht, langsamer, doch auch noch dann, wenn dieser Zeitpunkt schon vorüber ist und die Wärme abnimmt, bis nicht lange vor Sonnenuntergang, wo sie das Minimum erreichen; und dieser Moment der kleinsten Refraktion scheint wieder mit dem der grössten Trockenheit des Tages zusammen zu fallen. Die kleinsten Höhenwinkel bleiben ziemlich lange ohne merkliche Aenderung; erst kurz vor und bei Sonnenuntergang geben die Beobachtungen eine kleine Zunahme der Refraktion zu erkennen, die wohl ohne Zweifel bald die Grösse erreicht und während der Nacht unverändert erhält, die am folgenden Morgen bis zum Sonnenaufgang noch gefunden wird. Die Abnahme der Refraktion ist Folge der oben angeführten Ursachen ihrer Vergrößerung. Denn so wie die zunehmende Wärme in den untersten Luftschichten zuerst Luft vertreibt, so wird diese nicht in der Höhe des Beobachters beharren, sondern aufwärts gehen, und da sich diese Schichten um den Beobachter auch stets mehr erwärmen, so wird endlich aus ihnen mehr elastische Flüssigkeit aufsteigen, als sie von unten zugeführt empfangen. Es dringt diese Luft in höhere Schichten, welche sich nun mehr verdichten als niedrigere. Die schnellste Abnahme der Luftdichtigkeit bleibt also nicht in der Höhe des Beobachters, sondern was sich hier früher ereignete, hat später in grösseren Erhöhungen statt, die scheinbaren Höhenwinkel müssen sich also verringern. Nicht selten wird endlich durch die Erwärmung des Bodens um den Beobachter die Luft dünner sein, als in höhern Schichten, so daß die Dichte, statt bis zum beobachteten Objekt stets abzunehmen, zuerst wächst, und der Lichtstrahl zwischen Objekt und Beobachter im letzten Theil der Bahn entgegengesetzt gekrümmt ist, wodurch die scheinbaren Höhen noch mehr vermindert werden können.

Angenommen daß die Wasserdämpfe ein stärkeres Brechungsvermögen als die Luft besitzen, so liegt hierin ein Grund mehr für die tägliche Aenderung der Refraktion, indem am Morgen aufser der schnellern Dichtigkeitsabnahme in der Region des Beobachters auch in derselben sich die grössere Menge Wasserdampf befindet, und gegen Abend neben der wo nicht anfänglichen Zunahme doch geringeren Dichtigkeitsabnahme auch

größere relative Trockenheit herrscht, als in den höhern Regionen. In dieser Hypothese liegt der Grund der Annahme der Uebereinstimmung des Zeitpunktes für das Maximum und das Minimum der Refraktion, mit denen für die Feuchtigkeit, denn aus Beobachtungen um das Maximum oder Minimum selbst die Zeitmomente für sie genau zu bestimmen, ist zu unsicher. Der bloße Temperaturunterschied der Luft bei dem Beobachter und bei dem gesehenen Objekte scheint dessen größte und kleinste Höhe nicht zu bestimmen. Denn die Temperatur nimmt bei Aufgang der Sonne, wenn sie am geringsten, am langsamsten, und einige Zeit nach Mittag, wenn sie am größten, am schnellsten, mit der Höhe ab. Indessen wird dies dazu beitragen, das Maximum und Minimum der Refraktion früher als sonst zu bewirken. Doch wenn auch die Temperaturänderung allein als Ursache der Aenderung der Refraktion angenommen würde, so müßte dennoch ihr Minimum erst einige Zeit nach der größten Wärme eintreten, indem ihre Wirkung auf die höhern Schichten erst später erfolgt, wie man auch am täglichen Gange des Barometers wahrnimmt, welches erst zwei bis drei Stunden hernach sowohl in der Ebene als auf den Bergen den tiefsten Stand hat. Auch das Maximum der Refraktion wird aus ähnlichen Betrachtungen, und da gegen Sonnenaufgang und gerade in diesem Zeitpunkt noch das Thermometer merklich zu sinken pflegt, sich bis zur Zeit des höchsten täglichen Barometerstandes oder etwas mehr verspäten. Es vereinigen sich also alle tägliche periodische Modifikationen der Atmosphäre, die größte und kleinste Refraktion einige Zeit nach der niedrigsten und höchsten Tageswärme selbst noch etwas später als die Zeitpunkte der größten und kleinsten Feuchtigkeit und Barometerhöhen anzunehmen, welches die Beobachtungen ebenfalls andeuten, dem sie wenigstens nicht widersprechen. Es ist aber hiebei die Höhe des Beobachters über den Boden nicht außer Acht zu lassen, welches nach dem schon oben bemerkten kaum der Erinnerung noch bedarf.

Von den Bergen wird die atmosphärische Bewegung, welche die Veränderung in der Refraktion bewirkt, unter gewissen Umständen selbst sichtbar. Man bemerkt nemlich oft am Morgen, daß Nebel die Wälder bedeckt, oder aus ihnen hervortritt, während Felder und Wiesen frei sind und bleiben. Man sieht jene sich heben und ausbreiten, und über diese hernach in einiger Höhe Wolken in freier Luft entstehen, mit jenen zugleich steigen, und nach vier oder fünf Stunden eine Höhe von fast eben so viel tausend Fuß erreichen; Nachmittags hingegen pflegt bis in beträchtlicher

Höhe über die Ebene keine Wolke mehr zu sein. Offenbar sind es weder die Dunstblaschen für sich, die über die Wälder, noch die Dämpfe allein, die über die Felder am Morgen aufsteigen. Auch an völlig heitern Tagen erkennt man das Aufströmen der Luft an dem beträchtlichen Wind, der bei jähen Abstürzungen auf den Bergen aus der Tiefe kömmt, und am Steigen des Barometers, unterdessen es in der Ebene sinkt. Am Abend strömt die Luft vom Gebirge herab, um den untern Schichten die aus ihnen durch die Wärme vertriebene Luft zu ersetzen, und das Gleichgewicht herzustellen, welches die wegen nachlassender Kraft der Wärme verminderte Elastizität nicht mehr zu erhalten vermag. Am Fusse des Jura, besonders am See von Neuchatel, ist dieser meistens schönen Tagen folgende Abendwind unter dem Namen des Joran bekannt; er biegt mit Gewalt die Aeste der Bäume zum Boden; auf dem See, wo er in horizontale Luftbewegung übergeht, werden Schiffende, aller Anstrengung das Ufer zu erreichen ohnrachtet, weit von demselben entfernt.

Da die Veränderungen des atmosphärischen Zustandes nicht an einem selbst heitern Tage genau wie den andern eintreten; so werden auch die durch sie bewirkten Abänderungen der Refraktion nicht beständig auf einerlei Weise erfolgen. Indessen scheint aus der Reihe der Beobachtungen hervorzugehen, dafs die Verschiedenheit ungleich mehr auf die Geschwindigkeit, mit welcher die Refraktionsänderung, und auf die Zeitpunkte, wo sie ihren grössten und kleinsten Werthen sehr nahe kömmt, als auf diese äufsersten Gröfsen der Refraktion selbst fällt, wenn die mittlere Temperatur der Tage nicht sehr von einander abweicht. Auch an bewölkten Tagen verhält es sich so; nur bei völlig bedecktem Himmel und beim Regen hält sich die Refraktion von den äufsersten Grenzen am entferntesten und schwankt um das Mittel zwischen beiden.

Auch auf den Bergen geben die Beobachtungen noch dieselben Phänomene der Refraktionsänderung zu erkennen, geringer in der That, und es steht zu erwarten, desto kleiner, je höher der Beobachtungsort ist. Zwar waren auf dem Moleson während des dortigen Aufenthalts die hohen Alpen niemals am Nachmittage sichtbar, und überdem der Zustand der Atmosphäre so beschaffen, dafs auch sie nur geringe Veränderungen der Brechung, zufolge den Beobachtungen anderer Objekte und den gleichzeitigen in Neuchatel würden gegeben haben. Allein die Beobachtungen vom Chaseron setzen wohl für sich die Sache aufser Zweifel. Die auf dem Chau-

mont zeigen dasselbe und stärker, da die Erhöhung geringer. Allein dieser Standpunkt ist nicht isolirt, sondern liegt an einer noch langsam steigenden und mit einer Rasendecke belegten Bergfläche, welches zur Vergrößerung der Variation der Strahlenbrechung hier, wenn etwas, doch wohl nur wenig beigetragen haben mag, da die Beobachtungen in einiger Erhöhung über den Boden angestellt sind.

Die angestellten Beobachtungen zeigen, daß die bisher übliche Weise, für die terrestrische Strahlenbrechung Rechnung zu tragen wenig genau, in den Fällen aber gar nicht zulässig ist, wo der Lichtstrahl lange in der Nähe der Erdoberfläche fortheht. Denn wenn man gleich sich damit begnügen will, die Krümmung des Lichtstrahls als kreisförmig zu betrachten, so ist doch dieser Krümmungsradius zu verschiedenen Zeiten viel zu veränderlich, als daß man die Refraktion einem beständigen aliquoten Theil des Winkels der Vertikalen zweier Punkte gleich setzen darf, wenn man vom Gebrauche dieser Größe eine bedeutende Genauigkeit erwartet. Allein diese Vorstellungsart ist bequem um im allgemeinen die Werthe und die Verhältnisse der absoluten Größe der Refraktion in verschiedenen Beobachtungen, und ihrer Variationen zu übersehen, sich von der Unzulässigkeit eines konstanten Refraktionsfaktors zu überzeugen oder im erforderlichen Falle den den Umständen angemessenern zu wählen.

Gleichzeitige Nachmittagsbeobachtungen zwischen Font am See und der Kuppe des Chasseron geben die Krümmung des Lichtstrahls  $0,140$  des Erdbogens zwischen seinen beiden Endpunkten, also den Radius der Krümmung des Lichtstrahls etwas über siebenmal größer als den Radius der Erde.

Die gleichzeitigen Beobachtungen zwischen dem Moleson und dem Schlosse von Neuchatel geben am Morgen die Krümmung des Strahls gleich  $0,180$ , am Abend aber  $0,156$  des Winkels der Vertikalen jener Punkte. Also in der Hypothese, daß die Linie des Lichtstrahls kreisförmig, war der Halbmesser am Morgen  $5,53$ , am Abend  $6,41$  mal größer als der Radius der Erde. Der Winkel zwischen der Tangente am Ende des Lichtstrahls und der geraden Linie vom Beobachtungspunkt zum Objekt, welchen man gewöhnlich die terrestrische Refraktion nennt, betrüge hier am Morgen des Tages der Beobachtung  $0,090$  des Winkels am Mittelpunkt der Erde, also für den Morgen, wo der Höhenwinkel des Moleson am größten gefunden  $0,114$  und für den kleinsten Abendhöhenwinkel  $0,077$ .

In Bellevaux sind keine gleichzeitige Beobachtungen mit denen auf

dem Berge angestellt, allein die Rechnung ergibt, daß die zuletzt erwähnten Verhältniszahlen oder Refraktionsfaktoren für den größten und kleinsten der da beobachteten Höhenwinkel des Moleson, 0,102 und 0,078 werden. Daß hier der erstere kleiner als fürs Schloß Neuchatel ausfällt, ist den Umständen der Beobachtung völlig angemessen; daß aber der kleinste für die Nachmittagsrefraktion doch noch beträchtlich größer als für die Beobachtungen zwischen Font und Chasseron, wo der Faktor nur 0,070 gefunden worden, ist zu bemerken. Es ist dies dem Standpunkte unmittelbar über dem Boden oder der Wasserfläche zuzuschreiben.

Zwischen dem Chaumont und Moleson ist aus wechselseitigen Beobachtungen gefunden für den Refraktionsfaktor am Morgen 0,083 und am Abend 0,079.

Die Beobachtungen auf Chasseron und Chasseral geben den Faktor im Mittel 0,081.

Die Morgenbeobachtungen auf Chasseron mit denen auf Moleson geben 0,0805, die Abendbeobachtungen des Moleson auf Chasseron geben 0,075 für den Refraktionsfaktor.

Zwischen Chasseral und Moleson ist derselbe, ohne Rücksicht auf Abend- und Morgenbeobachtungen, überhaupt 0,081 gefunden.

Die Beobachtung des Oldenhorns vom Moleson hat nur des Morgens gemacht werden können, und im Tagebuch meiner frühern Reise aufs Oldenhorn fand sich nur eine Nachmittagsbeobachtung des Moleson, welche mit einander verbunden den Faktor gleich 0,070 geben.

Daß dieser Faktor so klein ist, rührt von der schon beträchtlichen Höhe beider Standpunkte her, besonders des Oldenhorns 9620 par. Fufs übers Meer. Der Lichtstrahl hält sich also im Mittel zwischen seinen Endpunkten 7900 Fufs hoch, und bisher scheint es nicht angemerkt worden zu sein, daß der Refraktionsfaktor nicht in jeder Höhe über die Erde, also auch nicht für in Höhe sehr verschiedene Punkte, obgleich von einem Standort beobachtet, als unveränderlich angesehen werden dürfe, weil derselbe meistens nur zum praktischen Gebrauch etwa für wenig über die Erdoberfläche gelegene Punkte in Anwendung gekommen.

Muß demnach, wenn es auch hinlänglich gehalten wird, die terrestrische Refraktion der Entfernung proportional zu setzen, doch auf den Barometerstand geachtet werden, so darf die Temperatur noch weniger unberück-

rücksichtigt bleiben. Denn in ersterer Beziehung vergrößert sich der Exponent jenes Verhältnisses oder der Refraktionsfaktor proportional der Zunahme der Elastizität, in der andern aber nimmt er ab, proportional dem Quadrate der durch die Wärme vergrößerten Elastizität. Für denselben Beobachtungsort ist die Veränderung der Refraktion wegen Wärmeänderung weit beträchtlicher als die vom Barometerstand herrührende, welche daher auch hier anfänglich nicht mit in Betrachtung genommen ist. Der oben zwischen dem Schloß Neuchatel und dem Moleson angegebene Faktor hat für die größten der bei den Temperaturen unter Null beobachteten Höhenwinkel statt. Nimmt man aber das Mittel der Morgenbeobachtungen  $1^{\circ} 35' 11''$ ,<sub>1</sub> bei  $5^{\circ},5$  unter Null, so wird dafür der Faktor 0,109 gefunden oder 0,110, wenn man denselben vom Barometerstande  $26^{\circ} 6'$  auf den von  $26^{\circ} 10'$ ,<sub>8</sub> bringt, für welchen die Sommerbeobachtung bei  $13^{\circ},5$  den Faktor 0,090 gegeben. Dieser Faktor folgt aber auch sehr nahe aus jenem des Winters, wenn man dessen Aenderung wegen der Temperatur berechnet. Für Bellevaux und Moleson giebt der mittlere Höhenwinkel des Morgens  $1^{\circ} 36' 33''$  bei der Temperatur von  $9^{\circ}$  und  $8^{\circ},5$  beobachtet, 0,091, also 0,087 bei  $13^{\circ},5$ , etwas kleiner als der vom Schlosse gefundene. Der oben angegebene Faktor für Bellevaux bei  $2^{\circ},5$  ist hingegen 0,102, aber sehr wahrscheinlich zu groß. Da von Neuchatel aus der höchste Punkt des Berges beobachtet worden, so können die Höhenwinkel desselben im Winter wohl wegen aufliegenden Schnees einige wenige Sekunden zu hoch sein. Die Resultate der wechselseitigen Beobachtungen auf den Bergen entfernen sich etwas von jenem, da denselben zu Folge der Refraktionsfaktor für 27 Zoll Barometerhöhe und ohngefähr  $11^{\circ}$  Wärme beinahe 0,095 betragen würde, der sich hingegen aus den Beobachtungen zu Neuchatel im Mittel 0,099 ergibt.

Die beträchtlich kleineren Faktoren aus den Nachmittagsbeobachtungen ergeben sich nicht aus denen für den Morgen, indem man allein auf die Temperaturänderung sieht, wie dieses aus den Beobachtungen unmittelbar hervorgeht, da bei gleichen Barometer- und Thermometerständen am Morgen und Abend die Höhenwinkel keinesweges gleich sind. Es dürfen also auch die Faktoren aus Morgenbeobachtungen und die in andern Tageszeiten nicht mit einander verbunden werden, um zu einem Mittelresultate zu gelangen, indem man wissentlich bei der Anwendung desselben sowohl für den Morgen als für den Abend ohne Noth gleiche Fehler nur im entgegengesetzten Sinne zuliefse. Einen solchen Faktor als für die mit-

lere Tageszeit gültig betrachten zu wollen, ist ohne Nutzen, weil der atmosphärische Zustand, welchem er am nächsten entsprechen sollte, fast der wandelbarste, bei welchem ferne Objekte, selten ohne Undulation, sich schwer oder gar nicht beobachten lassen; früh Morgens aber und besonders gegen Abend sind die Beobachtungen weit sicherer und unter sich am übereinstimmendsten. Es sind also auch für die verschiedenen Tageszeiten die einer jeden besonders zukommenden Refraktionsfaktoren zu gebrauchen mit Berücksichtigung der ihnen eigenthümlichen Aenderung in Folge des Zustandes der Atmosphäre während der Beobachtung.

Nähere Untersuchungen und die Anwendung von den einzelnen Beobachtungen, deren Mittheilung überhaupt nur hier vorzüglich beabsichtigt worden, erfordert eine ihnen besonders zu widmende Abhandlung. Kaum wird es erforderlich sein, ausdrücklich noch zu bemerken, daß die angestellten Beobachtungen auch für die Astronomie um so weniger gleichgültig sein können, da die Aenderungen der Refraktion bei den Gestirnen in gleichen Höhen beträchtlicher sein müssen, als bei den Erdobjekten. Zufolge den nur vermittelst diesen erhaltenen Resultaten ist es schon keinem Zweifel mehr unterworfen, daß die astronomische Refraktion in der Nacht von der am Tage, die am Vormittage von der am Abend verschiedenen sein müsse. Wenn astronomische Beobachtungen bisher dies nicht bestimmt entschieden, so rührt es nur daher, daß sie nahe am Horizont seltener sind, theils weil der Astronom hier die Unregelmäßigkeit der Strahlenbrechung fürchtet, theils weil Wolken und Undurchsichtigkeit der Luft mehr als näher zum Zenith hindern. In größern Höhen entgeht die Veränderlichkeit der Refraktion der Wahrnehmung, so lange man sich ihrer Wirklichkeit nicht versichert hält, und verbirgt sich hinter den Fehlern der Beobachtung. Es ist wohl kaum zu bezweifeln, daß nicht für Bestimmung der Zeit durch Sonnenhöhen, daher der Azimuthe, und für die Genauigkeit wichtiger Punkte der Astronomie, öfter die unbeachtete Refraktionsänderung nachtheiligen Einfluß gehabt habe. Beobachtungen der Sterne, wenn sie zu verschiedenen Zeiten des Tages und der Nacht wenig über den Horizont durch den Meridian gehen, müssen bald zu unsern bisherigen Refraktionsstafeln erforderliche Berichtigungen liefern.

---



Allgemeine  
Untersuchungen und Bemerkungen  
über die  
Lage und Austheilung aller bisher bekannten Planeten-  
und Kometenbahnen. \*)

~~~~~  
VON HERRN BODE.

Eine Fortsetzung

der

am 11. Januar 1787. über diese Materie bei der Akademie vorgelesenen
Abhandlung. **)

Meine damalige Vorlesung beschäftigte sich mit sieben Planeten und 72 Kometenbahnen, die bis zu der Zeit bekannt waren. Ich wurde durch unsers unvergesslichen Lamberts, in seinen *kosmologischen Briefen über die Einrichtung des Weltbaues*, aufgestellten sinnreichen Versuche, aus der Halley'schen Tafel über 21 von 1337 bis 1698 erschienene Kometen, Folgerungen über die Austheilung dieser, dem äußern Ansehen, der Lage und Gestalten ihrer Bahnen wegen, fremdartig scheinenden Weltkörper im Sonnensystem herzuleiten, zu einem ähnlichen Unternehmen bei der Kenntniß einer mehr als dreimal größern Anzahl derselben, veranlaßt. Ich nahm jenes Halley'sche noch sehr unvollständige Kometenregister, mit den von 1698 bis 1785 viel häufiger aufgefundenen und beobachteten Kometen, ohne Auswahl zusammen, da die, aus Mangel gehöriger Nachforschungen, geringe Anzahl der in den ersten Jahrhunderten darin aufgezeichneten Kometen, das Resultat sehr wenig ändern kann. Diesemnach forschte ich nach, ob sich nicht bei der Austheilung, Bewegungsrichtung, Neigung, Lage, Knoten u. s. w. aller 72 Kometen etwas regelmässiges finde, wie sie sich

*) Vorgelesen den 27. Februar 1806.

**) S. die Mémoires für 1787 S. 341 bis 362.

gegen die Stellung und Lage der Sonnenaxe und des Sonnenäquators verhalten, nach welchen Gegenden des Sonnensystems hin, ihre Sonnennähepunkte und Knoten liegen, und was sich sonst dabei als wahrscheinlich oder zuverlässig angeben lasse. Ich fand nun im Ganzen, Lamberts glückliche Ideen mehr bestätigt, und nahm noch zur vergleichenden Darstellung, die 7 Planetenbahnen mit hinzu. Ich entwarf auf einem großen Blatt die parabolischen Bahnen aller dieser 72 Kometenbahnen, auf die Ebene der Erdbahn niedergelegt, bis noch jenseits der Marsbahn, und bemerkte auf einer jeden das Perihelium, die Knoten, Neigung, Laufsrichtung u. s. w. *)

Seit jener Vorlesung, also seit nunmehr 19 Jahren, sind wieder 23 Kometen entdeckt worden, und also steigt nun die Anzahl aller beobachteten und berechneten auf 95. Ueberdem hat man, in dieser Zwischenzeit, sogar noch drei neue Hauptplaneten des Sonnensystems zwischen der Mars- und Jupitersbahn, wo auch ich, längst, wenigstens einen erwartete, entdeckt, die die Namen: Ceres, Pallas und Juno erhalten. Ersteren fand bekanntlich Hr. D. Piazzi zu Palermo am 1. Januar 1801, den zweiten Hr. D. Olbers zu Bremen den 28. März 1802, und den dritten Hr. Prof. Harding zu Lilienthal den 1. Sept. 1804.

Die Anzahl der bekannten Kometen und Planeten ist also gegenwärtig bis auf 105 gestiegen. In meinem großen Entwurf, den ich hiemit vorzulegen die Ehre habe, trug ich nun die seit 1785 noch beobachteten und berechneten 23 Kometenbahnen ein, so wie von den drei neu entdeckten Planeten denjenigen Theil ihrer elliptischen Bahnen, der innerhalb der Grenzen des äußern Zirkels fällt. Jene Tafel der Elemente von 72 Kometenbahnen steht schon in den Mémoires für 1787, und gegenwärtig erfolgt der Nachtrag derselben für die bis 1805 erschienenen 23 Kometen, gleichfalls nur in einer für den Entwurf der Bahnen hinreichenden Genauigkeit. Ich habe in demselben gleichfalls die beiden neu berechneten Kolumnen für die auf die Ekliptik reducirte Länge der Kometen im Perihelio und für ihre heliocentrische Breite daselbst, beigefügt. Zugleich erfolgen am Schluß der Tafel die nemlichen Elemente, für sämmtliche nunmehr bekannte zehn Planetenbahnen.

Ich mache, wie in meiner erstern Abhandlung, wieder den Anfang mit der Sonnennähe. Dieser Punkt fällt bei allen Planetenbahnen helio-

*) Diese große Charte fehlt noch in den Mémoires; sie erschien in Kupfer gestochen in der Himburgschen Buchhandlung im Jahr 1791.

centrisch, und der Länge nach auf die Ebene der Ekliptik reduziert, vom 2ten Grad der \mathfrak{H} ostwärts bis zum 17ten Grad der \mathfrak{M} , also auf einen Bogen von 195° , der 21° kürzer sein, also noch keinen Halbzirkel betragen würde, wenn die Sonnennähe des Uranus nicht in die Mitte des Zeichens der \mathfrak{M} träte, da die äußerste östliche Grenze derselben bei der Ceres statt findet und im 26° Ω liegt. Nun fallen, sehr merkwürdig, die auf die Ekliptik reduzierten Sonnennähepunkte vom bei weitem grössten Theile unserer bisher bekannten 95 Kometenbahnen gleichfalls nach eben dieser Seite des Sonnensystems hinaus. Es erreichten nemlich, wenn ich die letztern Grade des \mathfrak{S} mitnehme, in den Zeichen \mathfrak{H} \mathfrak{V} \mathfrak{S} \mathfrak{H} \mathfrak{G} Ω und \mathfrak{M} 65 Kometen ihre Sonnennähe, und nur die übrigen 30 kamen der Sonne in \mathfrak{E} \mathfrak{M} \mathfrak{J} \mathfrak{Z} und der ersten Hälfte des \mathfrak{S} am nächsten. Ueberhaupt gingen durch in den 6 nördlichen Zeichen 58, in den 6 südlichen 37.

Es ist also, der sehr verschiedenen Abweichungen und grösstentheils viel stärkern Neigungen der Kometenbahnen, gegen die der Planeten ungeachtet, doch so ziemlich eine und dieselbe Gegend des Sonnengebiets, in welcher die mehresten bekannten Kometen mit den Planeten gemeinschaftlich sich der Sonne am meisten nähern, welches kein bloßer Zufall zu sein scheint. Nun behält bei der 25tägigen Umwälzung der Sonnenkugel, ihre Axe unter dem Winkel von $82\frac{1}{2}^\circ$ eine unverrückte Stellung gegen den 8° \mathfrak{H} und \mathfrak{M} , wohin also die Sonnenaxe gerichtet ist und die Pole der \odot fallen. Der Sonnenäquator neigt sich daher um $7\frac{1}{2}^\circ$ mit der Ebene der Ekliptik, und dessen Knoten liegen in 8° \mathfrak{H} und \mathfrak{J} . Sehen wir also die \odot im \mathfrak{H} oder \mathfrak{M} , so erscheinen die Sonnennähepunkte aller Planeten- und Kometenbahnen grösstentheils auf der Ost- oder Westseite derselben, und es scheint also, daß sie auf die Lage dieser Drehungsaxe der \odot einen Bezug haben und senkrecht gegen dieselbe am gewöhnlichsten angetroffen werden. Bei den Polen der \odot herum, unter $82\frac{1}{2}^\circ$ Nördlicher und Südlicher Breite in 8° \mathfrak{H} und \mathfrak{M} hingegen gieng fast kein einziger Komet durch seine Sonnennähe.

Das zweite, was zu untersuchen ist, betrifft die Entfernung des Sonnennähepunkts aller dieser 95 Kometenbahnen. Setzt man den mittlern Abstand der Erde von der \odot = 1000, so liefen in dem Nord- und Südwärts liegenden Raum zunächst um die Sonne:

zwischen 0 u. 100 Theilen 4 Komet.				zwischen 900 u. 1000 Theilen 7 Komet.			
—	100 — 200	—	3 —	—	1000 — 1100	—	9 —
—	200 — 300	—	8 —	—	1100 — 1200	—	2 —
—	300 — 400	—	7 —	—	1200 — 1300	—	2 —
—	400 — 500	—	9 —	—	1400 — 1500	—	1 —
—	500 — 600	—	14 —	—	1500 — 1600	—	3 —
—	600 — 700	—	8 —	—	2100 — 2200	—	1 —
—	700 — 800	—	10 —	—	3700 — 3800	—	1 —
—	800 — 900	—	6 —				

Setzt man aber richtiger die wirkliche Entfernung der Planeten von der ☉, in der Gegend, wo ein jeder Komet in seiner Sonnennähe war, an, so liegen hindurch:

zwischen der Sonnen- und Merkursbahn	20 Kometen
— — Merkur- und Venusbahn	36 —
— — Venus- und Erdbahn	20 —
— — Erd- und Marsbahn	15 —
— — Mars- und Ceresbahn	4 —

Die weit größere Anzahl der Kometen, die innerhalb der Erdbahn ihr Perihelium erreichten, giebt zu erkennen, daß diese, ihres schnellern Laufs und stärkeren Lichtes wegen, uns gewöhnlicher zu Gesicht kommen müssen als die entlegern. Da ferner zwischen der Merkur- und Venusbahn, die mehresten Kometen der ☉ am nächsten durchgingen, so ist daselbst noch der besondere Grund ihrer Sichtbarkeit darin zu suchen, weil solche gerade in dem halben Abstand zwischen uns und der Sonne ihr Perihelium haben, sich etliche Monate in diesem Raume verweilen, und so am ersten, an der West- oder Ostseite der Sonne am Firmament zum Vorschein kommen können. Kometen, die sich bis innerhalb der Merkursbahn zur Sonne herablassen, erscheinen auch ihres oft lebhaftern Lichts und ihrer längern Schweife wegen nicht selten bei einer vortheilhaften Stellung der Erde gegen sie und gegen die Sonne. Allein die in der Nachbarschaft der Erdbahn, innerhalb oder auferhalb derselben der Sonne am nächsten vorbeigehende, zeigen gewöhnlich eine schwächere Erleuchtung, durchlaufen oft, wegen ihrer Nähe in kurzer Zeit scheinbar einen großen Bogen der Himmelskugel, und sind nicht lange sichtbar.

Da ferner von unsern 95 Kometen allein 76 innerhalb der Erdbahn ihr Perihelium passirten, wo doch die Planetenbahnen am engsten beisam-

men liegen, so könnte man daraus folgern, dafs in den erweiterten Räumen jenseits der Erdbahn, noch eine viel gröfsere Menge dieser Weltkörper sich aufhalten und der Sonne am nächsten kommen. Lambert läfst die Anzahl der Kometen sogar, wie das Quadrat des Abstandes ihrer Perihelien zunehmen, und findet diese Voraussetzung bei der Merkur- und Venusbahn schon zum Theil mit dem unvollständigen Halleyschen Kometenregister zustimmend. Aber auch noch das jetzige fast fünfmal stärkere, harmonirt hiebei recht gut damit. Z. B. innerhalb der Venusbahn liefen 56 und innerhalb der Merkursbahn 20 durch das Perihelium. Nun ist die Kreisebene der Bahn des Merkurs etwa dreimal kleiner als die der Venus, und es verhält sich 56 : 20 ohngefähr wie 3 : 1.

In Betreff der Jahreszeiten zeigt das gegenwärtige Kometenregister, dafs von diesen 95 Kometen in den 6 Sommermonaten vom April bis September 39, und in den 6 Wintermonaten vom Oktober bis März 56 durch ihr Perihelium gingen. Da wir nun die Kometen nur in der Nachbarschaft ihrer Sonnennähen und bei Nacht sehen, so trägt allerdings wol ihre Sichtbarkeit zu diesem merklichen Unterschied einiges bei, oder wir müssen mehrere in den langen Winter- als kurzen Sommernächten entdecken.

Drittens liegen die aufsteigenden Knoten aller zehn Planetenbahnen heliocentrisch, gleichfalls nach eben der nemlichen Gegend des Sonnensystems hin, wo ihre Sonnennähen eintreffen, nemlich von 16° des Υ bis 22° $\Pi\beta$, also auf einem Bogen von 126 Graden *), oder etwas über dem dritten Theil vom Kreise. Nun giebt unser Verzeichniß von 95 Kometenbahnen, innerhalb diesen Graden der Länge den Ω von 42 Kometen, also fast die Hälfte von der ganzen Anzahl der beobachteten, an. Nehme ich den Halbzirkel, innerhalb welchem der 16° Υ und 22° $\Pi\beta$ liegen, also von 19° Υ bis 19° Ξ , so fällt in denselben der Ω von 59 Kometen, also fast $\frac{2}{3}$ von 95. Ueberhaupt liegt in den 6 Nördlichen Zeichen der aufsteigende Knoten von 57, in den 6 Südlichen der von 38 Knoten. Hieraus ergibt sich, dafs die mehresten Kometen mit allen Planeten gemeinschaftlich nach einer und derselben Gegend des Sonnensystems ihren Ω und Sonnennähepunkt erreichen.

*) Der Ω der Pallas und Juno fällt gemeinschaftlich in den 21° $\Pi\beta$. Vor der Entdeckung dieser Planeten waren die Knoten bei den übrigen Planeten in viel engere Grenzen, und etwa nur auf die Hälfte des obigen Bogens, eingeschlossen, nemlich zwischen den 16° Υ und 21° Ξ = 65° .

Nun sind alle Planeten, bis auf den Uranus, in ihrer Sonnennähe dem Ω viel näher als dem \mathcal{U} . Allein, nach unsrem jetzigen vollständigeren Kometenregister sind die Knoten der Kometenbahnen in Ansehung des Abstands von ihrem Perihelio mehr vertheilt. Nach der Länge in der Bahn, also wahren Entfernung vom Knoten im Perihelio gerechnet, kamen 49 Kometen, unter 90° Abstand vom Ω west- oder ostwärts, und 46 unter 90° vor oder nach dem \mathcal{U} in die Sonnennähe.

Dafs bei den mehresten nun bekannt gewordenen Kometen, der Ω in die Nördlichen Zeichen fällt, befördert freilich ihre Sichtbarkeit, in Europa; allein, wir sehen auch öfters Südliche Kometen durch ihren Ω in unsere nördliche Hemisphäre treten und zum Vorschein kommen.

Viertens, sind unter unsern 95 Kometenbahnen, nur 14, deren Ebenen sich längs der Knotenlinie weniger gegen die Ebene der Erdbahn neigen, als 8 von den jetzt bekannten 9 Planetenbahnen, nemlich 13° (die 9te oder Pallasbahn, wegen ihrer so grofsen Neigung von 34° nicht gerechnet). Alle übrige neigen sich unter viel gröfsern Winkeln. Bei 39 Kometenbahnen ist die Neigung unter 45° , und bei 56 von 45 bis 90 Grad, so dafs also die gröfsern Winkel die gewöhnlichsten sind. Folgende Tafel, aus unserm Kometenregister abgeleitet, giebt dies gleichfalls zu erkennen. Denn es finden sich überhaupt diese Neigungswinkel:

Zwischen 0 und 10° bei 8 Kometen.

—	10	-	20	-	11	—
—	20	-	30	-	8	—
—	30	-	40	-	9	—
—	40	-	50	-	10	—
—	50	-	60	-	15	—
—	60	-	70	-	15	—
—	70	-	80	-	10	—
—	80	-	90	-	9	—

Nach angestellten Untersuchungen habe ich nun abermal gefunden, dafs diese Neigungswinkel keinesweges etwa nach einer gewissen Gegend des Sonnensystems hinaus gewöhnlich gröfser oder kleiner ausfallen, sondern sie sind in alle Zeichen auf das verschiedenlichste vertheilt und scheinen daher überall sämmtlich gleich möglich zu seyn. Hiedurch wird eine gröfsere Mannigfaltigkeit in den Bewegungsrichtungen veranlaßt, es werden die gegenseitigen geschickten Ausweichungen der Planeten und Kometen

beför-

befördert, und die anziehende Kraft der großen Sonnenkugel und ihre wohlthätigen Wirkungen nach allen Seiten benutzt. Es scheint auch, daß die Entfernungen und Oerter der Sonnennähe nicht nach dem Maasse größerer oder kleinerer Neigungswinkel, Entfernungen und Oerter, an besondere Gegenden des Sonnenbezirks gebunden sind, denn es zeigen sich hiebei große Ausnahmen. Unterdessen hatten doch von den 20 Kometen, die sich innerhalb der Merkursbahn zur Sonne herabließen, 16 sehr große Neigungswinkel zwischen 30 und 80 Grad, und bei vierten lag derselbe zwischen 13 und 22 Grad. Lambert hat dies schon bei den 21 Kometen der Halleyschen Tafel bemerkt, und daraus den wohlthätigen Zweck einer geschickten Ausweichung der Kometen und der innern Planeten erkannt.

Um noch zu sehen, ob alle Neigungswinkel gleich möglich sind, zeigt folgende Tafel: 1) wie viele von unsern 95 Kometen auf jede Abtheilung dieses Winkels von 10 zu 10 Grad kommen, und 2) wie viel bei der gleichförmigen Vertheilung dazu gehören sollten.

Neigung der Bahn.	Beobachtete Anzahl.	Berechnete Anzahl.	Unterschied.
Zwischen 0 u. 10°	8	10	+ 2
— 0 - 20	19	21	+ 2
— 0 - 30	27	31	+ 4
— 0 - 40	36	42	+ 6
— 0 - 50	46	52	+ 6
— 0 - 60	61	63	+ 2
— 0 - 70	76	73	— 3
— 0 - 80	86	84	— 2
— 0 - 90	95	95	— 0

Im Allgemeinen sind also hiernach die Neigungswinkel ziemlich mit der Rechnung zustimmend vertheilt, obgleich die größtentheils auf einer Seite fallenden Ausnahmen erkennen zu geben scheinen, daß die Neigungen von mittlerer Größe seltener vorkommen. Die fast 5mal geringere Kometenanzahl der Halleyschen Tafel zeigte hiebei sehr geringe Unterschiede, woraus Lambert folgerte, daß die Neigungswinkel in gleicher Anzahl vorkommen.

Fünftens liefen von unsern 95 Kometen, aus der Sonne gesehen, sehr merkwürdig, gerade die Hälfte, nemlich 48, vorwärts oder mit allen Planeten gemeinschaftlich von Westen nach Osten, wohin sich auch die

Sonnen- und Planetenkugeln um ihre Axen drehen, und 47 rückwärts oder nach der entgegengesetzten Seite. Daher scheinen die ursprünglichen heliocentrischen Richtungsläufe oder Wurffbewegungen der Kometen sowohl nach der einen als andern Gegend gleich möglich, und also an keine bestimmte gebunden zu seyn. Es findet sich auch dabei keine Regelmäßigkeit, so wenig in Betreff der Gröfse der Neigungswinkel als der Lage der Knotenlinien und Perihelien; doch ist es auffallend, dafs von den 14 Kometen, deren Bahnen sich weniger als die jetzt bekannten Planeten (die Pallas ausgeschlossen) gegen die Ebene der Ekliptik neigen, 9 ihren Weg vorwärts nahmen. Ferner, dafs von den 47 rückwärts gegangenen, keiner in \mathfrak{H} und \mathfrak{M} sein Perihelium erreichte, wohin die Pole der Sonne fallen, die 48 vorwärts laufenden aber in allen 12 Zeichen des Thierkreises dort ankamen. Bei allen rückwärts gehenden liegt der Ω nicht im \mathfrak{H} , und bei den rechtläufigen nicht im \mathfrak{Q} .

Der Neigungswinkel einer Kometenbahn wird bekanntlich allemal so genommen, wie er für einen Zuschauer in der Sonne, nach der Seite des Kometen und dessen Perihelium hinaus vor ihm liegt, und ist also allemal kleiner als 90 Grad. Nimmt man aber bei rückwärts gehenden Kometen das Complement dieses Winkels zu 180 Grad, so liegt die Bahn an ihrer Knotenlinie auf der entgegengesetzten Seite der Sonne, und sie laufen in derselben mit den vorwärts gehenden nach der nemlichen Richtung im Sonnensystem fort, oder von Westen nach Osten, das ist von der rechten zur linken Hand, wobei man den Kometen allemal heliocentrisch hinter sich hat. Hiernach zu rechnen gäbe es eigentlich keine rückwärtsgehende Kometen. Setzt man also von den Neigungswinkeln der als rückläufig bemerkten, das Compl. zu 180° an, so ergibt sich von 10° zu 10° die ganze Anzahl aller bekannten Kometen folgendermaafsen sehr gleichförmig vertheilt:

Von 0 bis 10° — 6 Kometen.	Von 90 bis 100° — 3 Kometen.
— 10 — 20 — 7 —	— 100 — 110 — 6 —
— 20 — 30 — 3 —	— 110 — 120 — 8 —
— 30 — 40 — 4 —	— 120 — 130 — 8 —
— 40 — 50 — 3 —	— 130 — 140 — 6 —
— 50 — 60 — 8 —	— 140 — 150 — 6 —
— 60 — 70 — 6 —	— 150 — 160 — 4 —
— 70 — 80 — 5 —	— 160 — 170 — 4 —
— 80 — 90 — 6 —	— 170 — 180 — 2 —
48 Kometen.	47 Kometen.

Ob nun gleich der Richtungslauf, zufolge der obigen Vorstellung, die vor- und rückwärts gehenden Kometen nicht von einander unterscheiden, so bleibt doch ein wesentlicheres Unterscheidungsmerkmal derselben dieses, daß jene der 25tägigen Umwälzungsrichtung der großen Sonnenkugel, gemeinschaftlich mit allen Planeten folgen; diese aber solcher entgegengesetzt sich im Sonnensystem bewegen.

Sechstens kamen von unsern 95 Kometen, 54 unter einer nördlichen Breite im Perihelio, nemlich 25 nach dem Ω und 29 vor dem \mathcal{U} ; so wie 41 unter einer südlichen Breite, nemlich 25 vor dem Ω und 16 nach dem \mathcal{U} . Es sind also die Sonnennähepunkte noch so ziemlich an der Nord- und Südseite der Sonnenkugel vertheilt. Der größern Anzahl an der Nordseite wegen, scheinen dort die Durchgänge am gewöhnlichsten zu geschehen, denn die Sichtbarkeit der Kometen wird wol hierbei nicht sehr befördert, weil sie nur bei großen nördlichen Breiten im Perihelio sich uns noch zu zeigen pflegen. Von den 48 vorwärts gehenden waren 28 unter einer nördlichen und 20 unter einer südlichen Breite im Perihelio; von den 47 rückwärts laufenden aber 26 unter einer nördlichen und 21 unter einer südlichen Breite, demnach von der einen Art fast so viel als von der andern. Theilt man die 95 Kometen in diese zwei Klassen, so finden sich im Ganzen von den 54 nördlichen die mehresten großen Neigungswinkel.

Sind nun die Sonnennähepunkte durch die Sphäre überall gleichförmig vertheilt, so müssen ihre heliocentrischen Breiten oder Erhöhungen über der Ebene der Ekliptik wie die Zonen derselben, also nach den Sinussen der Breite abnehmen. Wie dies nun bei den nördlichen und südlichen Breiten zutrifft, zeigt folgende Tafel.

Breite im Perihelio Nördlich.				Breite im Perihelio Südlich.			
	Anzahl der Kometen.	Berechnete Anzahl.	Unterschied.		Anzahl der Kometen.	Berechnete Anzahl.	Unterschied.
0 bis 10°	10	9	- 1	0 bis 10°	9	7	- 2
0 — 20-	18	18	0	0 — 20-	20	14	- 6
0 — 30-	28	27	- 1	0 — 30-	29	20	- 9
0 — 40-	32	35	+ 3	0 — 40-	33	26	- 7
0 — 50-	38	41	+ 3	0 — 50-	39	31	- 8
0 — 60-	45	46	+ 1	0 — 60-	40	35	- 5
0 — 70-	50	50	0	0 — 70-	41	38	- 3
0 — 80-	53	53	0	0 — 80-	41	40	- 1
0 — 90-	54	54	0	0 — 90-	41	41	0

Bei den Nordwärts durchgegangenen Kometen stimmt also die berechnete Anzahl sehr gut mit der beobachteten; allein bei den Südwärts passirten finden sich beträchtlichere Unterschiede, die anzudeuten scheinen, daß dort noch mehrere Kometen, vielleicht unter sehr großen Südlichen Breiten von uns ungesehen, ihr Perihelium erreichten.

Haben wir demnach, aus den bisher vorgestellten Gründen, anzunehmen Ursache, daß alle Neigungswinkel der Kometenbahnen gleich möglich und auch, daß die Perihelien ziemlich gleichförmig vertheilt sind, so ist noch zu untersuchen, ob die Bahnen dieser Weltkörper alle mögliche Lagen unter einander haben. Denkt man sich hiebei eine Linie aus der Sonne senkrecht auf die Ebene einer Kometenbahn gezogen, so bezeichnet dieselbe am Firmament den Pol derselben, und diese Pole müßten daher heliocentrisch an der Kugeloberfläche gleichförmig vertheilt und vom Pol der Ekliptik um den Neigungswinkel entfernt seyn, oder das Compl. dieses Winkels ist der Abstand des Pols der Kometenbahn von der Ekliptik. Die Anzahl der Pole *) der Kometenbahnen würde hiernach wie bei den Perihelien zunehmen, das ist: wie der Sinus dieses Complements oder wie der Cosinus des Neigungswinkels. Wie dies nun zutrifft zeigt folgende Tafel:

Compl. des Neigungswinkels.	Beobach- tete Anzahl.	Berech- nete Anzahl.	Unter- schied.
Zwischen 0 u. 10°	9	17	+ 8
— 0 - 20	19	32	+ 13
— 0 - 30	34	47	+ 13
— 0 - 40	49	61	+ 12
— 0 - 50	59	73	+ 14
— 0 - 60	68	82	+ 14
— 0 - 70	76	89	+ 13
— 0 - 80	87	93	+ 6
— 0 - 90	95	95	0

Hier sind die Unterschiede beträchtlich größer, als oben für die gleichmöglichen Neigungswinkel sich ergaben. Die Abweichungen fallen auch hiebei sämmtlich auf eine Seite und die berechnete Anzahl ist größer als

*) Anmerk. Mémoires 1787 Seite 357 Zeile 9 lies statt Orbits, Poles.

die beobachtete. Hieraus scheint hervorzugehen, daß die Voraussetzung: die Kometenbahnen haben unter einander alle mögliche Lagen ihrer Ebenen, zur Folge hat, daß nicht alle Neigungswinkel gleich möglich sind, sondern daß der größern mehr seyn müssen als der kleinern, und zwar in einem Verhältniß, welches die bisherigen Beobachtungen nicht geben. Es müßten sich z. B. finden:

Zwischen 0 und 45° Neigung 28 Kometen.
 — 45 - 90 — 67 —

Nach der obigen Tafel aber sind beobachtet:

zwischen 0 und 45° — 39 Kometen,
 — 45 - 90 — 56 —

Da es nun wahrscheinlich ist, daß die Sichtbarkeit der Kometen hiebei große Ausnahmen machen, dafern nicht die mit großen Neigungen gerade in ihrer besten Sichtbarkeit in die Südliche Halbkugel fallen, auch ohnedem die gleichförmige Vertheilung der Neigungswinkel und die gleich möglichen Lagen der Perihelien oder die Neigung der großen Axen gegen die Ebene der Ekliptik, wenigstens besser mit unsern 95 beobachteten Kometen zutreffen, so haben diese ohnstreitig den Vorzug vor den gleichmöglichen Lagen ihrer Ebenen unter sich, zumal da auch überhaupt letzteres mit den beiden ersteren sich nicht gut vereinigen läßt.

Bei allen Lücken und Ausnahmen, die unser jetziges vollständigeres Kometenregister von allgemeinen unumstößlichen Regeln noch zeigt, stellt es doch unverkennbare Spuren auf, von einer gewissen Ordnung und Regelmäßigkeit in der gemeinschaftlichen Stellung, Lage und dem Richtungslauf aller bisher bekannten 105 Planeten- und Kometenbahnen, welche darauf hindeuten, daß weise und wohlthätige Pläne einer vernünftigen, ewig wirkenden Ursache aller Dinge, dabei obwalten. Im Ganzen wird alles das noch mehr bestätigt, was schon Lambert vor 45 Jahren, aus der Halley'schen Kometentafel folgerte, und ich in meiner ehemals vorgelesenen Abhandlung weiter fortsetzte. Es würden aber die Resultate höchstwahrscheinlich mit den Voraussetzungen noch besser harmoniren, wenn Kometenbeobachtungen in ältern Zeiten eben so häufig angestellt worden wären als seit einem Jahrhundert, und wenn nicht manche Kometen, wegen anhaltender unbeständiger und trüber Witterungen, ihrer Erscheinung bei Tage, großen

Südlichen Breiten und zu weiter Entfernung von der Erde, den Nachforschungen der europäischen Astronomen sich entzögen.

In meinem astronomischen Jahrbuch für 1789 habe ich die vom nunmehr verstorbenen Prof. Prosperin zu Upsala berechnete Tafel über den kleinsten Abstand aller bis dahin berechneten 72 Kometen von der Erdbahn geliefert. In des Herrn Dr. Olbers Abhandlung über die leichteste Methode, die Bahn eines Kometen zu berechnen, 8. Weimar 1797, ist diese Tafel bis zum Kometen von 1795 fortgeführt und enthält dies Bestimmungsstück für 84 Kometen. Es ergibt sich nun aus derselben, daß gerade davon die Hälfte, also 42 bei ihrem Ω und 42 bei ihrem Υ unserer Erde am nächsten kommen können. Bei 4 Kometen war bei ihrer größten Erdnähe, der Abstand vor oder nach dem Ω oder Υ unter 1° , bei 11 zwischen 1 und 2° , bei 13 ging dieser Abstand bis zu 5° . Dann findet derselbe bei den meisten von 5 bis 60° statt.

Den Abstand der ♁ von $\text{☉} = 1000$ gesetzt, kamen nach dieser Tafel nur 3 Kometen unserer Erde bis 2, 5, 9 solcher Theile (jeder hat einen absoluten Werth von 20800 Meilen) am nächsten; 14 bis auf 50 und 13 bis auf 100. Die übrigen gehen uns, auch in den bedenklichsten Fällen, in weit größern Entfernungen vorbei. Aus allen diesem läßt sich die geringe Gefahr beurtheilen, die wir von allen diesen Kometen zu befürchten haben, wenn man auch den gewiß äußerst seltenen Fall annimmt, daß die Erde und einer derselben sich gerade in den einander am nächsten liegenden Punkten ihrer Bahnen zu gleicher Zeit begegnen.

Außer nun, daß meine große Charte zur allgemeinen Uebersicht des wahren parabolischen Laufs aller bisher berechneten 95 Kometen und der dabei vorkommenden nähern Umstände, als Oerter und Abstand der Sonnennähe, Knotenlinie, Richtungslauf, Neigung etc., die durch Zeichen und Schrift bemerkt worden, dienen kann, ergibt sich auch auf derselben, daß bis ziemlich weit jenseits der Marsbahn, und in die Region der Ceres-, Pallas- und Junobahnen, von diesen 95 Kometen sich 132 Knoten bei der Sonne herum in allen Gegenden finden, nemlich 74 aufsteigende und 58 niedersteigende. Von allen diesen Durchschnittspunkten treffen aber nur drei beinahe, das heißt nach astronomischer Redensart bis auf mehrere tausend Meilen, in die Erdbahn; alle übrige liegen in sehr verschiedentliche Entfernungen zwischen den Planetenbahnen zerstreut, nemlich:

zwischen der Sonne und Merkursbahn	15
— — Merkur- und Venusbahn	25
— — Venus- und Erdbahn	25
— — Erd- und Marsbahn	42
und jenseits der Marsbahn bis zum	

Abstände von 2800 noch 25 Knoten.

Und auch diese schickliche Vertheilung der Knoten scheint mir gleichfalls einen Beweis aufzustellen, daß die dadurch beförderte Ausweichung der Planeten und Kometen, gleichfalls im wohlthätigen Plane des Allerweisesten beim Entwurf des Sonnensystems gelegen.

Verzeichniß von 23 seit dem Jahre 1785 erschienenen Kometen, deren Bahnen berechnet worden.

Fortsetzung der Tafel in den Memoiren 1787 Seite 361.

No.	Jahre. Mt. T.	Zeit der Sonnennähe	Ω	Neigung der Bahn.		Sonnennähe		Breite in der Sonnennähe.	Abstand der Sonnennähe.	Lauf.	
				Z. G. M.	G. M.	in der Bahn.	in der Ekliptik.				
				Z. G. M.	G. M.	Z. G. M.	Z. G. M.	G. M.	δ von \odot = 1000		
73	1786 Jul. 7	\mathbb{H}	14 23	50 54	\mathbb{M}	9 26	\mathbb{M}	20 36	26 24 S.	410	V.
74	1787 Mai 10	\mathbb{G}	16 52	48 16	\mathbb{V}	7 44	\mathbb{V}	3 17	47 27 N.	349	R.
75	1788 Nov. 10	\mathbb{M}	7 11	12 28	\mathbb{G}	9 8	\mathbb{G}	9 45	10 33 N.	1063	R.
76	1788 Nov. 20	\mathbb{K}	22 24	64 30	\mathbb{V}	22 50	\mathbb{V}	6 36	27 12 N.	757	V.
77	1790 Jan. 15	\mathbb{M}	26 12	31 54	\mathbb{H}	0 14	\mathbb{G}	26 22	28 22 N.	753	R.
78	1790 Jan. 28	\mathbb{A}	27 9	56 58	\mathbb{G}	21 45	\mathbb{G}	11 10	20 25 S.	1064	V.
79	1790 Mai 21	\mathbb{A}	3 11	63 52	\mathbb{K}	3 49	\mathbb{A}	11 7	51 25 N.	798	R.
80	1792 Jan. 13	\mathbb{H}	10 46	39 47	\mathbb{G}	6 30	\mathbb{V}	1 5	16 8 N.	1293	R.
81	1792 Dec. 27	\mathbb{A}	13 18	49 0	\mathbb{G}	16 1	Ω	6 12	24 7 N.	966	R.
82	1793 Nov. 4	\mathbb{G}	18 29	60 21	\mathbb{M}	18 42	\mathbb{A}	8 8	48 41 S.	403	R.
83	1793 Nov. 18	\mathbb{V}	2 20	51 56	\mathbb{H}	11 0	\mathbb{A}	29 59	47 10 N.	1504	V.
84	1795 Dec. 15	\mathbb{K}	23 14	22 10	\mathbb{M}	10 29	\mathbb{M}	11 24	4 47 N.	243	V.
85	1796 April 2	\mathbb{V}	17 2	64 55	\mathbb{H}	12 44	\mathbb{H}	15 12	3 54 S.	1578	R.
86	1797 Jul. 9	\mathbb{M}	29 16	50 41	\mathbb{G}	19 27	\mathbb{A}	0 49	40 S.	527	R.
87	1798 April 4	\mathbb{Z}	2 9	43 52	\mathbb{G}	14 59	\mathbb{M}	19 36	11 48 S.	485	V.
88	1798 Dec. 31	\mathbb{A}	9 30	42 15	\mathbb{A}	3 35	\mathbb{G}	11 18	23 14 S.	775	R.
89	1799 Sept. 7	\mathbb{G}	9 27	50 57	\mathbb{V}	3 30	\mathbb{V}	0 17	50 35 N.	840	R.
90	1799 Dec. 25	Ω	26 49	77 2	\mathbb{H}	10 20	\mathbb{M}	8 51	42 9 S.	626	R.
91	1801 Aug. 8	\mathbb{A}	14 28	21 20	\mathbb{H}	3 40	\mathbb{H}	5 49	13 43 S.	262	R.
92	1802 Sept. 9	\mathbb{Z}	10 17	57 0	\mathbb{K}	2 8	\mathbb{Z}	22 36	18 11 N.	1094	V.
93	1804 Fbr. 13	\mathbb{M}	26 48	56 29	Ω	28 45	\mathbb{M}	10 24	23 5 S.	1071	V.
94	1805 Nov. 18	\mathbb{K}	14 37	15 37	Ω	27 51	Ω	28 26	4 28 N.	379	V.
95	1805 Dec. 31	\mathbb{A}	10 35	16 30	\mathbb{G}	19 22	\mathbb{G}	18 12	10 15 S.	892	V.

Die Planeten.

	\odot Aequator	Π										
I	Merkur \mathbb{M}	\mathbb{H}	8	7 30	\mathbb{H}	14 14	\mathbb{H}	14 3	3 19	N.	308	V.
II	Venus \mathbb{F}	\mathbb{H}	14 48	3 24	\mathbb{G}	8 31	Ω	8 28	2 44	N.	718	V.
III	Erde \mathbb{A}	\mathbb{H}			\mathbb{G}	9 22	\mathbb{G}	9 22	0 0		983	V.
IV	Mars \mathbb{M}	\mathbb{A}	17 59	1 51	\mathbb{K}	2 16	\mathbb{K}	2 17	1 48	S.	1382	V.
V	Ceres \mathbb{F}	\mathbb{H}	20 59	10 38	Ω	26 26	Ω	26 3	9 32	N.	2689	V.
VI	Pallas \mathbb{A}	\mathbb{M}	22 30	34 38	Ω	1 3	\mathbb{M}	6 35	26 23	S.	2519	V.
VII	Juno \mathbb{F}	\mathbb{M}	21 3	13 4	\mathbb{A}	23 11	\mathbb{A}	22 33	11 32	S.	2410	V.
VIII	Jupiter \mathbb{A}	\mathbb{G}	8 20	1 19	\mathbb{V}	11 2	\mathbb{V}	11 2	1 19	S.	4953	V.
IX	Saturnus \mathbb{A}	\mathbb{G}	21 53	2 30	\mathbb{H}	28 56	\mathbb{H}	28 57	0 58	S.	9004	V.
X	Uranus \mathbb{A}	\mathbb{H}	12 49	0 46	\mathbb{M}	17 15	\mathbb{M}	17 15	0 46	N.	18174	V.

Von
der Zusammensetzung der Kräfte,
als
mathematische Aufgabe betrachtet.

~~~~~  
VON HERRN TRALLES \*).

I.

*Vorläufige Bemerkungen, das Problem betreffend.*

Mehrere Schriftsteller, verleitet durch das Ansehen des großen Geometers des Alterthums, welcher die Statik zuerst systematisch behandelte, oder durch die scheinbare Einfachheit des gleicharmichten Hebels, haben aus dem bei diesen nicht zu läugnenden Gleichgewichte, die Lehren der Statik überhaupt abzuleiten unternommen. Bei Seite gesetzt, daß dieser Gang etwas mechanisches hat, ist auch der demselben zum Grunde liegende Satz, schon ein besonderer Fall des Gleichgewichtes dreier Kräfte. Die Darstellung des allgemeinen Falls bleibt also eine Forderung der reinen Theorie, damit wirklich im wissenschaftlichen Systeme das Gleichgewicht am gleicharmichten Hebel als abgeleiteter partikulärer Satz erscheine. Im Entstehen einer Wissenschaft wird weniger an eine genaue Anordnung des Erfundenen gedacht, als an der bloßen Einsicht der Wahrheit neuer Sätze oder ihres Nutzens in der Anwendung, sei es aufs Praktische oder zur fernern Erweiterung der Einsichten und Kenntnisse. Es ist daher nicht zu verwundern, daß weder Stevin den Satz vom Gleichgewicht dreier auf einen Punkt wirkender Kräfte, noch Galilei die Zusammensetzung der Bewegung als die allgemeineren Principien ansähen, sondern diese von ihnen entdeckten Sätze nur gelegentlich in ihren Untersuchungen benutzten. Erst mit dem Anfange einer neuen Epoche für die mechanischen

\*) Vorgelesen den 25. Juni 1807.

Wissenschaften, haben diese Sätze ihre gehörige Stelle und Würdigung von Newton in seinen Principien erhalten, und im Jahre nach deren Erscheinung, 1687, gründete Varignon seinen Entwurf einer neuen Mechanik ganz auf das Parallelogramm der Kräfte; der Satz selbst blieb aber an sich eigentlich unerwiesen, oder man hatte doch Ursache sich an den bis dahin gegebenen Gründen nicht zu befriedigen. Daniel Bernoulli scheint mir der erste gewesen zu sein, der sich bemühte, einen genauen Beweis an die Stelle der Gründe zu setzen, die bis dahin die Sätze mehr zu verdeutlichen dienten, als die Nothwendigkeit ihrer Wahrheit darzutun. Nicht selten pflegt es der Fall zu sein, daß wenn die Entwicklung eines Satzes nicht gelingt, die zu dessen Herleitung angewandten Principien nicht die rechten sind. Auch legte D. Bernoulli seinem Beweise einen von ihm wie ich glaube zuerst gebrauchten Satz zum Grunde; diesen nemlich: wenn drei Kräfte im Gleichgewicht sind, so werden sie es auch dann sein, wenn ihre Gröfsen in einerlei Verhältnifs vergrößert oder vermindert werden. Die Darstellung welche Bernoulli von denselben giebt, ist etwas kurz, und Bernoulli hat unberührt gelassen worauf sich derselbe gründet, welches doch nachgewiesen werden kann. Indessen den Satz, der evident genug ist, zugegeben; so zeigt Bernoulli mittelst desselben und den bekanntesten allgemein angenommenen ersten Grundwahrheiten der Lehre des Gleichgewichts, sehr gut, wie die Gröfse der Kraft, welche zweien nach aufeinander rechtwinklichten Richtungen, auf einen Punkt wirkenden Kräften, gleichgeltend ist, gefunden werden könne. Allein die Richtung dieser Kraft zu bestimmen, macht den schwierigsten und weitläufigsten Theil seines Beweises aus, welcher jedoch auf eine elementare Weise befriedigend durchgeführt wird und allerdings verdient hätte, in den Lehrbüchern der Statik aufgenommen zu werden. Man hat diesem Beweise vorgeworfen, er sei zu lang, und enthalte unerwiesene Voraussetzungen; ein Tadel, gegen welchen sich Bernoulli's Beweisart wohl rechtfertigen liefse. Indessen, vergessen oder, nicht gebührend gewürdigt und übersehen, gab lange hernach ohne dasselbe zu erwähnen, d'Alembert in seiner Dynamik einen eignen Beweis, welcher aber keinesweges genügend ist. Hingegen hat Hr. Laplace, in seiner *Mécanique céleste*, kein Princip der Bewegungslehre unbeleuchtet gelassen, und auch die Zusammensetzung der Kräfte einer kunstreichen Darstellung unterworfen, welche, was die Bestimmung der Gröfse der Kraft anbetrifft, mit der Bernoullischen im Grunde



übereinkömmt, aber für die Bestimmung der Richtung durch einen eigenthümlichen Gang das allgemeine Resultat giebt, was Bernoulli vermittelst synthetischer Konstruktion nur in der Auseinandersetzung aller besondern Fälle zeigen konnte.

Wenn gleich die gegebenen Beweise, welche sowohl auf synthetischem als analytischem Wege mehrere Abänderungen in der Darstellung noch zulassen, die Wahrheit des Satzes gegen Einwürfe sichern, so führen sie doch nur von besondern Fällen des Gleichgewichts zum Allgemeinen. Es läßt sich also noch eine allgemeine rein analytische von jeder Konstruktion unabhängige Behandlung des Satzes wünschen. Ich glaube daher nichts Ueberflüssiges zu thun, wenn ich denselben als erstes Problem der Statik und Mechanik behandle, und direkte analytische Auflösungen desselben gebe. Die Natur dieser Aufgabe bringt es mit sich, daß ihre direkten Auflösungen nicht elementar sein können. Es sey mir daher erlaubt, bevor ich sie unternehme, über diesen Gegenstand, besonders in elementarischer Rücksicht, einige Bemerkungen zu machen.

Von einem Naturgesetz ist im allgemeinen kein eigentlicher Beweis möglich. Wenn man daher den Satz des Gleichgewichts dreier Kräfte auf einen Punkt wirkend, oder den Satz der Zusammensetzung der Bewegung, denn beide sind im Grunde ein und eben derselbe Satz, und ich unterscheide sie nicht; wenn man, sage ich, diesen Satz als ein Naturgesetz ansieht, wozu man einigermassen wegen dessen Einfachheit sich berechtigt halten möchte, so müßte man es für ein eitles Unternehmen achten, einen Beweis desselben suchen zu wollen. Dies scheint wirklich die Meinung einiger Gelehrten zu sein. Allein man ist gezwungen von derselben zurückzukommen, wenn man bemerkt, daß beim Gleichgewichte dreier Kräfte eine Relation zwischen wechselseitig von einander abhängigen Größen statt findet, also das Gesetz des Gleichgewichts einer mathematischen Bedingung unterworfen ist, der es entsprechen muß, widrigenfalls es keinesweges zulässig ist. Man wird weiter unten sehen, daß gerade diese Bedingung das Princip der Auflösung des Problems giebt. Bisher ist darauf im allgemeinen ausdrücklich wenig Rücksicht genommen, wenn es gleich in den oben erwähnten Beweisen gebraucht worden. In den Elementarschriften bei der Behandlung des Gleichgewichtes dreier Kräfte, ist dasselbe vielleicht nie berührt worden, obwohl es da, wenn nicht zum direkten Beweise, doch zur Verifikation desselben, leicht gebraucht werden könnte.

Nimmt man das bekannte Gesetz der Zusammensetzung der Kräfte an, so wird in der That, wie sich vermuthen läßt, der Bedingung zwischen den im Gleichgewicht dreier Kräfte vorkommenden Größen Genüge geleistet. Allein, dies zu zeigen, und die Bedingung herauszuheben, ist gar nicht überflüssig, wenn das Gesetz selbst aus andern Gründen, und nicht aus dieser Bedingung, abgeleitet worden ist. Es sey mir erlaubt dies im Vorbeigehen mit stillschweigender Voraussetzung des nöthigen Vorhergehörigen zu thun

Die gedachte Bedingung läßt sich folgendermaafsen geometrisch ausdrücken. Wenn drei auf einen Punkt wirkende Kräfte im Gleichgewichte sind, und drei gerade Linien von jenem Punkte ausgehend in Lage und Länge die Richtungen und Größen dieser Kräfte darstellen, so muß durch eben die Construction, nach welcher eine dieser Linien in Lage und Größe durch die andern beiden bestimmt wird, auch jede von diesen durch die übrigen zwei bestimmt sein; weil jede der drei Kräfte als diejenige angesehen werden kann, die den andern beiden das Gleichgewicht hält. Allein wenn von einem Punkte zwei gerade in Länge und Richtung willkürliche Linien ausgehen, und man zieht von eben demselben Punkte eine dritte gleich und in gerader entgegengesetzter Richtung mit der Diagonale des Parallelogramms, beschrieben über die zwei angenommenen, so ist, wie sich leicht erweisen läßt, jede von diesen dreien Linien gerade entgegengesetzte Diagonale der Parallelogramme beschrieben über die andern. Also entspricht die angegebene Construction, für die Lage und Größe einer dritten Kraft, zweien gegebenen das Gleichgewicht haltend, der angegebenen Bedingung. Dem zufolge muß nun auch die Kraft, welche zwei auf einen Punkt wirkende Kräfte äußern, die entgegengesetzte der den beiden das Gleichgewicht haltenden sein, also in Richtung und Größe die, vom Punkte auf welchen die Kräfte wirken ausgehende, Diagonale selbst von dem Parallelogramme über die beiden Kräfte als Seiten, beschrieben.

In der Ungewißheit, ob nicht mehrere Constructionsarten einer zweien gegebenen Kräften das Gleichgewicht haltenden Kraft möglich sind, die der gemachten Bedingung entsprechen, kann man nicht umhin, die Folgen der angenommenen aufzusuchen, um sich zu überzeugen, ob dieselben mit sich selbst und den anerkannten Grundsätzen der Statik bestehen können. Es fließt nemlich aus jener Construction, daß zu irgend einer Kraft unzählige Paare von Kräften gefunden werden können, von welchen

jedes Paar insbesondere der einen Kraft das Gleichgewicht halten kann, oder in entgegengesetzter Richtung genommen, dieselbe Wirkung haben als diese gegebene Kraft. Werden aber die Richtungen zweier Kräfte als gegeben angenommen, so folgt aus jener Construction die Größe der nach diesen Richtungen einer einzigen Kraft das Gleichgewicht haltenden oder der mit ihr gleich wirkenden Kräfte. Es müssen also, wenn man zwei Richtungen willkürlich wählt, die Kräfte, welche nach diesen Richtungen paarweise einer jeden von dreien auf einen Punkt im Gleichgewichte befindlichen Kräfte gleichwirkend sind, sich aufheben. Oder wenn man nach dreien willkürlichen Richtungen Kräfte construirt, dreien andern auf denselben Punkt im Gleichgewicht stehenden, gleichwirkend; so müssen auch diese wiederum so beschaffen sein, daß eine in Größe und Lage die entgegengesetzte Diagonale des Parallelogramms über die andern beiden ausmacht. Und in der That, wenn man drei von einem Punkt ausgehende gerade Linien hat, deren eine entgegengesetzte Diagonale des Parallelogramms über die andern beiden ist, und man auf zweien oder dreien durch den Punkt willkürlich gezogenen geraden Linien die Seiten der drei Parallelogramme construirt, in welchen jene drei der Größe nach bestimmten Linien Diagonale sind, so beweiset die Geometrie, daß im ersten Falle, die Summe zweier nach derselben Richtung liegenden Seiten gleich ist der Parallelogrammseite in gerade entgegengesetzter Richtung; und daß im zweiten Falle, wenn man auf jeder der gewählten Richtungen von ihrem gemeinschaftlichen Punkte aus die algebraische Summe der in derselben liegenden Parallelogrammseiten nimmt, von den dreien so in den angenommenen Richtungen bestimmten Längen, die eine entgegengesetzte Diagonale des Parallelogramms über die andern ist. Mithin sind in einem wie im andern Falle die substituirtten Kräfte im Gleichgewicht; in jenem heben sie sich wechselseitig auf, in diesem sind sie im Falle der Construction, welche dem Gleichgewicht dreier Kräfte zuzukommen; vorausgesetzt worden \*).

Durch diese Betrachtungen versichert, daß das sogenannte Parallelogramm der Kräfte geometrisch zulässig, darf mithin auf diesem Princip eine rationelle Mechanik gegründet werden, zu deren wirklicher Anwendbarkeit weiter nichts erforderlich ist, als in der Erfahrung zu zeigen, daß die Natur dies Gesetz wirklich befolgt. Allein die reine Wissenschaft for-

\*) Man sehe hierüber den Zusatz am Ende der Abhandlung.

dert mehr, und es bleibt ohne Zweifel eine für sie höchst wichtige Frage, nicht bloß, ob nur ein Gesetz der Zusammensetzung der Kräfte möglich ist, sondern auch, wie man dahin gelangen könne es zu wissen. Die Beantwortung jener Frage hat ein naturphilosophisches, die Entwicklung dieser ein mathematisches Interesse. Ist einmahl dargethan, daß das Princip der Zusammensetzung der Kräfte, die verschiedene Richtungen haben, einzig ist; so fällt jede fernere Bewährung desselben von selbst weg, denn es findet alsdann in der Natur nur zufolge dieses Princip's Gleichgewicht statt, oder es ist überhaupt keines möglich. Da in demselben die Auflösung der Aufgabe enthalten ist, wie zu zweien auf einen Punkt wirkenden Kräften die ihnen gleichgeltende oder auch die ihnen das Gleichgewicht haltende Kraft gefunden werde; so muß das umgekehrte und unbestimmte Problem, zwei Kräfte zu finden, die einer gegebenen gleichwirkend sind, oder das Gleichgewicht halten, eine bloß geometrische Folge des ersten sein. Denn dessen Auflösung enthält die Relation zwischen den Größen der Kräfte und ihren Richtungen für den Fall des Gleichgewichts im allgemeinen, ohne daß es darauf ankömmt zu unterscheiden, was gegebene und was gesuchte Größen seien. Diese Bemerkung muß allerdings jedem Mathematiker sehr überflüssig vorkommen, und nur deswegen halte ich es nicht für nöthig sie zu unterdrücken, weil doch noch Gelehrte zu fordern für nöthig achten, die Dekomposition der Kräfte müsse eben so wohl besonders als die Composition der Kräfte bewiesen werden.

## 2.

*Von den zur Auflösung des Problems erforderlichen Grundsätzen.*

Um eine Aufgabe aus der Naturlehre mathematischer Untersuchung zu unterwerfen, muß dieselbe auf eine rein mathematische zurückgeführt werden können. Man muß also vorläufig dahin gelangen, die physischen Bedingungen mathematisch auszudrücken, welche in zureichender Anzahl und so beschaffen sein müssen, daß sie eine mathematische Verbindung derselben zulassen. Wir haben also die zweckmäßigen Bedingungen zu unserer Aufgabe aufzusuchen, welche die Elemente der Statik darbieten oder die als solche aufgestellt werden dürfen. Es wird erlaubt sein, hier die Begriffe und Grundsätze abstrakt aufzufassen und für deren Erörterung oder Versinnlichung, die hier überflüssig oder doch nicht am gehörigen Orte wäre, auf die Schriften zu verweisen, welche dies zum Zwecke haben.

Ich sehe eine Kraft [der Qualität nach etwas das Materie bewegen kann] blofs als eine Gröfse an, welcher eine Richtung zukömmt. Die Richtung dieser Gröfse ist diejenige, nach welcher ein materieller Punkt anfängt bewegt zu werden, wenn die Kraft allein auf denselben wirkt. Eine solche Gröfse muß also auch als eine zusammengesetzte, als die algebraische Summe mehrerer Gröfsen oder Kräfte, von welchen jeder dieselbe Richtung oder einigen die gerade entgegengesetzte eigen ist, betrachtet werden können, und umgekehrt.

Wenn ein Punkt von mehreren Kräften getrieben wird, so kann es geschehen, dafs die Kräfte im Gleichgewicht sind, deren Wirkung Null ist, nemlich dafs der Punkt in demselben Zustande beharrt, in welchen er sich vor dem Einflusse der Kräfte befand. Ist kein Gleichgewicht vorhanden, so wird vorausgesetzt, Eine Kraft könne es bewirken, welche in Richtung und Gröfse völlig bestimmt, also einzig ist. Diese Kraft ist anzusehen als die entgegengesetzte der Uebrigen, als Eine (in der Wirkung) betrachtet. Wenn also zweien auf einen Punkt wirkenden Kräften eine dritte Kraft das Gleichgewicht halten soll; so muß jede der Kräfte den andern beiden das Gleichgewicht halten und vermittelt derselben auf einerlei Weise sich vollständig bestimmen in Richtung sowohl als in Gröfse. Daher werden Drei Kräfte nur dann im Gleichgewicht sein können, wenn ihre Richtungen in einer Ebene liegen, sonst gäbe es Zwei Kräfte gleicher Gröfse, aber verschieden gerichtet, doch gleichmäfsig gegen die andern beiden, welche jede für sich diesen beiden das Gleichgewicht hielten.

Jedes Gleichgewicht wird gestöhrt, wenn zu den Kräften, welche im Gleichgewichte stehen, andere hinzukommen, die mit einander allein auf demselben Punkte wirkend, nicht im Gleichgewicht wären.

Daraus folgt, dafs, in so ferne nebst schon im Gleichgewichte befindlichen Kräften im allgemeinen auch noch Gleichgewicht möglich sein soll, wenn andere Kräfte hinzukommen, folgender Grundsatz nothwendig angenommen werden müsse.

Wenn ein Punkt von Kräften getrieben wird, deren Wirkung Null oder die sich das Gleichgewicht halten, und es kommen neue Kräfte hinzu, welche, wenn sie allein auf einen Punkt wirkten, im Gleichgewicht wären, so wird auch die Vereinigung jener und dieser Kräfte, auf denselben Punkt wirkend, im Gleichgewicht sein.

Es ist hier zwar blofs nöthig, den Satz für Systeme von drei Kräften

anzunehmen, allein er ist nicht minder einleuchtend für so viele Kräfte als man will, und dies nicht allein wenn sie alle auf denselben Punkt wirksam sind, sondern auch für jedes im Gleichgewicht befindliche System. Uebrigens ist jener Grundsatz einerlei mit diesem: die Wirkung einer Kraft auf einen Punkt ist dieselbe, dieser Punkt mag der Wirkung, von welchen Kräften es auch sei, unterworfen sein, woferne sein Zustand der Ruhe oder der Bewegung nur bei allem Wechsel dieser letztern Kräfte stets derselbe ist. Der obige Ausdruck des Grundsatzes aber giebt ihm eine bestimmtere keiner weitern Erläuterung bedürftige Bedeutung, welche selbst den mit den Lehren der Statik und Mechanik noch ganz Unbekannten fälschlich ist.

Dafs dieser Grundsatz in der Statik zugelassen werden muß, ist nicht zu bezweifeln. Denn ein Punkt, oder auch irgend ein System, kann seinem Zustande der Ruhe oder der Bewegung nach gegeben sein, ohne dafs die Kräfte selbst bestimmt wären, vermöge welchen dem Systeme der gegebene Zustand eigen ist. In diesem Falle könnte also nichts über die Wirkung anderer gegebener Kräfte auf dem Punkte oder dem Systeme ausgemittelt werden, woferne diese Wirkung von jenen unbekanntem schon vorhandenen Kräften abhinge. Es gäbe also dann gar kein allgemeines blofs in Beziehung auf den Zustand des Punktes gültiges Gesetz des Gleichgewichtes oder der Wirkung überhaupt für auf diesen Punkt gegebene wirkende Kräfte. In Physischer Hinsicht beruht der Grundsatz auf wechselseitiger Unabhängigkeit der Kräfte, dafs diese einander nicht stören, dafs die Gegenwart einer Kraft die Wirksamkeit Anderer nicht abändere. In so ferne dies angenommen werden darf, hat also jener Grundsatz vollkommene Anwendung in der Naturlehre. Aber deswegen folgt nicht, dafs die auf denselben gegründete Statik aufhöre brauchbar zu sein, wenn die Kräfte sich wechselseitig bestimmen. In diesem Falle müssen nur besondere Data vorhanden sein, durch welche sich die besondere Wirkung einer jeden Kraft, in wie ferne sie durch die übrigen bestimmt wird, ausmitteln läßt. Die so bestimmten Kräfte lassen sich alsdann als unabhängige betrachten, und diese sind alsdann wieder den allgemeinen statischen Gesetzen unterworfen.

Aus dem aufgestellten statischen Grundsatz fließt nun folgender Lehrsatz, dessen Ausdehnung derjenigen angemessen bleibt, welche man dem Grundsatz giebt:

„Wenn

„Wenn drei — oder mehrere — Kräfte, die auf einen Punkt — oder „in irgend einem System — wirken, in Gleichgewicht sind, so wird das „Gleichgewicht nicht gestört, wenn die Größen der Kräfte ändern, aber „gegen einander in denselben Verhältnissen bleiben, woferne nur ihre „Richtungen nicht ändern.“

Denn gesetzt, es sei ein Gleichgewicht im System der Kräfte  $P, Q, R$ , so bleibt dasselbe, wenn ein anderes System von gleich viel Kräften in Größen und Richtungen jenem gleich auf denselben Punkt zugleich wirkend angenommen wird. Da die Richtungen der Kräfte beider Systeme zusammenfallen, so sind die Kräfte  $P + P, Q + Q, R + R$  etc., d. i., die Kräfte  $2P, 2Q, 2R$  etc. im Gleichgewicht. Gesellt man zu diesen wiederum ein dem ersten System in jeder Beziehung gleiches System von Kräften, so wird Gleichgewicht vorhanden sein mit den Kräften  $3P, 3Q, 3R$  etc., u. s. w. mit den Kräften  $nP, nQ, nR$ , woferne diese Kräfte mit denen des ersten einzelnen im Gleichgewicht befindlichen Systeme einerlei Richtungen haben.

Auf eine den Geometern sehr bekannte Weise läßt sich zeigen, daß man nicht dabei stehen bleiben dürfe, unter  $n$  eine ganze Zahl zu verstehen, sondern jede gebrochne und mit der Einheit incommensurable Zahl für  $n$  setzen kann.

Da dieses Theorem als Fundamentalsatz der Auflösung des Problems des Gleichgewichtes dreier Kräfte angewandt werden soll, so wird es nicht undienlich sein, umgekehrt zu zeigen, daß in diesem Falle, wenn die Kräfte  $P, Q, R$  im Gleichgewichte sind, für andere absolute Größen gleichgerichteter Kräfte nur dann Gleichgewicht statt haben könne, wenn diese Größen  $nP, nQ, nR$  sind.

Denn wenn nur eine der Kräfte  $nP, nQ, nR$ , bei welchen vermöge des vorigen Satzes Gleichgewicht statt hat, sich änderte, so ist es klar, daß es nicht bestehen kann, weil man die Quantität, um welche sich die Kraft  $nP$  z. B. ändert, als eine Kraft für sich ansehen kann, in einerlei oder entgegengesetzter Richtung als  $nP$  wirkend, nachdem die Aenderung eine Zunahme oder Abnahme der Kraft  $nP$  sein soll. Diese einzige Kraft  $\Delta.nP$  wirkt also nebst einem System von Kräften im Gleichgewicht, stört mithin dasselbe. Also hört in diesem Falle mit dem geänderten Verhältniß der Kräfte der Bestand des Gleichgewichts auf. Sind es die Größen zweier Kräfte  $nQ, nR$  welche ohne die dritte ändern, so kann man diese Aende-

rungen auch als besondere Kräfte ansehen, welche nebst den im Gleichgewicht befindlichen zugleich wirken. Aber da die Richtungen dieser hier einen Winkel schliessen, so können sie nicht mit einander im Gleichgewicht sein und müssen also das Gleichgewicht der übrigen stören. Mithin auch in dieser Voraussetzung der Aenderung des Verhältnisses zwischen den Kräften kann das Gleichgewicht nicht bestehen. Also bei gleichen unveränderten Richtungen dreier Kräfte kann das Gleichgewicht nur statt finden, wenn die Kräfte bestimmte Verhältnisse zu einander haben.

## 3.

*Allgemeine Auflösung des Problems.*

Gesetzt drei auf einen Punkt wirkende Kräfte seien im Gleichgewicht. Es seien  $P, Q, R$  die Gröſsen dieser Kräfte und die Winkel der Richtungen der Kräfte  $P$  und  $Q, Q$  und  $R, R$  und  $P$  seien in dieser Ordnung  $\gamma, \alpha, \beta$ . Da die Richtungen der Kräfte wegen des vorausgesetzten Gleichgewichts in derselben Ebene sind, so ist  $\alpha + \beta + \gamma = 2\pi$ , wenn  $2\pi$  der Umfang des Kreises zum Radius  $r$  ist. Die Winkel zwischen den Richtungen der Kräfte sind also so genommen, dafs innerhalb eines solchen Winkels nie die Richtung der übrigen Kraft fällt, ohne zu entscheiden, ob einer derselben gröfser als zwei rechte sei.

Der Winkel  $\alpha$  mufs Funktion von  $Q, P, \gamma$  und dieselbige Funktion mufs der Winkel  $\beta$  von  $P, Q, \gamma$  sein. Dies ist die nothwendige Bedingung, ohne welche kein Gesetz des Gleichgewichts mathematisch möglich ist. Betrachtet man den Winkel  $\gamma$  als beständig; so hat man, wenn man  $P$  und  $Q$  willkürlich ändert:

$$d\alpha = \left(\frac{d\alpha}{dQ}\right) dQ + \left(\frac{d\alpha}{dP}\right) dP; d\beta = \left(\frac{d\beta}{dP}\right) dP + \left(\frac{d\beta}{dQ}\right) dQ.$$

Allein läfst man die Kräfte sich ihren Gröſsen proportional ändern, so bleiben im Falle des Gleichgewichts die Winkel ungeändert. Man hat also; um die Natur der Funktionen  $\alpha$  und  $\beta$  zu bestimmen, die Partialdifferenzialgleichungen

$$0 = \left(\frac{d\alpha}{dQ}\right) Q + \left(\frac{d\alpha}{dP}\right) P; 0 = \left(\frac{d\beta}{dP}\right) P + \left(\frac{d\beta}{dQ}\right) Q,$$

welche aus den obigen entstehen, wenn man in denselben  $dQ = kQ, dP = kP$ , und dann wegen der Bedingung des Gleichgewichts  $d\alpha, d\beta$  Null setzt.



Es ist hinlänglich eine dieser Gleichungen zu integrieren, denn man darf nur im Resultate  $\beta$  gegen  $\alpha$ ,  $P$  gegen  $Q$  vertauschen, um das Integral der andern zu haben.

Nimmt man aus der ersten Gleichung den Werth von  $\left(\frac{d\alpha}{dP}\right)$ , substituirt denselben im allgemeinen Ausdruck des Differenzials von  $\alpha$ , so hat man dessen besondere der Bedingung des Problems entsprechende Form:

$$d\alpha = \left(\frac{d\alpha}{dQ}\right) \left(dQ - \frac{Q}{P} dP\right) \text{ oder die gleichgeltende}$$

$$d\alpha = \frac{P}{a} \left(\frac{d\alpha}{dQ}\right) \left(\frac{aP dQ - aQ dP}{P^2}\right),$$

in welcher  $a$  eine willkürliche Beständige ist. Der letzte Faktor in dieser Gleichung zweitem Gliede ist ein exaktes Differenzial,  $\alpha$  ist daher irgend eine Funktion vom Integral dieses Faktors. Mithin wenn  $b$  die willkürliche Beständige

$$\alpha = \varphi \left(\frac{aQ}{P} + b\right);$$

folglich nach kraft obiger Bemerkung

$$\beta = \varphi \left(\frac{aP}{Q} + b\right);$$

$\varphi$  bedeutet sowohl für  $\alpha$  als für  $\beta$  dieselbe Funktionsform, man kann also setzen:

$$f\alpha = \frac{aQ}{P} + b \text{ und } f\beta = \frac{aP}{Q} + b.$$

Wenn hingegen oben statt des Werthes  $\left(\frac{d\alpha}{dP}\right)$  der von  $\left(\frac{d\alpha}{dQ}\right)$  substituirt wird, so entstehen auf ähnliche Weise die Gleichungen

$$f\alpha = a \frac{P}{Q} + b; f\beta = a \frac{Q}{P} + b.$$

Allein jene sowohl als diese führen zu folgender:

$$(f\alpha - b)(f\beta - b) - a^2 = 0,$$

in welcher der Herleitung zu folge  $a$  und  $b$  Funktionen von  $\gamma$ , da es als unveränderlich behandelt worden, oder welches auf dasselbe hinauskommt, von  $\alpha = \beta$ , sein werden. Diese Funktionen bleiben also ungeändert, wenn man auch  $\alpha$  und  $\beta$  veränderlich betrachtet, woferne man nur  $d\alpha = -d\beta$  setzt.

Die Gleichung unter dieser Voraussetzung differenzirt, giebt:

$$(f\beta - b)f'\alpha - (f\alpha - b)f'\beta = 0.$$

Hierin aus der Gleichung  $(f\alpha - \beta)(f\beta - b) = a^2$  den Werth von

$$b = \frac{b^2 - a^2 + f\alpha \cdot f\beta}{f\alpha + f\beta}$$

substituiert, giebt:

$$\left( \frac{f'\alpha}{f\alpha^2 + a^2 - b^2} - \frac{f'\beta}{f^2\beta + a^2 - b^2} \right) \left( \frac{(f^2\beta + a^2 - b^2)(f^2\alpha + a^2 - b^2)}{f\alpha + f\beta} \right) = 0.$$

Es ist aber klar, dass von den beiden Faktoren des Ausdrucks nur der erste gleich Null gesetzt werden kann. Man hat also:

$$\frac{f'\alpha}{f^2\alpha + a^2 - b^2} - \frac{f'\beta}{f^2\beta + a^2 - b^2} = 0;$$

eine Gleichung deren beide Glieder gleich und einerlei Funktionen der Gröfßen  $\alpha$  und  $\beta$  sind. Sie kann also nur statt haben, wenn jedes Glied einer beständigen Gröfße gleich ist. Setzt man diese gleich  $k$ , so ist also:

$$\frac{df\alpha}{f^2\alpha + a^2 - b^2} = k d\alpha$$

deren Integral, wenn  $\mu$  eine willkürliche Beständige, ist,

$$\text{Arc. tang } \frac{f\alpha}{\sqrt{a^2 - b^2}} = k \sqrt{a^2 - b^2} \cdot \alpha + \mu,$$

oder, Kürze halber  $\sqrt{a^2 - b^2} = c$ ,  $kc = m$  gesetzt,

$$f\alpha = c \text{ tang } (m\alpha + \mu)$$

und so hat man auch,

$$f\beta = c \text{ tang } (m\beta + \mu).$$

Man setze nur die gefundenen Formen für  $f\alpha$ ,  $f\beta$  in einer der ursprünglichen Gleichungen, wie

$$f\alpha = a \frac{Q}{P} + b$$

so wird dieselbe, da  $\frac{a}{c} = \sqrt{1 + \frac{b^2}{c^2}}$

$$\text{tang } (m\alpha + \mu) = \sqrt{1 + \frac{b^2}{c^2}} \cdot \frac{Q}{P} + \frac{b}{c}$$

in welcher nun noch die Beständigen zu bestimmen sind.

Zu dem Ende erwäge man die besonderen Fälle des Gleichgewichts, welchen diese allgemeine Gleichung entsprechen muss.

Zuerst setze man  $Q = P$ , so wird  $\alpha = \beta$  also  $\alpha = \pi - \frac{1}{2}\gamma$ . Mithin wird die allgemeine Gleichung

$$\text{tang } \left( m \left( \pi - \frac{1}{2}\gamma \right) + \mu \right) = \sqrt{1 + \frac{b^2}{c^2}} + \frac{b}{c}.$$

Man setze das erste Glied gleich  $\tan A$ , also

$$\tan A = \sqrt{1 + \frac{b^2}{c^2}} + \frac{b}{c}$$

so folgt

$$\tan^2 A - 2 \frac{b}{c} \tan A = 1$$

also

$$\frac{b}{c} = -\cot 2A, \quad \sqrt{1 + \frac{b^2}{c^2}} = \operatorname{cosec} 2A.$$

Oder den Werth von  $A$  wieder genommen

$$\frac{b}{c} = -\cot(2(m\pi + \mu) - m\gamma) = \tan(2(m\pi + \mu) - \frac{\pi}{2} - m\gamma)$$

folglich ist nun die allgemeine Gleichung

$$\tan(m\alpha + \mu) = \sec(2(m\pi + \mu) - \frac{\pi}{2} - m\gamma) \cdot \frac{Q}{P} + \tan(2(m\pi + \mu) - \frac{\pi}{2} - m\gamma).$$

Setzt man nun zweitens  $Q = 0$ , so kann das Gleichgewicht nur statt haben, wenn  $R$  der  $P$  entgegengesetzt, also der Winkel der Richtungen dieser Kräfte  $\beta = \pi$  ist, der Winkel  $\gamma$  bleibt willkürlich unbestimmt und es ist  $\alpha = \pi - \gamma$  zu setzen. Damit wird die letzte Gleichung

$$\tan(m(\pi - \gamma) + \mu) = \tan(2(m\pi + \mu) - \frac{\pi}{2} - m\gamma)$$

Mithin wenn  $i$  irgend eine ganze Zahl oder Null,

$$i\pi + m(\pi - \gamma) + \mu = 2(m\pi + \mu) - \frac{\pi}{2} - m\gamma$$

Also

$$\mu = (i + \frac{1}{2})\pi - m\pi.$$

Aber da die Größe  $\mu$  unter solchen goniometrischen Functionen steht, für die es völlig gleichgültig, welche ganze Zahl oder ob man Null für  $i$  annimmt, so kann man letzteres ohne Nachtheil der Allgemeinheit wählen, also:

$$\mu = (\frac{1}{2} - m)\pi$$

in die allgemeine Gleichung setzen, wodurch sie sich in folgende verwandelt

$$\cot m(\pi - \alpha) = \operatorname{cosec} m\gamma \cdot \frac{Q}{P} + \cot m\gamma.$$

Daher:

$$(\cos m(\pi - \alpha) \sin m\gamma - \sin m(\pi - \alpha) \cos m\gamma) P = \sin m(\pi - \alpha) \cdot Q$$

$$\text{das ist: } \sin m(\gamma - \pi + \alpha) \cdot P = \sin m(\pi - \alpha) \cdot Q$$

oder, weil  $\gamma + \alpha = 2\pi - \beta$ ,

$$\frac{P}{\sin m(\pi - \alpha)} = \frac{Q}{\sin m(\pi - \beta)}$$

Drittens setze man  $R=0$ , so bleibt  $\alpha$  oder  $\beta$  willkürlich, aber das Gleichgewicht erfordert, daß sei  $\gamma=\pi$ , mithin  $\beta=\pi-\alpha$ , und überdem muß  $P=Q$  sein; dieses in die zuletzt erhaltene Gleichung gebracht, giebt:

$$\frac{P}{\sin m(\pi-\alpha)} = \frac{P}{\sin m\alpha}$$

Also  $\sin m(\pi-\alpha) = \sin m\alpha$ .

Daher  $\cos m\pi = -1$

folglich ist  $m$  gleich einer ganzen ungraden Zahl.

Also ist nunmehr allgemein

$$\frac{P}{\sin m\alpha} = \frac{Q}{\sin m\beta} \text{ und daher auch}$$

$$\frac{P}{\sin m\alpha} = \frac{R}{\sin m\gamma}$$

Da nun  $m\alpha + m\beta + m\gamma = 2m\pi$ , also:

$$\sin m\gamma = \sin [2m\pi - m(\alpha + \beta)] = -\sin m(\alpha + \beta);$$

so folgt aus der letzten Gleichung

$$-P(\sin m\alpha \cos m\beta + \cos m\alpha \sin m\beta) = R \sin m\alpha$$

in welcher aus der ihr vorhergehenden die Werthe von

$$\sin m\beta = \frac{Q}{P} \sin m\alpha \text{ und } \cos m\beta = \sqrt{1 - \frac{Q^2}{P^2} \sin^2 m\alpha}$$

substituiert, erhalten wird

$$-P\sqrt{1 - \frac{Q^2}{P^2} \sin^2 m\alpha} = R + Q \cos m\alpha.$$

Diese, wenn man sie quadriert und zusammenzieht, giebt

$$\cos m\alpha = \frac{P^2 - Q^2 - R^2}{2QR},$$

und durch Verwechslung von  $Q$  oder von  $R$  gegen  $P$  erhält man die ähnlichen Werthe für  $\cos m\beta$  oder  $\cos m\gamma$ .

Nennt man die kleinsten positiven Winkel welche diese Werthe zu Cosinuse haben,  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , so ist jeder nothwendig kleiner als  $\pi$ . Allein aus

$$\cos A = \frac{P^2 - Q^2 - R^2}{2QR} \text{ und } \cos B = \frac{Q^2 - R^2 - P^2}{2PR}$$

folgt für sich, wenn man, da  $A < \pi$ ,  $B < \pi$  sein sollen, die entsprechenden Werthe von  $\sin A$ ,  $\sin B$  positiv nimmt

$$\cos(A+B) = \frac{R^2 - P^2 - Q^2}{2PQ} \text{ und}$$

$$\sin(A+B) = -\frac{\sqrt{2Q^2R^2 + 2P^2R^2 + 2P^2Q^2 - P^4 - Q^4 - R^4}}{2PQ}$$

Aber es ist auch in Folge des Vorhergehenden

$$\cos C = \frac{R^2 - P^2 - Q^2}{2PQ}.$$

Hingegen da dem zufolge auch  $C < 2\pi$  also  $\sin C$  positiv sein muß; so hat man durch Vergleichung

$$\cos C = \cos(A + B) \text{ daher } \sin C = -\sin(A + B).$$

Also

$$C = 2\pi - (A + B).$$

Die Summe  $A + B + C$  der kleinsten positiven Winkel, den obigen Werthen der Cosinuse von  $m\alpha$ ,  $m\beta$ ,  $m\gamma$  entsprechend, ist also gleich vier rechten.

Es folgt aus  $\cos m\alpha = \cos A$

$$m\alpha = 2i\pi \pm A$$

wo  $i$  irgend eine ganze Zahl.

Aber  $\beta$ ,  $\gamma$  müssen vollständig als dieselben Funktionen aus  $Q$ ,  $R$ ,  $P$  und  $R$ ,  $P$ ,  $Q$ , so wie  $\alpha$  aus  $P$ ,  $Q$ ,  $R$  sich ergeben; man muß also auch

$$m\beta = 2i\pi \pm B; \quad m\gamma = 2i\pi \pm C$$

auf dieselbe Weise als  $m\alpha$  bestimmen, mithin zur willkürlichen Zahl  $i$  für  $m\beta$  und  $m\gamma$  dieselbe als für  $m\alpha$  nehmen, auch dasselbe Verbindungszeichen  $+$  oder  $-$  durchgängig gebrauchen. Dann hat man, da sowohl  $\alpha + \beta + \gamma$  als  $A + B + C = 2\pi$ , wenn man die drei Gleichungen addirt

$$2m\pi = 6i\pi \pm 2\pi \text{ oder } m = 3i \pm 1.$$

Allein  $m$  muß, wie gezeigt worden, eine ganze ungrade Zahl sein, also  $i$  eine grade ganze Zahl. Ist daher  $n$  irgend eine ganze Zahl so hat man

$$m = 6n \pm 1.$$

Man setze es sey  $R = 0$  und  $P = Q$ ; so wird, damit das Gleichgewicht bestehe,  $\gamma = \pi$  sein müssen. Wenn man aber im Ausdrucke für  $\cos m\gamma$  diese Bedingungen bringt, so hat man  $\cos C = -1$ ,  $C = \pi$  und da  $i = 2n$ ,

$$m\gamma = (6n \pm 1)\gamma = 4n\pi \pm \pi.$$

Daher

$$\gamma = \frac{4n \pm 1}{6n \pm 1} \pi$$

und da  $\gamma = \pi$  sein soll

$$1 = \frac{4n \pm 1}{6n \pm 1}$$

folglich da man im Zähler und Nenner dieses Bruches einerlei Zeichen nehmen muß

$$n = 0 \text{ mithin } m = \pm 1.$$

Also

$$\frac{P}{\sin \alpha} = \frac{Q}{\sin \beta} = \frac{R}{\sin \gamma} \text{ das ist } \frac{\sin P}{\sin \alpha} = \frac{\sin Q}{\sin \beta} = \frac{\sin R}{\sin \gamma}$$

Hiemit ist also das gesuchte Gesetz des Gleichgewichts völlig bestimmt. Wäre man, statt  $f\alpha = a \frac{Q}{P} + b$  zu setzen, von der gleichfalls zulässigen Formel  $f\alpha = a \frac{P}{Q} + b$  in der Bestimmung der Constanten ausgegangen, so hätte man auf demselben Wege mit geringer Aenderung in der Betrachtung der besondern Fälle dasselbe Resultat erhalten. Auch die Herleitung der Beständigen aus der gewählten läßt sich verschiedentlich darstellen, und die Relation von  $a$  zu  $b$  durch die Funktionsform  $f$ , bevor sie bestimmt ist, darlegen. Hiebei zu verweilen scheint überflüssig. Eine Erläuterung wegen der zur Integration gewählten Form ist hingegen der Eigenheit der Analysis der Aufgabe halber wohl nicht gänzlich hier am unrechten Orte.

Man hat nemlich zuerst oben gefunden für die Bestimmung der  $f$  Form

$$(f\alpha - b)(f\beta - b) = a^2.$$

Daraus folgt durch Differenziation für  $d\alpha = -d\beta$ ,

$$(f\beta - b)f'\alpha - (f\alpha - b)f'\beta = 0$$

woraus unmittelbar

$$\frac{f'\alpha}{f\alpha - b} = \frac{f'\beta}{f\beta - b} = 0$$

oder die Gleichheit zweier identischer Funktionen für verschiedene Werthe ihrer Veränderlichen sich ergibt; so das man unmittelbar jede einer willkührlichen Beständigen gleich setzen kann, also

$$\frac{df\alpha}{f\alpha - b} = k d\alpha.$$

Integrirt man die Gleichung, so wird sie, wenn  $\lambda$  die durch die Integration hinzutretende willkührliche Beständige bedeutet und  $\log. e = 1$ ,

$$f\alpha = e^{k\alpha + \lambda} + b$$

und für  $f\alpha$  dessen Werth  $a \frac{Q}{P} + b$  gesetzt

$$a \frac{Q}{P} = e^{k\alpha + \lambda}, \text{ daher } a \frac{P}{Q} = e^{k\beta + \lambda} \text{ also:}$$

$$a^2 = e^{k(\alpha + \beta) + 2\lambda} = e^{k(2\pi - \gamma) + 2\lambda}.$$

Daher

Daher  $a = e^{k(\pi - \frac{\gamma}{2}) + \lambda}$ ; also wieder in das vorige gesetzt:

$$\frac{Q}{P} e^{k(\pi - \frac{\gamma}{2}) + \lambda} = e^{k\alpha + \lambda}$$

oder 
$$\frac{Q}{P} = e^{k(\alpha - \pi) + k\frac{\gamma}{2}}$$

für  $Q = 0$  wird  $\alpha = \pi - \gamma$ , also:

$$0 = e^{-\frac{1}{2}k\gamma} \quad \text{daher } k \text{ unendlich.}$$

Also für  $\alpha$  gleich irgend einem positiven Winkel kleiner als  $\pi$ , wird

$$\frac{Q}{P} = e^{-\infty(\pi - \alpha) + \infty\frac{\gamma}{2}} = \frac{e^{-\infty(\pi - \alpha)}}{e^{-\infty\frac{\gamma}{2}}}$$

Also

$$\frac{Q}{P} = \frac{0}{0}$$

Das Verhältniß der Kräfte bleibt also bei gegebenen Richtungen derselben unbestimmt.

### Zweite Auflösung.

Was in der gegebenen Auflösung beim ersten Anblick etwas verwickelt erscheinen mag, liegt in der Bestimmung der Richtung der zu suchenden Kraft durch Kreisbogen. Dies wird aus folgender Analyse der Aufgabe erhellen, in welcher der goniometrischen Schwierigkeit durch eine leichte sich von selbst darbietende geometrische Betrachtung ausgehoben wird.

Man denke sich in einer Ebene drei grade von einem Punkt ausgehende Linien in ihren Längen  $P$ ,  $Q$ ,  $R$  und Richtungen, drei auf dem Punkt sich das Gleichgewicht haltende Kräfte  $P$ ,  $Q$ ,  $R$  vorstellend. Die Richtung der einer jeden Kraft entgegengesetzten Verlängerung schneidet nothwendig eine grade Linie zwischen den Endpunkten der die andern beiden Kräfte vorstellenden graden gezogen. Die Richtung der Kraft  $R$  also schneidet eine zwischen den Endpunkten der graden  $P$  und  $Q$  gezogenen graden Linie, deren Länge  $s$  bezeichnen soll,  $p$  und  $q$ , die entstehenden Theile zwischen dem Durchschnittspunkt und den Endpunkten von  $P$  und von  $Q$ .

Es ist in Folge der aufgestellten Grundsätze klar, daß alle diese Größen ihr Verhältniß gegen einander unveränderlich behalten, so lange

dasjenige der beiden Kräfte  $P$  und  $Q$  nebst den Winkel ihrer Richtungen ungeändert bleibt. Da die Größen  $\frac{p}{s}$ ,  $\frac{q}{s}$  also nur ändern können mit der Größe  $\frac{P}{Q}$ ; so kann man jene nur als Funktionen dieser annehmen. Mit hin setzen

$$\frac{p}{s} = f \frac{P}{Q}, \text{ folglich } \frac{q}{s} = f \frac{Q}{P}.$$

Denn es ist klar dafs der Werth von  $\frac{q}{s}$  entsteht, wenn man in dem von  $\frac{p}{s}$  die Größen  $Q$  und  $P$  vertauscht.

Addirt man beide Gleichungen, so hat man da  $p + q = s$

$$f \frac{P}{Q} + f \frac{Q}{P} = 1.$$

Gesetzt  $\frac{P}{Q} = x$ , so ist  $\frac{Q}{P} = \frac{1}{x}$ , und diese Gleichung wird

$$f x + f \frac{1}{x} = 1$$

deren Differenzial mit  $x$  multipliziert auf

$$x f' x - \frac{1}{x} f' \frac{1}{x} = 0$$

also auf die Gleichheit zweier identischer Funktionen von einander verschiedener veränderlichen Größen  $x$  und  $\frac{1}{x}$  führt. Also ist jede einer beständigen gleich. Daher

$$x \cdot d f x = k d x \text{ also } d f' x = k \frac{d x}{x}.$$

Welche Gleichung zum Integral hat

$$f x = k \log x + c$$

worin  $c$  die willkürliche Beständige, und kehrt man zur Bedeutung von  $x$  zurück, so ist also:

$$f \frac{P}{Q} = k \log \frac{P}{Q} + c$$

$$\text{und da } f \frac{P}{Q} = \frac{p}{s}$$

$$\frac{p}{s} = k \log \frac{P}{Q} + c \text{ daher } \frac{q}{c} = k \log \frac{Q}{P} + c.$$

Also

$$\frac{p}{s} + \frac{q}{s} = 2c$$



Aber  $p + q = s$  folglich  $\frac{p}{s} + \frac{q}{s} = 1$ . Also

$$\frac{p}{s} + \frac{q}{s} = 1 = 2c \quad \text{und} \quad c = \frac{1}{2}.$$

Die allgemeine Formel wird demnach:

$$\frac{p}{s} = \frac{1}{2} + k \log \frac{P}{Q}$$

Setzt man  $P = 0$ ; so fallen die Richtungen der andern beiden Kräfte  $R, Q$  in dieselbe grade Linie. Es wird  $s = Q$ , und da stets  $p \leq s$  also  $\frac{p}{s} \leq 1$ ; so giebt die allgemeine Formel für diesen Fall und den besondern Werth von  $\frac{p}{s}$ ,

$$\frac{p}{s} = \frac{1}{2} + k \log \frac{0}{Q} > 0, \text{ also } \log \left( \frac{0}{Q} \right)^k > -\frac{1}{2} \text{ oder } \log 0^k > -\frac{1}{2}.$$

Daraus folgt  $k = 0$

so das allgemein, welches auch die Gröfse der Kräfte

$$\frac{p}{s} = \frac{1}{2} \text{ also auch } \frac{q}{s} = \frac{1}{2}.$$

Anstatt die Theile  $p$  und  $q$  gegen ihre Summe  $p + q = s$  in Vergleichung zu bringen, wie in der vorigen Auflösung geschehen ist, kann man dieselben unmittelbar gegen einander vergleichen, dies giebt eine etwas verschiedene Auflösung der Aufgabe. Es wird nach dem in der vorigen bemerkten von selbst erhellen, das  $\frac{p}{q}$  mithin auch  $\frac{q}{p}$  nur mit  $\frac{P}{Q}$  oder  $\frac{Q}{P}$  ändern können. Also  $\frac{p}{q}$  als eine Funktion von  $\frac{P}{Q}$  mithin  $\frac{q}{p}$  als Funktion von  $\frac{Q}{P}$  angenommen werden könne. Die Formen derselben mit  $f$  bezeichnet, so entsteht, indem man beide mit einander multiplicirt und bemerkt

das das Produkt der ersten Theile  $\frac{p}{q} \cdot \frac{q}{p}$  gleich 1 die Gleichung

$$f \frac{P}{Q} \cdot f \frac{Q}{P} = 1$$

und abgekürzt ausgedruckt

$$f x \cdot f \frac{1}{x} = 1.$$

Deren Differenzial

$$f \frac{1}{x} \cdot f' x - \frac{1}{x^2} f x \cdot f' \frac{1}{x} = 0$$

geht über in die Gleichheit zweier identischer Functionen

$$\frac{x f' x}{f x} = \frac{\frac{1}{x} f' \frac{1}{x}}{f \frac{1}{x}}$$

welche der beständigen Größe  $k$  gleich gesetzt, geben

$$\frac{d f x}{f x} = k \frac{d x}{x}$$

die zum vollständigen Integral hat

$$f x = c \cdot x^k$$

Also ist da  $f \frac{1}{x} = c \left(\frac{1}{x}\right)^k$  und  $f x f \frac{1}{x} = 1$  auch  $c^2 = 1$  und  $c = \pm 1$ .

Demnach hat man

$$\frac{p}{q} = \pm \left(\frac{P}{Q}\right)^k$$

Allein da  $p$  und  $q$  beide positiv, so wie  $P$  und  $Q$ ; so hat nur das positive Zeichen statt.

Für  $P = 0$  wird  $p \neq q = Q$ . Aber  $p$  kann nicht Null werden, sonst bliebe die Richtung der Kraft  $R$ , welche der  $Q$  das Gleichgewicht zu halten hat, unbestimmt, indem sie nur durch den Punkt, auf welchen beide wirken, durchzugehen hätte. Also ist der Werth von  $\frac{p}{q}$  auch in diesem Falle positiv endlich. Mithin auch  $\left(\frac{0}{Q}\right)^k$ . Also  $k = 0$ . Es ist also allgemein

$$\frac{p}{q} = \left(\frac{P}{Q}\right)^0 = 1. \text{ Oder } p = q$$

### Dritte Auflösung.

Auch auf dem Wege, welchen Daniel Bernoulli genommen, um die Zusammensetzung der Kräfte zu zeigen, läßt sich das Resultat leicht, vermittelst der Analysis, erlangen.

Es seyen (Fig. 1.) die graden Linien  $MA = P$ ,  $MB = Q$  auf einander rechtwinklicht, welche Größen und Richtung zweier auf einen Punkt  $M$  wirkenden Kräfte vorstellen. Es sey  $MC = R$  die aus denselben entstehende gleich wirkende Kraft, deren zwischen jenen beiden fallende Richtung mit denselben also in einer Ebene liegt. In dieser Ebene ziehe man durch den Punkt  $M$  auf die Richtung der entstehenden Kraft  $R$  eine grade Linie rechtwinklicht. Dann hat wegen Gleichheit der entstehenden Winkel  $CM B$ ,  $AM D$  so wie  $DM C$ ,  $AMB$ , die  $AM$  gegen  $MD$  und  $MC$  eben die Richtung

als  $MC$  gegen  $MB$  und  $MA$ . Man sehe also  $MA = P$  als eine Kraft an, zusammengesetzt aus zweien Kräften, von welchen die eine nach der graden  $MD$ , die andere nach  $MC$  gerichtet ist. Die Gröſſen dieser Kräfte denen  $P, Q, R$  proportional, mithin die Kraft nach  $MD$  gleich  $Q \cdot \frac{P}{R}$  die nach  $MC$ , das sey die  $MF$ , gleich  $P \cdot \frac{P}{R}$ , und die diesen beiden entsprechende wird die Kraft  $MA$  gleich  $P$  seyn, so wie  $R$  als die den  $P$  und  $Q$  entsprechenden angenommen ist. Da auch die grade  $MB$  gegen  $MC$  und  $ME$  eben die Richtungen hat als  $MC$  gegen  $MB$  und  $MA$ , so kann man die Kraft  $MB$  betrachten als aus zweien nach  $ME, MC$  gerichteten zusammengesetzt, deren Gröſſen  $ME$  gleich  $P \cdot \frac{Q}{R}$ ,  $MG$  gleich  $Q \cdot \frac{Q}{R}$  und  $MB$  gleich  $R \cdot \frac{Q}{R}$ , das ist  $Q$ , zu einander in eben den Verhältnissen stehen als die ebenso gegen einander gerichteten Kräfte  $P, Q, R$ .

Man hat also statt den Kräften  $P$  und  $Q$  die vier Kräfte  $MD = Q \cdot \frac{P}{R}$ ,  $MF = P \cdot \frac{P}{R}$ ,  $ME = P \cdot \frac{Q}{R}$ ,  $MG = Q \cdot \frac{Q}{R}$ , von welchen zwei die  $MD$  und  $ME$  grade entgegengesetzt gerichtet sind; aber diese Kräfte sind auch der Gröſſe nach gleich, also heben sie sich gegen einander auf, und es bleiben nur die in derselbigen Richtung liegenden Kräfte  $MF, MG$  allein übrig, deren Summe als Resultat von  $P$  und  $Q$  der Kraft  $MC = R$  gleich seyn muß.

Man hat also die Gleichung

$$R = P \cdot \frac{P}{R} + Q \cdot \frac{Q}{R} \text{ oder } R = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

und es ist die Gröſſe der einzigen den beiden Kräften  $P$  und  $Q$  gleichgeltenden Kraft bestimmt.

Es ist also nur noch die Richtung dieser Kraft anzugeben, welche aus der eben gefundenen Gleichung sich herleitet läßt.

Man bemerke, daß da die beiden auf einander rechtwinklichten Seitenkräfte  $P, Q$  ihre zusammengesetzte  $R$  in Richtung und Gröſſe bestimmen, aus der Gröſſe dieser Kraft und ihrer Richtung gegen die Seitenkräfte die Gröſſe dieser folgen müsse, also die eine von der andern unabhängig gefunden werden könne. Es sey der Winkel der zusammengesetzten Kraft  $R$  mit der Seitenkraft  $P$  gleich  $\alpha$ , also ihr Winkel mit der andern  $Q$  gleich

$\frac{\pi}{2} - \alpha$ , und man muß haben

$$P = f(R, \alpha, \frac{\pi}{2} - \alpha)$$

wofür man setzen kann

$$P = f(R, \alpha)$$

also aus eben den Gründen

$$Q = f\left(R, \frac{\pi}{2} - \alpha\right).$$

Aber diese Gleichungen müssen noch bestehen, wenn man statt den Kräften  $P, Q, R$  die Kräfte  $nP, nQ, nR$  setzt; also muß sein

$$nP = f(nR, \alpha) \text{ und } nQ = f\left(nR, \frac{\pi}{2} - \alpha\right)$$

wo  $n$  jede Zahl sein kann. Dann aber können diese Gleichungen nicht anders statt haben, als wenn man setzt

$$nP = nR \cdot f\alpha; \quad nQ = nR f\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right).$$

Daher:

$$P = R \cdot f\alpha; \quad Q = R f\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$$

und es bleibt bloß die Form der Funktion  $f\alpha$ , oder  $f\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$  zu bestimmen.

Man setze zu dem Ende in der obigen Gleichung

$$R^2 = P^2 + Q^2$$

für  $P$  und  $Q$  ihre aus den letzten folgende Werthe, und man erhält

$$1 = f^2\alpha + f^2\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$$

und aus deren Differenzial folgt

$$\frac{f'\alpha}{f\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)} = \frac{f'\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)}{f\alpha}$$

und durch Substitution aus der ursprünglichen

$$\frac{f'\alpha}{V(1-f^2\alpha)} = \frac{f'\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)}{V\left(1-f^2\left[\frac{\pi}{2} - \alpha\right]\right)}$$

Mithin:

$$\frac{f'\alpha}{V(1-f^2\alpha)} = m, \text{ oder } \frac{df\alpha}{V(1-f^2\alpha)} = m d\alpha,$$

wo  $m$  eine willkürliche von  $\alpha$  also unabhängige Gröfse.

Das vollständige Integral dieser Gleichung ist:

$$\text{Arc. sin } f\alpha = m\alpha + \mu; \quad \text{Also:}$$

$$f\alpha = \sin(m\alpha + \mu).$$

Mithin, diesen Werth von  $f\alpha$  in die obige  $P = R \cdot f\alpha$  substituirt,

$$P = R \cdot \sin(m\alpha + \mu).$$

Für  $\alpha = 0$  wird  $P = R$ , also hat man in diesem Fall

$$1 = \sin \mu, \text{ daher } \mu = \text{Arc. sin. } 1;$$

für  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  wird  $P = 0$ , daher:

$$0 = \sin\left(m \frac{\pi}{2} + \text{Arc. sin. } 1\right) \text{ oder } 0 = \cos m \frac{\pi}{2};$$

folglich ist  $m \frac{\pi}{2} = (n + \frac{1}{2})\pi$  oder  $m = 2n + 1$ , wo  $n$  irgend eine ganze Zahl oder auch Null sein kann.

Die allgemeine Gleichung wird demnach:

$$P = R \cos(2n + 1)\alpha.$$

$$\text{Setzt man } \alpha = \frac{\text{Arc. cos. } 0}{2n + 1} = \frac{(i + \frac{1}{2})\pi}{2n + 1}$$

wo  $i$  eine ganze willkürlich zu ändernde Zahl, so folgt, da  $n$  eine unabänderliche Zahl, für alle diese Werthe von  $\alpha$ , daß  $P = 0$  und

$$Q = R \cdot \cos(2n + 1)\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\text{Arc. cos. } 0}{2n + 1}\right)$$

also  $Q = \pm R$ .

Das heißt, die Kraft  $Q$  könnte für sich allein eben so auf denselben Punkt wirken, als andere gleich große aber verschieden gerichtete, welches unzulässig. Es müssen also jene vielfachen Werthe von  $\alpha$  nur einem einzigen Winkel, und zwar einem rechten, entsprechen. Dessen Ausdruck aber ist  $(2k + \frac{1}{2})\pi$  für  $k$  jede ganze Zahl. Also muß sein

$$\frac{(i + \frac{1}{2})\pi}{2n + 1} = (2k + \frac{1}{2})\pi$$

Oder

$$\frac{2i + 1}{4n + 2} = 2k + \frac{1}{2}$$

Welche Gleichung nicht anders stat haben kann, als wenn im ersten Gliede der Nenner  $\pm 2$  also  $n = 0$  oder  $n = -1$  ist. Folglich wird  $2n + 1 = \pm 1$ , die allgemeine Gleichung, also

$$P = R \cos \pm \alpha.$$

Da aber  $\cos + \alpha = \cos - \alpha$ , und es nur darauf ankommt, sich zu erinnern welches Zeichen man gebraucht wenn man aus den Kräften die Winkel zu bestimmen hat, so kann man ein für allemal dasselbe Zeichen wählen, und es ist am natürlichsten das positive zu nehmen, wo dann der Cosinus von

dem Winkel der Richtungen selbst zu verstehen ist, und die ihnen entgegengesetzten, so wie sie in den Konstruktionen nicht erscheinen, auch im analytischen Ausdruck nicht vorkommen.

Man ist gewohnt von der Zusammensetzung der Bewegung zu sprechen, ja vielleicht wohl gar diesen Satz von dem der Zusammensetzung der Kräfte zu unterscheiden. Jenes ist wohl nur ein nicht guter Sprachgebrauch, diese Trennung der Vorstellungen aber wäre irrig. Denn ein Punkt kann nie zwei Bewegungen zugleich haben, mithin kann auch von keiner Zusammensetzung derselben die Rede sein. Ein Punkt kann nur der Einwirkung von zweien verschiedenen gerichteten Kräften ausgesetzt seyn. Die entstehende Bewegung ist gerade diejenige, welche der Kraft entspricht, die jenen beiden gleichwirkend ist. Also kömmt es, im Falle keine Kraft jenen beiden das Gleichgewicht hält, nur darauf an, zu bestimmen, welche Bewegung einer einzigen in Richtung und Gröfse gegebenen Kraft auf einen gegebenen materiellen Punkt hervorbringt. Dies ist das Geschäft der ersten Grundsätze der Mechanik. Dies angenommen, so ist also die Bewegung eines von zweien gegebenen Kräften getriebenen Punktes vermöge der Auflösung des Problems bestimmt, welches zu zweien gegebenen Kräften die gleichwirkende sogenannte mittlere finden lehrt, und es bleibt also über diesen Punkt nichts zu erörtern übrig.

#### *Zusatz zum ersten Artikel der Abhandlung.*

Es sey  $MC$  der Diagonale  $MD$  des Parallelograms über  $MA$  und  $MB$  gleich, und in entgegengesetzter Richtung, so wird jede der dreien vom Punkte  $M$  ausgehenden Linien entgegengesetzte Diagonale der Parallelogramme der andern beiden Linien seyn.

Es werde über  $MC$  und  $MB$  das Parallelogramm  $MBEC$  construirt, und dessen Diagonale  $ME$  gezogen. Nun ist, da  $DMC$  eine gerade Linie vermöge Voraussetzung, und  $CE$  parallel  $MB$  vermöge Konstruktion, der Winkel  $MCE$  gleich dem Winkel  $DMB$ , und da  $MC$  gleich  $DM$  vermöge Voraussetzung,  $CE$  gleich  $MB$  vermöge Konstruktion, so ist das Dreieck  $MCE$  dem  $DMB$  also  $ME$  der  $DB$  gleich und parallelliegend, weil  $EC$  mit  $MB$  parallel. Aber  $AM$  ist der  $DB$  gleich und parallel. Mithin  $ME$  gleich der  $MA$  und mit derselben in einer geraden. Folglich ist  $MA$  die entgegengesetzte Diagonale des Parallelograms über  $MB$  und  $MC$ . w. z. z. w.

Es seyen  $MA$ ,  $MB$ ,  $MC$  nach Richtung und Gröfse drei im Gleichgewicht befindliche Kräfte; jede derselben ist also eine durch  $M$  gehende entgegengesetzte Diagonale des Parallelograms über die andern (nach dem vorigen Satz.) Es seyen  $UX$ ,  $YZ$  zwei willkürlich gewählte Richtungen durch  $M$ . Zieht man  $AD$ , parallel der einen Richtung  $YZ$  bis sie die andere  $UX$  in  $D$  trifft, und  $AE$  parallel der andern Richtung  $UX$ , bis sie die erstere  $YZ$  in  $E$  trifft, so sind  $MD$ ,  $ME$  als Kräfte betrachtet der Kraft  $MA$ , nach hypothetisch angenommener Konstruktion, gleichwirkend. Nach ähnlicher Konstruktion sind die Kräfte  $MF$ ,  $MG$  der  $MB$ , und die Kräfte  $MJ$ ,  $MH$  der Kraft  $MC$  gleichwirkend. Also wirken die Kräfte  $MD$ ,  $ME$ ,  $MF$ ,  $MG$ ,  $MJ$ ,  $MH$  wie die drei gegebenen  $MA$ ,  $MB$ ,  $MC$ , und müssen also an ihrer Statt gesetzt werden können, auch im Gleichgewichte sein, weil diese es sind. Und da jene sechs Kräfte nur nach zweien Richtungen wirken, so müssen die in einer und eben derselben befindlichen sich aufheben, weil, was ich hier voraussetzen darf, zwei nach zweien verschiedenen Richtungen wirkende Kräfte nicht im Gleichgewicht sein können. Es ist hinlänglich, dies für die nach einer der Richtungen wirkenden Kräfte zu zeigen; derselbe Beweis gilt für die andere. Es müssen also die Summen der Linien  $MD$ ,  $MF$ ,  $MJ$  Null sein oder die Summe der in einerlei Sinn vom Punkte  $M$  aus liegenden, hier  $MF$ ,  $MJ$ , gleich sein der in entgegengesetzter Richtung liegenden,  $MD$ .

Man verlängere  $CM$  bis  $MK$  gleich  $MC$ , so ist  $MK$  die Diagonale des Parallelograms über  $MA$ ,  $MB$ , also die gerade von  $K$  nach  $A$  gleich  $MB$ , und zieht man noch  $KL$  parallel  $AD$  und  $LN$  parallel  $KA$ , so ist  $NL$  der  $KA$  mithin auch der  $MB$  gleich und parallel, und da  $DCMF$ , eine gerade, die Parallelen  $DN$ ,  $BF$  und  $LN$ ,  $MB$  schneidet, so sind die Winkel  $NDL$ ,  $BFM$  und  $NLD$ ,  $BMF$  gleich, mithin die Dreiecke  $DNL$ ,  $FBM$  gleichwinklicht, und da die Seite  $NL$  des einen der homologen  $MB$  des andern gleich, so ist auch die  $DL$  der  $MF$  gleich. Aber der Dreiecke  $MKL$ ,  $MCJ$  Seiten  $ML$ ,  $MJ$  und  $MK$ ,  $MC$ , liegen in denselben geraden Linien, und die dritte Seite  $KL$  ist der dritten  $JC$  parallel, also sind sie gleichwinklicht, und weil auch noch die Seite  $MK$  der homologen  $MC$  gleich, so sind auch die Seiten  $ML$ ,  $MJ$  einander gleich. Also da vorhin gezeigt, dafs  $MF$  gleich  $DL$ , so ist  $ML$  und  $LD$  zusammen, d. i.  $MD$  gleich der Summe von  $MF$  und  $MJ$ . w. z. z. w.

Wenn statt dreien Kräften im Gleichgewicht,  $MA$ ,  $MB$ ,  $MC$ , andere gleichwirkende Kräfte nach dreien willkürlich angenommenen Richtungen zu folge der hypothetisch angenommenen Construction substituirt werden, so müssen die neuen Kräfte wiederum zu einander in oftgedachter Relation des Gleichgewichtes stehen. Ich nehme an,  $MD$  sey eine der neugewählten Richtungen, und substituire statt der Kraft  $MC$  die ihr gleichwirkenden  $MD$ ,  $ME$ , wo  $ME$  in der Richtung  $MB$ , so müssen die vier Kräfte  $MA$ ,  $MB$ ,  $ME$ ,  $MD$ , oder die drei  $MA$ ,  $MF = MB - ME$  und  $MD$  im Gleichgewicht sein.

Da  $MD$ ,  $ME$  mit  $MC$  gleichwirkend, so sind jene, Seiten, diese, Diagonale eines Parallelograms  $DE$ , und weil die Richtung von  $ME$  mit der von  $MB$  einerlei angenommen worden, so ist  $BME$  eine gerade welcher also  $DC$  parallel. Man vollende über  $MB$ ,  $MA$  das Parallelogramm  $BA$ , dessen Diagonale  $MG$  der  $MC$  gleich und mit derselben in einer graden Linie liegt zu folge Voranssetzung. Man verlängere auch  $DM$  bis an die  $AG$  in  $H$ . Die  $AG$  ist der  $BE$  mithin der  $DC$  parallel, sie werden von der geraden  $GMC$  geschnitten, also ist der Winkel  $HGM$  dem  $MCD$  gleich und der Winkel  $GMH$  dem  $DMC$ , und da auch die Seite  $MG$  der  $MC$  gleich, so sind in den beiden Dreiecken  $GMH$ ,  $CMD$  auch die Seiten  $MH$ ,  $MD$  und  $GH$ ,  $CD$  einander gleich. Also ist die  $GH$  gleich der  $ME$ ; mithin  $HA$  gleich  $GA$  weniger  $ME$ , gleich  $MB$  weniger  $ME$ , d. i.  $MB$  weniger  $BF$  (weil  $BF$  gleich  $ME$  genommen ist) oder  $MF$ . Also ist die Figur  $AHMF$  ein Parallelogramm von welchem  $MH$  die Diagonale, welcher deren Verlängerung  $MD$  gleich ist. Also sind die drei Kräfte  $MA$ ,  $MF$ ,  $MD$  in Lage und Größe so beschaffen, wie es der hypothetisch angenommene Satz des Gleichgewichtes dreier Kräfte erheischt.

Verfährt man nun mit diesen drei Kräften  $MA$ ,  $MF$ ,  $MD$  wie zuvor mit denen  $MA$ ,  $MB$ ,  $MC$ , indem man nun statt der Richtung der Kraft  $MF$  in der Richtung  $MB$  eine andere wählt, und statt der Kraft  $MF$  zwei Kräfte substituirt, von welchen die eine in der neu angenommenen Richtung, die andere in einer der schon vorhandenen liegt, so erhält man offenbar wiederum drei Kräfte, auf welche sich die vier zurückführen, von welchen wiederum eine die entgegen gesetzte Diagonale des Parallelograms über die andern beiden ist. Also entsprechen dieselben der hypothetischen Gleichgewichtsbedingung.



Endlich nimmt man statt der in der dritten Richtung  $MA$  befindlichen Kraft eine andere Richtung und setzt statt jener Kraft eine nach dieser neuen Richtung und eine nach einer der beiden vorhergewählten Richtungen, so erhält man abermals vier Kräfte oder drei, wenn man die zwei die sich in einerlei Richtung befinden auf eine zurückbringt, welche drei zufolge des gegebenen Beweises der angenommenen Gleichgewichtsconstruction entsprechen. Also wenn statt dreien im Gleichgewicht befindlichen Kräften, Kräfte nach andern Richtungen gesetzt werden, so sind die entstehenden neuen Kräfte wiederum im Gleichgewicht, wenn zur Gleichgewichtsconstruction angenommen wird dafs jede Kraft die entgegengesetzte Diagonale des Parallelograms über die andern Kräfte ist,  
w. z. z. w.

---

Ueber  
 die Identität des Algorithm's  
 für  
 Differenz, Integral und ähnliche Operationen  
 mit dem blofs algebraischen.

~~~~~  
 Von Herrn TRALLES *).

Die von Leibnitz zuerst bemerkte Analogie von Differenzformeln mit blofs algebraischen, ist von Lagrange sehr erweitert und zur Entdeckung neuer Lehrsätze benutzt worden. Den eigentlichen Grund dieser Analogie zu finden hielt dieser große Geometer nicht leicht, und begnügte sich daher mit der Richtigkeit derselben als ein analytisches Faktum. Die Wichtigkeit der Sache hat zwar andere Geometer veranlaßt, derselben ihr Nachdenken zu widmen, welches für die Erweiterung der Analysis nicht ohne Nutzen geblieben. Allein wenn sie gleich die Uebereinstimmung der Koeffizienten einiger Differenz- und Integralformeln mit andern algebraischen oder transcendenten Reihen hinlänglich bewiesen; so war doch die Frage über den Grund dieser Uebereinstimmung damit nicht beseitiget, weil die einen aus ganz andern Begriffen als die andern abgeleitet wurden. Das Bedürfnis dieser allgemeinen Formeln zu so vielen analytischen Untersuchungen, hat mich veranlaßt, dem Grunde jener Analogien nachzuspüren, um zur Erleichterung des Gebrauchs der auf sie sich gründenden Formeln, diese ohne Zeitverlust im Moment wieder aufzufinden. Was ich fand ist so einfach, daß nur der Gegenstand, welchen diese Nachforschung betrifft, mir erlauben kann, dieselbe der Akademie vorzutragen. Es ergab sich nemlich, daß die Zeichen der endlichen Differenzen und der Differenzialien sowohl als die Integralzeichen überhaupt und im allgemeinen betrachtet, gerade so wie Größenzeichen im algebraischen Algorithmus zu

*) Vorgelesen den 22. Jun. 1809.

behandeln sind, sie seien mit den Funktionen auf welchen sich jene Zeichen beziehen, verknüpft, oder man betrachte und behandle sie abstrakt für sich, als Zeichen von Regeln oder Funktionennehmungen nach einem gewissen Gesetz. Der Grund hievon liegt in diesem Gesetze, aus welchem jene Behandlung eben so nothwendig folgt als eine algebraische aus dem Begriff, dem zu folge sie ausgeführt wird. Ohne diesen Grund würde das Bemerkte auch nur eine Art Erweiterung der bisherigen bekannten Analogien seyn. Das Gesetz selbst für die Regeln besteht darin, dafs dieselben so beschaffen seyen, dafs wenn die Gröfsen oder Funktionen, die ihnen zu folge behandelt werden sollen, aus mehreren von einander abgesonderten Gliedern bestehen, die also blofs mit dem Additions- oder Subtraktionszeichen verbunden sind, die Regeln auf jedes dieser Glieder insbesondere ausgeübt werden und die Summe der Resultate nach den positiven oder negativen Verbindungszeichen der Glieder genommen, das Resultat ist, welches die Summe der Glieder, als eine Gröfse betrachtet, der Regel zu folge geben mufs.

Um im Algebraischen davon ein Beispiel zu geben, so gehört die Regel der Multiplikation der Gröfsen hieher, welcher zu folge die völlig von einander getrennten jede für sich, die eine wie die andere, derselben Multiplikation unterworfen sind. Eben so bekannt ist es, dafs für die Operationen der endlichen Differenzen sowohl als der Differenziationen und Integrationen, dasselbe Gesetz obwaltet. Andere Funktionennehmungen können ebenfalls diese Bedingung haben, z. B. die Koeffizientennehmungen von Potenzen einer Gröfse, nach welcher eine Reihe entwickelt ist oder als entwickelt gedacht wird u. s. f. Dieser gemeinschaftliche Charakter der Differenziationsregeln ist bisher nicht benutzt worden. Den Geometer darauf aufmerksam zu machen, ist hinlänglich, um die Folgen dieser Bemerkung zu entwickeln. Ich habe dies, da es doch auch geschehen mufs, in dieser Abhandlung gethan, wobei es nicht zu verhüten war, sehr bekannte Dinge aufzunehmen, indem ihre Darstellung oder die Ansicht ihrer Entstehung sich ändert.

Ich fange die Untersuchung damit an, blofs die Regeln zu bezeichnen, lasse sie aber ohne alle Bestimmung, den angegebenen Charakter angenommen. Nachher wende ich die allgemeinen Sätze, solche Regeln betreffend, auf die bekannten Differenzialregeln und die ihnen verwandten, an, wobei insbesondere entwickelt wird, was in der allgemeinen Betrachtung

übergangen werden durfte, weil es hier doch wieder vorkommen mußte, und so bald man von der bestimmten Bedeutung der Regelzeichen bis auf ihren gemeinschaftlichen Charakter abstrahirt, das besondere Resultat für Differenz und Integraloperationen wieder ein allgemeines ist.

Wenn gleich die Grundsätze hier neu sind, so sind die Resultate als analytische Formeln betrachtet, fast alle bekannt, denn dieser Theil der transcendenten Mathematik ist so vielfältig bearbeitet worden, daß der Aufmerksamkeit der Analysten wenig entgangen ist. Indessen glaube ich meine Summenformel neu, und sie hat gerade das einfachste Gesetz der Koeffizienten, nemlich diejenigen welche der Cosekante eines Winkels gehören. Bisher, glaube ich, kannte man kein einfacheres als das Fortschreitungs-gesetz der Cotangente eines Winkels. Die ohne die allgemeine Theorie bewerkstelligte allgemeine Summation der Potestäten gehört zu jener Anordnung, aus welcher ich letztere leicht ableite. Die Koeffizienten an sich für die Summationsreihe, oder die Bernoullischen Zahlen, sind bisher nur aus Relationsgleichungen auf mancherlei Weise gefunden. Laplace hat eine allgemeine Formel für dieselbe zuerst gegeben, allein sie legt den Charakter dieser Zahlen nicht dar. Ein sehr kurzer Ausdruck, den ich für diese Zahlen finde, scheint mir der allgemeinste zu seyn dessen sie fähig sind. Von den Koeffizienten für die wiederholten Summationen zeige ich auf einem sehr kurzen Wege das allgemeine Gesetz.

Untersuchungen von Lagrange über die den Zweck dieser Abhandlung ähnlichen Gegenstände, befinden sich bekanntlich in den Abhandlungen der Berliner Akademie, worauf ich die Leser verweise, die beurtheilen wollen, was diese Eigenthümliches haben möchten. Ich muß aber noch hinzusetzen, daß Arbogast schon den Gedanken gehabt hat, die Operationszeichen von den Funktionen zu trennen, welches er *séparation des échelles* nennt, und so ist diese Trennung nur scheinbar, der Ausdruck selbst dessen er sich bedient, zeigt, dünkt mir, schon an, daß hier die Sache nicht aufs Reine war, und mit meiner Behandlung nicht dieselbe ist.

1. Es sey u irgend eine willkürlich anzunehmende GröÙe oder Funktion, unter $f:u$ werde eine nach einer bestimmten Regel aus u entspringende GröÙe, eine Gattung Funktion von u oder einer der in ihr enthaltenen GröÙen verstanden. Diese Regel sey aber der Natur, daß wenn u in mehrere Theile, gleiche oder verschiedene Funktionen der GröÙe von wel-

cher u Funktion, zerlegbar ist, und dem zufolge $u = z + y + \dots$, folgende Bedingung der Regel statt habe:

$$f \cdot u = f \cdot (z + y + \dots) = f \cdot z + f \cdot y + \dots$$

Wenn eine der Größen z , y etc. diejenige von welcher u als Funktion angesehen, und auf welche f bezogen wird, nicht enthält, so wird fz und $fy \dots$ Null gesetzt.

Es ist leicht zu erachten, daß eine Funktionennehmung solcher Art, mit andern ähnlicher Natur vergleichbar, und aus der ihnen gemeinschaftlichen Bedingungsgleichung andere ihren Relationen gemeinschaftliche Eigenschaften entstehen.

2. Da vorausgesetzt wird, die durch f angedeutete Regel sey auf jede Größe anwendbar; so ist zuerst klar, daß man $f \cdot (f \cdot u)$, kürzer $f^2 \cdot u$ geschrieben, und überhaupt $f^n \cdot u$ formen kann, durch fortgesetzte Anwendung derselben Regel auf die schon durch dieselbe aus einer angenommenen Größe oder Funktion entstandenen; also daß vermöge der Bedingung seyn müsse:

$$f^n \cdot u = f^n (z + y + \dots) = f^n \cdot z + f^n \cdot y + \dots$$

3. So wie diese Funktionen höheren Grades aus denen vom niedrigeren entweder Grad für Grad oder auch durch mehrere auf einmal in jenem so wie in diesem Falle nach einerlei Regel entstehen, so kann man auch eben so umgekehrt die niedrigeren aus den höheren entspringend ansehen, wenn gleich keine Vorschrift oder allgemeine Ableitungsregel für entwickelte Darstellung jener Funktionen niedrigeren Grades aus den höhern sich sollte geben lassen. Deutet man das Entstehen von $f^{n-1} \cdot u$ aus $f^n \cdot u$ durch $\varphi \cdot f^n \cdot u$ an, so ist also:

$$\varphi \cdot f^n \cdot u = f^{n-1} \cdot u. \quad \text{Mithin, für } u = z + y + \dots$$

$$\varphi \cdot f^n (z + y + \dots) = f^{n-1} z + f^{n-1} y + \dots$$

Aber $f^{n-1} z = \varphi \cdot f^n z$; $f^{n-1} y = \varphi \cdot f^n y$ u. s. w. Also

$$\varphi \cdot f^n = \varphi (f^n z + f^n y + \dots) = \varphi f^n z + \varphi f^n y + \dots$$

Mithin ist φ eine Funktionnehmung eben der Natur als f , nemlich derselbigen Bedingung unterworfen.

4. Da der Operation auf welche φ hinweist, die Gröfse auf welche sie verübt werden soll gleichgültig ist, so kann durch eine Erweiterung der Ansicht welche auf sie führt, dieselbe auch auf solche Gröfsen ausgedehnt werden, welche unmittelbar gegeben sind, ohne dafs sie erst durch Operationen nach f gefunden worden wären.

Demnach ist φu diejenige Gröfse, von welcher das Resultat der Operationen nach f das u selbst geben würde. Findet man also eine Gröfse von welcher das f genommen, wirklich u giebt, so schließt man, dieselbe sey φu . Indessen ist dabei zu bemerken, dafs wenn f so beschaffen seyn sollte, dafs auf mehrere Gröfsen die Operation, welche f fordert, vollführt, dasselbe Resultat giebt, man nur dann sicher ist, die Werthe oder den allgemeinen Ausdruck von φu zu haben, wenn jene oder dieser alle diejenigen sind oder umfassen, aus welchen durch die Nehmung von f das gegebene u erfolgt. Diese Betrachtung braucht jedoch hier nicht weiter verfolgt zu werden.

5. Man sieht aus dem Bisherigen, dafs eine φ Operation entweder jedesmal eine f Operation aufhebt oder als aufzuheben angesehen wird, und umgekehrt, beide also als einander entgegengesetzte Operationen zu betrachten sind. Es ist daher natürlich statt des Zeichens φ , in so ferne es sich auf f bezieht, sich des Zeichens f^{-1} zu bedienen. Es ist f selbst also so viel als f^{+1} , und f^{-0} , oder f^{+0} ist keine Operation, so dafs $f^{-0} u$, $f^{+0} u$ das u selbst bedeuten mufs, also das eine wie das andere gleich u zu setzen ist. Man kann daher f^0 als eine Einmalnehmung des u betrachten, $f^0 u = 1 u$, und in diesem Sinne $f^0 = 1$ setzen.

6. So wie nach der angenommenen Schreibart die Anzeige einer n mal nach einander zu machenden f Operation durch f^n angedeutet wird, so bedeutet auch $f^{-1 \times n}$ oder f^{-n} die n mal nach einander zu verrichtende f^{-1} Nehmung. Und es ist klar, dafs, so wie zufolge der erstern $f^m f^n$, f^{m+n} zu schreiben ist, so auch $f^{-m} f^n$ oder $f^n f^{-m}$ durch f^{n-m} sich ausdrücken läfst, indem letzteres jedesmal das Resultat ist, wenn die Anzahl der f^{+1} Operationen n , die der f^{-1} aber m ist, selbst wenn sie in irgend einer

unter einander vermischten Ordnung einzeln nach einander folgen sollen. Denn stets unterbleiben so viele Operationen der einen Art, als entgegengesetzte derselben zugleich vorhanden sind.

7. Da die Bezeichnung der Operationen einer Art in Beziehung der ihr entgegengesetzten, d. i. derjenigen welche sie aufhebt, nur so eingerichtet zu werden braucht, daß das eine Zeichen das andere nach gewöhnlichen arithmetischen Regeln aufhebt, wenn diese Zeichen als Größenbezeichnung behandelt werden, so kann man auch statt f^{-1} schreiben $\frac{1}{f}$, da in eben der Nebeneinanderstellung, in welcher $f^{-1}f$ sich als Operationen aufheben und f^n oder 1 machen, auch $\frac{1}{f}$ und f dieses leisten. Man kann daher die Bezeichnungen f^{-n} und $\frac{1}{f^n}$, auch f^{+n} und $\frac{1}{f^{-n}}$ als gleichbedeutend betrachten und nach den gewöhnlichen für Größen üblichen Regeln in ihrer Nebeneinanderstellung mit denselben verfahren.

8. Drückt man die n mal wiederholte Operation nach f , also f^n mit einem einfachen Zeichen F aus, so ist $f^n = F$ als Operationsvorschrift und

$$f^n(z + y + \dots) = F(z + y + \dots)$$

Auch da $Fu = f^n u$ was auch u seyn mag, so ist mithin

$$f^n(z + y + \dots) = Fz + Fy + \dots$$

Mithin ist F das Zeichen einer Regel eben der Bedingung als f , indem $F(z + y + \dots) = Fz + Fy + \dots$

Man kann sehr bequem f in Beziehung auf F durch $F^{\frac{1}{n}}$ ausdrücken.

Also wenn F ein Funktionszeichen obgedachter Art, so ist auch $F^{\frac{1}{n}}$ eben der Natur.

Will man anders sich davon überzeugen, so kömmt es nur darauf an,

$f = F^{\frac{1}{n}}$ in F mit nicht gebrochenen Exponenten darzustellen. Diese Entwicklung von f oder $F^{\frac{1}{n}}$ wird nur die Eigenschaft haben müssen, daß sie n mal wiederholt F giebt, indem die Bedingung

$f = F^{\frac{1}{n}}$ nur ausspricht, es solle seyn:

$$f^n = (F^{\frac{1}{n}})^n = F.$$

Diesem Genüge zu leisten, darf man nur setzen

$$F^{\frac{1}{n}} = (1 + (F-1))^{\frac{1}{n}}$$

Man übersieht wohin dies führt, und da gleich wieder etwas ähnliches vorkommt, so wollen wir hier nicht dabei verweilen.

g. Wenn f und φ Operationen bedeuten, die zwei von einander unterschiedene Gröſsen der Funktion die ihnen unterworfen ist, betreffen, oder diese Operationen zu einander in sonst einer willkürlichen Beziehung stehen, beide aber der Natur sind, daß es für jede allein gestattet ist, sie auf die getrennten Glieder der Gröſse auszuüben und die Summe das Resultat der Operation auf die vereinigten Theile ausmacht; so kann man auch die zusammengesetzte Operation, nach welcher eine Gröſse oder Funktion, welche sie auch sey, sowohl die eine als die andere jener Operationen f und φ besonders betrifft und die Summe der Resultate dieser Operationen auf dieselbe Gröſse zu nehmen ist, als eine einzige betrachten gleicher Bedingung mit jenen.

Denn, für $y, z \dots$ als Funktionen einer oder mehrerer Gröſsen, und für $u = z + y + \dots$ wird wegen der Bedingung

$$fu + \varphi u = fz + fy + \dots + \varphi z + \varphi y + \dots = fz + \varphi z + fy + \varphi y + \dots$$

Versteht man also unter $(f + \varphi)u$ eben dasselbe als unter $fu + \varphi u$, so ist auch

$$fu + \varphi u = (f + \varphi) \cdot (z + y + \dots) = (f + \varphi)z + (f + \varphi)y + \dots$$

Mithin ist die $f + \varphi$ Operation eben der Natur als die einzelnen f und φ .

Auch wenn die eine Operation auf das Resultat der andern verrichtet wird, ist das Resultat beider als eine einzige betrachtet, eben der Natur. Denn wegen der Bedingung der Operationen nach f und nach φ ist:

$$f\varphi(z + y + \dots) = f(\varphi z + \varphi y + \dots) = f\varphi z + f\varphi y + \dots$$

Also wird die Operation $f\varphi$, als eine betrachtet, auf die getrennten Theile z, y etc. der Gröſse besonders vorgenommen.

Demnach ist jeder Ausdruck von $f + \varphi$ wie von einem algebraischen Binom für sich, und in der Entwicklung ganz so zu behandeln wie ein einfaches Formzeichen, und leidet die Gleichungen zwischen F und $f + \varphi$, welche vorher zwischen F und f allein vorgekommen sind. Eben so wird es sich auch mit $f + \varphi + \psi + \dots$ verhalten, wenn die hinzugefügten Formzeichen den erforderlichen Charakter haben, und $f\varphi$ mit φf , auch $f\psi$, $\varphi\psi$ etc. mit ψf , $\psi\varphi$ etc. verwechselt werden dürfen.

Die angenommene Bezeichnungsart der besondern Art von Funktionen, mit welchen wir uns hier beschäftigen, gestatten also, diese Regelzeichen als Größenzeichen zu behandeln, entweder abstrakt für sich, oder als solche Größenzeichen, welche die wirkliche GröÙe, auf der sie ausgeübt werden sollen, multiplizieren. Dafs dieses in ihrer fernern Entwicklung ebenfalls statt haben wird, läßt sich erwarten.

10. Gesetzt $f + f^{\circ}$ oder $f + 1$ werde als eine Operation F angesehen, die GröÙe u auf welche sie ausgeübt werden kann, sey welche sie wolle, so ist $Fu = (f + 1) \cdot u$

$$\begin{aligned} \text{Daher } Fu &= (f + 1) \{ (f + 1)u \} = f(f + 1)u + (f + 1)u \\ &= f \cdot (fu + u) + fu + u = fu^{\circ} + 2fu + u, \end{aligned}$$

$$\text{das ist } Fu^2 = (f^2 + 2f + f^{\circ}) \cdot u$$

Nimmt man hievon das f und f° zusammen, so erhält man

$$Fu^3 = (f^3 + 3f^2 + 3f + 1) \cdot u$$

Allgemein sieht man dafs seyn müsse

$$Fu^n = (1 + Af + Bf^2 + Cf^3 + \dots) \cdot u$$

wo nur die Anzahl jeder der Operationen f, f^2 etc., das ist die GröÙen A, B, \dots welche nur von n abhängen, zu bestimmen sind.

Man setze in der Absicht:

$$F \cdot u = (1 + A_1 f + B_1 f^2 + C_1 f^3 + \dots) \cdot u;$$

so sind A_1, B_1, \dots dieselben Funktionen von $n + 1$ als A, B, \dots von n . Also hat man $\Delta n = 1$ gesetzt, $A_1 - A = \Delta A$, $B_1 - B = \Delta B$ u. s. w.

Auf der andern Seite, da $F \cdot u = (f + 1) \cdot F \cdot u$, wird $F \cdot u$ aus $F \cdot u$ erhalten, wenn man von dieser das f nimmt, mithin allen f in F ein f zusetzt, und im ersten Gliede da $1 = f^{\circ}$, statt desselben ff° d. i. f setzt, und zu dem Erhaltenen das $F \cdot u$ selbst addirt. Daher ist

$$F \cdot u = \{ 1 + (A + 1)f + (B + A)f^2 + (C + B)f^3 + \dots \} \cdot u.$$

Die Vergleichung dieser beiden identischen Ausdrücke für $F.u$ gibt für die Koeffizienten als Funktionen von n betrachtet:

$$A_x - (A + 1) = 0 \text{ also } \Delta A = 1, \text{ mithin} \\ A = \Sigma 1 = n + \text{const.}$$

Allein mit $n = 0$ wird A Null, also auch $\text{const.} = 0$ und $A = n$

$$B_x - (B + A) = 0 \text{ giebt } \Delta B = n, \text{ also} \\ B = \Sigma n$$

wo die willkürliche beständige aus gleichem Grunde wie zuvor Null ist, so hat man auch

$$C_x - (C + B) = 0 \text{ also } \Delta C = B \text{ und} \\ C = \Sigma \Sigma n. \text{ u. s. w.}; \text{ folglich}$$

$$F.u = (1 + n.f + \Sigma n.f^2 + \Sigma^2 n.f^3 + \Sigma^3 n.f^4 + \dots).u$$

wo alle Summen ohne Konstanten zu nehmen sind, unter welcher Bedingung diese Koeffizienten sehr bekannte Größen kurz vorstellen.

Für n eine ganze Zahl ist alsdann auch $\Sigma^n = 0$; $\Sigma^{n+1} = 0$ u. s. w. Ferner ist jeder vorhergehende Koeffizient die Differenz des folgenden, $\Delta n = 1$ gesetzt, also: da $A = n$ so ist der vorhergehende $\Delta A = \Delta n = 1$, der diesem vorhergehende $\Delta 1 = 0$, und so mit den übrigen, n sey was es wolle.

Es ist aber auch noch ferner:

$$F.u = (1 + \Sigma n^0.f + \Sigma^2 n^0.f^2 + \dots).u = (1 + \Sigma.f + \Sigma^2.f^2 + \dots).n^0.u. \text{ Daher} \\ F.u = \left(\frac{1}{1 - \Sigma.f}\right)n^0.u;$$

wo nur zu bemerken, daß Σ und f zu einander in keiner Beziehung stehen, und jede auf eine eigne Größe gerichtet ist, f auf u und Σ auf n^0 , welches gleich Eins aber bestimmender durch n^0 dargestellt wird.

Also ist F^n vollständig dargestellt durch die gegebene Entwicklung in f , fängt in allen Fällen mit f^0 oder 1 an, und hört auf, wenn n eine ganze positive Zahl, mit f^n , in allen andern Fällen aber geht sie unbestimmt fort.

Man darf nur in den entwickelten Summen für die Koeffizienten $-n$ statt n setzen, so hat man den Ausdruck für die Operation F^{-n} . Denn die Herleitung dieser Koeffizienten beruht einzig auf die Bedingungslei-

chung der Regelbezeichnung $F^n \cdot Fu = F^{n+1} u$ oder $(f+1)(f+1)^n = (f+1)^{n+1}$ welche auch nach obigem für ein negatives n statt hat. Auch wenn n ein Bruch oder irgend eine Zahl ist, hat sie statt (nach 8.), also gilt die gefundene Entwicklung auch für diesen Fall.

11. Es ist stets erlaubt, für die Entwicklung irgend einer Funktion eine Reihe willkürlicher Form anzunehmen. Kann man mittelst der Bedingungen, welchen die Funktion unterworfen ist, die unbestimmten Größen der für dieselbe angenommenen Entwicklungsform bestimmen, so hat man die wirkliche Entwicklung der Funktion in der gewählten Gestalt. Diese bedarf also weder einer besondern Herleitung, noch weniger einer Rechtfertigung. Ist es hingegen nicht möglich, in der angenommenen Form die unbekanntenen Größen zu bestimmen, so läßt sich die Funktion auch nicht nach derselben darstellen.

Will man den Fall einer negativen Funktionnehmung $F^{-n} = (f^{\circ} + f)^{-n}$, besonders behandeln, so setze man

$$F^{-n} \cdot u = (1 + A_1 f + B_1 f^2 + \dots) \cdot u \text{ und}$$

$$F^{-(n+1)} \cdot u = (1 + A_1 f + B_1 f^2 + \dots) \cdot u$$

wo A_1, B_1, \dots eben die Funktionen von $n+1$ als A, B, \dots von n sind.

Es ist aber auch: $F^{-n} = F \cdot F^{-(n+1)} = (1+f) F^{-(n+1)}$ mithin

$$F^{-n} \cdot u = \{ 1 + (A_1 + 1) \cdot f + (B_1 + A_1) \cdot f^2 + (C_1 + B_1) \cdot f^3 + \dots \} \cdot u$$

Verglichen mit der ersten Setzung giebt dies, wenn man sich erinnert, daß $A_1 - A = \Delta A$, $B_1 - B = \Delta B$. u. s. f. für $\Delta n = 1$,

$$A = A_1 + 1 \text{ also } \Delta A = -1 \text{ und } A = -\sum 1 = -n$$

$$B = B_1 + A_1 \text{ also } \Delta B = -A_1 \text{ und } B = \sum (n+1)$$

$$C = C_1 + B_1 \text{ also } \Delta C = -B_1 (B + \Delta B) = -\{ \sum (n+1) + n+1 \}$$

$$\text{also } \Delta C = -\sum (n+2) \text{ und } C = -\sum^2 (n+2)$$

u. s. w.

Zu den Integralen sind keine beständige Größen hinzugefügt, weil sie mit n Null werden müssen und sie dies thun, wenn jene Beständigen Null sind.

Mithin hat man wiederum allgemein

$$F^{-n} \cdot u = (1-n) \cdot f + \sum (n+1) \cdot f^2 - \sum^2 (n+2) \cdot f^3 + \sum^3 (n+3) \cdot f^4 - \dots \cdot u$$

worin man für n setzen kann was man will, versteht sich, nach Entwickelung der Integrale. Allein die Form für ein positives n zum Grunde gelegt, giebt eine einfachere Ansicht der Fortschreitung. Diese hier läßt sich auch zwar auf eine ähnliche bringen, durch die bekannte Relation zwischen Integralen und Summen $\Sigma y = S y - y$, wodurch man erhält:

$$F u^{-n} = (1 + f)^{-n} = (1 - n \cdot f + S n \cdot f^2 - S^2 n \cdot f^3 + \dots) \cdot u$$

$$\text{oder } (1 + f)^{-n} = \left(\frac{1}{1 + S \cdot f} \right) n^0 \cdot u.$$

Allein, die Abwechselung der Zeichen hat in der vorletzten Form doch noch statt, und überdem ist die obige positive Form vorzuziehen, wegen der Bequemlichkeit des einmal eingeführten Algorithmus zwischen Integralen und Differenzen, sie auch wirklich allgemein ist, n absolut nimmt, da sie nur fordert am Ende $-n$ statt $+n$ zu setzen, und dann diese dem Werthe nach giebt.

12. Gesetzt man wolle $F^n \cdot u$ entwickeln wenn

$$F \cdot u = (1 + \alpha_1 \cdot f + \alpha_2 \cdot f^2 + \alpha_3 \cdot f^3 + \dots) u;$$

wo $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots$ bestimmte Größenzeichen und $f, f^2, f^3 \dots$ Funktionszeichen sind, unter der bisher angenommenen und fortwährend gültigen Bedingung.

Auch hier hat, der angenommenen Bezeichnung der Wiederholung der Anwendung der Regel gemäß, die Gattung von Bedingungsgleichung statt, $F^{n+1} = F \cdot F^n$, für die Regel an sich, oder für das durch sie bewirkte Größenresultat $F^{n+1} \cdot u = F \cdot F^n \cdot u$. Setzt man nun:

$$F u^n = (A + B \cdot f + C \cdot f^2 + D \cdot f^3 + \dots) u$$

und

$$F^{n+1} \cdot u = (A_1 + B_1 \cdot f + C_1 \cdot f^2 + D_1 \cdot f^3 + \dots) u$$

wo, da die Form für F^n allgemein seyn soll, n sey was es wolle, auch A_1, B_1 etc. eben die Funktionen von $n+1$ seyn müssen als A, B etc. von n .

Um auf der andern Seite von $F^n \cdot u$ das F zu nehmen, hat man, da $F = 1 + \alpha_1 \cdot f + \alpha_2 \cdot f^2 + \dots$

$$F \cdot F^n = F^n + \alpha_1 \cdot f F^n + \alpha_2 \cdot f^2 F^n + \dots$$

gerade so, als wenn man F^n mit F oder dem was es bedeutet, zu multiplizieren hätte. Für F^n im letzten Ausdruck sein gleichgeltendes gesetzt, so hat man:

$$\begin{aligned} A_1 + B_1 \cdot f + C_1 \cdot f^2 + D_1 \cdot f^3 + \dots &= A + B \cdot f + C \cdot f^2 + D \cdot f^3 + \dots \\ &+ \alpha_1 A \cdot f + \alpha_1 B \cdot f^2 + \alpha_1 C \cdot f^3 + \dots \\ &+ \alpha_2 A \cdot f^2 + \alpha_2 B \cdot f^3 + \dots \\ &+ \alpha_3 A \cdot f^3 + \dots \\ &+ \dots \end{aligned}$$

welche beide Entwicklungen von F^{n+1} identisch seyn müssen, also sind die bei gleichen f Zeichen befindlichen Koeffizienten gleich. Mithin ist zuerst:

$$A_1 = A$$

Also A beständig. Um es zu bestimmen darf man nur bemerken, dafs es für $n=1$ auch 1 ist, also überhaupt $A=1$.

Daher wird dann aus den Koeffizienten von f , die Gleichung

$$B_1 = B + \alpha_1 A \text{ oder } B_1 = B + \alpha_1 \text{ oder } \Delta B = \alpha_1$$

erhalten. In ΔB ist n die veränderliche und $\Delta n=1$, weil B_1 eben die Funktion von $n+1$ als B von n ist, welches auch bei den andern statt hat. α_1 ist von n unabhängig als gegebene oder willkürlich angenommene Gröfse, und so verhält es sich mit α_2, α_3 etc. Daher denn

$$B = \alpha_1 \Sigma 1 = \alpha_1 \cdot n$$

Die hinzuzufügende Konstante ist Null, weil B für $n=1$ gleich α_1 werden mufs. So hat man nun weiter

$$\Delta C = \alpha_1 B + \alpha_2$$

$$\Delta D = \alpha_1 C + \alpha_2 B + \alpha_3$$

$$\Delta E = \alpha_1 D + \alpha_2 C + \alpha_3 B + \alpha_4$$

$$\Delta F = \alpha_1 E + \alpha_2 D + \alpha_3 C + \alpha_4 B + \alpha_5$$

u. s. w. Also integrirt, da $B = \alpha_1 \cdot n$, so ist:

$$C = \alpha_1^2 \Sigma n + \alpha_2 \cdot n$$

$$D = \alpha_1^3 \Sigma n^2 + 2 \alpha_1 \alpha_2 \Sigma n + \alpha_3 \cdot n$$

$$E = \alpha_1^4 \Sigma n^3 + 3 \alpha_1^2 \alpha_2 \Sigma n^2 + 2 \alpha_1 \alpha_3 \Sigma n + \alpha_4 \cdot n \\ + \alpha_2 \alpha_2 \left. \right\}$$

$$F = \alpha_1^5 \Sigma n^4 + 4 \alpha_1^3 \alpha_2 \Sigma n^3 + 3 \alpha_1^2 \alpha_3 \Sigma n^2 + 2 \alpha_1 \alpha_4 \Sigma n + \alpha_5 \cdot n \\ + 3 \alpha_1 \alpha_2^2 \left. \right\} + 2 \alpha_2 \alpha_3 \left. \right\}$$

u. s. w. Die Koeffizienten sind, so wie sie hier stehen, vollständig; in den wiederholten Integrationen sind nemlich die beständigen Gröfsen Null zu setzen, damit die Koeffizienten C, D etc. für $n=1$, gleich α_2, α_3 etc. werden, wie die Natur der Aufgabe hier es erfordert. Uebrigens hat die Fortsetzung der folgenden Koeffizienten keine Schwierigkeit. Aus der Herleitung erhellet, dafs sie für jeglichen Werth von n gültig sind.

Es darf beiläufig wohl angemerkt werden, dafs sich hier der Grund zeigt, auf welchen die nach Bernoulli oft gebrauchte Beweisform beruht: dafs eine Entwicklung allgemeingültig sey, die für $n+1$ eben die Form als für n annimmt und für irgend ein bestimmtes n entsprechend befunden wird. Oben ist aus der Nothwendigkeit der Identität der Entwicklungsform für n und $n+1$ und unter Beobachtung der Bedingung aus jener zu dieser zu gelangen, die Form gefunden. In der Bernoullischen Beweisart wird die Form selbst als bekannt angenommen und deren Richtigkeit erprobt, als die eines Integrals durch Differenznehmung.

13. Man ersieht aus dem bisherigen sehr leicht, dafs wenn

$$F = \alpha f^\mu + \alpha_1 f^{\mu+1} + \alpha_2 f^{\mu+2} + \dots$$

man auch setzen könne:

$$F = f^\mu \cdot (\alpha + \alpha_1 f + \alpha_2 f^2 + \dots)$$

und also seynde werde

$$F^n = \alpha^n \cdot f^{\mu n} \left(1 + \frac{\alpha_1}{\alpha} f + \frac{\alpha_2}{\alpha} f^2 + \dots \right)^n$$

Die letzte n malige Funktionnehmung ist eben so entwickelt. Es würde überflüssig seyn, andere Fälle besonders zu behandeln, da es hinlänglich erhellet, dafs diese Art Funktionszeichen durchgehends zu behandeln sind, als wären es Gröfsen, man mag die Gröfse oder Funktion, auf welche sie ausgeübt werden sollen, hinzufügen, oder sie abstrakt betrachten, wie zuletzt hier geschehen ist.

14. Sieht man $f + \alpha f^2 + \beta f^3 + \dots$ als eine Regel an, die man durch F andeutet, so kann man f durch F ausdrücken. Denn man setze

$$f = aF + bF^2 + cF^3 + \dots$$

und für F, F^2 etc., deren gleichbedeutende aus der Einerleiheit

$$F = f + \alpha f^2 + \beta f^3 + \dots$$

gezogen, so erhält man:

$$f = a$$

$$\begin{aligned}
 f = & af + a\alpha f^2 + a\beta.f^3 + a\gamma f^4 + \dots \\
 & + bf^2 + 2b\alpha f^3 + b\alpha^2 f^4 + \dots \\
 & + cf^3 + 2b\beta f^4 + \dots \\
 & + 3c\alpha f^4 + \dots \\
 & + df^4 + \dots \\
 & + \dots
 \end{aligned}$$

Setzt man f und dessen Gleichbedeutendes identisch, so ist klar, daß wenn a, b, c etc. diesem zufolge bestimmt werden, f mit $aF + bF^2 + \dots$ einerlei ist.

Diese Koeffizienten aber lassen sich bestimmen, denn man hat für die Identität: $a = 1$; $a\alpha + b = 0$; $a\beta + 2b\alpha + c = 0$ etc., woraus sich b, c etc. ergeben, deren Auseinandersetzung sonst bekannt ist.

Die hier befolgte Vorstellung um f durch F darzulegen, ist so gewählt, um in Gedanken den Gang der analytischen Verrichtung so verfolgen zu können, daß man nie aus den Augen verliere, welchen Begriff man mit den Zeichen f und F verknüpft und dieser Ansicht gemäß folgerecht fortschreitet. Allein zugleich wird man während der Operation gewahr, daß man nicht anders verfahren müßte wenn f und F wirkliche Größen wären. Das Resultat für die Koeffizienten zeigt das nemliche, und, da es bei einer Auflösung einer solchen Gattung von Gleichung als die vorgegebene, nur um diese zu thun seyn kann: so ist es erlaubt, auf dieselbe die Theorie der Umkehrung der Reihen ohne weiteres anzuwenden, ohne den hier gewählten Weg zu durchgehen.

Hätte man für f einen Ausdruck in F , bekannter Form, so folgt also, daß man dieselbe auch so ausdrücken dürfe; als wären f und F Größen: Wenn z. B.

$$f = F - \frac{1}{2}F^2 + \frac{1}{3}F^3 - \frac{1}{4}F^4 + \dots$$

wo die Koeffizienten dem Gesetze der bekannten logarithmischen Reihe folgen, so schreibt man auch hier ohne weiteres: $f = \log.(1 + F)$, und zieht daraus $F = e^f - 1$, und so mit andern.

15. Die Behandlung von $F = f + \varphi$ geht aus dem Bisherigen hervor, wenn φ eine, wenn auch noch unbestimmte, Funktion von f , das heist, wenn man bloß annimmt die φ Operation lasse sich durch Anwendung

der f ausrichten, also auch darstellen. Jede Formnehmung nach F erscheint also, als eine Binomische derselben Art von $f + \varphi$, die sich nach Umständen entwickelt ohne dafs f und φ zusammenfliessen, welches jedoch bewirkt werden kann, sobald man eine Relation zwischen f und φ annimmt, und dieselbe in das durch f und φ gehaltene Resultat setzt. Allein alles besteht eben so, wenn man auch annimmt, es habe keine Relation zwischen f und φ statt, sie also als von einander unabhängig angesehen werden, wie auch dann geschehen mufs, wenn sie auf independente Gröfsen der ihnen zugeordneten analytischen Funktion sich beziehen, selbst wenn φ ganz derselben Natur wäre als f . Nur Vereinigung von f und φ hat nicht mehr statt, sie bleiben in Entwicklungen von zusammengesetzten Formen von F nebeneinander stets eigenthümlich bezeichnet stehen. Aber $F^n = (f + \varphi)^n$ kann nur dann vollständig die reduzirte Form einer algebraischen Binomischen Potenz annehmen, in so ferne φf und $f\varphi$ so wie Produkté zu einerlei Resultat führen, welches, wenn φ und f Funktionen von einander sind, im Allgemeinen natürliche Folge des bisherigen ist. Sind φ und f von einander unabhängig, so ist es wohl am einleuchtendsten, zu ersehen, was die bestimmte Natur von φ und f jedesmal entscheidet. In andern Fällen und bei mehrern Formen $f, \varphi, \psi \dots$ gilt, was von zweien gesagt ist.

16. Nur um an einer falschen Idee das bisher auseinandergesetzte anzuknüpfen, ist mehreremale bemerkt, dafs sich die Behandlung der Funktionszeichen in Beziehung auf die Gröfse auf welche sie anzuwenden sind, als Faktoren derselben verhalten. Da dieses aber nicht als Hülfsmittel der Herleitung gedient hat, sondern die Formen aus den festgesetzten Begriffen und deren Bezeichnung allein abgeleitet sind, so kann man umgekehrt die Sache ansehen, und die Multiplikation von irgend einer Gröfse mit einer andern in die Reihe der Funktionennehmungen setzen, welche sich auf alle abgesonderten Theile einer Gröfse gleichmäfsig erstreckt. In der That hat man, wenn $u = z + y + \dots$ auch $au = az + ay + \dots$. Also ist diese Operation offenbar als eine besondere der Gattung $fu = fz + fy + \dots$ zu betrachten. Man kann daher auch alle die gegebenen Formen aus einem höhern und allgemeinem Princip abgeleitet, als solche ansehen, unter welche der Algorithm der Gröfsenrechnung mit begriffen ist. In dieser Hinsicht würde eine weitere Verfolgung des Gegenstandes uns jedoch nur

mit größerer Abstraktion auf lauter bekannte Sätze leiten. Allein es giebt mehrere Anwendungen des bisher bloß nach der allgemeinen Eigenschaft der Regeln Behandelten, die von großer Wichtigkeit sind, und die nach der genommenen Ansicht nicht nur mit ungemeiner Leichtigkeit geschehen, sondern auch den Algorithmus in der transcendenten Analysis vollständig begründen und erweitern.

17. Es darf ohne Beweis hier vorausgesetzt werden, daß die Regeln nach welchen die endlichen Differenzen und die Differenzialen der Funktionen gefunden werden, den Charakter haben, daß sie auf jeden der getrennten Theile einer Funktion besonders auszuüben sind. Alles was daher von der eigenthümlichen Art von Funktionennehmung eben im allgemeinen entwickelt worden, gilt für diese, welche durch die ihnen geeigneten Zeichen Δ und d angedeutet werden sollen. Die ihnen entgegengesetzten Operationen Σ und \int sind also zufolge des obigen eben der Natur. Neben diesen führe ich noch ein besonderes Zeichen ϑ ein, um eine Substitution von $a + \alpha$ z. B. statt a in einer Funktion von a anzudeuten.

Diese Operation ist nemlich derselben Gattung als die übrigen eben erwähnten. Denn wenn A eine Funktion von a gleich $B + C + \dots$ ist und man das Resultat der Substitution von $a + \alpha$ in A statt a haben will, so muß man sowohl in B als in C etc. die Substitution besonders vornehmen, so daß also für $A = B + C + \dots$ seyn wird:

$$\vartheta A = \vartheta(B + C + \dots) = \vartheta B + \vartheta C + \dots$$

18. Setzt man in ϑA statt a , $a - \alpha$ so ist klar, daß wieder A entsteht; diese Operation ist also der vorigen, welche sie aufhebt, entgegengesetzt, und muß dem zufolge und dem Algorithm der Größen gemäß mit ϑ^{-1} bezeichnet werden.

Man hat auch $\vartheta\vartheta\vartheta\dots\vartheta.A = \vartheta A$ dasjenige was aus A wird wenn man n mal nacheinander $a + \alpha$ statt a setzt, wofür sich hier ein Beispiel einer sehr einfachen einzelnen Operation darbietet, die dieses auf einmal leistet, nemlich die Substitution von $a + n\alpha$ statt a . Diese Operation kann man nöthigenfalls besonders bezeichnen, wodurch man zwischen dieser Bezeichnung und dem ϑ eine Gleichung wie oben (8.) erhält.

Aber die Substitutionen nach einander können auch auf verschiedene von einander unabhängige Größen, welche in der Funktion A vorkommen, a, b, \dots gerichtet seyn. In diesem Fall kann man zwar beide Substitu-

tionen für a und b z. B. durch das Zeichen \mathfrak{G} auch ausdrücken, dieses wird aber zwei von einander unabhängige Operationen unter sich begreifen, die also verschiedener gegen sich irreduktibeler doch gleiche Natur andeutender Zeichen bedürfen, \mathfrak{G} , für die a , \mathfrak{G}'' für die b Substitution, so das also nun $\mathfrak{G} = \mathfrak{G}' \cdot \mathfrak{G}''$ oder auch, weil hier die Abänderung der Ordnung erlaubt ist, $\mathfrak{G}'' \mathfrak{G}'$ gesetzt werden muß. Bei mehreren in einer Funktion vorkommenden Veränderlichen, wird also $\mathfrak{G} = \mathfrak{G}' \mathfrak{G}'' \mathfrak{G}''' \dots$, mit willkürlicher Versezung der Zeichen statt haben, und nun auch $\mathfrak{G}^n = \mathfrak{G}'^n \cdot \mathfrak{G}''^n \cdot \mathfrak{G}'''^n \dots$ seyn.

Aus den mit dem Zeichen \mathfrak{G} verknüpften Begriff wollen wir nun das Folgende ableiten, wodurch, indem eine bestimmte Anwendung des allgemeinen Algorithms vorgenommen wird, zugleich ein Theil der allgemeinen Theorie der Differenzial- und Differenzfunktionennehmung und den umgekehrten Operationen von selbst sich entwickelt.

19. Da, wenn in u Funktion von x , statt x gesetzt wird $x + i$, das Resultat gleich seyn muß der Funktion u selbst ohne i und einer andern Funktion von x und i ; so kann man setzen:

$$\mathfrak{G} = 1 + \Delta \text{ d. i. } \mathfrak{G}u = (1 + \Delta)u = u + \Delta u,$$

wo, weil \mathfrak{G} eine Funktionennehmung auf gesonderte Theile, auch 1 oder \mathfrak{G}^0 und ebenfalls Δ eine solche seyn muß. Man kann aber für die Einmalnehmung oder \mathfrak{G}^0 jedes andere Null bezeichnete Funktionszeichen nehmen, also auch setzen: $\mathfrak{G} = \Delta^0 + \Delta$. Allein die Einheit ist in diesem Falle das allgemeinere Zeichen, dessen wir uns daher, wenn nicht besondere Umstände es anders veranlassen, bedienen wollen.

Das Δ ist in diesem Falle eine bekannte Operation, denn da \mathfrak{G} es ist, so hat man aus der gesetzten Gleichung in Regelzeichen $\mathfrak{G} = 1 + \Delta$ so gleich $\Delta = \mathfrak{G} - 1$.

Es ist keinesweges nöthig die Setzung von $\mathfrak{G} = 1 + \Delta$ zu rechtfertigen, wie eben geschehen, sondern man kann sie als Hypothese betrachten. Denn es kömmt nur darauf an, wenn die Regel für \mathfrak{G} gegeben ist, derselben und der gesetzten Gleichheit gemäß, die andere Regel Δ zu bestimmen.

Wenn das Substitutionszeichen \mathfrak{G} vor einer Funktion steht oder auf dieselbe sich bezieht, so zeigt es nur die Regelform im allgemeinen an, aber nicht die Größe in der Funktion für welche, noch was für dieselbe

zu substituiren sey. Eben so verhält es sich mit dem andern Zeichen Δ . Es muß also in jedem Falle beides gemerkt und unterschieden werden, auf welche Größe sich jedes insbesondere erstreckt, vornemlich wenn mehrere ähnlicher Art wie oben $\overline{\sigma}, \overline{\sigma}_n \dots$ unter ein allgemeineres $\overline{\sigma}$ begriffen sind. Denn dieser Bezeichnung ähnlich wird nun auch gesetzt:

$$\overline{\sigma}_i = 1 + \Delta_i; \overline{\sigma}_{ii} = 1 + \Delta_{ii} \text{ etc.}$$

20. Die einzige Gleichung $\overline{\sigma} = 1 + \Delta$ giebt zu mannigfaltigen Folgerungen Anlaß, man hat nemlich sogleich:

$$\overline{\sigma}^n = (1 + \Delta)^n \text{ und } \Delta^n = (\overline{\sigma} - 1)^n$$

von welchen die erste größenähnlich entwickelt die als Interpolationsformel so bekannte Reihe

$$\overline{\sigma}^n u = (1 + n\Delta + \frac{n \cdot n - 1}{1 \cdot 2} \Delta^2 + \dots) u,$$

und die andere

$$\Delta^n u = (\overline{\sigma}^n - n\overline{\sigma}^{n-1} + \frac{n \cdot n - 1}{1 \cdot 2} \overline{\sigma}^{n-2} - \dots) u$$

die n te Differenz einer Funktion giebt, ausgedrückt durch die verschiedenen Werthe der Funktion, wenn statt x , als die veränderliche betrachtet, die Werthe $(1 + \Delta)x = x + \Delta x$, $(1 + 2\Delta)x = x + 2\Delta x$ etc. substituirt werden.

Auch ist $\overline{\sigma}^n u$ was man sonst durch u_n wohl zu bezeichnen pflegt.

Das u kann in obigen Reihen hinter jedem Zeichen besonders geschrieben werden, welches aber weniger bequem. Läßt man es ganz weg, so hat man die Gleichungen in bloßen Regelzeichen.

Geschieht die Wiederholung der Substitution jedesmal auf eine andere Größe, so tritt statt der Form der Potenz die eines Produktes hervor. Denn wenn man nach schon erklärter Weise setzt, daß für n verschiedene von einander unabhängige Größen $z, y, x \dots$ in derselben Funktion auf einmal oder nach einander substituirt werden soll

$$(1 + \Delta_i)z, (1 + \Delta_{ii})y \dots = z + \Delta_i z, y + \Delta_{ii} y \text{ etc.}$$

so hat man:

$$\overline{\sigma} = \overline{\sigma}_i \overline{\sigma}_{ii} \overline{\sigma}_{iii} \dots = 1 + \Delta = (1 + \Delta_i)(1 + \Delta_{ii})(1 + \Delta_{iii}) \dots$$

woraus umgekehrt obiges $\overline{\sigma}^n$ als eine Folgerung fließend betrachtet werden

mag, indem man hier $\mathfrak{z} = \mathfrak{z}_I = \dots$ und $\Delta_1 = \Delta_{II} = \Delta_{III}$ setzt oder $z = y = x \dots$ annimmt.

Zu bemerken ist, dafs so lange die Zeichen $\Delta_1, \Delta_{II}, \dots$ vor Funktionen stehen, sie gleichsam formale Regeln ausdrücken, wenn sie aber in deren Ausübung vor deren Wurzelwerthe z, y, \dots treten, hört dieses auf, und $\Delta_1 z, \Delta_{II} y \dots$ sind nur noch als einzelne unbestimmte oder willkürliche Gröfsen zu betrachten. Es kann aber freilich z noch weiter als eine Funktion von ζ betrachtet werden, und in diesem Fall hört Δ_1 nicht auf Regel zu seyn als bis es vor ζ kömmt und man $\Delta_1 \zeta$ und deren Potenzen grade wie die einzelnen Gröfsen behandelt.

Es ergibt sich aus obiger Formel der Werth eines zusammengesetzten Δ , nemlich

$$\mathfrak{z} - 1 = \mathfrak{z}_I \mathfrak{z}_{II} \dots - 1 = \Delta = (1 + \Delta_1)(1 + \Delta_{II}) \dots - 1$$

Ferner hat man

$$\Delta^n = \{ (1 + \Delta_1)(1 + \Delta_{II}) \dots - 1 \}^n$$

$$\mathfrak{z}^n = (1 + \Delta_1)^n (1 + \Delta_{II})^n \dots$$

Will man aber statt $\Delta_1 z; \Delta_{II} y \dots$ setzen $\lambda \Delta_1 z; \mu \Delta_{II} y \dots$ so hat man

$$\mathfrak{z}^n = \mathfrak{z}_I^{n\lambda} \mathfrak{z}_{II}^{n\mu} = (1 + \Delta_1)^{n\lambda} (1 + \Delta_{II})^{n\mu} \dots$$

21. Es sey $\mathfrak{z}u$ das Resultat der Substitution von $(1 + \Delta)x$ d. i. $x + \Delta x$ statt x in u als Funktion von x . Man bezeichne die m malige Operation oder Substitution \mathfrak{z} mit O , so ist also $O = \mathfrak{z}^m$. Es ist aber in diesem Falle O auch das Resultat der Substitution von $x + m\Delta x$ statt x , so dafs man hat: $Ox = (1 + D)x$ gesetzt; $\frac{Dx}{\Delta x} = m$.

Abstrahirt man von allem Besondern der Anwendung und Fafslichkeit halber hinzugefügten, so bleibt im allgemeinen die Hypothese übrig dafs

$$\mathfrak{z} = 1 + \Delta; \mathfrak{z}^m = O \text{ und } O = 1 + D$$

nach welcher Δ in D und umgekehrt D in Δ sich darstellen läfst.

Wegen der Voraussetzung $\mathfrak{z}^m = O$ geben die andern beiden Gleichungen: $(1 + \Delta)^m = 1 + D$. Mithin $D = (1 + \Delta)^m - 1$.

Umgekehrt folgt $1 + \Delta = (1 + D)^{\frac{1}{m}}$ also $\Delta = (1 + D)^{\frac{1}{m}} - 1$; folglich

$$\Delta = \frac{1}{m}D + \frac{1-m}{m^2 \cdot 2}D^2 + \frac{1-m \cdot 1-2m}{m^3 \cdot 2 \cdot 3}D^3 + \dots$$

Also auch:

$$D^n = \{(1 + \Delta)^m - 1\}^n; \Delta^n = \{(1 + D)^{\frac{1}{m}} - 1\}^n$$

Hängt man diesen Gleichungen in Regelzeichen die Funktion u von x an, auf welche D und Δ als Differenznehmungen bezogen werden; so ergibt sich wie die Differenzen jeder Ordnung von u aus einander abgeleitet werden, wenn die gegebenen zu den zu suchenden die Relation haben, daß die einen aus einer m mal größeren Veränderung des Radikals x der Funktion u als bei andern entstehen.

Man sehe für die Anwendung und Entwicklung dieser Formel eine Abhandlung von de la Grange in den Schriften der Berliner Akademie für 1779.

22. Für eine Substitution von $x - \Delta x$ statt x in u ist das Zeichen $\bar{\sigma}^{-1}$ wie oben erwähnt, anzuwenden. Da diese negative $\bar{\sigma}^{-1}$ Operation eine positive Substitution $\bar{\sigma}$ aufhebt; so ist klar, daß wenn man, wie geschehen, letztere auch mit $1 + \Delta$ bezeichnet, also setzt $\bar{\sigma} = 1 + \Delta$, man für $\bar{\sigma}^{-1}$ setzen müsse $(1 + \Delta)^{-1}$, folgericht den allgemeinen aufgestellten Grundsätzen, wenn man für Δ den einmal festgesetzten Begriff beibehalten will.

In der That ist $\bar{\sigma}^{-m} \bar{\sigma}^n = \bar{\sigma}^{n-m}$ und eben so in ihren gleichbedeutenden $(1 + \Delta)^{-m} (1 + \Delta)^n = (1 + \Delta)^{n-m}$. Dem zu folge hat man die Substitution von $x - \Delta x$ d. i. $(1 - \Delta)x$ statt x in einer Funktion auszudrücken durch

$$\bar{\sigma}^{-1} = \frac{1}{1 + \Delta} = 1 - \Delta + \Delta^2 - \Delta^3 + \dots$$

oder, wenn man die Reihe nicht ins unendliche, oder in bestimmten Fällen so weit bis daß Δ^m der Funktion Null wird, fortschreitend denken, sondern abrechnen will

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}^{-1} &= 1 - \Delta + \Delta^2 - \dots \pm \Delta^{n-1} \mp \frac{\Delta^n}{1 + \Delta} \\ &= 1 - \Delta + \Delta^2 - \dots \pm \Delta^{n-1} \mp \bar{\sigma}^{-1} \Delta^n \end{aligned}$$

Soll diese \mathfrak{U}^{-1} Operation wiederholt werden, n male, so wird sie ausgedrückt werden müssen durch

$$\left(\mathfrak{U}^{-1}\right)^n = \mathfrak{U}^{-n} = \left(1 - \Delta + \Delta^2 - \Delta^3 + \dots\right)^n = \left(\frac{1}{1 + \Delta}\right)^n$$

welches offenbar nichts anders ist als der im vorletzten Artikel gegebene Ausdruck für \mathfrak{U}^n , wenn in demselben n negativ genommen wird, welches also diesem zufolge erlaubt ist.

Es kann also \mathfrak{U}^n für n jede Zahl, durch $\mathfrak{U}^0, \mathfrak{U}^1, \mathfrak{U}^2, \dots$ als gegebene betrachtet, wodurch es dann auch Δ, Δ^2, \dots sind, gefunden werden, \mathfrak{U}^a sey einfach oder zusammengesetzt, auf mehrere unabhängige Größen gerichtet. Also hat man in der Anwendung dieser Formen den Werth von $F(z + \alpha\Delta, z, y + \beta\Delta_{II}y, \dots)$ für α, β, \dots jegliche Zahl, wenn die Werthe der Funktion $F, F(z, y, \dots), F(z + \Delta, z, y + \Delta_{II}y, \dots), F(z + 2\Delta, z, y + 2\Delta_{II}y, \dots)$, etc. gegeben sind. Für $\Delta_{II}y = 0, \Delta_{III}x = 0$ etc. geht dies in die einfache Form $F(z + \alpha\Delta, z)$ oder $\mathfrak{U}^\alpha \cdot Fz$ über.

Allein um \mathfrak{U}^n zu haben ist es nicht nothwendig von \mathfrak{U}^0 auszugehen. Denn da allgemein

$$\mathfrak{U}^n = \mathfrak{U}^{n-m} \cdot \mathfrak{U}^m$$

so folgt auch

$$\mathfrak{U}^n = (1 + \Delta)^{n-m} \cdot \mathfrak{U}^m = \frac{1}{1 - \Sigma \cdot \Delta} (n - m)^0 \cdot \mathfrak{U}^m$$

wo in der Entwicklung alle Δ sich nun auf \mathfrak{U}^m beziehen, das Σ aber wie es schon bei der allgemeinen Behandlung der Formen angewandt worden, auf $n - m$ allein sich richtet und die Mitfaktoren bildet.

Setzt man $n = 0, m = -\frac{x}{x\Delta}$, indem man die unbestimmt gelassene und gar nicht aufgenommene Funktion, doch als irgend eine denkt deren Veränderliche x , so hat man

$$\mathfrak{U}^0 = (1 + \Delta)^{x:\Delta x} \cdot \mathfrak{U}^{-x:\Delta x} = \frac{1}{1 - \Sigma \cdot \Delta} \left(\frac{x}{\Delta x}\right)^0 \mathfrak{U}^{-x:\Delta x}$$

Das $\mathfrak{U}^{-x:\Delta x}$ einer Funktion bezeichnet offenbar was aus derselben wird, wenn in derselben $x - \frac{x}{\Delta x} \cdot \Delta x$ anstatt x , d. h. dieses Null gesetzt wird.

Man zieht aus der Entwicklung die Gleichung

$$\bar{\vartheta}^0 - \bar{\vartheta}^{-x:\Delta x} = \left(\frac{x}{\Delta x} \Delta + \frac{x \cdot x - \Delta x}{1 \cdot 2 \cdot \Delta x^2} \Delta^2 + \dots \right) \bar{\vartheta}^{-x:\Delta x}$$

Also wenn man ein Δ dem $\bar{\vartheta}$ unmittelbar vorsetzt:

$$\bar{\vartheta}^0 - \bar{\vartheta}^{-x:\Delta x} = \left(\frac{x}{\Delta x} + \Sigma \frac{x}{\Delta x} \cdot \Delta + \Sigma^2 \frac{x}{\Delta x} \cdot \Delta^2 + \dots \right) (\Delta \bar{\vartheta}^0)^{-x:\Delta x}$$

$$\text{Oder: } \bar{\vartheta}^0 - \bar{\vartheta}^{-x:\Delta x} = \left(\frac{1}{1 - \Sigma \cdot \Delta} \right) \frac{x}{\Delta x} \cdot (\Delta \bar{\vartheta}^0)^{-x:\Delta x}$$

eine Gleichung, welche, um den ersten Theil zu finden, nur erfordert, daß das $\Delta \bar{\vartheta}^0$ d. i. das Δ der Funktion gegeben sey.

$$\text{Es ist aber auch: } \bar{\vartheta}^{-x:\Delta x} = \bar{\vartheta}^{-x:\Delta x} \bar{\vartheta}^0 = (1 + \Delta)^{-x:\Delta x}.$$

Mithin

$$\bar{\vartheta}^0 - \bar{\vartheta}^{-x:\Delta x} = \frac{x}{\Delta x} \cdot \Delta - \frac{x \cdot x + \Delta x}{1 \cdot 2 \cdot \Delta x^2} \Delta^2 + \frac{x \cdot x + \Delta x \cdot x + 2 \Delta x}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \Delta x^3} \Delta^3 - \dots$$

Daher dem vorigen ähnlich:

$$\bar{\vartheta}^0 - \bar{\vartheta}^{-x:\Delta x} = 1 - \bar{\vartheta}^{-x:\Delta x} = \frac{1}{1 + S \cdot \Delta} \frac{x}{\Delta x} \cdot \Delta = \frac{1}{1 + \bar{\vartheta} \Sigma \cdot \Delta} \cdot \frac{x}{\Delta x} \cdot \Delta.$$

Wo sich nun das Δ auf $\bar{\vartheta}^0$ bezieht, das S oder $\bar{\vartheta} \Sigma$ auf $\frac{x}{\Delta x}$, die Differenz von x auch für die Anwendung dieser Zeichen gleich Δx genommen.

23. Oben ist $\bar{\vartheta}^n = (1 + \Delta)^n$ nach Wiederholungen von Δ entwickelt.

Allein man kann dieses $\bar{\vartheta}^n$ auch nach Potenzen von n entwickeln und hat alsdenn zufolge der bekannten Entwicklung von a^x nach Potenzen von x auch hier

$$\bar{\vartheta}^n = 1 + n \cdot \log. \bar{\vartheta} + \frac{n^2}{1 \cdot 2} (\log. \bar{\vartheta})^2 + \frac{n^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} (\log. \bar{\vartheta})^3 + \dots \text{ oder}$$

$$\bar{\vartheta}^n = 1 + n \log. (1 + \Delta) + \frac{n^2}{1 \cdot 2} \log. (1 + \Delta)^2 + \dots$$

wo im zweiten Theile $\log. \bar{\vartheta}$ oder $\log. (1 + \Delta)$ als Eine Operation angesehen werden kann, die, da sie nur aus Δ Operationen zusammen gesetzt, nemlich der Form $\Delta - \frac{1}{2} \Delta^2 + \frac{1}{3} \Delta^3 - \dots$ ist, eben den allgemeinen Charakter hat als Δ . Aber $(\log. 1 + \Delta)^2$, $(\log. 1 + \Delta)^3$ etc., sind die Wiederholungen der ersten Operation Zwei, Drei etc. male, jene also, die $\log. (1 + \Delta)$ Operation, als eine für sich betrachtet und mit d bezeichnet,

so müssen diese mit d^2 , d^3 etc. bezeichnet werden, und dem zufolge ist

$$\mathfrak{G}^n = 1 + n \cdot d + \frac{n^2 \cdot d^2}{1 \cdot 2} + \frac{n^3 d^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \dots$$

Es bleibt nun übrig zu untersuchen, wie die Operation d an sich beschaffen seyn oder was sie bedeuten muß, in der Voraussetzung $\mathfrak{G}u$ bedeute die Substitution von $x + \Delta x$ statt x in u , wo dann \mathfrak{G}^n die von $x + n \Delta x$ statt x ist. Dies zeigt indessen die Formel von selbst an. Denn da

$$\mathfrak{G}u = u + n \cdot du + \frac{n^2 d^2 u}{1 \cdot 2} + \dots$$

so ist du der Koeffizient von n in der Entwicklung von u , wenn $x + n \Delta x$ statt x gesetzt wird. Mithin $\frac{du}{\Delta x}$ der Koeffizient von $n \Delta x$ in eben der Entwicklung; $\frac{d^2 u}{1 \cdot 2 \cdot \Delta x^2}$, $\frac{d^3 u}{1 \cdot 2 \cdot 3 \Delta x^3}$ etc. sind die Koeffizienten von $(n \Delta x)^2$, $(n \Delta x)^3$ u. s. w., wo so wie du aus u eben so $d^2 u$ aus du , $d^3 u$ aus $d^2 u$ entspringt.

In dieser Darstellung entstehen die Differenzialien auf eine eigenthümliche und sehr natürliche Weise, und mit ihnen zugleich der Taylorsche Satz.

24. Für $n = 1$ und $dx = \Delta x$ gesetzt, wie allerdings erlaubt ist, indem dx , Δx bloße und von x unabhängige Größen sind, sobald x nicht weiter als Funktion einer andern betrachtet wird, auf welche die Δ oder d Operation sich beziehen könnte, hat man daher:

$$\mathfrak{G}u = (1 + d + \frac{1}{1 \cdot 2} d^2 + \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3} d^3 + \dots) u.$$

Der zweite Theil aber ist der sehr bekannten Form e^d , für e gleich der Basis der natürlichen Logarithmen.

Also folgt: $\mathfrak{G}u = (1 + \Delta)u = e^d \cdot u$,
oder in bloßen Regelzeichen:

$$\mathfrak{G} = 1 + \Delta = e^d, \text{ folglich:}$$

$$\Delta = e^d - 1, \Delta^n = (e^d - 1)^n, \text{ und } d^n = (\log. 1 + \Delta)^n.$$

Entwickelt man den zweiten Theil der vorletzten Gleichung, so bekommt man:

$$\Delta^n = e^{nd} - n \cdot e^{(n-1)d} + \frac{n \cdot n - 1}{1 \cdot 2} e^{(n-2)d} - \dots$$

Der Koeffizient von d^μ im zweiten Theile wird seyn, wenn man sich die

Exponentialformen entwickelt gedenkt und alle zu d^μ gehörige Koeffizienten vereinigt,

$$\frac{n^\mu - n \cdot (n-1)^\mu + \frac{n \cdot n-2}{1 \cdot 2} (n-2)^\mu - \dots}{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots \dots \dots \mu}$$

welches der allgemeine Ausdruck der n ten Differenz der μ ten Potenzen der Zahlen in ihrer natürlichen Ordnung ist, wenn man 0 als die anfangende betrachtet (nach 19). Denn es ist hier: $\overline{\sigma}^0 = 1^\mu$, $\overline{\sigma}^2 = 2^\mu$ etc. $\overline{\sigma}^n = n^\mu$.

Also der Koeffizient von d^μ in $(e^d - 1)^n = \frac{\Delta^n \overline{\sigma}^\mu}{1 \cdot 2 \dots \mu}$, welches letztere das so eben gesagte deutlich genug ausdrückt.

So lange $\mu < n$ ist $\Delta^n \overline{\sigma}^\mu = 0$ bekanntlich und für $\mu = n$ wird es $= 1 \cdot 2 \dots n$. Daher wird dann obige Formel

$$\Delta^n = \frac{\Delta^n \overline{\sigma}^n}{1 \cdot 2 \dots n} d^n + \frac{\Delta^n \overline{\sigma}^{n+1}}{1 \cdot 2 \dots n+1} d^{n+1} + \frac{\Delta^n \overline{\sigma}^{n+2}}{1 \cdot 2 \dots n+2} d^{n+2} + \dots$$

Ist $\overline{\sigma}$ nicht einfach sondern gleich $\overline{\sigma}_i \overline{\sigma}_{ii} \dots$ so ist auch d zusammengesetzt und gleich $d_i + d_{ii} + \dots$. Denn $\overline{\sigma}_i = e^{d_i}$; $\overline{\sigma}_{ii} = e^{d_{ii}} \dots$ gesetzt, giebt

$$\overline{\sigma} = \overline{\sigma}_i \overline{\sigma}_{ii} \dots = e^{d_i} \cdot e^{d_{ii}} \dots = e^{d_i + d_{ii} + \dots}$$

In diesem Falle also

$$\Delta^n = (\overline{\sigma}_i \overline{\sigma}_{ii} \dots - 1)^n = \{(1 + \Delta_i) (1 + \Delta_{ii}) \dots - 1\}^n = (e^{d_i + d_{ii} + \dots} - 1)^n.$$

25. Von der Substitutionsoperation $\overline{\sigma}$ haben wir die entgegengesetzte schon in Betrachtung gezogen. Die den Δ und d entgegengesetzten Δ^{-1} , d^{-1} die man mit Σ und f anzuzeigen pflegt, haben ebenfalls im allgemeinen keine Schwierigkeit in ihrer Behandlung.

Zuerst folgt aus der Gleichung $\Delta = \overline{\sigma} - 1$, allgemein

$$\Delta^{-1} = \Sigma = \frac{1}{\overline{\sigma} - 1} = -\frac{1}{1 - \overline{\sigma}} = \frac{\overline{\sigma}^{-1}}{1 - \overline{\sigma}^{-1}}.$$

Entwickelt man den letzten Theil nach Wiederholungen der Operation $\overline{\sigma}^{-1}$, so hat man:

$$\Sigma = -1 - \overline{\sigma} - \overline{\sigma}^2 - \overline{\sigma}^3 - \dots$$

Daher

$$\overline{\sigma}^n \Sigma - \overline{\sigma}^m \Sigma = \overline{\sigma}^m + \overline{\sigma}^{m+1} + \dots + \overline{\sigma}^{n-1}.$$

oder auch

$$\Sigma = \overline{\sigma}^{-1} + \overline{\sigma}^{-2} + \overline{\sigma}^{-3} + \dots$$

Daher ebenfalls

$$\vartheta^n \Sigma - \vartheta^m \Sigma = \vartheta^{n-1} + \vartheta^{n-2} + \dots + \vartheta^m$$

und in der Anwendung dieser Regelzeichen

$$\Sigma u = (\vartheta^{-1} + \vartheta^{-2} + \vartheta^{-3} + \dots) u$$

$$\Sigma u = \vartheta^{-1} u + \vartheta^{-2} u + \vartheta^{-3} u + \dots$$

Die Entwicklung von Σ in ϑ^{-n} stellt das Σ allgemein als Summe unendlicher Reihen dar, deren Sinn und Identität in ihrer Begränzung liegen, wie es die daraus gefolgerten Gleichungen zeigen. Oft braucht man von derselben die Summe einer unbestimmten Anzahl von Gliedern, in welchem Falle man sie von einer bestimmten Gränze nehmen und so weit ausdehnen kann als man will. Die Form von Σu läßt sich für diese Absicht darstellen, wenn man die Division von ϑ^{-1} durch $1 - \vartheta^{-1}$ abbricht:

$$\Sigma u = \vartheta^{-1} u + \vartheta^{-2} u + \dots + \vartheta^{-x;\Delta x} u + \frac{\vartheta^{-(x+\Delta x);\Delta x}}{1-\vartheta^{-1}}$$

Also

$$\Sigma u = \vartheta^{-1} u + \vartheta^{-2} u + \dots + \vartheta^{-x;\Delta x} u + \Sigma \vartheta^{-x;\Delta x} u$$

worin das letzte Glied, da es die Summe der unendlichen Reihe der Werthe von u für $x = -\Delta x, -2\Delta x, -3\Delta x$ etc. vorstellt, ganz von x unabhängig ist, welches, woferne es nicht besonders untersucht werden soll, unbestimmt gelassen, selbst willkürlich oder besondern Bedingungen entsprechend, angenommen werden kann.

Eine Funktion zu finden, deren Differenz einer gegebenen gleich ist, oder von dieser so viele Glieder als man will zu summiren, ist also in Rücksicht des Resultats einerlei Geschäft, nur dafs dies letztere eine synthetische Vorstellung der Frage und jene blofs analytisch ist. Die Begriffe und fernere Entwicklung dieser Vorstellungsarten ist hier nicht mein Zweck. Es kann hier genügen gezeigt zu haben, wie durch den Algorithmus die letzte Vorstellungsart aus der ersten als Hypothese entspringt.

Die wiederholten Integrale folgen unmittelbar, und man hat

$$\Delta^{-n} = \Sigma^n = \left(\frac{1}{\vartheta^{-1}-1} \right)^n = \frac{\vartheta^{-n}}{(1-\vartheta^{-1})^n} = \left(\frac{-1}{1-\vartheta} \right)^n$$

Also

$$\Delta^{-n} = (\vartheta^{-1} + \vartheta^{-2} + \vartheta^{-3} + \dots)^n$$

oder

$$\bar{\Delta}^n = (-1)^n (1 + \vartheta + \vartheta^2 + \vartheta^3 \dots)^n$$

Entwickelt ist also nach der letzteren Form

$$\Sigma^n = (-1)^n \left(1 + n \vartheta + \frac{n \cdot n + 1}{1 \cdot 2} \vartheta^2 + \dots \right) = (-1)^n \cdot \frac{1}{1 - S \cdot \vartheta} n^0 \cdot 1$$

nach der ersteren ist

$$\Sigma^n = \vartheta^{-n} + n \vartheta^{-n-1} + \frac{n \cdot n + 1}{1 \cdot 2} \vartheta^{-n-2} + \dots$$

oder

$$\Sigma^n = \frac{1}{1 - S \cdot \vartheta^{-1}} n^0 \cdot \vartheta^{-n} = \vartheta^{-n} \cdot \frac{1}{1 - S \cdot \vartheta^{-1}} n^0.$$

Nimmt man das erste Integral in der abgebrochenen Form und so jedes folgende, so wird die Form von Σ^n alle die niedrigeren Ordnungen unter sich begreifen, welche dann ihren Werthen nach aus gegebenen Bedingungen zu bestimmen sind.

Es hindert nichts, die Wiederholungszahlen der Operationen nach Δ und Σ eben so wie die für ϑ im Allgemeinen als gebrochene zu betrachten, welches dann in der Anwendung sehr eigenthümliche Funktionen bilden könnte. Aber in der Ausführung führt diese Ansicht in große Schwierigkeiten und kann wohl nicht leicht falsche und vergleichbare Resultate gewähren.

Die Wiederholungen der Integration können auch jedesmal auf eine andere veränderliche Größe in der Funktion gerichtet seyn; wie sie zusammengefasst dem formalen Ausdrucke nach in ϑ_i^μ , $\vartheta_{ii}^\mu \dots$ darzustellen sind, lässt sich leicht übersehen.

26. Die Operation von d^{-1} als entgegengesetzt der von d , fordert, wenn sie auf eine gegebene Funktion ausgeübt werden soll, diejenige zu finden, welcher der d Operation unterworfen zum Resultat die vorgegebene Funktion hat. Um diese d^{-1} oder f Operation mit den andern bisher betrachteten zu verbinden, darf man nur die obigen Gleichungen, in welchen d erscheint, wieder vornehmen, und daraus d^{-1} ableiten.

Die Gleichung $\vartheta = e^d$ giebt d^{-1} oder $f = \frac{1}{\log \cdot \vartheta}$ oder $f = \frac{1}{\log \cdot 1 + \Delta}$.

Die Entwicklung des andern Theils giebt

$$f = \frac{1}{\Delta - \frac{1}{2}\Delta^2 + \frac{1}{6}\Delta^3 - \dots} = \frac{1}{\Delta} + \frac{1}{2} - \frac{1}{12}\Delta + \frac{1}{24}\Delta^2 - \frac{1}{720}\Delta^3 - \dots$$

Mithin erfordert die Integration nach f in dieser Ansicht die Integration nach Σ und umgekehrt.

$$\text{Auch ist } f^n = \left(\frac{1}{\log, 1 + \Delta} \right)^n$$

Und für Wiederholungen des f auf verschiedene Größen in derselben Funktion

$$f_1 f_2 \dots = \frac{1}{(\log, 1 + \Delta_1) (\log, 1 + \Delta_2) \dots}$$

27. Die Integration nach f als ausführbar betrachtet, kann man diejenige nach Σ durch dieselben ausdrücken, und man hat aus der Gleichung $1 + \Delta = e^d$ sogleich $\Sigma \doteq \Delta^{-1} = (e^d - 1)^{-1}$.

$$\text{Da nun } (e^d - 1)^{-1} = \frac{1}{2} \frac{1 + e^d}{e^d - 1} - \frac{1}{2}$$

$$\text{und } \frac{e^d + 1}{e^d - 1} = \frac{1}{\sqrt{-1}} \cot. \frac{d}{2\sqrt{-1}}, \text{ so ist auch}$$

$$(e^d - 1)^{-1} = \Sigma = \frac{1}{2\sqrt{-1}} \cot. \frac{d}{2\sqrt{-1}} - \frac{1}{2}.$$

Da $\vartheta - \vartheta^{-1} = e^d - e^{-d}$, so ist auch

$$(\vartheta - \vartheta^{-1}) \Sigma = (e^d - e^{-d}) \Sigma, \text{ und daraus:}$$

$$\Sigma = \frac{(\vartheta - \vartheta^{-1}) \Sigma}{e^d - e^{-d}}.$$

Im zweiten Theile für Σ die gleichgeltende Operation $\frac{\vartheta^{-1}}{1 - \vartheta^{-1}}$ substituirt, so erhält man:

$$\Sigma = \frac{1 - \vartheta^{-2}}{1 - \vartheta^{-1} - e^{-d}} = \frac{1 + \vartheta^{-1}}{e^d - e^{-d}}.$$

Da nun $e^d - e^{-d} = 2\sqrt{-1} \sin. \frac{d}{\sqrt{-1}} = 2 \frac{1}{\sqrt{-1}} \sin. d\sqrt{-1}$ so ist:

$$\Sigma = \frac{1 + \vartheta^{-1}}{2\sqrt{-1} \sin. \frac{d}{\sqrt{-1}}} = \frac{1}{2\sqrt{-1}} \operatorname{cosec} \frac{d}{\sqrt{-1}} (1 + \vartheta^{-1})$$

$$= \frac{1}{2}\sqrt{-1} \cdot \operatorname{cosec} d\sqrt{-1} \cdot (1 + \vartheta^{-1}).$$

28. Wegen des öftern Gebrauchs dieser Formeln für die Summation und Integration, wollen wir dieselben insbesondere weiter erwägen, und letzterer Form gemäß, aber zugleich auf einem von diesen allgemeinen Vorstellungen unabhängigen mehr, elementarischen Wege, das so oft eintretende Problem der Summation der Potenzen behandeln.

Man nehme von $(x+1)^n$ sowohl als von $(x-1)^n$ und deren Entwicklungen nach Potenzen von x geordnet, die Summen; so hat man, beide von einander subtrahirt:

$$\Sigma(x+1)^n - \Sigma(x-1)^n = 2n \cdot \Sigma x^{n-1} + 2 \Sigma^2 n \cdot \Sigma x^{n-3} + 2 \Sigma^4 n \cdot \Sigma x^{n-5} + \dots$$

Der erste Theil dieser Gleichung aber ist $x^n + (x-1)^n$ für $\Delta x = 1$, welches hier vorausgesetzt wird.

Um abzukürzen setze man $\frac{x^n + (x-1)^n}{2 \cdot 1 \cdot 2 \dots n} = z$, und $\frac{n-1}{z}$, $\frac{n-2}{z}$ u. s. w.

bezeichnen eben dasselbe, wenn statt n gesetzt wird $n-1$, $n-2$ u. s. w., wobei zu bemerken ist, dafs in diesem Falle, für $1 \cdot 2 \dots n$ abgekürzt geschrieben 1^{n-1} , nach der Fakultätenbezeichnung, der Nenner auch statt $2 \cdot 1^{n-1}$ dann $2 \cdot 1^{n-2, 1}$, $2 \cdot 1^{n-2, 1}$ u. s. w. wird. Dann folgt, wie man leicht ersehen kann, aus obigem die Gleichung

$$\frac{\Sigma x^{n-1}}{1^{n-2, 1}} = z - \frac{1 \Sigma x^{n-3}}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1^{n-3, 1}} - \frac{1 \Sigma x^{n-5}}{1 \cdot 2 \dots 5 \cdot 1^{n-5, 1}} - \frac{1 \Sigma x^{n-7}}{1 \cdot 7, 1 \cdot 1^{n-7, 1}} - \dots \quad (A)$$

Daraus folgt dafs auch sey

$$\frac{\Sigma x^{n-3}}{1^{n-3, 1}} = \frac{n-2}{z} - \frac{1 \Sigma x^{n-5}}{1 \cdot 3, 1 \cdot 1^{n-5, 1}} - \frac{1 \Sigma x^{n-7}}{1 \cdot 5, 1 \cdot 1^{n-7, 1}} - \frac{1 \Sigma x^{n-9}}{1 \cdot 7, 1 \cdot 1^{n-9, 1}} - \dots$$

welches, für das zweite Glied des andern Theils der vorigen Gleichung substituirt, giebt

$$\begin{aligned} \frac{\Sigma x^{n-1}}{1^{n-1, 1}} &= z - \frac{z^{n-2}}{1 \cdot 3, 1} + \left(\frac{1}{1 \cdot 3, 1 \cdot 1 \cdot 3, 1} - \frac{1}{1 \cdot 5, 1} \right) \frac{\Sigma x^{n-5}}{1^{n-5, 1}} + \left(\frac{1}{1 \cdot 3, 1 \cdot 1 \cdot 5, 1} - \frac{1}{1 \cdot 7, 1} \right) \frac{\Sigma x^{n-7}}{1^{n-7, 1}} \\ &+ \left(\frac{1}{1 \cdot 3, 1 \cdot 1 \cdot 7, 1} - \frac{1}{1 \cdot 9, 1} \right) \frac{\Sigma x^{n-9}}{1^{n-9, 1}} + \dots \end{aligned}$$

Hierin wiederum zufolge (A)

$$\frac{\Sigma x^{n-5}}{1^{n-5, 1}} = \frac{n-4}{z} - \frac{1 \Sigma x^{n-7}}{1 \cdot 3, 1 \cdot 1^{n-7, 1}} - \frac{1 \Sigma x^{n-9}}{1 \cdot 5, 1 \cdot 1^{n-9, 1}} - \dots$$

gesetzt, so erhält man, wenn man $\frac{1}{1 \cdot 3, 1}$ mit k' und den Koeffizienten von

$\frac{\Sigma x^{n-5}}{1^{n-5, 1}}$ gleich $\frac{k'}{1 \cdot 3, 1} - \frac{1}{1 \cdot 5, 1}$ mit k'' bezeichnet:

$$\begin{aligned} \frac{\Sigma x^{n-1}}{1^{n-1, 1}} &= z - k' \cdot z^{n-2} + k'' \cdot z^{n-4} - \left(\frac{k''}{1 \cdot 3, 1} - \frac{k'}{1 \cdot 5, 1} + \frac{1}{1 \cdot 7, 1} \right) \frac{\Sigma x^{n-7}}{1^{n-7, 1}} \\ &- \left(\frac{k''}{1 \cdot 5, 1} - \frac{k'}{1 \cdot 7, 1} + \frac{1}{1 \cdot 9, 1} \right) \frac{\Sigma x^{n-9}}{1^{n-9, 1}} - \dots \end{aligned}$$

Setzt man den Koeffizienten $\frac{k'}{1^{3,1}} - \frac{k'}{1^{5,1}} + \frac{1}{1^{7,1}}$ gleich k''' und substituirt wieder für $\frac{\sum x^{n-7}}{1^{n-7,1}}$ dessen Werth nach der Formel (A) so hat man weiter

$$\frac{\sum x^{n-1}}{1^{n-1,1}} = z^n - k' \cdot z^{n-2} + k'' \cdot z^{n-4} - k''' \cdot z^{n-6} + \left(\frac{k''''}{1^{3,1}} - \frac{k'''}{1^{5,1}} + \frac{k''}{1^{7,1}} - \frac{1}{1^{9,1}} \right) \frac{\sum x^{n-9}}{1^{n-9,1}} \\ + \left(\frac{k''''}{1^{5,1}} - \frac{k'''}{1^{7,1}} + \frac{k''}{1^{9,1}} - \frac{1}{1^{11,1}} \right) \frac{\sum x^{n-11}}{1^{n-11,1}} + \dots$$

Demnach ist

$$\frac{\sum x^{n-1}}{1^{n-1,1}} = z^n - k' z^{n-2} + k'' z^{n-4} - k''' z^{n-6} + k'''' z^{n-8} - \dots$$

wo die Koeffizienten so beschaffen sind dafs, wenn k^μ den von $z^{n-2\mu}$ bedeutet, $k^{\mu-1}$, $k^{\mu-2}$ etc. diejenigen von $z^{n-2\mu+2}$, $z^{n-2\mu+4}$ etc., stets sey:

$$k^\mu = k^{\mu-1} \frac{1}{1^{3,1}} - k^{\mu-2} \frac{1}{1^{5,1}} + k^{\mu-3} \frac{1}{1^{7,1}} - \dots + k'' \frac{1}{1^{2\mu-3,1}} - k' \frac{1}{1^{2\mu-1,1}} + \frac{1}{1^{2\mu+1,1}}$$

Diese Koeffizienten hängen also nicht von n ab, jeder wird aus allen ihm vorhergehenden bestimmt, und da die Relationsskale der wiederkehrenden Reihe, welche sie bilden, gegeben ist, so hat man den Bruch aus welchem

dieselbe entspringt $\frac{1}{1 + \frac{v}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \frac{v^2}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} - \dots}$ oder statt desselben,

da das Fortschreiten der Potenzen zu welchen die Koeffizienten gehörig,

gleichgültig $\frac{1}{v + \frac{v^3}{1^{3,1}} + \frac{v^5}{1^{5,1}} - \dots}$ d. i. $\frac{1}{\sqrt{-1} \sin(v: \sqrt{-1})}$. Die Koeffi-

zienten sind also eben dieselben als für die Kosekante des Winkels $\frac{v}{\sqrt{-1}}$ dividirt mit $\sqrt{-1}$.

Hätte man Δx nicht 1 gesetzt, sondern unbestimmt gelassen, so kömmt man auf völlig gleichem Wege zum Resultat

$$\frac{\sum x^{n-1}}{1^{n-1,1}} = \frac{z^n}{\Delta x} - k' \cdot z^{n-2} (\Delta x) + k'' \cdot z^{n-4} (\Delta x)^3 - \dots$$

Restituirt man für z, z^n , ihre Werthe, so hat man, wenn man zugleich n statt $n - 1$ setzt und dann mit 1^{n+1} multiplicirt:

$$\sum x^n = \frac{x^{n+1} + (x - \Delta x)^{n+1}}{2(n+1)\Delta x} - k' \cdot n \cdot \frac{x^{n-1} + (x - \Delta x)^{n-1}}{2} \Delta x +$$

$$k'' n^{3-1} \frac{x^{n-3} + (x - \Delta x)^{n-3}}{2} \Delta x^3 - \text{u.s.w.}$$

Entwickelt man den vorletzten Ausdruck nach Potenzen von x allein, so kömmt

$$\frac{\sum x^n}{1^{n+1}} = \frac{2x^{n+1}}{2 \cdot 1^{n+1} \Delta x} - 1 \frac{x^n}{2 \cdot 1^{n+1}} + \frac{1}{1^{2+1}} \left| \frac{x^{n-1} \Delta x}{2 \cdot 1^{n+1}} \right.$$

$$- \frac{1}{1^{3+1}} \left| \frac{x^{n-2} \Delta x^2}{2 \cdot 1^{n-2+1}} + \frac{1}{1^{4+1}} \left| \frac{x^{n-3} \Delta x^3}{2 \cdot 1^{n-3+1}} + \dots \right. \right.$$

$$\left. + \frac{k'}{1} \left| - \frac{k'}{1^{2+1}} \right. \right.$$

$$\left. + \frac{2k''}{1} \right|$$

wo leicht zu sehen, das der Koeffizient von $\frac{x^{n-\mu+1} \cdot \Delta x^{\mu-1}}{2 \cdot 1^{n-\mu+1+1}}$ seyn wird, wenn μ eine gerade Zahl,

$$\frac{1}{1^{\mu+1}} - \frac{k'}{1^{\mu-2+1}} + \frac{k''}{1^{\mu-4+1}} - \dots + \frac{k^{\frac{(\mu-2)}{2}}}{1^{2+1}} + \frac{(\mu)}{2} \frac{k^{\frac{(\mu)}{2}}}{k^2}$$

wo die obern Zeichen statt haben, wenn $\frac{1}{2}\mu$ eine gerade Zahl, die untern wenn $\frac{1}{2}\mu$ ungerade ist.

Ist hingegen μ eine ungerade Zahl, so ist der Koeffizient

$$- \frac{1}{1^{\mu+1}} + \frac{k'}{1^{\mu-2+1}} - \frac{k''}{1^{\mu-4+1}} + \dots + \frac{k^{\frac{(\mu-3)}{2}}}{1^{3+1}} - \frac{(\mu-1)}{2} \frac{k^{\frac{(\mu-1)}{2}}}{k^2}$$

Dieses ist aber offenbar Null, zufolge der obigen allgemeinen Gleichung zwischen den Koeffizienten k', k'' etc.

Es sind mithin die Koeffizienten aller geraden Potenzen von Δx in der Entwicklung von $\sum x^n$ Null mit Ausschluss des Koeffizienten von $(\Delta x)^0$, so das also, wenn man diesen auf die andere Seite bringt, wodurch die Reihe ohne Ausnahme fortgeht,

$$\Sigma x^n + \frac{x^n}{2} = \frac{x^{n+1}}{(n+1) \Delta x} + \frac{1}{1^{2,1}} \left| \frac{n x^{n-1} \Delta x}{2} \right.$$

$$\begin{aligned} &+ \frac{1}{14,1} \left| \frac{n^{2,1} x^{n-3} \Delta x^3}{2} \right. &+ \frac{1}{16,1} \left| \frac{n^{5,1} x^{n-5} \Delta x^5}{2} \right. + \text{u. s. w.} \\ &- \frac{k'}{1^{2,1}} &- \frac{k'}{14,1} \\ &+ 2 k'' &+ \frac{k''}{1^{2,1}} \\ & &- 2 k''' \end{aligned}$$

Man sieht sehr leicht, daß die Koeffizienten, in so fern sie nemlich bloß aus bestimmten Zahlen und den oben bestimmten k' , k'' u. s. w. bestehen, auch aus dem Produkte zweier Reihen entspringen müssen, und denjenigen gleich sind, welche in

$\left(2 + \frac{v}{1^{2,1}} + \frac{v^2}{14,1} + \frac{v^3}{16,1} + \dots \right) \left(1 - k'v + k''v^2 - k'''v^3 + \dots \right)$
nach der Ordnung der Potenzen von v folgen, oder im Produkte

$\left(1 + 1 + \frac{v^2}{1^{2,1}} + \frac{v^4}{14,1} + \dots \right) \left(\frac{1}{v} - k'v + k''v^3 - k'''v^5 + \dots \right)$.

Der erste Faktor ist gleich $1 + \cos. \frac{v}{\sqrt{-1}}$, der andere aber der schon

oben gefundene $\frac{1}{\sqrt{-1} \sin. \frac{v}{\sqrt{-1}}}$. Das Produkt beider ist also:

$$\begin{aligned} &\frac{1}{\sqrt{-1} \sin. \frac{v}{\sqrt{-1}}} + \frac{1}{\sqrt{-1}} \cot. \frac{v}{\sqrt{-1}} \text{ oder } \frac{1}{\sqrt{-1}} \cot. \left(\frac{\frac{1}{2} v}{\sqrt{-1}} \right) \\ &= \frac{e^v + 1}{e^v - 1} = \frac{2}{e^v - 1} + 1 \end{aligned}$$

29. Die Koeffizienten in der Summe der Potestäten hängen also aufs genaueste mit denen zusammen, welche in der Summe jeder Funktion vorkommen, wie diese Endresultate es ausweisen. Allein es ist auch an sich klar, daß dies nothwendig. Denn da allgemein $\Sigma = (e^d - 1)^{-1}$, so sind die aus der Entwicklung von $(e^d - 1)^{-1}$ entspringenden Koeffizienten unabhängig von jeder Funktion, auf welche Σ angewandt wird, indem die Entwicklung nur die Form der Regel ausdrückt, nach welcher das Σ in der Funktion zu suchen ist. Hat man also jene absoluten Koeff.

fizienten für irgend eine Funktion gefunden, so hat man sie für jede. Bedenkt man nun, daß jene Form für Σ entwickelt, die Gestalt

$$d^{-1} + A + B d + C d^2 + D d^3 + \dots$$

annehmen muß, so käme es nur darauf an, in irgend einer Funktion den Koeffizienten M von d^m zu erhalten.

Setzt man nun für die Funktion, von welcher das Σ zu nehmen, eine gerade Potenz von x , x^{2n} , so hat man den Koeffizienten von x oder den von $d^{2n-1} x^{2n}$, also von $(2n)^{2n-1} x$.

30. Wenn man stets voraussetzt, daß für $\bar{\sigma}$ statt x , $x + 1$ in die Funktion, auf welche sich jenes Zeichen bezieht, substituirt werde, wo also $\Delta x = 1$, so ist $\bar{\sigma}^{-x}$ die Setzung von $x = 0$ in jener Funktion, überhaupt auch ist es für sich klar, daß $\Sigma = \bar{\sigma}^x \Sigma \bar{\sigma}^{-x}$

$$\text{Also } \Sigma = (1 + \Delta)^x \Sigma \bar{\sigma}^{-x} = e^{x \lg(1+\Delta)} \Sigma \bar{\sigma}^{-x}$$

In der Entwicklung wird der Koeffizient von x^m gleich

$$\frac{(\lg. 1 + \Delta)^m}{1 \cdot 2 \dots m} \Sigma \bar{\sigma}^{-x}$$

wofür man auch setzen kann $\frac{d^m}{1 \cdot 2 \dots m} \Sigma \bar{\sigma}^{-x}$

Allein jener Ausdruck ist hier in anderer Rücksicht bequemer, weil in der Entwicklung von $(\lg. 1 + \Delta)^m$ nur Δ mit positiven Exponenten vorkommt, mithin das Σ jedesmal aufgehoben wird. Diesem zufolge wäre Σ auf irgend eine Funktion von x in einer nach Potenzen von x fortschreitenden Reihe darzulegen, und

$$\Sigma = \left(1 + x \frac{\lg. 1 + \Delta}{1} + x^2 \frac{(\lg. 1 + \Delta)^2}{1 \cdot 2} + x^3 \frac{(\lg. 1 + \Delta)^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \dots \right) \Sigma \bar{\sigma}^{-x}.$$

31. Hierin ist der Koeffizient von x besonders merkwürdig, wenn man die Σ Operation auf eine gerade Potenz von x , also x^{2n} bezieht, weil alsdann dieser dem Koeffizienten von $\frac{d^{2n-1}}{(2n)^{2n-1}}$, wie oben bemerkt, gleich seyn muß.

Nun ist aber der Koeffizient von x im letzten Ausdrucke, im Falle man das Σ auf x^{2n} bezieht, gleich $\log(1 + \Delta) \Sigma \cdot 0^{2n}$, wo n als eine beständige den vorgesetzten Operationszeichen nicht unterworfenen Zahl zu betrachten und $\Delta 0 = 1$ zu setzen ist, wie oben $\Delta x = 1$.

Dieser Koeffizient gehört zu den Bernoullischen Zahlen, für welche also der allgemeine Ausdruck, oder die n te

$$\frac{\log. 1 + \Delta}{\Delta} 0^{2n} \text{ oder } \frac{d}{\Delta} 0^{2n}$$

ist; so dafs man vermöge desselben jede Bernoullische Zahl unmittelbar finden kann, ohne die vorhergehenden zu kennen.

Der gegebene Ausdruck der n ten Bernoullischen Zahl ist auch, wie man leicht finden wird, gleich $\frac{\log. 1 + \Delta}{\Delta} 1^{2n}$ oder $\frac{d}{\Delta} 1^{2n}$.

Entwickelt sind diese Ausdrücke

$$\left(1 - \frac{1}{2} \Delta + \frac{1}{3} \Delta^2 - \frac{1}{4} \Delta^3 + \dots + \frac{1}{2n+1} \Delta^{2n} \right) 0^{2n}$$

wo auch 1^{2n} an die Stelle von 0^{2n} gesetzt werden darf. Also sind die ersten der successiven Differenzen der $2n$ ten Potenz der natürlichen Zahlen, 0 oder 1 nach Willkühr als die erste betrachtet, zu nehmen und nach ihrer Ordnung mit den natürlichen Brüchen $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ u. s. w. mit abwechselnden Zeichen zu multipliciren.

Die Entwicklung von $\frac{\log. (1 + \Delta)}{\Delta} 0^{2n}$ endet zwar mit Δ^{2n} , weil die folgenden Glieder Null werden, wenn auch $\Delta^{2n+1} 0^{2n}$ u. s. w. genommen würden. Es scheint daher die Entwicklung nicht dem Ausdruck zu entsprechen, der zum Grunde liegt. Allein es ist auch nur eine scheinbare Verschiedenheit vorhanden.

Da überhaupt $\Delta^\mu (x + 1)^{2n} = \Delta^\mu x^{2n} + \Delta^{\mu+1} x^{2n}$, so ist auch $\Delta^\mu 1^{2n} = \Delta^\mu 0^{2n} + \Delta^{\mu+1} 0^{2n}$, welches in der entwickelten Form von $\frac{\log. 1 + \Delta}{\Delta} 1^{2n}$ gesetzt, die n te Bernoullische Zahl giebt

$$\left(\frac{1}{2} \Delta - \frac{1}{2 \cdot 3} \Delta^2 + \dots - \frac{1}{2n(2n+1)} \Delta^{2n} \right) 0^{2n}$$

oder wenn man diesen Ausdruck zum vorigen addirt und die Hälfte nimmt

$$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2 \cdot 3} \Delta^2 - \frac{2}{3 \cdot 4} \Delta^3 + \frac{3}{4 \cdot 5} \Delta^4 - \dots + \frac{2n-1}{2n(2n+1)} \Delta^{2n} \right) 0^{2n}$$

Will man die Bernoullische allgemeine Zahl bloß als Funktion von n , der wie vielten Stelle sie in der Reihe dieser Zahlen einnimmt, aus-

drücken, so hat man in den obigen Ausdrücken statt $\Delta^\mu o^n$ oder $\Delta^\mu 1^n$ für alle μ von 0 bis $2n$, die Entwicklung derselben, nemlich:

$$(\mu + 1)^{2n} - \mu (\mu)^{2n} + \frac{\mu \cdot \mu - 1}{1 \cdot 2} (\mu - 1)^{2n} - \dots$$

zu setzen, und erhält dann den Werth der n ten Bernoullischen Zahl

$$\begin{aligned} &+ \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \dots + \frac{1}{2n+1} \right) 1^{2n} \\ &- \left(\frac{1}{2} + \frac{2}{3} + \frac{3}{4} + \dots + \frac{2n}{2n+1} \right) 2^{2n} \\ &+ \left(\frac{1}{3} + \frac{3}{4} + \dots + \frac{2n(2n-1)}{1 \cdot 2(2n+1)} \right) 3^{2n} \\ &- \left(\frac{1}{4} + \dots + \frac{2n(2n-1)(2n-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3(2n+1)} \right) 4^{2n} \\ &\dots \dots \dots \\ &+ \left(\frac{1}{2n+1} \right) (2n+1)^{2n} \end{aligned}$$

oder: in entgegengesetzter Ordnung geschrieben,

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2n+1} (2n+1)^{2n} - \left(\frac{2n}{2n+1} + \frac{1}{2n} \right) (2n)^{2n} \\ &+ \left(\frac{2n(2n-1)}{2 \cdot (2n+1)} + \frac{2n-1}{2n} + \frac{1}{2n-1} \right) (2n-1)^{2n} - \text{etc.} \end{aligned}$$

Aus der Beziehung von $\frac{\log. (1 + \Delta)}{\Delta}$ auf o^{2n} aber folgt ihr Werth

$$\begin{aligned} &\frac{1}{2n+1} (2n)^{2n} - \left(\frac{2n}{2n+1} + \frac{1}{2n} \right) (2n-1)^{2n} \\ &+ \left(\frac{2n(2n-1)}{1 \cdot 2(2n+1)} + \frac{2n-1}{2n} + \frac{1}{2n-1} \right) (2n-2)^{2n} - \text{etc.} \end{aligned}$$

welcher mit dem vorigen einerlei Koeffizienten hat.

Es ist nicht die Absicht, die verschiedenen Formen hier zu durchgehen, deren diese Ausdrücke fähig sind. So ist es nicht nothwendig, die Differenzen von o^{2n} bis zur Ordnung $2n$ aufzunehmen. Denn da o^{2n} als das Produkt zweier Potenzen $o^n \cdot o^{2n-n}$ angesehen werden kann, so werden, wenn man von o^{2n} als ein solches Produkt, die Differenzen nimmt, diejenigen Null, welche die Ordnung m oder $2n-m$ und falls man $m=2n$ setzt, die n te überschreiten. Man hat nemlich allgemein

$$\Delta^n : zy =$$

$$\left((\Delta + \Delta_{ii})^n + n(\Delta + \Delta_{ii})^{n-1} \Delta_i \Delta_{ii} + \frac{n \cdot n - 1}{1 \cdot 2} (\Delta + \Delta_{ii})^{n-2} \Delta_i^2 \Delta_{ii}^2 + \dots \right) zy$$

wo, nach geschehener Entwicklung der Regelform, nach jedem Δ_i^μ das z , nach jedem Δ_{ii}^μ das y zu setzen ist, oder umgekehrt, so daß die einzelnen Glieder die Form $\Delta_i^\mu z \cdot \Delta_{ii}^\nu y$ mit einem numerischen Koeffizienten annehmen. Ich übergehe den Beweis dieser vielleicht bisher nicht bemerkten Formel, deren Fortschritts-gesetz die ersten Glieder hinlänglich zu erkennen geben. Der bekannte Fall, wo d die Stelle von Δ einnimmt, ist in derselben enthalten; alle Glieder, bis auf das erste, verschwinden alsdenn.

Um nicht die übrigen Koeffizienten der allgemeinen Form von Σ mit Stillschweigen zu übergehen, bemerke ich, daß der Koeffizient $\frac{(\log. 1 + \Delta)^m}{1 \cdot 2 \dots m \cdot \Delta} o^{2n}$, welcher zu x^m gehört, mit dem näher erwogenen von x im Grunde einerlei Natur ist. Denn

$$\frac{(\log. 1 + \Delta)^m}{1 \cdot 2 \dots m \cdot \Delta} o^{2n} = \frac{\log. 1 + \Delta}{\Delta} \frac{(\log. 1 + \Delta)^{m-1}}{1 \cdot 2 \dots m} o^{2n} = \frac{\log. 1 + \Delta}{\Delta} \frac{d^{m-1} o^{2n}}{1 \cdot 2 \dots m}$$

wo $d \circ = \Delta \circ = 1$ zu setzen ist, also

$$\frac{(\log. 1 + \Delta)^m}{1 \cdot 2 \dots m \cdot \Delta} o^{2n} = \frac{\log. 1 + \Delta}{\Delta} \frac{2n \cdot 2n - 1 \cdot 2n - 2 \dots 2n - m + 2}{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots m - 1 \cdot m} o^{2n + 1 - m}$$

wo nun nur noch $\frac{\log. 1 + \Delta}{\Delta} o^{2n + 1 - m}$ zu nehmen ist, welches wiederum Null oder eine Bernoullische Zahl, nachdem m gerade oder ungerade, ist.

32. Aus den Koeffizienten der d in Δ und Δ^{-1} folgen, wenn sie einmal bekannt sind, die von Δ^n und Δ^{-n} als polynomische Potenz zusammengesetzteren. Allein sie lassen sich auch unmittelbar finden. Schon oben ist vorgekommen, daß der Koeffizient von $d^{\mu+n}$ in Δ^n , welchen wir durch $\frac{\Delta^n}{d^{\mu+n}}$ bezeichnen wollen, gleich $\frac{\Delta^n \cdot o^{\mu+n}}{1^\mu + n \cdot 1}$ sey.

Dieser aber läßt sich in einer andern Gestalt darlegen. Denn es ist, wenn man Koeffizienten der binomischen Potenz

$$\frac{n \cdot n - 1 \cdot n - 2 \dots n - m + 1}{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots m}$$
 mit n_m bezeichnet,

$$\Delta^n = (d + \Delta - d)^n = d^n + n d^{n-1} (\Delta - d) + n_2 d^{n-2} (\Delta - d)^2 + n_3 d^{n-3} (\Delta - d)^3 + \dots$$

Die kleinsten Potenzexponenten von d sind in jedem folgenden Gliede um einen Grad höher als im vorhergehenden. Will man den Koeffizienten der Potenz $d^{n+\mu}$, wo μ eine ganze positive Zahl, so hat man nur diejenigen Glieder von Δ^n in Betrachtung zu ziehen, in welchen sich $d^{n+\mu}$ noch findet. Es ist aber offenbar $n_\mu d^{n-\mu} (\Delta-d)^\mu$ das letzte Glied, in welchem nach $d^{n+\mu}$, als die niedrigste Potenz, vorkömmt, aus welchem und allen vorhergehenden nur die Koeffizienten von $d^{n+\mu}$ zusammenzuziehen sind. Und so wird man erhalten:

$$\frac{\Delta^n}{d^{n+\mu}} = n \frac{\Delta-d}{d^{\mu+1}} + n_2 \frac{(\Delta-d)^2}{d^{\mu+2}} + n_3 \frac{(\Delta-d)^3}{d^{\mu+3}} + \dots + n_\mu \frac{(\Delta-d)^\mu}{d^{\mu+\mu}}.$$

Von irgend einem Gliede dieser Reihe $n_\lambda \frac{(\Delta-d)^\lambda}{d^{\mu+\lambda}}$ wird man den zum gesuchten Koeffizienten gehörigen Theil haben, wenn man, wie es die Bezeichnung andeutet, den von $d^{\mu+\lambda}$ aus der Entwicklung von $n_\lambda (\Delta-d)^\lambda$ nimmt. Derselbe wird seyn:

$$n_\lambda \frac{(\Delta-d)^\lambda}{d^{\mu+\lambda}} = n_\lambda \left(\frac{\Delta^\lambda}{d^{\mu+\lambda}} - \lambda \frac{\Delta^{\lambda-1}}{d^{\mu+\lambda-1}} + \lambda_2 \frac{\Delta^{\lambda-2}}{d^{\mu+\lambda-2}} - \dots + \lambda_{\lambda-1} \frac{\Delta}{d^{\mu+1}} \right).$$

Giebt man daher λ alle positive ganze Zahlenwerthe von μ bis n und nimmt die Resultate zusammen, so entsteht:

$$\frac{\Delta^n}{d^{n+\mu}} = n_\mu \frac{\Delta^\mu}{d^{2\mu}} - n_{\mu-1} \mu \left| \frac{\Delta^{\mu-1}}{d^{2\mu-1}} + n_{\mu-2} \mu \left| \frac{\Delta^{\mu-2}}{d^{2\mu-2}} - \dots \right. \right. \\ \left. \left. + n_{\mu-1} \left| \begin{array}{l} -n_{\mu-1} \mu - 1 \\ + n_{\mu-2} \end{array} \right| \right. \right. \begin{array}{l} - \dots \\ + \dots \\ - \dots \\ + \dots \end{array}$$

mithin; wenn man die zu derselben Ordnung von Δ gehörigen Größen zusammenzieht:

$$\frac{\Delta^n}{d^{n+\mu}} = n_\mu \frac{\Delta^\mu}{d^{2\mu}} + n_{\mu-1} (\mu-n) \frac{\Delta^{\mu-1}}{d^{2\mu-1}} + n_{\mu-2} (\mu-n)_2 \frac{\Delta^{\mu-2}}{d^{2\mu-2}} + \\ n_{\mu-3} (\mu-n)_3 \frac{\Delta^{\mu-3}}{d^{2\mu-3}} + \dots + n_3 (\mu-n)_{\mu-3} \frac{\Delta^3}{d^{\mu+3}} + n_2 (\mu-n)_{\mu-2} \frac{\Delta^2}{d^{\mu+2}} \\ + n (\mu-n)_{\mu-1} \frac{\Delta}{d^{\mu+1}}.$$

Bei dieser Relationsgleichung zwischen den Koeffizienten der Potenzen von d in Δ^n , das ist in $(e^d - 1)^n$, und in Δ^μ , $\Delta^{\mu-1}$ etc. bis Δ , also in $(e^d - 1)^\mu$, $(e^d - 1)^{\mu-1}$ etc., bemerkt man, daß im zweiten Theile n nicht mehr als Ordnungszahl oder Exponent der Δ vorkömmt, die Formel

daher für n jede Zahl anwendbar und gültig ist, da vom Anfange der Entwicklung her nichts ihren Werth Beschränkendes bedingt worden, dieselbe also allgemein den Koeffizienten von $d^{n+\mu}$ in der Entwicklung von $(c^d - 1)^n$ ausdrückt, wenn man im zweiten Theile statt $\frac{\Delta^{\mu-i}}{d^{2\mu-i}}$ aller Orten den Werth dieser Koeffizienten setzt, wodurch man, $\Delta 0 = 1$ genommen, erhält:

$$\frac{\Delta^n}{d^{n+\mu}} = n(\mu-n)_{\mu-1} \frac{\Delta \cdot 0^{\mu-1}}{1^{\mu+1, 1}} + n_2 (\mu-n)_{\mu-2} \frac{\Delta^2 \cdot 0^{\mu+2}}{1^{\mu+2, 1}} + \dots$$

$$+ n_{\mu} (\mu-n)_0 \frac{\Delta^{\mu} \cdot 0^{2\mu}}{1^{2\mu, 1}}.$$

Ist $\mu > n$ und n , eine ganze positive Zahl, so wird die Gleichung identisch, denn es fallen die Glieder weg, welche in n_{μ} , $n_{\mu-1}$... multipliziert sind bis $n_{\mu-i}$, wo $\mu-i = n$; indem $n_n = 1$, aber die vorhergehenden dann n_{n+1} , n_{n+2} ... = 0 sind. Nachher aber wird auch im allgemeinen Ausdruck irgend eines Gliedes

$$n_{\lambda} (\mu-n)_{\mu-\lambda} \frac{\Delta^{\lambda} \cdot 0^{\mu+\lambda}}{1^{\mu+\lambda, 1}}$$

da nun $\lambda < n$ das $(\mu-n)_{\mu-\lambda}$ Null, weil $\mu-\lambda > \mu-n$; so daß nur das einzige Glied bleibt wo $\lambda = n$. So verhält es sich auch noch wenn $\mu = n$.

Für den Fall $n = -1$ hat man, da $n_i = +1$ oder -1 nachdem i gerade oder ungerade

$$\frac{\Delta^{-1}}{d^{\mu-1}} = -(\mu+1)_{\mu-1} \frac{\Delta \cdot 0^{\mu+1}}{1^{\mu+1, 1}} + (\mu+1)_{\mu-2} \frac{\Delta^2 \cdot 0^{\mu+2}}{1^{\mu+2, 1}} - \dots$$

oder

$$\frac{\Delta^{-1}}{d^{\mu-1}} = -(\mu+1)_2 \frac{\Delta \cdot 0^{\mu+1}}{1^{\mu+1, 1}} + (\mu+1)_3 \frac{\Delta^2 \cdot 0^{\mu+2}}{1^{\mu+2, 1}} - (\mu+1)_4 \frac{\Delta^3 \cdot 0^{\mu+3}}{1^{\mu+3, 1}} + \dots$$

33. Eine Reihe mit abwechselnden Zeichen, welche also entsteht, wenn man von einer Funktion das

$$\bar{\sigma}^0 - \bar{\sigma}^1 + \bar{\sigma}^2 - \bar{\sigma}^3 + \dots + \bar{\sigma}^{\infty}$$

nimmt, läßt sich den Algorithmus gemäß in andere Formen darstellen. Denn es wird seyn:

$$\bar{\sigma}^0 - \bar{\sigma}^1 + \bar{\sigma}^2 - \bar{\sigma}^3 + \dots = \frac{1}{1 + \bar{\sigma}} \text{ Also auch}$$

$$-(\bar{\sigma}^0 + \bar{\sigma}^2 + \bar{\sigma}^4 + \bar{\sigma}^6 + \dots) \Delta = \frac{1}{1 + \bar{\sigma}}$$

Aber

Aber $\frac{1}{1+\delta} = \frac{1}{2+\Delta}$

Demnach ist jene Reihe mit abwechselnden Zeichen oder die andere gleichgeltende

$$\frac{1}{1+\delta} = \frac{1}{2} \delta^0 - \frac{1}{2^2} \Delta + \frac{1}{2^3} \Delta^2 - \frac{1}{2^4} \Delta^3 + \dots$$

und wenn die Funktion, welche behandelt wird, eine solche ist, deren Differenzen irgend einer Ordnung Null werden, so hat die mit ihr geformte Reihe, ihr $\frac{1}{1+\delta}$, eine endliche Summe. In diesem Fall befinden sich alle ganze rationale algebraische Funktionen.

Will man $\frac{1}{1+\delta}$ in d ausdrücken, so hat man:

$$\frac{1}{1+\delta} = \frac{1}{1+e^d} + 1 - e^d + e^{2d} - e^{3d} + \dots$$

also

$$\begin{aligned} \frac{1}{1+\delta} &= 1 - 1 + 1 - 1 + \dots \\ &+ (0 - 1 + 2 - 3 + \dots) \frac{d}{1 \cdot 2} \\ &+ (0 - 1^2 + 2^2 - 3^2 + \dots) \frac{d^2}{1 \cdot 2 \cdot 3} \\ &+ (0 - 1^3 + 2^3 - 3^3 + \dots) \frac{d^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} \\ &+ \dots \end{aligned}$$

und die Koeffizienten sind nach dem so eben vorgekommenen sehr verständliche Größen, deren Werth sich durch die gegebene Formel bestimmt.

Denn es ist der Koeffizient von $\frac{d^m}{1^{m+1}}$ im letzten Ausdruck,

$$0 - 1^m + 2^m - 3^m + \dots = \frac{1}{1+\delta} \delta^m \text{ oder } \frac{\delta^m}{1+\delta},$$

$\Delta \delta = 1$ gesetzt, so dafs also in irgend einer Funktion von $x, dx = \Delta x$ angenommen

$$\frac{1}{1+\delta} = \frac{\delta^0}{1+\delta} + \frac{\delta^1}{1+\delta} \cdot d + \frac{\delta^2}{1+\delta} \frac{d^2}{1 \cdot 2} + \frac{\delta^3}{1+\delta} \frac{d^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \dots$$

zu setzen, eine vollkommen angemessene Bezeichnung ist. Für die Koeffizienten hat man nun nach dem obigen:

$$\frac{\delta^m}{1+\delta} = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2^2} \Delta + \frac{1}{2^3} \Delta^2 - \dots \right) \delta^m$$

$$\text{oder } \frac{\delta^m}{1+\delta} = \frac{1}{2} \delta^m - \frac{1}{2^2} \Delta^2 \delta^m + \frac{1}{2^3} \Delta^2 \delta^m - \dots - \frac{1}{2^{m+1}} \Delta^m \delta^m.$$

welcher Ausdruck sich als eine bestimmte Funktion von m darstellen läßt, die für m jede gegebene ganze positive Zahl den Werth der Reihe giebt. Bekanntlich ist derselbe für m jede gerade positive Zahl Null, welches daraus hervorgeht, daß

$$\frac{1}{1+\sqrt{d}} = \frac{1}{1+e^d} = \frac{e^{-\frac{1}{2}d}}{e^{\frac{1}{2}d} + e^{-\frac{1}{2}d}}, \text{ welches auch } \frac{\frac{1}{2}e^{-\frac{1}{2}d} \operatorname{sec.} \frac{d}{2\sqrt{-1}}}{2\sqrt{-1}},$$

also in der Entwicklung nach d keine grade Potenzen von d vorkommen können. Allein dies folgt auch aus der Form $\frac{1}{1+\sqrt{d}}$, die auch in

$$\frac{1}{1+\sqrt{d}} = \sqrt{d}^{-1} - \sqrt{d}^{-2} + \sqrt{d}^{-3} - \dots$$

übergeht, welche zu der nach positiven Exponenten in \sqrt{d} entwickelten ad-dirt als halbe Summe giebt

$$\frac{1}{1+\sqrt{d}} = \frac{1}{2} (\sqrt{d}^0 - (\sqrt{d} - \sqrt{d}^{-1}) + (\sqrt{d}^2 - \sqrt{d}^{-2}) - (\sqrt{d}^3 - \sqrt{d}^{-3}) + \dots)$$

Um es beiläufig anzumerken, hat man $\frac{1}{\sqrt{d}-1}$ nach aufsteigenden und fallenden Exponenten entwickelt und die halbe Summe genommen, eine ähnliche Formel, nämlich

$$\frac{1}{\Delta} = -\frac{1}{2} [\sqrt{d}^0 + (\sqrt{d} - \sqrt{d}^{-1}) + (\sqrt{d}^2 - \sqrt{d}^{-2}) + (\sqrt{d}^3 - \sqrt{d}^{-3}) + \dots]$$

Es wird also, da $\sqrt{d}^i o^m = i^m$, für $\Delta o = 1$, es sey i positiv oder negativ,

$$\frac{o^m}{1+\sqrt{d}} = o^m - \frac{1}{2} \left((1^m - (-1)^m) - (2^m - (-2)^m) - (3^m - (-3)^m) + \dots \right)$$

wo es klar, daß für den Fall, wo m eine gerade positive Zahl, alle Glieder o werden, hingegen wenn m ungerade, die ursprüngliche Reihe

$$\frac{o^m}{1+\sqrt{d}} = o^m - 1^m + 2^m - 3^m + \dots$$

wieder hervortritt, die also nach der gegebenen Formel zu summiren ist. Es wird aber völlig überflüssig seyn, bestimmte Fälle für die Werthe von m zu behandeln, dagegen aber glaube ich nicht übergehen zu müssen, wie nach den gegebenen Aufschlüssen über die Natur der Reihen $+o^m - 1^m + 2^m - \dots$ diejenigen, wo das Zeichen beständig, entstehen. Es ist nämlich

$$1^m + 2^m + 3^m + \dots = u \text{ gesetzt,}$$

die Reihe ins Unendliche genommen

$$2^m u = 2^m + 4^m + 6^m + 8^m + \dots$$

folglich:

$$u - 2^m u = 1^m + 3^m + 5^m + \dots$$

subtrahirt man diese von der vorhergehenden, so bleibt

$$2^{m+1} u - u = 0^m - 1^n + 2^m - 3^n + \dots$$

Mithin
$$u = \frac{1}{2^{m+1} - 1} (0^m - 1^n + 2^m - 3^n + \dots)$$

Also ist auch die Summe der Reihe, welche u bezeichnet, eine absolut bestimmbare Gröfse.

Es ist aber u nichts anders, als $\frac{0^m}{1-\delta}$ für $\Delta o = 1$, oder $-\Delta^{-1} o^m$.

Also hat man:
$$-\Delta^{-1} o^m = \frac{0^m}{1-\delta} = \frac{1}{2^{m+1}-1} \frac{0^m}{1+\delta}$$

Die Natur dieser besondern Gröfsen als bestimmt betrachtet, hat dann die Entwicklung von Δ^{-1} überhaupt keine Schwierigkeit mehr. Denn es ist

$$\Delta^{-1} = (e^d - 1)^{-1} = -1 - e^d - e^{2d} - e^{3d} - \dots$$

folglich der Koeffizient von d^n

$$\frac{(e^d - 1)^{-1}}{d^n} = -\frac{1}{1^n n} (1^n + 2^n + 3^n + \dots) = \frac{1}{1^n n} \Delta^{-1} o^n.$$

Und es ist $\Delta^{-1} o^n$ eine eben so gut bestimmte Gröfse als Δo^n . Jene wird, wenn n gerade Null, wie aus der Gleichung für $\Delta^{-1} o^m$ erhellet, da, wie gezeigt, der andere Theil alsdann Null ist.

34. Die Koeffizienten von δ^n in der Form e^{dx} haben eine Eigenthümlichkeit, in welcher sie als für sich bestehend und unabhängig von jener Exponentialform erscheinen. Diese Ansicht der binomischen Funktionsentwicklung verdient auch deswegen bemerkt zu werden, weil in derselben die Analogie mit andern oben gegebenen Formeln hervortritt. Es ist nämlich dieselbe, wie von selbst einleuchtet, folgende:

$$\delta^{\xi:dx} = \delta^o + \frac{\xi}{dx} d \delta^o + f \frac{\xi}{dx} \cdot d^2 \delta^o + f^2 \frac{\xi}{dx} \cdot d^3 \delta^o + \dots$$

oder

$$\delta^{\xi:dx} = 1 + f \xi^o \cdot d + f^2 \xi^o \cdot d^2 + f^3 \xi^o \cdot d^3 + \dots$$

also

$$\delta^{\xi:dx} = \frac{1}{1-f \cdot d} \xi^o \cdot \delta^o = \frac{1}{1-d^{-1} \cdot d} \cdot \xi^o \cdot \delta^o.$$

Da ξ eine Gröfse, δ hingegen ein Zeichen vorstellt, so wird man auch von selbst das o an ξ als Potenzexponenten und am δ als Operationsexponenten nehmen. Das f , oder d^{-1} im letzten Ausdruck bezieht sich auf

ξ , das d aber auf ϑ° und damit endlich auf die unterzulegende Funktion von x . Wegen dieser verschiedenen Beziehung ist dem d^{-1} oder f ein Merkzeichen beigefügt, um dessen Unabhängigkeit vom d nicht zu übersehen. Uebrigens ist $d\xi = dx = \Delta x$ zu nehmen. Daraus folgt leicht

$$\vartheta^\circ = \frac{1}{1-f, d} x^\circ \cdot \vartheta^{-x:dx}$$

wo d o in $\vartheta^{-x:\Delta x}$ gleich $d x$ zu nehmen, und wenn man integrirt, da $\vartheta^{-x:dx}$ und dessen Differentiale kein x enthalten

$$f \vartheta^\circ = f = \frac{f}{1-f, d} x^\circ \vartheta^{-x:dx} = \frac{1}{1-f, d} \frac{x}{dx} \cdot \vartheta^{-x:dx}$$

Integrirt man aber die vorhergehende Gleichung auf ξ , so hat man

$$f \vartheta^{\xi:dx} = \frac{\xi}{dx} \vartheta^\circ + \frac{\xi^2}{1, 2, d x^2} d \vartheta^\circ + \dots$$

Dieses von $\xi = -x$ bis $\xi = 0$ genommen, giebt

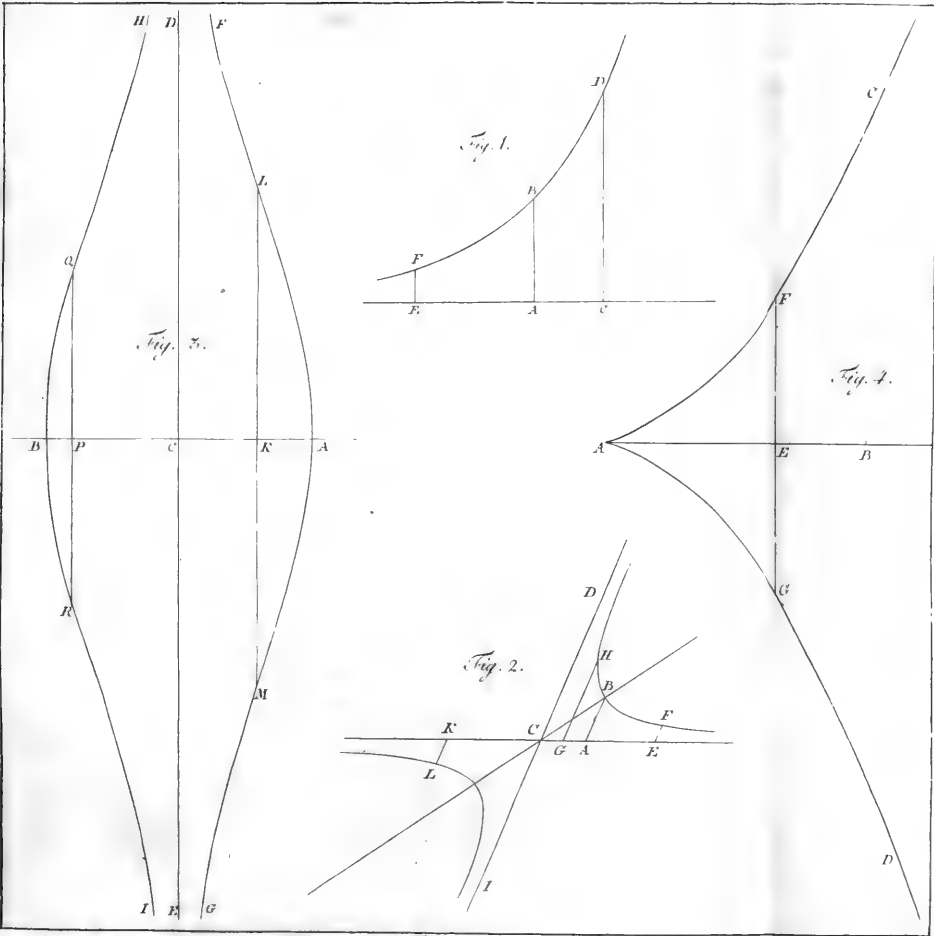
$$f \vartheta^\circ - f \vartheta^{-x:dx} = \frac{x}{dx} \vartheta^\circ - \frac{x^2}{1, 2} d \vartheta^\circ + \dots = \frac{1}{1+f, d} \frac{x}{dx} \cdot \vartheta^\circ$$

Integrirt man dieselbe Gleichung nach x , so entsteht

$$f \vartheta^{\xi:dx} = f \vartheta^\circ + \frac{\xi}{dx} \vartheta^\circ + f \frac{\xi}{dx} \cdot d \vartheta^\circ + \dots$$

welches zwischen denselben Grenzen, wie zuvor genommen, auch dasselbe Resultat giebt.

Da diese Abhandlung nur die Identität des algebraischen Algorithmus mit dem transcendenten zeigen soll; so wird es genügen, an den Grundformeln der Analysis die vortheilhafte Anwendung desselben dargelegt zu haben. Dem Gebrauche des Algorithmus in verwickelteren Fällen, so wie für die Auflösung von Gleichungen, in welchen Funktionen mit jenen Zeichen verbunden sind, wird eine eigne zu widmen seyn.



Zur Abhandlung über die geometrische Construction der Logarithmen.



THE UNIVERSITY OF CHICAGO LIBRARY

Fig. 1.

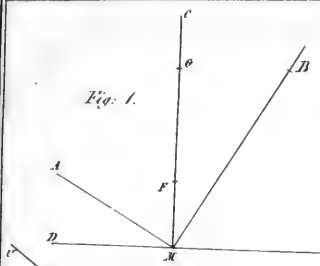


Fig. 2.

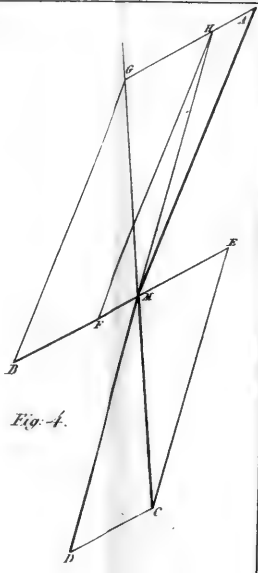
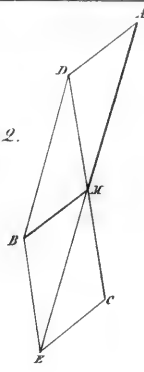
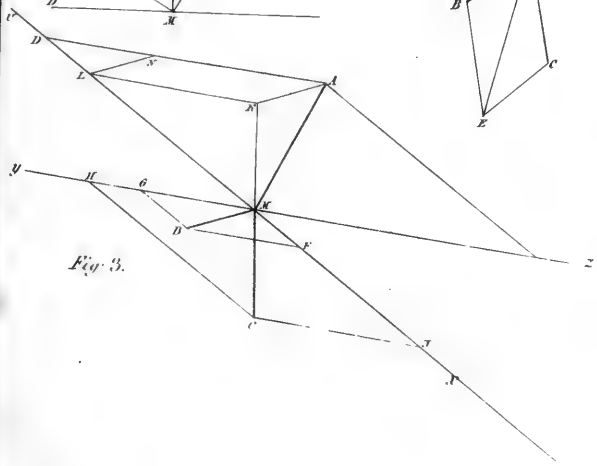
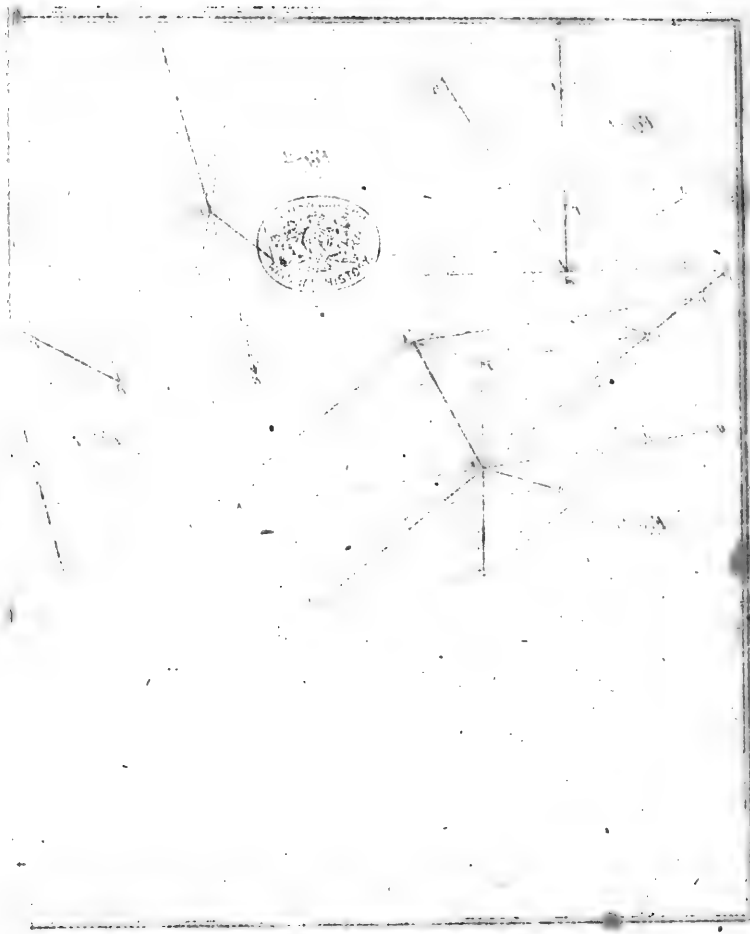


Fig. 4.

Fig. 3.





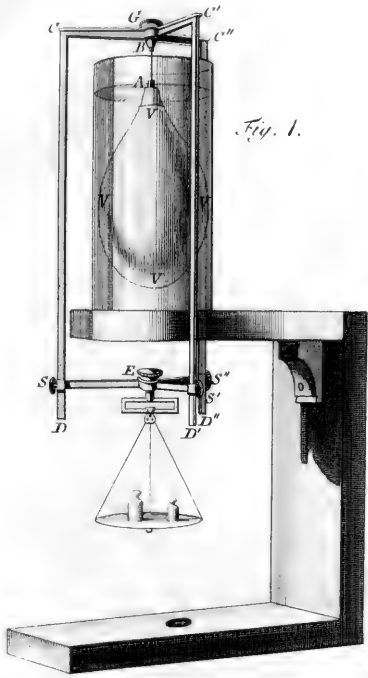


Fig. 1.

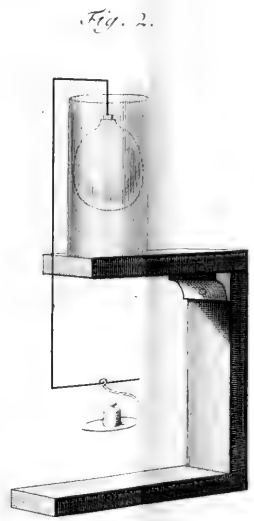
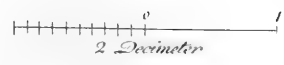


Fig. 2.



Tralles Wage





