



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:


- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche


Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

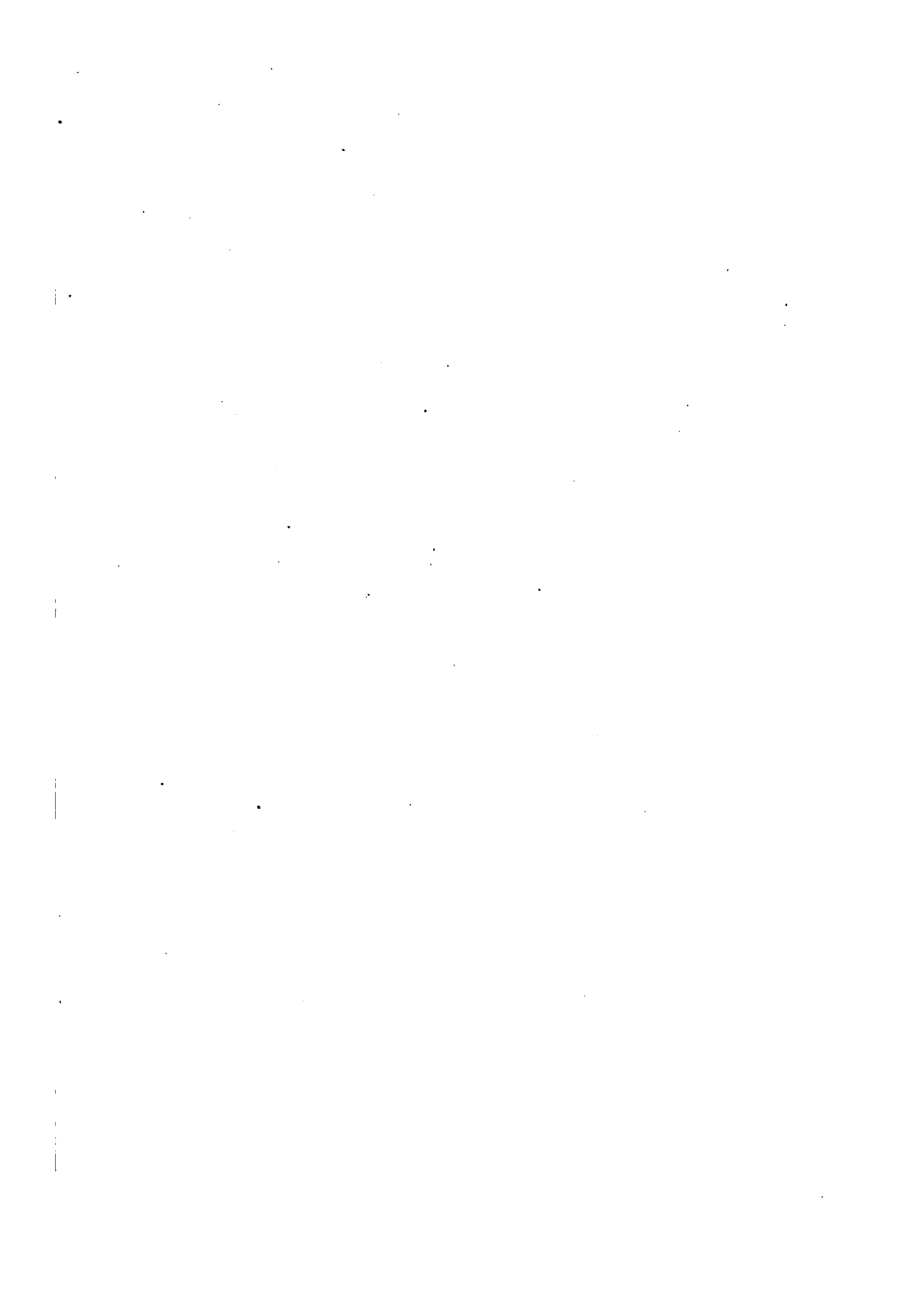
MKD
ST3






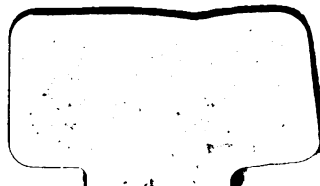
Library
of the
University of Wisconsin

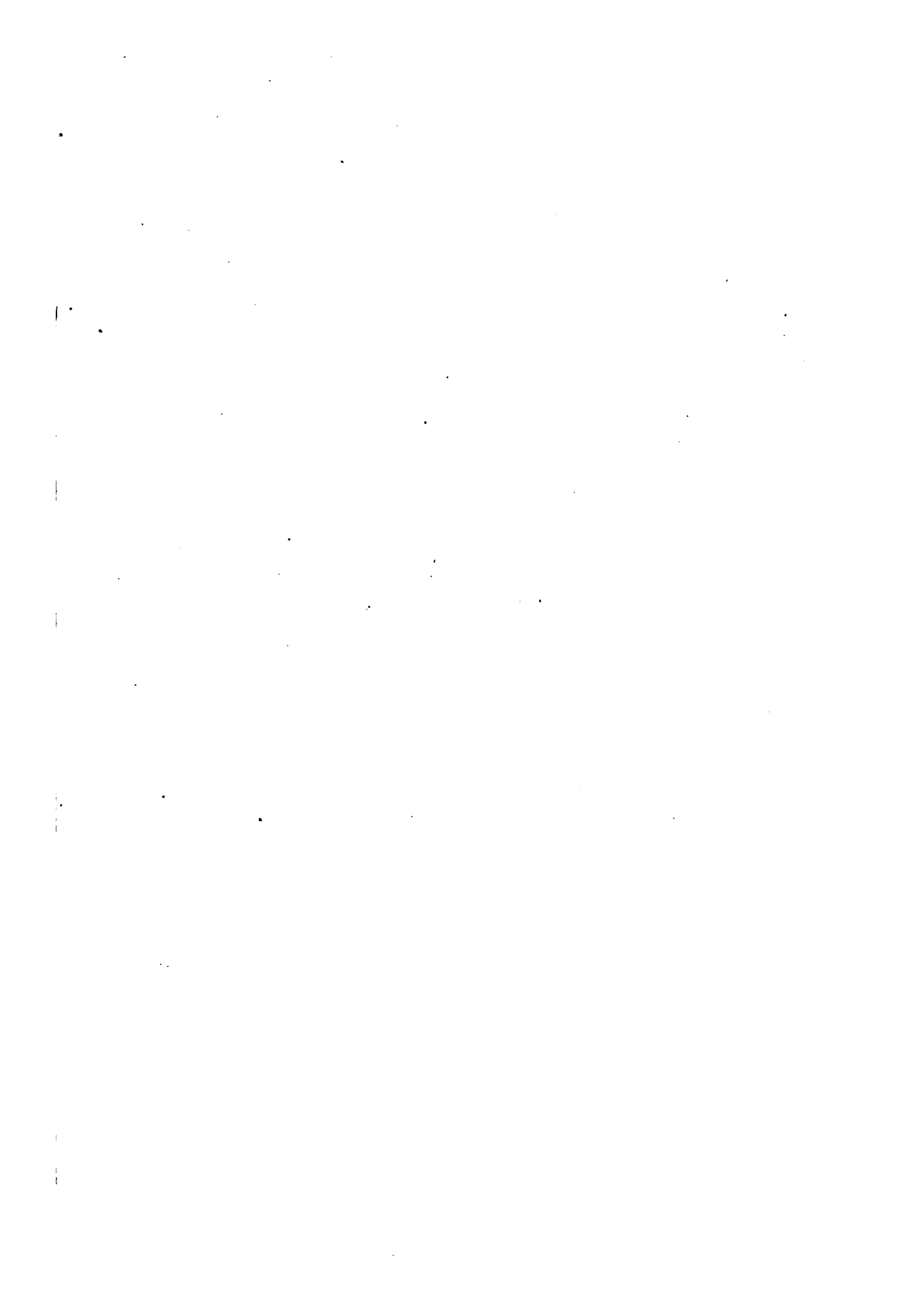




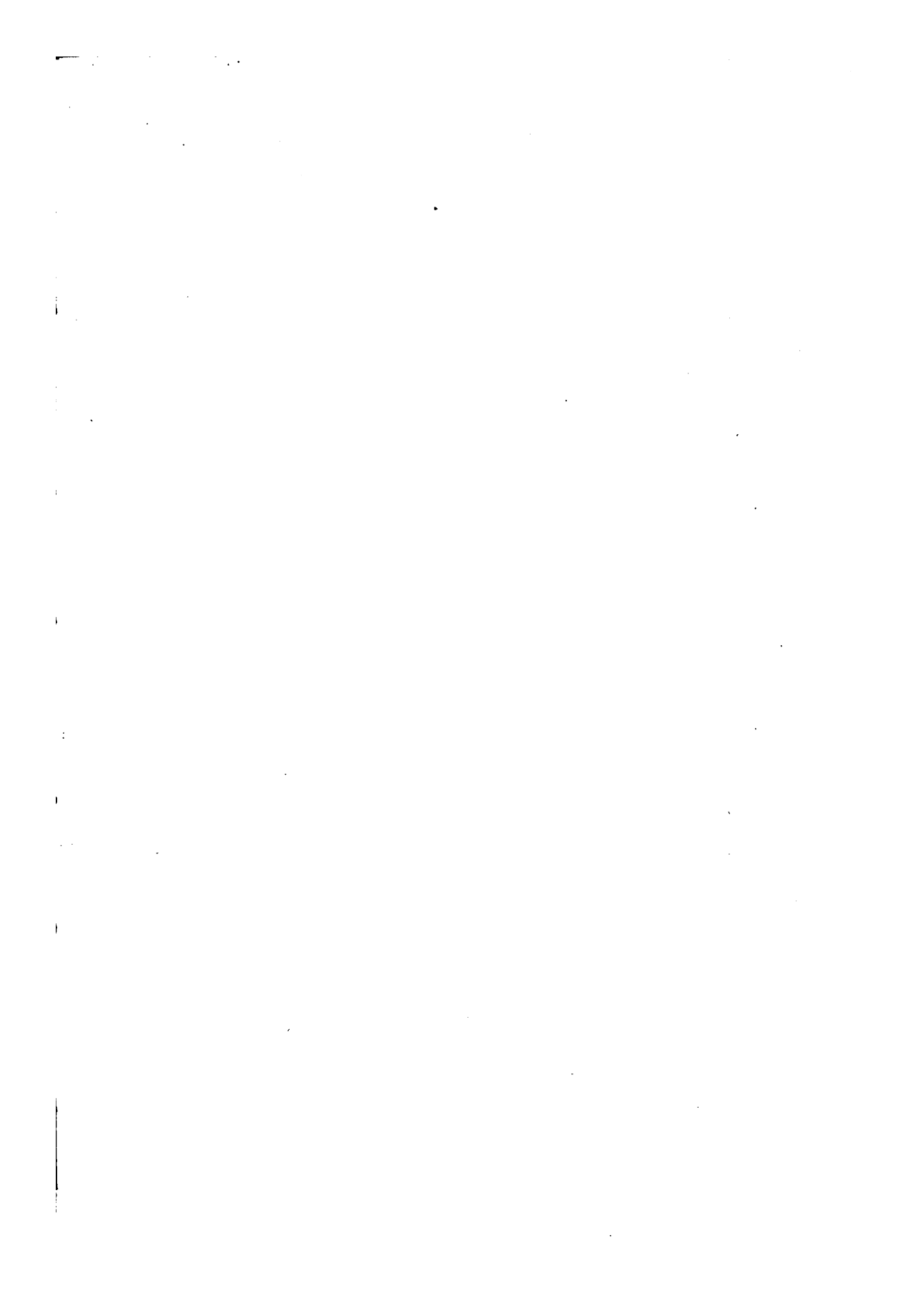


Library
of the
University of Wisconsin











Neuer Herd-Stahlschmelzofen.
(Siemens' Patent, A. G.)

COMPENDIUM
DER
GASFEUERUNG

IN IHRER ANWENDUNG

AUF DIE

HÜTTENINDUSTRIE.

MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES REGENERATIVSYSTEMES.

FÜR FABRIKANTEN
HÜTTENLEUTE, INGENIEURE
UND
LEHRANSTALTEN.

VON

FERDINAND STEINMANN,

CIVILINGENIEUR IN DRESDEN.

DRITTE UMGEARBEITETE UND VERMEHRTE AUFLAGE.

MIT EINEM ATLAS VON 17 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.



LEIPZIG.
VERLAG VON ARTHUR FELIX.
1900.

~~~~~  
**Alle Rechte vorbehalten.**  
~~~~~

141973
MAY 19 1910
MKD
ST3

5517274

Vorwort zur zweiten Auflage.

Seit dem Erscheinen des „Compendium“ hat sich in der Hüttenindustrie ein sehr erheblicher Umschwung zu Gunsten der Gasfeuerung vollzogen, Dank der Erfindung der regenerativen Gasfeuerung, deren ausserordentliche Vortheile gegen die direkte Feuerung selbst jedem Laien in die Augen springen müssen.

Der unbefangene Beobachter wird aber auch bald die Ueberzeugung gewinnen, dass durch die Einführung dieser Erfindung die Hüttenbevölkerung sowohl in materieller als intellectueller Hinsicht rasch einer neuen Aera entgegengeht: in materieller deswegen, weil durch die Gasfeuerung die Gesundheit des Arbeiters conservirt wird, er ist nicht mehr an einen Raum gebannt, welcher erfüllt von undurchdringlichen Rauchmassen, schädlichen Dünsten und schwer ermattender Hitze jeden anderen Menschen an die Phantasie der Hölle erinnert, er wird also auch sich einer längeren Arbeits- wie Lebensdauer erfreuen; in intellectueller Beziehung deswegen, weil die verfeinerten complicirteren Einrichtungen, welche jede Gasfeuerung im Gefolge hat, seinen Geist zum Denken anspornen, seine manuelle Fertigkeit beleben müssen.

Man ist also wohl zu der Behauptung berechtigt, dass die Gasfeuerung nicht allein im nationalökonomischen, sondern auch im socialen Sinne eine hervorragende Rolle spielt.

Der erfreuliche Begehrr meiner Arbeit ermöglichte eine zweite Auflage und ist darin Veraltetes weggelassen, vieles Neue aufgenommen, insbesondere der Inhalt des 1869 erschienenen Ergänzungsheftes soweit als thunlich einverleibt worden.

Auch diesmal wie früher schon verdanke ich der Güte des verdienstvollen Erfinders der Regenerativgasfeuerung Hrn. Ingenieur Friedrich Siemens, Glasfabrikenbesitzer in Dresden, einige interessante Mittheilungen.

Die Textfiguren der ersten Auflage sind auf Wunsch des Herrn Verlegers in die Tafeln versetzt worden, auch behielt ich überall das Preussische (sog. Rheinische) Maass deshalb noch bei, weil das Metermaass in der Hüttenpraxis bisher wenig gehandhabt wird und wohl noch geraume Zeit bis dahin vergehen dürfte. Andererseits ist in Oesterreich z. B. das Metermaass officiell meines Wissens noch nicht eingeführt, die Rheinischen Maassstäbe der Tafeln sind aber für österreichisches Maass unbedenklich zu substituiren.

Dresden, im Herbst 1875.

Der Verfasser.

Vorwort zur dritten Auflage.

Wenn sich nach einem Zeitraume von beinahe 25 Jahren das Bedürfniss herausgestellt hat, ein Werk wie das vorliegende wieder aufleben zu lassen, so dürfte damit wohl an sich schon der Beweis erbracht sein, dass dasselbe, trotz der inzwischen erschienenen umfangreichen Litteratur besonders rechnerischen Inhalts berufen ist, eine Lücke auszufüllen. Ich konnte aber bei der Bearbeitung einer dritten Auflage nicht ganz ohne Bedenken bleiben, angesichts des inzwischen erstandenen gewaltigen Stoffes, diejenige Auswahl zu treffen, welche unter Beibehaltung von Theilen der zweiten Auflage geeignet erschien, den gerechten Anforderungen der betheiligten Kreise zu entsprechen — und nur mit der freundlichen Unterstützung hervorragender Fachgenossen war es möglich, die gestellte Aufgabe, wie ich glaube, gedeihlich zu lösen, ganz besonders aber auch in die neuesten Erfindungen und Vervollkommnungen einzudringen.

Dabei bleibt zu betonen, dass ein Compendium der gegenwärtigen Art eine sehr bedeutende Weitsichtigkeit des zu verarbeitenden Materials in sich schliesst, sowie dass es oft genug auf Schwierigkeiten ungläublicher Art stösst, Hüttenleute oder Fabrikanten zu sachdienlichen Mittheilungen zu bewegen.

Im Interesse des Entwicklungsganges der Sache einestheils, anderntheils aber zur Feststellung von Vergleichsergebnissen der verschiedenen Erfindungsepochen, hielt ich es für geboten, einem Theile der älteren Constructionen auch diesmal Raum zu gönnen, und der Blick des Praktikers wird alsbald herausfinden, dass durchaus nicht Alles zu Ungunsten dieser ins Gewicht fällt.

Der Neuzeit entsprechend ist mit wenig Ausnahmen das metrische System angewendet, die Maassstäbe dagegen durch Verhältnisszahlen ersetzt worden. Den Beifall der Leser dürfte gewiss auch die veränderte Anordnung der Figurentafeln finden.

Dresden, im Herbst 1899.

Der Verfasser.

Inhalts-Uebersicht.

a) Allgemeiner Theil.

	Seite
Erstes Kapitel. Allgemeines über Gasfeuerung und Generatoren	1
Zweites Kapitel. Arten der Generatoren	14
Drittes Kapitel. Ueber Zug- und Leitungsverhältnisse	21
Viertes Kapitel. Ofen und Verbrennungsherd der Gase	27

b) Specieller Theil.

Fünftes Kapitel. Zur Glasfabrikation	53
Sechstes Kapitel. Zur Eisen- und Stahlfabrikation	71
Siebentes Kapitel. Ofen verschiedener Gattung	100

Anhang	117
------------------	-----

mittel bildete, so wirkte als solche hier das mehr und mehr eintretende Bedürfniss nach Oekonomie der Brennstoffe einerseits, andererseits aber auch das sanitarische und landwirthschaftliche Interesse. Und diesen Zweck, das Kapital, welches die Schornsteine in Form von Rauch uns zum dreifachen Nachtheile entführen, an den Verbrennungsherd nutzbar zu binden, erfüllt die Gasfeuerung gegenüber allen Constructionen zur sogenannten Rauchverzehrung bisher am vollkommensten.

Theorie der
Gasentwickelung.

Während sich bei allen sonstigen Feuerungsanlagen nur ein Verbrennungsherd, entweder einfach oder getheilt vorfindet, auf dem sich das Brennmaterial gleichzeitig in allen Stadien der Veränderung und des Verbrauches vorfindet, besteht jede Gasfeuerungsanlage aus drei Theilen: dem Gaserzeuger oder Generator, den Gasleitungen und dem Orte der Verbrennung: Verbrennungsherd oder Gasofen. Ersterer ist mit einer Schicht Brennmaterial beschickt, so hoch, dass die angesogene oder durchgepresste Luft in einem bestimmten Maasse und mit entsprechender Geschwindigkeit zugeleitet, den eigentlichen Destillationsprozess vollführt. Der untere, den Rost berührende Theil des Brennmaterials ist entzündet und wirkt als Agens dieses Prozesses; die aufgeschütteten oberen Schichten machen aber im Herabsinken die drei Veränderungsstufen: Trocknung, Verkokung und Verbrennung allmählich durch, so dass nach und nach jede die nächstfolgende zur Destillation, respective Vorbereitung bringt.

Die Art des so entstehenden Gasmisches lässt sich in folgender Weise beurtheilen. An der Stelle wo die Luft eintritt, bildet sich erst Kohlensäure und die Kokreste verbrennen zu Asche, dringt aber das nun vorhandene Gemisch von Kohlensäure, Stickstoff und unverbrauchtem Sauerstoff der Luft weiter in die oberen Schichten ein, welche durch mitgetheilte Hitze zum Erglühen vorbereitet sind, so wird nicht allein der Rest von Sauerstoff noch gebunden, sondern auch die Kohlensäure (nach der Formel $\text{CO}_2 + \text{C} = 2 \text{CO}$) in Kohlenoxydgas umgewandelt. In den nächst höheren Schichten enthalten die Gase, welche jetzt dorthin gelangen, keinen Sauerstoff mehr, doch die übertragene Temperatur wirkt noch günstig für die trockene Destillation, und ist deren Verlauf ganz in derselben Weise vorauszusetzen und zu beurtheilen wie in den Retorten zur Leuchtgasbereitung. — Da vereinigen sich zunächst die aus dem ersten Verbands tretenden Antheile von Sauerstoff und Wasserstoff zu Wasser; bei weiterer Erhitzung entsteht das schwere Kohlenwasserstoff- oder Elaylgas (CH), ¹⁾ welches neben mehreren analog zusammengesetzten Verbindungen, z. B. Propylen ($\text{C}_3 \text{H}_6$), Butylen ($\text{C}_4 \text{H}_8$), Amylen ($\text{C}_{10} \text{H}_{10}$) u. s. w. die Hauptmasse bildet.

1) In neuester Zeit $\text{C}_4 \text{H}_4$ bezeichnet und Äthylen genannt.

Aus dem schweren Kohlenwasserstoff scheiden sich durch die Erhitzung ferner auch Kohlenstoff und leichtes Kohlenwasserstoff- oder Grubengas ab, nach der Formel: $C_4 H_4 = C_2 H_4 + 2C$. Der tiefste Theil der eben besprochenen Gasbildungsschicht liefert dieses Produkt und alle wasserstoffreicheren bis zum reinen Wasserstoff genau in derselben Weise, wie die Zerlegungen sich im weiteren Verlaufe jeder trockenen Destillation gestalten.

Bis hierher bestehen die Gase also in der Hauptsache aus Kohlenoxyd, Stickstoff, schweren und leichten Kohlenwasserstoffen und Wasserstoff; daneben geringe Mengen unveränderter Kohlensäure und Wasser.

In der obersten Schicht, da wo die Temperatur die niedrigste ist, vollzieht sich endlich die Bildung flüssiger und fester Destillationsprodukte nach der Formel $C_n H_n$, worin n verschiedenartige Werthe besitzt, und zwar sind die hier entstehenden Körper das Paraffin, Naphtalin, Benzin u. s. f. Darauf folgt schliesslich die trockene Kohle.

Prof. Scheerer fand bei Anwendung desselben Brennmaterials und verschiedenen Generatoren dem Gewichte nach folgende Zusammensetzung der Gase:

Bestandtheile.	Brennstoffe.				
	Holz		Torf	Holzkohle	Kok
	I	II			
Stickstoff	53,2	55,5	63,1	64,9	64,8
Kohlenstoff	34,5	21,2	22,4	34,1	33,8
Kohlensäure	11,6	22,0	14,0	0,8	1,3
Wasserstoff	0,7	1,3	0,5	0,2	0,1
Summa	100	100	100	100	100

Die Temperaturstufen nun, nach denen sich alle die beschriebenen chemischen Vorgänge bilden, beginnen bei sämtlichen Brennstoffen mit der Rothglühhitze, verlaufen aber in verschiedener Weise, so dass mit der höchsten Temperatur die Steinkohlengase, mit der niedrigsten gewöhnlich die Holzgase austreten. Im Allgemeinen hängen diese Temperaturen von der Höhe der Füllschichten einerseits, andererseits von der Masse des chemisch oder mechanisch beigestellten Wassergehaltes der Brennstoffe ab. Letzterer wirkt stets abkühlend, und da der Wassergehalt des Holzes, wenn solcher nicht durch scharfe Trocknung auf ein Minimum gebracht ist, unter allen Brennstoffen als der höchste angenommen werden kann, so sind auch diese Gase von der niedrigsten Temperatur. Nahe daran grenzen die Gase des lufttrockenen Torfes und der lignitartigen Braunkohle.

Temperatur
der Gase
und Luftzu-
theilung.

Das Elaylgas, als der wichtigste Bestandtheil der Generatorgase, bildet sich aber in um so grösserer Menge, je trockener das Brennmaterial zur Verwendung gelangt; ferner wirkt hierbei massgebend auch das richtige Quantum von Luft und dessen möglichst gleichmässige Vertheilung zum Rost. Durch einen Ueberschuss an Luft oder deren schlechte Vertheilung wird die Bildung von Kohlensäure begünstigt, durch das Zuwenig wieder die des Elaylgases benachtheiligt.

Nach oben entwickelter Theorie der Gasbildung sieht man übrigens, dass die Oxydation des Kohlenstoffes einen überaus komplizirten Vorgang darstellt. Diese beginnt schon bei verhältnissmässig niedriger Temperatur von 400° C. und bildet sich dann die Kohlensäure als Hauptprodukt, mag nun die Luftmenge gross oder klein sein, und wird nur sehr wenig Kohlenoxyd mitgebildet. Die Oxydation wird heftiger, wenn die Temperatur auf 700° steigt, aber das Hauptprodukt ist immer noch Kohlensäure, wenn auch die Luft noch weit entfernt ist, überschüssig zu sein, oder es nur möglich zu machen, dass die abgehenden Gase 20 % des Volumens Kohlensäure enthalten, welches überhaupt das theoretische Maximum ist, wenn der ganze in der Luft enthaltene Sauerstoff konsumirt wird. Dennoch scheint es, dass unter Umständen, welche, soweit das Verhältniss der Luft zu dem Kohlenstoff in Betracht kommt, günstiger für die Bildung von Kohlenoxyd sind, doch nur Spuren davon gebildet werden. Wenn bei der Verbrennung von fester Kohle in allen industriellen Feuerungen die Abwesenheit eines Luftüberschusses — welch' letzterer oft auf 50 % der abgehenden Feuergase steigt —, unvermeidlich die Anwesenheit von Kohlenoxydgas, allein oder mit Russ gemischt, herbeiführt, so ist der Grund dafür folgender: Ueber die Temperatur von 700° wächst das Verhältniss des Kohlenoxydgases zur Kohlensäure schnell, bis 995° erreicht sind, wo dann das erstere Gas ausschliesslich gebildet wird, während die Erhöhung der brennenden Kohlenschicht nicht ausreicht, um Kohlenoxyd zu bilden, wenn das Minimum der Temperatur nicht überschritten wird. Es mag beiläufig bemerkt werden, dass diese Beobachtungen über ein Phänomen Aufschluss geben, welches bis jetzt noch keine genügende Erklärung gefunden hat. Wenn sich Kohlenstoff bei einer niedrigeren Temperatur unter 700° oxydirt, brennt er ohne Flamme, ist sie dagegen höher, z. B. 1000° , wird die Verbrennung von einer Flamme begleitet. Im ersteren Falle verbrennt der Kohlenstoff direkt zu Kohlensäure, einem nicht brennbaren Gase, und im letzteren zu Kohlenoxyd, welches bei höherer Temperatur mit einem weiteren Teile Sauerstoff mit der charakteristischen blauen Flamme verbrennt.

Die Erreichung einer möglichst vollkommenen Verbrennung ist hierbei nicht zu verwechseln mit der Hervorbringung einer möglichst hohen Temperatur, da es feststeht, dass die Oxydation

des Kohlenstoffs bei Temperaturen von 995⁰ nur Kohlenoxyd erzeugt. Im Generator sollte also die Temperatur 1000⁰ nicht übersteigen, um jene Umbildung zu Kohlensäure thunlichst zu vermeiden. Das aber kann nur erzielt werden durch entsprechende Luftzufuhr unter Anbringung eines Pyrometers, denn die Uebung selbst des geschultesten Heizers reicht hierzu nicht aus.¹⁾

Als Brennmaterialien kommen hauptsächlich Holz, Torf, Braunkohle und Steinkohle in Frage, und es sind die Einrichtungen der Generatoren je nach dem wesentlich verschieden. Die Dimensionen sind aber nach den besonderen physikalischen Eigenschaften genannter Brennstoffe anzuordnen und zwar die der Schütthöhen im Allgemeinen nach deren Aggregatzustand, Form und Grösse der Rostflächen nach der Reinheit derselben.

Allgemeines
über Gene-
ratoren.

Bezüglich der Form kann man drei Gattungen von Rosten unterscheiden: Planroste, Pultroste und Treppenroste. Die Planroste eignen sich insbesondere für wenig schlackende und grossstückige Brennstoffe, denen man also eine bedeutende Schütthöhe geben kann. Hierher gehört Holz, gute böhmische Braunkohle und nicht backende Steinkohle bester Qualität. Pultroste werden angewandt bei mittelklaren Brennstoffen und mittleren Schütthöhen, hierher gehört z. B. die norddeutsche Braunkohle, ferner Sandkohle, Presstorf. Die Treppenroste endlich empfehlen sich vorzüglich für Anwendung klarer und auch gemischter Brennstoffe, d. i. speciell für mehr niedere Schütthöhen. Alle Sorten von Klarkohle bis nahe zur staubartigen Beschaffenheit, sowie Torfgrus, sind bei einer richtigen Construction des Treppenrostes tauglich für den Generatorbetrieb. Pult- und Treppenroste ohne Luftpressung sind stets in Combination mit Planrosten gedacht.

Zu gleichem Zwecke wendet man da, wo der Genertaor mit Luftpressung arbeiten soll, auch das sogenannte Heizpult an. Es ist dies eine Thon- oder Eisenplatte von entsprechender Stärke, welche mit einer grossen Anzahl feiner Oeffnungen versehen ist.²⁾

Für die Roststäbe der Planroste eignet sich am meisten die gewöhnliche Fischbauchform. Während hier die Abnutzung zuerst in der Mitte erfolgt, findet sie bei den Pultrosten mehr gleichmässig statt, weshalb für die Stäbe derselben die oblonge Form vorzuziehen ist. Auch ist diese für die Treppenroste die beste, obgleich ihre Dauer gegenüber denen der Plan- und Pultroste die geringste ist, allein Abweichungen von der oblongen Form zu Gunsten der Haltbarkeit sind im Interesse der gleichförmigen Beschüttung nicht statthaft. Verstärkungsrippen an der Feuerseite befördern nur eine frühere Durchbiegung und erschweren das Gradrichten, ohne die Dauer wesentlich zu erhöhen.

1) (Eng.)

2) Vgl. unten Buchscheidner Schweissöfen mit Gasfeuerung.

Die obere Breite der Plan- und Pultrorststäbe ist für alle Fälle auf 3 cm, bei einer Verjüngung nach unten auf 2 cm anzunehmen, dagegen, um die Beschürung nicht zu sehr zu erschweren, die mittlere Höhe nicht über 13 cm.

Die Stäbe oder Platten der Treppenroste sind je nach der Natur des Brennstoffes 2 bis 3,5 cm stark zu machen. Ersteres Maass empfiehlt sich für alle Sorten von Klarkohle und Torfgrus, letzteres besonders für Steinkohle, die dazwischen liegenden Maasse für gewöhnliche Förderkohle oder Stücktorf. Die Breite der Stäbe richtet sich nach der Länge derselben und variiert zwischen 20 bis 25 cm, Längen über 0,80 m sind unzweckmässig wegen der zu raschen Durchbiegung,

Der freie Raum im Verhältniss zur Gesamtfläche ist bei Plan- und Pultrorsten stets auf ein Drittel zu normiren, bei Treppenrosten dagegen, wegen der continuirlichen Aschenanhäufung, welche den Luftzutritt mehr oder minder absperret, auf $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$, d. h. die freie Fläche würde $\frac{1}{3}$ resp. $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ der gesamten Rostfläche ausmachen. Letzteres Maass ist bei sehr aschen- und schlackenreichem Brennmaterial zu acceptiren.

Im Interesse einer zweckmässigen Beschürung und damit verbundenen guten, gleichförmigen Gasentwicklung ist es nie rathsam, selbst bei den reinsten Brennstoffen, das Maass von 2 □m für die totale Rostfläche zu überschreiten, schon bei dieser Grösse wird es seine Schwierigkeiten haben, die genannten Bedingungen immer aufrecht zu erhalten.

Weiches Gusseisen empfiehlt sich für Generatorroste am meisten, es ist das widerstandsfähigste Material und kann man bei einiger Vorsicht durch Drücken oder succesives Belasten im rothwarmen Zustande solche krummgezogene Stäbe leicht mehrmals wieder gradrichten.

Bau der Generatoren.

Eine der wichtigsten Regeln für die Anlage von Gasfeuerungen ist, das Gas bis zum Verbrennungsherde möglichst in steigender Tendenz zu erhalten, man beugt dadurch nicht allein den für den Betrieb so lästigen Condensationen in den Leitungen vor, sondern es wirken auch die Witterungsverhältnisse dann weniger störend auf den gleichförmigen Gang des Generators, ganz besonders des Zuggenerators. Speziell vortheilhaft für die Beschickung, die Dichtheit und Dauerhaftigkeit ist die unterirdische Lage desselben, womit man zugleich die theuern Verankerungen spart.

Das Mauerwerk eines Generators ist mit thunlichster Sorgfalt herzustellen. Bausteine sowohl als Bindematerial müssen möglichst frei sein von Alkalien und soll dieses für die inneren Begrenzungsflächen bis mindestens auf 25 cm Dicke, aus 1 Theil fetten guten Thons und 2 Theilen reinen scharfen Quarzsandes bestehen, beides innig gemengt und in syrupartiger Consistenz angemacht. Auf die Höhe der Glühenschicht ist jeder Generator

mit einem Futter von Chamottsteinen zu versehen, beim Betriebe mit Steinkohlen jedoch ist es, wegen der hohen Temperatur der Gase, zweckmässiger, den Generator durchaus inwendig mit Chamottsteinen zu verkleiden, sowie die Gewölbe desselben von solchen, wenn auch in etwas geringerer Qualität, herzustellen.

Es ist ferner ein exacter Fugenwechsel auf Kopf und Läufer unerlässlich und muss jeder Stein zuvor gut angenetzt und fest mit dem Hammer angesetzt werden. — Die äusseren Schichten mauert man besser in Kalk, und steht der Generator frei, so ist es rathsam, die Fugen mit Cement zu verstreichen. Putz ist hier, wie bei allen Constructionstheilen einer Gasfeuerungsanlage, ohne Ausnahme nicht statthaft; alles Mauerwerk bleibt roh und ist nur mit besonderer Sorgfalt zu verkitten resp. zu verfugen.

Freistehende Theile, besonders soweit die Widerlager der Gewölbe reichen, sind entsprechend zu ankern; das totale Einkleiden in eiserne Platten kann ich jedoch, abgesehen von seiner Kostspieligkeit, deshalb nicht empfehlen, weil man die Risse, welche sich nach dem ersten Anfeuern stets mehr oder weniger bilden und wodurch Gelegenheit zum Eindringen der äusseren Luft geboten wird, nicht bemerken und ausbessern kann.

Die Schüttöffnung, deren Weite sich innerhalb der Grenzen 50 cm und 35 cm bewegen kann, muss dem oberen Generatorquerschnitt geometrisch ähnlich sein, d. h. ist letzterer quadratisch, so muss es ersterer auch sein, damit eine gleichförmige Beschüttung stattfinden kann; denn es ist einleuchtend, dass, wenn man die Schüttöffnung für diesen Fall z. B. rund macht, die Ecken des Generators dünner beschüttet werden als die Seiten, was an diesen Stellen, die ohnehin stets schwächer bestrichen sind, ein Durchbrennen der Glühschicht leicht zur Folge hat.

Gasverluste beim Füllen des Generators werden durch den Zarchenschlot *a* (Fig. 4 und 5 Taf. I) vermieden, indem man die Fallklappe *b* jedesmal rasch nach Einfüllung der Kohle schliesst. Damit während des Schüttens die Zarche durch Brocken vom Brennmaterial nicht verunreinigt werden kann, muss ein leichter Blechrahmen zuvor über dieselbe gestürzt werden.

Sogenannte Schüttcylinder, welche den Zweck haben, für den Gasabzugskanal einen neutralen Raum im Generator zu gewinnen, müssen, wenn die Construction einmal einen solchen bedingt, so kurz als möglich gehalten sein, sie sind sonst einer sehr raschen Zerstörung ausgesetzt.

Bei Schachtgeneratoren haben dieselben ausserdem dann einen Zweck, wenn man durch entsprechende Verlängerung oder Anschuhung die Schütthöhe des Brennmaterials verändert und so den Generator befähigt, Sorten von verschiedenem Aggregatzustande zu vergasen.

Den Rost und damit die Gasentwicklung fortwährend in regelmässiger Thätigkeit zu erhalten, ist die Hauptaufgabe des

Beschreibung.

Schürers, und erfordert dies besonders bei stark schlackendem Brennmaterialen durchaus eine längere Uebung und sorgfältige Beobachtung aller Einzelheiten. Ein geübter und aufmerksamer Schürer ist besonders in diesem Falle eine ganz schätzenswerthe Persönlichkeit und kann dem Hüttenbetriebe unendlich viele Nachtheile abwenden.

Vor allem weiss ein solcher auf den ersten Blick Stücke von grosser Unreinheit von den übrigen zu unterscheiden und wirft sie bei Seite. Torf ist in dieser Beziehung am schwierigsten zu sichten, da die Verunreinigungen lediglich durch Sand herbeigeführt werden, hier ist nur die grössere Schwere als Erkennungsmerkmal geboten. Bei Braun- und Steinkohle dagegen kommt hierzu im ersteren Falle noch das schwammige Aussehen, hervorgerufen durch erdige Bestandtheile und grossen Schwefelkiesgehalt, im letzteren der völlige Mangel an Glanz und das Durchsetztsein mit Quarz- und Schwefelkiesschichten. Seine Hauptstärke besteht aber in dem geschickten Sondiren mit der Schürstange nach Schlacke, diesem Erzfeinde aller Gasfeuerungen, und in dem Entfernen derselben ohne das Feuer wesentlich dabei zu stören.

Durch ein unzeitiges oder ungeschicktes Schüren entstehen die sogenannten „wilden“ Gase, das sind theils in der Entwicklung begriffene Kohlenwasserstoffe oder solche, welche durch das Eindringen von Luft bereits als verbrannt entweichen und es ist eine Thatsache, die ich aus vielfacher Erfahrung anführen kann, dass ein so gestörter Rost oft erst nach Verlauf von Stunden wieder regelmässig functionirt. Man ist in solchen Fällen nicht selten geneigt, der ganzen Anlage den Vorwurf schlechter Construction zu machen, oder der mit Eigenthümlichkeiten seiner Gasfeuerungsanlage oft selbst wenig bekannte Besitzer ist dann in dem Glauben befangen, sein Brennmaterial sei untauglich, während der Fehler lediglich in der schlechten Beschürung des Rostes zu suchen war.

Die Schlacken bilden sich theils auf dem Roste selbst, theils bauen sie sich nestartig an den Wänden und in den Ecken des Generators auf. Die letzteren sind die nachtheiligsten, und es kann bei grober Vernachlässigung besonders in schachtförmigen Generatoren zuletzt geschehen, dass sich der Rost durch ein förmliches Gerippe von Schlacken mit feinen Kanalverzweigungen nach und nach überwölbt, welches dann von dem nachstürzenden Brennmaterial plötzlich zusammengedrückt wird. Knallgasbildung und Explosionen sind die unmittelbare Folge hiervon.¹⁾ Immer

1) Knallgas, Explosionen. Versuche hierüber, in der Mitte der 1850er Jahre von Prof. Dr. Erdmann und Weber in Leipzig vorgenommen. ergaben, dass ein Gemisch von 1 Volumen Leuchtgas mit 2 Volumen Luft noch ruhig verbrannten, 1 Volumen Leuchtgas mit 4 Volumen Luft verbrannten schnell aber ohne Knall, Gemische im Verhältniss von 1 : 6 und 1 : 10 dagegen bereits mit starken Detonation.

aber findet solchenfalls durch das Eindringen der Luft in die erwähnten Schlackenkanäle ein stellenweises Verbrennen der Gase theils schon im Generator, theils später in den Leitungskanälen statt, und schädigt damit den Betrieb als die Anlage selbst.

Es ist eine Wahrnehmung, dass sich Knallgas unter Gegen-^{Knallgasbildung und Explosionserscheinungen.}wart hoher Temperaturen selbst bei einem geringen Prozentsatz von Kohlenwasserstoffgasen, wie solche die Schwelgase ja aufweisen, leicht und energisch bildet, während Leuchtgas in geschlossenen Räumen und bei gewöhnlicher Temperatur sich nur allmählich mit dem vorhandenen Sauerstoff zu Knallgas umsetzt. Wenn aber die verheerenden Wirkungen dieses explosiven Stoffes bei Leuchtgasentströmungen häufig nur unvorsichtiger Gebahrung zuzuschreiben sind, so ist dies bei Generatorgasen deshalb weit seltener der Fall, weil die Bedingungen zur Knallgasbildung hier sehr verschiedener Art sein können und zudem sich der Beobachtung durch die Sinne entziehen. Dort ist sie stets auf zwei Ursachen zurückzuführen: Rohrdefecte oder Offenstehen der Hähne, und dann warnt uns der Geruchssinn; hier dagegen vollzieht sich die Mischung völlig unbemerkt in den Constructionstheilen der Anlage und ihre Entzündung erfolgt ahnungslos.

Knallgasbildungen treten bei Gasfeuerungen überall auf: also in den Leitungen sowohl als auch im Generator und Verbrennungsherd. Lange Leitungen begünstigen solche, aber es inclinirt das Kanalsystem dann am wenigsten dazu, wenn es eine stets steigende Tendenz verfolgt, gut gemauert, unterirdisch gelegen und angemessene lichte Dimensionen besitzt, d. h. vor allem nicht zu weit für die ganze Anlage gehalten ist. Bezüglich der Verbrennungsherde ist zu erwähnen, dass solche mit kleinem Kubikraum günstiger als mit grossem, besonders sobald dieser mit Brenn-, Schmelzgut oder Tiegeln bepackt ist, womit also den durchziehenden Gasen speziell Gelegenheit zur Verzettelung und Luftmischung geboten wird. Hier ist beim Anfeuern starker Zug bis zur Rothgluth unbedingt erforderlich.

Sicherheitsmassregeln gegen Explosionsgefahr:

1. Bei Generatoren. Allezeit möglichste Tieflage, womit man die Gelegenheit zu Gasanschoppungen in den Entwicklungsschichten — welche vornehmlich gern bei niederem Barometerstand und drückender Aussentemperatur entstehen — möglichst paralyisirt. Gewissenhafte Beschürung. Insbesondere die Rückwand des Generators, weil schwieriger zugänglich, ist dem Aufbau der Schlacken am günstigsten. Man kann einen solchen mit einem Riesenschwamme vergleichen, in dessen Poren und Kanälen sich zu Zeiten, wie bemerkt, Gase anschoppen und dann bereits im Generator oder später in den Kanälen als Knallgas zur Explosion gelangen. Insonderheit sind Generatoren mit unterbrochenem Betriebe bei Vernachlässigung diesem Uebelstande am leichtesten ausgesetzt.

Consequentes Absperren des Generators von der Aussenluft beim Füllen (Laden) damit kein Ansaugen von oben stattfinden kann.

2. Beim Kanalsystem. Abgesehen von den ökonomischen Vortheilen: möglichste Kürze desselben allerwärts, wo solche jedoch nicht ausführbar: Anlage von Zarchen mit Wasserfüllung und leichter Bedeckung in Entfernungen von mindestens 4 zu 4 m. Da sie neben ihrer Eigenschaft als Reinigungsverschlüsse gleichsam auch als Sicherheitsventile zu dienen haben, so dürfen sie nie belastet werden.

3. Beim Verbrennungsherd. Vor Zulassung des Gases ist der Herd in möglichster Nähe der Fuchse mittels Holz, auch event. unter Benutzung von Stichtorf, so lange vorzuheizen, bis dort die innern Gewölbflächen dunkelroth scheinen, worauf man ganz allmählich und unter beständiger Beobachtung der Flammenbildung mehr und mehr Gas zulässt. Das Vorfeuer ist jedenfalls so lange zu unterhalten, bis sich der Flammzug constant erhält und zwar mit kräftigem Zug (siehe oben), sodass der Ofen einsaugt. Bei bepackten, resp. hochgewölbten Herden besonders für keramische Zwecke, darf man den Schaulöchern sich mit Feuerbränden niemals nähern bis zu dem Moment, wo der innere Raum frei von Rauch mindestens in dunkler Kirschrothglühhitze leuchtet.

Es ist nach Alledem der Grundsatz aufzustellen, dass jeder Besitzer einer Gasfeuerungsanlage wohl daran thut, über eine Zugreserve zu verfügen grösser als für Heizanlage von gleichem pyrometrischen Effekt.¹⁾

Die französischen Chemiker Mallard und Le Chatelier haben übrigens die Entzündungstemperatur verschiedener explosiver Mischungen von Gas und Luft untersucht. Ihre Versuche betrafen sowohl Wasserstoff- als auch Kohlenstoffgas, gemischt mit Luft in verschiedenen Proportionen. Die Temperatur wurde durch einen in einem Plorot-Schmelzofen erhitzten Pyrometer gemessen. Das Innere des Pyrometers wurde mit einem Glasreservoir und mit Luft dergestalt in Verbindung gebracht, dass, sobald der gewünschte Hitzgrad erreicht war, die zu untersuchende Mischung eingelassen werden konnte. Um Irrungen zu vermeiden, wurden wiederholte Experimente vorgenommen, bei Hitzegraden, welche absichtlich ein wenig über oder unter dem bereits gefundenen Entzündungspunkt gehalten wurden. Es stellte sich heraus, dass 70 % Luft und 30 % Wasserstoffgas bei 552 und 553° C. sich entzündeten. Die Einführung von Kohlenstoffgas erhöhte den Entzündungspunkt, wie überhaupt dies Gas eine weit höhere Entzündungstemperatur hat, als Wasserstoffgas. Bei einer Mischung von ebenfalls 70 % Luft und 30 %

¹⁾ Hierüber siehe drittes Kapitel,

Kohlenstoffgas variirt der Entzündungspunkt von 650 bis 657° C. und kann durch Einführung von mehr Kohlenstoffgas bis auf 725° C. erhöht werden.

Scharfe Ecken begünstigen besonders den Schlackenbau, weshalb es zweckmässig ist, dieselben bis zur Höhe der Gluthschicht auf ca. 20 cm zu verbrechen.

Um nun die Schlacken der Wände beseitigen zu können, ist der Generator an entsprechenden Punkten mit luftdicht schliessenden Büchsen zu armieren oder wenigstens mit Spaltöffnungen zu versehen, durch die man mit der Schürstange bequem nach 2 Seiten hin sondiren kann, und welche alsdann wieder gut verschlossen oder verschmiert werden müssen. Die von oben zerstoßenen Schlacken zieht der Schürer mit dem Haken zwischen den Rosten durch.

Die Schlacken, welche sich unmittelbar auf dem Roste ansetzen, erkennt man leicht daran, dass die betreffenden Stellen auffällig dunkler erscheinen, sie werden erst mit einer schwächeren Stange vorsichtig zerstoßen und dann ebenfalls so weit als thunlich stückweise, indem man von unten mit dem Haken zwischen die Roste fährt, herausgerissen.

Das Anhäufen der Asche unter dem Roste darf man von vornherein nicht gestatten, durch die derselben entweichende Hitze kann es sonst geschehen, dass sämtliche Stäbe krumm werden und somit die Beschürung ausserordentlich schwer, wenn nicht unmöglich gemacht wird.¹⁾

Jeder Generator ist mit einer dicht schliessenden Absperrvorrichtung zu versehen, welche zugleich eine sichere Regulirung des Gasstromes gestattet, sie ist in möglichster Nähe des Generators anzubringen. Die einfachste dieser Vorrichtung ist die gewöhnliche Drosselklappe. Taf. I Fig. 6 als Längenschnitt und Fig. 7 als Stirnansicht stellt eine solche dar, *aa* ist das Gehäuse, *bb* der ovale Flügel, *cc* Frictionsscheiben und *d* die Welle. Das Gehäuse ist doppelt conisch und der Flügel entsprechend zugeschärft, damit man durch Anziehen des Hebels *e* den dichten Schluss am Gehäuse besser bewirken kann; selbstverständlich ist eine exacte Montage, unbeschadet der leichten Drehbarkeit, Bedingung und wird der gasdichte Schluss trotzdem erst dann erfolgen, wenn sich die Klappe etwas vertheert hat.

Absperrvorrichtungen.

Eine andere Regulirung bei sofort dichtem Schlusse ist durch das Ventil Taf. I in Fig. 3 (Längenschnitt) geboten. Dasselbe besteht aus einer oberen Zarche *aa* und einer unteren *bb*, welche durch die 4 Stützen *cc* fest verbunden sind. In dem oberen Deckel *dd* führt sich die abgedrehte Stange *ff*, an der der Ventilteller *ee* drehbar aufgehängt ist. *ff* ist nämlich mit

1) Anstecken der Generatoren siehe „Allgemeine Anweisungen für den Bau und Betrieb etc.“ von Richard Schneider, Leipzig bei Arthur Felix 1886.

dem Ansätze *h* versehen und wird durch den mit 4 kleinen Kopfschrauben an *ee* befestigten schmiedeeisernen Ring *ii* gehalten. Durch die von Zoll zu Zoll angebrachten Bohrungen *gg* kann man mittels eines Vorsteckers den Teller hoch und tief stellen und zwar ist letzterer genau so gross, dass man ihn aus dem gemauerten Gehäuse mit der Stange zusammen herausheben kann, ohne die Zarche *aa* entfernen zu müssen. *kk* sind 2 Handhaben und *l* der Theersammler. Dieses Ventil eignet sich insbesondere bei starken natürlichen Steigungen.

Der hermetische Schluss in den Zarchen wird durch feinen Sand vollkommen erreicht, in die untere braucht man nur soviel zu geben, dass sich der Tellerrand auf Fingerhöhe eindrückt.

Dieses Absperrventil braucht selbst unter ungünstigen Verhältnissen erst nach Monaten einmal gereinigt zu werden und ist dann für diesen Zweck leicht zugänglich. An Stelle der Zugstange *ff* eine Schraubenspindel anzuwenden, vertheuert den Apparat wesentlich ohne besondere Vortheile zu bringen, es kommt dabei auch häufig vor, dass sich die Schraube durch den Staub und Theer in der Mutter so festfrisst, dass sie erst mit ziemlicher Gewalt wieder flott gemacht werden kann.

Einfache Schieber für die Gasabspernung und Regulirung leiden durch die continuirliche Verstopfung in den Führungsfalzen an grossen Unzuträglichkeiten, auch ist der Schluss stets ein mangelhafter. Sie sind an dieser Stelle in keiner Weise zu empfehlen.

Gasleitung.

Als allgemeine Regel für die Gasleitung gilt: möglichst grosser Querschnitt und kürzester Weg bei Vermeidung von Verengungen und scharfen Biegungen bis zum Eintritt in den Ventilator oder in die Wechselklappe.¹⁾ Die Weite des Querschnittes von 50 cm nach Breite und Höhe ist reichlich genügend; unter 35 cm für kleinere Anlagen zu gehen aber, wegen der dann zu häufig eintretenden Theerverstopfungen, besonders bei schweren Gasen, nicht rathsam.

Die Kanalsohle ist, je nachdem es die Terrainverhältnisse gestatten, in möglichst steilem Gefälle anzulegen und am unteren Endpunkte ein Theerfang mit darüber liegendem Wasser-Verschluss einzuschalten. Der Deckel dieses Verschlusses dient zugleich als Sicherheits- resp. Ausbrennventil bei vorkommenden Explosionen und darf deshalb nie belastet werden.

Bei continuirlicher Steigung ist der einfache Verschluss ohne Theerfang am obern Ende der Leitung anzubringen, ist man aber durch örtliche Verhältnisse gezwungen, den Kanal von Fall auf Steigung übergehen zu lassen, so ist die Bruchstelle gleichfalls mit Theerfang und Verschluss zu versehen. Ein solcher ist übrigens überall im Interesse der bequemen Reinigung noch dazwischen zu legen, wenn die Leitung eine Länge von 5 m überschreitet.

1) Siehe Regenerativöfen.

Die Wahl des Ortes für Anlage eines Generators ist keineswegs gleichgiltig. Wenn es auch der grösseren Reinlichkeit wegen vorzuziehen ist, denselben ausserhalb der Hüttengebäude zu situiren, so muss man doch wesentlich darauf Bedacht nehmen, und dies gilt besonders für Zuggeneratoren, ihm eine von Winden geschützte Stelle anzuweisen. Die direkte Lage gegen Westen ist deshalb für unsere Witterungsverhältnisse die ungünstigste, jede heftige Luftströmung gegen die offene Rostfläche macht sich sofort auf dem Verbrennungsherde durch ein Schwanken und Trüben der Flamme bemerklich, was bei grosser Heftigkeit selbst zu empfindlichen Betriebsstörungen führen kann. Solchenfalls ist, besonders wenn die Terrainverhältnisse die Anlage einer Grube nicht gestatten, ein geschlossener Raum für den Generator unerlässlich.

Situation für
Generation.

Die Schürgrube muss, wenn eine solche vorhanden, geräumig sein und einen bequemen Transport der Asche gestatten, ihre Länge wenigstens gleich sein der doppelten Tiefe, und ihre Breite gleich der Breite des Rostes, plus 20 cm zu jeder Seite. Für Anlage mehrerer Generatoren ist eine gemeinschaftliche Schürgrube selbstredend das Vorteilhafteste.

Die Gaskanäle sind unter allen Umständen gut vor Feuchtigkeit zu schützen, damit das Gas nicht durch Wasserdämpfe von aussen etwa geschwängert wird, ebenso ist darauf zu achten, dass der Generator nicht von der Dachtraufe bespült werden kann.

Ganz besonders wichtig für den Gasbetrieb ist ferner die Verwendung von mindestens lufttrockenem Brennmaterial,¹⁾ es ist daher vor Anlage einer Gasfeuerung, zumal während der Wintermonate, Sorge für entsprechende Räumlichkeiten zu treffen, die in möglichster Nähe des Objectes gelegen sein müssen.

An Schürwerkzeugen sind erforderlich für Plan- und Pultroste ein Haken von der Form einer breiten Messerklinge, welche lang genug ist, dass man von unten zwischen die Stäbe damit hindurch fahren kann, eine runde Stange von ca. 2½ cm Durchmesser mit meiselartiger Zuschärfung zum Abstossen der Schlacken, und eine dergleichen schwächere, von ca. 2 cm Durchmesser. Sämmtliche Werkzeuge müssen unten gut verstäht und oben mit einem Handgriff versehen sein, nach jedesmaliger Gebrauche aber in Wasser abgekühlt werden. Zum Aufschütten des Brennmaterials vier bis sechs hölzerne, gutbeschlagene Kübel, welche 50 bis 60 Pfund fassen und nach jedesmaliger Entleerung frisch gefüllt werden. Für Holz und Torf eignen sich besser grosse Körbe oder Schwingen.

Schürwerkzeug
und Utensilien.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, dass der Effect eines Heizobjectes erhöht werden kann, sobald man unter den Rost Wasser zuleitet, dergestalt, dass dasselbe, indem es in

Wasserzuleitung

1) Siehe oben.

Dampfform die Glühschicht durchdringt, eine Zersetzung erleidet. Von ganz besonderem Vortheile ist aber diese Manipulation auf Generatoren angewandt, da die Glühschicht hier gegenüber dem direkten Feuer eine in der Regel ungleich höhere und fortwährend constante ist, wodurch weit eher eine totale Zersetzung der Wasserdämpfe zur Perfektion gelangt. William Siemens äussert sich hierüber folgendermassen: „Jeder Kubikfuss Dampf zersetzt sich, durch die 2—3 Fuss dicke Schicht weissglühenden Brennmaterials¹⁾ dringend, zu einer Mischung von 1 Kubikfuss Wasserstoff und nahezu einem gleichen Volumen von Kohlenoxyd mit einer veränderlichen, aber geringen Menge von Kohlensäure. So liefert ein Kubikfuss Dampf so viel brennbares Gas, als 5 Kubikfuss atmosphärischer Luft; aber der eine Vorgang ist abhängig von dem andern, insofern, als der Durchgang der Luft durch das Feuer mit Wärmeentwicklung verbunden ist, und wiederum die Entwicklung der Wassergase so gut wie die der Kohlenwasserstoffe befördert wird durch die Steigerung der Wärme. Die Dampfentwicklung aus dem Wasser regulirt sich von selbst nach Bedürfniss, da sie von der Höhe der Temperatur im Brennmaterial abhängig ist. Die totale Produktion von brennbaren Gasen variirt also mit der Stärke des Luftstromes. Da der Eintritt der Luft durch den Rost einerseits wieder abhängig ist von dem Zug der im Generator entwickelten Gase, so kann die Entwicklung der Gase vollständig nach dem Bedürfniss derselben regulirt werden.“

Es giebt Orte, wo es wünschenswerth oder nothwendig ist, für den Betrieb die als Nebenprodukt gewonnenen Koke als Brennmaterial im Generator mit zu verwenden, z. B. bei Fabriken mit eignen Leuchtgasbereitung. Hier ist es von doppelter Wichtigkeit, unter die Generatorroste Wasser zu leiten, da die Koke allein nur grösstentheils Kohlenoxydgas produziren, was für den Verbrennungsherd relativ nicht ausgiebig genug ist. Die Wasserzersetzung wird aber in der hohen Temperatur des Koksfeuers am vollkommensten vor sich gehen.

Zweites Kapitel.

Arten der Generatoren.

Allgemeines. Es giebt Generatoren welche mit Pressluft, sowie solche, welche mit Schornstein, also mit natürlichem Zug arbeiten. Ohne Ausnahme aber müssen alle drei Bedingungen erfüllen, wenn

1) Bei Steinkohlengeneratoren. (D. V.)

sie tadellos functioniren sollen; sie müssen, abgesehen von der richtigen Wahl der Roste,

1. die richtige Schütthöhe haben,
2. für die Beschürung nach allen Dimensionen zugänglich sein und
3. eine nach Oekonomie und Bedienung gleich zweckmässige Beschüttung besitzen.

Die erste, ungleich wichtigste Bedingung, von deren Erfüllung ja die richtige Ausbeute eines reifen Schwelgases am meisten abhängt, ist bei dem unendlich verschiedenen Aggregatzustand der Brennstoffe immer nur auf empirischem Wege zu bestimmen; d. h. bei Schachtgeneratoren, wie oben erwähnt, durch verschiebbaren Schüttcylinder, oder bei Treppenrostgeneratoren durch Veränderung der Schüttspalte x (siehe Fig. 4 Taf. I) mittels eines Blechschiebers.

Je kohlenstoffreicher eine Kohle ist, destomehr Färbung besitzt das Schwelgas, so zwar, dass z. B. die besten Gattungen Stein- oder Braunkohle ein schwefelgelbes Gas, die geringeren ein strohgelb gefärbtes Gas erzeugen, desgleichen Presstorf ein schwefelgelbes, während Stichtorf, Kok und Holz ein bläulich gefärbtes Gas entweichen lassen. Hat man nun die richtige Schütthöhe ermittelt, so entweicht den geöffneten Schlackbüchsen das Gas mit der entsprechenden Farbe, und zwar muss dieses Entweichen geräuschlos erfolgen; d. h. der Generator arbeitet mit Ueberdruck, aber ohne übermässigen Druck oder Schornsteinzug, und ein vorgehaltener Brand muss das entströmende Gas sofort entzünden.

Die zweite Bedingung erreicht man durch den Einsatz von Stoss- oder Schlackbüchsen derart, dass sämtliche Rostkanten, sowie Ecken und Winkel des Generators erreichbar sind.

Die dritte Bedingung wird nach meiner Erfahrung am besten erfüllt durch den Füllschlot a , Figg. 4 und 5 Taf. I. Die Klappe b ist nach dem Einfüllen des Brennstoffes jedesmal sofort wieder zu schliessen.

Generatoren, welche mit gepresster Luft arbeiten, erhalten dieselbe mittels einer oder mehrerer Düsen entweder durch den Aschenfall, wenn ein Rost vorhanden, oder direkt in die Glüh-schicht geleitet, wenn anstatt des Rostes eine Platte¹⁾ angewandt ist. Es ist hierbei die Hauptaufgabe, den Windstrom so zu reguliren, dass die Gasentwicklung immer normal bleibt, dass besonders die Pressung nicht eine Höhe erreicht, durch welche bereits im Generator selbst ein Theil der Gase zur Verbrennung gelangt. Der Druck ist je nach der Schichthöhe des Brennmaterials und der erforderlichen Gasproduktion zu bemessen und schwankt danach zwischen 2 bis 10 Linien Quecksilbersäule.

Generatoren
mit Pressluft.

1) Figg. 1 u. 2, auf Tafel I. Ausser in h lassen sich hier Platte wie Ecken durch die verschliessbaren Oeffnungen ss . . . leicht beschüren.

Es finden diese Generatoren besonders Anwendung bei direkter Gasfeuerung mit hoher Temperatur, wo unter Bedarf eines grossen Quantums von Gas der Ventilator dem Verbrennungsherd in der Regel gleichzeitig die erhitzte Luft zuführt.

Im Allgemeinen werden Generatoren mit Pressluft bei nothwendiger Verwerthung kleinstückiger und geringwerthiger Brennstoffe gewählt, weil man es hier in der Regel vielmehr an der Hand hat, durch einen grösseren oder geringeren Druck nach Bedarf Sauerstoff dem Roste zuzuführen und dadurch die Verbrennung zu beschleunigen oder zu verzögern, als durch den Zug des Schornsteins.

Fig. 10 Taf. II zeigt einen Generator zur Vergasung geringwerthiger Kohlen, auch Koke und zwar tritt durch *f*, die Pressluft ein, bei gutem Verschluss des Aschefalls durch die Thür *g*. *b*, Treppenrost, *c*, Planrost, *h h*, Verschrägungen der Generatorwände, *e*, Rutschplatte zur Vorbereitung der Vergasung, *d*, zwei ausgebüchste Stosskanäle zum Abschlacken der letzteren, dessen untere Nase dem Schüreisen sonst schwer zugänglich ist und deshalb auch alle Zeit die wundeste Stelle der Treppenroste zu sein pflegt. *a*, Gaskanal.

Jemehr das Brennmaterial sich senkt, destomehr naturgemäss zerklüftet es, bis es eben zuletzt zu Asche wird. Da nun jeder Generator eine selbstthätige Retorte darstellt, so ergibt sich daraus, dass der constructiv richtigste Längsschnitt eines Generators nach dem Roste zu eine conische Form zeigen muss. Denn nur damit ist einestheils die trockene Destillation vollkommen zu erzielen, andernteils aber auch nur dadurch die gleichförmige Vertheilung der Verbrennungsluft zu ermöglichen.

Als Ausnahme hiervon gelten einzig nur diejenigen Generatoren, welche mit stark backender Kleinkohle arbeiten, und zwar ist ein solcher Generator in Fig. 11 Taf. II dargestellt.¹⁾ Derselbe ist von Sailler s. Z. auf dem grossen Eisenwerke Witkowitz in Mähren erbaut worden. Zwei Düsen *aa*, welche in wassergekühlten Formen *b* liegen, führen den Wind zu; *cc* sind Wasserkühlungen für den Schacht. Die Formen ragen etwas in den Schacht hinein und man soll damit den gleichen Vortheil erreichen, um dessentwillen man bei mageren Brennstoffen den Schacht nach unten zu verengt. Die nahezu flüssige Schlacke wird von Zeit zu Zeit durch die Oeffnungen *dd* abgelassen, aber es ist nothwendig, dass man bei thonreichen Kohlen durch Kalksteinzuschlag die Schlacke leichtflüssiger macht. Dieser Generator vergast in 24 Stunden ca. 120 Centner, allein es kann durch geeignete Windzuführung auch eine obere Grenze von 180 Centner und eine untere von 60 Centner erreicht werden.

1) Die Gasfeuerungen für metallurg. Zwecke von A. Ledebur, Leipzig, Verlag von Arthur Felix 1891.

Die Pressung beträgt 10 bis 20 cm Wassersäule und das Gas entweicht mit einer Temperatur von 700 bis 900° C.

Der Holzgenerator Fig. 8 Taf. I als die einfachste Form ist zu **Zuggeneratoren.** beschicken mit Abfällen der Schneidemühlen, Fassfabriken u. s. w., deren Grösse die doppelte Faust nicht überschreiten darf. Solche mit Sägespähne betriebene findet man besonders in Schweden, jedoch müssen sie mit Pressluft bedient werden. Die Sägespähne fallen hier am besten auf eine gelochte Eisenplatte, unter welcher die Pressluft zur Wirkung gelangt.

Figg. 1 und 2 Taf. II zeigt den wegen seiner Einfachheit und Billigkeit noch immer verbreitetsten Generator, insbesondere zur Vergasung von Braunkohlen, Ligniten, sowie Presstorf. Der älteste Typus von allen, wurde er namentlich durch die Gebrüder Siemens s. Z. verbessert; beschränkt jedoch ist seine Verwendung deshalb, weil es nicht angezeigt ist, seine Rostfläche im Interesse einer wirksamen Beschürung über $\frac{3}{4}$ qm auszudehnen. Für die grosse Erzeugung von Schwelgasen ist er deshalb auch wenig geeignet, abgesehen davon, dass die Beschürung bei schlackenreichem Material eine nicht unschwierige ist.

Einen, man kann wohl sagen durch seine Universalität ausgezeichneten Generator nach Siemens stellen Figg. 4 und 5 Taf. I dar, denn er ist sowohl für magere Steinkohlen, alle Arten Braunkohlen, als auch für Torf verwendbar, nur kommt es je nach dem Grössenzustand des Brennmaterials, wie schon oben erwähnt, auf die richtige Bemessung der Schüttspalte x , an. Denn ist solche zu weit, so findet Ueberschüttung, d. i. toter Gang, ist sie aber zu eng, ein Durchbrennen der Glühschicht statt.

Wer die empirische Bestimmung von x , durch provisorisches Anbringen eines Blechschiebers vor dem Träger c , scheut, thut wohl am besten, sich diese wichtige Dimension durch einen Fachmann bestimmen zu lassen.

Der Fallwinkel des Brennmaterials ist hier wie bei allen andern Typen der Treppen- oder Pultrrostgeneratoren der von 60°, da das selbstthätige Nachrutschen der Brennstoffe so ohne Stockung erfolgt, oder dass eine Ueberschüttung, wie bei steilerem Winkel, zu befürchten steht. Für den anliegenden Planrost haben sich die schmiedeeisernen Hakenstäbe, wie in der Fig. angegeben, praktisch am besten bewährt; durch ein kurzes Hin- und Herschieben derselben sind Asche, besonders aber auch die an der Rückwand sich anhäufenden Schlackentrümmer am sichersten zu entfernen.

Eine Reihe von drei zusammenhängenden Generatoren mit Pultrosten zeigt Fig. 5 (Schnitt AB) und Fig 6 (Grundriss) Taf. II. Dieselben sind speciell geeignet für Klarkohle und entsenden ihr Gas nach einem gemeinschaftlichen Sammelrohre b von starkem Blech, aaa sind die Communicationsrohre, von denen jedes mit einer Drosselklappe c armirt ist. ddd sind die Schüttöffnungen,

Communicir-
rende Genera-
toren.

ee die eisernen Platten, auf welche die Communicationsrohre festgeschraubt sind; das Sammelrohr *b* ist an einem Ende mit Mannloch zu versehen, desgleichen über jedem Communicationsrohre mit einem kleineren, zum Reinigen der Drosselklappe.

Die Gasleitung ist eigenthümlichen örtlichen Verhältnissen angepasst, und besonders auch dem Falle, wo man genöthigt ist, das Gas vor seiner Verwendung abzukühlen.

Gröbe-Lürmann-
scher Generator. Figg. 7 und 8 Taf. III stellt den Gröbe-Lürmann'schen Generator dar. Derselbe soll den Zweck erfüllen, die Entgasung des Brennstoffes von der Vergasung zu trennen, den Wärmeverlust, welcher durch das Aufschütten entsteht, thunlichst zu vermeiden und so dem Gas in seiner Entstehung einen konstanten Charakter zu verleihen.

A ist ein aus feuerfesten Steinen mit möglichst geringer Wandstärke hergestellter, von aussen durch die Feuerzüge *dd* erhitzter Raum, in welchem die zu vergasenden Kohlen von rechts her in kleinen Mengen und in kurzen Pausen eingebracht werden, um durch eine mechanische Vorrichtung *b* langsam nach links vorgeschoben zu werden. Der chemische Vorgang in diesem Entgasungsraume ist also im wesentlichen der nämliche als in einer Retorte für Leuchtgasbereitung: die Kohlen werden erwärmt, zersetzt und die Koke bleiben zurück, während die Gase zunächst nach dem oberen Theile *der* links davon befindlichen Kammer ihren Weg nehmen. Da aber die Kohlen bei ihrer Fortbewegung von rechts nach links immer stärker erhitzt werden und schliesslich am Ausgange des Entgasungsraumes in voller Gluth sich befinden, so wirken sie zersetzend auf die wässrigen und theerigen Bestandtheile der zwischen ihnen hindurchziehenden Gase, wodurch die Ausbeute an brennbaren Bestandtheilen vermehrt werden muss. Die entgasten Koke stürzen nun, wenn sie am Rande des Entgasungsraumes *A* angekommen sind, in den für die Vergasung bestimmten, unten durch einen Planrost abgeschlossenen Raum. Da die Koke bereits glühend in diesen Vergasungsraum gelangen, herrscht hier eine sehr hohe Temperatur, welche die Entstehung eines kohlenoxydreichen Gases befördert. Beide Gasströme vereinigen sich in dem oberen Theile des Raumes *B* und ziehen dann gemeinschaftlich durch den Kanal *E* ihrem Bestimmungsorte zu.

Da in jedem Falle die erfolgenden Gase sehr hoch erhitzt sind, ist es zur Vermeidung von Wärmeverlusten erforderlich, den Verbrennungsherd der Gase in möglichst nahe Verbindung mit dem Generator zu bringen. *ii* . . sind Kanäle, durch welche die zur Verbrennung bestimmte Luft strömt, um hier vorgewärmt zu werden; *e* ist ein Kanal für denjenigen Theil der Verbrennungsgase, welche nicht für die Heizung der Entgasungsräume gebraucht werden und demnach für andere Zwecke verfügbar bleiben, z. B. Kesselfeuerungen. *k* ist eine Schauöffnung.

Für die Verarbeitung in dem besprochenen Generator kann sog. Lösche benutzt werden, da sie in dem Raume *A* ohnehin zu grossstückigem Koks zusammenbackt; und da sie in diesem Raume bei ihrer Vorwärtsbewegung einem starken Drucke ausgesetzt ist, sind auch magere Kohlen mit hohem Kohlenstoffgehalte verwendbar.¹⁾

Um ein Gas von höherem Heizwerth zu erhalten, ohne dem Generator selbst eine complicirtere Form geben zu müssen, construirte Sir W. Siemens einen Apparat dargestellt in Figg. 9 und 10 Taf. I. Derselbe besteht aus einer schmiedeeisernen cylindrischen Kammer *a*, die, nach unten trichterförmig zusammengezogen, mit Chamottsteinen ausgesetzt ist. Das zu vergasende Material wird durch den Füllkasten *b* oben aufgegeben und die entstandene Asche und Schlacke durch eine am Boden befindliche Oeffnung abgezogen. Anstatt die Verbrennungsluft nun durch einen Rost zuzuführen, wird hier ein Strom heisser Luft entweder durch den Füllkasten, oder durch die Bodenöffnung mittelst eines Rohres eingebracht und in die Mitte des Brennstoffes geblasen. Die Wirkung hiervon besteht natürlich in einer sehr intensiven Hitze an diesem Punkte. Das zu vergasende Material, nachdem es den Fülltrichter passirt hat, gelangt allmählich in die heisseste Zone *c* und zersetzt sich dort in seine gasförmigen Bestandtheile. An dem Orte grösster Hitze verbrennt der Kohlenstoff zu Kohlensäure, diese aber, indem sie die umliegenden Schichten durchdringt, nimmt ein zweites Aequivalent Kohlenstoff auf und verwandelt sich so zu Kohlenoxydgas. In dieser Zone werden auch die erdigen Bestandtheile in flüssigem oder zähem Zustande zum grössten Theile ausgeschieden, und sinken allmählich zu Boden, um dort herausgeschürt zu werden. Am letzteren tritt auch kalte Luft in solcher Menge zu, um die gänzliche Verbrennung aller noch vorhandenen Kohlenstoffreste zu vollziehen, welche die grösste Hitzzone unzersetzt passirt haben. An dieser Stelle wird ferner durch einen ringförmigen Trog *d* Wasser zugeführt, dessen Dämpfe sich in der Gluthzone zu Kohlenoxyd und Wasserstoffgas umsetzen. Die Austrittsöffnungen *e* für die erzeugten Gase liegen nahe dem Umfange des cylindrischen Theiles der Kammer und münden in einen gemeinschaftlichen ringförmigen Raum *F*, von welchem aus sie in Kanälen oder Röhren dem Verbrennungsherde zugeführt werden.²⁾

Generator von
Sir William Siem-
ens : gemisch-
tes System.

Die Bodenöffnung dieses Generators kann derart erweitert werden, dass man nicht bloß Asche und Schlacken, sondern auch Koke ziehen kann, sodass derselbe als ein Doppelfunktionär auf dem Felde der Hüttentechnik im eminentesten Sinne schon deswegen bezeichnet werden müsste, weil er gleichzeitig ein Wassergasbildner sein soll.

¹⁾ „Stahl und Eisen“, 1882. S. 470 figd.

²⁾ Bericht über die „Smoke Abatement etc. Exhibition“ London 1882 von Friedrich Siemens, Berlin, bei Julius Springer.

Der als genialer Forscher bekannte W. Siemens meint, dass das hier erzeugte Gas wegen des niedren Stickstoffgehaltes und der Freiheit von condensirbaren Bestandtheilen sich sehr wohl als Brenngas, insbesondere für Heizzwecke eigne, und ist wohl nur der frühzeitige Tod W. Siemens daran schuld, dass diese Construction meines Wissens bisher keine Verbreitung fand. Verschweigen kann ich jedoch nicht, dass ihre Achillesverse zweifellos in der sehr leichten Zerstörbarkeit des Heissluftzubringers liegt.

Es sei zum Schlusse noch eines Generators desselben Erfinders gedacht, welcher mit Windpressung arbeitet und zwar unter Anwendung des Regenerativsystems. Er ist mehrfach mit bestem Erfolg in England ausgeführt worden und strebt in gleicher Weise die Verwendung von Klarkohle im rationellsten Sinne an, nämlich Darstellung eines billigen Gases unter gleichzeitiger Gewinnung von Kok. Figg. 9, 10, 11 auf Taf. III.

Generator
W. Siemens
mit Pressung
regenerativ.

Er besteht zunächst in einem trichterförmigen Raume m zur Aufnahme der Kohle, welche in zwei Schachtöffnungen bb mit den respektiven Füllapparaten a aufgeschüttet wird. — Durch die Schlitzöffnungen g und g' communicirt er mit den Kanälen l und l' . cc ist eine Wechselklappe,¹⁾ deren Flügel so einsteht, dass der von ee kommende Luftstrom seinen Weg nach rechts durch den Regenerator²⁾ h' und von da weiter durch l' , g' nehmend, den Kohlentrichter m durchdringt, dort aber die Verbrennung bewirkt. Die entwickelten Gase werden durch g und l abgesogen, passiren den linken Regenerator h , die Wechselklappe c von da der entgegengesetzten Seite, und gelangen schliesslich durch den Schlot d . an den Ort ihrer Verwendung. Es wird also zunächst der Regenerator h die den Gasen innewohnende Temperatur aufnehmen, welche alsdann beim Umwechseln der Klappe dem neuen Luftstrom zu Gute kommt; denn es erfolgt in diesem Falle genau das entgegengesetzte Manöver. Dadurch aber, dass der neue Luftstrom im erhitzten Zustande zur Wirkung gelangt, tritt nothwendig auch eine intensivere Gasentwicklung ein, und die Gase erhitzen nun mit einem gewissen plus den Regenerator h' .

Dieser Kreislauf lässt sich also kurz in folgenden Worten zusammenfassen: der eine Regenerator wird erhitzt von den abgehenden Gasen, und der in entgegengesetzter Richtung ankommende Luftstrom absorbirt einen Theil der vorher abgegebenen Hitze des andern Regenerators, diese wird aber jedesmal wieder ersetzt resp. erhöht beim eintretenden Wechsel.

Der Trichter m ist mit einem Blechgefässe kk ausgerüstet, das fortwährend mit Wasser gespeist wird und auf solche Weise den hermetischen Verschluss von unten bildet, die destillirte

1) Siehe Seite 31.

2) Siehe Seite 31.

188
7d
hl
hl
n-
r-
l-
rs
r-
r
t
1
1
.
.
.
Kohle also, indem sie sich sofort abschreckt, vollkommen in Kok verwandelt. Letzterer muss in gewissen Zeiträumen mit einer Krücke abgezogen werden. Das Abstossen der Schlacken erfolgt durch die Schlitze nn' , f ist die Regulirung für die Windpressung.

Das Anzünden der Kohle geschieht von oben, und ist der eine Regenerator auf eine höhere Temperatur gebracht, so wechselt man etwa von Viertel- zu Viertelstunde. Die Gase werden durch die continuirliche und offenbar ziemlich intensive Wasserverdampfung etwas verdünnt, denn eine vollkommene Zersetzung des letzteren dürfte wohl kaum eintreten. Auch können die Koke, welche durch das Abschrecken sofort in kleine Stücke zerfallen, sowie wegen der unvermeidlich beigemengten Asche, nur von geringer Qualität sein; nichtsdestoweniger ist diese Construction eine ausserordentlich sinnreiche und dürfte bei weiterer Ausbildung selbst befähigt sein, die Gasretortenöfen zu ersetzen.

Drittes Kapitel.

Ueber Zug- und Leitungsverhältnisse.

Hat sich Peclet durch seine Versuche über die Bewegung der Gase in ihren Leitungen auch bedeutsame Verdienste erworben, so ist und bleibt diese Materie doch beständigen Schwankungen unterworfen deshalb, weil sich seine empirischen Formeln, ebenso wie alle jene seiner Nachfolger, stets auf neue Heizobjekte beziehen. Welche Phasen aber durchläuft gerade ein solches bis zum völligen Zusammenbruch, und fast ein jedes wird — entgegen der Maschine, dem Apparat u. s. w. — bis nahe an diese Grenze vom Praktiker ausgenutzt, denn den successiven Vorfall muss der Brennstoffverbrauch eben ausgleichen. Die zunehmenden Rauheiten, Verstopfungen, Zerreibungen vermehren die Widerstände in den Leitungen dergestalt, dass dimensionale Berechnungen nach Formeln und Tabellen immer nur einen allgemein relativen Werth besitzen werden. Damit also hat der Praktiker sich von vorhinein abzufinden, und hiervon ausgehend, seien nachstehende Tabellen zur Berechnung für Kanal-, sowie Schornsteinmaasse in Mittheilung gebracht.¹⁾

¹⁾ „Regenerativ-Gasöfen“. Von Friedrich Toldt S. 218 fign. Leipzig, Verlag von Arthur Felix 1898.

Tabelle
 der Flächen und Umfänge und des Verhältnisses
 beider für verschiedene Querschnitte von Gaskanälen und Essen zur
 Berechnung von Gaskanälen und Essendimensionen.

Fläche = q	Umfang = u				Verhältniss u:q.			
	Kreis	Quadrat	Rechteck		Kreis	Quadrat	Rechteck	
			1.0—0.8	1.0—0.6			1.0—0.8	1.0—0.6
	D		a b	a b				
0.15	0.438	4×390	435+345	500+300	9.12	10.4	10.4	10.7
	1.376	1.560	a b	a b				
	0.505	4×450	500+400	512+350	7.92	9.0	9.0	9.2
0.20	1.586	1.800	1.800	1.844				
	0.565	4×500	560+447	645+387	7.20	8.0	8.0	8.2
0.25	1.775	2.000	2.014	2.064				
	0.618	4×547	615+490	710+425	6.35	7.3	7.3	7.5
0.30	1.910	2.188	2.204	2.270				
	0.668	4×590	660+528	764+458	6.00	6.7	6.8	6.9
0.35	2.097	2.360	2.376	2.444				
	0.714	4×630	706+565	817+490	5.62	6.3	6.3	6.5
0.40	2.243	2.520	2.542	2.614				
	0.757	4×670	750+600	865+520	5.28	6.0	6.0	6.2
0.45	2.378	2.680	2.700	2.780				
	0.798	4×710	790+632	915+546	5.00	5.7	5.67	5.8
0.50	2.507	2.840	2.844	2.922				
	0.874	4×780	865+692	1000+600	4.57	5.2	5.2	5.3
0.60	2.746	3.120	3.114	3.200				
	0.944	4×840	935+748	1080+648	4.24	4.5	4.8	4.9
0.70	2.966	3.360	3.366	3.456				
	1.010	4×894	1000+800	1155+695	3.97	4.4	4.5	4.6
0.80	1.173	3.576	3.600	3.700				
	1.070	4×950	1060+848	1225+735	3.73	4.2	4.2	4.3
0.90	3.362	3.800	3.816	3.920				
	1.130	4×1000	1120+895	1290+775	3.55	4.0	4.0	4.1
1.00	3.550	4.000	4.030	4.130				
	1.180	4×1050	1172+938	1354+812	3.37	3.8	3.8	3.93
1.10	3.707	4.200	4.220	4.332				
	1.240	4×1096	1225+980	1415+848	3.24	3.67	3.66	3.78
1.20	3.896	4.384	4.410	4.526				
	1.290	4×1140	1275+1020	1475+880	3.12	3.50	3.53	3.62
1.30	4.053	4.560	4.590	4.710				
	1.335	4×1186	1325+1060	1530+915	3.00	3.38	3.42	3.50
1.40	4.194	4.744	4.770	4.890				
	1.385	4×1225	1370+1095	1580+948	2.90	3.27	3.28	3.36
1.50	4.347	4.900	4.930	5.056				
	1.430	4×1270	1415+1125	1633+980	2.81	3.18	3.17	3.26
1.60	4.492	5.080	5.080	5.226				
	1.470	4×1300	1460+1165	1700+1000	2.72	3.05	3.08	3.17
1.70	4.618	5.200	5.250	5.400				

Tabelle
 der Flächen und Umfänge und des Verhältnisses
 beider für verschiedene Querschnitte von Gaskanälen und Essen zur
 Berechnung von Gaskanälen und Essendimensionen.

Fläche = q	Umfang = u				Verhältniss u:q			
	Kreis	Quadrat	Rechteck		Kreis	Quadrat	Rechteck	
			1.0—0.8	1.0—0.6			1.0—0.8	1.0—0.6
	D		1500+1200	1735+103				
1.80	1.515 4.760	4×1340 5.360	a b 5.400	a b 5.546	2.64	2.96	3.00	3.08
1.90	1.555 4.870	4×1380 5.520	1540+1234 5.548	1775+1070 5.690	2.57	2.90	2.92	2.99
2.00	1.600 5.026	4×1415 5.660	1580+1265 5.690	1822+1094 5.832	2.51	2.83	2.85	2.92
2.10	1.635 5.136	4×1450 5.800	1630+1290 5.840	1870+1122 5.984	2.44	2.76	2.78	2.85
2.20	1.675 5.260	4×1485 5.940	1660+1328 5.976	1918+1148 6.132	2.38	2.70	2.72	2.77
2.30	1.710 5.372	4×1515 6.060	1700+1356 6.112	1958+1175 6.266	2.34	2.64	2.66	2.73
2.40	1.750 5.498	4×1550 6.200	1740+1385 6.250	2000+1200 6.400	2.29	2.58	2.60	2.66
2.50	1.785 5.607	4×1580 6.320	1775+1415 6.382	2040+1225 6.530	2.24	2.54	2.55	2.61
2.60	1.820 5.718	4×1610 6.440	1810+1442 6.504	2080+1250 6.660	2.20	2.48	2.50	2.56
2.70	1.855 5.827	4×1645 6.580	1840+1470 6.620	2120+1275 6.790	2.16	2.44	2.44	2.50
2.80	1.890 5.938	4×1685 6.740	1870+1496 6.732	2160+1297 6.914	2.12	2.41	2.41	2.47

Erweiterte Prechtl'sche Tabelle für runde Schornsteine von Regenerativgasöfen.

Bei Oefen einfacherer Construction wird man mit dem Essenzuge entsprechend zurückbleiben und die Dimensionen der Esse dem geringeren Essenzuge anpassen.

Stündlich verbrannt	Höhe d. Schornsteins		Obere Weite		Untere Weite		Mauerdicke in cm		D. (Mittel)	R. (mittlere Fläche)	K = Kub. Inh. der inneren Gassäule.	$p_1 = K \cdot \delta_1 \cdot p = K \cdot \delta_0 \cdot \left(\frac{\delta_0}{\delta_1} = 1.293 \right)$ Gewicht der Gassäule gleiches Luftstule bei 250° C.	$p - p_1$	$v = \sqrt{2gh}$ (theoretische)	$\frac{v}{s}$ wirkliche	$F \cdot \frac{v}{s} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{p_1^{1/3}}{s}$ Essenzug ohne Rücksicht auf Leitungswiderstände.			
	kg	m	m	m	quadrat.	runder	quadrat.	runder									obere	untere	m
10	20	10	0.24	0.27	0.36	0.40	33	18	0.34	0.09	0.9	0.61	1.16	0.55	3.4	8.16	2.72	0.245	0.041
20	40	13	0.32	0.36	0.48	0.54	38	"	0.45	0.16	2.08	1.40	2.70	1.30	6.3	11.1	3.70	0.592	0.10
30	60	15	0.38	0.43	0.57	0.63	41	"	0.53	0.22	3.30	2.22	4.24	2.02	7.05	11.8	3.93	0.860	0.143
40	80	17	0.43	0.48	0.64	0.72	44	"	0.60	0.28	4.76	3.20	6.15	2.95	8.15	12.65	4.22	1.180	0.197
50	100	18	0.47	0.53	0.70	0.80	45	"	0.66	0.34	6.12	4.08	7.90	3.82	8.65	13.05	4.35	1.480	0.247
75	150	20	0.55	0.62	0.82	0.91	48	"	0.77	0.47	9.40	6.30	12.15	5.85	9.42	13.60	4.53	2.13	0.355
100	200	22	0.62	0.70	0.93	1.05	51	"	0.88	0.61	13.42	8.98	17.60	8.62	10.70	14.10	4.70	2.86	0.477
150	300	26	0.73	0.83	1.00	1.24	57	"	1.04	0.85	22.3	14.76	28.70	13.94	12.65	15.70	5.23	4.45	0.741
200	400	28	0.83	0.93	1.25	1.39	60	"	1.16	1.06	32.4	21.70	42.00	20.30	14.60	16.95	5.65	5.97	0.995
250	500	30	0.91	1.03	1.36	1.54	63	"	1.29	1.31	39.3	26.30	51.00	24.70	14.60	16.95	5.65	7.40	1.233
300	600	31	0.98	1.11	1.47	1.67	65	"	1.39	1.52	47.2	31.70	61.00	29.30	14.95	17.15	5.72	8.68	1.447
350	700	32	1.05	1.19	1.57	1.78	66	"	1.49	1.74	55.6	38.00	72.00	34.00	15.10	17.20	5.73	9.95	1.660
400	800	33	1.11	1.26	1.66	1.89	68	"	1.58	1.96	64.8	43.50	84.00	40.50	16.00	17.70	5.90	11.56	1.927
450	900	34	1.17	1.33	1.75	2.00	69	"	1.67	2.19	74.6	50.20	96.60	46.40	16.40	17.95	5.98	13.40	2.233
500	1000	34	1.23	1.39	1.84	2.09	69	"	1.74	2.38	81.0	54.30	104.80	50.50	16.30	17.90	5.97	14.30	2.383

550	1100	35	1.29	1.45	1.93	2.18	71	18	1.82	2.60	91.0	61.00	117.40	56.40	17.10	18.30	6.10	15.82	2.672
600	1200	35	1.34	1.51	2.01	2.27	71	"	1.89	2.81	98.4	66.00	128.50	62.50	17.35	18.45	6.15	17.25	2.875
700	—	36	1.44	1.63	2.17	2.45	74	"	2.04	3.27	118.0	79.00	153.00	74.00	17.42	18.45	6.15	20.10	3.350
800	—	37	1.53	1.69	2.32	2.61	74	"	2.15	3.63	134.2	90.00	173.00	83.00	17.70	18.65	6.22	22.50	3.750
900	—	38	1.61	1.82	2.46	2.78	74	"	2.30	4.15	157.8	106.00	204.00	98.00	18.30	18.96	6.32	26.20	4.370
1000	—	39	1.68	1.90	2.59	2.92	77	"	2.41	4.56	178.0	119.00	231.00	112.00	19.00	19.30	6.43	29.30	4.883
1100	—	40	1.74	1.96	2.71	3.06	77	"	2.53	5.03	201.2	135.0	260.00	125.00	19.30	19.45	6.48	32.50	5.417
1200	—	41	1.79	2.02	2.82	3.18	77	"	2.59	5.27	216.0	144.5	280.00	135.50	19.80	19.70	6.57	34.50	5.750
1300	—	42	1.83	2.06	2.92	3.30	79	"	2.65	5.52	232.0	156.0	300.00	144.00	20.20	19.90	6.63	36.80	6.133
1400	—	43	1.86	2.10	3.00	3.38	79	"	2.74	5.90	253.0	170.0	327.50	157.50	20.30	19.95	6.65	39.20	6.533
1500	—	44	1.88	2.12	3.10	3.49	79	"	2.81	6.20	272.5	183.0	353.00	170.00	21.00	20.70	6.90	42.80	7.133

1) Der Ausdruck der letzten Spalte ist gleich dem bei Berechnung der Ofendimensionen gefundenen Essengasvolumen bei 260° C.

Bezüglich der Gasleitungen gilt hier, wie schliesslich bei jeder anderen Heizanlage der Grundsatz: möglichste Beibehaltung der Querschnittsflächen, vor allem Vermeidung von Verengungen, um Contraktionen und damit Erschwernisse der Zugkraft zu verhüten.

Nach Toldts Berechnungen ergibt sich, dass der Zug eines Schornsteins bereits ein genügender sein wird, sobald die aufsteigenden Gase eine Temperatur von 100° besitzen und dass eine Steigerung über 200° durchaus nicht geeignet ist, den Effekt wesentlich zu erhöhen. Wenn aber an derselben Stelle die Meinung ausgesprochen ist, dass eine Schornsteinhöhe über 30 bis 40 m „selten“ vorteilhaft sei, so ist dem entgegenzuhalten, dass bei continuirlichen Betrieben, also da, wo die Zugsäule des Schornsteins Schwankungen nicht sonderlich ausgesetzt ist, sowie überall da, wo Hüttenanlagen sich in oder innerhalb von Städten befinden, gerade hohe Schornsteine am Platze sein werden, abgesehen von der Fügigkeit einer Concentration des Betriebes.

Durchaus kein Novum, aber eine wichtige Erfahrungsregel, welche gleich einem gediegenen Bibelworte immer wieder der Erwähnung werth und bedürftig, ist die Anwendung nur des kreisförmigen Querschnittes bei Schornsteinen. Er bietet nicht allein den geringsten Reibungswiderstand, sondern sichert auch am meisten die Stabilität gegen Sturmwinde. Zu dem wird es gegenwärtig noch wenig Ziegeleien geben, welche dieses Bedürfniss durch entsprechende Formsteine nicht erfüllen könnten.

Auf Grund vieler Beobachtungen ist anzunehmen, dass der Effekt der Zugwirkung bei einem Regenerativgasofen durch die mannigfachen Widerstände um $\frac{1}{8}$ herabgesetzt wird. Jede Schornsteinhöhe ist vom Wölbscheitel des Verbrennungsherdess der Gase aus zu bemessen.

Bei Centralanlagen, d. h. wo mehrere Oefen in einen Schornstein münden, ist eine entsprechende, unter Umständen sternförmige Theilung der Eintritte an der Sohle dergestalt anzuordnen, dass eine gegenseitige Stosswirkung nicht erfolgen kann. Selbstverständlich ist solchenfalls diejenige Querschnittsfläche, welche jene eingebauten Zungen in Anspruch nehmen, bei der Querschnittsberechnung des Schornsteins mit in Rücksicht zu ziehen.

Reiche giebt den kleinsten Querschnitt eines Schornsteins gleich dem vierten Theil der Gesamtrostfläche, auf welcher Steinkohlen gebrannt werden, und gleich dem sechsten Theile der Gesamtrostfläche, auf welcher Braunkohlen verbrannt werden, an.

Die Höhe soll stets grösser als 16 m sein und gleich dem Fünfundzwanzigfachen des kleinsten Durchmessers (auch nach Redtenbacher).

Nach H. Fischer ist die Höhe abhängig von dem Verhältniss $\frac{q}{u} = \frac{\text{Umfang}}{\text{Querschnitt}}$, also je grösser dieses Verhältniss, um so höher der Schornstein. Aus vorstehenden Tabellen aber erhellt, dass dieses Verhältniss um so kleiner wird, je mehr die Fläche zunimmt, mit andern Worten ist also die Essenhöhe zu verkleinern mit der Zunahme des Durchmessers.¹⁾

Was endlich die brauchbare Gasgeschwindigkeit der Zugsäule anlangt, so bewegt sich solche je nach der Temperaturhöhe zwischen 3 bis 7 m pro Sekunde.

~~~~~

#### Viertes Kapitel.

### Ofen nebst Verbrennungsherd der Gase.

Kohlenstoff zu Kohlensäure verbrannt, entwickelt eine Temperatur von 2139°, dagegen zu Kohlenoxydgas verbrannt nur eine solche von 835°, vorausgesetzt, dass genau das Quantum Luft zugelassen wird, welches zur Verbrennung erforderlich ist.

Mit Rücksicht hierauf stellt Schinz folgende Maximaleffekte zusammen; es leistet:

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| wasserfreies Holz . . . | 2136° |
| wasserfreier Torf . . . | 2258° |
| wasserfreie Braunkohle  | 2363° |
| Steinkohle . . . . .    | 2488° |
| Kokes . . . . .         | 2479° |
| Anthracit . . . . .     | 2514° |

Wassergehalt der Brennstoffe drückt diesen pyrometrischen Effekt herab, sobald keine chemische Zersetzung desselben eintritt,<sup>2)</sup> ein gleiches geschieht dann, wenn das richtige Maass der Verbrennungsluft nicht eingehalten wird. Bei direkter Feuerung ist dieses Maass gewöhnlich im Ueberschuss und zwar häufig doppelt so gross als erforderlich, woher es kommt, dass der Heizeffekt der Brennstoffe in den bei weiten meisten Fällen auf die Hälfte reducirt ist.

Weit günstiger gestaltet sich dieser Umstand bei der Gasfeuerung, wo man sich immer in der Lage befindet, den Strom der Verbrennungsluft genau nach Erforderniss zu reguliren. Der

---

1) Berücksichtigt in der letzten Spalte der Prechtl'schen Tabelle.

2) Daher wieder Verwendung des Brennmaterials in möglichst trockenem Zustande, denn die Zersetzung der Wasserdämpfe zu Wasserstoff und Sauerstoff ist, selbst bei sehr hohen Temperaturgraden, problematisch und im allgemeinen schwer constant zu erhalten. — Durch Anlage von Condensatoren würde man natürlich auch sehr feuchte Gase schliesslich nutzbar machen können.

grösstmögliche Effekt wird aber um so sicherer erzielt, je inniger die Mischung im Verbrennungsmomente vor sich geht.

Abgesehen davon, dies durch eine zweckmässige Construction zu erreichen, steigert sich die Wirkung mit der Temperaturhöhe des Luftstromes an und für sich; die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff erfolgt nämlich energischer und es kann in Folge dessen auch um so weniger des letzteren verloren gehen. Für Erreichung der höchsten Temperaturen mittelst Gasfeuerung ist eine Erhitzung der Verbrennungsluft geradezu unerlässlich, ohne solche ist schon die Hellrothgluth schwer zu treffen. Zu dieser Erhitzung benutzt man die abgehende Flamme, indem man bei der direkten Gasfeuerung das Luftrohr getheilt oder schlangenförmig das Ende des Verbrennungsherd durchkreuzen lässt und dann wieder vereinigt dem Verbrennungsorte auf kürzestem Wege zuführt.

Gas-Ver-  
brennungs-  
apparate für  
direkte Gas-  
feuerung.

Die Apparate zum Zwecke der Mischung von Luft und Gas sind von verschiedener Einrichtung, im Principe stimmen sie aber am häufigsten darin überein, dass beide Körper durch concentrisch sich umschliessende Düsen zur Wirkung gebracht werden.<sup>1)</sup>

Ein solcher ist der in Figg. 12 und 13 Taf. III (Längen- und Querschnitt) dargestellte Apparat, wie er bei den k. k. Hüttenwerken in Tyrol und Salzburg angewandt wurde.<sup>2)</sup> *a* ist Gasrohr, *b* ist Windrohr, *c* eiserne Ansteckdüse durch zwei Bänder an *b* befestigt, *d* Oeffnung des Gasrohres, *e* Fuchs, *f* Herd, *g* vordere, *g'* hintere Ofenplatte, *i* Verbindung zur Gas-, *k* die zur Windleitung. *b* kann um seine Axe zwischen den Flanschen *m* und *n* gedreht werden, um der Flamme einen beliebigen Neigungswinkel gegen den Herd zu geben, und ist auf zwei Sätteln innerhalb *a* so zu lagern, dass dem Eintritt des Gases dadurch kein wesentliches Hinderniss erwächst.

Es besteht im Interesse der Dauerbarkeit dieser Constructionstheile bei Gasflammenöfen im allgemeinen die Regel: grössere Gaspressung, gepressteren Wind, längere Feuerbrücke, längeren Herd, kleineren Gasquerschnitt, kleinere Windzuführungsquerschnitte und umgekehrt.

Die angeführte Construction eignet sich nur für eine nach horizontaler Richtung gehende Flamme; soll dieselbe in niedersteigender Tendenz von der Mitte des Herdes aus wirken, so würde eine Anordnung zu treffen sein, wie sie Fig. 14 Taf. III zeigt. *b* ist das Luft-, *a* das Gasrohr, welches dadurch, dass es ersteres um 40 cm überragt, dann zugleich den Mischungsraum oder Fuchs bildet, die Entwicklung der Flamme wird auch durch die

1) Bildet Generator und Gasofen ein unmittelbar zusammenhängendes Ganze, so umspült der Gasstrom den Luftdüsenapparat frei, oder beide Ströme durchkreuzen sich an einem gewissen Punkte des Fuchses. Siehe z. B. unten Buchscheidner Schweissofen.

2) Zerrener, Einführung etc. der metallurgischen Gasfeuerung im Kaiserthume Oesterreich. Wien 1856.

obere Verengung begünstigt. Beide Röhren sind, soweit sie in den Herd hineinreichen, von Chamott, *a* etwa 9, *b* 5 cm stark anzufertigen.

Bezüglich der Grösse der Gas- und Luftquerschnitte ist ein bestimmtes Verhältniss hier deshalb nicht anzuführen, weil die Dimensionen in jedem Falle nach der Stärke der Pressung, also der Ausströmungsgeschwindigkeit, anzuordnen sind. Bei gleicher Druckhöhe von beiden Seiten muss man jedenfalls darnach trachten, die Querschnitte möglichst annähernd gleich zu machen, unter keinen Umständen darf aber dann der Luftquerschnitt kleiner sein als der des Gases. Beide Leitungen müssen übrigens stets mit dicht schliessenden Regulirungen versehen sein. Der weit geringere Widerstand, we'chem der heisse (Verbrennungs- auch Ober-) Wind entgegensteht, macht es, dass derselbe in der Regel nur die halbe Pressung des kalten (Unter-) Windes nöthig hat.

Wenn bei der direkten Gasfeuerung die abgehende Flamme ebenso wie bei der regenerativen zum Vorheizen der Verbrennungsluft Verwendung findet, so ist doch ihre vollständige Ausnutzung dadurch bei der ersteren nicht erreicht und dient noch, wenn dies geschehen soll, zu Zwecken der Vorwärmung oder Kesselheizung. Die Eigenthümlichkeit der letzteren besteht dagegen vor allem darin, dass beinahe der gesammte Wärmeeffekt an den Verbrennungsort gebunden bleibt und ausschliesslich dazu dient, sowohl den Luft- als auch den Gasstrom zu erhitzen. Demnächst bot sie aber vor der direkten Gasfeuerung den wesentlichen Vortheil gänzlicher Unabhängigkeit von motorischen Kräften; das belebende Prinzip war hier in allen Fällen der Schornstein.

Regenerative  
Gasfeuerung.  
Prinzip.

Die leitende Idee der Regeneration ist zunächst die Herstellung von Wärmemagazinen mit einer möglichst grossen absorbirenden Oberfläche, Regeneratoren (Wiederbeleber) genannt, und es wurde diese von Ericsson ausgehende, bei dessen calorischer Maschine zuerst in Anwendung gebrachte Idee, von William und Friedrich Siemens für die Zwecke der Gasfeuerung nutzbar gemacht. So verschwindend die Erfolge der Regeneration in ihrer Anwendung auf die calorische Maschine waren, um so bedeutender waren sie in der Gasfeuerung, und der Boden, den dieses Regenerativsystem nach seinem Bestehen in der Hüttenindustrie gewonnen hat, lässt sie in der That als eine „Feuerung der Zukunft“ erscheinen.

Die hohe Bedeutung, zu welcher die regenerative Gasfeuerung besonders auch im volkswirtschaftlichen Sinne gelangt ist, dokumentirt sich am prägnantesten in den Worten des Präsidenten der „Britischen Gesellschaft“, William Armstrong, welche derselbe bei Gelegenheit einer Sitzung dieser grossen industriellen Körperschaft zu Newcastle äusserte. Er sagt u. A.:

„Die ganze Menge verwerthbarer Kohle, welche in diesem

Lande vorhanden ist, beläuft sich nach Berechnung auf 80,000 Millionen Tonnen, welche bei der jetzigen Ausdehnung des Verbrauchs in 930 Jahren aufgezehrt sein würden; aber bei einem fortwährenden jährlichen Mehrverbrauch von  $2\frac{1}{2}$  Millionen Tonnen würden sie noch 212 Jahre hinreichen.

„Wenn wir alle Kohle, die wir verbrennen, vollständig auswertheten, so könnte uns wegen dieser enormen Quantität kein Vorwurf gemacht werden; aber wo wir sie auch verwenden, gehen wir damit in verschwenderischer und unvortheilhafter Weise um.

„Die Nachforschungen der letzten Jahre haben die Thatsache ergeben, dass die mittlere Quantität Kohle, welche wir verbrennen, um mittelst einer Dampfmaschine einen gegebenen Effekt zu erzielen, ungefähr 3 Mal grösser ist, als für eine die Wärme in absoluter Vollkommenheit ausnutzende Maschine.

„Ich habe bisher von den Kohlen nur als von einer Quelle mechanischer Kraft gesprochen: aber sie findet auch eine ausgedehnte Anwendung, um jene Cohäsionskräfte zu vermindern oder zu zerstören, welche unsern Anstrengungen, festen Körpern neue Form zu geben, Widerstand entgegengesetzen. Bei diesen Anwendungen, welche gemeinhin metallurgischer Natur sind, ist überall dieselbe Verschwendung an Brennmaterial zu beobachten.

„In einem gewöhnlichen Ofen zum Schmelzen oder Erweichen fester Stoffe ist allein der Ueberschuss der Verbrennungshitze über die Wärme der erhitzten Stoffe für die beabsichtigten Zwecke nutzbar gemacht. Der übrige Theil der Hitze, welcher in vielen Fällen bei weitem die grössere Hälfte ausmacht, entweicht nutzlos in den Schornstein. Die Verbrennung ist also in gewöhnlichen Oefen so unvollkommen, dass Wolken von Kohlenstaub in der Form von Rauch unsere Fabrikstädte einhüllen und Gase, welche im Feuer vollständig oxidirt sein sollten, mit  $\frac{2}{3}$  ihrer unentwickelten Heizkraft in die Luft entweichen.

„Was den Rauch betrifft, der nicht nur eine Verschwendung, sondern auch schädlich ist, so habe ich mit den Herren Dr. Richardson und Longridge in dieser Nachbarschaft vom Jahre 1857 bis 1858 eine Reihe von Experimenten angestellt und kann die feste Versicherung geben, dass die Rauchbildung zu umgehen<sup>1)</sup> und nicht zu entschuldigen ist.

„Bei dieser Lage der Dinge sind die Regenerativ-Gas-Oefen, welche neuerdings von den Herren C. W. & Friedr. Siemens eingeführt worden sind, als eine Hilfe anzusehen u. s. w.“

Soll die Hitze der abgehenden Flamme sowohl dem Luft- als neu ankommenden Gasstromen unmittelbar nutzbar werden, so ist es klar, dass letztere genau den Weg nehmen müssen, den erstere im entgegengesetzten Sinne machte und so wieder umgekehrt. Daraus folgt von selbst, dass ein Regenerativofen aus

---

1) Sagen wir gegenwärtig lieber „wesentlich zu vermindern!“

zwei symmetrischen Hälften bestehen muss, deren Axe durch den Wendemechanismus oder Klappenapparat geht. Jede dieser Hälften besteht aus einem Luft- und einem Gasregenerator, oder aber einem Luftregenerator allein, welche je in einem gemeinschaftlichen Ausgangspunkte, dem Fuchse, oberhalb ihre Vereinigung finden. Der Hauptsache nach ist ein solcher Regenerator ein viereckiger Kasten von feuerfesten Steinen, der mit ebensolchen in netzförmiger Art und Weise ausgesetzt ist.

Beide Luftregeneratoren sind aber für sich in einer Wechselklappe, der Luftklappe, und die Gasregeneratoren in einer ebensolchen, der Gasklappe unterhalb vereinigt. Diese Klappen bestehen aus gusseisernen Gehäusen mit vier Passagen, in denen ein Flügel oder Hahnkörper allemal je zwei der Passagen des Ofens entsprechend in Verbindung setzt, wie wir sogleich sehen werden.

Fig. 7 Taf. II veranschaulicht das Regenerativsystem im allgemeinen als Grundrissdurchschnitt. Es sind darin  $hh$  die Luft-  $h'h'$  die Gasregeneratoren,  $a$  die Luft-  $a'$  die Gaswechselklappe,  $c$  der Gaszuleitungskanal,  $b$  Saugöffnung zur Verbrennungsluft,  $d$  Schornsteinöffnung. Nach der Position der Klappen streicht der Luft- und Gasstrom hier nach links, es vereinigen sich beide in dem senkrecht über  $e$  befindlichen Fuchse, gehen sodann als Flamme den Herd entlang, um getheilt durch die entsprechend rechts gelegenen Regeneratoren und Klappenpassagen gehend, in  $d$  als Schornsteingase von ca.  $300^{\circ}$  Temperatur wieder gemeinschaftlich zu entweichen.

Construction  
in allge-  
meinen.

Bezüglich des Effektes der Regenerativöfen diene folgendes Beispiel: Das zur Verbrennung kommende Gas sei aus Holzkohlen erzeugt und von der Zusammensetzung  $34,1$  Proz. Kohlensäure,  $0,2$  Proz. Wasserstoff,  $64,9$  Proz. Stickstoff und  $0,8$  Proz. Kohlensäure, so giebt dasselbe verbrannt ohne weiteres einen pyrometrischen Wärmeeffekt von

Effekte-  
bestimmung.

$$P = 1945^{\circ}$$

Wird dagegen die Verbrennungsluft zuvor auf  $t^{\circ}$  erhitzt, so entsteht ein Effekt von:

$$P_1 = P + \frac{t \cdot L \cdot 0,238}{0,456}$$

worin  $P = 1945$ ,  $L =$  der zur Verbrennung von 1 Gewichtstheil Gas nöthigen Luftmenge ( $0,914$  Gewichtstheile), und  $0,238 =$  der Wärmekapazität der Luft ist. Ist aber zugleich auch das Gas vor seiner Verbrennung auf  $t^{\circ}$  erhitzt worden, so entsteht ein pyrometrischer Wärmeeffekt von:

$$P_1 = P + \frac{t \cdot 0,914 \cdot 0,238 + t(0,341 \cdot 0,288 + 0,002 \cdot 3,294 + 0,649 \cdot 0,214 + 0,008 \cdot 0,216)}{0,456}$$

$$\text{d. i. } P_1 = P + 1,05 t \dots (I)$$

Diese Formel (I) ist hier anwendbar.

Hat nun die Flamme bereits im Beginn, wenn also die

Regeneratoren noch kalt sind, einen Hitzegrad von  $P = 1945^\circ$ , so gelte die Voraussetzung ( $\alpha$ ), dass dieselbe die betreffenden Regeneratoren auf die gleiche Temperatur bringe. Beim Klappenwechsel soll ferner dem neu ankommenden Luft- und Gasstrom beim Passiren der so erhitzten Regeneratoren wiederum dieser Temperaturgrad mitgetheilt werden ( $\beta$ ) so wäre in (I)  $t = 1945^\circ = P$  zu setzen, und dann hätte jetzt eine Flamme von der Temperatur:

$$P_1 = P + 1,05 P$$

Diese  $P_1$  heisse Flamme bringe die beiden andern Regeneratoren ebenfalls auf  $P_1$  ( $\gamma$ ) und ist dies erfolgt, so erreiche man durch erneuten Wechsel auf der entgegengesetzten Seite dieselbe Höhe  $P_1$  ( $\delta$ ), dann würde man nunmehr eine Flamme aus dem, auf  $P_1$  gebrachten Luft- und Gasstrom von der Temperatur:

$$P_2 = P + 1,05 P_1$$

erhalten. Bei einem dritten Wechsel resultirte nach demselben Vorgange eine Temperatur von:

$$P_3 = P + 1,05 P_2$$

also bei einem  $n$ ten Wechsel eine Temperatur

$$P_n = P + 1,05 \cdot P_{n-1} + \dots \dots \dots \text{(II)}$$

Setzt man aber in (II) die Werte für  $P_{n-1}$ ,  $P_{n-2}$  u. s. w. ein, so erhält man:

$$P_n = P (1 + 1,05 + 1,05^2 + 1,05^3 + \dots \dots \dots + 1,05^n)$$

Dieser Deduktion zufolge müsste sich die Temperatur eines Regenerativofens bis in das Unendliche steigern lassen; das kann aber deshalb nicht geschehen, weil nur ein gewisses Bruchtheil der Voraussetzungen bei  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  und  $\delta$  mit der Wirklichkeit zusammentrifft. Das weit grössere Bruchtheil geht verloren 1) durch Ausstrahlung, 2) durch das im chemischen Sinne nie genaue Mischungsverhältniss zwischen Luft und Gas und 3) durch die Veränderung der Wärmekapazitäten der Gase bei hoher Temperatur. Nimmt man an, dass alle diese Umstände durch einen Coefficienten  $\varrho$  kleiner als 1 ausgedrückt sind, so ist dann

$$P_n = P + \varrho P_{n-1}$$

oder  $P_n$  als Maximaltemperatur  $M$  für ein bestimmtes Objekt angenommen:

$$M = P + \varrho M, \text{ also}$$

$$M = \frac{P}{1-\varrho}$$

Führt man beispiel'sweise für  $\varrho$  nach einander die Werthe  $0,75$ ,  $0,775$ ,  $0,80$ , ein, so erhielt man hiernach als entsprechende Werthe für  $M$  die Temperaturen  $3890^\circ$ ,  $7780^\circ$ ,  $19450^\circ$ , welche letztere beiden schon aus dem Grunde nicht erreicht werden können, weil es, ganz abgesehen von den erheblichen Verlusten

durch Strahlung, kein Material giebt, was ihnen den nöthigen Widerstand entgegensetzt. Aber selbst wenn man sich mit dem kleinsten Werthe  $\rho = 0,5$  begnügt, so ist die hieraus resultirende Temperatur von beinahe  $4000^{\circ}$  eine so ganz bedeutende, dass die Praxis Heizobjecte von gleicher Leistungsfähigkeit kaum aufzuweisen vermag.

Von welchen Specialitäten der Construction der pyrometrische Effect übrigens noch besonders abhängig ist, werden wir später sehen.

Die Anordnung der einzelnen Theile eines Regenerativofens kann je nach den Zwecken, welchen er dient, eine sehr verschiedene sein; es ist dieselbe aber hauptsächlich danach, ob die Flamme nach horizontaler Richtung, wie bei allen metallurgischen und vielen chemischen Prozessen, oder nach vertikaler Richtung, wie besonders bei der Gasfabrikation, Porzellan und Kalkbrennerei wirken muss, zu treffen. Es bezieht sich dies speciell auf die Lage der Regeneratoren und die Gestalt und Lage der Fuchse. Die Anordnung des Klappenapparates dagegen richtet sich mehr nach der Situation, weniger nach der Bestimmung des Ofens und ist in dieser Hinsicht als ein unabhängiger Theil des Ganzen zu betrachten.

Anordnung der  
Constructions-  
theile.

Ist der Ofen flach gegründet, d. h. liegt die Sohle der Regeneratoren nicht tiefer als etwa  $\frac{3}{4}$  m unter dem Erdniveau, so eignet sich die durch Fig. 7 Taf. II angedeutete vertikale Stellung der Klappen, sonst aber ist die horizontale Lage derselben vorzuziehen, welche auch immer mehr Garantie für einen dichten Schluss bietet als die vertikale, obgleich letztere im Bau etwas einfacher ist. Als Hauptregel in allen Fällen gilt aber, dem Apparate stets einen Platz beim Ofen anzuweisen, der einen freien, ungehinderten Zutritt zu den Klappen jederzeit gestattet. Nur im Nothfall darf die Situation unter dem Ofen gewählt werden, wie sie die Fig. 7 Taf. II andeutet.

Die Figg. 12 und 13 Taf. II versinnlichen die horizontale Klappenlage nach Schnitt AB und CD. *a* ist Luftklappe, *a'* ist Gasklappe, *b* Gaszuleitung, *c* Luftzutritt, *d* und *d'* die Zweigkanäle zu den Gas-, *e* und *e'* zu den Luftgeneratoren, *f* der Schornstein Kanal und *g* der Reinigungsverschluss, der bei keiner Gasklappe fehlen darf.

Um auf die Details überzugehen, so ist zunächst bezüglich der Aufstellung der Regeneratorsteine zu bemerken, dass diese wechselnd in solchen Zwischenräumen zu treffen ist, dass die Summe derselben gleich der ganzen Steinmasse, weshalb es am Besten, die lichte Breite der Behälter von vornherein so zu wählen, dass eine gerade Zahl der schmalen Steinkanten darin aufgeht. Diese Aufstellung bewirkt, wie aus Fig. 3 Taf. II sofort ersichtlich, eine möglichst allseitige Flächenbestreichung, also möglichst vollkommene Aufnahme, respektive Mittheilung der

Details zu den  
Regeneratoren.

Wärme. Die Mündungen der Kanäle sind dabei thunlichst frei zu halten, damit ein ungehinderter Ein- und Austritt stattfinden kann. Für gewöhnlich eignet sich zu dem Zwecke die Anlage eines Rippenwerkes, bestehend aus einzelnen 3zölligen Bögen *a* Fig. 4 Taf. II mit abwechselnden Zwischenräumen von gleicher Breite. Da wo Hämmer oder Walzwerke in unmittelbarer Nähe des Ofens stehen, ist die Construction nach Fig. 6 Taf. III vorzuziehen, weil diese den starken Erschütterungen besser widersteht. Für Oefen kleinerer und mittlerer Gattung genügt die Regeneratorbreite von 2 Steinlängen, für solche grosser und grösster Gattung die Breite von  $2\frac{1}{2}$  bis höchstens 3 Steinlängen. In letzten beiden Fällen sind bei Anwendung von Fig. 6 Taf. III natürlich 2 Zungen *b* für die Unterstützung der Stossfugen erforderlich. Mündet der Kanal hier rechtwinklig auf die Längsseite des Regenerators, so sind die Zungen an dieser Stelle mit entsprechenden Durchbrechungen zu versehen<sup>1)</sup>. Die Länge der Zweigkanäle ist gleichgiltig für den Effekt des Ofens. —

Wechselklappen: Für die vertikale Lage ist solche durch Fig. 1 Taf. III (Vertikalschnitt) und Fig. 2 Taf. III (Horizontalschnitt) dargestellt. Die Klappe bildet eine Art Hahn, dessen Gehäuse hauptsächlich durch den genau centrirten, aus 4 Theilen *d* zusammengesetzten Chamottmantel gebildet wird. Dieselben würden am besten aus Glashafenmasse herzustellen sein, und es ist dabei, da sie vorher gebrannt werden, besondere Rücksicht auf Schwindmaass und Zugabe für die Bearbeitung zu nehmen. Anstatt der Winkel sind einfache 4 Anschlagleisten *bb* vorhanden, welche mit dem entsprechenden Lappen *hh* der Boden und Deckplatte in 4 Bolzen den ganzen Apparat zusammenhalten, die zugehörigen Löcher dürfen nicht eingegossen, sondern müssen gebohrt werden. Wenn durch heisse Gase die Klappe wirklich eine höhere Temperatur annimmt, so ist derselben hierdurch eher Spielraum für die natürliche Ausdehnung gestattet, als der älteren Siemens'schen, welche in 16 Schrauben zusammengehalten wurde, die, sämmtlich gegen die Hauptrichtung der Ausdehnung wirkend, ein Klemmen oder Schleifen des Flügels weit leichter herbeiführten. Der segmentförmige Flügel *aa* ist hier allerdings weit schwerer, unterliegt aber auch bei seiner rippenförmigen Construction nicht so leicht dem Werfen oder Springen durch die Hitze. Man kann letztere auch noch dadurch weniger schädlich machen, dass man 2—3 Schienen von Flacheseisen zu beiden Seiten aufnietet. *cc* sind wieder die Anschlagrippen, welche sich scharf den Leisten *bb* anschliessen.

Der Flügel besitzt nun eine solche Stirnbreite, dass er bei der mittleren Stellung der Kanalmündungen *o* und *o'* der Regeneratoren ziemlich genau deckt, also beim Wechseln ein Ent-

1) Tiefe und Höhe der Regeneratoren für verschiedene Fälle, s. spec. Theil.



weichen des Gases nur durch die Undichtheiten, welche die ungehinderte Bewegung des Flügels bedingen, möglich ist. Die Durchgangspassagen sind von derselben Weite wie jene der ältern Siemens'schen Klappe und genügen bereits für ziemlich grosse Oefen; bei solchen grösster Gattung ist es angezeigt, dieselben bis auf 1500 □cm freien Flächenraum zu vergrössern. Hier wie dort müssen übrigens zwischen Flügel und Zapfen- und Halslager 4—6 schwache Blechringe als Dichtungsmittel eingelegt werden.

Die horizontale Wechselklappe ist in Taf. IV. Figg. 1 (Längenschnitt) und 2 (Querschnitt) dargestellt. Das Gehäuse der Klappe ist aus einem Stück gegossen und besteht aus dem kreisrunden Rohrstück *bb* und dem elliptischen *aa*, welche sich rechtwinklich durchdringen. Die Kommunikation von je zwei und zwei Passagen wird durch den Flügel von entsprechend elliptischer Form *aa* vermittelt, der seinen Anschlag an den inneren Durchdringungslinien hat. Der Flügel, gleichfalls von Gusseisen, ist an der horizontalen Welle durch zwei Stifte befestigt. *c* der Stellhebel, welcher in beliebiger Verlängerung mit einem Gegengewichte ausgerüstet ist um das Umstellen zu erleichtern, sowie den dichten Anschlag des Flügels zu begünstigen. *dd* Flansch für die Vermauerung des anschliessenden Zweigkanals.

Diese Wechselklappe ist constructiv offenbar die denkbar einfachste und hat sich praktisch auch bewährt.

Es sind in neuerer Zeit, wie es ja allen Erfindungen mehr oder minder ergeht, Constructionen verschiedener Art in Gestalt von Glocken- und Hahnsteuerungen zur Verdrängung der alten Wechselklappe auf den Markt gebracht worden, in der Absicht leichter Handhabung oder der Vermeidung kleiner Gasverluste, sie alle stützen sich im Prinzip auf den von den Gebrüdern Siemens bereits 1857 zuerst construirten, aber schon zwei Jahre später fallen gelassenen Wechselhahn mit Wasserdichtung. Geradezu ausgegraben ist er durch das englische „Patent Wailes 1897“ lediglich mit der Verbesserung des selbstthätigen Wasserzu- und Ablaufs. Ich selbst musste noch im Jahre 1859 auf dem schlesischen Bahnhofe in Dresden bei einem Glühofen mit jenem Siemens'schen Wechselhahn ohne Wasserzulauf arbeiten, allein der Betrieb wurde hauptsächlich wegen wiederholter Knallgasexplosionen eingestellt, weil der Schürer das Nachfüllen vergass. Der Regenerativofen ist als Heizobject an sich schon ein recht complicirter Apparat, dessen Betriebsfähigkeit man noch durch einen künstlichen Wasserlauf nicht in Frage setzen sollte.

Der Vollständigkeit wegen sei eines Wechselapparates mit Haubentilen, abgebildet durch Figg. 3, 4 und 5, Taf. III, erwähnt, welcher besonders im Eisenhüttenbetrieb Anwendung gefunden hat. Der untere gemeinschaftliche Kasten ist fest eingemauert und besitzt vier Zellen, durch zwei auf einander senk-

rechte und sich in der Mittelachse des kreisrunden Theiles treffende, gleichartige Wandungen gebildet. Ueber dem oben offenen Kasten ruht je eine Glocke oder Haube, welche durch einen diametralen Schied in zwei gleiche Hälften getheilt ist. Letzterer steht immer auf einer der beiden Wände des Unterkastens zur Herstellung der nöthigen Communicationen mit den Zweigkanälen, und ist also das Spiel des ganzen Apparates ein beiderseits stets ähnlich liegendes.

Da bei den Regenerativöfen die Verbrennungsluft kalt Zutritt, so ist es klar, dass unter sonst gleichen Dimensionen die Gase bei der Verbrennung eine höhere Temperatur besitzen müssen als die Luft, und zwar um so viel als ihnen bereits beim Eintritt in den Regenerator an Temperatur innewohnt. Letztere kann sich eventuell auf einige hundert Grad belaufen, und es ist um so wünschenswerther wenigstens ein Gleichgewicht herzustellen, da gerade die Luft, als actives Mittel, auf die höhere Temperatur gebracht werden soll. Man erreicht dies dadurch, dass man jene Passage der Gasklappe, welche nach dem Schornsteine führt, bis zu einer gewissen Höhe derart absperrt, dass die abgehende Flamme gezwungen ist, zur grösseren Hälfte den Luftregenerator zu passiren, kurz, dass derselbe mehr erhitzt, auch befähigt wird, mehr Hitze abzugeben.

Bei nebeneinander liegenden Regeneratoren genügt es, diese Passage bis auf die Hälfte zu verengen; bei hintereinander liegenden ist eine Verengung dann unnöthig, wenn der Luftregenerator dem Fuchse zunächst liegt, im entgegengesetzten, also ungünstigsten Falle dagegen, wird die Absperrung bis zu  $\frac{2}{5}$  der ganzen Passage erforderlich. Für horizontale Wechselklappen bewirkt man dies durch ein starkes Blech, bei vertikalen durch ein 6zölliges Mäuerchen zwischen den Anschlagwinkeln.

Die ausschliessliche Vorwärmung der Luft hat sich praktisch nicht bewährt, sie führte zu baldigen Verstopfungen der Gaszweigkanäle und collidirte in der Regel mit den Constructionsbedingungen des Ofens, dabei den pyrometrischen Effect eher vermindern als vermehren.<sup>1)</sup>

Regeneratoren.  
Dimensionen  
hierzu.

Lässt sich aus der pyrometrischen Effectsberechnung für Regenerativöfen (S. 31 ff.) bereits der Grundsatz ableiten, dass dieser Effect an eine gewisse Absorptionsfläche der abgehenden Flamme gebunden ist, so kann man diese Fläche oder vielmehr Kubikmasse des Netzwerks doch nur soweit ausdehnen, als die abziehenden Rauchgase zuletzt eine Abkühlung unter 300° nicht erleiden. Nun ist zwar die Schwierigkeit von Temperaturmessungen im Innern der Regeneratoren begreiflich, und absolute Festlegungen hierüber um so schwieriger, als im Heizwerthe selbst äusserlich gleichartiger Brennstoffe häufig genug

1) Neuer Siemensofen ohne Gasregeneratoren unter „Specieller Theil.“

Schwankungen auftreten. Nichtsdestoweniger mögen hier nachstehende Grössenbestimmungen als immerhin werthvolle Anhaltspunkte Platz finden.

Krans schreibt, dass 43-Prozent des ganzen Wärmeverbrauchs von den Regeneratoren zur Verbrennung über dem Herde zurückgesandt werden, was mit den Toldt'schen Ermittlungen, einer Zurückhaltung der Wärme von 42—43,88 % also beinahe übereinstimmt.

F. Siemens verlangt eine Netzfläche von 51 □m für den Consum von 1000 kg Kohle in 24 Stunden,<sup>1)</sup> und zwar für je zwei Kammern. Für vier Regeneratoren repartirt er unter der gleichen Voraussetzung in Kubikmaass umgesetzt 3,5 cbm Netzsteine (Ausleger). Nachdem das Gewicht derselben gemeinhin auf 1,8 t per 1 cbm anzunehmen ist, so würde, da von diesen 3,5 cbm die Hälfte leer, die andere vollgemeint ist, ein Gewicht von  $1,75 \times 1,8 = 3,15$  t resultiren.

Siemens sagt weiter, immer unter Bezugnahme auf obigen Kohlenconsum: „Man wird 16—17 mal das Gewicht des zwischen zwei Umsteuerungen verbrannten Brennstoffes als Auslegergewicht für zwei Regeneratoren benöthigen, um dem Gase und der Luft die erforderliche Wärme zu geben, beziehungsweise dem Verbrennungsgase die Wärme möglichst zu nehmen. Die Zeit zwischen zwei Umsteuerungen sei 1 Stunde, dann entsprechen dieser Zeit von 1000 kg Brennstoff 42 kg Kohle und dieser Kohlenmenge 714 kg Ausleger für zwei Regeneratoren. Man benöthigt, wenn die Umsteuerungsintervalle statt 1 Stunde nur  $\frac{1}{2}$  Stunde betragen, also blos ca. 180 kg Ausleger pro Regenerator. Bei kurzen Umsteuerungsintervallen muss die Auslegermasse deshalb verhältnissmässig grösser sein, weil die untersten Steine nicht mehr so stark erhitzt werden und die hierauf folgende Einströmung der kalten Medien eine zu grosse Abkühlung zur Folge hätte“.

Siemens betont hierin die durchweg ältere, bis zum Jahre 1892 allgemeine und auch jetzt noch meist übliche Anordnung von je 2 Gas- und 2 Luftgeneratoren. Nun besitzen die ankommenden Gase aber bereits, wie schon S. bemerkt, eine Temperatur, welche je nach Situation des Erzeugers und der Art des Brennstoffes sich unter Umständen bis auf 600° belaufen kann, während die Verbrennungsluft — abgesehen von der seltenen Heissluftpressung — eine grössere Wärme als die des betreffenden Lokales, also sicher nicht über 30° besitzt. Um demgemäss dies Voreilen der Gasregeneratoren zu vermeiden, rechtfertigt sich die dort verlangte partielle Verengung der Schornstein-

1) Wohl zu beachten ist, dass F. Siemens' Ermittlungen sich auf eine gute böhmische Braunkohle beziehen, mit welcher er vornehmlich auf dem Continente arbeitete.

passage zur Wechselklappe des Gases von selbst. Es kann diese Maassregel allerdings auch durch eine entsprechende Vergrösserung der Luftgeneratoren gegenüber den Gasregeneratoren umgangen werden. So erwähnt z. B. Ledebur in seiner Eisenhüttenkunde eines Martinofens, dessen Gasregenerator 8,65 und dessen Luftregenerator 12,48 cbm besitzt, es ist jedoch eine solche Anordnung überall da mindestens problematisch, wo der Ofen eine symetrische Form nach seiner Längsachse haben soll (Glasindustrie).

Toldt giebt folgendes Endresultat einer calorischen Berechnung an. Für 1 cbm Luft oder Gas von  $0^{\circ}$  Temperatur und 760 mm Geschwindigkeit pro Sekunde, sowie  $100^{\circ}$  Temperatursteigerung im Regenerator, ist zu letzterem ein Volumen von 6,0 cbm und ein Netzwerk von 2850 kg von nöthen. Verhältniss der Wärmecapacitäten: Gas = 100, Luft = 190, für 100 kg Kohle gerechnet. Nach Gruner endlich berechnet sich unter Zugrundelegung der Toldt'schen Voraussetzungen bei einer mittleren Temperaturerhöhung von  $500^{\circ}$  im Regenerator, und für 1 kg Kohle, welches zwischen zwei Umschaltungen verbrennt (Umsteuerungsintervall 30 Minuten, Zuströmung 9,4 cbm gasförmige Medien):

$0,005 \times 2850 \times 5 = 71$  kg. Ziegelnetzwerk, während Gruner selbst nur 50 bis höchstens 60 kg beansprucht. Beiderseits ist magere Steinkohle und eine Anfangstemperatur des Gases von  $472^{\circ}$  vorausgesetzt.

Man sieht, die Berechnungen resp. empirischen Angaben dieser Art differiren immerhin so ziemlich; zudem sind sie für eine Anfangstemperatur des Gases von durchschnittlich  $400^{\circ}$ , also nur etwa für eine Steinkohle mittlerer Qualität oder sehr gute Braunkohle gegeben, sodass der Praktiker wohl daran thun wird, bei einem Nahestand des Generators zum Herde selbst, vorkommendenfalls das arithmetische Mittel aus jenen Angaben zu ziehen.

Der technische Ausdruck „Fuchs“ gilt gegenwärtig noch bei den direkten Feuerungen als derjenige Ort, wo der Rost durch eine wallförmige niedere Querwand sich vom eigentlichen Herde oder den Heizungszügen trennt; man nennt sie auch bekanntlich recht zutreffend die Feuerbrücke. Die Gebrüder Siemens haben den Ausdruck „Fuchs“ für ihre Erfindung zu dem Constructions-theile in Anspruch genommen, wo die Vereinigung der Verbrennungsmedien nach ihrem Austritt aus den Regeneratoren stattfindet.

Nachdem die regenerative Gasfeuerung auf allen Zweigen der Hüttentechnik Verbreitung gefunden, so ist es ohne weiteres begreiflich, dass die Construction des Fuchses oder Brenners, wie er auch hier und da genannt wird, sich speciell und unabhängig von Form, Grösse oder Lage der Regeneratoren, dem

jeweiligen Hüttenprozesse anzupassen hat. Bei allen älteren Oefen dieser Art galt im allgemeinen der Grundsatz: Vereinigung der Verbrennungsmedien unter Anwendung einer gewissen Compression zur vollkommen entwickelten Flamme beim Austritt auf den Herd.

Wenn ich in Figg. 3 und 4 Taf. IV eine so geartete „alte“ Fuchsconstruction wiedergebe, so geschieht das deshalb, weil solche zur Erzielung einer, je nach Bedarf, oxydirenden oder reducirenden Flamme, wie solche der Puddel- und Schweissprozess verlangt, sich am besten eignet. Denn hier tritt der nöthige Wechsel durch die entsprechende Gas- und Luftgebung sofort ein, als eine besonders hervorragende Errungenschaft der Gasfeuerung. *e* ist hier Gasregenerator, bei *d* treffen sich Gas und Luft, von *d* bis *c* Mischungsraum, von *c* bis *a* tritt die eigentliche Entwicklung der Flamme ein, *f* Herd. Die Neigung des Fuchses ist derart zu treffen, dass die Mittellinie von *c* bis *a* in ihrer Verlängerung die halbe Tiefe des Herdes auf seiner Mitte durchschneidet. Die Bruchstelle *c* liegt auf der Hälfte zwischen *d* und *a*, die Seiten *bb* sind 4 cm niedriger zu machen als die Mitte *a*, damit sich ein centraler Kern in der Flamme bildet; *a* variirt zwischen 12 und 20 cm, also *b* zwischen 8 resp. 16 cm je nach der Grösse des Ofens. Je steiler die Convergenz nach *a*, desto kürzer gestaltet sich in Folge der Pressung die Stichflamme, sie ist mit 3 cm in den meisten Fällen ausreichend, ist also *a* 20 cm, so wäre *c* 23 cm anzunehmen. *da* durchschnittlich gleich 1 m, die Breite gleich der ausgehenden Herdbreite weniger 20 cm zu beiden Seiten<sup>1)</sup>.

Wenn ich ferner in der 2. Aufl. S. 31 dieses Werkes schrieb: „Ein Streitobject unter den Pyrotechnikern bildet übrigens noch immer die zweckmässigste Construction der Fuchse, d. h. die respectiven Formen zu ermitteln, unter denen die Mischung von Gas und Luft weder zu früh noch zu spät eintritt, dabei aber eine innige ist, und die Flamme dem Verbrennungsherd nach allen Dimensionen hin gleichförmig und ausgiebig nutzbar zu machen. Es ist bisher nur der Empirie vorbehalten, hierin das Richtige zu treffen, und wenn auch bereits wesentliche Fortschritte in der Verbesserung dieses wichtigsten Constructionstheiles bei Gasfeuerungen gemacht wurden, so darf man sich doch nicht verhehlen, dass das Vollkommenste hierin sicher noch nicht erreicht ist“ — so hat sich dieser Streit zwar eine Reihe von Jahren hingezogen, er hat sich aber trotz aller Polemik des für und wider, mit beinahe alleiniger Ausnahme des oben angeführten Falles, zu Gunsten der Friedrich Siemens'schen Theorie, welche er freie Flammenentwicklung nannte, entschieden.

1) Dieser Fuchs würde für einen Puddelofen oder Schweisssofen von ca. 800 kg Bepackung gelten.

Siemens ging hierbei von der wissenschaftlich begründeten Thatsache aus, dass eine jede Verbrennung nichts anderes sei, als eine Molekularbewegung der betreffenden Medien, und dass bei der Verbrennung von Gasen solche Bewegung erschwert werde, sobald Luft und Gas durch Berührung mit Flächen Anziehungs- oder Reibungswiderstände erleiden. Er stützte sich zugleich auf die physikalische Wahrnehmung, dass selbst die Dissociation durch die Berührung der Gase mit festen Körpern begünstigt werde<sup>1)</sup>. Er resumirte hieraus — und der Erfolg hat wie erwähnt seine Behauptung bestätigt — dass jedes Gemisch von Kohlenstoffgas und Luft eines entsprechend grossen Raumes bei möglichster Vermeidung von Berührungsflächen bedürfe, um die vollkommene Verbrennung zu erzielen. Also mit Rücksicht hierauf: keine Fuchse mit gepresster Vereinigung von Gas und Luft, keine engen und niedrig gewölbten Verbrennungsherde!

Welche Einschränkungen dieses Prinzip durch die Praxis zu erleiden hat, wird im „Speziellen Theil“ ersichtlich. Begünstigt ist die freie Flammeentwicklung überall da, wo es sich um homogene Schmelzprozesse handelt (Wannenschmelzung), während bei allen Tiegelschmelzprozessen und bei Muffelöfen der unvermeidliche Contact der Moleküle ein so bedenkliches Hinderniss darstellt, dass mir im Interesse einer exacten Bildung resp. Handhabung der Flamme, auch der ältere vertikale Fuchs nach Figg. 5 und 6 Taf. IV vortheilhafter erscheint.

Hiernach erhält jeder Regenerator in der Höhe des Gewölbscheitels drei oder zwei Schlitze von entsprechender Länge und Breite je nach der Grösse des Verbrennungsherde und zwar in stetem Wechsel von Luft und Gas, wodurch die Tasche die fünf Scheidewändchen *cc* enthält. *aaa* sind die Gas-, *bbb* die Luftschlitze und es kann somit die Vereinigung von Gas und Luft erst beim Austritt auf den Herd stattfinden.

Zu bemerken ist noch, dass stets die Luft den Anfang zu machen hat, von der Stirnseite des Ofens aus gerechnet, weil dieselbe vermöge ihrer grösseren Leichtigkeit, also auch grösseren Geschwindigkeit, sonst an Voreilung gewinnt; wenigstens erwies sich die umgekehrte Anordnung stets als nachtheilig für die Entwicklung der Flamme.

Die Querschnitte der Fuchse, da, wo dieselben auf den Herd ausmünden, sind folgendermaassen zu berechnen. Für einen Fuchs mit gemeinschaftlicher Ausströmung empfehle ich die empirische Formel:

$$l' = 2 ft 0,3665$$
, während der Faktor 2 da in Wegfall kommt, wo Luft und Gas getrennt dem Herde zuströmen, demnach je zwei Endflächen auf beiden Seiten des Ofens in Betracht kommen.

---

1) Siehe „Ueber den Verbrennungsprozess mit specieller Berücksichtigung der praktischen Erfordernisse“ von Friedrich Siemens, Berlin 1887.

$F$  = Endfläche,  $f$  = Querschnitt einer Wechselklappenpassage, 0, 3665 = Coefficient der Volumenausdehnung von Luft, sowie auch von Schwelgas für die Wärmezunahme von  $100^{\circ}$  und  $t$  = Vielfaches der letzteren. Das Flächenmaass  $F$  ist dann selbstredend auf die Austrittsschlitzte der Regeneratoren in entsprechender Weise zu vertheilen.

Bei der Anlage eines Regenerativofens ist vor allem darauf zu achten, dass der Baugrund ein zu allen Jahreszeiten durchweg trockener ist. Ist man aber dessen nicht vollkommen sicher, so muss man ihn entweder durch eine starke Schicht von Beton, hydraulischen Kalk oder Cementmauerwerk isoliren, oder aber man muss eine ausreichende Drainage anlegen, wenn sich das Terrain dazu eignet; denn die geringste Bodenfeuchtigkeit drückt, sobald sie abkühlend auf die Regeneratoren wirkt, den pyrometrischen Effect bedeutend herab<sup>1)</sup>. Gründung.

Fig. 7 Taf. IV zeigt eine Isolirschicht von Beton bis auf die muthmaassliche Höhe der Bodenfeuchtigkeit. Sie wird seitlich zwischen den Schalungen  $aa$  aufgeführt, welche man nach dem Festwerden der Schicht  $bb$  wieder entfernt,  $c$  ist die 3zöllige in Kalk gemauerte Sohle, auf die der Ofen zu stehen kommt.  $b = 35$  cm dick, dürfte in den meisten Fällen ausreichend sein. Fig. 8 Taf. IV zeigt die in der Anmerk. gemeinte Drainage.  $bbb$  sind 4zöllige Drainröhren,  $c$  eine darüber gelegte Lehm-schicht von 10—15 cm und  $a$  die in Kalk gelegte 10 cm Ofen-sohle. Eine solche Entwässerung ist besonders dann angezeigt, wenn die Hütte auf einem Abhange gelegen ist, man zieht die Röhrenstränge allmählich zusammen, sodass sie an der Mündung gleichzeitig eine bequeme Wasserversorgung für das Etablissement bilden. Die Leitung muss übrigens ca. 50 m vor den Ofen ihren Anfang nehmen, und würde sich die Bestimmung ihrer lichten Weite, sowie ob etwa auch seitliche Stränge anzulegen seien, nach Beobachtungen zu richten haben, die man während der nassen Jahreszeit vorher anstellen muss. — Beide Figuren sind als Querschnitte zu verstehen.

---

1) Bei Anlage eines Glas-Regenerativofens in der Niederlausitz fand ich das Terrain, auf welches der Ofen gebaut werden sollte, in einer Tiefe von 6 Fuss durch zweizöllige Stränge abdrainirt. Da sich der Boden (es war spätes Frühjahr) als vollkommen trocken erwies, so führte ich den Bau aus und der Betrieb ging bis ungefähr Anfang November in erfreulichster Weise vor sich. 14 Tage nach Eintritt starker Regengüsse aber wurde der Ofen kälter und kälter, die Röhrenstränge warfen einen vollen Wasserstrahl und man musste sich gestehen, dass die Drainage nicht mehr ausreichend, der Ofen durch das Grundwasser ernstlich gefährdet sei. In dieser Noth verfiel man auf die glückliche Idee, dicht vor der Stirnseite des Ofens eine Cysterne bis auf einige Fuss unter die Sohle anzulegen. Dies half. Die Temperatur hob sich von Stunde zu Stunde und der Ofen arbeitete seitdem, selbst bei der nässesten Witterung, ganz anstandlos.

Mauerwerk.  
Aufstellung der  
Wechselklappen.

Bei der Complicirtheit des Regenerativofens ist die grösste Sorgfalt in der Ausführung aller Theile doppelt nothwendig, und sind besonders zu den Wölbarbeiten nur geübtere Maurer zuzulassen. Es gilt hier dasselbe, was ich bereits in dieser Beziehung über den Generatorbau erwähnte, nur ist wegen der durch die höhere Temperatur immer statthabenden Nachschwindung, besonders an den oberen Partien des Ofens, auf sehr solide Eckverbände, im allgemeinen aber auf möglichst schwache Fugenziehung zu achten. Gewöhnlich sind bei den Chamottsteinen ziemliche Differenzen in Bezug auf Brand bemerklich, es ist dann rathsam, dieselben zu sortiren und die weicheren mehr im Anfang zu vermauern oder sie zum Aussetzen der Regeneratoren zu verwenden. Die Gewölbe der letzteren müssen mit sehr soliden Widerlagern, eventuell Verankerungen<sup>1)</sup> versehen werden und besonders da, wo sie noch durch den Ofenherd belastet sind, durchaus einen doppelt  $12\frac{1}{2}$  cm starken Halbkreis bilden. Bis zu den Widerlagern genügt inwendig eine  $12\frac{1}{3}$  cm Verkleidung der äusseren Regeneratorwände, alle nach dem Innern gelegenen Theile müssen jedoch ganz von Chamotte, die Zweigkanäle und alle sonstigen Leitungen aber von rothen Ziegeln bester Qualität hergestellt werden.

Vor Aufstellung der Wechselklappen sind deren event. Verbindungsschrauben soweit zu lüften, dass man die Muttern streng mit der Hand bewegen kann, um der nicht unbedeutenden Ausdehnung Spielraum zu gönnen; denn unterlässt man dies, so ist gewöhnlich ein Springen an irgend welcher Stelle, oder mindestens ein Schleifen des Flügels die spätere Folge davon. Jeder Stein muss den Formen der Klappe scharf angepasst werden, es treten sonst leicht durch Lücken, die sich zwischen Stein und Eisen bilden würden, falsche Strömungen und Verluste ein.

Bau der Föchse.

Da die Föchse zumeist der Zerstörung zuerst unterliegen, so ist für deren Bau das beste Material zu wählen, und will man die meiste Garantie für eine längere Dauerbarkeit derselben in den Händen haben, so ist es das Rathsamste, sich die hierzu nöthigen Steine selbst anzufertigen. Es ist dies um so mehr nöthig, als von der Haltbarkeit dieses so zu sagen edelsten Theiles des ganzen Ofens, auch nicht selten die Sicherheit und Dauer des Betriebes abhängt. Steine, die ich in folgender Weise herstellte, erwiesen sich als sehr zweckmässig: 1 Theil scharfen, weissen Quarzsand, und  $1\frac{1}{2}$  Theile Chamotte von Porzellankapseln in erbsgrossem Korn, werden mit 1 Theile fetten Thones von ausgezeichneter Qualität vier bis fünf mal innerhalb 14 Tagen sorgfältig durchgetreten, hierauf die Masse mit festen Holzhämmern in die womöglich eiserne Form so lange geschlagen, bis sie Ein-

1) Ein vollständiges Einkleiden in Platten kann ich auch hier aus den bereits früher angeführten Gründen nicht empfehlen.



drücke mit dem Daumen nicht mehr annimmt. Das Trocknen an einer Luft von 18 bis 20° hat 2 bis 3 Wochen anzudauern und das Brennen 6 Tage, wovon 2 Tage auf Weissglühhitze gerechnet sind. Vorausgesetzt ist das gewöhnliche Ziegelmaass.

Ist man genöthigt, gekaufte Steine zu verwenden, so soll man dieselben wenigstens selbst noch einmal bei hoher Temperatur durchbrennen, wobei sich gewiss noch eine bemerkenswerthe Schwundung herausstellen wird.

Am häufigsten müssen die horizontalen Föhse erneuert werden, selbstredend bei Oefen mit sehr hohen Temperaturen, und es ist zweckmässig, um Zeitaufwand möglichst zu ersparen, dieselben immer nach der vorhandenen Schablone in Vorrath zusammenzuarbeiten.

Als Bindematerial gilt in allen Fällen ein feiner Thonmörtel, der in solcher Consistenz zu erhalten ist, dass er von der Kelle schwach abläuft. Lehm ist unter keinen Umständen bei irgend einem Theile von Gasfeuerungsanlagen zu empfehlen, denn abgesehen von seiner Schmelzbarkeit in sehr hohen Temperaturen, ist auch seine bindende Kraft viel zu gering und führt zu Undichtheiten aller Art<sup>1)</sup>.

Das Anheizen aller Gasöfen hat, sowohl im Beginn mit dem sogenannten Schmokfeuer und im weiteren Verlauf als Gasfeuer, unter Beobachtung einer Summe von Vorsichtsmaassregeln zu geschehen, von denen die Dauerbarkeit des ganzen Objectes wesentlich mit abhängt. Die Gasflamme entwickelt nämlich von Anfang an, gegenüber einer direkten Flamme derselben Grösse, eine Intensität, welche den Neuling oft ungeahnt überrascht und dann, wenn das Vorfeuer nicht dauernd und kräftig genug war, dem Ofen leicht tiefe Schäden beibringt.

Die Generatoren zunächst trocknet man nur durch ein ganz gelindes Schmokfeuer bei offenen Schüttverschlüssen so lange, bis die Wände „weiss“ werden, d. h. nicht mehr schwitzen; hierauf deckt man letztere zu und lässt die abgehende Wärme auch den Leitungen etwa 24 Stunden lang zu Gute kommen, unter Einwirkung des natürlichen Zuges. Es hat sich durch diese Procedur immer eine Menge Flugasche in den Kanälen und Leitungen angesammelt, welche man bei rechter Zeit noch entfernen muss.

Währenddessen kann man gleichzeitig den Verbrennungsherd vorfeuern, indem man seiner Grösse entsprechend einen kleinen Rost darauf improvisirt und auf diesem sehr langsam das Feuer so lange steigert, bis der innere Ofenraum etwas anfängt roth zu scheinen. Dies nimmt man am besten in der Dunkelheit wahr, und es kann dann alsbald Gas zugelassen werden.

---

1) Ich kann nicht umhin, hier noch zu erwähnen, dass man sich nicht verleiten lassen darf, die Regeneratoren früher auszusetzen, bevor Wände und Gewölbe vollständig fertig, gefugt und abgepinselt sind, trotz aller Vorsicht fallen sonst Putzteile dazwischen und führen ohne Noth zu Verstopfungen.

Das Vorfeuern ist bei Oefen mit direkter Gasfeuerung viel rascher abgethan als bei solchen mit regenerativer, weil man hier auch Sorge dafür zu tragen hat, dass der complicirte Unterbau, der ja bei jenen gänzlich wegfällt, wenigstens einigermaassen vorgewärmt wird. Hat also der innere Ofenraum die erwähnte Temperaturhöhe erreicht, so öffnet man den Schornsteinschieber und stellt beide Wechselklappen auf die Mitte, wodurch die sonst zu den Arbeitslöchern, oder aus der im Gewölbe (zu dem Zwecke) gelassenen Oeffnung entweichende Wärme gezwungen wird, getheilt durch beide Füchse und Regeneratoren, abzugehen. Dies bietet gleichzeitig Gelegenheit, den Schornstein, sobald derselbe neu ist, auch auszutrocknen, denn ohne letzteres würde derselbe nicht die mindeste Wirkung für den angegebenen Zweck äussern. Man darf jedoch, um die Regeneratoren nicht etwa durch Flugasche zu verstopfen, diese Ausheizung nicht über 24 Stunden wahren lassen, und muss dazu, wenn irgend möglich, Koke verwenden.

Am allerumständlichsten gestaltet sich das Vorfeuern bei den Glasöfen, wo der mürbe Oberbau durch Mangel an Vorsicht bei dieser Gelegenheit sehr beschädigt werden kann und dann nicht allein starke Risse die Baufähigkeit beschleunigen, sondern auch oft durch ein unaufhörliches Abblättern oder Schlieren des Gewölbes die ganze Campagne mehr oder minder verdorben wird. Das „Auftempern“ beansprucht hier, je nach der Grösse des Ofens, eine Zeit von mindestens 8 bis 14 Tagen und geschieht durch sogenannte Wölfe, d. h. kleine Schüren, die man provisorisch an die Stirnseiten des Ofens anbaut, und deren Züge unmittelbar in letzteren münden. Ihre Rostbreite beträgt 20—30 cm, ihre Rostlänge bis 1 m; die Oeffnungen zum Hafensetzen, in denen die Züge eintreten, werden mit einer 6zölligen Ziegelwand einstweilen ausgesetzt, welche man auswendig mit Lehm verschmiert. Man darf hierbei den scheinbar geringfügigen Umstand nicht versäumen, eine kleine Oeffnung für den Haken frei zu lassen, mit dem man später diese Wände aufreisst, es geschieht sonst leicht, dass bei ihrer geringen Stabilität eine oder die andere beim Aufreissen durch Versehen oder Ungeschicklichkeit nach innen stürzt und den Fuchs verlegt. Am letzten Tag ist es wegen der grösseren Entfernung dieser Schüren vom Herd nöthig, mit einem stark flammenden Brennmaterial zu feuern, um damit die Füchse zu erreichen.

Ehe man hierauf den Generator beschickt, muss man sich noch einmal von der Dichtheit sämmtlicher Verschlüsse überzeugen.

Beschickung der  
Generatoren.

Die Beschickung der Generatoren geschieht bei solchen mit Planrosten derart, dass man zuerst eine Schicht Hobelspäne über letztere gleichförmig ausbreitet; auf diese legt man kreuzweise zwei Schichten ganz trockenen Holzes und schüttet sodann

erst einige Kübel klares Brennmaterial auf, füllt aber den Generator bis zur Mündung sofort mit dem gröberen, ehe man anzündet. Bei Pult- und Treppenrosten ist es besser, das Feuer nach und nach von unten nach oben zu leiten, und erst wenn der ganze Rost mit Gluth bedeckt ist, zuzufüllen, es entstehen sonst todte Stellen, die sich nur sehr langsam ausgleichen. Generatoren mit gepresstem Winde sind höchst sorgfältig anzublasen; bei Regenerativöfen stelle man die Gasklappe eine kurze Zeit auf den Schornstein, sobald man zugefüllt und den Verschlussdeckel aufgesetzt hat, um die Gasentwicklung zu begünstigen, besonders dann, wenn kleinstückige Stein- oder Braunkohle ge-  
feuert wird.

Bei Gasöfen mit gepresstem Wind ist augenblicklich das Entwicklung  
der Gasflamme. wünschenswerthe Gasquantum zu beschaffen, nicht so bei Regenerativöfen, wo Gas durch natürlichen Zug gezwungen, sich erst so zu sagen mühsam durch das Netzwerk des Regenerators winden muss. Dem Fuchse entströmen anfänglich nur Wasserdämpfe des Unterbaues, das Gas staut zurück und hüllt, indem es durch die Roste dringt, die Umgebung oft stundenlang in einen dichten Nebel. Je wasserfreier das Gas an sich selbst ist, desto eher wird es brennen und man darf das Vorfeuer durchaus nicht früher abgehen lassen, ehe man nicht die Ueberzeugung gewonnen hat, dass die Gasflamme sich selbstständig erhält. Gas- und Luftzutritt sind auf das geringste Maass zu beschränken, wogegen der Zug möglichst kräftig zu wirken hat. Nach Zeit von 1 bis  $1\frac{1}{2}$  Stunden wird bei Erfüllung dieser Bedingungen in der Regel die Flamme derart entwickelt sein, dass man wechseln kann, und sie wird nun von dieser Seite durch die stattgehabte Vorwärmung der Regeneratoren in der halben Zeit sich ausbilden. Hat man das Wechseln hierauf etwa 4 bis 5 mal in halbstündigen Pausen wiederholt, so ist dann das Vorfeuer entbehrlich und das Aufheuern geschieht durch ganz allmähliches Vermehren des Gas- und Luftzutrittes mit der Gasflamme allein. In demselben Maasse, als man die letztere verstärkt, muss aber der Zug, wenigstens bis auf eine gewisse Grenze, vermindert werden und zwar immer soweit, dass die Flamme einen fortwährend zusammenhängenden Strom bildet und nicht in abgerissenen Fragmenten durch den Ofen fliegt. Beobachtet man dies nicht, so tritt eine merkliche Abkühlung des Herdes bald ein, während die Regeneratoren voraneilen.

Die Zeit, bis zu welcher die höchste Temperatur erreicht werden darf, richtet sich nach Grösse und Gattung des Ofens. Bei Glühöfen reichen 18, bei Schweissöfen 24 bis 30 Stunden aus, bei Glasöfen sind mindestens 48 bis 60 darauf zu rechnen; die regelmässigen Chargen oder Schmelzen treten aber erst gewöhnlich nach der dritten bis vierten Beschickung ein, da der Ofen bis dahin selbst noch ein grosses Quantum Wärme absorbiert.

Ist die höchste Temperatur das erste Mal erreicht, so ist das Wechseln bei Oefen mit hohen Hitzgraden mindestens halbstündlich, bei solchen mit niederen Hitzgraden ganzstündlich vorzunehmen. Ich habe diese Pausen immer als solche erkannt, durch welche das Gleichgewicht auf beiden Seiten am Besten erhalten bleibt. Die Klappen müssen hierbei möglichst a tempo und rasch umgestellt werden, um die statthabende Unterbrechung abzukürzen, und um kleine Explosionen zu verhüten, welche entstehen, sobald bei zu langsamen Umstellen sich etwa Luft und Gas von der entgegengesetzten Seite treffen.

Luftzuführung  
bei Regenerativ-  
öfen.

Den Luftzutritt in der erforderlichen Weise zu reguliren ist eine sehr wesentliche Aufgabe für den Schürer oder Meister beim Ofen, und eine gewisse Unfehlbarkeit darin kann nur durch längere Praxis und ein unausgesetztes Beobachten der Flamme gewonnen werden. Um letzteres leicht zu machen (und davon hängt gewöhnlich viel ab) muss die Saugöffnung mit einem dicht schliessenden und bequem zu dirigirenden Schieber versehen sein. Da die Regenerativöfen eine auffallende Empfindlichkeit für die Luftzuführung besitzen, so muss man sich von vornherein einer gewissen Oekonomie hierin befleißigen und jeden Ueberschuss zu vermeiden suchen. Die dadurch herbeigeführte Abkühlung ist besonders bei ungünstigen Zugverhältnissen oft schwer wieder zu repariren. Der Querschnitt der Luftzuführung wird immer ein auffällig kleinerer sein als der der Gaszuführung, obgleich letztere dem Volumen nach nur ca. die Hälfte der ersteren im chemischen Sinne sein soll. Es liegt dies einestheils darin, weil das Gas in diesem rohen Zustande mehr oder weniger durch eine Menge flüchtiger Körper verunreinigt ist, welche während der Verbrennung keine höhere Oxydationsstufe annehmen, z. B. Stickstoff, schwefliche Säure, ammoniakalische Verbindungen, Kreosot u. s. w., andertheils in der etwas grösseren Geschwindigkeit, welche der Luft, begünstigt durch den kürzeren Weg und geringere Reibungshindernisse, innewohnt.

Je solider die Bauart des Ofens war, desto länger bewährt er seine Empfindlichkeit für die Luftzuführung. Defecte, besonders am Unterbau, machen sich zuerst durch eine Stumpfheit in dieser Beziehung bemerklich.

Der grosse Werth der Gasfeuerung liegt neben der Ersparnisse an Brennmaterial, welche man durch die sehr genaue Bemessung der Verbrennungsluft zu erzielen im Stande ist, in zweiter Linie in der ausserordentlichen Schnelligkeit, mit welcher man jede beliebige Länge der Flamme nach oxydirender oder reducirender Wirkung erreichen kann. Besonders bei metallurgischen Prozessen, wo diese Wirkung mühsam und dennoch selten scharf durch verschiedenartiges Einschüren in der

direkten Feuerung zu treffen ist, ist dieser Vortheil von grosser Bedeutung.

Die Betriebsstörungen, denen eine Gasfeuerung ausgesetzt ist, können hauptsächlich in dreierlei Ursachen ihren Grund haben: 1) in der unregelmässigen Bedienung, 2) in der Verstopfung der Leitungen und 3) in Defecten des Ofens selbst.

Betriebs-  
störungen.

Eine Folge unregelmässiger Bedienung ist vor allem starke Verschlackung der Generatoren, worüber bereits das Erforderliche gesagt wurde. Die dadurch entstehende theilweise Verbrennung der Gase in den Leitungen führt aber nicht allein zu Explosionen, sondern es tritt auch selbstredend eine frühzeitige Zerstörung aller Eisentheile ein, die mit dem Gase in unmittelbare Berührung kommen. Ein praktisches Erkennungsmittel, dass in dieser Beziehung Alles in Ordnung ist, liegt darin, dass man die Hand momentan auf jenen Theilen erleiden kann, oder, dass darauf gespritztes Wasser nicht zischt. — Zur regelmässigen Bedienung gehört auch das pünktliche Beschicken des Generators. Der Schürer darf es besonders im Anfang nie versäumen, beim Oeffnen der Schlackbüchsen das Absperrventil zu schliessen, da der Generator sonst leicht Luft ansaugt und damit nicht selten Entzündungen oder Explosionen entstehen. Es giebt natürlich immer einen Punkt der Absperrung, wo ein Gleichgewicht der Gase gegenüber der äusseren Luft stattfindet, doch ist derselbe abhängig von dem momentanen Zuge. Ein geübter Schürer trifft ihn ziemlich sicher und vermeidet dadurch allerdings kleine Gasverluste, sowie Nachtheile für die Sinne, welche damit verbunden sind, und ist es besonders auch aus diesem Grunde wünschenswerth, die Absperrung möglichst dicht an den Generator zu legen.

Verstopfungen der Gasleitung im allgemeinen machen sich zunächst dadurch bemerklich, dass die Flamme bei ganzer Oeffnung des Absperrventils nicht mehr die ursprüngliche Fülle besitzt und dasselbe über eine niedere gewisse Grenze hinaus keinen regulirenden Einfluss mehr äussert. Man öffnet solchenfalls beide Endpunkte der Leitung rasch, und sollte das Gas nicht von selbst sofort in Brand gerathen, so steckt man es am Ausgangspunkte an, in beiden Fällen erfolgt dies unter einer leichten Detonationserscheinung. Bei Regenerativöfen muss man die Wechselklappe des Gases auf den Schornstein stellen, damit der Rauch nach dahin schnell entweicht. Sollten sich durch eine öftere derartige Manipulation die Theerverbrennungsprodukte zu sehr angehäuft haben, so sind dieselben mittels einer Krücke von entsprechender Form gleichzeitig aus den Reinigungsver-schlüssen herauszuziehen. Die ganze Arbeit nimmt bei einiger Uebung nicht länger als  $\frac{1}{4}$  Stunde in Anspruch, und muss, vorausgesetzt, dass die Leitungsquerschnitte nicht zu klein sind, im Sommer gewöhnlich nach 6—8 Wochen, im Winter allmonatlich vorgenommen werden. Ist das Brennmaterial sehr trocken und

sein Gas spezifisch leicht, so können diese Perioden wohl auch noch weit grösser sein.

Eine Theerverstopfung der Wechselklappe bei Regenerativöfen ist sofort daran kenntlich, dass dieselbe beim Anschlagen keinen hellen Klang mehr von sich giebt, es findet damit natürlich auch ein undichter Schluss und Gasverlust nach dem Schornsteine statt. Man sperrt solchenfalls den Generator ab, zündet die Theerkruste an, und fegt die Klappe noch mit einem Ruthenbesen sorgfältig aus. In der Regel muss man Kanal- und Klappenreinigung gleichzeitig bewerkstelligen. Die Zweigkanäle zwischen Regeneratoren und Klappen halten sich von selbst rein.

Bei der direkten Gasfeuerung tritt besonders ein häufiges Verlegen des Verbrennungsapparates durch Flugasche ein, weshalb derselbe natürlich stets so anzubringen ist, dass man ihm leicht beikommen, ihn resp. ausputzen kann.

Betriebsstörungen durch Defecte. Solche entstehen zuerst in der Regel an den Füchsen und zwar bei vertikalen durch Ausweitung, bei horizontalen durch Senkung oder Ausweitung. Die Flamme zeigt dann, in Folge der mangelhafteren Mischung von Gas und Luft, hier und da dunkle Streifen und verliert somit mehr und mehr an Intensität. Um nicht Zeit und Brennmaterial zu opfern, ist es immer vorzuziehen, die Reparatur ohne langes Bedenken auszuführen; denn man kann sich mit einem schadhaften Fuchse unter Umständen wohl längere Zeit nothdürftig behelfen, gewöhnlich aber nur, wenn man das Facit zieht, unter Opfern, die mit einer rasch ausgeführten Reparatur in keinem Verhältnisse stehen. — Vertikale Füchse der Glasöfen dauern die ganze Campagne 7—9 Monate aus, sobald die Bank von ganz solidem Materiale angefertigt ist; die horizontalen Füchse der Schweiss- und Puddelöfen dagegen werden selten über sechs Wochen gute Dienste leisten. Wenn man die Steine fix und fertig bearbeitet bis zum Zusammenfügen in Vorrat hält, so ist die Reparatur bei der schnellen und gefahrlosen Abkühlung solcher Oefen auch sehr bald bewerkstelligt, und ein Aufenthalt von länger als zwei Tagen damit nicht verknüpft.

Sind bei einem Regenerativofen alle Theile nach eingehender Prüfung in gutem und normalen Zustande befunden worden, die Flamme zeigt sich aber trotzdem von der einen oder von beiden Seiten auffällig dünn oder wolkig, so ist dies ein sicheres Zeichen von Verstopfung der Regeneratoren oder einem Zusammenschmelzen der oberen Steinschichten. Dieser Uebelstand ereignet sich am häufigsten bei Oefen mit kurzen Herdflächen, verbunden mit hoher Temperatur, also vor allem bei Puddel- und Schweissöfen. Das Auswechselln der zusammengeschmolzenen Steine ist hier eine einfache Sache, man verbindet es mit der Reparatur

der Füche, indem man die Aufbruchöffnungen<sup>1)</sup> sofort nach Kaltstehen des Ofens aufreisst.

Bei Glasöfen, wo dieses Auswechsell während der Campagne durchschnittlich einmal vorgenommen werden muss, verfährt man folgendermaassen. Man sperrt zuerst den Schornstein ab, damit die zuvor kurz gezogene Flamme nur durch die Arbeitslöcher schlagen kann, öffnet die Aufbruchstelle und kühlt durch einen feinen Wasserstrahl den Regenerator beständig ab, hierauf werden die schadhafte Steine mittels einer zu diesem Zwecke vorgeordneten langen Zange herausgerissen und durch neue ersetzt. Mit dem daneben liegenden Regenerator verfährt man in gleicher Weise. Ist man so mit der einen Seite des Ofens fertig, so öffnet man den Schornstein und verlängert die Flamme um die kalten Regeneratoren durch sie einige Stunden bestreichen zu lassen, dann wiederholt man dasselbe Manöver auf der anderen Seite. Sind alle Vorbereitungen gut getroffen, so nimmt diese Arbeit nicht länger als 24 Stunden in Anspruch, der Herd bleibt während der Zeit roth. Kann man mit dieser Manipulation das Hafensetzen gleichzeitig verbinden, dann um so besser!

Totale Schadhafteigkeit des Oberbaues bekundet sich ebenso wie überall. Mangelhafter Zug und schlechte Verbrennung bei starkem Brennmaterialverbrauch geben das sichere Zeichen, dass die Campagne zu Ende geht. Bei Regenerativöfen hört man auch nicht selten ein eigenthümliches Brausen, gerade so, als ob der Schornstein geschlossen wäre, wo die Flamme einen Ausweg durch alle Herdöffnungen suchend, dieses Geräusch veranlasst. Ersteres rührt aber davon her, dass das ankommende Gas bereits theilweise im Regenerator verbrennt, indem dieser durch eine defecte Stelle Luft ansaugt. Es ist dann eine ganz genaue Untersuchung und sorgfältiges Verkitten aller Fugen dieses Regenerators dringend geboten.

Die Bedienung jeder Gasfeuerungsanlage erheischt einen gewissen Grad von Intelligenz, Unerschrockenheit und Nüchternheit seitens des Arbeiters gegenüber der Bedienung eines direkten Feuers, wo es meist nur auf ein richtiges Einschüren und Putzen des Rostes ankommt. Wo die Gasfeuerung neu eingeführt wird, erscheint es als unbedingt nöthig, dass sich der technische Dirigent selbst mit den Handgriffen praktisch vertraut macht und dem Schürer oder Meister die Verhaltungsmaasregeln nach und nach einprägt, ohne sein Gedächtniss damit auf einmal zu überlasten, es entsteht sonst leicht eine Begriffsverwirrung und schlecht angebrachte Aengstlichkeit bei dem Manne. Besonders gilt dies für die complicierte regenerative Gasfeuerung. Ist aber überhaupt das Individuum im Besitze obiger Eigenschaften, für diesen

Eigenschaften  
des Gasschürers.

1) Siehe unten Schweiss- und Puddelöfen.

Zweck geeignet, so findet sich mit dem steigenden Interesse ein gewisser Stolz die ganze Anlage in gutem saubern Zustande zu erhalten, und 6—8 Wochen reichen dann aus, einen tüchtigen Gasschürer zu bilden.

Bei der stetig zunehmenden Ausbreitung des Siemens'schen Regenerativsystems kann ich nicht umhin, an dieser Stelle Schulen für Gasheizer das Wort zu reden, welche sich gewiss auch leicht mit den Schulen für Dampfkesselheizer verbinden liessen.

Physikalische  
Eigenschaften  
der Schwelgase.

Für die praktische Erkennung der Qualität eines Gases dienen, ähnlich wie beim Leuchtgase, besonders die Geruchsnerven, man unterscheidet sie aber auch bald durch die Farbe. Im allgemeinen zeigt das Holzgas eine mehr bläuliche Farbe bei vorherrschend starkem Kreosotgeruch; Gas aus der norddeutschen Braunkohle sowie Lignite eine weissliche Farbe wegen des ziemlich hohen Wassergehaltes mit meist einem Geruch, der verbranntem Bernsteine ähnelt; speciell Bitterfelder und Hallenser Kohle entwickeln ein Gas von hellgelber Farbe mit scharfem Theergeruch, desgleichen die böhmische Braunkohle, nur ist deren Gas häufig tiefgelber; das Steinkohlengas zeigt eine mehr olivengrüne Färbung, verbunden mit intensivem Theergeruch. Die nächste Umgebung eines Steinkohlengenerators überzieht sich auch bald mit einem schwachen klebrigen Theerniederschlage. Die Torfsorten endlich liefern bei ihrer grossen Mannigfaltigkeit ein Gas, dessen Eigenschaften sich denen aus Holz und Braunkohle erzeugten mehr oder minder nähert. Erhöhter Wassergehalt schwächen bei allen Gattungen diese Merkmale in entsprechendem Grade, ebenso ein bedeutender Gehalt an Schwefel und Erden.

Eigenschaften  
der Bau-  
materialien. Be-  
zugsquellen.

Thon und feuerfeste Steine spielen bei Herstellung besonders eines Regenerativ-Gasofens, wenn man die Kosten der gesammten Anlage ins Auge fasst, eine so grosse Rolle, dass man immer nur das Beste hierin wählen sollte, denn die augenblicklich vielleicht erzielte Ersparniss einiger Transportspesen rächt sich oft schwer durch den frühzeitigen Ruin der ganzen Anlage. Ungünstig für die Feuerbeständigkeit des Thones wirkt immer die Beimischung von Alkalien, Eisenoxydul, Kalkerde und Magnesia, strengflüssiger dagegen wird derselbe durch den Zusatz von ganz reinem Sand. Mit Rücksicht hierauf kann man die Porzellanerde (Kaolin) als die feuerbeständigste, den Mergel als die leichtflüssigste Thonart bezeichnen.

Für Deutschland sind es meines Wissens folgende vier Orte, welche zu Ofenbau- und Hüttenzwecken überhaupt die vorzüglichsten Thonarten liefern: Gross-Almerode in Hessen, Coburg, Meissen (Löthain) und Kralowitz in Böhmen.

In Bezug auf Gleichmässigkeit der Arbeit und Feuerbeständigkeit musste ich bisher Meissner Chamottsteinen, von den vielen



Sorten, die mir während meiner Praxis gedient haben (die englischen nicht ausgenommen), den Vorzug geben.

Am Schlusse dieses Theiles füge bei der Wichtigkeit der Sache einen Auszug der Thonarten-Tabelle hinzu, welche Dr. C. Schürr zusammengestellt hat, und welche mir als die vollständigste und reichhaltigste bekannt ist.

| Fundort.                                | Wasser | Kiesel-<br>säure | Thonerde | Eisen-<br>oxydul | Kalk | Magnesia | Bemerkungen.                                                                                         |
|-----------------------------------------|--------|------------------|----------|------------------|------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abondant bei Dreux (Dép. Eure et Loire) | 13,10  | 50,60            | 35,20    | 0,40             | —    | —        | Weiss, plastisch, feuerfest. Zur Fayencefabrikation, Porzellankapseln, Schmelztiegeln.               |
| Belin (Dép. Ardennes)                   | 8,64   | 63,57            | 27,45    | 0,15             | 0,55 | —        | Grau, plastisch, unschmelzbar, aber in stärkster Gluth der Porzellanöfen etwas sinternd; zu Fayence. |
| Échassières (Dép. Allier)               | 16,40  | 49,20            | 34,00    | —                | —    | —        | Weiss, plastisch, unschmelzbar.                                                                      |
| Gaujacq (Dép. Landes)                   | 14,50  | 46,50            | 38,10    | —                | Spur | —        | Weiss, plastisch, zu Porzellankapseln.                                                               |
| Klingenberg (Dép. Vogeses)              | 16,00  | 48,32            | 32,48    | 1,52             | 1,64 | Spur     | Grau, plastisch, zu Glashafen und Giesstiegel für Glashütten.                                        |
| Hayange (Moselle)                       | 7,50   | 66,10            | 19,80    | 6,30             | —    | —        | Sandig, gelblich zu feuerfesten Steinen.                                                             |
| Provins (Seine et Oise)                 | —      | 57,00            | 37,00    | 4,00             | 1,70 | —        | Weisslich, plastisch, zu feuerfesten Steinen und zu Porzellankapseln in der Fabrik zu Sever.         |
| Retourneloup (Seine et Marne)           | 16,96  | 42,00            | 38,96    | 0,85             | 1,04 | 0,17     | Grau, plastisch mit rothen Adern, unschmelzbar. Anwendung wie vorher.                                |
| (Salavas (Ardèche))                     | 11,05  | 58,76            | 25,10    | 2,50             | Spur | 2,51     | Roth, plastisch, mit Glimmerplättchen, unschmelzbar. Zu Gussstahlriegeln.                            |
| Bornholm (Dänemark)                     | 5,92   | 72,50            | 19,50    | 1,00             | 0,18 | 0,50     | Grau, plastisch, zu Porzellankapseln.                                                                |
| Helsingborg (Schweden)                  | 9,00   | 60,70            | 20,45    | 7,95             | 0,55 | 0,47     | Graulich, plastisch, zu Steingut.                                                                    |
| Gloukoff (Russland)                     | 16,50  | 46,35            | 37,00    | —                | —    | 0,15     | Weiss, plastisch zu Porzellanmasse.                                                                  |

| Fundort.                       | Wasser | Kiesel-<br>säure | Thonerde | Eisen-<br>oxydul | Kalk | Magnesia | Bemerkungen.                                                                                           |
|--------------------------------|--------|------------------|----------|------------------|------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Devon (Engl.)                  | 11,20  | 49,60            | 37,40    | —                | —    | —        | Grau, plastisch, zu Steingut.                                                                          |
| Longport(do).                  | 10,60  | 54,50            | 16,50    | 13,50            | 3,37 | —        | Violet, plastisch, zu Ziegeleien.                                                                      |
| Stourbridge<br>(do) . . . . .  | 17,34  | 45,25            | 28,74    | 7,72             | 0,47 | —        | Schwarz, wenig plastisch, zu Gusstahltiegeln und feuerfesten Steinen.                                  |
| Ardennes<br>(Belgien) . .      | 19,00  | 52,00            | 27,00    | 2,00             | —    | —        | Weiss, plastisch, zu Fayence, Glashafen, Tiegeln etc.                                                  |
| Antragues<br>(Belgien) . .     | 9,00   | 71,00            | 19,00    | —                | —    | —        | Grau, plastisch, sehr gesucht zur Darstellung von Glashafen, Gasretorten, feuerfesten Steinen, Fayence |
| Lautersheim<br>(Rheinpr.) . .  | 13,56  | 49,00            | 33,09    | 2,10             | 2,00 | 0,20     | Weisslich, plastisch zu feinem Geschirr.                                                               |
| Gross-Alme-<br>rode(Hessen)    | 14,00  | 47,50            | 34,37    | 1,24             | 0,50 | 1,09     | Plastisch, grau, zu Schmelztiegeln.                                                                    |
| Meissen<br>(Sachsen) . .       | 11,70  | 61,52            | 20,92    | 0,50             | 0,02 | 4,97     | Schwärzlich, quarzführend, zu Porzellankapseln                                                         |
| Theuberg<br>(Böhmen) . .       | 10,00  | 38,39            | 27,94    | Spur.            | 2,74 | 1,00     | Grau, plastisch, zu Porzellankapseln.                                                                  |
| Gottweith bei<br>Krems(Oestr.) | 10,00  | 65,60            | 20,75    | 2,00             | 1,65 | Spur     | Schmutzig, hellgrün, mit rothen Flecken, zu Porzellankapseln.                                          |

**G. Lichtenberger in Dresden gab folgende Analysen:**

|                   |   |            |        |                           |   |            |        |
|-------------------|---|------------|--------|---------------------------|---|------------|--------|
| Kralowitzer Thon. |   |            |        | Meissner Thon v. Löthain. |   |            |        |
| feucht            | { | Kieselerde | 50,559 | trocken                   | { | Kieselerde | 55,02  |
|                   |   | Thonerde   | 30,569 |                           |   | Thonerde   | 39,47  |
|                   |   | Eisenoxyd  | 3,809  |                           |   | Eisenoxyd  | 1,70   |
|                   |   | Wasser     | 13,493 |                           |   | Wasser     | 1,55   |
|                   |   |            | 58,441 |                           |   |            | 55,815 |
|                   |   |            | 35,334 |                           |   |            | 40,062 |
|                   |   |            | 3,822  |                           |   |            | 1,725  |
|                   |   |            | — —    |                           |   |            | — —    |

Kalk und Mangan bei Beiden in Spuren.

## Specieller Theil.

---

### Fünftes Kapitel.

#### Zur Glasfabrikation.

Die Anwendung eines anderen Brennmaterials als des Allgemeines. Holzes ging zunächst von England aus, und verbreitete sich nach dem Rheine und Deutschland, soweit die Steinkohlenregion erschlossen war. Das Schmelzen von Glas mit Ligniten, Braunkohle und Torf ist aber eine Errungenschaft der Neuzeit, sie ist es, wenn man auch nicht im Stande war bei direktem Feuer die feinen Fabrikate zu erzielen, welche man durch Holz und Steinkohle producirte. Die wichtigste Bedingung: Fernhaltung der Verbrennungsprodukte von der Glasmasse, erfüllte sich bei Anwendung der Steinkohle meist von selbst, oder man schmilzt in verdeckten Hafenthor, beim Holze sind sie wie bekannt unschädlich. Nicht so bei Anwendung der übrigen Brennstoffe, wo man in offenen Hafenthor schmelzen muss, um den erforderlichen Hitzgrad zu erreichen.

Dieser Umstand, neben den gebieterischer in den Vordergrund tretenden Rücksichten auf grössere Oekonomie der Brennstoffe (Verwendung der Klarkohle) war es wohl hauptsächlich, welcher auch hier die Gasfeuerung zur Einführung bei der Glasfabrikation brachte. Trotz der gerade hier zu enormen Vortheile stand aber dieselbe, wenigstens der Eisenfabrikation, lange Zeit nach. Die Gründe liegen ziemlich nahe. Ein Glasfabrikant hat bei Einführung neuer Schmelzofenconstructions im Verhältniss das grösste Risiko unter allen Hüttenproducenten zu bestehen. Jeder Fachkundige weiss, was es zu bedeuten hat, wenn eine solche Construction sich als unbrauchbar herausstellt, wo, abgesehen von den Verlusten durch Brennmaterial, Hafenthor, Glas u. s. w., der Zeitverlust der empfindlichste ist. Ein Glasofen bedarf unter allen Flammenthor weit aus die längste Zeit bis zur vollen Betriebsfähigkeit, und der Hüttenherr befindet sich während-

dessen in der weniger angenehmen Lage dem Arbeiterpersonal die nöthigen Vorschüsse zu leisten.

Ein zweiter Grund lag aber unzweifelhaft in der häufig exponirten Lage der Glasfabriken. Das Personal hält sich mit sehr seltenen Ausnahmen in einer consequenten Abgeschlossenheit und machte es allen Neuerungen ausserordentlich schwer, Eingang zu finden; ja mir sind Fälle bekannt, dass die Glasmacher auf ihr patriarchalisches Verhältniss zur Hütte pochend, eine Opposition in dieser Beziehung formirten, welche den besten Willen schliesslich lahm legte.

Es besteht ferner, besonders in den Holzhütten, meist die Einrichtung, dass der Dienst des Schmelzens von dem des Schürrens streng geschieden, und der Schürer nur dem Tagelöhner gleich geachtet und bezahlt ist. An diesem Systeme kann bei Einführung der Gasfeuerung allerdings nicht strikt festgehalten werden, sondern es muss der Schmelzer entweder die Bedienung des Ofens selbst dirigiren können, oder die Stellung des Schürers muss gehoben, und damit seine Intelligenz angespornt werden. In beiden Fällen ist es aber trotzdem unumgänglich, dass sich der Schmelzer mit den Einrichtungen der Anlage vollständig vertraut macht.

Vortheile der  
Gasfeuerung  
b. d. Glas-  
fabrikation.

Bezüglich der Vortheile der Gasfeuerung für die Glasfabrikation ist vor allem die Reinheit der Flamme hervorzuheben, welche hier, allen anderen Hüttenprozessen gegenüber, von überwiegendem Werthe ist, denn sie ermöglicht das Schmelzen hochfeiner Gläser mit jedem Brennmaterial ohne besondere Vorsichtsmaassregeln, und verleiht dabei der Waare einen schönen Lüster. Andererseits wird dem Glasmacher durch den Abzug der Flamme innerhalb des Ofens, die Arbeit sehr erleichtert, ebenso der Aufenthalt in den Hüttenräumen nie unangenehm oder gar unerträglich, wie es bei Oefen mit direkter Feuerung der Fall ist, wenn die Schmelze von Neuem beginnt, oder Witterungsverhältnisse eintreten, die für die Lage der Hütte ungünstig einwirken. Damit ist aber auch zugleich eine bedeutend längere Schmelzdauer verknüpft, was bei der Gasfeuerung gar nicht, oder doch nur in sehr geringem Grade stattfindet.

Mittels direkter Braunkohlen- und Torffeuerung werden bei guter Qualität der betreffenden Brennstoffe besonders ordinäre bunte Gläser und halbweise Waare fabricirt; die Glassätze müssen aber um 20 bis 30 Proc. weicher eingestellt werden als bei Holz- und Steinkohlenöfen. Hierdurch befindet sich der Fabrikant nicht allein pecuniär im Nachtheile, sondern die Gläser zeigen auch weniger Glanz und sind weniger widerstandsfähig gegen chemische und atmosphärische Einflüsse. Das so erzeugte Fensterglas ist am wenigsten begehrt, weil es sehr rasch blind wird. Letzteres kann auch wegen der Flugasche nicht bei demselben Feuer ausgearbeitet werden, sondern man feuert während

der Arbeit entweder Holz, oder man vergast das Brennmaterial und leitet den Gasstrom ohne Weiteres durch die Schüren in den Ofenraum.

Solch primitivste aller Gasfeuerungen zeigt Fig. 9 (Schnitt CD) und Fig. 10 (Schnitt AB) Taf. IV als einen derartigen Ofen mit Arbeitsarmirung. Sobald nämlich das Glas „blank“ ist, werden die Roste *dd* mit einer ca. 15 cm hohen Compostschicht *aa* aus Lehm und Stroh sorgfältig bedeckt, zwei ca. 30 cm weite Knierohre *bb* von starkem Blech mit einem Schenkel in die Schüren, mit dem andern in die Ausgänge der Gaskanäle *cc* gesteckt und die Communicationsstellen gut verschmiert. Hierauf wird der Generator frisch beschürt und das Gas zugelassen, was sich unter Zutritt der äusseren Luft in dem Ofenraum alsbald entzündet. Die durch eine solche Gasflamme erzielte Temperatur reicht oft knapp aus, um das Glas nur arbeitsflüssig zu erhalten, bei der Weichheit und der hier beim Ausarbeiten bedingten Strengflüssigkeit des Glases, gewiss ein sehr bescheidenes Maass, aber trotzdem muss alle drei Stunden gerastet werden, um das Erstarren desselben zu vermeiden.

Gasfeuerung  
während der  
Arbeit.

Dergleichen Oefen gab es auf dem böhmischen Braunkohlenbecken und zwar wurden die Generatoren, soweit ich sie kenne, durch den Zug des Glasofens selbst in Thätigkeit gesetzt. Hier würde ein Generator mit gepresster Luft weit bessere Dienste leisten. Die ganze Arbeit des Gaszu- und -ableitens ist eine höchst mühevoll und zeitraubende und ehe das Gas sich entzündet, ist die Hütte stundenlang mit dichtem Rauche in unerträglicher Weise angefüllt.

Ein unleugbares Verdienst um die Einführung der Gasfeuerung bei der Glasfabrikation haben sich die Gebrüder Klein erworben; sie waren wohl überhaupt die ersten, welche vor circa 45 Jahren Gas zum Schmelzen und Ausarbeiten in Anwendung brachten, durch das Paduschka'sche Patent<sup>1)</sup> vom Jahre 1854. Es war die Glasfabrik dieser Herren in Göding bei Tscheitsch in Mähren, wo jene ersten Versuche mit Erfolg, und zwar unter Anwendung der in der dortigen Gegend auftretenden Braunkohlenart, durchgeführt wurden.<sup>2)</sup>

Paduschka'sche  
Gasfeuerung.

Fig. 11 Taf. IV veranschaulicht den betreffenden Gasentwicklungsapparat im Längendurchschnitt; *a* ist der Generator mit dem Füllrohre *b*, das einen doppelten Verschluss hat. Die Gase entweichen durch das Rohr *c* und vereinigen sich mit denen

1) Dr. Zerrener, die Gasfeuerung in Tscheitsch etc. Wien 1856.

2) Hat es auch keineswegs im Plane dieses Werkes gelegen, eine nur annähernd vollständige Entstehungsgeschichte der Gasfeuerung zu liefern, so wird es gleichwohl nicht ohne allgemeines Interesse sein, hierin die Anfänge für die wichtigsten Hüttenprozesse zu schildern, d. h. jene Anfänge, welche sich praktisch seiner Zeit bewährten und von denen einzelne Constructionstheile noch immer bis auf die Gegenwart sich erhalten haben.

eines zweiten Generators durch  $e$  in  $f$ ; der hermetisch verschliessbare Stutzen  $g$  steht durch einen Kanal  $u$  mit einem Schornsteine in Verbindung, um die Gase eventuell dahin abzuleiten, letztere treten hierauf in den Condensator  $ik$ , wo sie mittels der Kaltwasserbrause  $l$  roh gereinigt und besonders von Flugasche befreit werden sollen.  $p$  ist der Ventilator welcher das Gas von beiden Generatoren nach dem Schmelzofen befördert, nachdem sie zuvor den Theersammler  $r$  und das Sicherheitsventil  $t$  passirt haben.

Der Apparat ist grösstentheils aus Blech construiert und bedarf, wie leicht ersichtlich, grosser Pflege und Aufsicht. Eine gründliche Reinigung war nach jeder Schmelze erforderlich, welche angeblich 16—24 Stunden dauerte. Aus 6 Hafen wurden hierbei pro Tag 96 Schock Hohl- oder 60 Schock Tafelglas erzeugt, die Betriebskraft für Brause und Ventilator betrug vier bis fünf Pferdekräfte, der Kohlenconsum 115 Ctr. pro Schmelze Alles in Allem. Die Kohle selbst war von nur geringer Qualität.

Schinz'scher  
Glasofen.

Eine der bekannteren und auch an einigen Orten zur Ausführung gekommene Glasofenconstruction mit Gasfeuerung ist die von Schinz. Dieselbe strebt die rationellste Ausnutzung der abgehenden Gasflamme zugleich an, weshalb sie auch zu einem ausserordentlich verwickelten Bau sich gestaltet, der, wenn er wirklich in allen Theilen regelmässig functioniren soll, nicht selten Reparaturen ausgesetzt ist. Die Construction an sich ist eine höchst sinnreiche, sie ist für Tafelglasfabrikation berechnet und erfüllt dreierlei Zwecke: das Schmelzen, Strecken und Auftempern der Hafen mittels ein und derselben Flamme, Fig. 12 Taf. IV stellt den Längendurchschnitt im Aufriss, Fig. 13 den im Grundriss (bei Ansicht des Streckofens) und Fig. 14 einen Querdurchschnitt durch den Schmelzofen dar.

Der Generator  $aa$  ist hier nutzbar für Holzabfälle, Torf und gute Braunkohlen,  $bb$  der durch eine Zunge zum Abhalten der Flugasche getheilte Gaskanal,  $cc$  Rohr zum Einblasen der erhitzten Verbrennungsluft,  $dd$  die Abflüsse für das Herdglas. Die aus den 6 Arbeitslöchern  $ee$  tretende Flamme dringt zunächst durch die Kanälchen  $ff$  nach einem Raume  $gg$ , welcher den Luftheizungsapparat einschliesst. Dieser besteht aus einem weiten, elliptischen Rohre  $hh$  von Gusseisen, in welches die atmosphärische Luft durch ein engeres Rohr  $ii$  eingeblasen wird und hierauf rückwärts gehend, ein zweites, ebenfalls in  $hh$  eingeschlossenes Rohr  $kk$  passiren muss, um endlich durch das vorerwähnte Rohr  $cc$  zur Wirkung mit den einströmenden Gasen zu gelangen. Damit dies möglichst intensiv geschehen kann, ist  $cc$  am untern Ende nach vorwärts vielfach durchbohrt.

Die Regulirung der Verbrennungsluft erfolgt selbstthätig durch einen Regulator  $l$ . Dieser wird nämlich mittels einer Stange  $mm$ , die im Innern des Rohres  $k$  liegt, und zu dem Zwecke als Verzahnung endigt (vermöge der fortwährend statt-

habenden Ausdehnung und Zusammenziehung von  $mm$ ), hin und her bewegt. Indem dann von  $l$  aus eine Schnur die Admissionsklappe  $n$  dirigirt, wird die unter den Rost bei  $o$  geleitete Verbrennungsluft für den Generator, als auch jene für den Schmelzraum in  $c$  zugleich regulirt.  $pp$  Hauptwindleitung,  $qq$  Raum zum Aufheizen der Hufen, darüber der Streckofen  $rr$ , welcher durch entsprechend angelegte Züge  $uu$  die nöthige Hitze empfängt. Die Stange  $mm$  ist am andern Ende fest verankert, aus Kupfer hergestellt und in ihrem Lager bei  $l$  scharf eingedreht, damit keine Luft nebenseitig entweichen kann. Durch die Züge  $tt$  endlich geht auch die im Streckofen benutzte Wärme nach dem Luftheizungsapparat ab.

Viele der kleineren Glashütten lassen sich ihr Bau- und Schmelzmaterial entweder auswärts mahlen oder zerkleinern es selbst durch Menschenhände. Während bei der übrigen Hüttenindustrie die motorische Kraft zur Anlage einer direkten Gasfeuerung meist ausreichend schon vorhanden ist, muss sie also hier in nicht seltenen Fällen erst neu geschaffen werden. Besonders dieser Umstand ist es mit, welcher der regenerativen Gasfeuerung unbedenklich die volle Zukunft in der Glasfabrikation sichert und trägt auch die Zahl dieser Oefen bereits viele hunderte.

Regenerative  
Gasfeuerung.

Da es hier hauptsächlich darauf ankommt, Betriebsresultate der verschiedenartigsten Glasöfen und zwar gleichzeitig unter resp. Verwendung der verschiedenartigsten Brennstoffe aufzuführen, so sei es vergönnt, einige, wenn auch ältere Adressen zu nennen, von denen sichere Daten vorliegen.

- 1) British Plate-Glass-Works „St. Helens“ Liverpool.
- 2) Lloyd & Summerfield bei Birmingham.
- 3) E. Godard, Cristallerie de Bauarat, Dép. Meurthe.
- 4) B. Brodersen & Comp. in Ottensen (Holstein).
- 5) G. Sandesson in Eda bei Arvika (Schweden).
- 6) „ „ Surde bei Gothenburg.
- 7) Müller & Schöppenthau, Glasfabr. Wilze b. Kopnitz, Kreis Bomst.
- 8) Schönemann & Itzinger, Neufriedrichsthal (Posen).
- 9) Glasfabrik Bernsdorf (Niederlausitz).
- 10) „ Friedrichshayn (Niederlausitz).
- 11) „ Särchen bei Senftenberg.
- 12) „ Kosten bei Teplitz.
- 13) „ Dresden, H. Siemens.
- 14) „ Radeberg bei Dresden (Rönisch, Hirsch & Comp.).
- 15) Krystallglashütte St. Louis im Elsass.
- 16) Grünglashütte in Leppin bei Stolzenburg.

Die Oefen sub 1, 2, 4 und 6 sind mit Ausnahme von Nr. 4 Tafelglasöfen, und werden sämmtlich mit englischer Steinkohle

(Klarkohle) betrieben. Der letztere, ein Ofen von 6 Hafen à 7 Ctr. Inhalt, consumirt 90 bis 95 Kubikfuss (schwedisch)<sup>1)</sup> Kohle per 24 Stunden. Die Schmelzdauer beträgt durchschnittlich 20 Stunden und berechnet sich auf 1 Pfd. fertiges Glas nicht ganz 1 $\frac{1}{2}$  Pfd. Kohle. Nr. 4 ist ein Weissglasofen zu 12 Hafen.

Die Oefen sub 3 und 5 werden mit Holz betrieben und auf 3 Krystallglas, auf 5 Weissshohlglas fabricirt. Letzterer arbeitet mit 10 Hafen und rühmt der Besitzer an demselben eine Ersparniss von ca. 50 Proc. gegen den früheren Ofen mit direkter Feuerung neben dem Vortheile, dass er gegenwärtig ungetrocknetes Holz mit Sägespänen und Tannenzapfen gemengt verwenden könne. In Geld ausgedrückt beträgt diese Ersparniss pro 24 Stunden 20 Riksdaler,<sup>2)</sup> auch ist die Qualität des Glases besser gegen früher.

Die Oefen sub 7 und 8 sind Tafel- und Grünglasöfen mit Torf- beziehungsweise Holzgasfeuerung. Einer der mit Holz und Torf gemischt betriebenen sub 8 lieferte in 6 Schmelzen wöchentlich 360 Ctr. Glas und consumirte während dieser Zeit 31 $\frac{1}{2}$  Klafter ungetrocknetes Kiefernholz à 10 $\frac{1}{2}$  Mark, sowie 35000 Stück Torf pro mille 2 Mark, wonach sich die Erstehungskosten von 1 Ctr. Glas auf 1 Mk. 16 $\frac{2}{3}$  Pf. calculiren. Der andere sub 8 ausschliesslich mit Torfgas betriebene Ofen producirte bei einem Consum von 180960 Stück Torf, in derselben Zeit das gleiche Quantum Glas, so dass sich die Produktionskosten von 1 Ctr. Glas hier nur auf 1 Mk.  $\frac{2}{3}$  Pf. stellen. Bei einem Holzofen derselben Hütte, mit direkter Feuerung, belief sich dagegen der Brennmaterialverbrauch für 1 Ctr. Glas auf 2 Mk. 17 $\frac{3}{4}$  Pf.

Nr. 7 mit 8 Hafen consumirte in 24 Stunden 10000 Stück Torf und 2 $\frac{1}{4}$  Klafter ungetrocknetes Holz bei gleich günstigen Resultaten.

Nr. 9 bis 11 sind Tafel- resp. Weissshohlglasöfen und werden mit Niederlausitzer Braunkohle<sup>3)</sup> betrieben, davon lieferte Nr. 11 in 4 Schmelzen pro Woche 80 Ctr. Rohglas bei einem Consum von 280 Tonnen Förderkohle à 30 Pf., folglich 1 Ctr. Glas mit 1 Mk. 6 Pf.

Unter Nr. 12 sind 3 Tafelglasöfen à 8 Hafen begriffen, jeder zu 5 $\frac{1}{2}$  Ctr. Inhalt. Der Kohlenconsum betrug in 24 Stunden durchschnittlich 48 hl à loco Fabrik mit 20 Xr. Oest. W. berechnet,<sup>4)</sup> Glasproduktion pro Woche 150 Ctr., also Erstehungskosten pro Ctr. 22 $\frac{2}{3}$  Xr. Oest. W.

1) Kbkfss. schwedisch = 0,847 Kbkfss preussisch.

2) Riksdaler = 1 M. 13 Pf.

3) Nach einer Analyse von G. Lichtenberger ergibt diese Kohle trocken: Kokes 40,65 Proc., Theer 7,72 Proc., Theerwasser 39,08 Proc., Asche 1,37 Proc., Verlust durch Gase 12,55 Proc.

4) Die Fabrik besass eigene Kohlengruben und der angeführte Preis schliesst nur die Förder- und Transportkosten in sich. Die Tafelmacherei wurde auf böhmische Art betrieben.



Die Siemens'sche Glasfabrik<sup>1)</sup> sub 13 arbeitet (seit 1862) gleichfalls mit böhmischer Braunkohle, und betrieb einen Tafelglasofen zu 10 Hafen à 6 Ctr. und einen Grünglasofen zu 8 Hafen à 6 Ctr. Inhalt. Ersterer consumirte pro 24 Stunden 56, letzterer in gleicher Zeit 48 hl Kohle à 1 Mk. 25 Pf. loco Hütte. Dieser Preis wird allerdings nur durch die höchst günstige Lage der Fabrik<sup>2)</sup> ausgeglichen, welche für ihre Waare andern gegenüber weit geringere Transportspesen zu decken hat. Es berechnete sich hier der Selbstkostenpreis von 1 Bund Tafelglas rheinischer Qualität (Durchschnittssorte) auf ca. 3 Mk. 20 Pf. und der von 100 Stück grünen Rheinwein- oder Medocflaschen auf ca. 6 Mk. 80 Pf. inclusive sämtlicher Zinsen und Spesen.<sup>3)</sup>

Der sub 14 angeführte Ofen ist ein Weissglasofen für gemischte Kohlensorten.

Die Hütte St. Louis sub 15 wurde früher mit Holz betrieben. Die gegenwärtig mit Steinkohlengas arbeitenden Oefen erzeugen nach den Berichten des Ing. Nehse ebenso schönes Glas und arbeiten entschieden schneller, als die früheren Oefen.

Nr. 16 arbeitet seit 1864 mit Torf. Besitzer Herr von Borgstede.

Ausser in Nr. 13 ist der Brennmaterialverbrauch der Nebenöfen unberücksichtigt geblieben. Man kann denselben im Allgemeinen bei der Tafelglasmacherei auf 25 Proc., und bei der Hohlglasmacherei auf 8—12 Proc. des Schmelzverbrauchs veranschlagen.

Um eine Parallele zu gewinnen, führe ich die Ermittlungen, welche Dr. O. Schür in dieser Beziehung bei Oefen mit direkter Feuerung in seiner Schrift veröffentlicht, hier an.

Inclusive der Nebenöfen in sämtlichen Fällen, normirte sich der Aufwand für Brennmaterial an 1 Ctr. bis zur Verarbeitung fertigen Rohglases mit Holzfeuerung, bei einem Weissglasofen zu 8 Hafen à 4 Ctr. Inhalt, auf 1 Mk. 80 Pf.; bei einem Tafelglasofen zu 6 Hafen à 7 Ctr. Inhalt, auf 3 Mk. 37 $\frac{1}{2}$  Pf. bei einem Ofen für ordinäres Weiss- und Halbweissglas zu 8 Hafen mit gemischter Torf- und Holzfeuerung, auf 3 Mk. 51 $\frac{1}{4}$  Pf.; bei einem Grünglasofen mit Steinkohlenfeuerung zu 8 Hafen à 6 bis 6 $\frac{1}{2}$  Ctr. Inhalt, auf 1 Mk. 46 Pf.; endlich bei dem 7hafigen Kokesofen des Herrn Dr. Schür für gemischte Hohlglaswaare auf 1 Mk. 8 Pf.

---

1) Bekanntlich ist diese Fabrik seit 1888 in eine Actiengesellschaft umgewandelt worden und produziert jetzt lediglich Grünhohlglas. Siehe unter „Wannenofen“.

2) Die Eisenbahn steht durch ein Zweiggteis, welches in die Magazine führt, mit der Fabrik in unmittelbarer Verbindung.

3) Prof. Stein calculirt den Selbstkostenpreis von 100 Stück grünen Rheinweinflaschen auf 2 Thlr. 22 $\frac{1}{3}$  Sgr., bei einem Steinkohlenpreise von ca. 17 $\frac{1}{2}$  Sgr. pro Tonne. Siehe Stein's Glasfabrikation, Braunschweig 1862.

Das letztangegebene Resultat stünde also mit den bei Regenerativöfen erzielten, auf gleicher Linie.<sup>1)</sup>

Baukosten  
eines Regenerativofens.

Die Baukosten eines solchen Regenerativofens übersteigen in der ersten Anlage jene eines Ofens mit direkter Feuerung von entsprechender Herdgrösse allerdings um ein nicht Unbedeutendes, dagegen sind die Erhaltungskosten durchschnittlich dieselben, und ist der Unterbau in der erforderlichen Solidität ausgeführt, so kann derselbe sehr leicht 8 bis 10 Campagnen ertragen, ohne grossen Reparaturen ausgesetzt zu sein. Die Mehrkosten aber, welche der Unterbau incl. Generator besonders veranlasst, amortisiren sich durch die Ersparnisse an Brennmaterial und sonstigen Vortheile ausserordentlich rasch, nach Befinden bereits innerhalb der ersten zwei Campagnen.

Bei einem Regenerativofen zu 8 Hafen à 6 Ctr. Inhalt calculirte sich nach einer Erhebung von mir das Anlagekapitel in folgender Weise:

a) Baumaterial.

|                                                    |               |
|----------------------------------------------------|---------------|
| 10000 Stück Chamottsteine pro Mille 100 M. . . . . | 1000 M.       |
| 20000 „ rothe Steine „ „ 30 „ . . . . .            | 600 „         |
| Gewölb- und Ringsteine . . . . .                   | 210 „         |
| Das Gesäss . . . . .                               | 150 „         |
| Bindematerial . . . . .                            | 210 „         |
|                                                    | Summa 2170 M. |

b) Eisentheile.

|                                                          |               |
|----------------------------------------------------------|---------------|
| 2 Stück Wechselklappen à 135 M. . . . .                  | 270 M.        |
| 2 „ Absperrventile à 75 M. . . . .                       | 150 „         |
| 2 „ Doppelroste à 150 M. . . . .                         | 300 „         |
| 2 „ Schüttcylinder à 30 M. . . . .                       | 60 „          |
| 2 „ Ofenverschlüsse à 30 M. . . . .                      | 60 „          |
| 2 „ Verschlusszarchen sammt Deckel à 20 M. . . . .       | 40 „          |
| Deckplatten f. d. Generatoren, und Verankerung . . . . . | 400 „         |
|                                                          | Summa 1280 M. |

c) Arbeitslöhne.

|                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| Für Maurer, Tagelöhner etc. . . . . | 700 M. |
|-------------------------------------|--------|

Recapitulation.

|                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| Betrag unter a) . . . . . | 2170 M.                |
| „ „ b) . . . . .          | 1280 „                 |
| „ „ c) . . . . .          | 700 „                  |
|                           | Summa Summarum 4150 M. |

exclusive Schornstein, Arbeitsbühne und Transportspesen.

1) Die Verhältnisszahlen für fertige Waare und Brennmaterialverbrauch stellt Prof. Stein bei Holzfeuerung auf 1:8, Steinkohlenfeuerung 1:3, Braunkohlenfeuerung 1:10 (lufttrockene Braunkohle), unter der Annahme, dass in den meisten Fällen die Hälfte des Nutzeffectes durch die entweichenden Gase verloren geht. Stein's Glasfabrikation, Braunschweig 1862.

Auf ersteren kann man durchschnittlich 600 M. schlagen, die Herstellung der Bühne zu 200 M., ferner die Transportspesen auf 300 M. berechnet und endlich 300 M. auf unvorhergesehene Fälle reservirt, so würde die Herstellungssumme eines solchen Ofens sich rund auf 4600 M. belaufen.

Der Preis des Thones betrug 1 Mark pro Ctr. in obiger Aufstellung.

Die unter a) bemerkten „Ringsteine“ empfehle ich aus ein Theil erbsengross gestampften Hafenschaalen, ein Theil Quarzsand von mittlerem Korn und ein Theil rohen Thon anzufertigen; diese Mischung widersteht der Gasflamme sehr gut, und kann sich weit weniger mit den flüchtigen Alkalien zu Thonglas verbinden, wie die weiche Gewölbmasse. Auch aus constructiven Rücksichten sind die Ringsteine gebohrten Arbeitslöchern vorzuziehen, der Bau der Kappe wird durch sie wesentlich vereinfacht, und ich kann aus eigener Erfahrung bestätigen, dass dergleichen Gewölbe 2 bis 3 Campagnen anstandslos ausdauern.

Oberbau

Die Wahl des Gewölbprofiles ist nicht gleichgiltig für den Heizeffect eines Regenerativofens, und zwar besonders deshalb nicht, weil die sogenannte Unterhitze der direkten Feuerung hier durch starke Reflexion der Flamme am Gewölbe theilweise ersetzt werden muss. Es ist dieses daher elliptisch zu construiren, ohne die Solidität doch zu beeinträchtigen.<sup>1)</sup>

Fig. 5 Taf. VII stellt einen Wölbbogen dar, der mir beide Bedingungen stets am besten erfüllt hat, es ist derselbe auch in der erwähnten Schrift von Prof. Stein enthalten. Breite  $ab$  und Höhe  $cd$  sind gegeben, man macht hierauf:

$ac = cd = ae = df = dg = bl$ , halbirt  $af$  und  $bg$ , und errichtet Senkrechte in den Halbierungspunkten, wodurch sich die Schnitte  $i$ ,  $k$  und  $h$  als Mittelpunkte für die Bogenstücke ergeben.

Hinsichtlich des Unterbaues, worin auch die Generatoren mit inbegriffen sind, ist zu bemerken, dass man denselben bei der an sich wenig bindenden Kraft des Thones keinesfalls bei einer Temperatur unter 0 Grad vornehmen darf,<sup>2)</sup> wenn man nicht den frühzeitigen Ruin der Anlage riskieren will. Sind ferner Chamottsteine von bester Qualität nur mit grossen Unkosten zu erlangen, so ist es allemal zu empfehlen, sich solche selbst in einer Anzahl anzufertigen, welche ausreicht, um die drei obersten Schichten der Regeneratoren damit auszufüllen, sowie die von der Flamme zunächst bestrichenen Gewölbtheile damit zu bauen. Denn diese Theile werden von den flüchtigen Säuren und Alkalien zuerst angegriffen und aufgelöst unter Gegenwart der hier

Unterbau.

1) Gewölbe, welche sich dem Halbkreise zu sehr nähern, tropfen (schlieren) gegen Ende der Campagne stark, wohingegen bei „freier Flammfaltung“ hohe Wölbungen unerlässlich sind. Siehe Wannofen und flgnd.

2) Diese Regel gilt übrigens für alle Regenerativöfen, besonders wenn sie mit sehr hoher Temperatur arbeiten.

stattfindenden hohen Temperatur. Man kann zur Herstellung dieser Steine die gleiche Masse verwenden, wie zu den Ringsteinen, und zwar brauchen nur jene, welche man zum Wölben verwendet, scharf gebrannt zu werden, die für die Regeneratoren bestimmten setzt man lufttrocken ein.

Hafensetzen.

Ist der Ofen bis zur Schmelztemperatur aufgefeuert, so kann ebenso wie bei der direkten Feuerung, das Setzen der Hafens erfolgen. Zu diesem Zwecke verkürzt man die Flamme von der entgegengesetzten Seite bis auf etwa 1 m Länge, und sperrt den Luftschieber sowie den Schornstein ab, damit die Hafens keine Windrisse bekommen. Bis zu 8 Hafens kann man sehr leicht von einer Seite aus eintragen und es geschieht dies hier gegen Oefen mit direkter Feuerung, in der halben Zeit und mit dem halben Kraftaufwande.

Sind sämtliche Hafens übertragen, so bringt man den Vorgesetzter wieder rasch an Ort und Stelle, wechselt die Klappen und öffnet sehr wenig Luftschieber und Schornstein bei etwas verstärktem Gasstrom. Bis zum ersten Einlegen muss von jetzt ab der Ofen unter der steten Aufsicht des Dirigenten bleiben; derselbe darf sich während des mindestens 48 Stunden zu haltenden Leerganges wenig Ruhe gönnen, er muss Gas, Luft und Schornstein selbst regulieren und kontrollieren, da von der hierbei angewandten Sorgfalt in der Formation der Flamme die Dauer der Hafens noch weit mehr abhängt, als bei Oefen mit direkter Feuerung.

Behandlung  
der Flamme.

Die Empfindlichkeit der Glashafens gegen die Einwirkung verschiedener Hitzgrade, sowie die Geneigtheit der Glasmasse in einem gewissen Stadium des Schmelzprozesses rasch aufzuschäumen, verlangt für den Ungeübten eine erhöhte Aufmerksamkeit in der Beobachtung der Flamme, anderen Schmelzprozessen gegenüber. Die Stellungen der Schieber, welche die verschiedenen Momente des Heisschürens und Blankschürens erheischen, hängen sehr von der Bauart des Ofens, der Höhe des Schornsteins, der Beschaffenheit der Gase ab, und liegt es durchaus an der Schärfe des Beobachters, in längerer oder kürzerer Zeit immer das richtige Maas zu treffen. Im allgemeinen kann aber soviel als Regel gelten, dass die Flamme der Glasöfen stets in einer Pressung erhalten werden muss, dass sie in einem gewissen Gleichgewicht mit der äusseren Luft steht. Man erkennt diesen Zustand leicht daran, dass sie keine stechenden Spitzen durch die Arbeitslöcher entsendet, sondern dass diese Spitzen fortwährend ein ruhiges Flackern zeigen; ein dünner Holzspan muss an jeder Arbeitsöffnung langsam verbrennen, ohne durch den Zug angesogen oder zurückgetrieben zu werden. Nur in diesem Zustande wird ein gleichförmiges Schmelzen auf allen Hafens zugleich stattfinden, und besonders die allzurache Abnutzung der von der Flamme zuerst getroffenen Eckhafens vermieden.

Unter der Arbeit muss, damit der Strom der Flamme sich nicht zu sehr nach den Arbeitslöchern hin zerstreut, der Zug entsprechend verstärkt werden.

Ist die Glasmasse im Aufschäumen begriffen, so beruhigt man dieselbe am Besten sofort dadurch, dass man den Luftschieber schliesst, es wird dies ganz besonders bei dem stark schäumenden Beinglase zu beachten sein.

Unter die Vortheile der regenerativen Gasfeuerung für Glasöfen gehört auch der, dass man das abfliessende Herdglas ohne nennenswerthe Verunreinigung gewinnt und wieder verarbeiten kann. Es ist dasselbe alle 3—4 Schmelzen spätestens aus den Taschen zu entfernen, damit es nicht zu sehr entglast, oder sich in die Wände zu tief einfrisst. Um den raschen Ablauf zu begünstigen, ist es nothwendig, der Bank eine allseitige Neigung von 3 bis 5 cm nach den Füchsen hin zu geben. Man macht dies am Besten so, dass man die Banksteine horizontal anlegt, und sie nachträglich um das genannte Maass ausschabt.

Herdglas.

Ich gehe jetzt auf die Beschreibung und Darstellung einzelner Oefen über.

Fig. 4 (Schnitt GH), Fig. 5 (Schnitt DE) und Fig. 6 (Schnitt GBF) auf Taf. V stellt einen Tafelglasofen zu 10 Hafen dar, der übrigens ebensogut als Hohlglasofen gelten kann. Es sind *d' d'* die Luft- *d'' d''* die Gasgeneratoren, *bb* die Abzüge durch Zungen *cc* vor einem eventuellen frühzeitigen Verfall etwas gesichert, *aa* die Füchse, *ee* die Taschen für das Herdglas; es sind dieselben bis zur Aufbruchhöhe *h* mit Sand anzufüllen, was das Entfernen des Herdglases sehr erleichtert. *ff* die Gruben, durch welche man zu sämtlichen sechs Aufbruchsöffnungen bequem gelangen kann; *kk* Kühlkanäle, mit denen beide Füchse umgürtet sind und die man zweckmässig in kleine Schornsteine ausmünden lässt. Die Dauer der Füchse wird damit um ein Wesentliches erhöht.

Hafenofen.

Dieser Ofen kann bei guten Braunkohlen mit drei Generatoren betrieben werden nach der Construction von Fig. 1 u. 2 Taf. II. Bei Steinkohlen oder besserer Braunkohle (2-fach) würde anzuwenden sein der Generator Fig. 4 u. 5 Taf. I, oder die Generatoren Fig. 5 u. 6 Taf. II. Bei Torffeuerung dererstgenannte untergleichen Bedingungen. Bei Anwendung von Holz drei Generatoren nach Fig. 8 Taf. I.

Die verhältnissmässig kostspieligsten und dabei doch so unangenehm in ihrem Gebrauche erscheinenden Feuerungsanlagen einer Tafelglashütte, sind die Trommelöfen. Am kostspieligsten deshalb, weil fast der dritte Theil ihrer ganzen Leistungsperiode sich auf die Anfeuerung erstreckt und unangenehm in ihrem Gebrauch deshalb, weil sie beim jedesmaligen Anfeuern stundenlang nicht nur die Hüttenräume, sondern sogar die Umgegend in dichten Rauch einzuhüllen pflegen. Eine Tafelhütte

Trommelöfen.

ist daher, wenn man nebenbei die Streckfeuerungen ins Auge fasst, besonders in unmittelbarer Nähe von Städten, der unerträglichste Gegenstand.<sup>1)</sup> Aber abgesehen davon, weiss jeder Praktiker, dass sich unter den gewöhnlichen Verhältnissen der Brennmaterialverbrauch gegenüber der erzeugten Glasmasse hier am allerhöchsten beziffert. — Die Nothwendigkeit technischer Reformen machte sich deshalb bei der Tafelglasmacherei am meisten fühlbar, und es sind durch Anwendung der Gasfeuerung für die Nebenöfen bereits auch erfreuliche Resultate erzielt worden. Mit dem besten Erfolge wurde sie in neuester Zeit beim Strecken eingeführt, bei den Trommelöfen wohl zuerst in der Siemens'schen Fabrik, im Jahre 1865, und zwar regenerativ. Die hierbei gemachten Erfahrungen waren ausserordentlich günstig.

Der in Figg. 4—6 Taf. V dargestellte Tafelofen arbeitete früher, wie überall erforderlich, mit vier kleinen Trommelöfen, sie consumirten zusammen bei jeder Schicht für 30—36 Mk. an Koke und Steinkohlen. Mehr auf äussere Veranlassung hin (siehe Anmerkung) wurden dieselben in einen gemeinschaftlichen Regenerativofen vereinigt, welcher in Fig. 1 (Schnitt FG und Ansicht) Fig. 3 (Schnitt AB und Ansicht) und Fig. 2 Taf. VI (Schnitt GDE) abgebildet ist. Hierin sind *aa* die horizontalen Füchse, *c'c''* die Klappen, bei der, durch die Schwenkgrube bedingten hohen Bauart des Ofens, in verticaler Stellung. *bb* die Arbeitslöcher, welche der Schürer stets nach Beendigung der Arbeit verschmieren muss, damit sich das Gas das nächste Mal leicht von selbst wieder entzündet. Letzteres muss ca. zwei Stunden vor Beginn zugelassen werden. Die drei bestehenden Generatoren der Anlage waren nun durch entsprechend angebrachte Kanalsperrungen der Gasleitungen in eine solche Wechselwirkung zu bringen, dass der Schmelzofen während der Schmelze das sämmtliche Gas aufnahm, während der Arbeit dagegen nur etwa die Hälfte, die andere Hälfte aber dann dem Trommelofen zu Gute kam. Fig. 6 Taf. VII veranschaulicht die bezügliche Anordnung, sowie Fig. 3 Taf. VI jene der Kanäle. Die Stränge *aaa* führen nach den Generatoren, und sind extra mit Absperrventilen *e* versehen; die Leitung *b* führt nach dem Schmelz-, *c* nach dem Trommelofen, *dd* die Hauptregulirungen.

Wird auf allen vier Arbeitslöchern ausgeschwenkt, so ist es nothwendig, an den Enden des Ofens ab und zu ein kleines Stück Kohle hineinzuwerfen, wodurch man die Flamme an diesen Stellen in der erforderlichen, wolkigen Beschaffenheit erhält. Das Anlaufen des Glases ist bei Beobachtung indessen nie bemerkt worden. Gewöhnlich wurde aber nur auf drei Stellen gearbeitet, weil zwei Hafens des Ofens meist nur zur Ballonfabrikation dienen.

---

1) Die Siemens'sche Fabrik, noch zu Dresden selbst gehörig, erhielt auf Reklamation der Nachbarschaft den Concessionsbetrieb s. Z. nicht früher, als bis sie die Nebenöfen zur Tafelglasfabrikation mit Gasfeuerung eingerichtet hatte.

Es consumirte dieser Ofen per Schicht nur 20—24 hl Braunkohlen im Werthe von 14—17 M. und brauchte zur Bedienung nur einen Schürer, während deren früher wie überall solchenfalls, zwei erforderlich waren. Ausserdem konnte derselbe gleichzeitig zum Trocknen von Thon- und Schmelzmaterial ausser der Arbeitszeit Verwendung finden, besonders dann, wenn man in der Lage war, einen Ueberschuss an Gas während der Schmelze zu produciren.

Fig. 6 Taf. VII stellt, wie oben erwähnt, die Situation beider Ofen zu einander dar, und eignet sich dieselbe ganz speciell für die Tafelglasmacherei auf rheinische Manier, wo also der Glasmacher (allongeur) fast ununterbrochen bei der Trommel stehen bleibt; weniger bei der deutschen, wo er selbst ab und zu gehen muss. Durch eine an sich unbedeutende Modification, nämlich dadurch, dass man die Längsachse des Trommelofens mit der des Schmelzofens zusammenfallen lässt und beide möglichst nahe bringt, wird aber der hier verstandene Unterschied wesentlich beseitigt. Die Glasmacher brauchen sich bei einer solchen Anordnung nicht auf den schmalen Laufbrücken auszuweichen, wenn ihr Weg auch ein etwas längerer gegen früher ist.

Die Herstellungskosten des beschriebenen Trommelofens belaufen sich auf ca. 2200 M.

Ein nicht geringer Nachtheil beim Strecken des Glases mit direkter Flamme ist der, dass man Braunkohle gar nicht, und Steinkohle nur gemischt mit mehr oder weniger Kokes in Anwendung bringen kann: denn ein mit Braunkohle oder unvermischter Steinkohle gestrecktes Glas läuft auf der Streckplatte an, d. h. es zeigt eine Trübung, welche durch kein Putzmittel zu entfernen ist und welche das Fabrikat in nicht geringem Grade entwerthet.<sup>1)</sup> Durch die Gasflamme fällt aber nicht nur diese Calamität fort, sondern es wird auch das häufige Verbrennen der Tafeln wesentlich verhindert, indem der Schürer das gegebene Maximum der Hitze nicht überschreiten kann. Daraus resultirt aber zugleich auch eine Brennmaterialersparniss.

Strecken mit Gas.

Am meisten zur Gasfeuerung eignen sich die kontinuierlich gehenden Strecköfen, da bei ihnen das jedesmalige Vorfeuern zum Anzünden des Gases wegfällt. Allein selbst bei den nur 48 Stunden ununterbrochen betriebenen sogenannten deutschen Strecköfen lohnt sich ihre Einrichtung vollkommen.

---

1) Es ist mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass der Schwefelgehalt der Kohle die Ursache dieser Trübung sei, indem sich unter gewissen Bedingungen ein Theil der freien schwefligen Säure zu Schwefelsäure umwandelt. Die Ablagerung von Rauch geschieht zuerst an der Aussenseite des zu streckenden Cylinders und so gelangt der Anflug beim Ausbreiten an die untere, auf der Streckplatte liegende Fläche. Da wo nun das Glas unmittelbar aufliegt, und das Entweichen der Verbrennungsprodukte verhindert, tritt wahrscheinlich eine Bildung von schwefelsaurem Kalk (Gyps) und Abscheidung von Kieselerde ein. —

Fig. 2 (Horizontalschnitt) und Fig. 3 (Schnitt AB) Taf. VII zeigt den s. Z. kontinuierlich gehenden, (oder Kanal-) Streckofen, der vorm. Siemens'schen Fabrik. Derselbe wurde früher mit Steinkohle und Kokes gemischt betrieben, arbeitete aber ca. zwei Jahre lang mit Braunkohlengas und zwar unter allen den oben namhaft gemachten Vortheilen. Bei *o*, *p* und *q* befanden sich früher die gewöhnlichen Schüren, an Stelle derselben wurden die Zweigkanäle *l*, *m*, *n* angelegt, welche sich in dem Hauptkanale *h* des Generators vereinigen. *m* speist die eigentliche Streckeschüre durch den Schlitz *aa* und consumirt das meiste Gas, sie ist deshalb bei *f* mit einem Luftspalt von ungefähr 25 cm Länge und 2 cm Breite versehen. *n* versieht das Vorwärme- und *l* das Kühlfeuer, indem sie ihr Gas durch die Züge *cc*, resp. *b . . . . b'* entsenden. Beide Flammen bedürfen keiner besonderen Luftzuführung, sie bleiben vollkommen intact durch den Zutritt der äusseren Luft. *ss* sind die Streck-, *kk* die Kühlwagen, welche durch *vv* leer wieder zurückgeführt werden. Bei *u* Aufgabe der Walzen, und durch die Oeffnung *t* werden die Platten mittels einer langen Gabel auf den betreffenden Kühlwagen übertragen.<sup>1)</sup> Jeder der drei Zweigkanäle *l*, *m*, *n* ist mit einer Drosselklappe versehen.

Die Strecker arbeiteten mit diesem Ofen sehr gern, die Rauchverbrennung war eine überraschend vollkommene und das gestreckte Glas zeigte einen schönen Glanz bei grosser Sauberkeit der Oberflächen. Letzter Umstand machte gleichzeitig auch die Waschung entbehrlich.<sup>2)</sup>

Das Gas wurde in einem Generator nach Fig. 7 und 8 Taf. II erzeugt und zwar aus 16 hl Braunkohlen pro 24 Stunden im Preise von 11 M. 20 Pf., während derselbe Ofen früher 24 hl Steinkohlen mit Kokes gemischt, im Preise von 21 M. während derselben Zeit consumirte.

1) Es fehlt also hier der sogenannte Zweigwagen, das Verbindungs-glied zwischen Streck- und Kühlwagen, und ich habe auch gefunden, dass dieses complicirte alte Mittelding vollkommen entbehrlich ist. Das Uebertragen mit der Gabel direkt nach dem Kühlkanal führt der Strecker sehr bald ebenso schnell und sicher aus.

2) Es ist auffällig, dass die Generatorgase, welche doch ebenso wie die direkte Flamme den Schwefelgehalt der Kohle mit aufnehmen müssen, eine solche Wirkung trotzdem nicht auf der Glasfläche hinterlassen, und es ist auch bis jetzt eine positive Aufklärung hierüber meines Wissens noch von keiner Seite gegeben worden.

Viel Wahrscheinlichkeit hat die Vermuthung, dass nämlich der grösste Theil der Schwefelsäure unterwegs von den Wandungen des Generators und der Leitungen absorbiert wird. Diese bestehen doch hauptsächlich aus rothen Ziegeln, welche immer eine sehr bedeutende Menge von Kalk enthalten und dabei höchst porös sind. Bei der starken Verwandtschaft des letzteren zur Schwefelsäure ist dann die Bildung von Gyps naheliegend, andererseits ist unter Gegenwart der höheren Temperatur, sowie der grossen Berührungsfläche auch eine continuirliche Bildung von schwefelsaurem Eisenoxydul voranzusetzen. —



Für Steinkohlenbetrieb würde sich ein Generator nach Figg. 4 und 5 Taf. I qualifiziren.

Die Kühlöfen für Hohlglas werden in den drei vormals Siemens'schen Glasfabriken in ganz gleicher Weise beheizt. Die Gasschüren *cc* münden an den vier Herdecken aus, an welchen man das Gas einfach durch Strohwische entzündet. Die Anheizung vollzieht sich hier um einige Stunden früher als mit direktem Feuer und stellt sich der Verbrauch auf ca. 12 % des ganzen Kohlenconsums per Schmelze.

Fig. 1 (Schnitt GH), Fig. 2 (Schnitt ABG u. AF) und Fig. 3 (Schnitt ADE) Taf. V veranschaulicht einen Regenerativofen für feine weisse oder bunte Gläser auf 8 Hafnen à 2½ Ctr. Inhalt. Der Oberbau ist so angeordnet, dass man auf sämtlichen acht Arbeitsstellen zugleich aufgetriebene Waare fabriziren kann, der Unterbau gleicht im wesentlichen dem des Tafelglasofens. *d*'' ist der Glas-, *d*' der Luftregenerator, *bb* die Luft- und Gaszüge, *aa* die Füchse, *kk* Kühlkanäle für dieselben und *ee* die Taschen zum Herdglas. Dieselben sind besonders bei stark schäumenden Glasgattungen z. B. Alabaster und Beinglas nach je zwei Schmelzen auszuräumen. Der Klappenapparat wäre hier zweckmässig an einer der beiden Stirnseiten des Ofens anzulegen und zwar nach Anordnung von Figg. 12 und 13 Taf. II.

Weissglas-  
ofen.

Die so oft gestellte Frage, ob das Hohlglas beim Ausarbeiten am Gasfeuer anlaufe, ist dahin zu beantworten, dass das nicht geschieht, wenn der Luftzutritt unter der Arbeit möglichst beschränkt bleibt, der Ofenraum dagegen durch einen stetig erhaltenen Gasconflux mit Flamme immer ausgefüllt ist.

Zum Betriebe dieses Ofens würden sich eignen zwei Generatoren nach Figg. 7 u. 8 Taf. II bei guter böhmischer Braunkohle oder Torf, ein Generator nach Figg. 4 u. 5 Taf. I bei guter norddeutscher Braunkohle oder Steinkohle besserer Qualität, endlich zwei Generatoren nach Fig. 8 Taf. I bei Holz.

In Fig. 3 (Schnitt IK u. EGH) und Fig. 4 (Schnitt AB u. GDE) Taf. VII endlich ist ein englischer Flintglasofen mit regenerativer Gasfeuerung dargestellt. Derselbe hat einen ringförmigen Oberbau, wodurch man einestheils an Heizraum spart, andertheils aber bei der grossen Zahl der Hafnen (12 Stück) jeden beliebig auswechseln kann, ohne einen anderen dadurch behelligen zu müssen. Die Reinheit der Gasflamme ermöglicht es, diese ausserordentlich empfindliche Glassorte bei offenen Hafnen zu schmelzen. Da sie wegen des starken Bleigehaltes sehr weich ist, so kann das Schmelzen und Arbeiten in wechselnden Schichten gleichzeitig erfolgen. *d*' ist hier der Luft-, *d*'' der Gasregenerator, und zwar ist der erstere mit zwei, der letztere mit drei Schlitzten im Gewölbe versehen, durch welche die entsprechenden Ströme nach den Kanälchen *b*'' und *b*' gelangend, sich in den Füchsen *aa* vereinigen. Letztere sind concentrisch

Flintglasofen.

mit dem Ofenraum angelegt, geeignet für freiere Flammentfaltung. Die zwei Aufbruchöffnungen *ee* dienen zum Entfernen des Herdglases, und müssen dieselben eine sehr schräge Sohle nach aussen erhalten, um zu verhüten, dass das Herdglas in die vorerwähnten Schlitze eindringt. Schmelzdauer für jeden Hafen ca. 18 Stunden.

Bezüglich der Wahl der Generatoren würden dieselben Angaben wie beim Tafelglasofen auch hier gelten.

Wannenöfen mit  
freier Flamment-  
entfaltung.

Es ist eine alte Regel der Glashüttenpraxis, möglichst viel Glas in einem möglichst kleinen Raum zu schmelzen, denn es wird eben mit der Verkleinerung desselben die wärmeableitende Oberfläche des Ofens verringert, der Schmelzprozess damit abgekürzt, und je kürzer die Schmelze, desto grösser der Gewinn, desto besser auch zu jeder Zeit das Fabrikat. Dieser Satz gipfelt in der Idee, sämtliche Hafen eines Glasofens in ein einziges Gefäss, einer Wanne zu vereinigen, wo nur permanent ein und dieselbe Sorte Glas geschmolzen werden soll.

Die Beobachtung, dass das spezifische Gewicht einer geschmolzenen Glasmasse in dem Maasse sich erhöht, als der Schmelzprozess seiner Vollendung entgegen geht, führte Hr. Siemens zunächst auf die Idee, die verschiedenen Schmelzstadien zu trennen, und zwar in einem und demselben Gefäss.

Dass diese vielseitige Aufgabe: eine vereinfachte Fabrikation in Verbindung mit weiterer Ersparniss an Brennstoff und bis dahin nie gekannte Massenfabrikation bei ununterbrochener Folge von Schmelze und Arbeit vom Erfinder auf das glänzendste gelöst worden ist, beweisen die mehrerenorts seit Jahren arbeitenden Oefen solcher Art, von denen ich den grössten der Dresdener Fabrik hier hervorhebe. Derselbe besitzt 36 Arbeitsstellen und liefert jährlich ca. 9 Millionen Flaschen bei einer Kohlenersparniss von mehr als 10 % gegen einen Regenerativofen, welcher die gleiche Glasmasse in Hafen zu verarbeiten hätte, abgesehen von der ausserdem ganz erheblichen Ersparniss durch den Schmelzherd an sich.

Interessant ist die Produktion dieser grössten Flaschenfabrik, welche nur mit Wannenöfen arbeitet. Laut Geschäftsbericht brachte dieselbe, ausser Ballons und Schalen, i. J. 1888 76 Mill., 1897 aber 90 $\frac{1}{2}$  Mill. Flaschen an den Markt, und verdankt die gegenwärtige Actiengesellschaft ihre ansehnliche Prosperität (14 %) vor allem der technischen Organisation des Vorbesitzers Friedr. Siemens.

Die Versuche der Wannenschmelzerei datiren zurück bis ins Jahr 1862 und führten zu einem durchschlagenden Erfolge eigentlich erst 1877 als der Erfindung des „Schiffchens“ durch Friedrich Siemens, wodurch es gelungen ist, den Schmelzprozess vom Läuterungsprozess zu trennen, d. h. fehlerfreies Glas anstandslos auszuarbeiten. In Figg. 4 bis 9 Taf. VI sind diese Schiffchen

in zweierlei Formen nebst Installation im Schmelzraum dargestellt, und bilden in der Hauptsache drei unten offene, resp. unter sich communicirende Abtheilungen. Die dem Innern des Ofens zugekehrte Abtheilung *B* empfängt zunächst das Glas aus der Wanne durch mehrere Oeffnungen *c*, um über das erste Zwischenwändchen *C*, sodann durch Oeffnungen *b* nach dem Arbeitsabtheil *A* zu gelangen. Hier wird es, nachdem es infolge dieser gleichsam geschehenen Filtration von seinen Unreinigkeiten befreit wurde, nochmals der Ofenhitze ausgesetzt und dadurch raffinirt.

Mit der fortschreitenden Refinement nimmt das specifische Gewicht des Glases zu und sinkt dementsprechend zu Boden, dem neu zutretenden, noch unraffinirten Glase Platz machend, und das bestgeläuterte wird damit gezwungen, wie bereits gesagt, durch *b* nach *A* zu steigen.

Die den Arbeitslöchern *aa* zugekehrten Wände der Abtheilungen *A* sind, wie die Figg. 5, 8, 9 zeigen, verschieden hoch gehalten, jedoch müssen sie stets eine solche Höhe besitzen, dass sie das Abspringen des „Nabels“ von der Glasmacherpfeife nach *A* nicht zulassen.

Für gewisse Glassorten ist es nothwendig, das in *A* befindliche Glas gegen nochmalige starke Erwärmung oder gegen die Flamme zu decken, damit keine sog. Entglasung eintritt. Für solche Fälle eignet sich die Construction des Schiffchens nach Figg. 4 u. 7. Um endlich ein Abschwimmen der Schiffchen von den Arbeitslöchern zu verhindern, ist in den Ofen die durch die Kanäle *ee* gut gekühlte Bank *s* eingebaut, auf welcher sie ihren Stand behaupten.

Der durch Figg. 1 bis 4 Taf. VIII dargestellte, auf der vormals Siemens'schen Glasfabrik zu Ellbogen in Böhmen befindliche Monstreofen ist etwas kleiner als der oben erwähnte Dresdener; er hat 28 Arbeitsplätze und kann per Tag 25 000 Flaschen liefern. Als Brennmaterial dient böhmische Braunkohle mittlerer Qualität, welche in einem grossen Generator mit doppelseitigem Treppenrost und Planrosten vergast werden. Der Kohlenconsum beläuft sich je nach Betrieb auf 15—18 000 kg täglich.

Die kreisrunde Form dieser Wannenöfen, von Friedr. Siemens construirt, gestattet neben grösstmöglicher Ausnutzung des Arbeitsraumes auch der freien Flammenentwicklung den relativ meisten Raum, ist also ökonomisch der vortheilhafteste Gasofen für die Glasfabrikation, besonders da wo Massenproduktion einfacher Gebrauchsartikel in Frage kommt.

Zur Construction selbst sind *g* u. *l* die Gas- resp. Luftföchse, *vv* die Ventilationskanäle, welche zur Erzielung des erforderlichen Kühleffectes durch kleine Essen *ff* bedient sind. *kk* die Eintragsöffnungen für das Glasgemenge, separirt von den Arbeitsständen, und *ss* die Bank der Raffinirschiffchen. Im übrigen

ist bezüglich der Construction des Unterbaues oder der Betriebsführung des Ofens etwas neues nicht hervorzuheben.

Das Material, aus welchem die Schmelzwannen hergestellt werden, besteht aus einem Gemenge von stark geblühtem Sand und scharf gebranntem, fein gemahlenem Thon zu gleichen Theilen, dem hiervon  $\frac{1}{4}$  roher Thon beizumischen ist. Die ganze Masse muss ausserordentlich sorgfältig, ganz ebenso wie Hafemasse, monatläng gelagert und durchgetreten werden, bevor man sie zu Steinen formt. Ganz selbstverständlich richtet sich die Dauer des Trockenprozesses nach der Grösse der Steine, es ist aber zur Verzögerung des hydrostatischen Auftriebs gegen Ende der Campagne um so vortheilhafter, je grösser man sie formt. Nach Fertigstellung der Wanne wird solche durch angebaute sog. Wölfe einem Brennprozess unterworfen, welcher deutliche Schwindungen hervorruft, nach deren Ausbesserung das Gasfeuer zunächst den Scharfbrand zu vollziehen hat, ehe die erste Schmelze erfolgt.

Das Glasgemenge für ordinäre Sorten kann übrigens in ganz grober Aufbereitung zur Beschickung gebracht werden, so zwar, dass z. B. Kalkstein, Klingstein, Granit, Basalt, in nuss- bis faustgrossen Stücken Verwendung finden.

---

## Sechstes Kapitel.

### Zur Eisen- und Stahlfabrikation.

Wie bereits Eingang erwähnt, ist die Eisenfabrikation die Schule aller Gasfeuerungen und zwar zuerst durch die Verwerthung der Gichtgase der Hoch- und Cupolöfen. Erstere finden Verwendung zum Rösten der Eisensteine, zur Erhitzung der Gebläseluft, zum Heizen von Dampfkesseln und zum Puddeln; letztere bei der weit geringeren Quantität, meist nur zum Erhitzen der Gebläseluft oder zum Heizen der Dampfkessel. Endlich gehört hierher auch die Verwendung der Gichtflammen von Eisenfrischherden zum Erhitzen der Gebläseluft, zum Vorwärmen des zu verfrischenden Roheisens, zum Schweißen der Frischeisenstücke, zum Puddeln und zum Darren von Brennmaterial.<sup>1)</sup>

Gichtgase.

Ebenso wie bei selbständigen Gasfeuerungen hat man auch hier vor allem darauf zu achten, dass die Gase vor ihrem Verbrennungsorte sich nicht mit Luft mischen, wodurch sie entweder explodiren, oder zerstörend auf die Leitungen wirken und natürlich auch den erwünschten Effect nicht geben können. Hauptsächlich aber für letzteren maassgebend ist die Zone, wo die Gase abgefangen werden; dieselbe ist immer am sichersten in  $\frac{1}{3}$  der Ofenhöhe, von unten gerechnet, anzutreffen. Weiter oben sind sie zu kalt, weiter unten zu reich an Kohlensäure.

In Deutschland findet zum Abfangen der Gichtgase im Prinzip meist der wasseralfinger Apparat Anwendung (s. S. 1). Derselbe ist durch Fig. 5 Taf. VIII dargestellt. *aa* sind die Oeffnungen an der Peripherie des Schachtes, durch welche die

Apparate zum  
Abfangen der  
Gichtgase.

---

1) Verwendung von Hochofengasen aus Holzkohle zum Eisensteinrösten siehe „das Eisenhüttenwesen in Schweden“ v. P. Tunner, Freiberg bei J. G. Engelhardt 1858.

Gichtgase in den Sammelkanal *b* und von da durch das Rohr *d* zu weiterer Verwendung gelangen. *cc* sind Zulüsse zum Reinigen der Leitungen von Flugasche. Der Transport resp. die Verbrennung der Gase wird theils durch Ventilatoren, theils durch direkten Zug effectuirt. Eine Modification dieser Construction zeigt Fig. 7 Taf. VIII, wo die Gase durch eingesetzte Röhren in den Oeffnungen *aa* abgefangen und durch *b* weiter geleitet werden.<sup>1)</sup>

Fig. 6 Taf. VIII stellt die französische Einrichtung dar. Dieselbe charakterisirt sich durch einen in den Schacht eingehängten Cylinder *a*, der mit dem hermetisch schliessenden Deckel *b* versehen ist. Letzterer kann durch den mit Gegengewicht ausgerüsteten Winkelhebel *cd* leicht aufgehoben werden. *e* Austritt der Gase, regulirt mittels der Drosselklappe *f*; diese muss beim Aufgeben des Brennmaterials geschlossen werden, um ein Ansaugen der Luft und damit Explosionen zu verhüten. Dies hat man durch die in Fig. 8 Taf. VIII dargestellte englische Construction zu vermeiden gesucht. Sie besteht in einem Tragkreuze *aa*, auf welchem der eiserne Kegel *b* befestigt ist; *dd* Schüttcylinder mit einer verschiebbaren Hülse *ee* versehen, diese wird beim Aufgeben des Brennmaterials nach abwärts geschoben, derart, dass ersterer durch den Kegel von der Aussenluft vollständig abgesperrt wird. Ist nun die Füllung beendet, so zieht man die Hülse wieder auf und das Brennmaterial rollt über den Kegel allseitig in den Schacht. Bei *g* entweichen die Gase, *h* dient zu Regulirung derselben. Es ist bei der Manipulation des Auf- und Niederziehens der Hülse *ee* resp. Füllens unvermeidlich, dass die Gichtmündung einige Sekunden mit der äusseren Luft correspondirt, eine Zeit vollkommen ausreichend um explosible Gase zu bilden; ich kann daher dieser Construction deswegen einen besonderen Vorzug vor der französischen nicht einräumen. Dagegen werden allerdings hier beim Füllen weit weniger Gasverluste stattfinden als dort.

Zusammensetzung der Gichtgase.

Die Gichtgase bilden ein Gemenge von Kohlenoxyd, Wasserstoff, Kohlenwasserstoff, Kohlensäure und Stickstoff und zwar variirt das Volumen dieser Bestandtheile nach der Qualität des verwendeten Brennmaterials, nach der Zone des Schachtes, sowie auch nach der Temperatur und Compression der Verbrennungsluft. Scheerer fand folgende Gewichtszusammensetzungen, beziehungsweise Wärmeeffecte je nach Anwendung verschiedener Brennstoffe:

1) Neuer Schaupl. d. Bergwerkk. XIV, 195. Berg- u. h. Ztg. 1850. p. 553. Bergwerkkf. IX, 200; XII, 8; XIV, 137 do. XVII. 89 Taf. I. Fig. 4—6. — Hüttenkunde v. B. Kerl, Freiberg 1856. Bd. I, S. 123.

| Bestandtheile                | Holzkohle |           | Kokes  | Steinkohle |
|------------------------------|-----------|-----------|--------|------------|
|                              | I         | II        |        |            |
| Stickstoff . . . . .         | 63,4      | 59,7      | 64,4   | 56,3       |
| Kohlenoxydgas . . . . .      | 29,6      | 20,2      | 34,6   | 21,5       |
| Kohlensäure . . . . .        | 5,9       | 19,4      | 0,9    | 15,2       |
| Kohlenwasserstoff (leichter) | 1,0       | 0,3       | 0,0    | 4,2        |
| Wasserstoff . . . . .        | 0,1       | 0,4       | 0,1    | 1,0        |
| Kohlenwasserstoff (schwerer) | 0,0       | 0,0       | 0,0    | 1,8        |
| Summa:                       | 100,0     | 100,0     | 100,0  | 100,0      |
| Absoluter Wärmeeffect . .    | 0,081     | 0,0600    | 0,077  | 0,162      |
| Specifischer Wärmeeffect .   | 0,000 105 | 100,0 078 | 0,0001 | 0,000 211  |
| Pyrometrischer Wärmeeffect   | 1255 °    | 1075 °    | 1265 ° | 1480 °     |

Bis zur Erfindung der selbstständigen Gasfeuerungen hatten die Schachtöfen beim Eisenhüttenbetrieb hinsichtlich ihres pyrometrischen Effectes entschieden den Vorzug vor den Flammenöfen und zwar taxirt Peclet, bei solchen die mit hoher Temperatur arbeiten, die auf dem Herde ausgenützte Wärme auf nur  $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{10}$  derjenigen Wärme, welche das Brennmaterial wirklich entwickeln kann. Die Gründe hiervon zu gunsten der Schachtöfen liegen hauptsächlich darin, dass in letzteren das Brennmaterial stets vorgewärmt und unmittelbar zur Wirksamkeit gelangt, während bei den Flammenöfen eigentlich nur die strahlende Wärme Verwendung findet, dabei aber dem Ofen selbst durch Ausstrahlung viel Hitze verloren geht, abgesehen von den Wärmeverlusten durch die Unvollkommenheit der direkten Verbrennung.

Selbständige Gasfeuerung. Allgemeines.

Die Gasfeuerung paralysirt diese Uebelstände allerdings wesentlich und gewährt nebstbei den beträchtlichen Vortheil, dass der Abbrand bei einer aufmerksamen Behandlungsweise der Flamme stets um einige Procente geringer ist, als bei der directen Feuerung.

Bei der Unentbehrlichkeit motorischer Kräfte im Eisenhüttenbetrieb, und dem steten Vorhandensein technischer Hilfsmittel hatte sich die direkte Gasfeuerung einer raschen Verbreitung zu erfreuen, jedoch sind ihre Tage bei der eminenten Vervollkommnung der Siemensöfen gezählt, wenn man ihnen auch bei der grösseren Einfachheit, sowie den guten Resultaten in Bezug auf Abbrand und Güte des Produktes insbesondere, die gänzliche Existenzberechtigung noch keineswegs und vorläufig ab-

sprechen darf. Beide Arten der Gasfeuerung sind vor allem beim Puddel- und Schweissprozesse, in seltenen Fällen beim Eisenschmelzprozesse (Hart- und Feinguss) und die regenerative Gasfeuerung besonders mit grossem Erfolge bei der Stahlschmelzerei zur Anwendung gebracht.

Bau der  
Schweiss- und  
Puddelöfen.

Was den Bau dieser Oefen anlangt, so gilt das früher bereits Gesagte in Verbindung mit den allgemeinen Regeln für die Anlage derselben in den respectiven Fällen. Als Baumaterial kann man sich ausser den Chamottsteinen auch des Quadersandsteines bedienen, mit Ausnahme des stark thon- oder kalkhaltigen oder eisenschüssigen, ferner des Talk-, Chlorit- und Glimmerschiefers, des Gneis, Granits, der Grauwacke und des Thonschiefers. Alle diese natürlichen Gesteine sind jedoch vorher einer Analyse zu unterwerfen und schliessen sich der Verwendung aus, wenn sie starke Beimengungen von Alkalien enthalten. Dergleichen Oefen sind auch mit doppelter Vorsicht anzufeuern, da diese Gesteine durch eine zu rasche Temperatursteigerung stark zerklüften, und der Ofen dann natürlich weit früher baufällig wird als ein gleicher von Chamottsteinen erbauter.

Direkte Gas-  
feuerung.

Die direkte Gasfeuerung hatte vor allem auf den österreichischen Eisenhüttenwerken die meiste Verbreitung und zwar unter Anwendung der verschiedenartigsten Brennmaterialien gefunden und giebt darüber Dr. Zerrener in seinem auf amtlichen Erhebungen gestützten Werke: „Einführung, Fortschritte und Jetztstand der metallurgischen Gasfeuerung im Kaiserthume Oesterreich“, Daten, von denen ich die für die Praxis wichtigsten, wenn auch einer älteren Periode angehörig, hier folgen lasse.

Eisenwerk Buchscheiden bei Klagenfurt in Kärnthen. Dasselbe arbeitet mit Doppelpuddelöfen und Schweissöfen, deren Ueberhitzen zum Trocknen des Torfes als ausschliessliches Brennmaterial für die Gasfeuerung benutzt werden. Als Ofenbaumaterial bedient man sich eines in der Nähe vorkommenden höchst quarzreichen Glimmerschiefers von solcher Brauchbarkeit, dass die Puddelöfen durchschnittlich ein, die Schweissöfen aber ein halb Jahr den Gasbetrieb aushalten. Sind nämlich durch die Flamme Tiefen in den Glimmerschiefer eingefressen, so bessert man dieselben durch handgrosse Stücke eines in der Nähe auftretenden Kalkes aus, indem man solche in die Oeffnungen drückt und sie mit Schlacke überspritzt. Indem sie auf diese Weise sofort verglasen, bilden sie alsdann mit der Wand ein festes Ganze.

Müller'scher  
Schweiss- und  
Puddelöfen.

Die Construction der Oefen ist theilweise nach Hütteningenieur Anton Müller in Klagenfurt ausgeführt und durch Fig. 9 (Schnitt CD) und Fig. 10 (Schnitt AB) Taf. VIII veranschaulicht. Der Generator befindet sich in dem Ofen selbst und zwar wird der Rost durch ein sogenanntes Heizpult //, d. i. eine Platte mit einer grossen Anzahl (beiläufig 45) fünf Wiener Linien



weiten Oeffnungen (Fig. 10 Taf. IX) ersetzt, wodurch man im Stande ist, selbst die feinsten Torfabfälle mit zu vergasen. Der Unterwind tritt aus der Leitung *c* und den vier Düsen *nn* in den hermetisch schliessenden Kasten *o* und zwar in einer Quantität von 400 Kubikfuss pro Minute mit 3<sup>'''</sup> Quecksilberpressung. Das Brennmaterial wird durch die Thüre *a* aufgegeben. Der Oberwind gelangt aus dem Gebläse durch den Winderhitzungs- und zugleich Kühlkasten *f* in die Leitung *d*, welche ihn aus den sieben Düsen *pp* nahe unter 45° nach dem Herde stechen lässt. Quantum 190 Kubikfuss pro Minute, Pressung 1,5<sup>'''</sup> Quecksilbersäule. Temperatur nur 100°. Bei den neu angelegten Oefen wird der Wind in Röhren erhitzt, welche parallel mit der Längsachse der Dampfkessel unter denselben hinlaufen und so eine Temperatur von 200° empfängt. *bb* ist ein durch die Kapsel *m* verschliessbarer Spalt beiderseits des Ofens zum Entfernen von Asche und Schlacke. *g* und *h* die Regulirungen von Unter- und Oberwind, *k* Arbeitsthür.

Durch Anwendung des Heizpultes soll der Verbrauch an Brennmaterial bedeutend geringer sein gegenüber dem Rost, da aller Brennstoff zur Wirksamkeit gelangt, während bei letzterem ca. 5 Proc. stets zwischendurchfällt. In Buchscheiden wird das Torfklein mit dem Stückdorf zusammen verfeuert, ersteres konnte man früher nicht einmal für den Röstofen brauchen. Bei den Rostgeneratoren fielen ferner à pro Jahr 30 Ctr. Stabeisen für die Roste in Ausgabe, das Heizpult soll sich dagegen sehr lange conserviren und kostete inclusive Windvertheilungskasten und Zuleitungsrohr loco Gusswerk Brückel in Kärnthen nur 206 Fl. Oesterr. W.

Der dargestellte Schweissofen unterscheidet sich von den Puddelöfen wie gewöhnlich nur dadurch, dass die Gewölbhöhe der letzteren eine niedrigere und der Fuchs weiter herabgezogen ist, sodass die Fuchsgewölbkante sich 12 cm unter die Arbeitsplatte senkt.

Der Einsatz für die Doppelpuddelöfen beträgt 400 kg Roh-eisen (Flossen), der Abbrand im Jahresdurchschnitt 6 Proc., der Brennmaterialaufwand per Ctr. Luppeneisen 10 bis 12 Kubikfuss je nach der Qualität des Torfes. Werden Packete zu leichter Waare geschweisst, so beträgt pro Ctr. Waare nach dem Durchschnitt von 1½ Jahren der Abbrand bei einmaligem Schweissen 12, bei zweimaligem Schweissen 15 Proc., der Torfverbrauch aber im ersteren Falle 10, im letzteren 18, Kubikfuss. Beim Betriebe der Doppelpuddelöfen kommen durchschnittlich auf fünf Stunden drei Chargen. Das Entfernen der Torfschlacke geschieht nach je zwei Chargen.

Eisenwerk Nothburga zu Freudenberg in Kärnthen. Das-selbe arbeitet mit Doppelpuddelöfen auf Torfgasfeuerung und zwar produciert daselbe pro Woche 650 bis 670 Ctr. Rohschienen,

Oefen zu  
Nothburga in  
Kärnthen.

wofür sich pro Ctr.<sup>1)</sup> ein Aufwand von  $11\frac{1}{2}$  Kubikfuss Torf und ein Abbrand von  $5,44$  Proc. berechnete. Durchschnittlich kam auf jede Charge  $1\frac{1}{2}$  Stunde, welche sich folgendermaassen eintheilte: Eintragen des angewärmten Roheisens auf den Herd 6 Minuten, Einschmelzen des Einsatzes 10 Minuten, Rühren 20 Minuten, Aufbrechen und Ballmachen 24 Minuten, Abholen, Schmieden und Walzen der Luppen 15 Minuten, Putzen des Generators 8 Minuten. Letzteres wurde nach jeder Schicht einmal vorgenommen und je vier Chargen bildeten eine Schicht.

Die Ofen besitzen folgende Dimensionen: Höhe des Generators  $5' 1''$ , bei  $2'$  Weite und  $3'$  Tiefe; Höhe des Schlackenraumes  $10,5''$  Windeinströmungen zwei je  $5''$  breit und  $2,5''$  hoch. Abstand des Generators vom Herde  $2'$ . Abstand der Feuerbrücke vom Gewölbe  $7''$ . Feuerbrücke  $12''$  hoch, von der Herdplatte gemessen,  $5'$  breit und  $2'$  lang. Herd  $6' 5''$  lang,  $6' 4''$  breit,  $2'$  im Mittel hoch. Die Bodenplatte ist  $3''$  hoch mit Frischschlacken gedeckt; die Vorwärmebrücke  $8''$  hoch.  $16''$  breit; Abstand vom Gewölbe  $10''$ . Der Vorwärmeherd selbst ist  $3' 11''$  lang und  $5' 5''$  tief. Fuchsbrücke  $6''$  hoch,  $16''$  breit, Abstand vom Gewölbe  $10''$ . Länge des Fuchses  $6' 3''$  und zwar grenzt derselbe unmittelbar an den Winderhitzungsapparat. Schornstein  $42'$  hoch und  $20''$  weit. Der Oberwind wird mittels eines Schlitzes eingeführt und sticht in der Höhe der Arbeitstür gemessen  $6''$  vom Mittel des Herdes rückwärts ein. Er wird, indem er durch die Brücken und Backen des Ofens geleitet wird, auf ca.  $150^{\circ}$  erhitzt. Pro Minute werden  $450$  Kubikfuss eingeführt; der Generator absorbiert  $150$  Kubikfuss. Pressung durchschnittlich  $6''$  Quecksilbersäule.

Das Ofenbaumaterial besteht aus Chamottsteinen, zur Hälfte von Thon zur Hälfte von Quarzsand angefertigt. Die Dauer eines Ofens beträgt durchschnittlich  $\frac{1}{2}$  Jahr.

Gaspuddelofen  
in Kessen.

Das Eisenwerk Kessen in Tirol arbeitete mit einem Puddelofen auf Torfgas. Derselbe besitzt einen Generator mit hochofenförmigem Querschnitt, Höhe  $10'$ . Puddelherd  $5' 6''$  lang,  $4' 6''$  breit und  $19''$  hoch. Vorwärmeherdbrücke, gleichzeitig Fuchsbrücke, ist von der Herdplatte gemessen  $11''$  hoch,  $14''$  lang,  $2' 6''$  breit, steht  $5''$  vom Gewölbe ab und  $16''$  über dem Niveau der Fuchsbogenkante. Die vertikale Entfernung des  $15''$  langen und  $2' 6''$  breiten Schlackenraumes von der Fuchsbogenkante beträgt  $15''$ . Der in die Esse über dem Vorwärmeherd eingebaute Winderhitzungsapparat ist schottischer Construction mit zwei Grundröhren von  $8''$  Durchmesser und vier Knieröhren von  $4''$  Durchmesser. — Der Unterwind wird durch drei Düsen, welche  $8''$  über der Generatorsohle münden und  $18''$  Durchmesser halten, zugeführt. Der Oberwind strömt durch 7 Düsen mit elliptischem Quer-

1) Hier wie in den folgenden Daten ist ausnahmsweise das Wiener Maass und-Gewicht zu verstehen.

schnitte zu 11<sup>'''</sup> und 18<sup>'''</sup> Durchmesser. Die Pressung für Unterwind 2<sup>'''</sup>, für den Oberwind 5—6<sup>'''</sup> Quecksilbersäule, bei 280 ° Temperatur. Quantum pro Minute 1472 Kubikfuss. — Die Produktion betrug pro Schicht à 12 Stunden 20 Ctr. 21 Pfd. und jede Schicht begreift fünf Chargen. Die Darstellung von 1 Ctr. Luppen (Halbfabrikat) erforderte einschliesslich des Anwärmens 14,25 Kubikfuss lufttrockenen (ungedörrten) Torf; Abbrand 9,35 Pfd. pro Ctr.

Das feuerfeste Material zum Ofenbau besteht aus Chamottsteinen, welche sich das Werk selbst fabrizirt und zwar aus drei Theilen fein gepochtem Quarz und einem Theile Panssauer und Braunauer Thon. Ausserdem verwendet man noch Sandsteine von Raitheim unweit Grassau in Bayern.

Eisenwerk Ebenau im Salzkammergute. Dasselbe arbeitete mit einem Gaspuddelofen ebenfalls auf lufttrocknen Torf. Der zugehörige Generator ist schachtförmig von ca. 10' Höhe und 3' 10" Durchmesser im Kohlensack. Der Mischungsraum von Luft und Gas ist 28<sup>1/2</sup>" breit, 25" lang und 6" hoch. Herd 5' 5" lang, 4' 5" breit und 2' hoch. Der Raum zwischen der Vorwärmeherdbrücke und dem Gewölbe zieht sich von 9 auf 7<sup>1/2</sup>" zusammen; die Brücke selbst ist 7" lang und 2' 2" breit. Höhe des Schornsteins 34'. Der Generator wird beim Anlassen zu Anfang der Woche mit drei Formen von 32<sup>'''</sup> Düsendurchmesser bedient, während des Betriebes jedoch genügen zwei Düsen. Windpressung 1<sup>1/2</sup>''' Quecksilbersäule, Quantum 328 Kubikfuss pro Minute. Der Oberwind wird durch sieben Düsen beschafft, mit einem Gesamtquerschnitt von 1127 □<sup>'''</sup> und wird derselbe in einem im Schornstein eingebauten Erhitzungsapparat auf 120 ° vorgewärmt. Pressung 8<sup>'''</sup> Quecksilbersäule, Quantum 516 Kubikfuss pro Minute. — Produktion in elf zwölfstündigen Schichten: 240 Ctr. Luppeneisen; Zahl der Chargen während dieser Zeit 54; Abbrand 5 Proc.; Consum an Torf: 17 Kubikfuss pro Ctr. Luppen.<sup>1)</sup>

Gaspuddelofen  
in Ebenau.

Eisenwerk Prävali in Kärnthen. Dieses Werk besitzt sechs Doppelpuddelöfen, sechs Schweissöfen für Waaren, und fünf Schweissöfen für sogenannte Materialeisen-Erzeugung, grösstentheils auf Braunkohlengasfeuerung eingerichtet. Die Schweissöfen haben Gewölbe von Quarzschiefer, die Puddelöfen solche von Chamottsteinen. Die Dauer der ersteren beträgt drei bis vier, die der letzteren neun Monate; nicht alle dieser Oefen wurden bis dahin wie angedeutet mit Gas betrieben, keiner mit Unterwind, dagegen die meisten mit Oberwind. Die Feuerungen sind theils auf Plan-, theils auf Treppenrosten eingerichtet und zwar halten die Puddelöfen 19 □'. Abstand von der Feuerbrücke

Gaspuddel- und  
Schweissöfen zu  
Prävali

1) Alle diese angeführten Beispiele für Torfgasfeuerung haben unzweifelhaft in der Gegenwart noch ein praktisches Interesse besonders für unsere norddeutsche Ebene, welche so viel unbehobene Schätze an Torf birgt.

beträgt 18", die der letzteren vom Gewölbe 17 $\frac{1}{2}$ ". Herd 6 $\frac{1}{2}$ ", lang, eben so breit und 26" in der Mitte hoch. Fuchs 10" Gewölbeabstand bei 24" Breite und 34" Länge. Schornstein 54' hoch und 18" weit. Drei Puddelöfen besitzen Treppenroste von 4' 6" Breite, 4' Länge und 40° Neigung, sie sind dreitheilig und enthalten je 3  $\times$  17 Roststäbe.

Von den Schweissöfen werden ebenfalls drei mit Treppenrosten von denselben Dimensionen wie die genannten betrieben. Feuerbrücke, Herd und Fuchsbrücke bilden hier eine Ebene, welche gegen den Fuchs um etwa 2" geneigt ist, ihre Länge aber beträgt 7 $\frac{1}{2}$  bis 8', ihre Breite 5 $\frac{1}{2}$ '. Gewölbeabstand an der Feuerbrücke im Mittel 15", an der Fuchsbrücke 12". Der Fuchs ist 24" breit, 22" lang und 12" hoch. Der Oberwind wird von der Hauptwindleitung in einen Heizapparat geleitet, der bei jedem Ofen unter dem Aschenfalle liegt. Er besteht aus einem viertheiligen eisernen Kasten von 6' Länge 30" Breite und 8" Höhe. Jede der communicirenden Abtheilungen halten im Querschnitt 6 □". Temperatur des Windes 100—140°, Quantum 180 Kubikfuss pro Minute.

Es wurden bei den Oefen mit Oberwind verbraucht: 122 $\frac{3}{8}$  Pfd. Braunkohle pro Ctr. Luppeneisen; der Abbrand betrug dabei 9 $\frac{1}{4}$  Proc., auf 24 Stunden kamen 13 Chargen. Beim Schweissen wurden erfordert, für Verarbeitung von 1 Ctr. Luppeneisen zu sogenanntem Materialeisen, 128 $\frac{3}{8}$  Pfd. Kohle, Abbrand hierbei 13 $\frac{1}{11}$  Proc. Beim Schweissen von Schienen, Achsen und Streck-eisen pro Ctr. 125 $\frac{1}{11}$  Pfd. Kohle, Abbrand hierbei 12 $\frac{5}{16}$  Proc.<sup>1)</sup>

Gasschweis-  
und Puddelöfen  
zu Krems.

Eisenwerk Krems in Steyermark liefert leichtes Schwarzblech, Weissblech und Streckwaare mit einer Jahresproduktion von 30—36 000 Ctrn. in Gaspuddel-, Schweiss- und Blechglühöfen (Anzahl nicht genannt), bei Braunkohlenbetrieb unter Anwendung von Unter- und Oberwind. Die Puddel- und Schweissöfen haben folgende Dimensionen: Herdfläche 25—30 □' = 1 gesetzt, ergibt für die Rostfläche 0 $\frac{5}{16}$ , Flammenlochfläche 0 $\frac{11}{16}$  und den Fuchsquerschnitt 0 $\frac{1042}{105}$ —0 $\frac{105}{105}$ . Die Herde der Blechglühöfen sind je nach ihrer Bestimmung 5—9' lang, 4—5' breit und im Mittel 15" hoch. Alle Oefen sind aus Chamottsteinen hergestellt und mit Herdplatten versehen, die Puddelöfen mit Vorwärmeherden und Kühlungen. Der Oberwind strömt bei allen Oefen durch sieben Düsen und zwar behufs Erzielung einer möglichst gleichartigen Flamme mit zweierlei Stichen ein. Bei den Puddelöfen stehen nämlich je drei Düsen unter 40° und je vier Düsen unter 35° auf die Herdfläche. Da die Schweissöfen eine grössere Länge und eine vom Feuerraume zum Fuchs hin geneigte Sohle haben, so stehen ihre Düsen unter spitzeren Winkeln auf den

1) Wenn diese Braunkohle auch von geringer Qualität ist, so werden doch damit bei regenerativer Gasfeuerung weit günstigere Resultate erreicht.

Herd und zwar je drei Düsen unter  $23^{\circ}$  und je vier Düsen unter  $19^{\circ}$ . Der Oberwind für Puddel- und Schweissöfen, ziemlich gleich vertheilt, beträgt pro Minute 300—400 Kubikfuss. Die Winderhitzungsapparate sind nach dem schottischen und wasseralfinger Systeme combinirt. Temperatur des Windes  $265^{\circ}$ , Pressung 9" Quecksilbersäule. Ein Puddelofen producirt in 24 Stunden  $83,86$  Ctr. Rohschienen und Zaggeln bei einem Consum von 116 Pfd. Braunkohle pro Ctr. Waare. Abbrand  $5\frac{3}{4}$  Proc. Zwei Schweissöfen zusammen erzeugen in 24 Stunden  $66,87$  Ctr. Platinen, Zeugeisen und Abfälle bei einem Consum von 170 Pfd. Braunkohle pro Ctr. Waare. Abbrand  $15,84$  Proc. Die Blechglühöfen endlich produciren pro Stück in 24 Stunden  $47,80$  Ctr. Blech bei einem Kohlenconsum von 324 Pfd. pro Ctr. Blech. Abbrand hierbei  $2,88$  Proc. Also gleichfalls starker Kohlenconsum.

Eisenwerk Brezowa in Ungarn. Vier Puddel- und sieben Schweissöfen mit Holzgasfeuerung, deren abgehende Flamme zur Erhitzung der Gebläseluft dient. Diese wird getheilt zum Darren des Holzes und zur Gasverbrennung verwendet. Lufterhitzungsapparate sind zwei vorhanden, wovon einer stets in Reserve steht, jeder derselben besteht aus drei Sätzen und jeder Satz aus acht heberförmigen Erhitzungsröhren von je 8' Höhe und 6" Durchmesser. Das Gebläse, vier doppelwirkende Cylinder, liefert in 15 bis 16 Doppelhüben pro Minute 6000 Kubikfuss. Die Puddelöfen werden pro Minute mit 160 Kubikfuss bei einer Pressung von 8" Quecksilbersäule bedient; Temperatur des Windes  $120^{\circ}$ . Diese Oefen arbeiten mit einem Einsatz von 8 Ctrn. und liefern bei gutem Gange in 24 Stunden 75—90 Centner Rohschienen durch 10—12 Chargen. Abbrand durchschnittlich  $9,82$  Proc. Holzconsum  $7,89$  Kubikfuss ungedörktes und  $6,89$  Kubikfuss gedörktes (geschlichtet).

Gasschweiss-  
und Puddel-  
öfen zu Brezowa.

Die Schweissöfen liefern in 24 Stunden, bei einem Einsatz von drei Packeten durch 9 Chargen, 27 Stück Eisenbahnschienen, welche à 3 Ctr. 70 Pfd. gerechnet, 100 Ctr. fertige Waare repräsentiren. Windpressung und Temperatur dieselbe wie vorher. Abbrand  $13,88$ — $15,99$  Proc. Holzconsum pro Ctr. fertige Waare  $5,89$ — $7,97$  Kubikfuss gedörkt.<sup>1)</sup> Zu Anfang der Betriebswoche erreicht der Abbrand häufig 20 Proc. — Das Baumaterial der Oefen besteht im Rauchgemäuer aus ordinären

1) Etwas günstiger lauten die Angaben nach Tunner über einen Schweissöfen mit Holzfeuerung eigenthümlicher Construction von Lesjöfors. Dasselbst werden angeblich nur  $4\frac{1}{2}$ — $5\frac{1}{2}$  Kubikfuss Holz pro Ctr. Stabeisen verbraucht, bei einem Abbrand von 13 Proc. In Storfors (Wermland) stellte sich für die Cementstabeisenbereitung, bei den dortigen Schweissöfen auf Holzkohलगasfeuerung, der Abbrand sogar nur auf 10—11 Proc., der Verbrauch an Fichtenkohle dafür aber auf ca. 5 Kubikfuss pro Ctr. Stabeisen. — Siehe P. Tunner: „Das Eisenhüttenwesen in Schweden“. Freiberg, bei J. G. Engelhardt 1858.

Mauerziegeln und der  $1\frac{1}{2}$ ' dicken Ausfütterung von Chamottsteinen eigener Erzeugung. Man fertigt dieselben aus  $\frac{4}{5}$  Theilen Quarzsand und  $\frac{1}{5}$  feuerfestem Thon. Das Futter der Schweissöfen muss jährlich dreimal, das der Puddelöfen zweimal reparirt resp. erneuert werden.

Gaspuddel-  
undSchweissöfen  
zu Nadrag.

Das Eisenwerk Nadrag bei Zsidovár im Temeser Banat endlich arbeitete mit zwei Puddel- und zwei Schweissöfen auf Holzgas, für Feinwalzeisen. Die Oefen ähneln denen zu Prävali und zwar wurde im einfachen Puddelofen pro Woche 180 Ctr., im Doppelpuddelofen 380 Ctr. Luppeneisen erzeugt. Ersterer consumirte dabei pro Ctr.  $0,_{12}$ , letzterer  $0,_{10}$  Klafter. Abbrand 8—10 Proc. Die Generatoren sind ohne Rost und bildet die Asche einen natürlichen Abschluss unter den Düsen. Die Schweissöfen consumirten  $0,_{15}$  Klafter pro Ctr. Waare bei einem Abbrande von 25—26 Proc., wobei jedoch zu bemerken ist, dass zum Schweissen ein sehr schlackenreiches bloß gequetschtes, nicht gehämmertes Halbput Verwendung findet.

Bis auf den Abbrand der Puddelöfen, welcher zwischen 5 und  $9,_{85}$  Proc. variirt, herrscht eine ziemliche Uebereinstimmung bei allen Oefen, sowohl in Produktion als Consumption, wenn man dabei die verschiedene Qualität des Brennmaterials mit berücksichtigt. Die Differenzen im Abbrand liegen entweder in der mehr oder minder sachkundigen Behandlungsweise der Gasflamme oder der Grössenbeschaffenheit des verpuddelten Rohmaterials. In sämtlichen Fällen jedoch sind die Resultate günstiger als bei der direkten Feuerung.

Als Beispiel hierzu führe ich die Ergebnisse eines Schweissofens der Wöhlert'schen Maschinenfabrik in Berlin an. Derselbe lieferte bei direkter Feuerung 80 Ctr. Stabeisen mit 4 Last = 160 Zollctr. Steinkohle guter Qualität; also berechnete sich auf 1 Ctr. Stabeisen 2 Ctr. Steinkohle. Der Abbrand betrug dabei unter Verschweissung grober Drehspäne 40 Proc., feiner Drehspäne 30—40 Proc. und grösserer Eisenabfälle 20—30 Proc.<sup>1)</sup>

Gaspuddelofen  
gewöhnlicher  
Construction.

Einen einfachen Gaspuddelofen gewöhnlicher Construction zeigt Fig. 7 (Schnitt FG), Fig. 8 (Schnitt AB) und Fig. 9 (Schnitt CDE) Taf. IX. *aa* ist der Kasten für die Gaszuströmung, *b* das Reservoir für den Oberwind. Derselbe wird in dem in die Esse eingebauten Erhitzungsapparat *de* vorgewärmt. Letzterer besteht aus den zwei viereckigen Kästen *d* und *d'*, welche durch die fünf knieförmigen Rohre *ee* mit einander communiciren. In *d* strömt aus *cc* der kalte Wind und aus *d'* durch *ff* der erhitzte nach *b*. *h* Raum zum Vorwärmen des Roheisens, *g* Arbeitsthür. Die Höhe des Schornsteins *k* würde ca. 18 m bei einer Zusammenziehung auf  $\frac{1}{2}$  m an der Mündung zu betragen haben.

1) Diese Angaben verdanke ich dem s. Zt. dirigirenden Ingenieur dieser Fabrik, Herrn G. Mehlis.

Zum Betriebe dieses Ofens wäre erforderlich ein Generator nach Figg. 4—5 Taf. I oder 10—11 Taf. II bei Steinkohle; für Torf oder gute Braunkohle ein solcher nach Figg. 1—2 Taf. II und wären diese auf Unterwind einzurichten.

Da die Puddelflamme möglichst frei von Kohlenstoff sein soll, so eignet sich, abgesehen von der leichten Handhabung für oxydierende und reducirende Wirkung, die Gasfeuerung ganz besonders zu diesem Hüttenprozesse, und die Arbeiter ziehen dieselbe bei einiger Gewohnheit der direkten Feuerung weit vor, weil sie noch ausserdem durch den geringeren Abbrand einen grösseren Verdienst erzielen können. Ein Gleiches gilt auch für das Schweissen bei Gas.<sup>1)</sup>

Die Anwendung der direkten Gasfeuerung auf metallurgische Prozesse der eben abgehandelten Gattung datirt zurück bis zur Mitte der 40er Jahre, und die berliner Firma Siemens & Halske stellte um das Jahr 1857 erhebliche Kapitalien für die Nutzbarmachung der regenerativen Gasfeuerung zu gleichen Zwecken in Deutschland zur Verfügung. England hatte durch die Gebrüder W. & F. Siemens allerdings die ersten Erfolge zu verzeichnen, aber die Dresdener Filiale genannter Firma durfte die Thatsache für sich in Anspruch nehmen, 1859 u. 60 die ersten brauchbaren Stahlschmelz-, Schweiss- und Puddelöfen auf dem Continente errichtet zu haben, und zwar befinden sich dieselben noch gegenwärtig auf der Gussstahlfabrik, A. G. Döhlen bei Dresden, resp. im „Vulkan“, A. G. Bredow bei Stettin in Function.

Eine sorgfältig beobachtete Reihe von 36 Chargen bei einem Siemens'schen Puddelofen der Bolton Steel & Iron Company in Lancashire ergaben einen Verlust von 2,6 p. c. an Abbrand, während ein zu gleicher Zeit mit ihm concurrirender Ofen gewöhnlicher Gattung einen Verlust von 12 p. c. herausstellte. Dabei konnte letzterer in 24 Stunden nur 12 Chargen leisten, während der Regenerativofen deren 18 in gleicher Zeit prästirte. Was das Produkt anlangt, so konnte demselben Marke „best best“ gegeben werden, dagegen das in dem gewöhnlichen Ofen erzeugte nur mit „best“ bezeichnet werden. In beiden Fällen war genau dasselbe Rohmaterial zur Verwendung gekommen. Die Ersparniss an Kohlen bezifferte sich nach einer bereits früher vorgenommenen Schätzung auf 40—50 p. c.

Unter Berücksichtigung dieser Umstände ist die Mittheilung eines Herrn Bramwell, Mitglieds der „British Association“, wohl glaubhaft, laut welcher der Besitzer eines Eisenwerks sein Schmiedeseisen mit Hilfe dieser Ofen gegenwärtig um mehr als 60 p. c. billiger herstellt als früher.

---

1) Schweissöfen mit Holzkohlengas in Schweden, siehe P. Tunner, Eisenhüttenwesen in Schweden. Freiberg, J. G. Engelhardt'sche Buchhandl. 1858. Es sind dieselben bei der dort so billigen Holzkohle mehr nur von örtlicher Bedeutung.

Figg. 4 (Frontalansicht nebst unterirdischem Längenschnitt), 5 (Schnitt ABCD) und 6 (Schnitt LM) Taf. IX stellt den oben erwähnten Regenerativ-Puddelofen der Bolton Steel & Iron Company dar, und zwar in mehrerer Hinsicht verbessert und vervollkommenet. Es ist hier *b* das Ventil, durch welches das Gas in die Wechselklappe *b'* eintritt. *q* der Regulierungshebel für ersteres. Die Luft-Wechselklappe liegt unmittelbar hinter der Klappe *b'* und wird das zugehörige Ventil mittels der Hebel *p* und *r* regulirt. *s* Hebel zur Regulirung des Schornsteines. Der Arbeiter hat durch diese Anordnung ein ausserordentlich bequemes Hantieren, und somit den vollkommenen guten Gang der Chargen in der Gewalt.

Demnächst sind *m, m'* die Passagen für das Gas, *n* und *n'* die für die Luft, correspondirend damit *c* und *c'* die Gas- und *e* und *e'* die Luftgeneratoren. *o* der Schornstein. Der Ofenherd *dd* ist von gewöhnlicher Construction; er besteht aus soliden gusseisernen Platten, welche durch die beiderseitig angebrachten Wasserkühler vor frühzeitigem Verbrennen geschützt sind, dieselben kühlen aber auch gleichzeitig die Fuchse. Das Wasser läuft aus den Kühlern in je eine zu beiden Seiten befindliche eiserne Cysterne und kann von dort abgelassen werden. Die Dämpfe aus letzteren conserviren die Bodenplatten des Herdes und treten schliesslich in die Röhren *ii*, aus welchen sie durch die kleinen Züge *kk* beim Rücken des Ofens in die Luft entweichen. *hh* sind die Vorwärmer für die Packete, welche dort erst bis zur Rothgluth erhitzt, auf den Puddelherd *dd* gebracht werden. *fff* sind die Luft-, *gg* die Gaspassagen, welche sich in dem kurzen Fuchse vereinigen und die Flamme bereits stark entwickelt dem Herde zuführen. *aaa* Reinigungsverschlüsse zu den Ventilkästen, *tt'* die Passagen von und zu den Regeneratoren; *uu* die Aufbruchöffnungen für letztere.

Bezüglich der Functionirung der Wasserkühler hatte Herr W. Hockney die interessante Beobachtung gemacht, dass 25 Pfd. Wasser per Minute auf 40° Fahr. erhitzt würden; das entspricht 60 000 Einheiten per Stunde, oder einem Verbrauch von 8—10 Pfd. guter Kohle in dieser Zeit, also ein Aufwand, der bei der Nützlichkeit dieser Einrichtung leicht zu übersehen ist.

Regenerativ-  
Gasschweissofen  
des „Vulkan“.

Fig. 6 (Schnitt CD) und Fig. 7 (Schnitt AB) Taf. X zeigt einen der oben erwähnten Schweissöfen für Modellstücke der Actiengesellschaft „Vulkan“ bei Stettin. Bei der vollkommenen Symmetrie ist der Raumersparniss wegen nur die Hälfte des Ofens dargestellt. *e* Luft-, *e'* Gasregenerator, *a* Schweissherd, *c* Fuchs, *f* Schlackenabstich, *b* Arbeitsthür. Deren sind zwei vorhanden und zwar werden die Schweisspackete oder Modellstücke sobald sie frisch in den Ofen kommen zunächst an die Seite der abgehenden Flamme gebracht und dann allmählich nach der Mitte des Herdes geschoben, wo die Flamme die stärkste



Intensität besitzt. Um lange Schiffswellen schweissen zu können, sind den Thüren *b* gegenüber Oeffnungen *g* in der Rückwand gelassen, welche für gewöhnlich mit Chamottsteinen ausgesetzt und verschmiert werden. *dd* die Luftkanäle zur Abkühlung des Fuchses.

Um die Schlacke in fortwährendem Flusse zu erhalten ist es nöthig, den Herd dieser Oefen ein allseitiges, möglichst starkes Gefälle nach den Abstichen hin zu geben, und in den Oeffnungen fortwährend ein kleines Kok- oder Kohlenfeuer zu unterhalten. Die innere Mündung braucht eben nur so gross zu sein, um mit dem Gezähe durchstossen zu können.

Es sind im Laufe der Jahre, besonders auf metallurgischem Gebiete, eine Reihe von Compilationen des Siemensofens erschienen, welchen die Schöpfer derselben mit Recht oder Unrecht den Namen „System“ beilegen unter der Behauptung wesentlicher Fortschritte in der Sache. Meines Dafürhaltens kann aber dem Praktiker wenig gedient sein mit der Schilderung aller dergleichen Compilationen, deren zumeist vorübergehendes Dasein willkommenen Stoff für die Journalistik bieten, für eine speciell der Praxis gewidmeten Arbeit aber nur als Füllmaterial dienen würden. Ich erinnere hier nur an die s. Z. von Sir W. Siemens selbst geschaffene, damals epochemachende Construction des „Rotators“. Sind nun auch die bisherigen Constructionen des Siemensofens infolge neuester Erfindungen des „chemischen Regenerativofens“ (siehe unten) ins Wanken gerathen, so stehe ich gleichwohl nicht an, der Compilation Bonehill von 1896 hier Raum zu gönnen, als einem praktisch gut durchgearbeiteten Objecte, von hervorragender Bedeutung für die direkte Herstellung von Schmiedeeisen aus dem Hochofen. Der Ofen an sich ist übrigens ebenfalls lediglich eine Modification des nur erwähnten chemischen Regenerativofens.

Dieser Prozess besteht bekanntlich darin, dass das Gusseisen bei seinem Austritte aus dem Hochofen in einem Reservoir aufgefangen wird, wo man es flüssig hält und in diesem Zustand in die Puddelöfen bringt, deren vier vorhanden sind, welche die ganze tägliche Produktion eines Hochofens von 100 t verarbeiten können.

Schmiedeeisen-  
fabrikation nach  
Bonehill.

Bei einer Neuanlage legt man am besten das Niveau der Abstichöffnung des Hochofens 2,50 m bis 3 m über den Fussboden. Ist aber der Hochofen schon vorhanden, so muss man das Reservoir in die Erde verlegen und die gefüllten Giesspfannen mittels Krähnen in die Höhe der Eintragöffnung der Puddelöfen heben. Liegen zwei Hochöfen nebeneinander, so leitet man deren Gusseisen in dasselbe Reservoir und verarbeitet es gut gemischt. Bei nur einem Ofen kann man auch verschiedene Qualitäten herstellen, indem man eine andere Eisensorte, z. B. Spiegeleisen in einem Cupolofen schmilzt und dieses in gewünschter

Menge zusetzt. Man kann auch in der Nähe des Reservoirs einen Flammenofen aufstellen, welcher dann gleichzeitig mit diesem geheizt wird. — Das Reservoir, in welches das flüssige Gusseisen direkt aus dem Hochofen fließt, ist aus gut verankertem feuerfestem Mauerwerk hergestellt; es wird 60 bis 70 cm hoch gefüllt und fasst dann 35 t flüssiges Eisen. Um dieses in geschmolzenem Zustande zu erhalten, wird es durch die Gase zweier Generatoröfen geheizt, welche circa 1000 kg Kohlen in zwölf Stunden gebrauchen. In einer der vertikalen Wände des Reservoirs sind in verschiedenen Höhen Abstichöffnungen angebracht, um das Gusseisen entnehmen zu können, wodurch, wenn es von verschiedenen Schmelzungen herrührt, gut gemischt werden kann.

Die Puddelöfen sind Gasöfen nach dem von Bonehill veränderten Systeme Siemens. Diese geben beim Puddeln flüssigen Gusseisens weit bessere Resultate, als wenn dasselbe in festem Zustande eingebracht wird, weil keine Abkühlung der Gase statt hat, da dieselben stets nur mit Körpern in Berührung sind, welche eine sehr hohe Temperatur besitzen.

Diese neue Anordnung ist in Figg. 1 bis 3 auf Taf. X dargestellt und zwar ist Fig. 1 der Schnitt nach MNOP, Fig. 2 der nach HJKL und Fig. 3 der nach ABCDEFGRS; sie besteht aus dem Ofen *a*, zwei Gruppen von je zwei Gaserzeugern *b* und zwei Regeneratoren *c*. Die Gase treffen beim Austreten aus jedem Erzeuger derselben Gruppe auf eine Verschlussklappe *d* (Fig. 2), welche ihnen Zutritt zu einem gemeinschaftlichen Sammelraume *e* gestattet, während die zwei Räume *e* einer Gruppe durch einen Kanal *f* verbunden sind, und jeder innen mit einem Ventile *g* versehen ist. Von diesen zwei Ventilen ist eines stets offen, wenn das andere geschlossen ist und umgekehrt, so dass die Gase abwechselnd in eine oder die andere Verbrennungskammer *hh*, welche an den Enden des Ofens liegen (Fig. 1), treten können. Ein Doppelhebel *i*, der an seinen Enden mit den Stangen der Ventile *gg* in Verbindung steht, sichert deren abwechselndes Functioniren. In diese zwei Verbrennungskammern münden zwei von den Regeneratoren *c* kommende Kanäle *ll*. Die Regeneratoren *cc* sind unter sich durch den Kanal *m* verbunden und können durch die Drosselklappe *n* entweder mit einem unter dem Ofen herziehenden Luftkanale oder *m* t dem Schornsteine *O* in Communication gesetzt werden.

*i* Die Verschlussklappen *d*, welche durch mit Gegengewichten versehene Hebel bewegt werden, können unabhängig von einander geöffnet oder geschlossen werden, und zwar geschieht das letztere, wenn man das Gegengewicht ihres Hebels nach dem Drehpunkte zu verschiebt.

Der eigentliche Puddelofen ist ähnlich construirt, wie die grossen Doppelöfen, wie sie in mehreren Walzwerken im Gebrauche sind, und ist so bemessen, dass man 1000—1200 kg

Gusseisen darin bearbeiten kann; er hat vier Arbeitsöffnungen *p*, und zwar zwei auf jeder Längsseite, durch welche das Puddeln gleichzeitig vorgenommen wird. Der betreffende Arbeiter hat also nicht mehr Eisen zu behandeln, als wie bei einem einfachen Puddelofen.

Der Boden des Puddelraumes ist aus starken Gussplatten *q* zusammengesetzt, welche an ihren Stößen übereinander greifen; er wird stets von unten durch die zum Verbrennen der Gase nöthige Luft abgekühlt. Die Stirnwände werden von zwei Gussstücken *r* mit Wassercirkulation gebildet und zwischen den Arbeitsthüren sind auch zwei dergleichen *s* angebracht, so dass überall hinreichende Abkühlung vorhanden ist, und sie gegen Verbrennen geschützt sind (Fig. 3).

Die Arbeit geht nun folgendermassen vor sich: das flüssige Gusseisen wird aus dem Reservoir in einen Giesskessel gefüllt, welcher 500—1000 kg fassen kann und auf einem vierrädrigen Wagen steht. Dieser Wagen wird unter die Abstichlöcher des Reservoirs geschoben, wo er sich auf der Brücke einer Waage befindet, um das Gewicht des in den Ofen einzubringenden Eisens genau bestimmen zu können. Das Einfüllen, Wägen etc. wird von den Puddlern selbst besorgt, welche nun den die bestimmte Menge Gusseisen enthaltenden Giesskessel vor eine der Arbeitsthüren schieben und in den Ofen entleeren, welches durch die getroffenen Einrichtungen ganz leicht von statten geht. Ist der Ofen besetzt, so schliesst man einige Zeit die Thüren fest zu, und beginnt dann mit dem Puddelprozesse auf die gewöhnliche Art und zwar gleichzeitig durch die vier Arbeitsthüren.

Nach Verlauf einer halben Stunde beginnt man die Luppen auszuziehen, welche jetzt direkt unter den Hammer gebracht werden. Die ganze Dauer der Operation zwischen dem Laden und Ausziehen beträgt nicht ganz eine Stunde, sodass jeder Ofen 11000—12000 kg gepuddeltes Eisen in einer Schicht von zwölf Stunden liefert. Die gezängten Luppen werden auf das Walzwerk gebracht und auf die gebräuchlichen Dimensionen ausgewalzt.

Der Boden des Puddelraumes wird wie gewöhnlich mit Hammerschlag und Eisenerzstücken, am besten Hämatit, ausgekleidet, wobei es zur Befestigung beiträgt, wenn man noch eine kleine Menge Rückstände vom Rösten des Pyrites auf demselben ausbreitet. Die Erfahrung hat gelehrt, dass dieses und die Abkühlung von unten durch die kalte Luft zu seiner Erhaltung hinreichend sind, auch trägt das vorherige Stehenlassen in dem Reservoir dazu bei, die zerfressenden Eigenschaften des Metalls abzuschwächen, dagegen haben die verschiedenen probirten Zusätze weniger Werth, da sie zu viel Schlacken bilden. Um das flüssige Eisen selbst mehr zu reinigen, setzt man beim Ablassen in den Giesskessel auf je 500 kg 3 kg calcinirte Soda zu, welcher Zusatz den Schwefel- und Phosphorgehalt des Eisens vermindert.

Stellt man nun einen Vergleich zwischen dem Verfahren von Bonehill und dem gewöhnlichen an, und legt eine tägliche Produktion von 100 t zu Grunde, so ergibt sich Folgendes:

1) Handarbeit: a. beim Hochofen, sechs Arbeiter weniger à Mk. 2,80 macht Mk. 0,168 für die Tonne Eisen; b. beim Puddeln selbst: für die tägliche Produktion von 100 t sind beim gewöhnlichen Verfahren 110 Leute nöthig, während bei dem neuen 66 ausreichen; also 44 Puddler à Mk. 4 per Tag oder Mk. 176 per Tag weniger, d. i. Mk. 1,74 weniger per Tonne Eisen.

2) Brennmaterial: Der Kohlenverbrauch beträgt 2,1 % für das Reservoir und 20 % für den Ofen, also im Ganzen 22,1 % gegen 100 %; es findet also eine Ersparniss von 77,9 % oder 7790 kg à Mk. 8 per t = Mk. 6,232 statt.

3) Abbrand: Dieser ist von 16 % auf 6 % reducirt, es werden also 10 % Gusseisen gespart. Rechnet man die Tonne zu Mk. 36 (Winter 1896) so beträgt also hier die Ersparniss Mk. 3,60.

Es beträgt demnach die ganze Ersparniss auf die Tonne gepuddelten Eisens:

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| Tagelöhne . . . . . | Mk. 1,928      |
| Kohlen . . . . .    | „ 6,232        |
| Gusseisen . . . . . | „ 3,600        |
|                     | Sa. Mk. 11,760 |

Auf der letzten Versammlung des Stahl- und Eiseninstituts wurden Bemerkungen gemacht über den geringen Siliziumgehalt (0,43 %) des in Hourpes gepuddelten Gusseisens, sowie über den Abbrand, den man für gerade so gering, wo nicht geringer erklärte, als den beim Bonehillschen Verfahren. Man weiss, dass das in England verwendete Roheisen sehr siliziumhaltig ist (1,5—2 %) und glaubt, dass die Reinigung während des Schmelzens im Puddelofen stattfindet, sowie dass die Anwesenheit von Silizium, welches dieses Schmelzen verzögert, für die Reinigung des Eisens beim Puddeln vortheilhaft sei.

In Belgien herrscht aber die entgegengesetzte Ansicht, da es dort ausdrücklich verlangt wird, dass das zum Raffiniren auf den Markt gebrachte Gusseisen nicht mehr als 1 % Schwefel und Silizium enthalten darf, und auch in der That meist nicht mehr als 0,75 % enthält. Man sieht also dort das Silizium eher als einen schädlichen Beisatz an.

Es würde schwierig sein, einen Vergleich betreffs des Verlustes beim Puddeln in England und Belgien zu machen, weil in England verschiedene Zusätze gemacht werden; denn ein gewisser Theil Eisen, welcher in diesen Zusätzen immer enthalten ist, vermehrt die aus dem Gusseisen selbst gewonnene Menge, auch wird diese durch eine hohe Temperatur und eine reducirende Flamme begünstigt, besonders bei den Regenerativöfen. Hierzu erklärte Siemens in einem Berichte an die „British Association“,

dass der Verlust bei einem Puddelofen, welcher regenerativ geheizt wurde, nur 3,5 % betrug, während sich solcher bei einem gewöhnlichen auf 12 % bezifferte. Er erklärte diese Differenz folgendermassen: Für eine gewisse Flächeneinheit ist die Reduktion in metallisches Eisen bei beiden Ofenarten dieselbe, da aber die gewöhnliche Flamme durch den Luftzutritt Neigung zur Oxydation besitzt, so ist der Abbrand während des Erstarrens ein grösserer. Selbst wenn man den Verlust bei der gewöhnlichen Puddelarbeit unter 5 % bringen könnte, so wären doch bei direkter Verarbeitung des flüssigen Gusseisens bessere Resultate zu erzielen, besonders wenn man die Zusätze anwenden würde wie in England. Letzterenfalls wäre es sogar möglich, mehr Schmiedeeisen zu erhalten als Gusseisen zur Verarbeitung kam.

Bei dem Eisen nun, welches flüssig in den Ofen gebracht wird, ist der Abbrand des Wiedereinschmelzens bereits vermieden und es bleibt die Beschickung kaum eine Stunde im Ofen, während sie bei dem gewöhnlichen mindestens 1½ Stunde darin bleiben muss. Endlich wird die Flamme, nachdem sie während der ersten Hälfte der Operation eine oxydirende sein musste, durch Abschluss der Luft in eine reducirende verwandelt.

Die Unterhaltung der Oefen ist bei dem neuen Prozesse weit weniger beschwerlich und kostspielig als bei den alten. Vier Oefen nach Bonehill genügen für eine Produktion von 100 t, zu welcher angeblich 26 gewöhnliche erforderlich sind; dagegen standen vergleichende Resultate betreffs der Dauerbarkeit noch aus, obgleich nach dem neuen Verfahren in Hourpes bereits längere Zeit gepuddelt wurde. Zieht man aber die Reparaturkosten eines Biedermann'schen Gasofens, <sup>1)</sup> wie sie sich bei der „Pather Iron and Steel Co.“ in Wishaw (Schottland) befinden, in Vergleich, so fällt ein solcher wesentlich zu Gunsten des Bonehillofens aus. Die Kosten beliefen sich nämlich auf die Tonne gepuddelten Eisens bezogen, bei ersterem auf Mk. 0,22, bei einem Puddelofen alter Gattung dagegen auf Mk. 0,90, und es ist kaum daran zu zweifeln, dass der Bonehillofen hierin den Biedermannschen noch übertrumpft, da ersterer drei Monate hintereinander ohne jede Reparatur arbeitete, und dann nur der Auswechslung der oberen Regeneratorschichten bedurfte.

Das Puddeln geht bei sehr hoher Temperatur und wegen seiner Einfachheit mit grosser Regelmässigkeit vor sich. Das Produkt ist sehr rein, homogen und von grösserer Widerstandsfähigkeit, als das durch den gewöhnlichen Prozess erhaltene. Auch zängt es sich sehr leicht und giebt auf dem Walzwerke Stäbe von regelmässiger Oberfläche, welche das Ansehen von bereits fertigen Eisen besitzen. Die Stäbe schweissen packetirt ganz vollkommen und geben fertig gewalzt ein glattes Produkt

---

1) Näheres über diesen Ofen siehe „Stahl und Eisen“ 1890 S. 616.

von schönem Aussehen, welches bei den Fertigungsproben die besten Resultate liefert.<sup>1)</sup>

Metallguss.

Einen Flammenherd zur Herstellung kleinerer Stücke von Metallguss, Hartguss oder auch Metall, für regenerative Gasfeuerung berechnet, zeigt Fig. 8 (Schnitt CD) und Fig. 9 (Schnitt AB) Taf. X. *a* ist die aus Chamottsteinen oder Thonschlag gebildete Schmelzwanne, *b* der Abstich, durch welchen gleichzeitig vor dem Anfeuern der Ofen bepackt wird, *ee* die Fische, *dd* die Kühlkanäle, *c* eine verschliessbare Oeffnung im Gewölbe zur Nachbeschickung während der Schmelze. Die Eisen- oder Metallstücke können in den Kanälen *dd* einigermassen vorgewärmt werden; bei Schweisshitze werden diese Kanäle immer dunkelroth. Regeneratoren und Gasversorgung wie vorher. Für Schiffsbauwerkstätten, wo häufig grössere Drucklager abgegossen werden, oder bei erweiterten Herddimensionen, zum Abguss metallener Schiffsschrauben, dürfte ein solcher Ofen wesentliche Vortheile gewähren.

Tiegelofen zur Erzeugung feiner Metallwaaren oder Gussstahlwerkzeuge.

Für die Kleinfabrikation in Gussstahl gilt es hier bei Anwendung der regenerativen Gasfeuerung als Erfahrungssache, keinen Tiegel über 60 Pfd. zu bepacken, sowie einen nicht allzu stark gewalzten Rohstahl zu verwenden, weil dieser den Tiegel zu leicht auseinander treibt. Die einzelnen Stücke dürfen aus demselben Grunde nur in Kreuz- und Querschichten abwechselnd, also nicht der Länge nach eingesetzt werden. Laufen die Tiegel zu stark ab, so ist das ein sicheres Zeichen, dass man während der Schmelze zu viel Luft gegeben hat. Praktisch bewährt haben sich Oefen nach Fig. 1 (Schnitt Hälfte EF), Fig. 2 (Schnitt Hälfte CD) und Fig. 3 (Schnitt AB) Taf. IX. Dieselben arbeiten mit je 20 Tiegeln und sind bis an die Herdsohle gewöhnlich unterirdisch gebaut, um die Gewölbedecken *bb* durch einen Laufkahn leicht aufzuheben und die Tiegel *aa* mittels entsprechender Maulzangen bequem fassen zu können. *e* Luft-, *e'* Gasregenerator, *d* Rinne zum Ablauf des Herdstahls, der sich in der Gosse *f* sammelt und dort bei *g* abgestochen wird. *c* der Fuchs, *hh* die Kühlkanäle, welche mit dem Schornstein verbunden sind. Die Tiegel stehen so lange wie bei dem direkten Feuer, und kommt bei Beobachtung der oben genannten Vorsichtsmassregeln ein Reissen oder Auseinandertreiben derselben nie vor. Jede Schmelze dauert bei Gussstahl durchschnittlich 4 Stunden und ist der Herd nach je 52 bis 53 Schmelzen zu erneuern.

Stahlpuddelöfen, Siemens-Martin.

Die Fabrikanten E. und P. Martin in Sireul kamen zuerst auf die Idee, in ihren Regenerativ-Puddelöfen Stahl zu erzeugen, indem sie zu einer Charge geschmolzenen Roheisens kleine Abschnitte von Schmiedeeisen in Weissglühhitze verpuddelten. Der Erfolg war ein derartiger, dass sehr bald andere Fabrikanten

1) Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Maschinen-Industrie Mai 1896.

diese Idee nachahmten, respektive weiter ausführten, und gegenwärtig arbeiten viele bedeutende Stahlwerke mit Siemens'schen Regenerativ-Gussstahlöfen ohne Tiegel.

Man kann sagen, dass dieses neue Verfahren ein Pendant zum Bessemer Prozess bildet. Letzterer wird seine Bedeutung überall da behaupten, wo Roheisen massenhaft und in guter Qualität erzeugt wird, ersteres wird sich aber an allen grösseren Plätzen, d. h. da Bahn brechen, wo grosse Massen von Schmiedeeisen-Abfällen billig zur Verfügung stehen.

Es ist ein solcher Gussstahlöfen in Figg. 2 (Schnitt CD), 1 (Schnitt GH), 3 (Schnitt IK) Taf. XI dargestellt. Herdplatten und Regeneratoren werden hier durch entsprechend angelegte Kanäle bei *ss*, welche mit der äusseren Luft communiciren, gekühlt, und münden diese in die Schlots *rr* (Fig. 3). Die oberen Partien des Ofens müssen von dem besten feuerfesten Material gebaut sein und verwendet man hierzu vorzugsweise die sogen. Dinas bricks. *nnn* sind drei Thüren in der vordern Front des Ofens, durch welche der Herd erneuert, resp. reparirt werden kann, durch die man aber auch schwere Eisenstücke auf den Herd bringt. Die Schützen *ooo* (Fig. 3) dienen hauptsächlich zum Einbringen langer Barren und Schienen.

Der Herd wird aus reinem Kieselsand hergestellt, und zwar empfiehlt es sich, denselben in Lagen von ungefähr 1" Dicke aufzugeben, wenn der Ofen „in Hitz“ steht. Letztere muss bereits die möglichste Höhe erreicht haben, damit die einzelnen Sandlager etwas zusammensintern und ein solides Bassin bilden, dessen Boden nach dem Abstichloch allseitige Neigung besitzt. Weisser Sand von Gornal bei Birmingham hielt 20—30 Chargen aus, ohne dass es nöthig war, den Herd zu repariren; auch der Fontainebleau-Sand, gemischt mit 25 % ordinärem, ergab ein gleich günstiges Resultat. Beim Abstechen ist der lockere Sand zu beseitigen, und dann erst, wenn man mit dem Spiess die harte Herdkruste erreicht, lässt man den flüssigen Stahl in eine bereit gehaltene Kelle ablaufen.

M. Le Chatelier schlägt vor, den natürlich vorkommenden „Bauxite“, aus welchem der Herd des Versuchsofens der Herren Boiques, Rambourg & Comp. bei Montluçon hergestellt war, mit 1 % Chlorcalciumlösung zu mischen; ein Material, welches sich dann durch seine ausserordentliche Strengflüssigkeit auszeichne.

Wenn auf diese Weise ein solider Herd gebildet, und der Ofen auf Weissglühitze gebracht ist, kann man zur Beschickung desselben vorschreiten. Besteht das Schmelzmaterial mit aus alten Eisen- und Stahlschienen, so sind dieselben auf ca. 2 m Länge zu zerkleinern und durch die an der Rückseite des Ofens befindlichen zwei Trichter *b* in den Ofen zu bringen. Bei einem Herdgehalt von 60 Ctrn. ist 6 Ctr. graues Gusseisen zulässig. Sobald letzteres zu einem Bad zusammengeschmolzen, beginnen

auch die erhitzten Enden der Schienen und Barren sich darin aufzulösen.

*aa* sind die Hauptschlote, durch welche der Herd mit dem zu verschmelzenden Roheisen beschickt wird, und welche zu dem Zwecke mit einer Plattform über dem Ofen verbunden sind.

Beim theilweisen Schluss der Füllrohre muss ein Theil der Flamme die neu ankommenden Massen stets vorhitzen, ehe sie herabsinken, unbeschadet der Temperatur des Herdes, welche durchaus constant zu erhalten ist. Innerhalb vier Stunden ist eine Charge von 60 Ctr. beendet. Das Metallbad ist während dieser Zeit mehrere Male durchzurühren mittels einer starken Stange, indem man die Thüren *nnn* hierzu benutzt; sollte sich dasselbe gegen Ende der Charge aber zu sehr verdicken, so ist es nöthig, noch eine Quantität Gusseisen in dasselbe zu geben.

Man nimmt hierauf eine Probe, die man im rothwarmen Zustande mit Wasser abschreckt und kann alsdann auf dem Bruch sehr leicht die Qualität der Waare beurtheilen. Sie muss glänzend sein und von krystallischer Struktur bei einem Kohlenstoffgehalt von nicht über 1%, trotz der raschen Abkühlung aber zäh und hämmerbar. Bei solchen Eigenschaften setzt man der Masse schliesslich noch 5—8% Spiegeleisen mit einem Mangangehalt von mindestens 9% zu, und zwar durch die Seitenöffnungen des Ofens, wodurch sie eine kurze Zeit in Wallung geräth, und alsdann zum Abstich fertig ist.

Den erforderlichen Gehalt an Kohlenstoff empfängt der Stahl durch den Zusatz an Spiegeleisen, und das Mangan verhindert dessen Rothbrüchigkeit, wofern nicht schwedisches oder steyrisches Eisen zur Verwendung kam. Wurden besonders meist alte Schienen oder Brucheisen von sehr geringer Qualität zur Charge genommen, so reicht wohl der Zusatz an Mangan nicht aus, um einen tadellosen Stahl zu erzeugen, man kann sich aber bei der Leichtflüssigkeit des Metallbades noch ausserdem durch den Zusatz von Reagentien helfen, welche befähigt sind, Verbindungen mit den enthaltenen Theilen an Schwefel, Phosphor, Arsen oder Silizium einzugehen.

Die Vortheile, die ein solcher Gussstahlofen andern gegenüber bietet, sind ganz ausserordentlich, und soll man 20 Ctr. Stahl bei einem Aufwand von 10—12 Ctr. Kohlen, unter einem Verluste von nur 5—6% produciren können. Probestücke dieses Stahles wurden mit dem „grossen Preise“ belehnt.

Zur Beschreibung des Ofens selbst ist noch folgendes hinzuzufügen:

Die gusseisernen Schlote oder Trichter *aa* sind von starken Thonröhren *qq* eingehüllt, und stehen die letzteren durch die Rohre *kk* mit dem Ofen zum Zwecke der Wärmecirkulation in Verbindung. Die Flamme kann auch, wie aus der Zeichnung ersichtlich, die Zwischenräume zwischen *aa* und *qq* bestreichen.



wodurch das in *aa* befindliche Eisen zur Rothglühhitze gelangt. Von der Hauptgasleitung führt ferner ein schmiedeeisernes Rohr, was sich bei *c* nach links und rechts verzweigt, und nahe bis zu den Schlotmündungen reicht, das Reduktionsgas dem Metallbade zu. Damit dieser Gasstrom aber ein kontinuierlicher bleibt, ist es erforderlich, innerhalb desselben unmittelbar nach dem Austritt aus dem Hauptgaskanal *g* einen Dampfstrahl mitwirken zu lassen. Gas und Dampf treten somit vereint in einen kleinen Condensator *p*, der mit Wasser und Koks gefüllt ist, und in welchem sowohl der Dampf condensirt, als auch das Gas von schwefeliger Säure u. s. w. befreit wird, ehe es in die Schlote gelangt.

*e'* Gaswechselklappe, *e* Luftwechselklappe mit den entsprechenden Ventilen *f'* und *f*; *h* Schornsteinkanal, *l* und *l'* Gas-, und *d* und *d'* Luftgeneratoren.

Beim Einlegen der Chargen verfährt man folgendermassen:

Wenn der Ofen die nöthige Temperatur besitzt, giebt man zunächst durch jeden Schlot *aa* reichlich  $\frac{1}{4}$  Ctr. Holzkohle, welche die Basis für das nachfolgende Roheisen bildet. Hierauf beschiebt man den Herd durch die Frontalöffnungen *n* oder *o* mit ca. 10 Ctr. Gusseisen, welches alsbald ein Metallbad bildet. Inzwischen ist das durch *aa* aufgegebene Roheisen erhitzt und theilweise vom Reduktionsgas schon reducirt, es sinkt nach und wird fortwährend von der Plattform aus durch frische Massen ersetzt. Das Verschwinden des Roheisens im Metallbade geht nach vorher erfolgter theilweiser Reduktion in den Schloten ziemlich rasch von statten; die vollständige Reduktion auf den erforderlichen Kohlenstoffgehalt vollzieht sich im Bade selbst.

Bei einem starken Gehalt des Roheisens an Kieselsäure ist es vortheilhaft, dem Bad etwas Kalk oder ein sonstiges Flussmittel zuzusetzen; jedoch ist die Schlackenbildung soweit als thunlich abzuwenden, damit das geringere Roheisen der Einwirkung der Flamme nicht dadurch zu sehr entzogen wird. Das Roheisen ist in erbs- bis wallnussgrossen Stücken zur Charge zu geben, um dem Reduktionsgase möglichst viel Berührungsfäche zu bieten; ist dasselbe aber in Pulverform vorhanden, so muss man es auf 10 % seines Gewichts mit einem leichten kohlenstoffreichen Materiale als trockenem Torf, Holz oder Holzkohle mischen.

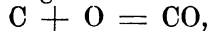
Nachdem das Metallbad innerhalb 3—4 Stunden die wünschenswerthe Tiefe erreicht hat, setzt man in die Schlote *aa* je einen passenden gusseisernen Deckel, welcher an der untern Fläche mit Thon verstrichen ist, ein, derart, dass derselbe, an einem Drahte aufgehangen, die Schlote von unten absperrt. Hierauf füllt man dieselben von Neuem mit Holzkohle und Roheisen und durchschneidet den Draht, wenn die nächste Charge beginnen kann.

Chemischer  
Siemensofen.  
Patente 1890,  
1892, 1897.

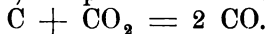
Es hat schon lange vor 1890 nicht an Versuchen gemangelt, die Regeneration des Siemensofens von derjenigen des Gases zu befreien und auf die der Verbrennungsluft zu beschränken, allein erst i. J. 1890 gelang es den Ingenieuren Biedermann und Harvey vom techn. Bureau Friedrich Siemens zu London, den ersten völlig brauchbaren Siemens-Martin-Stahlschmelzofen bei Turin dem neuen Systeme zu adoptieren, und legte Friedrich Siemens der Erfindung, welche er in allen Culturstaaten durch Patente schützen liess, den Namen „Chemischer Regenerativofen“ bei.<sup>1)</sup>

Der Name, welchen S. hierfür wählte, wird durch die folgende Beschreibung hinlänglich motivirt werden, und stütze ich mich hierbei zunächst auf die Daten eines Vortrags des Herrn Geh. Hofraths Prof. Hempel in Dresden.

Figg. 4—8 Taf. XIII stellen den Ofen nach den Patenten 1890 in fünf leicht erkennbaren Schnitten dar. Das Gas tritt ohne Vorwärmung auf kürzestem Wege aus dem Generator *B* in den Schmelzraum *E*. Dem Generator *B* wird nicht Luft, sondern ein Theil der Verbrennungsgase im möglichst hocherhitzten Zustande zugeführt. Während bei den gewöhnlichen Gaserzeugern der Kohlenstoff mit Luft zu Kohlenoxyd verbrannt, entsprechend der Gleichung



setzt sich im neuen Ofen der Kohlenstoff mit der Kohlensäure in Kohlenoxydgas um, entsprechend der Gleichung



Es entsteht auf diese Weise aus der Gewichtseinheit Kohlenstoff genau das doppelte Volumen Kohlenoxydgas.

In den Zeichnungen sind *AA*<sub>1</sub> die Wechselstrom-Luftgeneratoren, über welche der Generator *B* angeordnet ist; *FF*<sub>1</sub> sind die Füllkasten für die Steinkohlen und *NN*<sub>1</sub> die Roste. Der Ofenraum *E* liegt ganz nahe dem Generator auf dem Fundamente; es kann aber in einzelnen Fällen eine Grube unter dem eigentlichen Arbeitsofen vorgesehen werden.

*CC*<sub>1</sub> sind die Kanäle, welche dem Ofenraume Brenngase zuführen; letztere können durch die darin befindlichen Ventile *DD*<sub>1</sub> geregelt werden, die in der Weise auf einem Hebel befestigt sind, dass das eine beim Oeffnen des anderen geschlossen und das Gas so durch eine der Eintrittsöffnungen *GG*<sub>1</sub> dem Ofenraume *E* zugeführt wird. *HH*<sub>1</sub> sind die Eintrittsöffnungen für die Verbrennungsluft, die durch die Kanäle *KK*<sub>1</sub> mit den Regeneratoren *AA*<sub>1</sub> in Verbindung stehen. *JJ*<sub>1</sub> sind in die

---

1) Das Kaiserliche Patentamt legte unter dem 28. Juli 1899 mit Klasse 24 A 6392 die Anmeldung eines „Gasregenerativofens mit Flammenwechsel“ der Aktiengesellschaft vorm. Friedrich Siemens, Dresden, auf. Eine Patenterteilung war beim Druck dieses Werkes noch nicht erfolgt und mein Gesuch um Veröffentlichung wurde seitens der Gesellschaft deshalb leider abgelehnt.

Oeffnungen  $LL_1$  eingebaute Dampfstrahlgebläse, welche einen Theil der Abgase aus dem Ofen unter die Roste bringen;  $J$  ist ein Wechselventil zur Umsteuerung der Luft durch einen der Regeneratoren zum Ofenraum, wie auch der Abgase durch den anderen Regenerator zum Schornstein.  $OO_1$  sind Drehklappen, welche abwechselnd den Durchgang der Verbrennungsprodukte vom Ofenraume zum Generator verhindern und vermitteln; dieselben wirken selbstthätig durch Verbindung mit dem vorher erwähnten Hebel so, dass durch dieselbe Bewegung, durch welche  $D$  geschlossen wird,  $O$  sich öffnet; der gleiche Vorgang findet statt mit  $D_1$  und  $O_1$ .  $QQ_1$  sind Oeffnungen zum Reinigen der Roste.

Der Betrieb des Ofens ist folgender: Gas vom Generator  $B$  geht durch den Kanal  $C_1$ , das Ventil  $D_1$  und die Oeffnung  $G_1$  in den Verbrennungsraum  $h_1 g_1$ ; die Verbrennungsluft geht durch den Regenerator  $A_1$ , den Kanal  $K_1$  und die Oeffnung  $H_1$  in den eben erwähnten Verbrennungsraum, wo sie das vom Generator kommende Gas trifft, und die Verbrennung erfolgt. Die Huifeisenflamme durchzieht den Ofenraum  $E$  und die Abgase entweichen zum Theil durch den anderen Verbrennungsraum  $hg$  und gehen weiter, nachdem sie  $H$  und  $K$  passirt, durch den Regenerator  $A$  und das Ventil  $J$  zum Schornstein, zum Theil abwärts durch die Oeffnung  $G$ , wohin sie das Dampfstrahlgebläse  $J$  absaugt und weiter durch  $L$  unter die Roste des Generators  $B$ , wo sie wieder in brennbare Gase zurückverwandelt werden. In gewissen Zwischenräumen wird die Flammenrichtung im Ofenraum durch Umstellung der Ventile  $DD_1$  und durch das Wechselventil  $J$  in der bei regenerativen Gasöfen gewöhnlichen Weise umgekehrt. Ein Hilfs-Dampfstrahlgebläse ist ausserdem unter den Rosten angeordnet, um bei Aufnahme des Ofenbetriebes dem Generator die nöthige Luft zuzuführen.

Der erste derartige Ofen wurde auf dem Werke der „Pather Iron and Steel Company“ bei Wishaw (Schottland) als Schweissofen erbaut. Head und Pouff haben darüber Folgendes in einem Vortrag vor dem „Iron & Steel Institute“ mitgetheilt: „Das Betriebsergebniss der letzten sechs Monate weist eine Verminderung des Abbrandes um 5 %, d. h. um mehr als die Hälfte und einen Kohlenverbrauch von etwa einem Drittel von demjenigen der alten, mit festem Brennstoff befeuerten Ofen auf. Da ausserdem geringere Kohlensorten verwendbar sind, so beträgt bei einer Leistung von 8 t in der Schicht die jährliche Ersparniss an Kohlen und Eisen über 20,000 Mark.

Der zweite neue Siemensofen wurde in der „United Horse Shoe Company“ in London zum Anwärmen von Packeten (billets) in Betrieb gesetzt und seine Leistungen sind nicht nur ebenso befriedigend, sondern sogar noch besser als die oben gegebenen.

In diesem Ofen wurden in weniger als 12 Stunden 11 Chargen gemacht, jede im Gewichte von etwa 800 kg, welche an Fertigwaare je 750 kg oder zusammen 8250 kg Hufstabeisen lieferten. Der Verbrauch an Kleinkohlen betrug etwa 900 kg in der Schicht, also rund 100 kg Kohle auf 1000 kg, was gewiss als hochbefriedigendes Ergebniss anerkannt werden muss. An einem Betriebstage ging der Kohlenaufwand sogar bis 85 kg auf 1000 kg Eisen herunter und dabei kam jedes Packet bei voller Schweiss-hitze aus dem Ofen und wurde zu einem gesunden Hufeisenstab ausgewalzt.

Analysen der Generatorgase wurden in Pather und London ausgeführt; die Ergebnisse waren folgende:

| Pather                    |       | London                    |       |
|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| Wilshaw Nusskohlen        |       | Newcastle Würfelkohle     |       |
| CO <sub>2</sub> . . . . . | 4,6   | CO <sub>2</sub> . . . . . | 4,5   |
| O . . . . .               | —     | O . . . . .               | —     |
| CO . . . . .              | 23    | CO . . . . .              | 22,75 |
| H total . . . . .         | 17,4  | H . . . . .               | 16,33 |
| C dampfförmig . . . . .   | 1,75  | CH <sub>4</sub> . . . . . | 2,76  |
| N . . . . .               | 53,75 | N . . . . .               | 54,11 |
|                           | 100,0 |                           | 100,0 |

Aus diesen Analysen geht hervor, dass das Verhältniss von Kohlensäure zu den übrigen Gasarten in dem mit heissen Abgasen gespeisten Generator nicht erheblich von demjenigen im bekannten Siemensgenerator abweicht.

Neben der beträchtlichen Ersparniss an Brennstoff und Eisen ist aber die Einfachheit der Construction des neuen Ofens noch ganz besonders hervorzuheben; es sind deshalb seine Anlagekosten nicht viel höher als diejenigen für einen mit festem Brennstoff befeuerten Ofen, während seine Unterhaltungskosten erheblich geringer ausfallen. Die Anlagekosten eines neuen Siemensofens betragen nach den vorliegenden Erfahrungen nur etwa  $\frac{2}{3}$  derjenigen eines älteren Siemensofens gleicher Leistung mit abgeordneten Gaserzeugern und Gasregeneratoren; auch der benötigte Raum ist für den neuen Ofen wesentlich kleiner. Endlich wird bei dem neuen Ofen eine Ersparniss an Arbeitslohn dadurch bewirkt, dass der Gaserzeuger in unmittelbarer Nähe des Ofens angeordnet ist, so dass ein und derselbe Mann beide bedienen kann, und fernerweit durch den so erheblich verminderten Brennstoffaufwand überhaupt.

Das wichtigste Ergebniss jedoch lieferte wie erwähnt der erste Siemens-Martin-Stahlschmelzofen der neuen Art bei Turin. Der Ofen befriedigt in jeder Hinsicht und verbraucht für 1000 kg erzeugten Stahl 425—450 kg englische Steinkohle. „Der ältere Siemensofen verbrauchte für die gleiche Leistung 750—800 kg.“

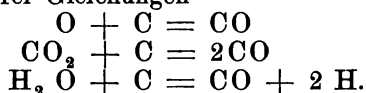
Die letzten Werthe entsprechen einer Ersparniss von ca. 43% und zeigen, dass mittels der neuen Construction ein epochemachender Fortschritt im Ofenbau gemacht worden ist.

Wenn es auch unbestreitbar feststeht, dass durch die Anwendung der Kohlensäure der Flammengase aus dem gleichen Gewicht Kohlenstoff die doppelte Menge von Kohlenoxyd gewonnen wird, als unter Anwendung von Luft, so würde es trotzdem falsch sein, wenn man sagen wollte, man erzeugt so die doppelte Quantität an Brennmaterial. Denn für die Benutzung im Ofen ist es von der grössten Bedeutung, welche Temperatur die zur Verwendung kommenden Gase haben. Beim alten Ofen wurde aber das Brenngas vorgewärmt, was beim neuen Ofen nicht möglich ist. Es trat darum beim alten Ofen das Brenngas mit einer Temperatur von 1200—1400° in den Ofen, während es jetzt mit einer Temperatur von nur 600° aus dem Gaserzeuger kommt. Es ist nun aber selbstverständlich, dass ein doppeltes Gewicht von Kohlenoxydgas, welches nur 600° warm ist, nicht ein doppelt so werthvoller Brennstoff ist, als das einfache Gewicht desselben Gases, welches eine Temperatur von 1200—1400° besitzt.

Wäre der alte Siemensofen ein theoretisch wirkender Apparat, das heisst, wäre man im Stande, in den Regeneratoren alle Wärme der Verbrennungsgase aufzuspeichern, so könnte die neue Construction keine Kalorie mehr Wärme im Ofen liefern. In Wirklichkeit ist aber der Betrieb der Wärmespeicher mit grossen Verlusten verbunden. Einerseits ist es nicht möglich, die Gase vollständig abgekühlt in den Schornstein zu lassen, da der sonst nothwendige Zug für die Bewegung derselben fehlen würde, andererseits absorbiren das Mauerwerk und die daran stossenden Erd- oder Luftschichten eine gewisse Quantität Wärme. Nimmt man an, dass das Schwelgas aus dem Gaserzeuger mit etwa 600° Wärme entweicht, so würde in dem Falle, wo die Schwelgase direkt in den Wärmespeicher treten, es sinnlos sein, wenn man denselben so gross machen wollte, dass die nach dem Schornstein ziehenden Gase weiter als 600° abgekühlt wären, denn der Wärmespeicher würde dann in seinen unteren Theilen nicht erwärmend, sondern kühlend auf die Gase wirken. Wenn nun in Wirklichkeit auch die Gase erst unter 600° gekühlt werden, so ist dies nur möglich, indem man das Generatorgas durch erst senkrecht aufwärts, dann schwach gegen die Horizontale geneigte und dann wieder senkrecht abwärts geführte Röhren kühlt, um nebenbei durch Abscheidung von Wasser und Schwefel die Gase werthvoller zu machen. In diesem Falle wird aber offenbar die Wärme der Gase ebenfalls verloren. Beim neuen Ofen ist an Stelle der mechanischen Regeneration der Wärme der Verbrennungsgase die chemische Regeneration getreten, ein in jeder Beziehung neuer und epochemachender Gedanke.

Um die Wirkung der neuen Einrichtung völlig klar zu legen,

betrachten wir zunächst die Reaktionen, welche sich im Generator abspielen. Wir finden da, dass die in denselben gebrachte Kohle durch die von unten kommenden heissen Gase erwärmt wird, wodurch einerseits Wasserdampf, andererseits Theer und dem gewöhnlichen Leuchtgas entsprechend zusammengesetzte Gase entstehen, nebenbei bildet sich Kok. Dieser Kok kann nun in dreierlei Weise zur Verbrennung kommen. Er verbrennt nämlich einerseits direkt mit dem Sauerstoff der Luft, andererseits mit vorhandener Kohlensäure zu Kohlenoxyd, oder er setzt sich mit dem Wasserdampf um zu Kohlenoxyd und Wasserstoff. Entsprechend den drei Gleichungen



Ein Gewichtstheil Kohlenstoff giebt mit Sauerstoff ein Volumen Gas, während es mit  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  zwei Volumen erzeugt. Bei der Verbrennung der Gewichtseinheit Kohlenstoff mit Sauerstoff zu Kohlenoxyd werden 2473 Kalorien frei, während hingegen bei der Reduktion der Kohlensäure durch den Kohlenstoff 3126 und bei der Reduktion des Wasserdampfes durch den Kohlenstoff 2360 Kalorien verbraucht werden.

Das D. R.-Patent Siemens 72899 vom 30. November 1892 bezweckt nun die Beseitigung der Metallroste, weil solche sich zu widerstandslos gegen die Stösse der Schürwerkzeuge erwiesen und das Feuern staubförmiger Kohle nicht zuliessen. An Stelle derselben ist nämlich ein offener Schlitz *S* Figg. 1—2 Taf. XII getreten, welcher zwischen der Thür  $t^1$  in der Vorderwand und der durch einen aus feuerfesten und mechanisch widerstandsfähigen Materiale gewölbten Bogen gebildeten Rutschfläche *r* sich befindet. Unter der Thür  $t^1$  in der Vorderwand, durch welche das Anbringen des Notrostes *n* bei abgestelltem Gebläse während der Reinigung erfolgt, befindet sich eine zweite Thür  $t_2$ , durch welche das Abziehen der Verbrennungsrückstände bewirkt wird. Die Einführung der zur Heizgaserzeugung erforderlichen Gase, wie heisse Luft aus dem Luftgenerator des Ofens, oder heisse Ofenabgase, welche vermittelst des Dampfstrahlgebläses *d* erfolgt, befindet sich unter der Rutschfläche *r*.

Sind mehrere Gaserzeuger vorhanden, so werden die hinteren Aschenräume *a* derselben durch die Öffnungen *o* in ihren Zwischenwänden *w* miteinander verbunden, damit die eingeblasenen, zur Gaserzeugung dienenden Gase sich geeignet verteilen und alle Gaserzeuger gleichmässig einwirken können. Das Reinigen eines solchen rostlosen Generators erfolgt in der Weise, dass an zwei am Thürfutter von  $t^1$  angegossenen Knaggen ein Träger eingelegt wird, auf welchem die einzelnen der Reihe nach einzutreibenden Notroststäbe ihre vordere Unterstützung finden, während dieselben mit ihrem hinteren Ende auf der Rutschfläche *r* liegen.

Ist der gesammte Rost eingesetzt, dann erfolgt die Entfernung der unter demselben befindlichen todtten Verbrennungsrückstände durch die untere Thür  $t^2$ . Nach Beendigung dieser Arbeit wird  $t^2$  wieder geschlossen und die Nothroststäbe, welche den oberen am Generator befindlichen Brennstoff bisher getragen haben, einer nach dem andern herausgezogen. Der Brennstoff fällt herunter und bildet, auf dem massiven Boden liegend, eine Böschung nach der Rückwand zu; die Spitze dieser Böschung liegt an der Unterkante der Rutschfläche  $r$  und ihre Neigung wird durch den Böschungswinkel des zu vergasenden Brennstoffes bestimmt. Durch diese Fläche werden die zur Umwandlung des festen Brennstoffes in Heizgase erforderlichen heissen Gase eingeblasen. Der Brennstoff selbst bildet also den Rost für den Durchgang dieser Gase, einen sogenannten Schlackenrost. Nach Beendigung dieser Arbeiten wird die Thür verschlossen, das Dampfgebläse wieder angestellt und der Apparat damit wieder in regelmässigen Betrieb gebracht.

Aus dem beschriebenen Vorgange der Reinigung eines solchen rostlosen Generators geht übrigens hervor, dass eine solche Arbeit an den Schürer immerhin ziemlich bedeutende Anforderungen von Umsichtigkeit und Geschick stellt.

Siemens D. R.-Patent 93 675 vom 23. Februar 1897 (siehe Figg. 4 bis 8 auf Taf. XII).

Bei Patent 72 899 hat sich für gewisse Zwecke der Uebelstand fühlbar gemacht, dass der eigentliche Ofen von derjenigen Seite, auf welcher der Generator eingebaut ist, durch solchen selbst unzugänglich wird. Wo z. B. derartige Oefen zum Schmelzen von Stahl, Eisen oder anderen Metallen dienen, muss die Abstichöffnung, welche sich aus praktischen Gründen kaum an anderer Stelle als auf der dem Gaserzeuger entgegengesetzten Seite des Ofens anordnen lässt, vom Innern des Ofens aus, d. h. mittels eines Werkzeuges, welches durch eine in der gegenüber (nach dem Generator hin) liegenden Wand des Ofens angelegte Thür durchgeführt wird, geöffnet und geschlossen werden. Aber auch in anderen Fällen ist die Zugänglichkeit des Ofens, auch von derjenigen Seite her, auf welcher sich der Generator befindet, von grosser Wichtigkeit.

Nach der Siemensschen Erfindung von 1897 nun wird dieses neue Ziel durch eine Aenderung der gegenseitigen Lage des Generators und des eigentlichen Ofens in solcher Weise erreicht, dass die dem Generator zugekehrte Seite des Ofens eine grössere Breite besitzt, als der Generator, und dass alsdann die Zugänglichkeit des Ofens von dieser Seite her entweder durch eine Theilung des Generators in zwei Theile und Auseinanderrückung dieser beiden Theile bis an die Enden des erweiterten Ofens, oder durch Abstumpfung der über den Generator nach beiden Seiten hinreichenden Ofenecken hervorgebracht wird. In letzterem Falle

entstehen schräge Wände, durch deren Oeffnungen hindurch die gegenüberliegende Vorderwand des Ofens zugänglich gemacht wird, wie im ersteren Falle bei zweitheiligen Generatoren mit Zwischenraum durch eine oder mehrere Thüren in dem mittleren Theile der Hinterwand des Ofens.

In Figg. 4 bis 8 auf Taf. XII sind zwei Beispiele für die erstgenannte Form der Erfindung dargestellt. Figg. 6 und 8 zeigen in senkrechtem beziehentlich wagerechtem Schnitt einen neuen Siemens-Ofen, der zum Schmelzen von Stahl oder andern Metallen bestimmt ist. Zwei von einander durch den freien Raum *C* getrennte Generatoren *B* sind je nach einem Ende des länglichen Ofens *A* angeordnet. Von dem Raum *C* aus ist der Ofenraum durch eine Thür *D* zugänglich, welche der Abstichöffnung *E* gegenüber liegt und an deren Stelle auch mehrere Oeffnungen treten können. Die Ventilkammern, welche zunächst das aus den Erzeugern kommende Gas aufnehmen, werden durch einen Kanal *G* verbunden, der zweckmässig in zureichender Höhe über dem Raume *C* angeordnet wird. Ebenso kann man die unteren Kammern des Generators durch einen unterhalb des Raumes *C* liegenden Kanal *F* in Verbindung setzen. In dem oberen Kanale *G* und gegebenenfalls in dem unteren Kanale *F* werden Ventile oder Schieber *H* angeordnet, die man schliesst, wenn der eine oder andere der beiden Generatoren gereinigt oder ausgebessert wird und der andere Vergaser, erforderlichenfalls mit verstärktem Gebläse, das Gas für die Ofenflamme liefert, welche nach Durchstreichen des Ofens durch den neben dem ausser Betrieb gesetzten Generator liegenden Fuchs abgeführt werden.

In Fig. 7 ist ein Glasschmelzofen dargestellt, dessen zweitheiliger Generator wie der soeben beschriebene angeordnet ist. Die Wanne *A* besitzt ausser den einander gegenüber liegenden Einlegeöffnungen *E* und *D* an den Längsseiten eine Anzahl Arbeitslöcher an jedem Ende.

Die zweite der Eingangs erläuterten beiden Ausführungsformen der Erfindung ist in Fig. 5 durch einen wagerechten Schnitt dargestellt. Der nach beiden Seiten über den Generator verbreitete Ofenraum zeigt zwischen den Seitenwänden *a* und zwischen der an den Generator anstossenden Rückwand die durch Abstumpfung der Ecken entstandene schräge Wand *b*. Durch eine der in letzterer angebrachten Thüren kann man die gleichfalls schräg und ungefähr rechtwinklig zur Wand *b* angelegte Abstichöffnung *E* erreichen.

Es ist demzufolge durch die Constructionen 5 und 7 der neueste Siemens-Ofen auch für die Wannenschmelzerei der Glasfabrikation nutzbar gemacht worden.

Nach den Mittheilungen des Londoner Bureaus von Friedr. Siemens vom Jahre 1899 hat der neue Ofen mit chemischer Regeneration bis dahin bereits eine Verbreitung in England,



Belgien, Frankreich, Deutschland, Russland, Spanien, Italien etc. gefunden, welche an 300 Exemplare heranreicht und sich auf fast alle Hüttenprozesse für Stahl-, Eisen-, sowie Glasfabrikation erstreckt. Erreicht die Ersparniss an Brennstoff nach glaubwürdigen Angaben 30 % und selbst darüber, und reduciren sich die Baukosten eines solchen Ofens bei seiner compendiösen Form in gleicher Weise gegenüber den älteren Siemens-Oefen um 30 %, so ist an seiner weiteren sehr raschen Verbreitung kaum zu zweifeln.

Wenn diese ausserordentlich rasche Verbreitung des neuen Ofens wohl auch zum Theil mit den letztgenannten Verbesserungen — diagonale Einführung der Dampfstrahlgebläse, *dd* Figg. 3 und 5, an Stelle der früheren seitlichen Einführung, sowie dem Ersatz der Eisenroste durch die Rutschflächen *rr* — zuzuschreiben ist, so darf nicht unerwähnt bleiben, dass der Ofen bisher nur für Steinkohle Anwendung finden konnte. Selbst beste Braunkohle widerstand wegen ihres Wassergehalts sowie der damit bedingten niederen Temperatur des Generators der Zersetzung der Abgase. Dagegen ist wiederum die Thatsache hervorzuheben, dass entgegen aller früheren Vermuthung die Temperatur der Generatoren keineswegs eine höhere ist, was offenbar darin seine Ursache hat, dass durch die Dissociation der Abgase der Glüh-schicht ein grosser Theil ihrer Wärme entzogen wird.

---

## Siebentes Kapitel.

### Oefen verschiedener Gattung.

Sodaschmelzerei  
mit  
regenerativer  
Gasfeuerung.

Eine Temperatur von ca.  $700^{\circ}$  dürfte als untere Grenze gelten, wo der Siemens-Ofen gegen alle einfachere Feuerungen Vortheile zu bieten vermag, und zwar auch noch unter Voraussetzung des kontinuierlichen Betriebes. Obige Temperatur findet Geltung insbesondere bei vielen chemischen Schmelzprozessen sowie Glühprozessen metallurgischer Art. Ausserdem finden wir direkte Gasfeuerung bei niederen Hitzgraden als  $700^{\circ}$  mit Vortheil angewandt, wie zum Strecken und Kühlen des Glases (siehe oben) und bei Destillationsprozessen in Retorten, vorherrschend zur Leuchtgasbereitung.

So hat sich denn da, wo man sich beim Vorhandensein geringer Braunkohle, Lignite, Torfe, wie z. B. in Norddeutschland, theurer Steinkohle bedienen musste, für genannte Zwecke auch die regenerative Gasfeuerung eingebürgert, und vor allem ist hier die Sodaschmelzerei zu nennen.

Die gewöhnliche Construction der Sodaschmelzöfen, ist bekanntlich die, dass die Flamme, nachdem sie aus dem Schmelzraume tritt, über den Vorwärmeherd geleitet wird und dann schliesslich über eine Pfanne streicht, welche zum Abdampfen der Sodalauge dient, so zwar, dass sämtliche Laugen, welche aus den Rohschmelzen des Ofens gewonnen werden, auf diese Art wieder zur Verwerthung gelangen.

Bei Anwendung der regenerativen Gasfeuerung fällt der Vorwärmeherd weg, und der Soda- und Abdampfherd bilden selbstständige Heizobjecte.

Die Firma Engelke & Krause in Trotha bei Halle a. S. war die erste, welche bereits im Jahre 1861 die regenerative Gasfeuerung in ihrer daselbst gelegenen chemischen Fabrik für die Sodaschmelzerei mit dem besten Erfolge einfuhrte und ist ein Schmelzofen derselben in Fig. 1 (Schnitt CD zur Hälfte), Fig. 2 (Schnitt EF) und Fig. 3 (Schnitt AB zur Hälfte) Taf. XIII dargestellt. *a* Herd mitzwei Arbeitsöffnungen *f*, *b* Fuchs,

*c* Luft-, *c'* Gasregenerator. Dieselben sind nicht wie sonst netzförmig ausgesetzt, sondern in gleichen Abständen wie Fig. 1 zeigt, mit je vier, 6 cm Scheidewänden als Wärmeabsorptionsflächen versehen, damit der vom Zug mit fortgerissene Sodastaub keine den Betrieb unterbrechende Verstopfung herbeiführen kann. Sind nämlich die Zwischenräume verlegt, so werden die ambulanten Regeneratorgewölbe *dd* aufgewunden und erstere mittels eines Wischers gereinigt. Der durchfallende Staub wird aber von Zeit zu Zeit durch die unterhalb mit den Regeneratoren zusammenhängenden Gruben *ee* ausgeräumt. Während des Betriebes sind letztere von ersteren abgemauert. Es werden diese Oefen mit gewöhnlicher Hallenser Förderkohle betrieben, jeder derselben besitzt zwei Generatoren nach Fig. 1 Taf. II bei 80 cm Schütthöhe und zwar kommen auf 12 Chargen pro 24 Stunden 40—42 Ctr. Kohle. Jede Charge enthält 15 Ctr. Gemenge. Es berechnen sich demnach auf die Herstellung von 1 Ctr. Rohsoda noch nicht ganz  $\frac{1}{3}$  Ctr. Braunkohlen, während man früher ebensoviel Steinkohlen noch gemischt mit etwas Braunkohle verwendete. Erstere besitzt aber dort den vierfachen Werth der letzteren.

Ausserdem ist das Fabrikat seitdem entschieden reiner und sind die Löhne in Folge der Betriebsvereinfachung billiger geworden.

Seit dem Jahre 1867 fand das Regenerativsystem auch bei der Zinkdestillation Anwendung und zwar an den „Muldener Hütten“ bei Freiberg.

Zink-  
destillation.

Fig. 1 (Schnitt IKLM), 2 (Schnitt ABCD), 3 (Schnitt EFGH), und 4 (Schnitt durch die Wechselklappen bei MN) auf Taf. XIV stellt die Construction dar, wie sie dort ausgerührt wurde. Es sind *aa* die Muffeln, *bbb* die Luft-, *b'b'b'* die Gas-schlitzte der Fuchse, *ee* die Luft-, *cc* die Gasregeneratoren, *ii* die correspondirenden Gas-, *i'i'* die Luftzweigkanäle, *g* die Gas-, *g'* die Luftwechselklappe, *kk* Gruben, um durch die betreffenden Aufbruchstellen zu den Regeneratoren, resp. Taschen *l* zu gelangen; *h* Schornsteinkanal, *mm* die Scheidewände, welche die Vorlagen der Muffeln trennen, *o* Reinigungsverschluss für die Gasklappe, *p* Luftschieber, und *n* eine ambulante Pfofte, um zu den Stellhebeln der Wechselklappen zu gelangen.

Mehrere schlesische Zinkwerke arbeiten desgleichen mit Regenerativöfen, und zwar von ungleich grösseren Dimensionen. Ich kann z. B. constatiren, dass zwei solcher Oefen der „Paulshütte“ bei Kattowitz, mit je 52 Muffeln, 200 Ctr. rohe Masse verhütteten Galmei's bei einem Aufwand von nur 115 hl Kleinkohle in 24 Stunden vollkommen abdestillirten.

Die direkte Feuerung bei Glühoperationen hat, abgesehen von einem verhältnissmässig grossem Brennmaterialaufwand, noch den Nachtheil, dass der Abbrand am Halbfabrikat immer ein sehr bedeutender ist und zwischen 4—6 Proc. variirt. Es ist

Glüh-  
operationen.

dies eine nothwendige Folge der fortwährend verschiedenartigen Zusammensetzung der Flamme, welche selten das richtige Mischungsverhältniss mit dem Sauerstoff der Luft besitzt und dadurch die Oxydation der metallischen Oberflächen begünstigt.

Bei Anwendung der direkten Gasfeuerung (siehe Blechglühöfen zu Krems in Steiermark) ist dieser Uebelstand schon bedeutend reducirt und die regenerative Gasfeuerung hat in dieser Beziehung nicht minder günstige Resultate aufzuweisen.

Je kostbarer das Halbfabrikat, desto empfindlicher ist selbstredend der Abbrand und spielt z. B. bei Stahl und Kupfer eine sehr wesentliche Rolle. Ein von mir s. Z. gebauter Kupferglühofen bei Prag mit regenerativer Gasfeuerung ist in Fig. 5 (Schnitt ED zur Hälfte) und Fig. 6 (Schnitt ABC zur Hälfte) auf Taf. XIV dargestellt. Der Herd ist mit den wulstartigen Erhöhungen *aa* versehen, um die Platten und Bleche leicht mit der Zange fassen zu können. *b* Fuchs, *c* Luft-, *c'* Gasregenerator, *d* die Arbeitsthür, welche an einem entsprechenden Gegengewicht auf- und niedergelassen wird.

Betrieb mit böhmischer Braunkohle. Eine Kupferplatte von 40 kg Gewicht wurde in 7 bis 8 Minuten rothwarm und binnen 12 Stunden 30 bis 36 Ctr. Blech ausgewalzt. Kohlenverbrauch 14 bis 15 Ctr. Abbrand durchschnittlich 2 Proc.

Dieser wie der Sodaschmelzofen müssen möglichst flache und niedrige Gewölbe erhalten, damit die Hitze sich der grossen Herdfläche allseitig anschmiegen kann. Es sind dieselben deshalb auch stark zu construiren, damit bei den unvermeidlichen Senkungen einem Einsturze vorgebeugt wird.

Im allgemeinen ist zu bemerken, dass, da durch die Gasflamme der Abbrand sich verringert, auch bei derselben Temperatur der direkten Flamme gegenüber immer ein schnelleres Arbeiten ermöglicht ist, indem die schwächere Oxyd- oder Oxydulschicht, woraus doch der Abbrand besteht, nicht so isolirend der Einwirkung der Temperatur entgegenwirken kann.

Gasfeuerung in  
der Keramik.

Die Bestrebungen, die Gasfeuerung in der Keramik einzubürgern, sind von lange her, man kann behaupten, ebenso vielfältig als kostspielig gewesen, und waren die gebrachten Opfer auch keineswegs vergebliche, so hat sich dennoch die Gasfeuerung in dieser so wichtigen Branche bisher kein annähernd so bedeutendes Feld zu erobern vermocht, als in der Glas- und Metallindustrie.

Woran liegt das?

Die meisten Klagen führt man, insbesondere bei den Gasringöfen, über zu grossen Kohlenverbrauch und theilweise über ungleichen Brand und ungleiche Farben, alles dreies also Argumente schlimmer Art, welche für Gasöfen um so schwerer ins Gewicht fallen als gewöhnlich, da Waaren besserer Qualität: Verblender, Chamottsteine, Porzellane gebrannt werden sollen.

Günstiger liegen die Verhältnisse beim Gaskammerofen, welcher sich durch die überschlagende Flamme und dadurch gebotene bessere Regulirbarkeit von Gas und Luft vom Ringofen unterscheidet, sodass die oft entstehende starke Hitze nicht allzu intensiv auf den Einsatz wirken kann, sondern im Stande ist, sich zunächst unter dem Gewölbe zu vertheilen. Auch ist einer Deformierung des Brenngutes damit eher vorgebeugt.

Beim Gasringofen sind an Stelle der Heizschächte sog. Pfeifen (System Escherich) eingesetzt, welche, durch ein Ueberleitungsrohr mit dem Gaskanal in Verbindung gebracht, das Brenngas aus kleinen Oeffnungen entsenden und vertheilen. Das Ueberleitungsrohr ist mit einer Regulirungsklappe versehen. Gerade dieses System hat am meisten Anklang gefunden, da seine Theorie besonders günstig liegt; dagegen haben sich in der praktischen Führung desselben oft genug grosse Schwierigkeiten herausgestellt, weil das Gas mit unwiderstehlicher Gewalt den oberen Oeffnungen weit mehr entströmt als den unteren, und auf solche Weise das den Gewölben nahe liegende Brenngut voraneilen muss. Will man aber etwa durch einen Ueberschuss an Gas den Ausgleich erzwingen, so ereignet es sich, dass solches massenhaft entweicht und dadurch eben empfindliche Brennstoffverluste erwachsen, weil die Sohle nicht hinreichende Entzündungsfähigkeit besitzt. Ja, es kann sogar damit eine Abkühlung dergestalt vorwärts schreiten, dass der Einsatz zwischen oben und unten ganz bedenklich differirt.

Weisen nun auch, wie oben gesagt, die Gaskammeröfen wegen der vollkommeneren Luftregulirung, speciell im Kohlenverbrauch bessere Resultate auf, so leiden sie trotzdem nicht selten an constructiven Mängeln. Die Brenngase treten hier nämlich an der Sohle oder hinter einer Feuerbrücke ein, oder es sind beide Zuführungen combinirt („überschlagende Flamme“) und die Abgase finden den Ausweg durch den Einsatz wiederum durch die Sohle. Die Schwierigkeit der Gleichmässigkeit im Brand besteht hier in der Art der Absaugung und Ueberleitung der Flamme zur benachbarten Kammer, so dass also weder hier noch dort ein Voreilen in einzelnen Partien stattfindet.

Eine Abhilfe dieser Schwierigkeit kann man dadurch erzielen, dass man den Abzugsöffnungen gegenüber noch eine Feuerbrücke anordnet, und hinter dieser gleichzeitig mit dem Sohlfeuer, wie es H. Kreissler empfiehlt, Gas und Luft eintreten lässt. Die Feuerbrücke muss solchenfalls oben geschlossen sein, und die heissen Gase dürfen nur durch bestimmt angelegte Oeffnungen nach dem nächsten Einsatze geleitet werden.

Nach alledem ist der Gaskammerofen mit ein- oder zweiseitig überschlagender Flamme bisher der vortheilhafteste, weil hier dem Brenner die sicherste Regulirung an die Hand gegeben ist. Dieselbe gipfelt zunächst in der innigen Mischung

des Brenngases mit der aus den abgebrannten Kammern erhaltenen erhitzten Luft; dann aber darin, dass die Verbrennungsmedien einen der Ausbreitung der Flamme angemessenen Raum vorfinden, und vor der vollkommenen Verbrennung von keinerlei Gegenständen abgekühlt oder gehemmt werden, sondern unter Beobachtung einer gewissen Compression das Brenngut passiren.

Der Anbau der Generatoren in möglichster Nähe zum Brennofen, um die erzeugten Gase ohne Condensation, so heiss als thunlich dem Verbrennungsorte zuzuführen, sei besonders hervorgehoben.

Gasbrennofen  
von J. Bühner.

Besonders die Bedingung einer compendiösen Form unbeschadet leichter Zugänglichkeit u. s. w. dürfte immer noch der Bühnersche Gasbrennofen Figg. 4, 5, 6 Taf. XI erfüllen.<sup>1)</sup> Es besteht dieser Ofen aus einer Anzahl von Brennkanälen  $OO$ , welche durch die Verbindungsstellen  $CC$  hindurch mit einander communiciren, sodass der Brennraum wie beim Ringofen einen in sich zurückkehrenden Kanal darstellt.

Die Feuerung geschieht bei direktem Betriebe in bekannter Weise durch Aufgabe des Brennmaterials durch die im Ofengewölbe angebrachten Schürlöcher  $ss$ , welche bei Gasfeuerung als Schaulöcher dienen. Die Beschickung und Entleerung des Ofens erfolgt durch die Thüren  $pp$ , die Gase werden in zwei Generatoren  $GG$  erzeugt, hinter denen sich die Gassammelräume  $SS$  befinden, aus welchen mittels Ventilen  $X$  die Gase zunächst durch die Hauptgasröhren  $gg$  nach den kleinen Gassammlern  $t$  und aus diesen durch die Brenner  $bb$  nach den einzelnen Stellen des Ofens abgegeben werden. Beide Gasräume  $SS$  stehen unter sich in Verbindung durch den Kanal  $T$ , resp. durch die in diesen mündenden beiden Ventile  $uu$ .

Die Verbrennungsprodukte gelangen durch die in der Sohle des Ofens befindlichen Abzugsschlitzte  $a, b^1, c^1 d-h$  in die vermittelst Ventilen  $v$  abschliessbaren Rauchkanäle  $z$ , dann in den Rauchsammelkanal  $K$  und aus diesem durch den Hauptrauchkanal  $R$  nach dem Schornstein.

Die Räume  $SS$  und der Rauchsammelkanal  $K$  sind durch die Einsteigschächte  $N$  und  $M$  zugänglich gemacht.

Ein neuer Ofen wird behufs der Trocknung des Mauerputzes zunächst mehrere Tage gut ausgedämpft und zwar in der Weise, dass bei offenem Ofen (Thüren und Schürlöcher geöffnet) an verschiedenen Stellen auf der Sohle des Brennkanals schwache Feuer unterhalten werden. Hiernach werden alle Einsatzthüren und Schürlöcher, sowie die beiden Uebergangsstellen 1 und 5 zugemacht und einzig in  $p^3$  und  $p^4$  Oeffnungen zum Einwerfen von Brennmaterial gelassen.

Hier sowohl wie auch in den beiden Generatoren wird nun

---

1) Zeitschrift für Thonwaarenindustrie 1878 No. 9.

immer stärker und stärker geheizt und werden dabei nach einander die mit den Abzugsschlitzten  $a$ ,  $b^1$ ,  $c^1$ ,  $d$  resp.  $e$ ,  $f$ ,  $g$ ,  $h$  correspondirenden Rauchventile  $v$  geöffnet, sowie endlich diejenigen Gasventile  $X$  gezogen, welche in der Nähe der offenen Rauchzüge ausmünden. Hierdurch wird einerseits des über der Ofensole befindliche Mauerwerk, andererseits das der Generatoren, die Gassammelkanäle, das ganze Netz der Gasröhren und Rauchzüge und damit zu gleicher Zeit auch der Boden des Ofens ausgetrocknet.

Nachdem dies geschehen, werden die Thüren aufgemacht, die Brenner in den ersten beiden Abtheilungen zugedeckt, dann wird nahe der Eingangsthür von Abtheilung  $p^9$  ein provisorischer Rost angebracht, über demselben zum Abschluss des Ofenkanals eine gleichfalls provisorische Mauer aufgeführt und hinter dieser mit Einsetzen begonnen.

Letzteres geschieht in gleicher Weise wie bei andern kontinuierlichen Oefen, indem nur um die Brenner und unter den Schürlöchern ein kleiner freier Raum gelassen wird, bei direkter Feuerung zur Aufnahme des Brennmaterials, bei Gasfeuerung zur ungehinderten Ausbreitung der Gasflamme. Sind zwei Abtheilungen vollgesetzt, so werden dieselben durch einen Blechschieber bei drei von dem übrigen Ofenraume abgeschlossen, auf dem Rost gefeuert, jetzt wird das mit dem Rauchabzug  $a$  in Verbindung stehende Ventil  $v$  gezogen, und zwar soweit als nöthig, um einen gehörigen Zug für das Feuer zu erhalten.

Nach und nach wird stärker geheizt und wenn durch die ersten Schürlöcher der Boden hell erscheint, auch durch diese Brennmaterial aufgegeben, der Zug  $a$  geschlossen und  $b^1$  geöffnet.

Unterdessen wird weiter eingesetzt und sobald dann durch ca. 6—8 Löcher geschürt werden kann, wird der Schieber von 3 nach 4 versetzt, Rauchzug  $b^1$  geschlossen und  $c^1$  geöffnet.

Jetzt werden auch die Generatoren in Thätigkeit gesetzt, doch werden die entstehenden Dämpfe und wilden Gase erst eine Zeit lang durch den direkt hinter dem Schieber liegenden Rauchabzug nach dem Schornstein geleitet.

Sind dann die vor den vordersten Flammen stehenden Steine soweit erhitzt, dass diese durch zwei weitere Schaulochreihen bis auf die Ofensole hellglühend erscheinen, so können auch die entsprechenden vier Gasbrenner  $b$  in Thätigkeit gesetzt werden. Hat man auf diese Weise schliesslich in 16 bis 20 Löchern Feuer, dann ist damit der Brand in das Normalverhältniss übergetreten, es können dann jedesmal hinten soviel Brenner ausser Betrieb gesetzt werden als vorn neu hinzukommen. Mit dem Vorrücken des Feuers muss natürlich auch das Einsetzen und Ausziehen gleichen Schritt halten.

Ist nun auch der Bühlersche Ofen durch den Charakter des Umbrandes dem Ringofen ähnlich, so erhält er doch durch

Gittereinsatz den Typus des Kammerofens, und um der Kreisslerschen Praxis gerecht zu werden, empfiehlt es sich, immer je zwei Brenner der Brennergruppen mit vertikalen Steigrohren bis zur Höhe der Gewölb-niederlager auszurüsten, wodurch die Combination des Sohlfeuers mit überschlagender Flamme erzielt wird.

Mendheimischer  
Gaskammer-  
ofen.

Derjenige Gaskammerofen, welcher in der feineren Keramik wohl die grösste Verbreitung gefunden hat und zu den ältesten Constructionen dieser Art gehört, aber bei alledem, wie auch oben dargelegt, in seinen Leistungen viel umstritten wurde, ist der von Georg Mendheim in Figg. 5 und 6 Taf. XVI dargestellte. Wie sofort ersichtlich, ist die Gliederung des Ofens eine äusserst einfache; er arbeitet nur mit Sohlfeuer (siehe Kammer I Fig. 6) und kommen die Generatorgase bei ihren langen Aussenleitungen ziemlich abgekühlt zur Wirkung.

Letztere:  $b, d^1, d^2$  gehen aus von den Generatoren  $aa$ , und sind mit den Hauptventilen  $c^1 c^2$ , jede einzelne Kammer aber ausserdem mit einem Absperrventil  $ee . . .$  ausgerüstet.

Die Betriebsweise des Ofens wickelt sich folgendermaassen ab:

Angenommen es solle Kammer VIII befeuert werden. Der Luftstrom hat die bereits fertig gebrannten, kühlenden Kammern XVII, XVIII, I, II und so fort bis VII, sowie mittels der Schlitze  $ff . . .$  zwischen Kammer XVIII und I den Kanal  $g^1$  passirt und dabei die erforderliche Temperatur zur Entzündung des Gases angenommen. Aus VIII gelangt nun die Flamme durch  $ff$  nach IX, von hier durch den Kanal  $g^2$  nach X der jenseitigen Kammerreihe, und so allmählich bis XVI, welche von Kammer XV durch Schieber getrennt und durch Oeffnen des Rauchventils  $h$  mit dem Kanal  $i$ , also dem Schornstein  $k$  verbunden wird. Ist hierauf der Einsatz in VIII gar gebrannt, so schliesst man deren Gasventil  $e$ , öffnet das zu IX gehörige und das geschilderte Manöver wiederholt sich in gleicher Weise. Man kann also sagen, dass auch hier das Ein- und Auskarren des Einsatzes ebenso wie der Umbrand dem Schema des Ringofenbetriebes nachgebildet ist.

Ausserdem dient Kanal  $l$  Fig 5 Taf. XVI, welcher durch verschliessbare Abzweigungen mit den Kammern communicirt, dazu, die besonders anfangs ausströmenden Wasserdämpfe aufzunehmen. Durch genannte Abzweigungen wird dann heisse Luft aus garen Kammern in frisch besetzte eingeleitet, deren Rauchventil etwas geöffnet ist und ihre Temperatur auf etwa  $100^0$  gebracht, ehe die mit Dämpfen durchzogenen Rauchgase an die kalte Waare treten und dort ihren Wassergehalt in Tropfen niederschlagen können.

Der Mendheimische Ofen existirt für alle keramischen Produkte bis zum Steingut bei einer Anzahl von 14 bis 18 Kammern deren Rauminhalt zwischen 6 und 46,6 cbm variirt. Mehr als



18 Kammern empfehlen sich nur für Fabrikate von aussergewöhnlicher Empfindlichkeit gegen Anwärmung und Kühlung.<sup>1)</sup>

Die Möglichkeit, das Regenerativsystem auch auf die Keramik anzuwenden, bewies Prof. von Ehrenwerth aus Leoben, und ermangle ich nicht, dessen Ofenconstruction nach einem von ihm gehaltenen Vortrage in der 24. Generalversammlung des Deutschen Vereins für Fabrikation von Ziegeln, Thonwaaren etc. im Prinzip hier anzufügen, wenn ich auch angesichts ihrer Complication sie nur in ganz grossen Betrieben für vortheilhaft halten kann.

Gasofen  
für keramische  
Produkte mit  
Regeneratoren.

Figg. 1 bis 4 auf Taf. XV stellen diesen Ofen in verschiedenen Schnitten dar und zwar einen solchen mit aufsteigender Flamme.<sup>2)</sup> Der Treppenrostgenerator, für Braunkohle gedacht, enthält im Fülltrichter einen Schieber, wodurch es möglich wird, sowohl direkt zu feuern als auch Schwelgas zu erzeugen. Die Verbrennungsluft wird in den Regeneratoren *RR* erhitzt und strömt in diesem Falle der Brennkammer an der entgegengesetzten Seite zu. Der aufsteigende Flammenstrom theilt sich nun hier. Der eine passirt, nach unten gehend, das Wechselventil und tritt weiter in den einen Regenerator. während der zweite fortgesetzt der Lufterhitzung dient, wohingegen der andere Flammenstrom nach oben entweder direkt zur Esse entweicht oder nach den Trockenkammern. Der Strom wird wie gewöhnlich periodisch gewechselt. Durch entsprechend angebrachte Schieber in *A*, *B* und *H* kann der Abstrom beliebig in seinen Zweigen regulirt werden. Von Wesenheit ist offenbar, dass man den geringen Flammenstrom des Vorfeuers so lange direkt zur Esse leitet, bis man die Ueberzeugung gewonnen hat, dass er heiss genug ist um den betr. Regenerator für die Verbrennungsluft des Gases auch wirksam zu bedienen.

Nun erst setzt man den Gaserzeuger in Thätigkeit, d. h. man füllt ihn zu, und dirigirt den Abstrom nach den Regeneratoren.

Es ist ohne Weiteres klar, dass Ehrenwerths Ofen, als intermittirendes System, wenn es nutzbar für den Brennstoffverbrauch sein soll, an eine bestimmte Gruppe von Brennkammern — vielleicht an zweimal vier — gebunden ist, welche sämmtlich an die Regeneratoren anschliessen. Die Abstromkanäle aller Oefen muss alsdann ein mit letzteren communicirender Hauptkanal aufnehmen; vielleicht kann solchenfalls der Betrieb sich auch zu einem kontinuierlichen umgestalten lassen. Indessen erscheint mir die Ueberleitung der Abhitze ausserdem nach Trockenkammern, ganz abgesehen von der damit bedingten Complication deshalb gewagt, weil die Gefahr vorliegt, dem Schornstein zu abgekühlte Abgase zu entsenden.

Nach Prof. v. Ehrenwerths Mittheilungen hat sich sein

---

1) Gasfeuerung und Gasöfen von H. Stegmann 2. Aufl. S. 181 fignd.  
2) Thonindustrie-Zeitung 1888 No. 28.

Ofen für die Fabrikation feuerfester Steine zuerst bei Herrn Franz Endres, Leoben praktisch bewährt und zwar in vorliegender Zeichnung mit drei Kammern und einseitigem Flammenstrom. Die Kohlenersparnis gegen früher betrug ca. 40 %, diejenige an Arbeitszeit sogar ca. 50 % trotz „nicht ganz vollkommener“ Betriebsweise.

Interessant zu constatiren ist, dass also schon im Jahre 1888 das Regenerativsystem mit zwei Regeneratoren praktische Verwendung gefunden hat.

Kalköfen mit  
Gasfeuerung.

Kalk ist ein Rohprodukt, dessen Preis je nach Qualität bekanntlich ganz bedeutend — bis zu 35 % differirt, da jedoch die Regiespesen häufig genug dieselben sind, so hat sich neben der Rauchbelästigung gerade bei der Kalkbrennerei das Bedürfniss nach Verbilligung der Spesen am fühlbarsten gemacht. Und das ist durch die Gasfeuerung sehr wesentlich erreicht worden, indem der Brennmaterialverbrauch sich hierbei im allgemeinen um 40 % reducirt, abgesehen von den übrigen bedeutsamen Vortheilen, als da sind: völlige Rauchverzehrung, Reinheit des Produktes an Asche und Schlacken und dessen sofortige Verladungsfähigkeit frisch aus dem Ofen.

Figg. 4 und 5 Taf. XVII zeigen den von mir construirten und am meisten in der Praxis eingeführten Typus; er liefert mit böhmischer Braunkohle oder aber einem Brennmaterial gleicher calorischer Leistung und einem Kalkstein, welcher ca. 1000 ° Hitze beansprucht, binnen 24 Stunden durchschnittlich 200 Ctr. Aetzkalk. Nach vielfach vorgenommenen Messungen beziffert sich der Verbrauch an obiger Kohle auf  $\frac{1}{3}$  Gewichtsprocente. Selbstverständlich mindert sich dieser Verbrauch ab bei weicheren Gesteinsarten, von welchen z. B. das des Teplitzer Beckens nur ca. 600 Hitzgrade erfordert.

Die Construction des Ofens ist, wie sofort ersichtlich, eine sehr einfache. — Er besteht aus drei Hauptconstructionstheilen: dem Brennschachte, den Generatoren oder Gaserzeugern und dem Kanalsystem zur Zuleitung der Schwelgase. Die erzeugten Gase gelangen aus den Generatoren *h* durch den Ringkanal *mm* in den Brennschacht *aa*, der mit dem Windfang *c* gekrönt ist. Mittels der Düsen *ff* theilt sich der Gasstrom in zehn Theile und erreicht als Flamme die Höhe des Schachtes von nahezu zwölf Metern. Im Uebrigen bezeichnen die Buchstaben *b* die Rast, wo der bereits fertig gebrannte Kalk ansteht, *d* den Einwurf für den Kalkstein, *gg* die Schaubüchsen, *nn* die Gasregulirungsklappen, *ii* die Ausschlackbüchsen, *kk* die Kanalverschlüsse zum Reinigen des Ringkanals, *ll* den Communicationskanal für die Brenner und *ee* die Kalkabzüge.

Letztere bestehen in starken, gusseisernen, durch Fallthüren verschliessbaren Kästen, deren Thüren mit je fünf dem Durchgange der atmosphärischen Verbrennungsluft dienenden Löchern versehen sind. Da nun der in der Rast *b* stehende, fertige Kalk noch rothglühend ist, so erhellt, dass die denselben durchstreichende Luft, selbst auf eine hohe Temperatur gebracht, sich mit den den Düsen *ff* entströmenden heissen Gasen energisch zur Flamme vereinigt. Die Verbrennungsluft erfüllt also, indem sie sich an dem fertigen Kalk erhitzt, gleichzeitig den Zweck der raschen Abkühlung des letzteren, sodass die Brenner denselben ohne jede Beschwerneiss sogleich aus dem Ofen zur Verladung bringen können. Dadurch aber, dass Gas und Luft vor ihrer Entweichung eine ungeheure Berührungsfläche an dem in *aa* stehenden Kalk passiren müssen, ist eine innige Vereinigung, daher intensive Flammenbildung und vollkommene Rauchverbrennung gesichert.

Die erste Beschickung des Ofens erfolgt durch Schichtenwechsel, ebenso wie bei den Rumfordöfen; das Gas wird zugelassen, sobald die unteren Schaubüchsen dunkle Rothgluth zeigen. Das Kalkziehen erfolgt, ebenso wie das Laden der Generatoren, bei normalem Betriebe alle drei Stunden. Eine Sistirung des letzteren auf mehrere Tage ist ohne Weiteres statthaft, man füllt alsdann Generatoren und Schacht voll, deckt Windfang nebst Aschefälle, schliesst die Gasklappen und verstopft die 20 Löcher der Abzüge. Bei Wiederaufnahme des Betriebes hat man zunächst die Generatoren zu laden und so lange Kalk zu ziehen, bis derselbe sehr heiss zum Vorschein kommt.

Da die Gasflamme, bei der hier unumgänglich vielfachen Theilung, die Tendenz besitzt, sich in den einzelnen Strähnen mehr nahe dem Schachtfutter hoch zu ziehen, so ist ein kreisrunder Querschnitt über 2 m an den Düsen unzulässig. Es ist demgemäss für Oefen grösserer Gattung, wie einen solchen auch die Zeichnung darstellt, der ovale Querschnitt zu wählen.

Der Kalkofen spielt bekanntlich in der Zuckerfabrikation gegenwärtig eine sehr wichtige Rolle, indem er nicht allein einen ganz reinen Aetzkalk zur Sättigung des rohen Zuckersaftes zu liefern hat, sondern gleichzeitig auch die erforderliche Kohlensäure, die sich mit dem Aetzkalk wieder zu kohlensaurem Kalk verbindet. Letzterer schlägt sich mit den in dem rohen Saft enthaltenen organischen und anorganischen Substanzen als Schlamm zu Boden. Es kann hier nicht Zweck sein, diese sogenannte Sättigung oder Saturation bei der Zuckerfabrikation specieller zu beschreiben. Jeder aber, der mit dieser für die Herstellung eines guten Zuckers so wichtigen Operation zu thun hat, weiss die Schwierigkeiten zu würdigen, welche darin bestanden, einen brauchbaren Aetzkalk und eine reine, concentrirte Kohlensäure zu produciren. Bisher bediente man sich hierzu durchgängig der Koköfen, und zwar konnte fast ausschliesslich nur der beste englische Koke

gefeuert werden. Mit Hilfe der Gasfeuerung ist es nun möglich, jedes andere Brennmaterial zu verwenden, Kalk und Kohlensäure dabei aber in gleicher, beziehungsweise besserer Qualität darzustellen.

Seit dem Jahre 1864—1865, in welchem ich den ersten Ofen für die Duxer Zuckerfabrik-Aktiengesellschaft errichtete, sind auch zu dem Zwecke eine ausserordentlich grosse Anzahl nach meinen Plänen gebaut worden, und zwar theils auf Steinkohlen, theils auf Braunkohlen, Lignit, Torf und Holz.

Je nach der Grösse des Ofens sind zur Ableitung der Kohlensäure eine oder zwei Rohrleitungen von entsprechenden Weiten, und zwar in Entfernungen zwischen  $1\frac{1}{2}$  und 2 m, von der Gichtöffnung gerechnet, anzubringen. Diese Leitungen münden mit dem eingeschalteten Laveur in die Kohlensäurepumpe, welche ihrerseits während der Saturation zugleich auch als Zugmotor des Ofens functionirt.

Dampfkessel mit  
Gasfeuerung.

Wenn ich oben bemerkte, dass es bei der Complicirtheit des Regenerativsystems nicht rathsam sei, dasselbe für Temperaturen unter  $700^{\circ}$  in Anwendung zu bringen, so gilt solches im allgemeinen für die direkte Gasfeuerung da, wo es sich um Temperaturen handelt, welche unter der dunkeln Rothglühhitze liegen, es sei denn, dass man über Generatoralzweigungen verfügt, wie z. B. beim Strecken und Kühlen des Glases. Es sind auch die heissen Bemühungen, besonders bei Kesselanlagen mit unterbrochenem Betrieb, in diesem Sinne wohl zumeist als unrationell wieder aufgegeben worden.

Habe ich trotz alledem die Fichet-Müllersche Construction aus der zweiten Auflage mit herüber genommen, so geschah das deshalb, weil diese Anlage als ein gelungener Typus für die direkte Gasheizung im allgemeinen gelten kann.

Die Figg. 4 und 5 Taf. X zeigen die Einrichtung des Vergasungs-ofens und des Dampfkessels. Ersterer befindet sich vor dem Kessel, und zwar so tief belegen, dass seine Oberkante in der Sohle des Kesselhauses liegt. Die Zuführung des Brennstoffes erfolgt stündlich in Mengen von etwa 100 Kilogr., und die Füllöffnung wird durch einen mit Sand gedichteten Deckel und ausserdem noch durch eine Drosselklappe geschlossen. Der Verschluss ist derartig eingerichtet, dass bei Gasüberdruck im Generator Gase nicht eintreten können und bei Minderdruck atmosphärische Luft nicht angesogen werden kann. Das Brennmaterial fällt beim Heben des Contregewichtes der Drosselklappe in der gewöhnlichen Weise ein und ist, da die Gasflamme unmittelbar nicht zur Wirkung kommt, sondern nur deren Feuerluft, selbst jede Art von Steinkohlen, also auch Backkohle zulässig.

In dem oberen Gewölbe angebrachte Schaulöcher gestatten eine Ueberwachung des Feuers, um dem Nachfallen der Kohlen, wenn nöthig, nachhelfen und die in der brennenden Masse etwa

entstehenden Lücken ausfüllen zu können. Zur möglichsten Verhütung von Wärmeverlusten, die durch Ausstrahlung aus den Rostspalten entstehen könnten, ist vor dem Roste eine doppelwandige und mit versetzten und verschliessbaren Luftpfeinstromöffnungen versehene Fallthür angebracht worden, welche gleichzeitig den Zweck hat, die zur Vergasung erforderliche Luft vorzuwärmen. In Folge der dadurch herbeigeführten fortwährenden Abkühlung der Fallthür kann dieselbe natürlich durch die vom Rost ausgestrahlte Hitze auch nicht leiden.

Dass übrigens auch hier die Schütthöhe des Brennstoffes abhängig zu machen ist von seinem Grössenzustande bedarf kaum der Erinnerung.

Das producirt Gas wird nun durch einen steigenden Kanal in den Zug  $g$  geleitet, dessen Decke aus dünnen, rostartig an einander gelegten Chamottplatten besteht, zwischen denen hindurch aus schmalen Spalten das Gas senkrecht in die darüber liegende Verbrennungskammer  $c$  aufsteigt.

Durch den Schieber  $r$  wird die Gaszuströmung regulirt. Soll die Dampferzeugung auf längere Zeit gänzlich gehemmt werden, so schliesst man die Schieber  $r$  vollständig, und ebenso die Luftzuführungsöffnungen in der den Aschefall verschliessenden, schmiedeisernen, doppelwandigen Fallthür. So kann der Generator selbst mehrere Tage lang ausser Thätigkeit bleiben und kann dann binnen wenig Stunden wieder angeblasen werden, wenn man den Luftzutritt intact stellt.

Die zur Verbrennung der Gase erforderliche Luft tritt von Aussen durch das in dem die Verbrennungsprodukte nach dem Schornstein führenden Fuchs  $F$  liegende Rohr  $a$  ein, erwärmt sich hier, gelangt in die untere dem Gaskanal belegene Luftkammer  $a^1$ , steigt zu beiden Seiten des letzteren Kanals in die Höhe und mündet von  $a^2$  aus in den Seitenwangen der Verbrennungskammer durch eine Anzahl röhren- oder düsenförmiger Ausströmungsöffnungen aus. Die schon in dem Kanal  $F$  erwärmte Luft erhitzt sich bei der Berührung mit den Wandungen des Gaskanals nach und nach so stark, dass sie heiss in den Verbrennungsraum gelangt. Diese allmählich sich steigernde Erhitzung der Luft gewährt aber noch den besonderen Vortheil, dass sie, bei der aufwärts gehenden Richtung, in ihrer Bewegung eine immer grössere Geschwindigkeit annimmt und schliesslich aus den Düsen so kräftig in die Verbrennungskammer tritt, dass sie hier, seitlich ausströmend mit den von unten mit ebenfalls erheblicher Geschwindigkeit austretenden brennbaren Gasen Wirbel bildet und dadurch auf das Innigste mit diesen Gasen gemischt wird.

Fichtel gibt als Kohlenersparniss bei dieser Einrichtung gegenüber gut angelegter direkter Feuerung wohl zu hoch mit 32% an. — Ein von der Construction scheinbar unzertrennlicher

Uebelstand liegt darin, dass der Generator vor jedem einzelnen Kessel eine erhebliche Tieflage erhalten muss, oder aber umgekehrt der Dampfkessel um das entsprechende Maass höher zu legen ist, was die Anwendung des Apparates in der Gestalt wie ihn die beigegebenen Zeichnungen darstellen, hier und da illusorisch machen wird. Indessen ist eine Modification dieser Gliederung sicher eine keineswegs unmögliche, wenngleich der Erfolg hier offenbar strenger noch als bei anderen Gasfeuerungen mit einer stetig steigenden Tendenz der Gase im direkten Verhältniss stehen wird.

Dr. Schillings  
Gasretortenofen  
mit Gasheizung.

Erhebliche Vortheile sind der Leuchtgasbereitung erwachsen durch das Heizen der Retorten mittels Gas, nicht allein wegen der Möglichkeit die Nebenprodukte in eigener Regie zu verwerthen, sondern auch weil ausser einer Ersparniss an Arbeitslohn grössere Schonung der Retorten und grössere Reinlichkeit des Betriebes geboten ist.

Dr. Schilling und Dr. Bunte in München haben durch eigne Constructionen an der dortigen Gasfabrik, sowie der sorgfältigen Registrirung zweijähriger Betriebsresultate obige Vortheile ziffermässig dargethan, und bringe ich diesen Ofen in den Figg. 1 bis 4 Taf. XVI zur Anschauung<sup>1)</sup>. 1 bis 6 bezeichnen die Luftkanäle,  $\alpha$  bis  $\zeta$  die Rauchgaskanäle. Die kalte Luft tritt bei 1 in den Kanal 1' an der Vorderwand ein, geht nach rückwärts, tritt in den Kanal 2 über, kommt in diesem wieder nach vorne, tritt nach 3 über, geht hier zum zweiten Male nach rückwärts, tritt nach 4 über und geht zum zweiten Male wieder nach vorwärts, hierauf vertical aufwärts in den Ofen nach 5, in diesem Kanal rückwärts und tritt dann über nach 6, wo sie die Schlitze findet, die sie mit den Generatorgasen zusammen führt. Die Rauchgase dagegen, welche unter der untersten Flügelretorte nach rückwärts ziehen, gelangen bei  $\alpha$  abwärts nach  $\beta$ , ziehen hier der Luft entgegen nach vorwärts, in  $\gamma$  nach rückwärts, in  $\delta$  nach vorwärts (von hieraus nehmen sie einen Umweg durch die Kanäle  $\delta_1$  und  $\epsilon$ , welche unter dem Dampferzeuger liegen) und in  $\zeta$  nach rückwärts zum Rauchkanal hinaus. Die Heizgasbildung wird unterstützt durch Wasserkästen unter den Generatorrosten, deren Fläche 2,80 qm beträgt, und um die Luft möglichst in der Mitte des Generators eintreten zu lassen und nicht an den Wänden desselben, ist über dem Wasserkasten ein Blech eingeschoben, das an den Auflageschienen des Mundstücks abschliesst und die Luft zwingt, über der Wasserfläche hinweg nach dem Rostraume zu ziehen. Eine Regulirung des Luftzutritts wird

1) Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung von Dr. N. H. Schilling und Dr. Bunte. Separatabdruck 1880.

ferner dadurch erreicht, dass vor das schräge Blech noch ein zweites vorgelegt ist, in welchem sich ein Schieber von ca. 120 mm Breite befindet, der auf ein bestimmtes Maass, in der Regel zwischen 20 und 30 mm eingestellt wird, sodass also die Luft (abgesehen von den constant bleibenden Undichtheiten der Abschlüsse) durch eine Oeffnung von 120 mm Länge und 25 bis 30 mm Breite in den Rostraum zieht. Figg. 2, 4, Taf. XVI.

Es waren s. Z. sieben derartige Oefen in Betrieb, und da neben den Generatoröfen immer noch eine Anzahl alter Rostöfen im Betriebe war, so ist die Leistung der ersteren durch besondere Wägungen und Messungen ermittelt worden. Folgende Zahlen sind die Mittelwerthe, die sich aus fortgesetzten Erhebungen ergeben haben, wobei jedoch zu bemerken ist, dass während dieser Zeit in den Generatoröfen ausschliesslich Saarbrücker (Heinitz-Dechen-) Kohlen (ohne Zusatz von Platten-Kohlen) vergast wurden. Die Gasausbeute pro Retorte in 24 Stunden betrug 258 cbm Die Gasausbeute pro Ofen in 24 Stunden betrug . 2066 „ Das Gewicht der vergasten Kohlen pro Retorte in

|                                                    |        |
|----------------------------------------------------|--------|
| 24 Stunden betrug . . . . .                        | 861 kg |
| Dasselbe pro Ofen in 24 Stunden betrug . . . . .   | 6887 „ |
| Die Gasausbeute pro 100 kg Kohlen betrug . . . . . | 30 cbm |
| Der Heizmaterialverbrauch betrug an Koke pro       |        |
| Ofen in 24 Stunden . . . . .                       | 953 kg |
| oder pro 100 kg vergaster Kohle . . . . .          | 14 „   |

Der Verbrauch an Heizmaterial gegen früher war um 20 bis 26 % geringer, das im Ofen produzierte Gasquantum gleichfalls geringer um 5,5 %, was jedoch absichtlich herbeigeführt wurde zur Vermeidung von Betriebsstörungen durch Herabminderung der Ofentemperatur. Auch das Arbeitslohn stellte sich erheblich günstiger gegen früher, und zwar für einen Ofen in 24 Stunden auf Mk. 11,83, d. i. für 100 cbm Leuchtgas auf nur 57,26 Pfg.

Im Interesse grösserer Reinlichkeit trennt man vielfach die Oefen von den Generatoren durch eine Wand, auch beschickt man letztere bekanntlich auch mit Gaskok unter Zulauf von Theer.

Die Hygiene im Verein mit der bessern Einsicht aller vorurtheilsfrei Gesinnten hat sich in den letzten Jahren dergestalt Bahn gebrochen, dass man behaupten darf: die Feuerbestattung ist die fakultative Bestattung allerwärts in absehbarer Zeit, und ist Deutschland hierin bisher auch hinter Italien, Frankreich und England zurückgeblieben, so dokumentiren doch die erfolgreichen Bestrebungen in Hamburg, Baden und Hessen nach dem Beispiele Gotha's einige Fortschritte. Existiren nun auch verschiedene Systeme der Leichenverbrennung, von denen ich nur jenes auf Leuchtgas (Italien) basirte hervorheben will, so hat sich doch bisher der Siemens-Ofen als der vollkommenste und billigste behauptet.

Siemens'  
Leichenver-  
brennungsofen.

Der erste Ofen dieser Art functionirt ununterbrochen seit November 1878 bekanntlich in Gotha und sind nach dortigen Mittheilungen bis 1899 gegen 2500 menschliche Leichen damit verbrannt worden. Er ist in den Figg. 1 bis 3 Taf. XVII. dargestellt<sup>1)</sup> und besteht ausser dem Gaserzeuger, welcher entfernter gelegen, in der Vorwärmkammer *b*, der Verbrennungskammer *c* mit dem Thonrost *r*, dem Aschenraume *d* mit dem zum Schornstein führenden Kanale *K* und dem Schornsteine.

Der Vorwärmer *b* besteht aus einer, mit entsprechenden Ein- und Austrittsöffnungen versehenen, aus feuerfesten Ziegeln gemauerten Kammer, welche derartig mit ebensolchen Ziegeln ausgesetzt ist, dass neben einer grossen freien Ziegeloberfläche zahlreiche Passagen für die hindurchstreichende Flamme, Gase oder Luft gebildet werden. Diese Ziegelmassen nehmen die Hitze der durchstreichenden Flammen, resp. Verbrennungsgase auf, um sie dann wieder an die durchstreichende Luft, je nach den verschiedenen Stadien des Verbrennungsprozesses, abzugeben.

Die Verbrennungskammer *c* besteht aus einem durch feuerfeste Wände gebildeten Raume mit dem horizontalen Thonroste *r*. Durch die an der Stirnseite befindliche Thür *t* wird die zu verbrennende Leiche eingebracht.

Der unter *c* befindliche Aschenraum *d* zieht sich von allen Seiten trichterförmig zusammen, sodass die Asche in das Gefäss *e* fallen muss und mit diesem herausgenommen werden kann. Der Aschenraum steht durch den Kanal *K* mit dem Schornstein in Verbindung.

Der Verbrennungsprozess geht nun folgendermaassen vor sich:

Nachdem der Gaserzeuger mit Brennmaterial gefüllt und die Gasentwicklung eingeleitet worden ist, strömt das Gas durch den mittels Ventil *v*<sub>1</sub> regulirbaren Gaskanal *g* in den unteren Theil des Vorwärmers *b*, wo dasselbe mit der, durch Ventil *v*<sub>2</sub> und regulirbaren Einlass *l*, einströmenden Luft verbrennt. Das so gebildete Feuer durchstreicht von unten nach oben den Vorwärmer und giebt die gesammte Hitze an jene die Kammer füllenden Ziegelmassen ab.

Die abziehenden Verbrennungsprodukte entweichen durch die Oeffnungen *f*, durchstreichen in fast abgekühltem Zustande die Verbrennungskammer *c*, den darunter liegenden Thonrost *r*, den Aschenfall *d* und gelangen durch den von letzterem abzweigenden Kanal *K* in den Schornstein.

Nach einigen Stunden, je nach Stärke des Feuers, ist die Vorwärmkammer *b* genügend erhitzt und kann, wenn dieselbe der ganzen Länge nach hellroth und die Verbrennungskammer *c*

---

1) Die Feuerbestattung. System Friedrich Siemens-Dresden bei B. G. Teubner 1878.



schwach rothwarm geworden ist, die Verbrennung des Körpers beginnen.

Nachdem der Körper mittels der Versenkung *h* aus der Halle herabgelassen, wird die Thüre *t* geöffnet. Der Körper wird hierauf mit oder ohne Sarg mit Hilfe eines einfachen Mechanismus in die Verbrennungskammer *c* gebracht und diese wieder geschlossen. Je nach Grösse und Beschaffenheit des Leichnams regulirt man nun durch  $v_1$  den Gaszutritt, während das Luftventil  $v_2$  ganz zu öffnen ist, so dass atmosphärische Luft in reichlicher Menge Zutritt zum Vorwärmer *b* gewinnt.

Diese Luft erwärmt sich bis zur Temperatur der den Vorwärmer füllenden Ziegelmasse, also unter Umständen bis zur Weissgluth, und trifft so den an der Oberfläche bereits ausgetrockneten Leichnam, wodurch alsdann eine rasche und vollständige Verbrennung desselben sich vollzieht. Da der Körper auf dem Roste *r* liegt, und die erhitzte Luft von oben nach unten denselben durchstreichen muss, so kommt jeder Theil des Körpers mit der heissen Luft in gehörige Berührung, und da ferner stets Luft im Ueberschuss vorhanden ist, so können bei richtiger Regulirung auch keine übelriechenden Gase sich entwickeln. Diese Regulirung ist überhaupt so zu treffen, dass der ganze Apparat nur aufsaugend wirkt dergestalt, dass sämtliche Verbrennungsprodukte und der Ueberschuss an Luft durch den Aschenraum in den Schornstein entweicht.

Die mittlere Zeit zur Verbrennung einer menschlichen Leiche beträgt bei normaler Beschaffenheit des Apparates erfahrungsgemäss  $1\frac{1}{4}$  Stunde.

Durch eine in der Thür *t* befindliche kleine Oeffnung *o* beobachtet der betr. Beamte den ganzen Prozess und regulirt denselben nach diesen Beobachtungen. Ist die Verbrennung beendet, so werden Gas-, Luft- und Schornsteinventile wieder in die frühere Stellung gebracht, das Gefäss *e* mit der Asche herausgenommen und diese dann in einer Urne beigesetzt.

Da die Knochen in kleine Stückchen zerfallen und die Roste *r* nach oben scharf zulaufen, so können auf demselben keine Ueberreste liegen bleiben, und wird während des Entfernens der Asche (ca.  $\frac{1}{2}$  Stunde) der Vorwärmer zu einer neuen Verbrennung wieder in Thätigkeit gesetzt.

Vom ersten europäischen Congress der Freunde der Feuerbestattung wurden an einen vollkommenen Leichenverbrennungs-Apparat folgende Anforderungen gestellt:

1. Die Verbrennung soll rasch vor sich gehen.
2. Dieselbe soll sicher und vollständig geschehen, es soll nicht etwa nur ein Halbverbrennen oder Verkohlen stattfinden.
3. Der Prozess soll in decenter Weise stattfinden können.

4. Die Nachbarschaft soll durch Verbrennungsprodukte oder übelriechende Dämpfe nicht belästigt werden.
  5. Die Asche soll unvermischt, rein und weisslich aussehen und leicht und rasch zu sammeln sein.
  6. Der ganze Apparat ebenso wie die Verbrennung soll möglichst billig auszuführen sein.
  7. Es sollen ohne wesentliche Unterbrechungen und Kosten mehrere Verbrennungen hintereinander stattfinden können.
- Alle diese Bedingnisse hat aber der Siemens'sche Ofen in wünschenswerthester Weise erfüllt.
-

## Anhang.

---

Friedrich Siemens, bekanntlich ein Bruder jener berühmten Gelehrten und Erfinder: Dr. Werner von Siemens und Sir William Siemens, ist der noch Ueberlebende eines Trias von Männern, welchem Industrie und Wissenschaft in gleicher Weise unendlich viel zu danken haben.

Ist nun von der Verstorbenen Lebensgang viel an die Oeffentlichkeit gedrungen, so ist von dem nun noch Gebliebenen, dem eigentlichen Schöpfer und Verbreiter der neuen Feuerung und Beleuchtung, bisher in diesem Sinne fast nichts bekannt geworden. Wenn ich daher ein kurzes Lebensbild dieses Mannes anfüge, so gehe ich wohl nicht fehl, wenn ich damit eine Lücke in der biographischen Litteratur auszufüllen glaube.

Friedrich Siemens wurde 1826 zu Menzendorf auf einem grossen, von seinem Vater in der Nähe Lübecks gepachteten Besitztum geboren und auf dem Gymnasium zu Lübeck bis zu seinem 16. Jahre erzogen, zu welcher Zeit ihn die Freude am Seeleben bewog, Dienste als Matrose zu nehmen. Nach einigen Jahren gab er aber diesen Beruf auf und ging 1848 nach England um seines Bruders (Dr. Werner Siemens) telegraphische Apparate einzuführen. Wegen des Monopols der elektrischen Telegraphie, welches die Herren Wheatstone & Cooke damals besaßen, war der Erfolg indessen ein sehr geringer, und er beschäftigte sich zusammen mit seinem andern Bruder William Siemens, welcher das Regenerativprinzip für Dampfmaschinen gewandt hatte, mit praktischem Maschinenbau. Er reüssirte in der Anwendung desselben bei Apparaten zur Verbindung mit Gasfeuerung, wobei neben einer grossen Ersparnis an Brennstoff auch eine sehr hohe Temperatur erzielt werden war. Sein Regenerativgasofen hatte die Eigenschaft, aus dem Herdfeuerstahl und von Schmelzglas durch die Anwendung in Behältern möglich gemacht.

In späteren Jahren erfand ferner F. Siemens ein neues Regenerativsystem, welches er „chemische Regeneration“ nannte. Dasselbe ist fast in allen Industrieländern verbreitet, und unterscheidet sich diese neue Form des Apparates von der ursprünglichen darin, dass nur Luftgeneratoren in Anwendung kommen, und die Gasregeneratoren durch eine eigenthümliche Anordnung derart ersetzt sind, dass ein Theil der heissen Verbrennungsgase in brennbares Gas durch direktes Eintreten in den Erzeuger an Stelle von kalter Luft verwandelt wird. Die neue Anordnung, welche — wie in dem Theile über Eisen- und Stahlfabrikation entwickelt — viele wichtige Vortheile besitzt, ist vielleicht sogar bestimmt, den ursprünglichen Siemens-Apparat zu verdrängen, eventuell doch noch eine weit ausgedehntere Anwendung zu finden.

F. Siemens ist ferner der Erfinder des Regenerativgasbrenners und -Heizofens, von welchem der erstere bekanntlich ein brillantes Licht giebt, während der letztere ein sehr beliebtes Heizungsobjekt für den Privatgebrauch geworden ist. Beide erzielen eine Ersparniss von  $\frac{2}{3}$  des früheren Gasverbrauches.

Von seinen sonstigen Erfindungen in der Glasindustrie spricht vorliegendes Werk eine beredete Sprache. Als Grossindustrieller ebenso weithin bekannt, wird solches durch die Thatsache bekräftigt, dass F. Siemens in Sachsen und Böhmen fünf Fabriken besass, in welchen er über 4000 Arbeiter beschäftigte, von denen nunmehr seit Jahren die Glasfabriken in eine grosse Aktiengesellschaft umgewandelt worden sind, welcher er noch als Aufsichtsrathsvorsitzender angehört.

Während seine hauptsächliche Thätigkeit auf dem Gebiete der Erfindung und Industrie zu suchen ist, hat er sich andererseits in gleicher Weise in wissenschaftlicher Forschung ausgezeichnet und Schriften und Werke wissenschaftlichen Inhaltes herausgegeben. Unter diesen seien erwähnt: „Heizung durch strahlende Wärme“, „Licht- und Hitzezerstörung“, „Mischgas“, „Trennung und Verbrennung“ etc.

Es ist nach alledem begreiflich, dass es ihm an äusseren Auszeichnungen durch Monarchen und Regierungen auch keineswegs gefehlt hat, ebenso wie seinen verstorbenen Brüdern Werner und William.

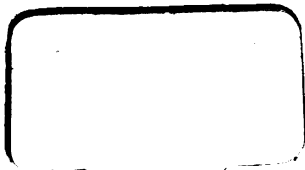


89074779687



b89074779687a

**ENGINEERING  
LIBRARY**



89074779687



B89074779687A