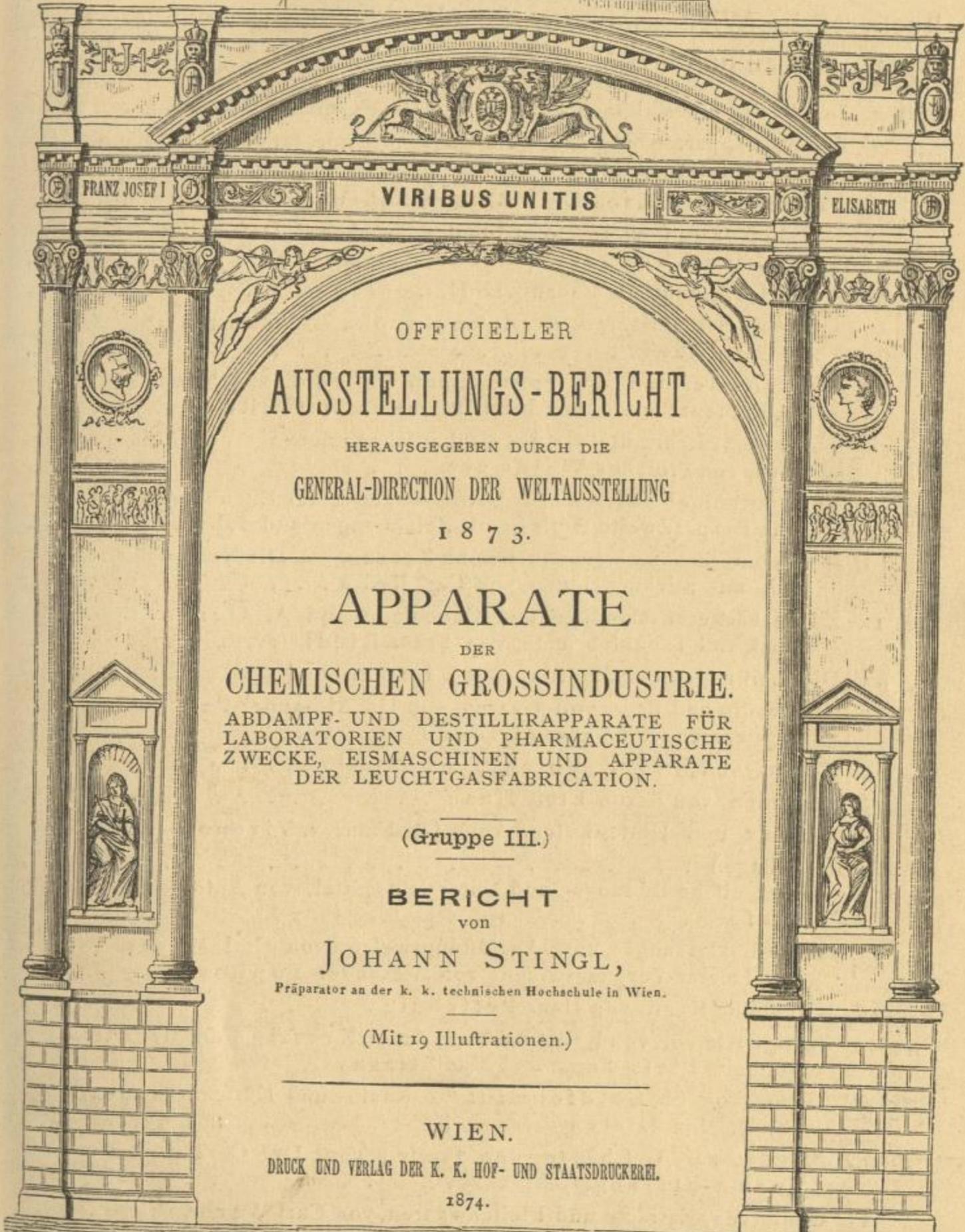




10686.



FRANZ JOSEF I VIRIBUS UNITIS ELISABETH

OFFICIELLER
AUSSTELLUNGS-BERICHT
 HERAUSGEGEBEN DURCH DIE
 GENERAL-DIRECTION DER Weltausstellung
 1873.

APPARATE
 DER
CHEMISCHEN GROSSINDUSTRIE.
 ABDAMPF- UND DESTILLIRAPPARATE FÜR
 LABORATORIEN UND PHARMACEUTISCHE
 ZWECKE, EISMASCHINEN UND APPARATE
 DER LEUCHTGASFABRICATION.

(Gruppe III.)

BERICHT
 von
JOHANN STINGL,
 Präparator an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

(Mit 19 Illustrationen.)

WIEN.
 DRUCK UND VERLAG DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.
 1874.

F. W. BADER WIEN

Preis: 80 kr. = 16 +

LXXXI



Handwritten notes at the bottom of the page.

Von dem

„OFFICIELLEN AUSSTELLUNGS-BERICHT“

sind bereits erschienen und im Verlage der k. k. Hof- und Staatsdruckerei in Wien (Singerstrasse Nr. 26), sowie in allen Buchhandlungen zu haben:

- Heft 1. Der Pavillon des kleinen Kindes, von Dr. Ferdinand Stamm . . . 30 kr.
" 2. Zucker, Apparate und Einrichtungsgegenstände für Zuckerfabriken,
von Dr. Josef Hanamann . . . 40 "
" 3. Die Arzneiwaaren, von K. D. Ritter v. Schroff . . . 50 "
" 4. Die Fettwaaren und Producte der trockenen Destillation, von
Dr. Heinrich Schwarz. (Mit 1 lithographirten Tafel.) . . . 35 "
" 5. Wein-, Obst- und Gemüsebau, von H. Goethe . . . 20 "
" 6. Seide und Seidenwaaren, von Anton Harpke. — Pofamentirarbeiten,
von Carl Giani . . . 20 "
" 7. Die Stickerei und die Spitzen, von Dr. Ferdinand Stamm. —
Die Frauenarbeiten, von Frau Helene Freiin von Roditzky . . 30 "
" 8. Musikalische Lehrmittel und das musikalische Erziehungs- und Bildungs-
wesen, von Professor Weinwurm . . . 40 "
" 9. Transportmittel und anderes Betriebsmaterial für Eisenbahnen, von
Emil Tilp. (Zweite Auflage mit Zeichnungen und Tabellen.) . I. 20 "
" 10. Die Spinnereimaschinen, von Johann Zeman. — Die Nähmaschinen,
Strick- und Stickmaschinen, von Carl Kohn . . . 40 "
" 11. Zuckerbäckerei, Canditen und Chocolate, von A. Gerstner. —
Tabak und Tabakfabricate, von Franz Riedl . . . 20 "
" 12. Die Leistungen der Statistik, von J. Löwenthal . . . 60 "
" 13. Baumwolle und Baumwoll-Waaren, von Dr. Alexander Peez. — Die
Wirkwaaren, von Ludwig Glogau . . . 40 "
" 14. Persien, von Dr. J. E. Polak . . . 60 "
" 15. Rumänien, von Baron Ernst Haan . . . 20 "
" 16. Bergbau und Hüttenwesen, von Dr. Franz v. Vivenot. (Zweite
Auflage.) . . . 30 "
" 17. Geographische Bildungs- und Unterrichtsmittel, von Anton Stein-
hauser . . . 36 "
" 18. Heeresbekleidungs- und Ausrüstungswesen, von Carl Mayer. —
Das Heeres-Verpflegungswesen, von Alexander Poppović . . 30 "
" 19. Kirchliche Kunst, von Hans Petschnig . . . 30 "
" 20. Fertige Kleider, von Ign. Ortmann, Anton Kreuzig, Josef Migotti,
Wilhelm Plets, Franz und Max Stiasny . . . 36 "
" 21. Leder, von S. Goldschmidt. — Rauh- und Kürschnerwaaren,
von J. Max Hirsch . . . 50 "
" 22. Beiträge zur Geschichte der Preise, von Dr. C. Theodor v.
Inama-Sternegg . . . 60 "
" 23. Conserven, Extracte und Fleischwaaren, von Carl Warhanek . . 20 "
" 24. Die Thonwaaren-Industrie, von Dr. Emil Teirich . . . I. — "
" 25. Der Unterricht in der Geschichte, von Dr. Emanuel Hannak . . 40 "
" 26. Der Blinden- und Taubstummen-Unterricht, von Eduard Kaltner 30 "
" 27. Der Schreibunterricht, von J. Hüpfcher . . . 30 "
" 28. Der Welthandel, von Dr. C. Th. Richter . . . I. — "

OFFICIELLER
AUSSTELLUNGS-BERICHT

HERAUSGEGEBEN DURCH DIE

GENERAL-DIRECTION DER WELTAUSSTELLUNG

1 8 7 3.

APPARATE
DER
CHEMISCHEN GROSSINDUSTRIE.

ABDAMPF- UND DESTILLIR-APPARATE FÜR LABORATORIEN UND
PHARMACEUTISCHE ZWECKE, EISMASCHINEN UND APPARATE DER
LEUCHTGASFABRICATION.

(Gruppe III.)

B E R I C H T

VON

JOHANN STINGL,

Präparator an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

W I E N.

DRUCK UND VFRLAG DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

1874.

VERZEICHNIS DER VERFAHREN

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON ...

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON ...

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON ...

Gruppe III

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON ...

A P P A R A T E
DER
CHEMISCHEN GROSSINDUSTRIE.

ABDAMPF- UND DESTILLIR-APPARATE FÜR LABORATORIEN UND
PHARMACEUTISCHE ZWECKE, EISMASCHINEN UND APPARATE DER
LEUCHTGAS-FABRICATION.

(Gruppe III.)

Bericht von

JOHANN STINGL,

Präparator an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

Die Maschinen und Apparate, welche auf dem Gebiete der chemischen Industrie verwendet werden, waren auf der Ausstellung nicht in jenem Umfange vertreten, als es dem neuesten Stande der Wissenschaft und dem wirklichen Zustande der Industrie entsprach.

Es mag dieß zum Theile damit begründet sein, daß in vielen Fällen in der Anordnung und Construction der Apparate ein Fabriksgeheimniß liegt; zum Theile aber auch darin seinen Grund haben, daß viele derselben ihrem Aeußeren nach sich nicht zu Schau-Objecten eignen. Dazu kommt noch, daß mit wenigen Ausnahmen die betreffenden Fabriken nur die fertigen Endproducte zur Anschauung brachten, ohne durch Modelle oder Zeichnungen die Methoden ihrer Fabrication zu veranschaulichen — und doch ist nur diese Art von Exposition entscheidend über den Fortschritt oder Stillstand eines Fabricationszweiges und bietet der Belehrung das weiteste Feld.

Die Maschinen, deren Fabrication an sich einen eigenen selbstständigen Fabrikszweig bilden, z. B. die Eismaschinen, Destillirapparate, Gaserzeugungs-Maschinen u. s. w., waren häufiger ausgestellt.

Es soll nun in diesen Blättern der Reihe nach über folgende Maschinen und Apparate berichtet werden:

- 1) Ueber Apparate der chemischen Grossindustrie.
- 2) Ueber Abdampf- und Destillirapparate für Laboratorien und pharmaceutische Zwecke.
- 3) Ueber Eismaschinen und endlich
- 4) über Apparate der Leuchtgas-Fabrication.

I. Apparate der chemischen Großindustrie.

Unter den Erzeugnissen der chemischen Großindustrie steht die Schwefelsäure-Fabrication — sowohl ihrer Quantität als auch ihrer vielseitigen Verwendung wegen — zur Sulfat-, Soda-, Superphosphat-Fabrication u. f. w. an der Spitze.

Im Jahre 1867 wurden laut des Pariser Ausstellungsberichtes in England, Frankreich, Belgien, Oesterreich und Preussen zusammen 6,300.000 Centner englische Schwefelsäure erzeugt.

Diese Menge ist im Verlaufe der letzten fünf Jahre riesig gestiegen.

Man kann nun annehmen, daß beiläufig 10 Percent der Gesamt-Schwefelsäure direct aus natürlichem Schwefel erzeugt werden. Der bei Weitem größte Theil derselben wird durch Röftung von Schwefelmetallen — Eisenkies, Kupferkies, Zinkblende, Lechen und Rohsteinen (Mansfeld) erzeugt, trotzdem im Jahre 1870, laut Wagner's Jahresbericht, 7,120.000 Centner Schwefel gewonnen wurden, der aber zum größten Theile anderen Zwecken zugeführt wurde, als: zum Bestauben der Weinstöcke gegen die Traubenkrankheit (an 25 Percent der Gesamtterzeugung) zum Schwefeln des Hopfens, zur Schießpulver-Fabrication, zur Zündhölzchen-Fabrication, zur Erzeugung von Schwefelkohlenstoff, von Muffivgold, Ultramarin, Zinnober, zum Vulkanisiren von Kautschuk u. f. w.

Die Apparate, welche zum Aufschmelzen und zur Raffination des natürlichen Schwefels verwendet werden, waren in der Ausstellung gar nicht vertreten. Die Firma Reis & Koch, welche jährlich 100.000 bis 120.000 Centner Schwefel in 16 Oefen nach Dujardin's Construction raffinirt, brachte große Stangen Schwefel konischer Form zur Ausstellung, die mittelst eines sinnreichen Apparates geformt werden.*

Nach dieser kurzen Abschweifung kehren wir zur Schwefelsäure-Fabrication zurück.

Der folgenreichste Fortschritt in der Schwefelsäure-Fabrication war die gelungene Einführung eines rationell arbeitenden Kiesröstofens von Claude Marius Perret im Jahre 1833, mittelst dessen die eigene Verbrennungswärme der Kiese, das sind für Eisenkies nach Bode 1563 Grad Celsius, angenommen, daß die aus den Bleikammern austretenden Gase noch 6 Volumpercente Sauerstoff enthalten, benützt wird, um die weitere continuirliche Oxydation derselben zu unterhalten, und der die Möglichkeit bot, die hiebei entstehende schwefelige Säure in der richtigen Menge (für den Betrieb) von sechs bis acht Volumpercenten und in continuirlichem Strome den Bleikammern zuzuführen.

Einmal dieser Schritt glücklich gethan, wurden in kurzen Zeiträumen neue Rohmaterialien (Schwefelmetalle) für die Schwefelsäure-Fabrication nutzbar gemacht und folgten Verbesserungen des Röstofens, ja wurden solche, auf neuen Principien beruhend, gebaut.

In folgender Tabelle sollen die Verbrennungstemperaturen der für die Schwefelsäure-Fabrication wichtigen Schwefelmetalle und deren Zusammensetzung angeführt werden, wie selbe aus einer größeren Zusammenstellung von Bode** entnommen sind:

* Siehe Ausstellungsbericht von Dr. A. Bauer.

** Bode: Beiträge zur Theorie und Praxis der Schwefelsäure-Fabrication.

	Verbrennungstemperatur : Grad Celsius	Formel	Schwefelgehalt in Procenten
Schwefelkies rein	2588	Fe S_2	53.33
Schwefelkies mit $\frac{1}{3}$ Gangart	2322	—	—
Magnetkies	2698	$\text{Fe}_7 \text{S}_8$	39.5
Einfach-Schwefeleisen	2725	Fe S	36.36
Rohstein	2810	$\text{Fe}_2 \text{S, Fe S}$	27.59
Kupferkies	2425	$\text{Cu}_2 \text{S, Fe}_2 \text{S}_3$	34.89
Kupferglanz	1976	$\text{Cu}_2 \text{S}$	20.15
Kupferrohstein (Mansfeld)	2391	$\text{Cu}_2 \text{S, 2 Fe S}$	28.67
Spurstein (Mansfeld)	2161	$5 \text{Cu}_2 \text{S, 2 Fe S}$	11.55
Zinkblende, reine	2850	Zn S	32.99
„ schwarze	2815	3Zn S Fe S	33.77
Nickelkies	2551	Ni S	35.66
Kobaltkies	2572	$\text{Co}_2 \text{S}_3$	44.44
Antimonglanz	2517	Sb S_3	28.52
Zinnkies	2456	$2(\text{Cu}_2 \text{S Fe S}) \text{Sn S}_2$	28.44

Einen wesentlichen Einfluss auf die Ausdehnung der Anwendung von Kiesen zur Schwefelsäure-Fabrication hatte die enorme Preiserhöhung des Schwefels seitens Siciliens im Jahre 1838; und obschon bald das Schwefelmonopol aufgehoben wurde, hatte sich doch die Kiesverwendung schon Bahn gebrochen und war aus den Versuchsstadien herausgetreten in die praktische nationale Anwendung. Dazu kam noch, bedingt durch den Fortschritt der metallurgischen Prozesse, dass man anfang, kleine Mengen kostbarer Metalle aus bedeutenden Quantitäten von Schwefelverbindungen, z. B. aus gold- und silberhaltigen Kupferkiesen, aus silberhaltigen Kupferkiesen und Bleiglanzen etc., die hiebei einen Röstprozess durchzumachen hatten, zum Theile mit Hilfe von Schwefelsäure, auf nassem Wege abzuscheiden, sowie dass die Schadenersatz-Kosten wegen Vernichtung der Vegetation durch die in die Luft gehenden Röstgase immer bedeutender wurden. Aus diesen Gründen bemächtigte sich die Metallurgie der Idee der Kiesröstöfen und verband mit ihren althergebrachten metallurgischen Prozessen die Industrie der Schwefelsäurefabrication, wodurch in vielen Fällen ein grösserer Reingewinn resultirte (in Freiberg im Jahre 1870 gegen 60.000 Thaler) und die Umgebung der Hütten von den schädlichen Gasen befreit wurden. Welchen Einfluss auf die Landschaft die Verwendung der Kiesröstöfen gegenüber der früher üblichen Haufenröstung im Freien hat, das kann man am lehrreichsten beobachten, wenn man die Umgebung der Okerhütte im Harz vergleicht mit der der Hütten bei Klauenthal. Während hier auf einem grossen Umkreise kein Baum und kein Gras gedeiht, trifft man dort Felder und Wiesen in nächster Umgebung. Diese Verbindung der Schwefelsäure-Fabrication mit metallurgischen Prozessen machte den Schwefelkies zu einem gesuchten Mineral wegen seiner leichten Abröstbarkeit gegenüber von Kupferkies, Zinkblende und besonders Bleiglanz, dessen — für die Schwefelsäure-Fabrication nutzbare — alleinige Abröstung nicht lohnend und mit vielen Hindernissen verbunden ist. Aus diesem Grunde werden die erwähnten schwierig zur Fabrication anzuwendenden Schwefelmetalle mit Eisenkies im richtigen Verhältnisse gattirt und so für

die Schwefelsäure-Fabrication zugänglich gemacht. So erzeugten die Muldener und Halsbrückner Hütte bei Freiberg im Jahre 1870 162.478 Centner Schwefelsäure aus kiesigen Erzen mit Bleiglanz und Blende vermischt, die Arsen und Silber enthielten; die Altenauer und Saiger Hütte in Preussen im Jahre 1871 261.780 Centner Schwefelsäure aus Schwefelmetall; die Mansfelder Kupferhütte durch Rösten des Rohsteines (23 Percent Schwefel) 10.000 Centner Schwefelsäure; die Okerhütte 487.500 Centner Schwefelsäure u. f. w.

Preussen allein fördert jährlich 1,500.000 Centner Schwefelkies. Noch bedeutendere Quantitäten von Schwefelsäure werden von den Sodafabriken aus Kiesen erzeugt. Fünfzehn Sodafabriken Deutschlands erzeugen nach einer beiläufigen Rechnung jährlich 1,500.000 Centner Schwefelsäure und zwar beinahe ausschließlich aus Kies. In Oesterreich werden beiläufig 500.000 Centner Schwefelsäure zum größten Theile aus Kies erzeugt.

Die französischen Fabriken zu Cheffy, Lyon, Saint-Fons, L'Océran und Marnes consumirten im Jahre 1867 nach Schrötter's Angabe zwei Millionen Centner Kiese für Schwefelsäure.

Die Newcastle chemical works company, früher Alhufen & Comp., verröstet allein jährlich 460.000 Centner Schwefelkiese.

Aus diesen wenigen Daten erhellt die Wichtigkeit der Schwefelmetalle für die Industrie. Es trat daher schon bald nach der Einführung der Kiese in die Industrie an die Fabrikanten das Bedürfnis heran, neben den Stückerzen auch das Kiesklein und verwaschene Kieschliche zu verrösten. Während man früher, als nur Stückerze verarbeitet wurden, mit einfachen Schachtöfen, den sogenannten Kilns, fein Auskommen fand, mußte man nun, der Kostbarkeit des Rohmaterials wegen, darauf bedacht sein, auch die Abfälle und Schliche des Kiefes aufzuarbeiten.

Man half sich anfangs damit, daß man aus dem Kiesklein mit Hilfe von Thon Batzen formte, diese auch wohl mit Vitriollauge tränkte, mit abgehender Wärme trocknete und dann mit den Stückerzen in Kilns niederröstete. Solcher Vorgang ging an, wo Stückerze die Hauptmasse und Kiesklein nur Abfall war. Häufig aber ist der umgekehrte Fall eintreffend, daß Kiesklein und Schliche in überwiegender Masse zur Verröstung gelangen; dann lohnte sich ein Batzenformen nicht. Aus diesem Grunde construirten Perret & Ollivier einen Ofen, der sowohl Stückerze als auch Kieschliche zu verrösten erlaubte. Die Lyoner Kiese zerfallen sehr schnell und leicht zu ganz feinem Gries und geben daher viel Kiesklein. Dieser Perret-Ollivier'sche Ofen war bei der letzten Pariser Ausstellung im Modelle vertreten und wurde seit dieser Zeit wieder verbessert. Er besteht der Hauptsache nach aus einem niedern Kilnsöfen mit beweglichen Roststäben. Die heiße schweflige Säure strömt nun in eine zweite Abtheilung, die höher liegt und aus einem viereckigen gemauerten Raume besteht, in welchem sieben horizontale Thonplatten in Abständen von 20 Centimeter sich befinden, auf denen das Kiesklein in dünnen Schichten von 0,3 bis 0,5 Meter Höhe ausgebreitet wird. Die heißen Gase aus den Kilns streichen in schlangenförmiger Windung über die Thonplatten und erhitzen dieselben von unten nach oben, und mit ihnen das Kiesklein, welches durch den mitgeführten Sauerstoff der Luft oxydirt wird, und so lange dieser Einwirkung ausgesetzt bleiben kann, als es die Abröstbarkeit des Materials erfordert. Die abgerösteten Kiese werden durch die seitlich angebrachte gut verschließbare Oeffnung in einen durch die ganze Höhe des Ofens neben den Thonplatten gehenden Canal gezogen, der an der tiefsten Stelle mit einer gut schließenden Eisenthüre verschlossen ist. Dieser Canal bleibt mit abgeröstetem Kiese immer gefüllt und wird nur in dem Maße entleert, als die Kiesrückstände von den Platten in denselben gekrückt werden. Die Röstgase streichen von der obersten Platte durch einen weiten Canal in die Bleikammern, nachdem sie zuvor auf beiläufig 70 Grad Celsius gekühlt wurden, was entweder dadurch geschieht, daß die Hitze derselben zur Concentration von Kammerfäure auf 60 Grad verwendet

wird, was wohl meistens geschieht, oder daß den Gasen die Wärme durch frische Kiese oder durch lange Leitungen entzogen wird.

Auf je 35 Theile Stückkiese sollen in diesem Ofen 65 Theile Kiesklein abgeröstet werden. Mit der Einrichtung dieses Ofens ist die Möglichkeit gegeben, den Kies auf einer Thonplatte so lange rösten zu lassen, bis der Schwefel zum größten Theile oxydirt ist, wobei freilich Zeit und Raum verloren geht und dort, wo auch das abgeröstete Gut verhüttet werden soll, in dem großen Bedarfe desselben keine Grenze findet.

Die Firma Gebrüder Schnorff in Uetikon bei Zürich hatten in der Schweizer Abtheilung unter anderen Producten der Soda-Industrie auch die Kies-Abbrände ausgestellt, die nur mehr 1 bis $1\frac{1}{2}$ Percent Schwefel enthielten, ein Resultat, welches nichts zu wünschen übrig läßt, und welches die Möglichkeit bietet, die Kiesabbrände auf Eisen zu verhütten. In der erwähnten Fabrik werden Lyoner Kiese auf Schwefelsäure verarbeitet, und geschieht dies durch eigene Kies-Röstöfen, die eine ähnliche Einrichtung haben, wie der Theil des Perret-Ollivier'schen Ofens, der zur Röstung der Kieschliche dient.

In einem rechteckigen, gemauerten Raume sind fünf aus feuerfestem Thon geformte Platten derart horizontal befestigt, daß dieselben mit ihren längeren Kanten an den Mauern dicht anstehen, während die kürzeren abwechselnd von den zwei gegenüberliegenden Mauern abstehen, so daß die bei der tiefsten Platte eintretende oxydirende Luft einen schlangenartigen Weg über die Platten nehmen muß, um die Kiese zu bestreichen. Die Platten werden durch thönerne Träger unterstützt.

Nachdem der Ofen angeheizt, wird auf die oberste Thonplatte der Kies durch eine Schüttvorrichtung aufgegeben und durch seitlich angebrachte Arbeitsöffnungen auf den Platten gleichmäßig vertheilt. Kies und atmosphärische Luft machen nun den entgegengesetzten Weg. Der erstere wird nach und nach von der obersten Platte bis auf die unterste gezogen und von dort als vorzüglich entschwefelter Rückstand dem Ofen entnommen, während die zur Oxydation nöthige Luft über der tiefsten Platte in den Ofen tritt und nach und nach über alle Platten streicht, um endlich, mit dem nöthigen Quantum schwefeliger Säure beladen, in die Bleikammern zu treten. Bevor dies geschieht, werden die sehr heißen Gase neben den Ofen abwärts und unter der tiefsten Thonplatte vorbei geführt, wodurch dieselbe immer glühend erhalten bleibt und so die Luft gleichsam vorhitzt.

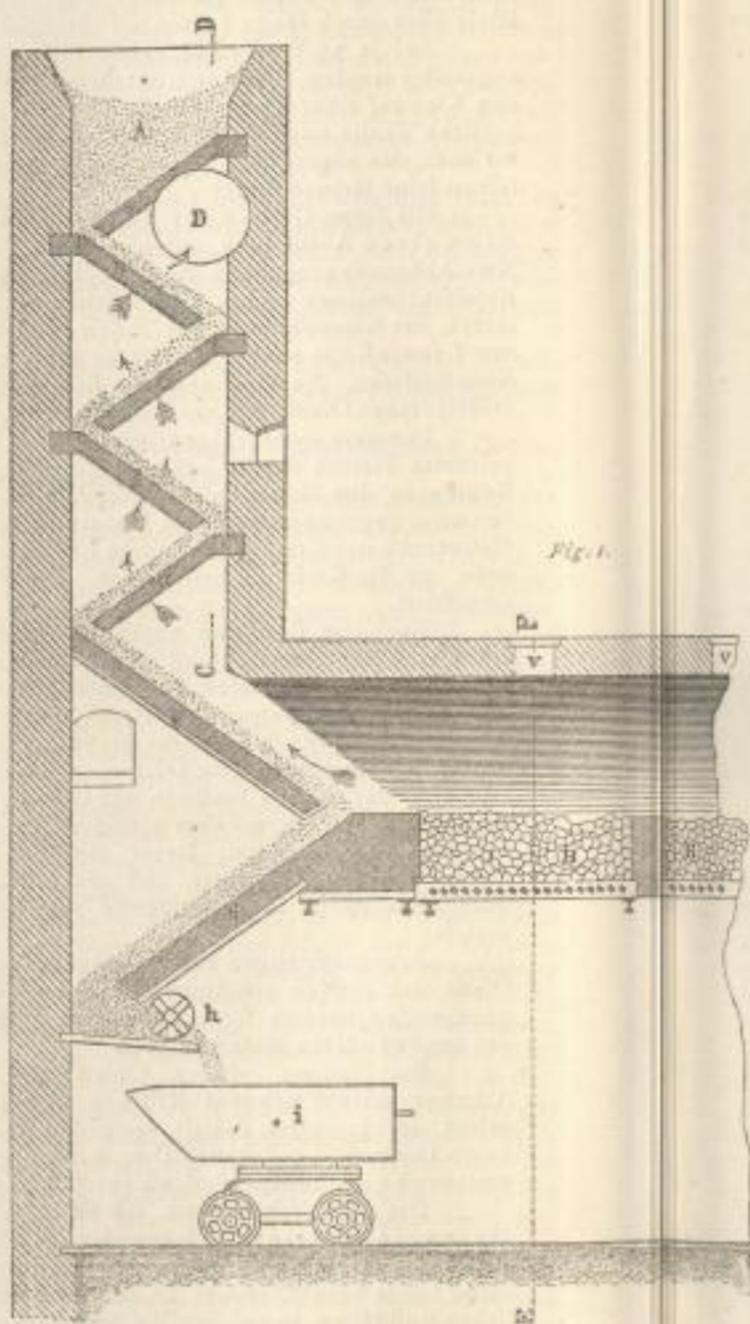
Arbeitsöffnungen und Luftzüge ermöglichen einen geregelten Gang dieses Ofens, der einfach construirt ist und bei geeignetem Kiese, wie der Lyoner, das genügende Quantum schwefeliger Säure bei so weit getriebener Entschwefelung des angewendeten Materials gibt.

Bei beiden dieser Oefen für Kieschliche muß dieselbe vom Arbeiter mittelst eiserner Krücken bewegt und weiter befördert werden, was neben der größeren Arbeit noch den Nachtheil hat, daß zeitweise mehr Luft durch Oeffnen der Arbeitslöcher in die Oefen gelangt, hiedurch die Temperatur erniedrigt und die Kammergase verdünnter werden.

Die chemische Fabrik Rhenania in Aachen brachte das Modell des Hafenclever-Helbig'schen Kies-Röstofens zur Anschauung, der im Wesentlichen auf dem früher erwähnten Principe des Perret-Ollivier und Schnorff'schen Ofens beruht, indem die heißen Gase aus den Kilns B (*Fig. 1*) mit beweglichen Roststäben, in welchen die Stückkiese verröstet werden, in schlangenartigem Wege über die Kieschliche streichen, dieselben erhitzen und durch den mitgeführten überschüssigen Sauerstoff oxydiren. Hafenclever & Helbig umgehen nun die Bewegung der Kieschliche durch Handarbeit getrickt dadurch, daß sie die Platten *a, b, c, d, e* und *f*, die schmaler (1 Meter breit) als die früher erwähnten (von 2 Meter Breite) sind, unter einem Winkel von 38 Grad gegen einander neigen. Durch diesen Kunstgriff rutschen die Kieschliche vermöge ihrer Schwere als

zusammenhängendes breites Band aus dem Trichter A über die sechs Thonplatten herab, wenn von der unteren eine Partie abgerösteten Kiefes genommen wird, was durch eine gerippte Welle *A* geschieht. Durch den Gang dieser Welle kann die Dauer der Röstung je nach Bedarf geregelt werden. Die aus den Kilns kommenden heißen Röstgase streichen von unten nach oben über die Thonplatten im Schraubengange indem die Platten mit ihren kürzeren Seiten *a* *b* wechseln an der Ofenwand dicht anliegen und zwar derart, daß z. B. die eine Platte auf der rechten Seite einen Raum für den Durchgang der Gase läßt, und die darauf folgende den Gasen links den Ausweg ermöglicht und so fort, bis dieselben endlich, geschwängert mit schwefeliger Säure, an der obersten Stelle anlangen, wo sie noch an die frischen Kiese Wärme abgeben und durch *D* in die Bleikammern streichen. Hierbei kommt es hauptsächlich darauf an, daß entweder durch Sinterung oder durch sehr ungleiches Korn keine Stauung an den Durchgangsstellen der Schliche stattfindet, daher der Gang der Operation genau beobachtet werden muß. Das Korn der Schliche kann bei diesem Ofen bis zu 15 Millimeter gehen. Vermöge der geneigten Lage der Platten werden die Oefen für Schliche höher (bis 8 Meter) als gewöhnlich und *H a f e n c l e v e r* nennt dieselben daher auch Plattenthurm. Was nun das Durchsetzquantum bei diesem Ofen betrifft, so soll dasselbe nach der Angabe *H a f e n c l e v e r*'s auf 50 Theile Stückkies 50 Theile Schliche betragen, und Schliche in 24 Stunden, je nach der Erzqualität, 500 bis 800 Kilogramm, durchgesetzt werden. Die Kiese werden bis auf 3.7 bis 5.9 Percent Schwefel abgeröstet. Auf Okerhütte am Harze werden Gemenge von Kupferkies, Schwefelkies, Bleiglanz und Zinkblende in diesen Oefen geröstet, und wurden hiebei durch acht Tage folgende Resultate in Bezug auf den Schwefelgehalt im Rückstande erhalten: 5.6, 6.5, 6.3 und 5.7 Percent.

Viele Fabriken und Hütten, die auf der Ausstellung vertreten waren, erzeugen ihre Schwefelsäure aus Schwefelmetallen mit Hilfe des *Gerstenhöfer*



schen Röstofens, der leider durch kein Modell in seiner verbesserten Form vertreten war. Die Wichtigkeit und Verbreitung des Ofens geht aus folgender Zusammenstellung *Bode*'s über die bis 1872 wirklich functionirenden Röstöfen nach diesem Systeme hervor.

12 Oefen, wovon 4 neu erbaute, auf der königlich sächsischen Muldnerhütte bei Freiberg für kiesige Erze mit wechselndem Gehalt an Bleiglanz und Blende, Arsen und Silber.

6 Stück auf der königlich sächsischen Halsbrückner Hütte bei Freiberg für ähnliche Erze wie früher.

13 Stück für Kupferrohstein im Mansfeld'schen.

2 Stück in Lukawetz in Böhmen für Schwefelkies.

2 Stück auf dem Werke der österreichischen Eisatseisenbahn-Gesellschaft zu Neu-Moldava im Banate für verwaschene Schwefelkiese.

2 Stück auf dem Morgensterner Werke zu Merzdorf an der Niederschlesischen Gebirgsbahn für aus dem krystallinischen Schiefer gewaschene Kiese.

1 Stück auf der chemischen Fabrik zu Nienburg an der Weser.

4 Stück auf der Augustenhütte zu Beuel bei Bonn.

6 Stück, darunter 4 neu erbaute, auf der chemischen Fabrik von Harkort's Erben zu Harkorten bei Haspe in Westphalen.

2 Stück auf der Superphosphatfabrik: von Ohlendorf & Comp. in Hamburg.

6 Stück auf der chemischen Fabrik zu Vedrin in Belgien (1867).

2 Stück auf der Sodafabrik zu Chauny in Frankreich.

38 Stück auf den Hüttenwerken von Vivian und Sons zu Swansea in Wales (1866).

12 Stück zu Huelva in Spanien. Sowie die vorigen Werke für kupferhaltigen Schwefelkies.

1 Stück auf der Zinkhütte der Vieille Montagne zu Flône in Belgien.

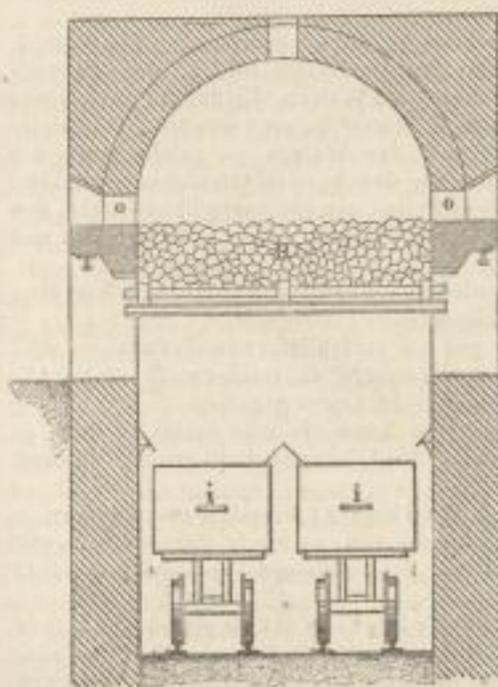
1 Stück auf der Zinkhütte der Vieille Montagne zu Berge-Boeck bei Essen.

3 Stück auf der Waldmeister Hütte bei Stollberg für Schwefelkies und kiesige Zinkblende.

4 Stück auf der ungarisch-schweizerischen Sodafabrik zu Nagy-Bocsko im Marmaroser Comitat für kupferhaltige Schwefelkiese. Die Abröhlung muß vertragsmäßig bis auf fünf Percent Schwefel im Rückstande erfolgen.

Im Ganzen mithin 120 Oefen, ohne jene, die in Amerika bestehen und ohne den Zuwachs, den dieselben in England erfahren.

Die Röstung der Schwefelmetalle geht in diesem Ofen bekanntlich auf die Weise vor sich, daß das schwefelhaltige Material, welches immer in Schliefform vorliegen muß, durch einen schachtartigen, 5.2 Meter hohen Raum fällt, in welchem eine so hohe Temperatur herrscht, daß die Schwefelungstufe, die zur Röstung vorliegt, mit Sauerstoff sich verbindet, sich entzündet. Um das zu röstende



Materiale in dem Röstschachte vielfältig zu zerstreuen und mit dem entgegenströmenden Sauerstoffe der Luft in Berührung zu bringen, befinden sich in dem Röstschachte 17 Reihen dreieckiger Prismen aus feuerfestem Thone angebracht. Gewöhnlich enthält je eine Reihe abwechselnd 6 und 7 solcher Thonprismen, welche derart angeordnet sind, daß gleichsam „voll“ auf „Fug“ zu liegen kommt, so daß der Kiesstrom immer von einem entgegenstehenden Prisma gebrochen wird und hiedurch oftmals seine Fallrichtung wechseln muß. Jedem Thonprisma entsprechend, sind in der breiteren Wand des Ofens rechteckige Oeffnungen angebracht, die mit einer Büchse verschlossen sind, in welcher ein kleines rundes Loch sich befindet, das mit einem Thonpfropf verschlossen werden kann.

Die größeren Oeffnungen ermöglichen dem Arbeiter, daß derselbe im Falle der Sinterung des Röstgutes auf den Prismen die zusammengebackene Masse mit einer eisernen Stange losbrechen kann. Die kleineren Oeffnungen in den Kapseln dienen als Luftzüge und Gucklöcher, um den Gang der Röstung beobachten zu können. Durch diese Einrichtung ist der Arbeiter im Stande, den Proceß der Röstung genau zu überwachen und die Temperatur des Ofens zu reguliren. In der Regel soll die höchste Temperatur (Weißgluth) in der oberen Hälfte des Ofens herrschen, daher dort die energichste Oxidation und der größte Sauerstoffverbrauch stattfindet.

Das weißglühende Erz trifft nun bei seinem weiteren Falle immer sauerstoffreichere Luft und wird daher auch weiter entschwefelt, bis es endlich unter den Thonprismen in einem größeren Sammelraume sich anhäuft und von dort dem Ofen entnommen wird.

Die Zuführung der gesiebten Schliche geschieht durch eine Art Rumpfwerk, wobei die Schlichdecke gleichsam den Verschluss bildet, der dadurch erleichtert wird, daß das Erz durch zwei cannelirte Walzen, die durch ein Getriebe und Riemenschiebe nach entgegengesetzter Richtung bewegt werden, quantitativ — je nach der Schnelligkeit der Bewegung der Walzen — gehen muß, die unmittelbar über einem Schlitz sich befinden, der in den Ofenschacht mündet. Das Erz fällt zuerst auf den sogenannten Vertheiler, ein größeres Thonprisma, von hier in zwei Strahlen auf je vier solcher Prismen zu jeder Seite des Vertheilers und hierauf auf die früher erwähnten Prismen.

Die schwefelige Säure zieht am obersten Theile des Ofens zuerst in eine Flugstaub-Kammer und dann in die Bleikammern.

Wenn noch erwähnt wird, daß gut zu verschließende Oeffnungen vorhanden sind, um die Canäle und Flugsstaub-Kammern zu reinigen, so ist im Allgemeinen die Einrichtung eines Gerstenhöfer'schen Ofens gegeben.

Das Durchsetzquantum in diesem Ofen kann ein sehr variables sein, je nach der Natur des zu verröstenden Productes. Und darin liegt ein großer Vortheil dieses Ofens.

Im Mansfeld'schen werden nach Bode in 24 Stunden 200 Centner, ja 300 Centner Kupferrohstein geröstet und hiebei von 25 bis 29 Percent Schwefel etwa 12 bis 14 Percent abgeröstet und zur Schwefelsäure-Fabrication nutzbar gemacht.

Das Durchsetzquantum von Schwefelkies kann auf 40 bis 60 Centner in 24 Stunden gebracht werden und ist der Grad der Entschwefelung ein verschiedener, je nach der Natur des Kiefes. Auf dem fürstlich Auerberg'schen Werke in Lukawetz in Böhmen beträgt das Durchsetzquantum in 24 Stunden 35 Centner und werden die Kiese bis auf zwei bis drei Percent Schwefel in den Rückständen abgeröstet.

Die zur Erläuterung der Ausstellung des besagten Werkes auf der Weltausstellung aufliegende Broschüre besprach den Gerstenhöfer'schen Ofen sehr günstig, der im Jahre 1868 am 18. August daselbst in Betrieb gesetzt und wo im Jahre 1871 ein zweiter erbaut wurde, so daß die Schwefelsäure-Production aus Kies von 15.000 Centnern im Jahre 1869 auf 29.500 Centner im Jahre 1872 stieg.

Auf dem Morgensterner Werke bei Merzdorf in Schlesien werden die Kiese bis auf 4 Percent Schwefel im Rückstande entschwefelt.

Die Schwelmer Schwefelkiese werden zu Beuel bei Bonn bis auf 3 bis 5 Percent Schwefel abgeröstet.

Die kupferhaltigen Schwefelkiese der ungarisch schweizerischen Sodafabrik zu Nagy-Bocskó müssen bis auf 5 Percent Schwefel abgeröstet werden.

Die Muldnerhütte verröstet Gemenge von Zinkblende, Bleiglanz und Kies, wobei zu bemerken kommt, daß Bleiglanz bei der Rösttemperatur leicht sintert und daher die Röstung sehr erschwert. Es enthalten aus diesem Grunde die Kiesabbrände noch 10 bis 13 Percent Schwefel.

Auf der Halsbrückner Hütte bei Freiberg, welche ein Gemenge von $\frac{1}{3}$ Blei-Erz und $\frac{2}{3}$ kiesigen Erzen verröstet, finden sich in dem Röstgute noch 7 bis 9 Percent Schwefel.

Diesem Ofen wird hauptsächlich vorgeworfen, daß der Flugstaub, der in Folge des zersplitternden Falles der Kiesfliche gegen den Luftstrom unvermeidlich ist, in solcher Menge auftritt, daß er häufige Reinigungen der Canäle und Flugstaub-Kammer erfordere. Um diesen Uebelstand zu beheben, hat Gerstenhöfer die Einrichtung getroffen, daß die mit schwefeliger Säure beladenen Gase im obersten Theile des Ofens durch Seitenöffnungen entweichen — und nicht, wie früher, in der Mitte durch eine Oeffnung — während das Kiesklein in der Mitte durch eine Oeffnung in den Ofen fällt; ferner müssen die Gase, bevor sie in die Flugstaub-Kammer treten, einen niedergehenden Weg einschlagen, wodurch die größte Menge des Flugstaubes am Anfange der Kammer sich absetzt.

Die Flugstaub-Menge aus diesem Ofen beträgt z. B. in Lukawetz 1·7 Percent des Durchschnittsquantums, mithin 0·6 Centner in 24 Stunden, so daß nach Angaben des Directors Waadt in Lukawetz der Ofen 5 bis 6 Monate betrieben werden kann, ohne daß die Flugstaub-Kammern entleert werden müßten; die oberen Träger werden täglich viermal, die unteren ein- bis zweimal gereinigt und die oberen Züge in zwei bis drei Wochen einmal ausgeleert.

Im Mansfeld'schen beträgt die Flugstaub-Menge, da eine bedeutende Durchsetzmenge durch den Ofen geht, gegen 5 Percent des Durchsetzquantums.

Dort, wo Kiesfliche vorliegen oder der Kies leicht in Schlichform zu bringen ist, wird der Gerstenhöfer'sche Ofen stets dominiren, da er den großen Vortheil bietet, daß er selbstständig als Kiesflich-Röstofen functionirt und ein großes Durchsetzquantum erlaubt, wenn der Rückstand noch weiter verhütet werden soll. Aber auch eine gute Entschwefelung von Schwefelkies oder Kupferkies hältigem Kies wird erzielt, wenn dieselben auf Schwefelsäure verarbeitet werden, wie die früher erwähnten Resultate ergaben.

In allen den bis jetzt erwähnten Oefen wird die eigene Oxydationswärme der Schwefelmetalle benützt, um die weitere continuirliche Röstung fortzuführen. Und es haben diese Oefen die sogenannten Muffelöfen, wo die pulverförmigen Kiese mit Hilfe von Brennmaterial in geschlossenen Gehäusen abgeröstet wurden, in den meisten derjenigen Fällen verdrängt, wo es sich nicht um eine möglichst weit getriebene Entschwefelung des Röstrückstandes handelt. Um z. B. die Zinkblende zur Verarbeitung auf Zink tauglich zu machen, muß dieselbe von ihrem Schwefelgehalte bis auf 1, ja 0·5 Percent befreit werden.

Es ist in der Praxis jedoch noch nicht gelungen, das Ideal der Röstung der Zinkblende zu erreichen, nämlich die 32·99 Percent Schwefel, welche eine Zinkblende enthalten, bis auf 0·5 Percent der Schwefelsäure-Fabrication zuzuführen. Wird dieselbe im Gerstenhöfer'schen Röstofen abgeröstet, so enthalten die Röstrückstände im günstigen Falle noch fünf bis sechs, ja noch mehr Percent Schwefel, welcher Gehalt diese Rückstände zur directen Verhüttung auf Zink untauglich macht. Bei diesem Schwefelgehalte im gerösteten Erze erhält man für die Schwefelsäure-Fabrication ein vollkommen taugliches Gasgemenge. Bode macht daher den Vorschlag, die Zinkblende zuerst im Schüttofen bis auf die früher erwähnte Grenze zu ent-

schwefeln und die hierbei fallenden an 6 bis 7 Volumprocente schwefliger Säure bei 6 Volumprocenten freien Sauerstoffs, in den Austrittsgasen enthaltenden Gase der Schwefelsäure-Erzeugung zuzuführen, die Röstrückstände aber im Flammofen bis auf 1 bis 0.5 Percent Schwefel abzurösten, um dieselben auf Zink verhütten zu können.

Die schon einmal angeführte bekannte Firma Rhenania in Aachen brachte das Modell eines Röstfens für Zinkblende von R. Hafenclever Helbig (Fig. 2) zur Ausstellung, welches die Möglichkeit bietet, den größeren Theil des Schwefelgehaltes nutzbar zu machen und hierauf durch weitere Röftung einen zur Zinkfabrication tauglichen Rückstand zu erhalten.

Fig. 2.

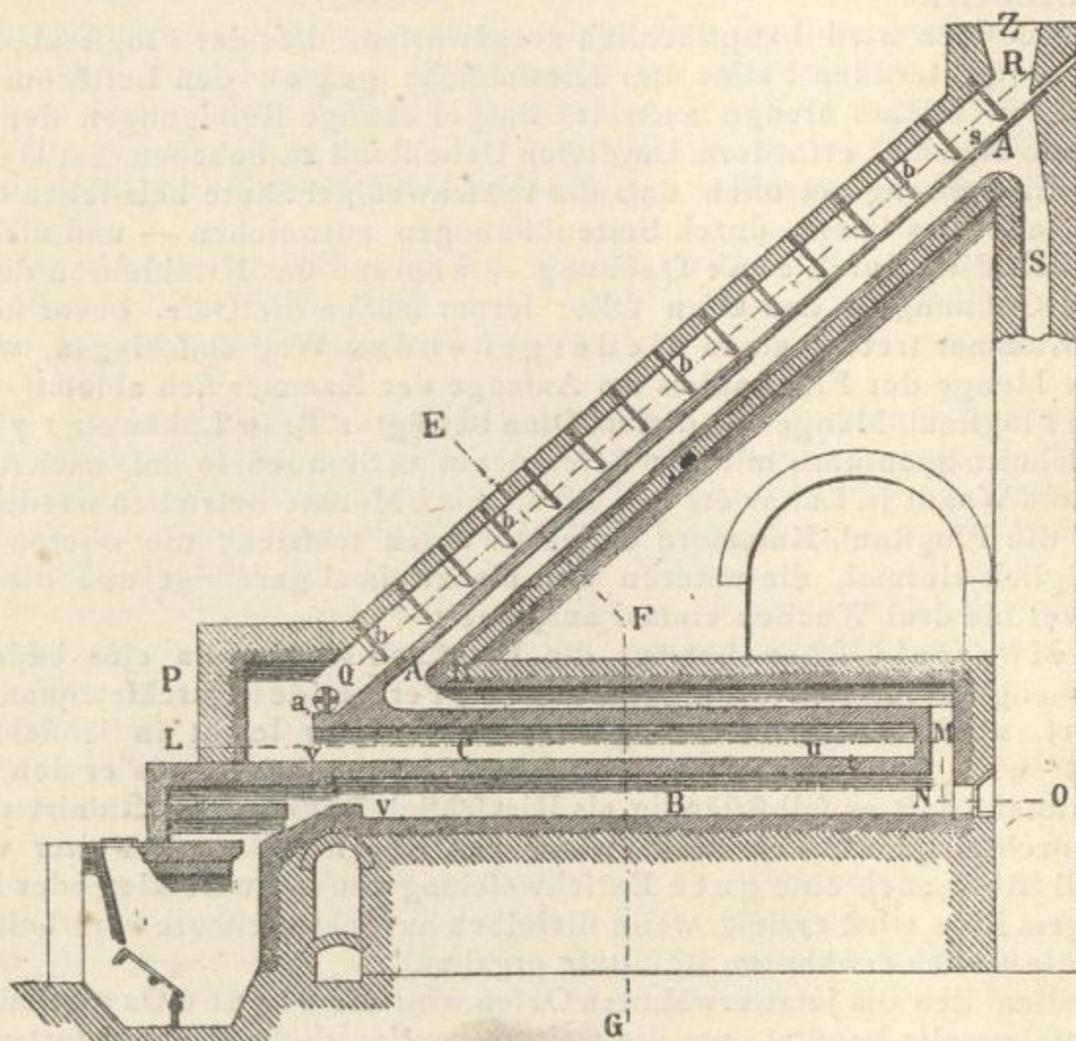
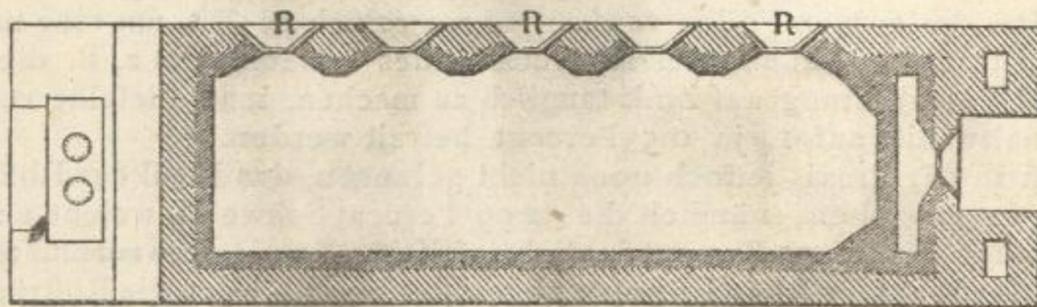


Fig.



Dieser Zinkblend-Röstfens hat der Hauptsache nach folgende Einrichtung: Das Erzklein gelangt durch eine Schüttvorrichtung Z auf eine unter einem Winkel von 43 Grad geneigte schiefe Ebene A, welche 9 Meter lang und 1.75 Meter

breit ist. Diese schiefe Ebene wird von unten durch die abgehende Wärme eine Flamm-Röstherdes *B*, nachdem dieselbe zuvor eine Muffel *C* umspielt hat, auf eine Temperatur erhitzt, daß an allen Stellen *Antimon* schmilzt. Damit die Erzschliche auf dieser geneigten Fläche gleichmäßig nach abwärts gleitet und nicht an der tiefsten Stelle sich anhäuft, sind 15 Scheidewände *b* in Abständen von 0,5 Meter angebracht, die perpendicular auf die schiefe Ebene stehen, von derselben aber um 0,01 Meter abstehen, um dem Erze einen Weg frei zu lassen.

Diese Scheidewände erstrecken sich nicht über die ganze Breite der schiefen Röstplatte, sondern stehen abwechselnd bald von der linken, bald von der rechten Umfassungsmauer der Röstfläche um 0,4 Meter ab, während sie mit dem entgegengesetzten Ende, an die Mauer dicht anliegend, befestigt sind, so daß die Röstgase in Zickzackwindung auf einem langen Wege über die zu röstende Blende streichen

Am unteren Ende der schiefen Fläche befindet sich eine cannelirte Walze *a* welche die Breite der erwähnten Fläche abschließt. Diese Walze ist innen hohl damit ein Luftstrom hindurchstreichen kann, um dieselbe zu kühlen. Wird nun diese Walze gedreht, so wirft sie ein bestimmtes Quantum Erz, von der Röstfläche entnehmend, auf die Sohle der Muffel *C*. Nach der Schnelligkeit dieser Bewegung läßt sich die Menge des Erzes genau reguliren, die in einer bestimmten Zeit in die Muffel gebracht werden soll. Hiedurch kommt die auf der Röstplatte ausgebreitete Blendeschicht in Bewegung und rutscht in dem Masse abwärts, als die Walze Erz in die Muffel wirft.

Diese besitzt eine Länge von 6,4 Meter, eine Breite von 1,8 Meter und eine Höhe von 0,3 Meter und wird von den Feuergasen eines unter der Muffel liegenden Flammen-Röstherdes *B* umspült und so erhitzt. Das in die Muffel gelangende Erz wird nun von Arbeitern von Zeit zu Zeit durch seitlich angebrachte Arbeitsöffnungen *R* (*Fig. 3*), 5 an der Zahl, die zugleich den Luftzutritt vermitteln, auf der Sohle der Muffel nach vorwärts bewegt bis dasselbe nahe am Ende der Muffel zu einer Oeffnung *t* gelangt, durch welche es auf die Sohle eines Flammen-Röstherdes *B* fällt, wo die Erze durch ein directes Flammenfeuer zu Ende geröstet werden. Während nun die Röstgase aus der geschlossenen Muffel über die schiefe Röstfläche streichen und von hier mit 7 bis 9 Volumen Percent schwefliger Säure beladen in die Kühlkammer und hierauf in die Bleikammer streichen, so geht jener Theil der schwefligen Säure, der im Röstherde fällt, mit den Feuergasen des Flammenofens, nachdem sie die Muffel- und Röstfläche erhitzt, in den Schornstein *S* und somit für die Schwefelsäure-Fabrication verloren.

Die Heizung des Flammenherdes geschieht durch Gasfeuerung.

Was nun den Grad der Abröstung in den drei verschiedenen Rösträumen dieses Ofens betrifft, so möge folgendes Beispiel denselben erläutern. Nach *Hafenclever* zeigten sich bei einer schwefelarmen Blende mit 20 Percent Schwefelgehalt:

am Ende der schiefen Ebene noch ein Schwefelgehalt von 10 Percent
 " " " Muffel noch ein Schwefelgehalt von 6,9 "

und abgeröstet am Ende des Röstherdes ein Schwefelgehalt von 1,2 "
 so daß 82 Percent des Gesamtschwefels der Schwefelsäure-Fabrication zu gute kamen und die geröstete Zinkblende nur mehr 1,2 Percent Schwefel enthielt, ein Schwefelgehalt, der die Verhüttung der Zinkblende vortheilhaft gestattet.

Ueber die Größe des Durchsetzquantums und die Menge des Brennmaterial-Verbrauches für ein bestimmtes Quantum abzuröstender Blende liegen für diesen Röstofen keine Daten vor. Die Vortheile dieses sinnreichen Röstapparates sind mehrfach. Vor Allem gestattet er die vollkommene Abröstung der Blende in einem Zuge ohne Unterbrechung der Röstoperation; ferner wird der größte Theil des Schwefelgehaltes gegen 80 Percent zur Schwefelsäure-Fabrication verwendet und doch fallen Röstrückstände, die zur Verhüttung auf Zink vollkommen tauglich sind. Brennmaterial-Verbrauch und geringeres Durchsetzquantum gegenüber den Schüttöfen wird ihm vorgeworfen.

Es ist nicht zu verkennen, daß dieser Röstofen berufen ist, die gewöhnlichen Muffel-Röstöfen und die Flammen-Röstöfen der Zinkhütten zu verdrängen und die Zinkblende in den Kreis der Schwefelverbindungen zu erheben, deren Schwefelgehalt zur Schwefelsäure-Fabrication nutzbar gemacht wird, statt die schweflige Säure in die Luft zu jagen.

Für die Güte dieser Röstvorrichtung spricht auch der Umstand, daß seit der kurzen Zeit seiner Bekanntgabe (1872) schon gegen 45 solcher Oefen theils im Baue begriffen sind, theils schon im Betriebe stehen und zwar in Deutschland, Frankreich und Dänemark.

Die Verwendung der früher erwähnten Schwefelmeta lle zur Schwefelsäure-Fabrication mit Hilfe der beschriebenen Kies-Röstöfen brachte den großen Uebelstand mit sich, daß die so gewonnene Säure mehr oder weniger mit Arsen verunreinigt war, in Folge des Arsengehaltes der meisten in der Natur vorkommenden Schwefelungen. Man mußte daher bedacht sein, den oft bedeutenden Gehalt an Arsen aus der Säure zum größten Theile zu entfernen. Man erreichte dies nur durch Ausfällung des Arsens als Dreifach-Schwefelarsen mittelst Schwefelwasserstoff. Die Freiburger Hütten hatten die Producte dieser Reinigung im Pavillon der deutschen Metallurgie zur Anschauung gebracht. Es geschieht diese Reinigung dort, sowie auf der Okerhütte u. s. w. in dem sogenannten Fällungsthurme. Derselbe besteht im Wesentlichen aus einem rechteckigen, 20 bis 25 Fufs hohen, aus Bleiplatten geformten Thurme, in dessen Innern reihenweise eine große Anzahl aus Bleistreifen dachförmig geformter Querstücke angebracht sind, über welche von obenher die 50gradige Kammer Säure vielfach vertheilt nach abwärts fließt, während ein Strom Schwefelwassergas entgegenstreicht und das Arsen in unlösliches Schwefelarsen verwandelt, das, in der Säure suspendirt, mit nach unten gelangt.

Die ungereinigte Säure wird mittelst Dampfdruckes in Bleiröhren nach oben gehoben, fließt in mehrere auf der Plattenform des Thurmes sich nebeneinander befindliche Kippapparate, die das Säurequantum abwechselnd nach rechts und links vertheilen. Unterhalb jedes Kippapparates befindet sich eine Bleiplatte, die mit Löchern versehen ist, zum Durchlassen der Säure. Diese Platten liegen auf einem Rahmen, der mittelst hydraulischen Verschlusses den Thurm oben abschließt. Auf jede solche Platte wird ein kastenartiger Bleideckel gelegt, der an seinem längern Rande Einschnitte hat, um der Säure Durchgang zu gewähren. Der Schwefelwasserstoff wird in einem Bleigefäße aus Rohstein und Schwefelsäure entwickelt und gelangt an der tiefsten Stelle des Thurmes unter einer Bleiplatte weg in die Mitte des Thurmes und strömt der herabtropfenden Säure entgegen.

Wegen der Giftigkeit des Schwefelwasserstoffgases muß bei dieser Reinigung der Schwefelsäure große Vorsicht geübt werden und der Apparat derart construirt sein, daß so wenig als möglich Schwefelwasserstoff in das Innere des Hauses, in welchem der Fällungsthurm steht, strömt; daher ist die Deckplatte in einer Rinne mit Wasserverschluß aufgesetzt und das zufließende Säurequantum ist derart regulirt, daß die Zulauföffnungen mit einer Säureschicht immer überdeckt sind. Die Säure, welche den Fällungsthurm passiert hat und das Dreifach-Schwefelarsen als unlöslichen Niederschlag suspendirt enthält, fließt an der tiefsten Stelle in mit Blei ausgelegte Setzbottiche und wird durch Leinwand filtrirt, um hierauf der weiteren Concentration zugeführt zu werden. Obschon dieser Fällungsapparat nicht allen Anforderungen betreffs der Gasdichtigkeit entspricht, so ist er doch allgemein eingeführt und functionirt besser als der früher benützte, bei welchem bekanntlich die Säure von unten in den Thurm gespritzt wurde und dann bei ihrem Zurückfallen mit Schwefelwasserstoff in Berührung kam.

Concentration der Schwefelsäure.

In diesem Zweige der Schwefelsäure-Fabrication wurden in neuester Zeit wesentliche Fortschritte gemacht, da einestheils durch die Massenhaftigkeit der erzeugten Schwefelsäure, andererseits durch die Preiserhöhung der Brennstoffe der Fabrikant genöthigt war, diesen Umständen Rechnung zu tragen. In letzterer Beziehung war es vorzüglich die rationelle Benützung der mit den Röstgasen abgehenden großen Wärmemengen zum Behufe der Concentration, welche eine wesentliche Ersparnis an Brennstoffen und mithin billigere Erzeugung ermöglichte. Ein zweckmäßiger Apparat, um den erwähnten Zweck zu erreichen, indem derselbe hiedurch die heisse schwefelige Säure auf 70 Grad Celsius kühlt, ist der Glowerthurm, in welchem aufser den früher erwähnten Vorgängen auch die Zerfetzung der nitrosen Säure bewerkstelligt wird.

Derselbe kam zwar nicht zur Ausstellung, allein da er in den Schwefelsäure-Fabriken, die Kiese verrösten, immer mehr und mehr Eingang findet, soll er hier kurz beschrieben werden. Er besteht aus einem aus Bleiplatten geformten Thurme von 20 bis 25 Fufs Höhe, der innerhalb der Bleiplatten ausgemauert ist, um dem Thurme Festigkeit zu geben und hauptsächlich, um die rasche Temperaturverminderung in Folge des guten Wärmeleitungsvermögens des Bleies zu verhindern.

Dieser Thurm ist nun von unten nach oben angefüllt mit einem Gitterwerke aus feuerfesten Ziegeln (wegen ihrer Reinheit benützt), dann mit Quarzstücken und zuletzt mit Coaks. Geschlossen ist der Thurm durch Bleiplatten. Ueber dem Thurme befinden sich zwei Reservoirs, wovon das eine für die 50grädige Kammerensäure und das zweite für die aus dem Gay-Lussac-Thurme kommende nitrose Säure dient. Jede dieser Flüssigkeiten läuft genau regulirt auf ein aus Glasröhren verfertigtes Segner'sches Rad, damit dieselben ordentlich vertheilt werden; denn die Säuren werden hiedurch in durch Zwischenwände abgetheilte runde Bleigefäße entleert. Aus jeder dieser Abtheilungen geht ein Bleirohr weg. Ein solches Rohr mit 50^o Säure und ein entsprechendes mit nitroser Säure münden immer gemeinschaftlich in eine Oeffnung der oberen Decke des Thurmes. Diese Oeffnungen sind nun regelmäfsig vertheilt, so dafs Kammer- und nitrose Säure gemischt, gleichmäfsig und richtig vertheilt über die Füllmasse des Thurmes, der heissen schwefeligen Säure entgegenfliessen, hiedurch Wasser abgeben, welches im Vereine mit Wärme die nitrosen Dämpfe entbindet, welche mit schwefeliger Säure gemengt wieder der Schwefelsäure-Fabrication zu gute kommen.

Die beiden Säuren gelangen an der untersten Stelle des Thurmes auf 60 Grad B. concentrirt an.

Lunge behauptet gegen Bode, dafs die Concentration bis 62 Grad Beaumé im Glowerthurm getrieben werden kann.

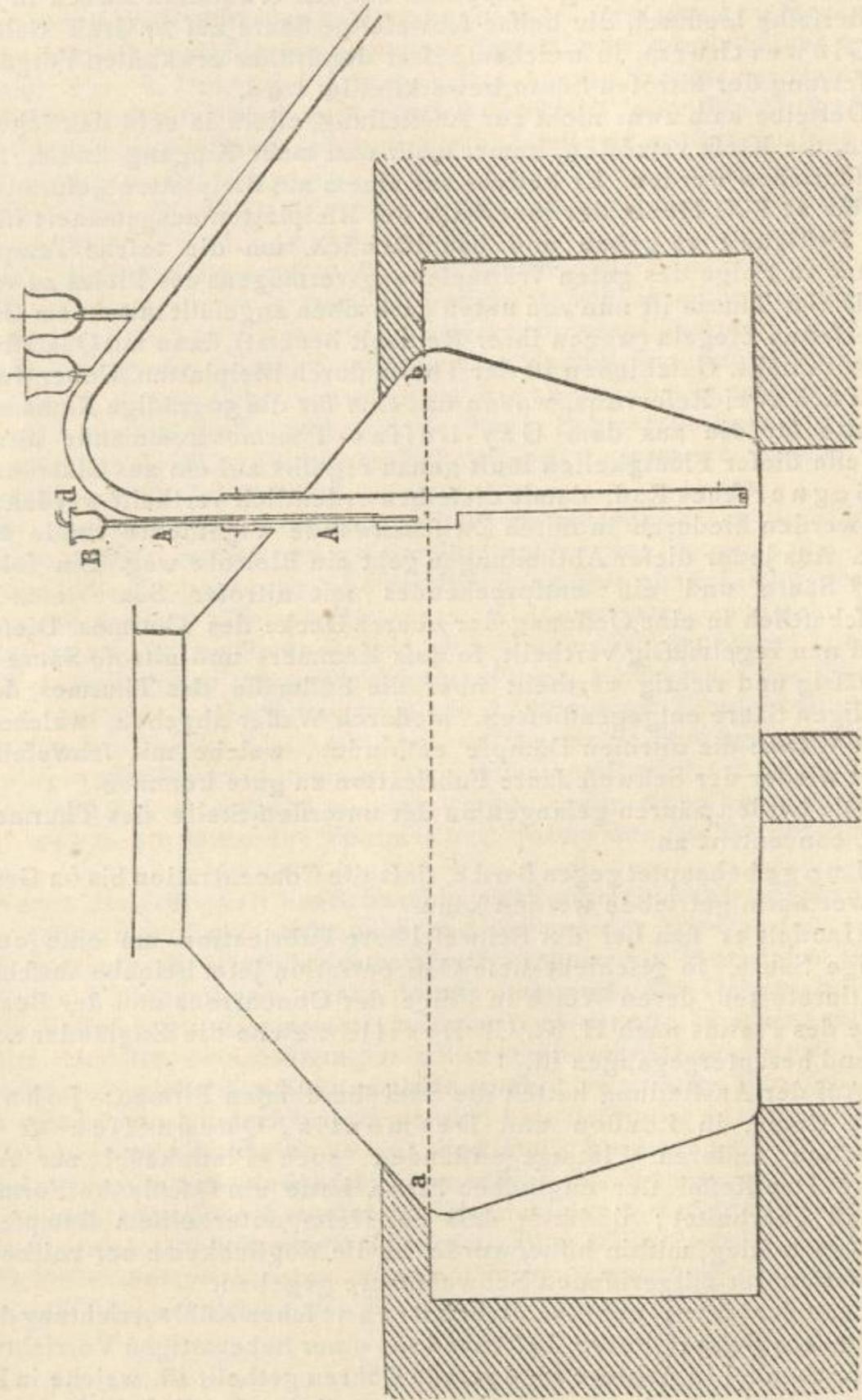
Handelt es sich bei der Schwefelsäure-Fabrication um eine concentrirte 66grädige Säure, so geschieht diese Concentration jetzt beinahe ausschliesslich in den Platinretorten, deren Werth in Folge der Concurrenz und der Bearbeitungsmethode des Platins nach H. St. Cl. Deville, welche die Engländer acceptirten, bedeutend heruntergegangen ist.

Auf der Ausstellung hatten die zwei berühmten Firmen: Johnson, Mathey & Comp. in London und Desmoutis, Quenneffens & Comp. in Paris neben anderen Platingegenständen auch Platinkeffel zur Ausstellung gebracht. Der Keffel der englischen Firma hatte eine schlanke Form und war musterhaft gearbeitet; dadurch, dafs der Helm unter einem stumpfen Winkel nach aufwärts stieg, mithin höher wurde, ist die Möglichkeit einer vollkommeneren Condensation der mitgeriffenen Schwefelsäure gegeben.

Statt der bis jetzt gebräuchlichen Breant'schen Kühlvorrichtung der concentrirten heissen Schwefelsäure, bestehend aus einer heberartigen Vorrichtung, deren längerer Schenkel in mehrere enge gerade Röhren getheilt ist, welche in Kühlwasser liegen, verwenden J. Mathey & Comp. als Ersatz für diese Röhren eine Kühl-

schlange aus Platin, welche mehr Oberfläche der Säure bietet, dieselbe daher besser kühlt.

An den Platinkeffeln beider erwähnter Firmen waren an den Ablaufvorrichtungen sogenannte Sicherheitsröhren angebracht, welche verhindern sollen, daß der Arbeiter aus dem Kessel mehr Säure ablassen kann, als ohne Gefahr der Ueberhitzung des von Flüssigkeit entblößten Kesselbleches möglich ist. Diese Einrichtung besteht darin, daß in die kürzere Heberröhre, die bis beinahe zum Boden des Kessels reicht, durch eine Stopfbüchse eine enge Röhre *A* (*Fig. 3*) geschoben ist, die oben in einen Trichter *B* endet, auf welchen ein kleiner



Deckel *d* paßt, der ein Ansatzrohr hat. Die Röhre ist unten offen und wird so weit in die Heberöhre geschoben, daß ihr unteres Ende etwas über die oberste Feuergrenze *a b* zu stehen kommt. Oeffnet nun bei diesem Stande der Röhre der Arbeiter den Ablaßhahn, so wird solange Säure aus dem Kessel fließen, als das Ende der Röhre noch in Säure taucht, mithin geschlossen ist. Sobald dies nicht mehr der Fall, tritt durch die offene Röhre Luft in den Heber, derselbe entleert sich und hört auf, als Heber zu functioniren.

Soll der Kessel ganz abgelassen werden, so wird das obere Ende der Röhre durch einen Platinpfropfen luftdicht verschlossen und dieselbe so wirkungslos gemacht.

Diese Vorrichtung hat den Nachtheil, daß beim Stossen der siedenden Flüssigkeit im Kessel, welches häufig vorkommt, Säure aus demselben durch die Röhre herausgeschleudert wird.

Die Firma Johnson, Mathey & Comp. brachte auch den bekannten Platinapparat zur quantitativen Bestimmung von Gold in Legirungen mittelst Salpetersäure zur Ausstellung.

Außer der hier erwähnten Methode der Concentration der Schwefelsäure auf 66 Grad Baumé brachte A. de Hemptinne * ein System der Schwefelsäure-Concentration durch eine Zeichnung zur Anschauung. Dasselbe beruht auf den schon von Kuhlmann 1844 gemachten Beobachtungen, daß 66gradige Schwefelsäure, die bei gewöhnlichem Drucke bekanntlich erst bei 325 bis 327 Grad Celsius siedet, in einem luftverdünnten Raume von 3 bis 4 Centimeter Quecksilberdruck schon bei 190 bis 195 Grad Celsius siedet, wobei Blei noch nicht angegriffen werden soll. **

De Hemptinne construirte nun einen ziemlich complicirten Apparat, um die früher erwähnten Thatfachen nutzbar zu verwerthen, was schon im Jahre 1859 von Keller geschah. ***

Dieser Apparat besteht der Hauptsache nach aus einem bleiernen Kessel, der mit Kieselsteinstücken oder Kugeln von Steinzeug oder Glas angefüllt ist, damit er dem Atmosphärendrucke widersteht. In diesen Kessel gelangt die vorgewärmte verdünnte Schwefelsäure und füllt die Zwischenräume aus. Auf diesem Kessel befindet sich ein Dom, aus welchem eine im Kühlwasser liegende horizontale Röhre geht, die sich in eine Schlangenhöhre fortsetzt, welche vertical in einem Kühlgefäße sich befindet; diese Schlangenhöhre mündet in ein Reservoir und entleert in dasselbe das schwefelsäurehaltige, aus dem Kessel abdestillirte Wasser. Alle diese Verbindungen sind luftdicht. Das Sammelreservoir für das abdestillirte Wasser steht in directer Verbindung mit einem zweiten wichtigen Theile des Apparates, mit der Luftverdünnungsvorrichtung. Dieselbe besteht nach de Hemptinne aus einem innen mit Holzdauben ausgelegten Eisenkessel, in welchem oben ein Dampfrohr und daneben ein Rohr zum Einspritzen von kaltem Wasser mündet. Durch eine Röhre ist dieser Kessel mit dem früher erwähnten Sammelreservoir in Verbindung.

Wenn noch erwähnt wird, daß auf diesem Sammelreservoir eine Barometervorrichtung sich befindet, um den Grad der Luftverdünnung zu bestimmen, daß ferner der Concentrationskessel einen Ablaßheber hat, welcher in einen Brunnen von sechs Meter Tiefe mündet, und daß die Säure, nachdem sie concentrirt und gekühlt ist, durch mit Asbest, Kiesel sand oder Glasstückchen gefüllte Bleisiebe filtrirt wird, um das schwefelsaure Bleioxyd zurückzuhalten, so sind die Hauptbestandtheile erwähnt, die den Gang des Apparates leicht verständlich machen.

Ist die verdünnte Säure in den Bleikessel gefüllt, so wird ein Hahn geschlossen, der die Verbindung der Destillationsvorrichtung mit dem Luftverdün-

* Wagner's Jahresbericht 1872, pag. 243.

** Siehe dagegen Hafenclever's Angabe in Wagner's Jahresbericht 1872, pag. 238.

*** Wagner's Jahresbericht 1859, pag. 139.

nungskessel aufhebt. In diesen wird Dampf durch eine Röhre strömen gelassen, der alle Luft aus demselben durch eine zweite geöffnete Röhre entfernt. Ist dies geschehen, wird diese Röhre, sowie die Dampfrohre geschlossen und hierauf kaltes Wasser so lange eingespritzt, bis der Dampf condensirt und so ein Vacuum hergestellt ist. Nun wird der früher erwähnte Hahn geöffnet und die Luft soweit als möglich aus den Destillationsapparate entfernt. Der Kessel wird nun geheizt und die Destillation beginnt unter den früher hergestellten Bedingungen der Luftverdünnung. Das überdestillirende Wasser muss vollständig condensirt werden, damit die Verdünnung nicht zu stark behoben wird.

Man verdampft nun so lange, bis die am Kessel angebrachten Thermometer 200 bis 205 Grad Celsius zeigen, stellt hierauf das Feuer ab, lässt durch Oeffnen eines Hahnes Luft in den Apparat und zieht die concentrirte Säure ab.

Die Hemptinne gibt eine Ersparnis von 44 Percent mit diesem Verfahren gegenüber dem gewöhnlich an.

Zum Schlusse dieses Capitels muss noch des Salzfäure-Condensationsapparates erwähnt werden, den die Auffiger Sodafabrik vollständig adjustirt ausgestellt hatte und der für die vorzügliche Leistung dieses Etablissements auch in Bezug auf Thonwaaren Zeugnis ablegte.

Auch die Hruschauer Sodafabrik brachte schön gearbeitete Thonapparate für chemische Zwecke zur Ausstellung — ebenso die bekannte Firma Fikentscher F. Chr. in Zwickau.

Destillir- und Abdampfapparate für pharmaceutische Zwecke und Laboratorien.

Eine eigene Abtheilung von Apparaten bildeten die obengenannten Vorrichtungen und sind auf diesem Gebiete einige Neuerungen zu erwähnen. Deutschland und Oesterreich waren in dieser Branche am besten vertreten.

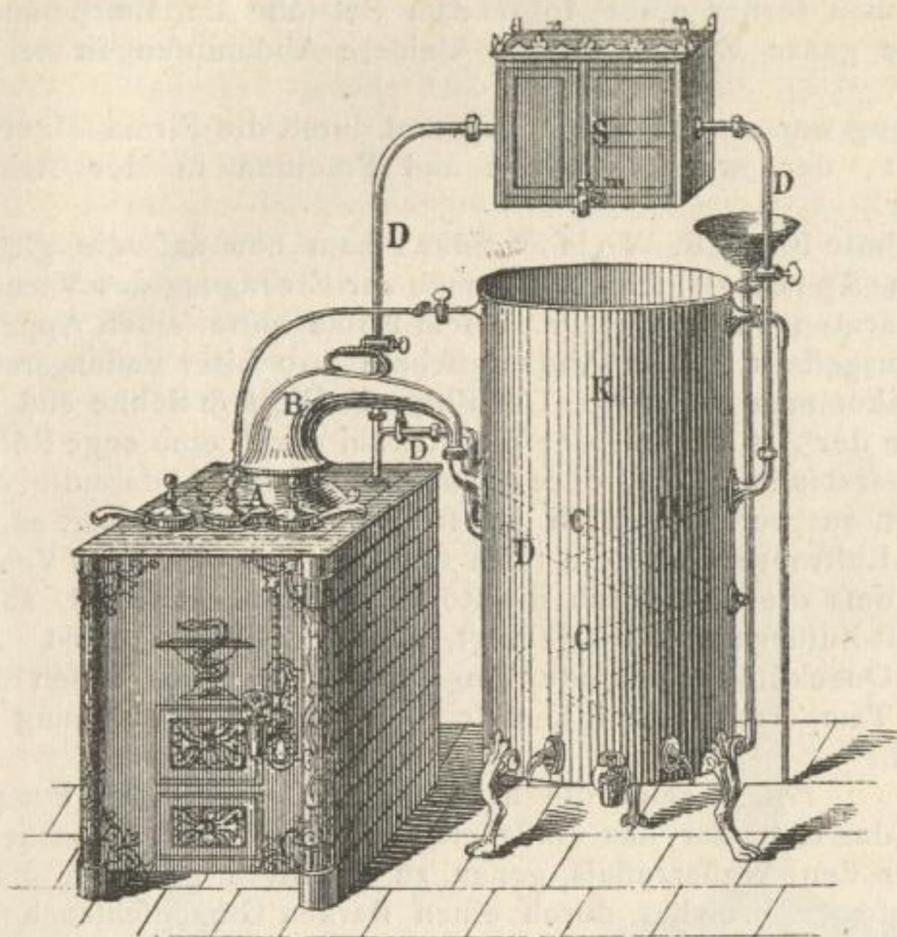
Allen voran stand die Firma F. A. Wolf & Söhne in Heilbronn und Wien; hieran reihten sich Wilhelm Bitter in Bielefeld, Stefan Baumann in Wien, G. Mürle in Pforzheim (Baden) und Grafek & Stäter-Beindorf's Nachfolger in Frankfurt am Main.

Die gewöhnlichen Dampf-Destillirapparate sind im Principe einfach. In einem kupfernen, direct im Feuer liegenden Kessel, wird eine kleinere, meist zinnerne Abdampfschale luftdicht eingepasst. Auf diese eigentliche Destillirvorrichtung wird der sogenannte Destillirhelm befestigt, dessen Abzugsrohr in einen Kühlbottich mündet und dort in Form einer Schlangenhöhre durch das Kühlwasser geht. Aus dem eigentlichen Dampferzeuger geht oben ein Dampfrohr ab, welches sich umbiegt und in die Destillirblase mündet und so hier die Verflüchtigung des betreffenden Körpers bewerkstelligt. Von dem Dampfkeffel geht eine zweite Röhre ab, die in den Kühlapparat mündet und hier ebenfalls in Form einer Schlangenhöhre durch das Kühlwasser geht. Diese Röhre dient zur Condensation des Wasserdampfes und liefert an ihrem Ende das destillirte Wasser für Pharmaceuten u. f. w. Man lässt nun oft diese zweite Dampfrohre, bevor sie in den Kühlbottich mündet, durch einen Trockenschrank mit mehreren Fächern streichen. Solche Einrichtungen eignen sich besonders für kleinere Laboratorien. Der Trockenschrank muss natürlich an seiner tiefsten Stelle eine Vorrichtung zum Ablassen des condensirten Wassers haben. *Fig. 1* zeigt einen derartigen Apparat, wie deren mehrere ausgestellt waren.

A Destillirblase, *B* Helm, *C* Schlangenhöhre, *D* Dampfrohren, *K* Kühlfass, *S* Trockenschrank, *m* Ablaufhahn für condensirtes Wasser im Trockenschrank.

In vielen Fällen handelt es sich bei Destillationen und Extraktionen darum, den Dampf bei 100 Grad Celsius einwirken zu lassen.

Fig. 1.

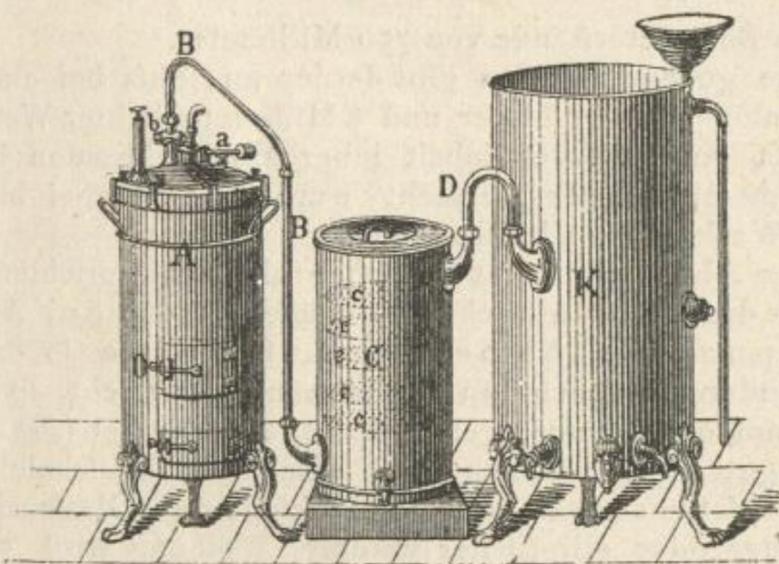


Man erreicht dies durch die Destillation mittelst gespannter Dämpfe, welche bei ihrer Wirkung auf die abzudestillirende Substanz zwar ihre Spannung verlieren, aber hiebei doch eine Temperatur von 100 Grad Celsius besitzen, sobald sie zur Wirkung kommen.

Die Einrichtung dieser Apparate besteht in einem Dampferzeuger nach Art des Papin'schen Topfes mit Sicherheitsventil und Thermometer. Wenn der Dampf in diesem Theile des Apparates die nöthige Spannung bis zu 1 Atmosphäre Ueberdruck entsprechend 120 Grad Celsius besitzt, so öffnet man den Hahn an der Dampfrohre und läßt den überhitzten Dampf in einen cylindrischen Destillirapparat, in welchem das Rohmaterial, dessen flüchtiger Bestandtheil abdestillirt werden soll, auf Sieben ausgebreitet ist. Aus diesem Destillationsapparate münden die Dämpfe sammt dem gewonnenen flüchtigen Producte in das Kühlfafs, worin Dampf und Destillat sich condensiren.

Die Einrichtung eines solchen Apparates erhellt aus Fig. 2. *A* Dampferzeuger, *O* Windofen, *a* Sicherheitsventil, *B* Dampfrohr, *b* Hahn, um den gespannten Dampf durch *B* in den Destillirapparat *C* gelangen zu lassen, *c* Siebe, *D* Dampfrohr, *K* Kühlfafs.

Fig. 2.



Um nun in der Praxis Substanzen im luftverdünnten Raume abzdampfen, was auch in Laboratorien und bei vielen pharmaceutischen Präparaten oft erwünscht ist, so geschieht das bekanntlich in sogenannten Vacuumapparaten. Für kleineren Bedarf wurden dieselben bis jetzt ganz nach dem Principe der Vacuumapparate der Zuckerfabriken ausgeführt; das heißt, das Vacuum wurde mittelst Luftpumpen und Condensation des Wasserdampfes erzeugt, nur waren dem entsprechend auch die Apparate

2*

kleiner; allein trotzdem haben dieselben den großen Uebelstand, daß ihre Anschaffung theuer, daß man ferner eines Motors zum Betriebe der Luftpumpen benöthigt und daß ihre ganze Einrichtung für kleinere Abdampfungen viel zu complicirt ist.

Auf der Ausstellung war ein derartiger Apparat durch die Firma Bitter in Bielefeld ausgestellt, der, was Nettigkeit und Präcision in der Arbeit betrifft, mustergiltig war.

Die früher erwähnte Firma F. Wolf & Söhne kam nun auf die glückliche Idee, die Bunfen-Sprengel'sche Luftpumpe zur Erzeugung des Vacuum bei derlei Abdampfapparaten zu verwerthen. Diese Firma hatte einen Apparat nach diesem Systeme ausgestellt, dessen Abdampfschale 200 Liter Fassungsraum hatte und der sich vollkommen bewährte. Die Firma F. Wolf & Söhne änderte die Wasser-Luftpumpe in der Art ab, daß der Wasserstrahl durch eine enge Röhre nach Art des Giffard-Apparates in die Fallröhre gelangt und senkrecht darauf in das weitere Luftrohr mündet, aus welchem durch das fallende Wasser die Luft angefaugt wird. An diesem Luftrohre wurde ein nach aufwärts sich öffnendes Ventil angebracht in der Art, daß die Luft durch die Röhre ungehindert passirt, aber, sobald Wasser in die Luft-Zuführungsröhre gelangt, das Ventil sich schließt. An dieser Pumpe ist ein Quecksilbermanometer angebracht, welches neben der Verdünnung auch die Temperatur anzeigt, welche bei dieser Verdünnung im Abdampfraume herrscht.

Fig. 3.

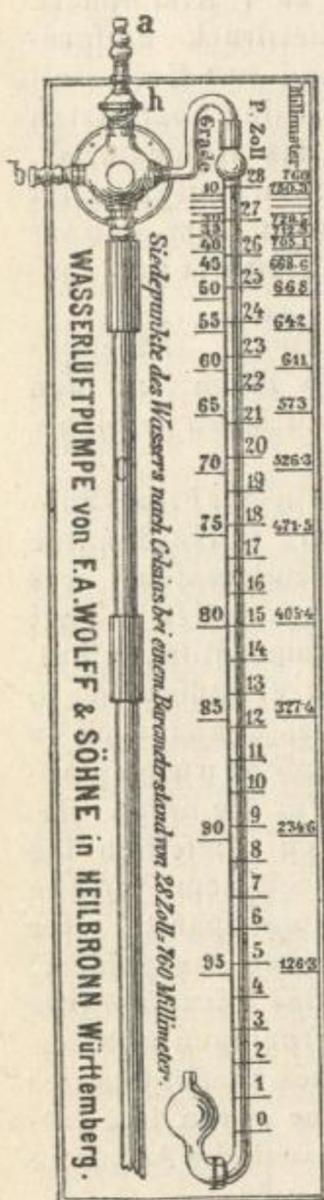


Fig. 3 zeigt die nähere Einrichtung dieser Pumpe, a das Rohr für das einströmende Wasser mit dem Hahne h, der den Wasserzufluß genau zu reguliren gestattet, b das Luftrohr, welches durch einen starken Gummischlauch mit der Abdampfschale in der gehörigen Weise verbunden ist, c die Fallröhre, die bei 8 Millimeter lichter Weite bei

3	Meter Länge eine Luftleere von	130	Millimeter gibt
4	" " " " " "	200	" "
5	" " " " " "	280	" "
6	" " " " " "	320	" "
7	" " " " " "	400	" "
8	" " " " " "	471	" "
9	" " " " " "	526	" "
10	" " " " " "	580	" "
11	" " " " " "	642	" "
12	" " " " " "	705	" "
13	" " " " " "	715	" "
14	" " " " " "	728	" "

bei einem Barometerstande von 750 Millimeter.

Die genannte Firma gibt ferner an, daß bei einer Fallröhrenhöhe von 14 Meter und 8 Millimeter lichter Weite ein Gefäß von 10 Liter Inhalt innerhalb 10 Minuten bis 573 Millimeter luftleer gemacht wurde und hiebei bloß 10 Liter Wasser die Fallröhre passiren.

Der Abdampfapparat selbst hat folgende Einrichtung, wobei wir drei Fälle unterscheiden müssen: 1. Ist der Abdampfapparat nahe bei der Luftpumpe, so daß ein Verbindungsschlauch von 2 Fufs Länge hinreicht, so ist die Abdampfvorrichtung folgendermassen eingerichtet. (Fig. 4.) Auf den gut abgeschliffenen Rand einer Abdampfschale A (starke Kupferschale, verzinnete Kupferschale oder Glaschale) von runder oder elliptischer unterer Wölbung wird ein dicker Kautschukring B genau aufgepaßt und auf denselben

ein gläserner Deckel *C*, in der Form, wie die Figur zeigt, gedrückt. Mit *D* wird die Luftpumpe verbunden. Dieser Abdampfapparat läßt an Einfachheit nichts zu wünschen übrig. Nach der Angabe von F. Wolf & Söhne soll ein Springen dieser Glasdeckel weder durch Druck, noch durch Temperaturerhöhung zu befürchten sein. Dieser Glasdeckel gestattet ein genaues Beobachten der abzdampfenden Substanz, was ein großer Vorzug ist.

2. Ist nun die Luftpumpe von der Abdampfschale weiter entfernt, so daß die Dämpfe in der langen Leitung sich condensiren, wodurch ein Zurückfließen des condensirten Wassers in die Abdampfschale stattfindet, so wird zwischen die Abdampfschale und den Deckel ein kurzer Metallcylinder *a* (*Fig. 5*) eingeschaltet, der an seiner inneren Seite einen Metallstreifen *l* an der unteren Basis des Cylinders in der Art angelöthet enthält, daß er eine nach oben offene Rinne bildet,

Fig. 4.

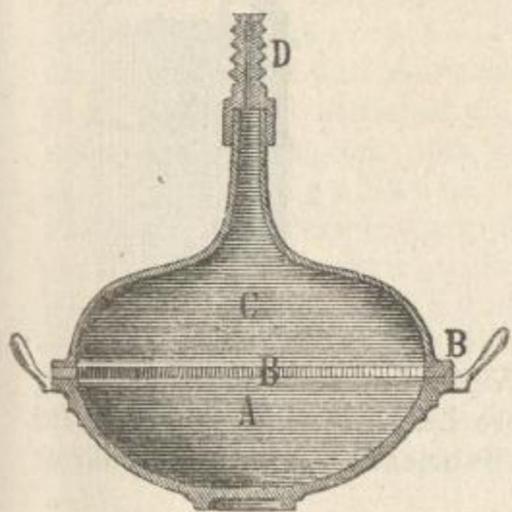
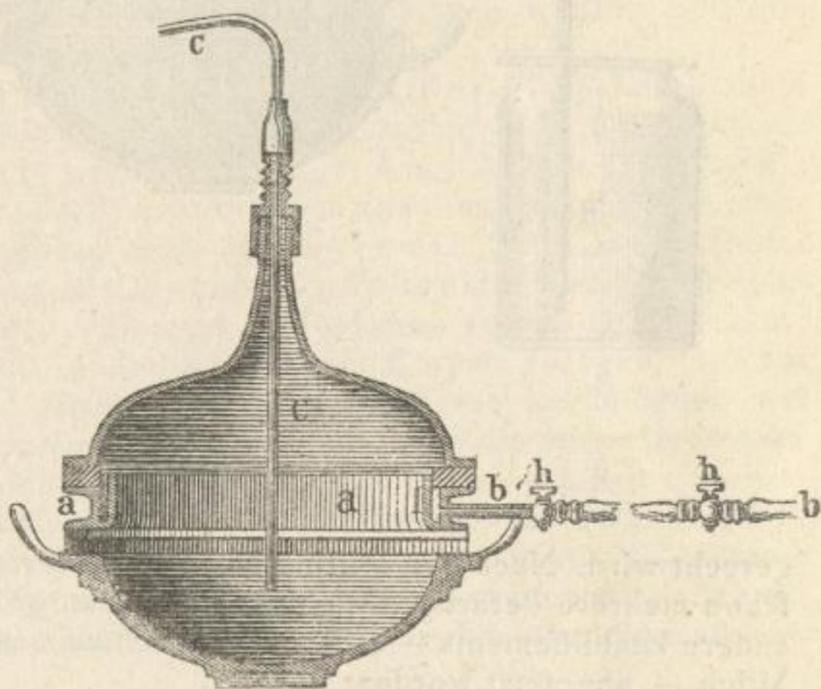


Fig. 5.



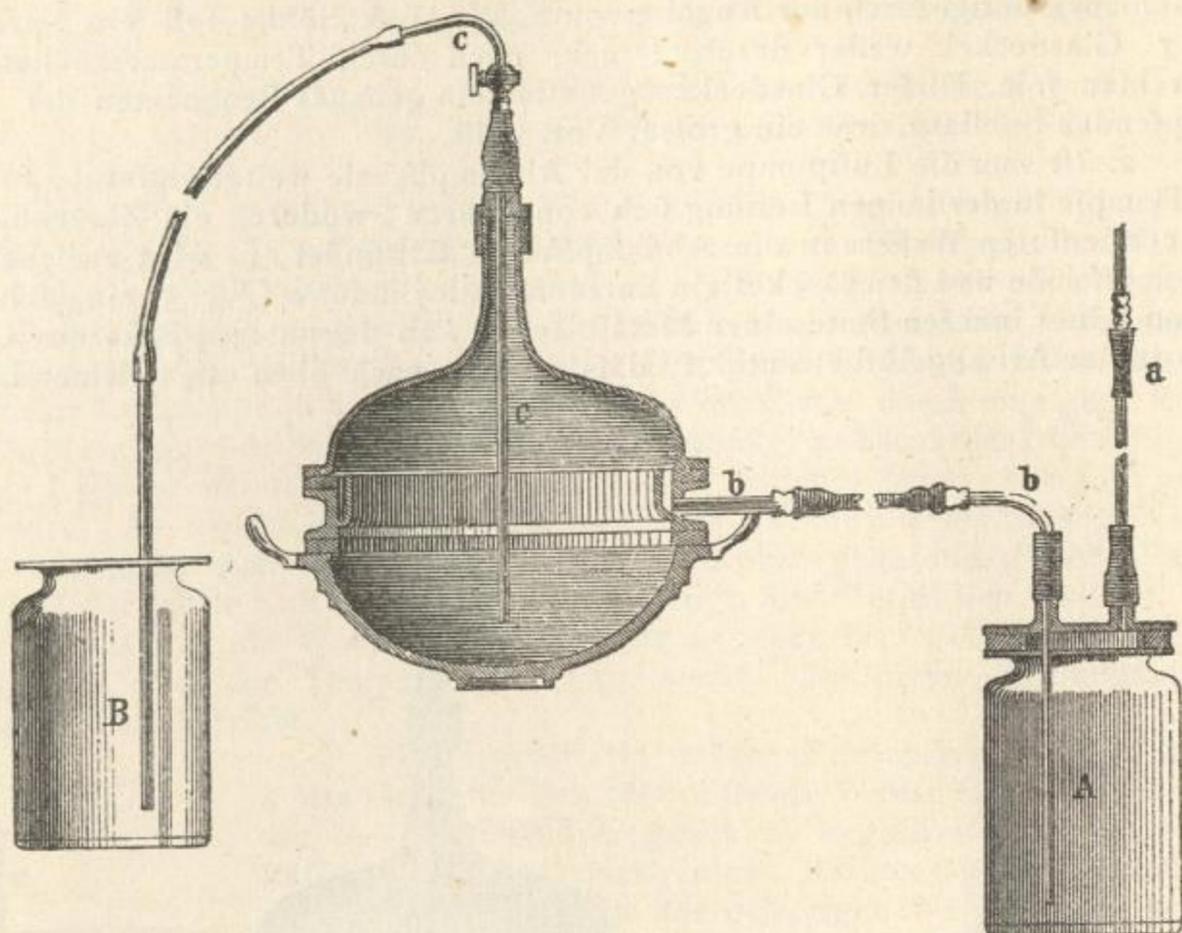
die rings um die Abdampfschale läuft und verhindert, daß die condensirte Flüssigkeit in die Abdampfschale zurückfließen kann. Die Röhre *b* mit den zwei Hähnen *h* dient zum Ablassen dieser Flüssigkeit von Zeit zu Zeit, ohne daß das Vacuum aufgehoben wird. Natürlich sind bei dieser Anordnung des Apparates zwei Kautschukringe nöthig. Die Luftleere wirkt hier ferner durch die Röhre *c* nahe über der Flüssigkeitsschicht in der Abdampfschale.

3. Wird dieser Abdampfapparat als gleichzeitiger Destillirapparat für Destillationen im luftverdünnten Raume benützt, so bekommt derselbe folgende Einrichtung:

Die Adjustirung der Abdampfschale ist dieselbe, wie früher angegeben wurde. Der Unterschied zwischen der vorigen Anordnung und dieser (*Fig. 6*), liegt darin, daß die Luftpumpe mit der Vorlage *A* durch die Röhre *a* in Verbindung steht und hier ein Vacuum erzeugt, das sich durch die Röhre *b* dem Abdampfraume mittheilt. Durch diese Röhre *b* gelangt gleichzeitig das Destillat in die Vorlage *A*. Dieselbe ist ein starkes Glas, auf welches ein Zinndeckel mittelst eines Kautschukringes luftdicht paßt. Der Deckel *C* der Abdampfschale hat an seinem oberen Ende eine Röhre *c* eingeschraubt, die mit einem Hahne verschließbar ist. Durch diese Röhre und das Vorrathsgefäß *B* wird die Füllung der Abdampfschale bewerkstelligt.

Aus diesen kurzen Mittheilungen erhellt die Wichtigkeit und Einfachheit dieses Apparates, der einem viel gewünschten Bedürfnisse auf eine sinnreiche Art

Fig. 6.



gerecht wird. Nach den Mittheilungen des Herrn Wolt sind seit der Ausstellung schon mehrere derartige Apparate sowohl an grössere Laboratorien, als auch für andere Etablissements — z. B. in die Schweiz zur Fabrication von condensirter Milch — abgesetzt worden.

Diese kurzen Notizen mögen genügen, um eine Idee zu bekommen von der Art und dem jetzigen Stande der Fabrication der Abdampf- und Destillirapparate für Laboratorien und pharmaceutische Zwecke. Es muß hier bemerkt werden, daß dieser Fabricationszweig rüstig vorwärts schreitet.

Eismaschinen.

Bei wenig Fabricationszweigen erkennt man das Streben des Menschen, gewisse Naturerscheinungen, die an bestimmte Zeiten und Orte gebunden sind, künstlich herbeizuführen, und sich dieselben allerorts und zu beliebigen Zeiten nutzbar zu machen, so deutlich, als bei dem der künstlichen Eiszeugung. Für Bierbrauereien, für Conditoreien, für Haushaltungen, für medicinische Zwecke u. f. w. trat zuerst die Frage der Eisconservirung und endlich die der künstlichen Eiszeugung in den Vordergrund.

Seit der Pariser Ausstellung im Jahre 1867, auf welcher der intermittirende Ammoniak-Eisapparat von Carré, dann die continuirlich wirkende Carré'sche Ammoniak-Eismaschine und der Luftpumpen-Eisapparat von Edmund Carré vertreten waren, und über welche K. Swoboda in seinem Buche: „Die Eisapparate der Neuzeit“, Weimar 1868, Bernhard Fr. Voigt, ausführlich berichtet, wurden mehrere Patente auf Verbesserungen der erwähnten und auf Herstellung neuer Eismaschinen genommen.

Die große Zahl der construirten und ausgeführten Eismaschinen kann man in zwei Gruppen bringen:

1. In jene, bei welchen eine Flüssigkeit in einem geschlossenen Apparate zum raschen Verdampfen gebracht wird, wodurch dieselbe Wärme bindet, da bei dem Uebergange vom flüssigen in den gasförmigen Zustand eine Arbeit geleistet werden muß, indem ein Widerstand überwunden wird. Diese Arbeitsleistung wird durch die Wärme erzeugt. Diese Wärme wird der Umgebung entzogen; in diesem Falle einer Salzlösung, welche bis auf -10 bis -15 Grad Celsius abgekühlt werden kann, ohne zu gefrieren. In diese gekühlte Flüssigkeit werden die sogenannten Gefriergefäße, mit Wasser gefüllt, gebracht und so das Wasser in Eis verwandelt. Indem nun die verdampfte Flüssigkeit in ihrem weiteren Gange durch den Apparat wieder condensirt oder vom Wasser absorbirt wird (wie Ammoniakgas), um den Kreislauf von Neuem zu beginnen, nennt man solche Maschinen *continuirlich wirkende* zum Unterschiede von den *intermittirenden*, ursprünglichen Carré'schen Eismaschinen, die nur mehr in Laboratorien verwendet werden.

Es sollen hier kurz die verschiedenen Flüssigkeiten erwähnt werden, die in Folge ihrer Flüchtigkeit zur Eisfabrication vorgeschlagen wurden und zum Theile auch wirklich angewendet werden.

Aethyläther (Harrison's Patent); Methyläther (Tellier); diese Flüssigkeit siedet schon bei 21 Grad Celsius und ist mithin weit flüchtiger als Aethyläther, dessen Siedepunkt bei 35 Grad Celsius liegt; Amyläther (Menard); Ammoniak (Carré). Tellier, Budin und Husmann beanspruchen ebenfalls die Priorität für den Ammoniak-Eisapparat. Methylamin (Tellier). Dieses ist in Wasser viel löslicher als Ammoniak; während 1 Volumtheil Wasser 670 Volumina Ammoniak löst, löst es 1070 Volumina Methylamin bei 12 Grad Celsius; auch schweflige Säure wurde in den Kreis jener Körper gezogen, die zur Eisfabrication verwendbar sind; dieselbe bedarf nämlich zur Verflüssigung nur der Hälfte des Druckes als das Ammoniakgas, dafür ist aber die schweflige Säure schwerer in Wasser löslich und greift die Metalle an; Koehler ließ sich eine Eismaschine patentiren, in welcher die Kälte durch Verdunsten von Chloräthyl, das schon bei 12 Grad Celsius siedet, erzeugt wird; endlich wurde von Ed. Carré die rasche Verdunstung des Wassers unter Mitwirkung von concentrirter Schwefelsäure zur Eiszeugung benützt und auf dieses Princip hin eine Eismaschine gebaut.

Auch die flüchtigeren Destillationsproducte des Petroleum kamen unter verschiedenen Namen zur Eiszeugung in Verwendung. Von all' diesen Flüssigkeiten kommt nur das Ammoniak in Betracht zu ziehen, in solange es nicht gelingt, alle die vorgeschlagenen und theoretisch günstiger wirkenden Substanzen leicht und in größerer Menge billig darzustellen.

In die zweite Gruppe gehören jene Eismaschinen, bei denen ein Gas: atmosphärische Luft, Kohlenäure, Wasserstoffgas u. s. w. durch eine Pumpe stark comprimirt wird. Hierbei wird ein bestimmtes Wärmequantum frei.

Dieser comprimirten Luft wird nun durch Wasserkühlung die freigeordnete Wärme entzogen, und dieselbe so auf die gewöhnliche Temperatur von 7 bis 12 Grad Celsius gebracht. Diese gekühlte, comprimirt Luft wird hierauf zur raschen Expansion durch dieselbe Pumpe gezwungen, welche sie früher comprimirt. Zu dieser Ausdehnung nun bedarf die Luft Wärme und gerade so viel, als sie früher bei der Compression freigab. Diese Wärme wird wieder, wie früher, einer Salzlösung entnommen, in welcher dann das Wasser in den Gefrierapparaten zu Eis wird.

Die erste nach diesem Principe construirte Eismaschine war die von Kirk, hierauf folgte die von Windhausen und die neuesten sind die von Mignot und von Giffard & Armegeaud.

Auf der Ausstellung waren von diesen verschiedenen Maschinen die *continuirlich wirkende Carré'sche Ammoniak-Eismaschine* von den

zwei deutschen Firmen: Actiengesellschaft für Fabrication von Eismaschinen, Mineralwasser und sonstigen technischen Apparaten (vormals Oscar Kropf & Comp. zu Nordhausen) und Vaas & Littmann in Halle an der Saale; erner war ausgestellt eine Aether-Eismaschine (durch die Firma Siebe & West, Mason Street, Lambeth, London).

Die Carré'sche Ammoniak-Eismaschine hat bis jetzt sich am meisten Bahn gebrochen und findet in ausgedehnterem Masse Anwendung. Wesentliche Neuerungen in der Construction wurden an derselben seit der Pariser Ausstellung nicht vorgenommen.

Die Firma Vaas & Littmann, die seit fünf Jahren besteht und gegen 90 Arbeiter beschäftigt, erzeugte in diesem Zeitraume 34 Eismaschinen von einer Leistungsfähigkeit von 50 bis 1000 Pfund Eis in der Stunde.

Die genannte Firma verwendet statt der bisher gebräuchlichen genieteten Verdampfkeffel geschweißte Kessel, die gefahrlos eine Spannung von 16 bis 20 Atmosphären aushalten und nicht so leicht rinnen wie die genieteten.

Jede Röhre besitzt ferner einen sorgfältig gearbeiteten Hahn, so das man in der Lage ist, bei nothwendigen Reparaturen nicht die ganze Maschine in Unthätigkeit versetzen zu müssen, sondern in vielen Fällen durch die entsprechende Hahnstellung abgeholfen werden kann. Vaas und Littmann verwenden bei ihren grösseren Eismaschinen zwei, ja drei Gefrierer, in der Art, das die das flüssige Ammoniak führende Röhre in zwei, respective drei Zweigröhren sich theilt, deren jede durch einen Hahn geschlossen oder geöffnet werden kann. Um die in den Gefriergefäßen befindliche Chlorcalciumlösung gleichmäfsig abzukühlen, befindet sich in denselben ein Rührwerk, aus einem kleinen Flügelrade bestehend.

Die Maschinen von Vaas & Littmann liefern Eisplatten von 80 Millimeter Stärke, 185 Millimeter Breite und 750 Millimeter Länge und einem Gewichte von 20 Zollpfund.

Die Preise und Leistungsfähigkeit der continuirlichen Carré'schen Ammoniak-Eismaschine stellen sich nach den Mittheilungen der Firma Vaas und Littmann wie folgt:

Leistungsfähigkeit per Stunde in Zollpfunden	50	100	200	400	1000
Preis der Maschine inclusive Ammoniaklösung und Chlorcalcium in Thälern per Centner	1600	2600	4300	6400	10000
Erforderliches Kühlwasser bei 14 Grad Celsius per Stunde in Litern	750	1500	3000	6000	15000
Verbrauch an Steinkohle per Stunde in Pfunden	8	10	18	30	60
Zur Bedienung der Maschine erforderliche Arbeiter	2	2	2	3	4
Erforderliche Betriebskraft für die Eismaschine und Wasserpumpe in Pferdekräften	0	0	2	3	4
Beiläufiges Gewicht der Maschine in Centnern	75	120	200	310	480

Der tägliche Bedarf an Kohle, Ammoniakflüssigkeit und Chlorcalcium ist für diese Eismaschine von verschiedener Leistungsfähigkeit folgender:

	Kohle	Ammoniak- lösung	Chlor- calcium
	P f u n d		
Eismaschine von 50 Pfund stündlicher Leistung	150	1	1
" " 100 " " "	300	1 1/2	2
" " 200 " " "	600	3 1/3	3
" " 400 " " "	1800	10	4
" " 1000 " " "	2400	15	8

Berücksichtigt man alle einschlägigen Factoren, so stellt sich 1 Centner Eis je nach der verschiedenen Leistungsfähigkeit der Maschinen, wie folgt:

Bei einer Leistungsfähigkeit der Maschine von

50 Pfund in der Stunde, kostet 1 Centner Eis 11 Silbergröfchen 10 Pfennig,					
100 " " " " " 1 " " 7 " 1 "					
200 " " " " " 1 " " 5 " 9 "					
400 " " " " " 1 " " 4 " 6 "					
1000 " " " " " 1 " " 3 " — "					

Aus diesen Daten erieht man, dafs die Preise des Eises bei gröfserer Leistung der Maschine niedriger zu stehen kommen.

Nach der Angabe der Firma „Actiengesellschaft für Fabrication von Eismaschinen etc.“ (vormals Oscar Kropf), deren Maschinen im Wesentlichen denen der früheren Firma gleichen, und welche am frühesten die Eismaschinen in Deutschland fabricirte, stellen sich die Preisverhältnisse und Leistungsfähigkeit der Eismaschinen folgendermaßen:

Leistungsfähigkeit per Stunde in Pfunden	15	50	100	200	500	1000
Preis der Maschine in Thalern	750	1500	2400	4000	6000	10000
Kühlwasser von 12 Grad Celsius per Stunde in Liter	350	750	1500	3000	6000	12000
Verbrauch an Steinkohle per Stunde in Pfunden	4	8	10	18	40	70
Erforderliche Arbeiter zur Bedienung	2	2	2	2	3	3
Beiläufiges Gewicht der Maschine sammt Verpackung in Centnern	40	75	120	200	310	450
Menge der Ammoniaklösung zur ersten Füllung in Centnern	2	3	5	10	25	45
Menge der Chlorcalciumlösung zur ersten Füllung in Centnern	2	3	5	10	25	50

Nach den Angaben von Oscar Kropf findet bei einer Maschine, die täglich 40 Centner Eis erzeugt, ein Ammoniakverlust von 2 Pfund täglich statt.

Vaas & Littmann geben, bei einer Production von 12 Centner Eis täglich, einen Ammoniakverlust in der Höhe von 1/2 Pfund täglich an. Man kann ferner nach den Angaben der genannten Firma annehmen, dafs für 2 Pfund erzeugtes Eis circa 1 Pfund Kühlwasser von 14 Grad Celsius erforderlich ist, welches Kühl-

wasser durchschnittlich mit 22 Grad Celsius abfließt; es darf die Temperatur von 30 Grad Celsius nie erreichen, da sonst in Folge ungenügender Condensation des Ammoniaks der Druck im Kessel weit über 10 Atmosphären steigen würde.

Was nun die Frage betreffs des Nutzeffectes der continuirlichen Ammoniak-Eismaschinen anbetrifft, so liegt darüber eine interessante Arbeit von Professor Pouillet* vor. Dieselbe läßt sich kurz in Folgendem resumiren:

1 Kilogramm Wasser von gewöhnlicher Temperatur (10 bis 14 Grad Celsius) muß 100 Calorien verlieren (Bruhn nimmt 100 Calorien auf $\frac{1}{2}$ Kilo Wasser an), um sich in Eis zu verwandeln. Pouillet macht hier darauf aufmerksam, daß man bei der Festsetzung der Leistung einer Eismaschine nach der Anzahl der stündlich einem Körper entzogenen Calorien nicht die Intensität der erzeugten Kälte übersehen darf, indem es nämlich durchaus nicht gleichbedeutend ist, ob ein Körper von 10 Grad auf 0 Grad, also um 10 Grad Celsius oder von -20 auf -30 Grad Celsius, also wieder um 10 Grad Celsius abgekühlt werde. Es gehört mithin zur Schätzung der Leistung einer Eismaschine sowohl die Angabe der stündlich entzogenen Calorien, als auch die Kenntniss der Temperaturgrenzen, zwischen welchen die Abkühlung stattfindet.

Auf dieses Moment legte Bruhn** in seiner Arbeit über die Maximalleistung einer Windhaufen'schen Luft-Eismaschine keinen Werth und doch gilt auch hier das von Pouillet angegebene Moment betreffs der Intensität der erzeugten Kälte; wie auch C. Linde*** in einer interessanten Arbeit gegen Bruhn treffend durch das Gleichniß darthut:

„So wenig die Frage beantwortbar ist, welches Gewicht durch eine gegebene Arbeitsgröße gehoben werden könne, wenn die Förderhöhe nicht angegeben ist, ebenso entschieden läßt sich die angeführte Frage (wie viel Kälte kann durch eine gegebene mechanische Arbeitsgröße im Maximum erzeugt werden?) nicht beantworten, ohne daß die Temperaturhöhen gegeben sind, bei welchen das Wärmegewicht dem abzukühlenden Körper entzogen werden soll.“

Nehmen wir nun mit Pouillet eine Leistung der Ammoniak-Eismaschine von 100.000 Calorien in der Stunde an, so müssen im Gefrierer der Eismaschine 200 Kilogramme Ammoniak in der Stunde verdampfen, da die latente Wärme des Ammoniak nach Favre und Silbermann 500 Calorien beträgt. Da nun dieselbe Menge Ammoniak in derselben Zeit im Condensator verdichtet und dieselbe Menge im Absorptionsgefäße von der erschöpften und abgekühlten Kessel-Flüssigkeit absorbiert werden muß, welche beide Vorgänge offenbar unter Wärmeabgabe, und zwar in jedem Falle 100.000 Calorien, stattfinden, so muß dieses Wärmequantum von 200.000 Calorien durch Kühlwasser aus jedem der erwähnten Theile der Eismaschine entzogen werden. Nehmen wir nun an, das Kühlwasser befüße eine Temperatur von 12° Celsius und es dürfte nur um 10° Celsius seine Temperatur erhöht werden, so erhellt, daß man stündlich bei der angenommenen Leistung der Maschine 20.000 Kilogramm Kühlwasser benöthigt, wovon 10.000 Kilo auf den Kühler und 10.000 Kilo auf die Absorptionsvase kommen.

Der Brennmaterial-Verbrauch muß mithin auch in der Stunde 100.000 Calorien äquivalent sein, abgesehen von anderweitigen Verlusten an Wärme.

Der Kessel und der Gefrierer entziehen mithin Wärme; der Kessel dem Brennmaterial (dem Ofen), der Gefrierer der umgebenden Salzlösung, da beide durch Verdampfung wirken; hingegen wird im Condensator und im Absorbirer Wärme frei, da beide auf das Gas verdichtend wirken, und diese Wärme muß durch Kühlwasser weggeschafft werden.

* Bulletin de la Société d'Encouragement: Jänner 1863, Seite 32 und Dingler's polyt. Journal, Band, 168 Seite 171.

** Dingler's polytechnisches Journal CXC VII, Seite 20; Wagner's Jahresbericht 1870, pag. 595.

*** Baierisches Industrie- und Gewerbeblatt 1870, pag. 207, 321 und 363; Wagner's Jahresbericht 1870, Seite 596.

Nach den Angaben Davy's und Carré's absorbirt 1 Kilo erschöpfter und gekühlter Kesselflüssigkeit, wie selbe in dem Absorptionsgefäße ankommt, 50 Gramme Ammoniak und wird hiedurch wieder zu einer starken tauglichen Ammoniaklösung, die zum Kessel zurückgelangt. Da nun in unserem Falle stündlich 200 Kilo Ammoniakdampf im Eiszeuger (Gefrierer) entstehen, welche durch Absorption weggeschafft werden müssen, so benöthigt man hiezu $\frac{200000}{50} = 4000$ Kilogramm erschöpfter Kesselflüssigkeit, die von 130 Grad Celsius (Kesseltemperatur) zuvor auf 20 bis 25 Grad Celsius abgekühlt werden muß.

Hiedurch entstehen mithin 4200 Kilogramm Ammoniaklösung. Soll nun dieses Gewicht Flüssigkeit in den Kessel, der 10 Atmosphären oder 100 Kilogramm-Meter Spannung besitzt, gepresst werden, so ist hiezu ein Kraftaufwand von 420.000 Kilogramm-Meter oder etwa zwei Pferdekkräfte nöthig, die günstigsten Voraussetzungen angenommen.

Aus dieser Darstellung ersieht man, daß die Leistungsfähigkeit einer derartigen Maschine von der Menge der im Eiszeuger verdampfenden Ammoniakflüssigkeit abhängt. Diese aber ist bedingt durch die raschere oder langsamere Absorption des verdampften Ammoniak in dem Absorptionsgefäße. Alles, was daher diese Absorption erhöht, begünstigt die Leistungsfähigkeit der Maschine. Am geeignetsten für die Absorption wären die beiden Substanzen Wasser und Ammoniakgas, wenn ersteres ammoniak- und letzteres wasserfrei wäre. Das ist aber bei der gewöhnlichen Carré'schen Eismaschine nicht der Fall; denn nach den Angaben Reece's soll die in den Gefrierer gelangende Flüssigkeit aus 25 Percent Wasser und 75 Percent Ammoniak bestehen.

Um nun diesen einen Uebelstand zu beheben, construirten Reece* und Mont & Nicolle** Ammoniak-Eismaschinen und ließen sich dieselben patentiren.

Die Maschine Reece's will den erwähnten Zweck in der Art erreichen, daß man in den Kessel eine verdünnte Ammoniaklösung bringt und dieselbe unter einem Drucke von 10 Atmosphären verdampft, während man eine concentrirte Ammoniaklösung über viele in einem hohen schmalen Cylinder senkrecht über einander stehende Schalen den gespannten Dämpfen entgegenfließen läßt. Hiedurch wird das Ammoniakgas frei, während der Wasserdampf zum größten Theile condensirt wird. Dieser Apparat wird daher Analyfator genannt. Die noch mit Wasserdampf gemengten Ammoniakdämpfe gelangen hieraus in ein senkrecht stehendes Röhrensystem, das gekühlt wird; hiedurch wird der Rest des Wasserdampfes condensirt und fließt in den Kessel zurück. Dieser Theil des Apparates heißt Rectificator. Das Ammoniakgas wird hierauf condensirt, verdampft, wieder absorbirt und gelangt abermals in Form einer concentrirten Lösung in den Analyfator.

Nach Reece kann man mit einer Tonne Steinkohle 5 bis 8 Tonnen Ammoniak überdestilliren und flüssig machen. Mittelft einer Tonne wasserfreien flüssigen Ammoniaks kann man vier Tonnen Eis aus Wasser von $26\frac{2}{3}$ Grad Celsius bereiten.

Mont & Nicolle erzeugen mittelst einer Pumpe im Eiszeuger eine Luftverdünnung, in Folge dessen aus einer auf einem cascadenartigen Schalen-systeme vertheilten concentrirten kalten Ammoniaklösung das Ammoniak frei wird und hiebei Wärme bindet, welche dem Gefäße, respective dem zu gefrierenden Wasser entzogen wird, welches in einem durch die Mitte der Schalen gehenden Cylinder sich befindet. Die früher erwähnte Pumpe saugt nun aus dem Gefrierer gleichzeitig das verdampfte Ammoniak (vom oberen Theile des Gefrierers) und die erschöpfte Ammoniaklösung, welche aus dem unteren Theile des Gefrierers in eine Schlangenhöhre fließt, die sich in einem geschlossenen Gefäße befindet, in

* Moniteur scientif. 1869, pag. 484. Dingler's polytechnisches Journal CXCIV, pag. 40.

** Mechan. Magazine 1870, March, pag. 169. Polytechnisches Centralblatt 1870, pag. 464.

welchem die concentrirte Ammoniakflüssigkeit ist, die hiedurch abgekühlt, bevor sie in den oberen Theil des Gefrierers gepresst wird. Ammoniak und erschöpfte Flüssigkeit kommen also beim Herabgehen des Pumpenkolbens ober dem Kolben an; beim Hinaufgehen des Kolbens öffnet sich das Ventil des Kolbens nach abwärts. Die beiden Körper — Ammoniak und Wasser — gelangen hiedurch unter den Kolben, zum Theile schon verbunden. Beim Niedergange des Kolbens werden Ammoniak und Wasser durch den Druck noch weiter vereinigt, was in einer Schlangenhöhre geschieht, die im Kühlwasser unter der Pumpe liegt und zuletzt in das früher erwähnte Gefäß offen ausmündet, so daß darin die gefättigte Ammoniaklösung angeammelt, gekühlt und hierauf in den Gefrierer gepresst wird.

Die Aether-Eismaschine von Siebe und West repräsentirte die Gattung jener Maschinen, bei denen die Abkühlung durch Verdampfen eines gewöhnlich flüssigen — aber bei niedriger Temperatur siedenden Körpers hervorgebracht wird, so daß diese Art von Maschinen dadurch wirken, daß durch Luftverdünnung mittelst Luftpumpe die erwähnte Flüssigkeit zum raschen Verdampfen kommt, hiedurch Wärme bindet und hierauf durch Druck und Abkühlung wieder flüssige Form annimmt, um von Neuem wieder zu verdunsten und so fort — so lange eine Luftpumpe wirkt.

Die am häufigsten hiezu verwendete Flüssigkeit ist der gewöhnliche Aether, der bei 35 Grad Celsius siedet und dessen latente Wärme beiläufig 90 Calorien beträgt, so daß, wenn z. B. 10 Kilogramm Aether verdampfen, 900 Calorien gebunden werden.

Siebe und West adoptirten das zuerst von Harrison angegebene Princip; und schon auf der Londoner Ausstellung im Jahre 1862 functionirte eine derartige Aether-Eismaschine, die im Wesentlichen dieselbe Einrichtung hatte wie die auf der jüngsten Ausstellung vorhandene:

Eine durch Wasser kühlbare, doppelwirkende Luftpumpe mit starken Kautschukventilen, ein starkes kupfernes Röhrensystem, in welchem der Aether in Folge der Luftverdünnung rasch verdunstet und Wärme entzieht, Aetherkessel genannt, eine Kühlschlange aus dichtem Schmiedeeisen, Condensator genannt, in welchem der Aetherdampf durch Druck der Pumpe und Abkühlung wieder verflüssigt wird, sind die drei Hauptbestandtheile dieser Art von Eismaschinen. Dieser sogenannte Aetherkessel ist außen von schlechten Wärmeleitern umgeben und wirkt abkühlend auf einen Salz-Wasserstrom, der in einem geschlossenen Röhrensysteme neben dem verdampfenden Aether kreift und der als eigentlicher Uebertrager der Kälte auf die Gefriergefäße, die in einem in Fächer getheilten Gefrierkasten sich befinden, zu betrachten ist. Die Bewegung dieses in geschlossenen Röhren kreifenden Salz-Wasserstromes regelt eine kleine Pumpe in der Art, daß die im Aetherkessel gekühlte Salzlösung in den Gefrierer gelangt, hier die aus Zinkblech gefertigten Gefrierzellen eng umkreift und hierauf von der Pumpe wieder in den Aetherkessel getrieben wird, um dort abermals gekühlt zu werden. Auf dem Wege zum Aetherkessel passirt die noch kalte Lösung den Condensator, um hier abkühlend auf den verdichteten Aether zu wirken.

Aether und Salzwasser machen daher jedes für sich in geschlossenen Röhrensystemen einen immerwährenden Kreislauf, der durch mechanische Kraft ermöglicht wird.

Nach den Angaben von Siebe und West soll so gut wie kein Aetherverlust bei ihren neuen Maschinen stattfinden, während Dr. R. Schmidt* in einem Berichte über Siebe's Aether-Eismaschinen angibt, daß bei einer Leistungsfähigkeit der Maschine von 20 Centner Eis täglich der Verlust an Aether ein Pfund beträgt. Eine derartige Maschine mit einer Leistung von 100 Centner Eis in 24 Stunden benöthigt zu ihrem Betriebe eine Dampfmaschine von 24 effectiven Pferdekräften, also jedenfalls eine tüchtige Arbeitsleistung.

* Dingler's polyt. Journal. CLXVIII. Pag. 434.

Siebe und West geben an, daß 10 bis 30 Pfund Eis, mit ihrer Maschine erzeugt, auf nur ein Penny, also beiläufig 5 kr. zu stehen kommen; ferner soll 1 Pfund Kohle 3 bis 10 Pfund Eis produciren. Der beigegebene Holz-

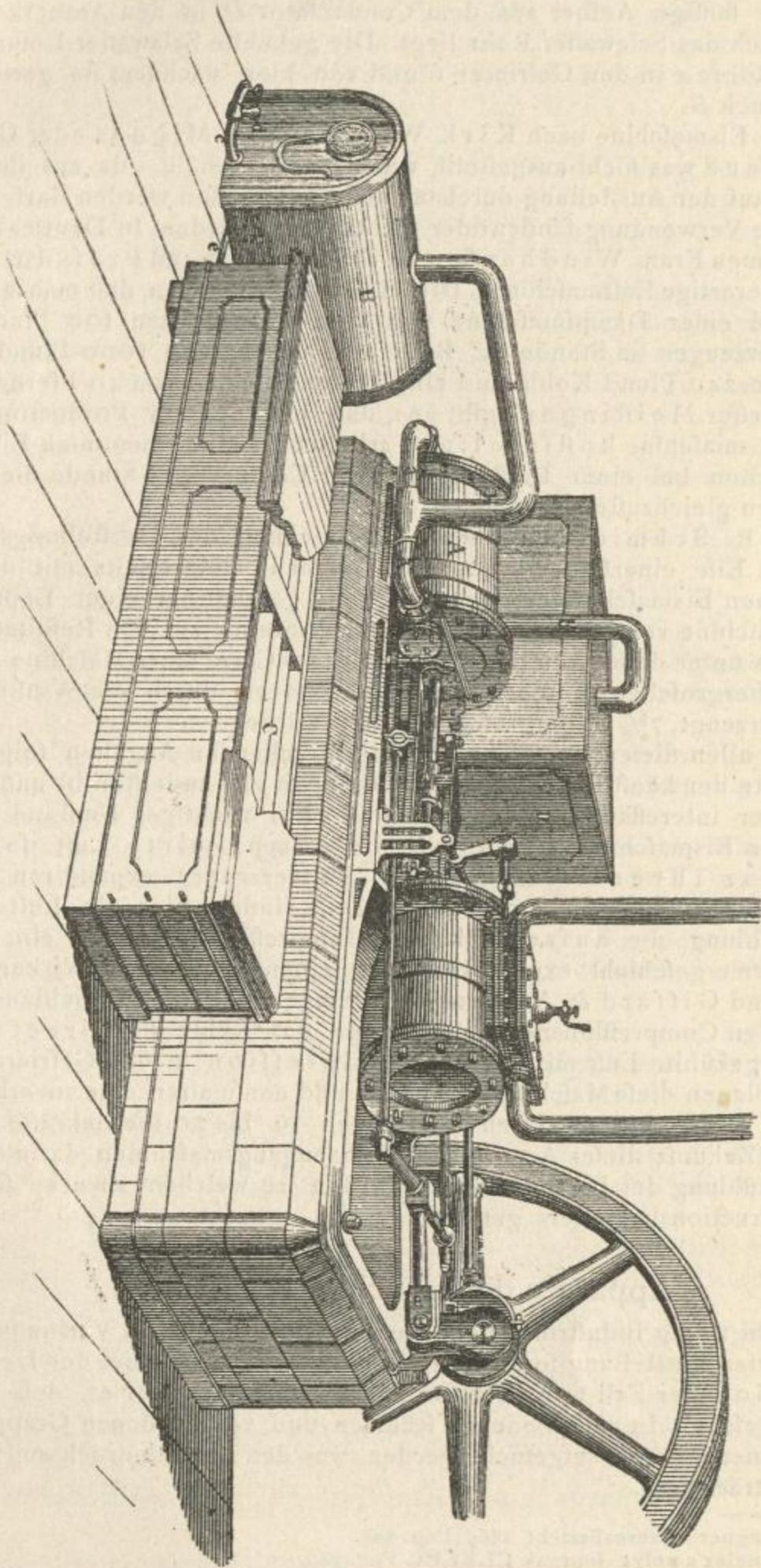


Fig. 1.

schnitt *Fig. 1* soll die Anwendung dieser Aether-Eismaschine veranschaulichen. *A* ist die doppelwirkende Luftpumpe, die durch die Röhren *a* mit dem Aetherkessel *B* in Verbindung steht. Durch die Röhren *b* wird der Aetherdampf von der Luftpumpe nach dem Condensator *D* gedrückt. Durch die Röhre *c* und den Hahn *d* gelangt der flüssige Aether aus dem Condensator *D* in den Aetherkessel *B*, in welchem auch das Salzwasser-Rohr liegt. Die gekühlte Salzwasser-Lösung kommt durch die Röhre *e* in den Gefrierer *C* und von hier, nachdem sie gewirkt, durch *D* wieder nach *B*.

Eine Eismaschine nach Kirk, Windhausen, Mignot oder Giffard & Armengaud war nicht ausgestellt, was zu bedauern ist, da aus ihrem Nichterscheinen auf der Ausstellung durchaus nicht geschlossen werden darf, als ob dieselben keine Verwendung fänden oder nicht erzeugt würden. In Deutschland erzeugen die Firmen Franz Windhausen in Braunschweig und Pröfssdorf & Koch in Leipzig derartige Luftmaschinen. Die letztere Firma gibt an, dass man mit 40 Pfund Kohlen und einer Dampfmaschine von vier Pferdekräften 100 Pfund Eis per Stunde zu erzeugen im Stande ist. Bei einer Leistung von 1000 Pfund stündlich braucht man 240 Pfund Kohle und eine Dampfmaschine von 40 Pferdekräften.

Professor Meidinger* gibt an: dass bei niedriger Produktionsfähigkeit eine Luft-Eismaschine kostspieliger arbeitet als eine Ammoniak-Eismaschine; dass aber schon bei einer Leistung von vier Centner per Stunde die Preise des Eises nahezu gleichzustehen kommen.

Dr. R. Schmidt stellt eine Vergleichung der Herstellungskosten von künstlichem Eise, einerseits mit der Carré'schen, andererseits mit der Windhausen'schen Eismaschine erzeugt, auf** und gelangt bei einer Leistungsfähigkeit der Maschine von je 400 Pfund Eis in der Stunde zu dem Resultate, dass ein Centner Eis unter diesen Umständen, mittelst der Carré'schen Maschine hergestellt, auf $5\frac{7}{8}$ Silbergroschen zu stehen käme, während er, durch die Windhausen'sche Maschine erzeugt, $7\frac{5}{8}$ Silbergroschen kosten würde.

Aus allen diesen, zum Theile widersprechenden Angaben folgt, dass auf dem Gebiete der künstlichen Eisfabrication noch viel zu leisten ist und die Arbeiten hierüber interessant und lohnend sind. Ein wichtiger Umstand bei dieser Gattung von Eismaschinen ist der, dass die comprimirt Luft so wenig als möglich vor ihrer Wirkung im Kälteerzeuger expandiren soll, was bei der Windhausen'schen nicht der Fall ist, indem hier die Luft schon bei ihrer Abkühlung, die außerhalb der Compressionspumpe in einem eigenen Röhrensysteme geschieht, expandirt und so einen Theil ihrer Wirkung verliert. Mignot und Giffard & Armengaud umgehen diesen Uebelstand dadurch, dass sie in den Compressionsraum der Pumpe das Kühlwasser direct einspritzen und so die gekühlte Luft mit voller Compression in den Gefrierer bringen. Freilich schlagen diese Maschinen sehr stark und consumiren eine unverhältnissmässig grosse Kraft, bei mittleren Leistungen 16 bis 20 Pferdekräfte. Uebrigens dürfte die Zukunft dieser Art von Kälte-Erzeugungsmaschinen darin liegen, dass sie zur Abkühlung der Luft verwendet werden, zu welchem Zwecke sie vermöge ihrer Construction besonders geeignet sind.

Apparate der Leuchtgasfabrication.

Wohl wenig Industriezweige, die mit der Chemie in Verbindung stehen, waren auf der Ausstellung so ausführlich illustriert, als dies bei der Leuchtgasfabrication der Fall war. Um so bedauerlicher aber war es, dass dies ganz systemlos geschah. In verschiedenen Räumen und verschiedenen Gruppen musste das Zusammengehörige aufgesucht werden, was den Totaleindruck und die Uebersicht beeinträchtigte.

* Wagner's Jahresbericht. 1869. Pag. 508.

** Dingler's polyt. Journal. CLXLIX. Pag. 38.

Die Steinkohlen-Gasfabrication hat in Folge des grofsartigen Aufschwunges, den die Benützung dieses bequemen und billigen Beleuchtungsmateriales genommen hat, schon einen bedeutenden Grad von Vollkommenheit erreicht, was besonders von der Construction und Ausführung der Apparate gilt. Aus diesem Grunde durfte man auf diesem Gebiete nicht grofse Neuerungen erwarten.

Gasretorten verschiedenster Art waren zahlreich ausgestellt.

Die englische Gasgesellschaft hatte sehr schön gearbeitete Retorten und feuerfeste Formsteine ausgestellt, die in dem Erdberger Gaswerk zu Wien gefertigt werden.

Deutschland war durch die Firmen: J. Geith in Coburg, K. Kulnitz in Saarau (Schlesien), Stettiner Chamotte-Fabrik-Actiengesellschaft Didier vormals Kornhardt, ferner durch H. J. Vygen & Comp. in Duisburg am Rhein vertreten.

J. Geith brachte innen glafirte Retorten zur Anschauung. Nach einer Angabe von Gatellier,* der zuerst glafirte Zinkretorten herstellte, wird eine derartige Glasur auf die Art erhalten, dafs man eine mit Gummi arabicum versetzte concentrirte Kochsalzlösung auf die Thonmasse aufstreicht und bei hoher Temperatur aufschmilzt. Es waren von dieser Firma Retorten von 3230 Zollpfund Gewicht ausgestellt.

Vorzüglich gearbeitete Gasretorten brachten die bekannten belgischen Firmen:

Société de produits réfractaires in St. Ghislain und A. de Lattre & Comp. in Seilles.

Hieran reihten sich würdig die französischen Firmen:

Bousquet L. & Comp. in Lyon und die Pariser Gesellschaft für Gasbeleuchtung und Gasheizung, welche beide vorzügliche Chamotte-Gasretorten ausstellten. Die Producte der ersteren Firma besitzen einen wohlbegründeten Ruf.

Aufser den Gasretorten hatte die schon früher erwähnte Firma Didier den fogenannten Kornhardt'schen Dreierofen vollständig ausgeführt, sammt Zeichnungen und Plänen zur Ausstellung gebracht.

Die Actiengesellschaft für Gas- und Heizanlagen in Wien stellte ein äufserst nett und vollständig ausgearbeitetes Modell sammt Plänen einer Gasfabrik aus.

Das Modell repräsentirt eine Anlage für acht Millionen Cubikfufs Leuchtgas per Jahr. Dasselbe enthielt 3 Oefen, 8 Condensationsröhren, 2 Waschgefäfsse, 4 Reiniger, Gasuhr, Regulator und einen Gasometer.

Die Patent Gas Company in London brachte eine Gasanstalt zur Anschauung, welche Leuchtgas nach der Eveleigh'schen Methode darstellen sollte.

Es ist dieses Verfahren die bedeutendste Neuerung, welche in jüngster Zeit auf dem Gebiete der Leuchtgasfabrication in gröfserem Mafsstabe ausgeführt wurde. Das Princip desselben besteht bekanntlich darin, dafs die Kohlen bei niederer Temperatur, schwacher Rothgluth, destillirt werden. Das hiebei entstehende leichte Kohlenöl wird hierauf durch eine zweite Destillation vergast, so dafs gleichzeitig bei regelmäfsigem Betriebe Kohle und leichte Theeröle (von der vorhergehenden Destillation) destillirt und vergast werden.

Betrachtet man diesen Vorgang genauer, so läfst sich nicht läugnen, dafs derselbe den theoretischen Untersuchungen mehr Genüge leistet, als die bisher gebräuchliche Methode der Gaserzeugung bei hoher Temperatur, wobei ja wieder Zersetzung der gebildeten Kohlenwasserstoffe unter Kohlenabscheidung stattfindet. Auch die Leuchtkraft eines bei niederer Temperatur erzeugten Gases mufs gröfser fein, als des bei höherer Temperatur gewonnenen.

* Dingler's Journal, Band 168. Pag. 278.

Bei diesem Verfahren kommt aber der wichtige Factor zu berücksichtigen, daß hiebei kein, oder besser gesagt, sehr wenig Theer als Nebenproduct der Leuchtgasfabrication fällt.

Die Retorten, in denen die Kohlen bei schwacher Rothglühhitze destillirt werden, sind halbkreisförmig, aus Gufseisen und auf die gewöhnliche Art im Ofen angeordnet. Das Abzugsrohr für Gas und Oeldampf ist kurz und gleich am hinteren Ende der Retorte, damit der Oeldampf sich nicht rasch condensiren kann. Diese Abzugsröhren münden in eine Vorlage, worin der Theer sich condensirt und von wo das Gas durch die Reiniger in den Gasometer geht. Auf diesem Wege mengt es sich mit jenem Gase, welches durch Vergasung des früher erhaltenen Kohlenöles erzeugt wird.

Diese Oelvergasung geschieht nun in einem eigenen Apparate, der aus drei Theilen besteht:

Aus dem Verdampfer, das ist einer keffelartigen Retorte, in welche das Kohlenöl (leichter Theer) aus dem Sammelreservoir fließt und den Verdampfer bis zu einer gewissen Höhe füllt.

In diesem Gefäße beginnt bei der niedersten Temperatur des ganzen Apparates, 800 bis 900 Grad Fahrenheit (beiläufig 500 Grad Celsius), die Verdampfung des Oeles. Die Oeldämpfe der leichteren Oele steigen in einem Rohre nach aufwärts in einen der Feuerung näher gelegenen Verdampfapparat, der durch eine Zwischenwand in zwei Abtheilungen getheilt ist und so die Dämpfe zwingt, einen größeren Weg zurückzulegen. Die Temperatur in diesem Raume beträgt 1100 Grad Fahrenheit oder 605 Grad Celsius. Die hier sich bildenden und nicht vergasteten schweren Oele fließen an dem unteren Ende des Apparates durch eine Röhre in den ersten Verdampfer zurück, von wo aus die schweren Oele überhaupt an der tiefsten Stelle abgelassen werden können.

Aus dieser zweiten Abtheilung des Vergasungsapparates streichen die Gase und Dämpfe endlich in den letzten und heißesten Theil, nämlich in einen Cylinder, der mit glühenden Holzkohlen gefüllt ist und von den Feuergasen der Feuerung direct umspült wird.

In diesem Apparate findet die vollständige Vergasung statt und das erzeugte Gas wird unterhalb der auf einer siebartigen Scheidewand liegenden Kohlen durch ein Abzugsrohr in den Condensator geleitet, wo die nicht vergasteten Oeldämpfe zurückgehalten werden und von wo das Gas seiner weiteren Reinigung und Verwendung zugeführt wird. Das condensirte Oel wird abermals in den Destillationsapparat zurückgebracht.

Wir sehen, daß das Theeröl den entgegengesetzten Weg der Feuergase macht.

Daß dieser Apparat complicirt und umständlich bei seiner Ueberwachung ist, geht aus der Beschreibung hervor.

Die Ansichten über die Vortheile und Rentabilität dieser Methode der Leuchtgasfabrication sind noch sehr getheilt. Jedenfalls scheinen die Angaben in dem Prospekte der Aussteller sehr sanguinisch zu sein, und man müßte staunen über das Verkennen des eigenen Vortheiles seitens der Leuchtgasfabriken, wenn sie sich gegen dieses Verfahren ablehnend benähmen, vorausgesetzt, daß die Angaben, die zu Gunsten des Eveleigh'schen Verfahrens gemacht werden, sich in der Praxis bewähren.

Die Herren F. Keates und Professor W. Odling stellten auf Veranlassung der Patent-Gascompany mehrere Versuche im Großen in den Gasanstalten zu Barnet und Peckham, wo diese Methode im Großen geübt wird, an, und gelangten zu folgenden Resultaten*.

Die Quantität und Qualität des bei niedriger Temperatur aus der Gaskohle direct gewonnenen Gases („bei einer bei Tage noch sichtbaren Kirschrothhitze“)

* Journal für Gasbeleuchtung von Dr. N. H. Schilling, 1873, März, S. 85.

ist eine bessere als bei der gewöhnlichen Leuchtgaserzeugung bei hoher Temperatur. Allein entgegen diesen Vortheilen stehen ein größerer Brennmaterial-Verbrauch (ungefähr 33 Percent der der Destillation unterworfenen Kohlenmenge) und ein höherer Arbeitslohn in Folge der länger dauernden Destillation. Das Gas besitzt durchschnittlich eine Lichtstärke von zwanzig Kerzen. Die Coaksausbeute zeigte wenig Differenz gegen die gewöhnliche Methode.

Viel ungünstigere Resultate ergibt die Vergasung des Kohlenöles: 20 Centner (1 Tonne) Oel benötigten zu ihrer Vergasung 19 Centner Coaks und ergaben nur 6267 Cubikfuß Gas von 25 Kerzen Leuchtkraft und 14½ Centner Theerpech; wobei bemerkt werden muß, daß 20 Centner Silktionkohle bei der erwähnten Destillation 16·4 Gallons Oel neben 8587 Cubikfuß Gas liefern.

Die genannten Forscher sprechen auf Grund dieser Thatfachen sich gegen die genannte Methode aus. Sie fagen:

„Wir müssen somit gezwungen uns gegen Eveleigh's Methode zur Erzeugung von Gas für größere Städte aussprechen, wenn auch vielleicht gewisse Ortslagen und Anlagen derselben Vorschub leisten könnten. Der Preis des Oelgases ist in Bezug zur Leuchtkraft ein hoher und sein ganzer Effect bestand nur darin, das Kohlengas aus Silktionkohle auf 23 bis 24 N e u n e r - Kerzen Leuchtkraft zu erhöhen. Bei steigender Hitze bemerkten wir immer Störungen im Apparate. Die Temperatur hat somit Einfluß auf den Gang der Methode. Verstopfungen der Abzugsröhren kamen nicht vor. Die Permanenz des Gases hielt sich unter sehr ungünstigen Umständen gut und blieb nicht hinter der des gewöhnlichen Kohlengases zurück.“

Es ist daher noch abzuwarten, wie diese jedenfalls interessante Methode weiter ausgebildet wird. Auf der Ausstellung präsentirte sie sich nicht im Festgewande.

Die jetzt gebräuchliche Methode der Leuchtgas-Fabrication aus Steinkohlen bei hoher Temperatur hat einen hohen Grad technischer Vollkommenheit erreicht, und es heißt, etwas wahrhaft Tüchtiges und Erprobtes bringen, soll daselbe die jetzige Methode verdrängen.

Es gilt dies für die Erzeugung von Leuchtgas im Großen, wo es sich um die Beleuchtung ganzer Städte oder sehr großer Etablissements handelt. Kommt aber die Frage der Gasbeleuchtung, die ob ihrer Bequemlichkeit und Billigkeit immer beliebter wird, für kleinere Locale oder Fabriks-
etablissements in Betracht, so zeigte uns die Ausstellung, wie zahlreich die Apparate und Methoden sind, die Leuchtgas aus anderem Materiale als Steinkohlen erzeugen.

Viele dieser Apparate sind schon längst bekannt und beschrieben; aber es war immerhin interessant, durch die Ausstellung ihre Lebensfähigkeit und ihre Fortschritte in Betreff ihrer Verwendung kennen zu lernen.

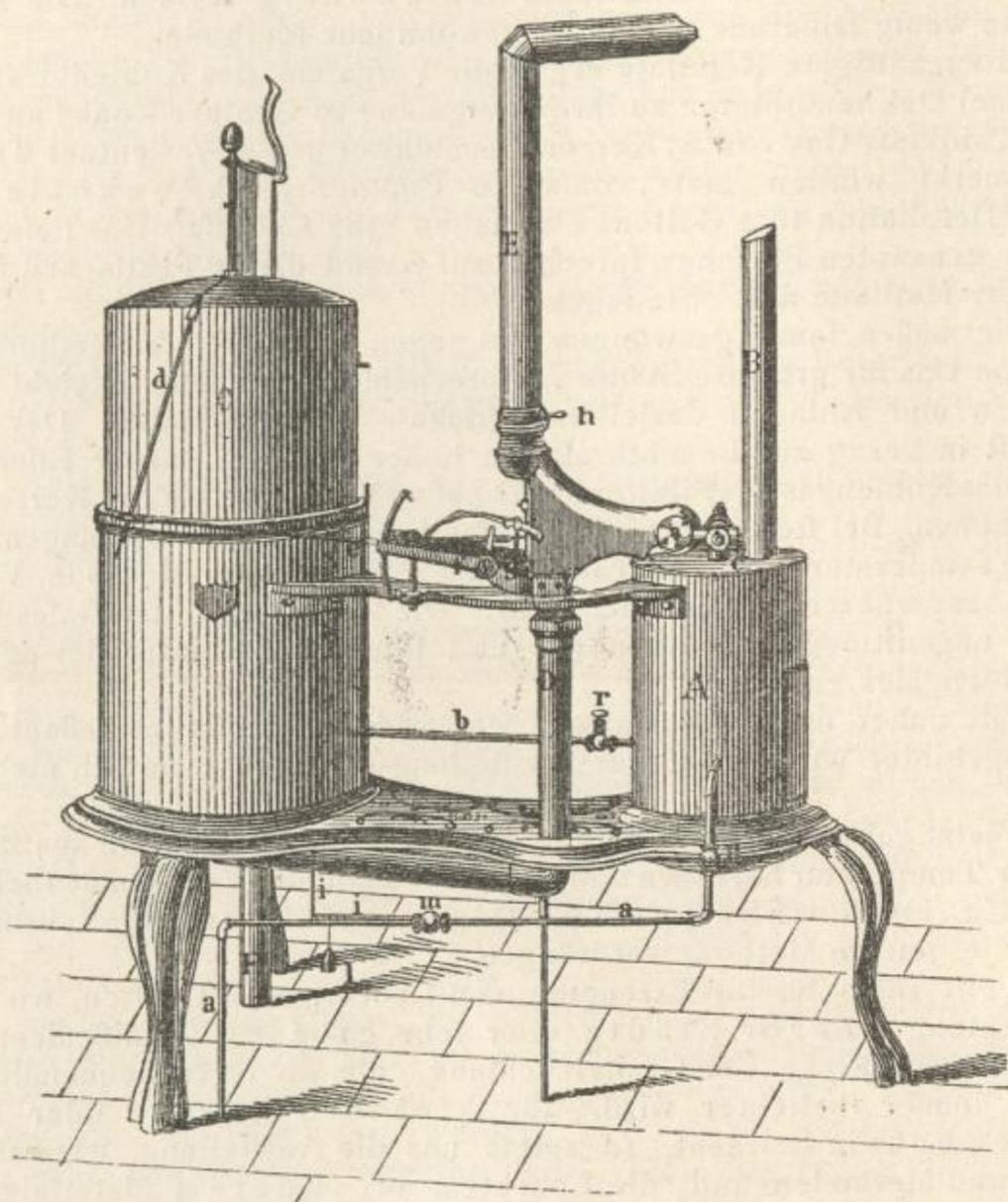
Der interessanteste und auch neueste unter diesen Gasapparaten war die fogenannte Excelsior Gasmaschine von Th. B. Fogarty Warren, Massachusetts, Vereinigte Staaten in Nordamerika. Dieser Apparat erzeugt eine carbonirte Luft zu Beleuchtungszwecken. Luft und Gasolin (flüchtigere Producte des Petroleums) sind die Rohmaterialien für diese Art von Leuchtgas. Nur wird der Zweck hiebei auf eine sehr sinnreiche Art, die abweichend von den gewöhnlichen Vorschlägen ist, erreicht.

Der Apparat *Fig. 1* hat folgende Einrichtung:

In der Erde vergraben befindet sich ein Reservoir für das Gasolin, das ein spezifisches Gewicht von 0·665 hat und bei 30 G. Cels. siedet. Eine kleine Hand-Luftpumpe drückt das Gasolin mit 8 bis 10 Pfund Druck per Quadratzoll durch die Röhre *a* in eine in dem Blechmantel *A* befindliche eiserne Retorte. Diese Retorte wird durch eine Gasflamme, die durch die Röhre *b* aus dem Gasometer *C* mit Gas versehen wird, erhitzt und hiedurch das Gasolin vergast. *B* ist ein Schornstein. Das Abzugsrohr der Retorte *c* ist mit einem Ventile verschlossen, welches

Ventil durch ein Hebelwerk *d, e, f* und die Feder *g* periodisch geöffnet und geschlossen wird.

Fig. 1.



Die Bewegung dieses Hebelwerkes besorgt die vermöge ihres eigenen Gewichtes niederfinkende Gasometerglocke *C*. Ist nämlich nahezu alles im Gasometer befindliche Gas verbraucht — die Glocke also an der tiefsten Stelle angelangt — so löst das Hebelwerk die Feder *g* aus und das Ventil des Retorten-Endes wird plötzlich geöffnet. Da in der Retorte eine Spannung von mindestens 12 bis 14 Pfund per Quadratzoll herrscht, so entströmt das Gas mit ziemlicher Heftigkeit durch eine enge Oeffnung nach Art eines Giffard-Apparates in die Gaszuleitungsröhre *D*. Hiebei nun saugt dieser Gasstrom durch die Röhre *E* atmosphärische Luft, welche das Gasolin gas verdünnt. Das Gasgemenge gelangt so durch *D* in den Gasometer *C*, füllt denselben und hebt die Glocke. Sobald der Gasometer gefüllt ist, wird das Ventil der Retorte geschlossen. Gasolin tritt wieder in die Retorte so lange, bis der Druck in der Retorte dem Drucke auf die Oberfläche der Gasolinflüssigkeit das Gleichgewicht hält. Es kann hiedurch nur ein ganz bestimmtes Quantum Gasolin in die Retorte gelangen; denn sobald die beiden erwähnten Drücke gleich sind, kann kein Gasolin in die Retorte fließen. Ist nun die Gasometerglocke wieder unten angekommen, beginnt das Spiel des Apparates von Neuem, und es geht das so fort, bis die Flamme unter der Retorte gelöscht wird, was durch Absperrung des Gases mittelst des Hahnes und Regulators *r* geschieht.

Der Luftzutritt bei *E* kann durch den Hahn *h* genau regulirt werden. Sollte zu viel Gasolin in die Retorte fließen, so wird durch das überflüssige Gas ein im Gasometer sich befindlicher Regulator bewegt, welcher durch ein Hebelwerk *i* und das Gewicht *l* einen Hahn bei *m* schließt und so den Zulauf des Gasolins hemmt. Durch die Röhre *F* wird das Gas in die Röhrenleitung geführt; *n* regulirt den Strom des Gasolin.

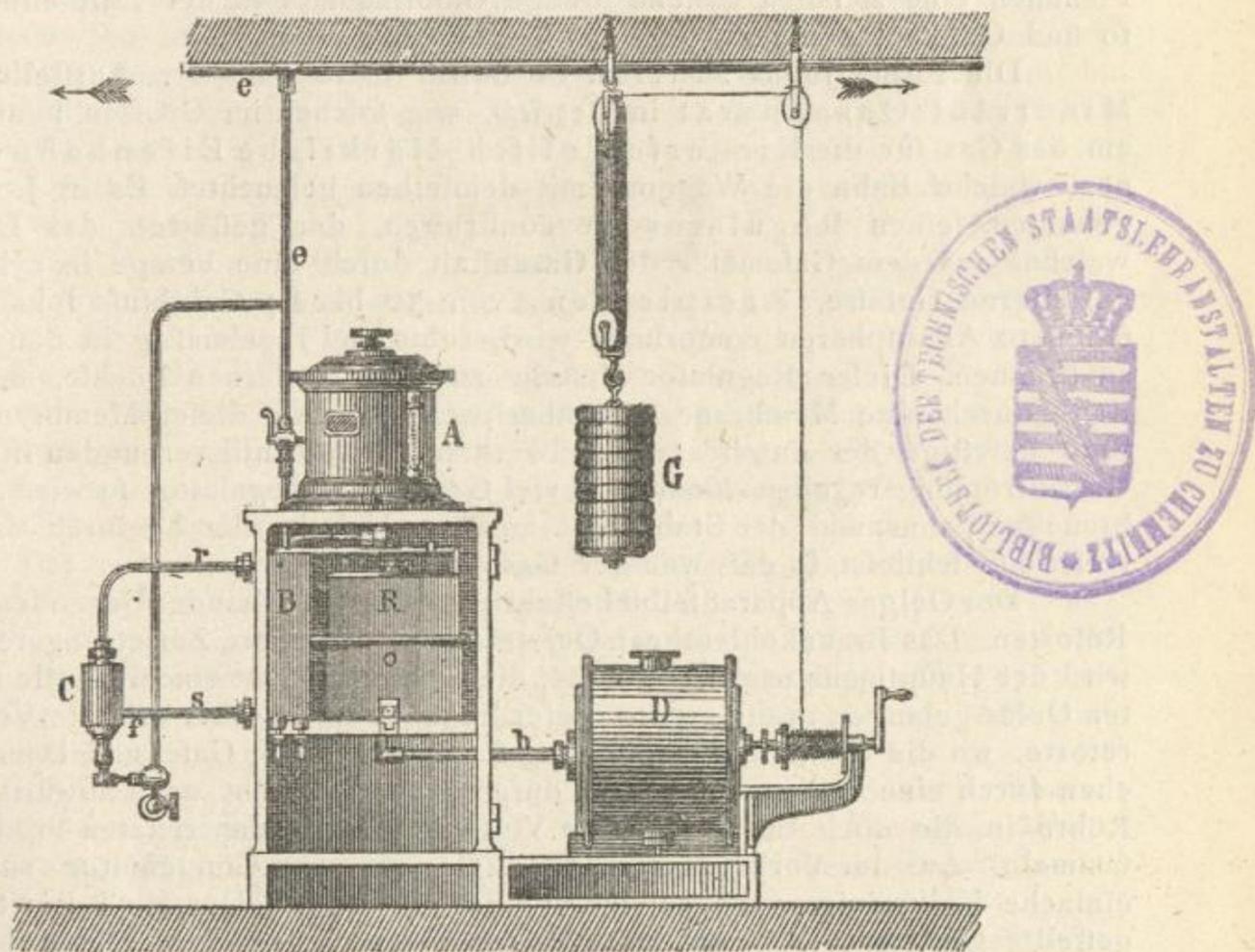
Dieser Apparat ist gewiß geistreich. Er arbeitet sicher und gefahrlos — wenigstens nicht gefährlicher als bei der gewöhnlichen Leuchtgas-Fabrication. Er wurde schon vielfach angewendet und verdient es auch.

Gasolin-Gasapparate hatten ferner ausgestellt Langsdorf & Mayer in Hamburg und A. S. Badt in Hamburg. Der Apparat der ersteren Firma functionirte, war nett gearbeitet und sollen hievon schon „mehr als 100 im Gebrauche sein“.

Dieser Luftgas-Apparat ist mit kleinen, unwesentlichen Aenderungen der selbe, der von Wirth & Comp. * in Frankfurt am Main 1869 in den Handel gebracht wurde.

Der Apparat *Fig. 2* ** besteht in Wesentlichem in Folgendem:

Fig. 2.



A ist ein Reservoir mit Gasolin. Dieses Reservoir ist ziemlich groß und hat aufsen ein Standglas. Von hier tropft das Gasolin durch die Röhre *a* in das Gefäß *B* — Carburateur genannt. — Dasselbe ist innen mit Baumwolle locker gefüllt, welche das Gasolin auffaßt. Außerhalb des Apparates befindet sich ein Wassergefäß *C*, welches durch die Gasflamme *f* erwärmt wird (40 bis 45 Grad Celsius). Das warme Wasser strömt nun durch die Röhre *r*

* Wagner's „Jahresbericht“ 1869, S. 745; Dingler's Journal CXCIV. pag. 33.

** Wagner's Jahresbericht 1872, pag. 869.

in die Umhüllung von *B*, erwärmt dort das Gasolin sammt Wolle, ersetzt die durch das verdampfende Gasolin gebundene Wärme und kommt als abgekühltes dichteres Wasser durch *s* wieder nach *C*, um von Neuem erwärmt zu werden u. f. w. Durch diese mit Gasolin getränkte und erwärmte Wolle wird nun ein genau regulirter Luftstrom getrieben, welcher dadurch mit Gasolindampf sich sättigt und als Leuchtgas durch die Röhren *e* aus dem Carburateur strömt.

Der Luftstrom wird durch ein Trommelgebläse *D*, das mittelst der Gewichte *G* bewegt wird, durch die Röhre *h* in einen Regulator *R* getrieben, von wo derselbe durch *n* in den Carburateur *B* gelangt.

Dieses so erhaltene Gas verträgt keine langen Leitungen und verliert bei gröfserer Temperaturerniedrigung an Leuchtkraft, da die Dämpfe der schweren Kohlenwasserstoffe zum Theile condensirt werden. Für kleine Etablissements hat jedoch diese Art der Leuchtgasfabrication gewifs ihr Gutes. 1 Pfund Gasolin soll 60 Cubikfufs Gas geben.

Der Apparat von A. S. Badt war sehr vernachlässigt. — Der Unterschied gegen den vorigen lag nur in der Art der Erzeugung des Luftstromes. Badt bewerkstelligt dies durch pumpenartige Vorrichtungen. Da es bei derartigen Apparaten wichtig ist, dafs wegen der Constanz der Leuchtkraft der Flammen eine ziemlich gleiche Menge Gasolindampf in der Luft enthalten ist, so sind Gasometer angezeigt.

Die Firma Julius Pintsch in Berlin hatte auf der Ausstellung einen Mineralöl-Gasapparat in Betrieb, wie solcher im Grofsen benützt wird, um das Gas für die Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn zu erzeugen, welche Bahn die Waggons mit demselben beleuchtet. Es ist J. Pintsch gelungen, einen Regulator zu construiren, der gestattet, das Leuchtgas, welches aus dem Gasometer der Gasanstalt durch eine Pumpe in cylindrische, gusseiserne Gefäfsse, Recipienten, von 50 bis 84 Cubikfufs Inhalt bis auf 6 bis 10 Atmosphären comprimirt wird, ruhig und regelmäfsig in den Waggons zu brennen. Dieser Regulator besteht aus einer eisernen Büchse, deren eine Seite durch eine Membrane lose überspannt ist. An dieser Membrane ist ein Stab befestigt, der durch ein Hebelwerk mit dem Ventil verbunden ist, das die Gaszufrömmung regulirt. Kommt zu viel Gas in den Regulator, so wird die Membrane gespannt und der Stab zieht an dem Hebel, der hiedurch das Ventil theilweise schliesst, so dafs weniger Gas durchströmen kann.

Der Oelgas-Apparat selbst besteht aus zwei übereinander liegenden eisernen Retorten. Das Braunkohlentheer-Oel tropft in die obere Zerfetzungsretorte und wird der Hauptmasse nach verdampft; die Dämpfe sammt einem Theile unzerfetzten Oeles gelangen in die zweite, tiefer liegende und stärker erhitzte Vergasungsretorte, wo die vollständige Vergasung stattfinden soll. Gase und Dämpfe streichen durch eine horizontale, dann durch eine senkrecht nach abwärts gehende Röhre in die noch tiefer liegende Vorlage, wo die unzerfetzten Producte sich sammeln. Aus der Vorlage gelangt das Gas in einen Condensator, von hier in einfache Kalkreiniger und zuletzt in einen Gasometer. Dervon J. Pintsch ausgestellte Ofen enthielt zwei Doppelretorten. 1 Centner Oel gibt 1000 Cubikfufs Gas.

P. Sukow & Comp. brachten ihren Erdöl-Gasapparat für 300 Flammen zur Ausstellung; er war zwar nicht zum Betriebe geeignet, aber doch vollständig in seinen einzelnen Bestandtheilen.

Derselbe bestand aus zwei nebeneinander liegenden, etwas nach vorne geneigten eisernen Retorten von viereckigem Querschnitte, $6\frac{1}{2}$ Fufs lang, 9 Zoll breit und 3 Zoll hoch. Oberhalb des rückwärtigen Endes jeder Retorte befanden sich die Oelgefäfsse, welche mit Schwimmern und Scalen versehen waren.

Das Oel gelangt mit einem gewissen Drucke in den rückwärtigen Theil der rothglühenden Retorte und wird darin vergast. Das Gas steigt innerhalb

der Ofenwand an der vorderen Seite der Retorte in einem Rohre in die Höhe und mündet dann in eine Vorlage oberhalb des Ofens. Hier wird der sich condensirende Theer gesammelt und kann zur Feuerung verwendet werden. Aus dieser Vorlage gelangt das Gas in vier hohe cylindrische mit Coaks gefüllte Scrubber und aus diesen in den Gasometer.

Neben diesem Apparate hatten K. Drescher & Küchler in Chemnitz ebenfalls einen Mineralöl-Gasapparat ausgestellt, dessen Retorten in einem eisernen Ofen lagen und bei welchen das Gas durch einen Waschapparat, durch Scrubber und Kalkreiniger ging, bevor es in den Gasometer gelangte.

Beide Firmen haben ihre Apparate an mehreren Orten und Etablissements eingeführt und brachten günstige Zeugnisse für ihre Gaserzeugungs-Apparate.

Hirzel war übrigens der Erste, der rationell und ökonomisch Petroleum und Petroleumrückstände zur Leuchtgasfabrication verwendete. Er liefs sich schon 1866 einen Apparat hiezu patentiren, der allen derartigen Apparaten als Vorbild diente.

Dr. H. Grothe gibt in einer ausführlicheren Arbeit* über Leuchtgas-Erzeugungsmethoden, über das Petroleumgas, welches nach Professor H. Kolbe der Hauptsache nach aus Acetylen besteht und beinahe schwefelfrei ist, folgende Daten: Das specifische Gewicht des Petroleumgases beträgt 0.698 und seine Leuchtkraft ist $5\frac{1}{8}$ mal gröfser als die des gewöhnlichen Gases.

Aufser den hier beschriebenen und erwähnten Apparaten gibt es noch viele derartige Vorrichtungen zur Erzeugung von Leuchtgas, jedoch bei den meisten derselben findet man nur ganz unwesentliche Aenderungen der für ein bestimmtes Rohmaterial ursprünglich ausgeführten Apparate.

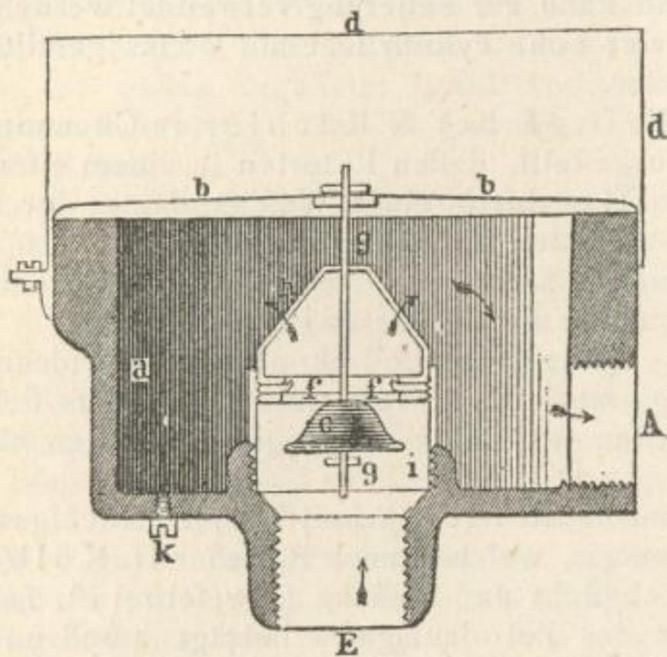
Wir wenden uns nun zu jenen Apparaten der Leuchtgasindustrie, die zur Regulirung, zur Messung, zur Prüfung u. s. w. des zum Verbrauche tauglichen, also gereinigten Gases, in den Strom des Leuchtgases eingeschaltet werden. Es sind dies äufserst wichtige Apparate von sinnreicher und präciser Construction, die in vielen Fällen wahre wissenschaftliche Instrumente sind und die für eine richtige und ökonomische Verwendung des Leuchtgases absolut unentbehrlich sind. Hieher gehören Gasuhren, Druckregulatoren, Photometer, Manometer, registrirende Druckmesser, Kerzenwagen, Signalapparate für Gasanstalten, Apparate zur Kohlensäurebestimmung im Leuchtgase u. s. w.

Alle diese Apparate waren durch mehrere Firmen zur Anschauung gebracht. Die reichhaltigste Collection dieser Art war die der Firma S. Elster in Berlin, Neue Königstrasse. Es gelangten zur Ausstellung: 1. Gasmesser, sowohl nasse als trockene; ein nasser Experimentir-Gasmesser, dessen Zifferblatt das Ablefen von $\frac{1}{120}$ Liter Gas gestattete; ferner ein Instructions-Gasmesser für Schulen zur Beobachtung der inneren Einrichtung. Alle diese Gasmesser waren genau gearbeitet und sehr empfindlich. 2. Prüfungsapparate für Gasanstalten, als: Multiplicirende Druckmesser nach Elster und nach King, graphische Druckmesser nach Crowsley und nach Wrigh, Alarm-Druckmesser nach Professor Heeren. Dieser Apparat gibt beim Ueberschreiten des zulässigen Gasdruckes ein andauerndes Glockensignal.

Interessant ist der trockene Regulator für 10 Flammen (sogenannter Casernenbrenner, da er in allen gröfseren Casernen des deutschen Reiches eingeführt ist). Dieser Regulator in Verbindung mit den zehn Brennern gibt einen constanten Gasverbrauch. Die Einrichtung dieses Regulators ist folgende (Fig. 3): Durch *E* gelangt das Gas an dem Kegelventil *c* vorbei in der Richtung der Pfeile in einen mit einer elastischen Membrane *b* geschlossenen Raum, die Membrane enthält in ihrer Mitte die Stange *g* befestigt; an dieser Stange sitzt das Kegelventil *c*. Wird nun der Gasdruck ein gröfserer, so wird die Membrane *b* gehoben mit ihr die Stange *g* und das Ventil *c* und der Gasweg bei *f* verengt,

* Wagner's Jahresbericht 1867, Seite 751.

Fig. 3.



in Folge deffen weniger Gas bei *A* ausströmen kann. Bei zu geringem Drucke findet das Gegenspiel statt: *K* dient zur Entleerung des condensirten Wassers, *d* ist eine Schutzkappe für die Membrane.

Diese Regulatoren werden für 5 bis 250 Flammen fabricirt und können auch für noch mehr Flammen verwendet werden.

Ferner waren ausgestellt ein Apparat zur Bestimmung der Kohlensäure im Leuchtgas nach Rüdorf; ein Apparat zur Bestimmung des specifischen Gewichtes des Leuchtgases nach Bunsen; ein Controlphotometer nach Bunsen; S. Elster's Differential-Photometer mit Foucault's Schirme. Dieses Photometer wollen wir etwas näher betrachten. Wird Gas-

licht mit dem Lichte der Normkerze oder Lampe verglichen, so zeigt der Schirm des Photometers auf der Seite des Gaslichtes einen bläulichen, auf Seite der Normal-Leuchtquelle einen gelben Ton. Diese Farbendifferenz bedingt eine Unsicherheit im Vergleiche. Die Verbefferung an Elster's Photometer besteht nun darin, das der Farbenton ein einheitlicher wird, was man dadurch erreicht, das der Farbenton des ölbildenden Gases möglichst scharf erkennbar gemacht wird und der Vergleich mit Gaslicht erst dann erfolgt, wenn der Gasbrenner durch richtige Wahl der Brennermündung und durch Regulirung des Luftzutrittes auf den Farbenton gebracht wird, welcher das Maximum der Leuchtkraft gibt und bei allen Gasen nahezu den Farbenton des ölbildenden Gases erreicht. Die Darstellung des Farbentones geschieht auf dem erwähnten Foucault'schen Schirm, der aus einer sehr dünnen Schicht Stärkemehl zwischen zwei Gläsern besteht, wodurch die Farbe der Lichtstrahlen nicht geändert wird. Das Maximum der Leuchtkraft des Gases (Farbenton des brennenden ölbildenden Gases) wird bei dem Photometer durch einen Argandbrenner mit genauer Luftregulirung hergestellt. Die erwähnte Firma hatte ferner eine Kerzenwage in Aräometerform und Controlapparate und Normalmase für Aichämter ausgestellt.

Aehnliche Apparate finden wir ausgestellt durch die Firmen J. Pintsch in Berlin (die Apparate sind sehr sauber ausgeführt), A. Faas & Comp. in Frankfurt am Main und Kromschöder in Osnabrück. Wir sehen, das Deutschland auch in dieser Fabrication auf der Höhe der Zeit steht.

Die bekannte Firma H. Giroud aus Paris brachte aufer anderen Apparaten zwei besonders interessante Objecte, die die Aufmerksamkeit aller Fachleute in hohem Grade fesselten.

Während der eine, der Druckregulator für Gasanstalten, mit der raffiniertesten Genauigkeit alle Fehlerquellen des Clegg'schen Regulators zu beheben sucht und so ziemlich complicirt wird, ist der zweite Apparat, der sogenannte Rheometer, ob seiner Einfachheit und Genialität ein wahres Ei des Columbus. Diese Firma beschreibt ihre Apparate ausführlich und gründlich in dem Werke: „*De la pression du gaz d'éclairage et des moyens à employer pour la régulariser par H. Giroud, Paris, Gauthier-Villars, Quai des Grands-Augustins 55*“, auf welches Werk hiermit besonders aufmerksam gemacht sein soll.

Der Clegg'sche Regulator besteht bekanntlich aus einer Glocke, welche an seitlichen Gleitrollen eine Führung besitzt und sonach auf und abwärts sich bewegen

kann, je nachdem an ihrer inneren Oberfläche der Gasdruck grösser oder geringer wird. Im Mittelpunkte der oberen Wölbung der Glocke ist ein Kegelventil befestigt, dessen Basis nach unten und die Spitze nach oben gekehrt ist. Mit der Bewegung der Glocke spielt also auch dieses Ventil. Dasselbe befindet sich nun in dem Endstücke des Gaszuflussrohres, welches das Gas aus dem Gasometer entnimmt und unter der Glocke ausmündet. Parallel mit diesem Rohre geht nach abwärts ein zweites Rohr, dessen Oeffnung vollkommen frei und das ebenfalls noch unter der Glocke sich befindet und welches dazu bestimmt ist, die regulirte Gasmenge in das Röhrennetz zu führen. Die Glocke ist unter hydraulischem Verschlusse. Steigt nun der Gasconsum im Röhrennetze, so tritt eine Art Verdünnung unter der Glocke ein, dieselbe sinkt und mit ihr das Kegelventil; es kommt hie durch ein kleinerer Querschnitt in die horizontale Endfläche der Ausströmungsröhre, wodurch die Ausströmungsöffnung vergrößert wird. Dadurch kann mehr Gas aus dem Gasometer unter die Glocke und von hier in das Röhrennetz. Im entgegengesetzten Falle steigt die Glocke, verengert die Ausströmungsöffnung des Gases und verringert somit die Gasmenge, die in das Röhrennetz geht. Wir sehen also, dass dieser Clegg'sche Regulator eine der wichtigsten Functionen der Gasbeleuchtung ausübt.

Dieser Regulator hat nun nach Giroud folgende Fehlerquellen:

- 1) ist derselbe in Folge der Reibung an den Führungsrollen nicht empfindlich genug;
- 2) entsteht ein Fehler dadurch, dass der Gasdruck von unten auf die breite Fläche des Kegelventils drückt, so dass bei verschiedenem Gasdruck im Gasometer eine Ungenauigkeit entsteht;
- 3) wird die Glocke beim Steigen schwerer und beim Sinken leichter, indem sie hiebei verschieden tief in das Wasser taucht;
- 4) dadurch, dass der Gasdruck von unten auf die breite Fläche des Kegelventils drückt und so den Druck vergrößert, muss dem entsprechend das Einströmungsrohr unter der Glocke einen grösseren Querschnitt haben, als das Gasausströmungsrohr.

Alle diese Fehler sollen nun durch Giroud's Regulator auf folgende Art behoben werden:

1) Die schwimmende Glocke hat keine Gleitrollenführung, sondern ist durch mit Luft gefüllte blecherne Schwimmer vollkommen leicht beweglich erhalten und ist der Schwerpunkt des ganzen beweglichen Theiles unter die Glocke verlegt, wodurch eine grosse Empfindlichkeit derselben bedingt wird.

2) Der Gasdruck wirkt im entgegengesetzten Sinne gleichzeitig auf den Kegel und eine entsprechende gleich grosse Fläche des schwimmenden Systems.

3) Um das verschiedene Gewicht der Glocke je nach der Tiefe der Eintauchung derselben auszugleichen, sind mit derselben zwei syphonartige Gefässe verbunden, derart, dass deren äusserer Wasserstand mit dem des Wasserbehälters, in welchem die Glocke schwimmt, communicirt.

Wird die Glocke aus dem Wasser gehoben und hiedurch schwerer, so sinkt das Wasser im inneren Gefässe und hiemit auch in der äusseren weiteren Syphonröhre, wodurch dieselbe leichter wird und so den Ueberschuss des Gewichtes der Glocke compensirt. Der Querschnitt der äusseren Syphonröhre muss dafür genau berechnet sein. Sinkt die Glocke, so steigt das Wasser in der Syphonröhre und dieselbe wird schwerer, und so die Gewichts-differenz ausgeglichen.

4) Dadurch, dass der Druck auf die untere Fläche des Kegelventiles durch einen gleichgrossen Gegendruck aufgehoben wird, der in entgegengesetzter Richtung zur Wirkung gelangt, ist Giroud in der Lage, der Basis des Kegelventiles denselben Durchmesser zu geben, wie der des Einströmungs- und des Ausströmungsrohres ist.

Giroud verfertigt Regulatoren in verschiedener Grösse und unterscheidet solche für Consumenten (*Régulateurs de consommation*) für 5 Brenner

bis zu 150 Brenner und für 200 Brenner und darüber; ferner Regulatoren für grössere Gasleitungen (*Régulateurs d'émission*).

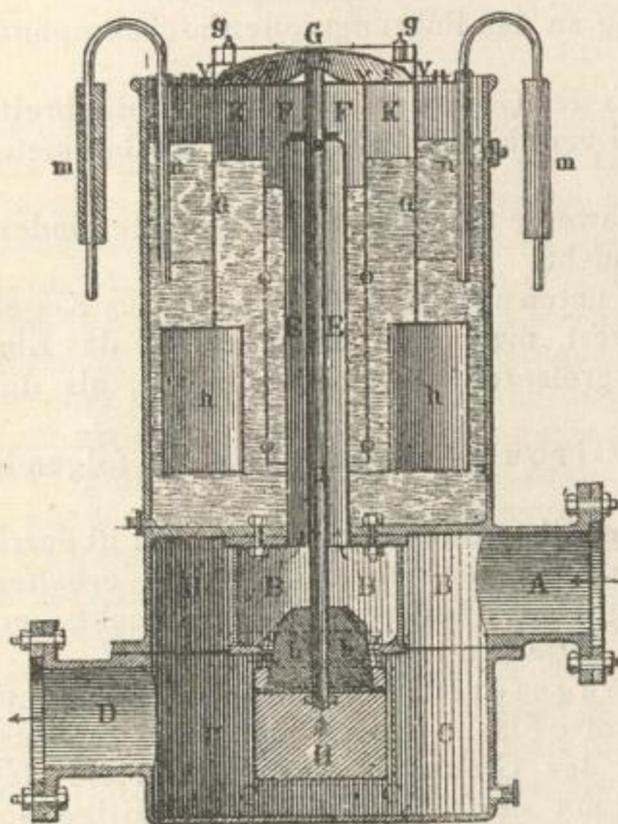
Diese letzteren Regulatoren haben eine etwas abweichende Construction von den früheren.

Während bei den ersteren der Druck für einen bestimmt begrenzten Gasconsum merkbare Veränderungen nicht erleidet und dieselben rasch durch den Regulator ausgeglichen werden, sind diese Druckschwankungen bei grösseren Städteleitungen oft bedeutendere und es handelt sich darum, diese Druckschwankungen rasch auszugleichen und in der Stadt einen constanten Druck zu erhalten.

Dies erreicht Giroud dadurch, dass er von einem bestimmten Punkte des Röhrennetzes der Stadt ein enges Rohr, (*tuyau de retour*) (25 bis 30 Millimeter im Lichten) zu dem Druckregulator in der Gasfabrik zurückführt, welches das Gas unter die Glocke des Regulators bringt und so die Schwankungen im Drucke demselben mittheilt.

Fig. 4 stellt einen *Régulateur de consommation* für über 200 Brenner dar. Die Einrichtung desselben ist folgende:

Fig. 5.



Das Leuchtgas gelangt aus dem Reservoir durch *A* in die Kammer *B*; von da zwischen dem Ventil *b* und der unteren Wand der Kammer *B* in den Raum *C*. Durch das Rohr *D* wird das Gas weiter geführt. Die Kammer *B* steht mit ihrem Inneren durch die Röhre *E* mit dem Raume *F* in Verbindung, der nach unten zu mit Wasser abgeschlossen ist. Der Druck, der in *B* herrscht, theilt sich daher *F* mit. Steigt derselbe in *B*, so auch in *F*. Hiedurch wird die Glocke *G*, die mit ihr verbundenen Schwimmer *h*, ferner die Syphon *n*, *m* und die Röhre *o* gehoben.

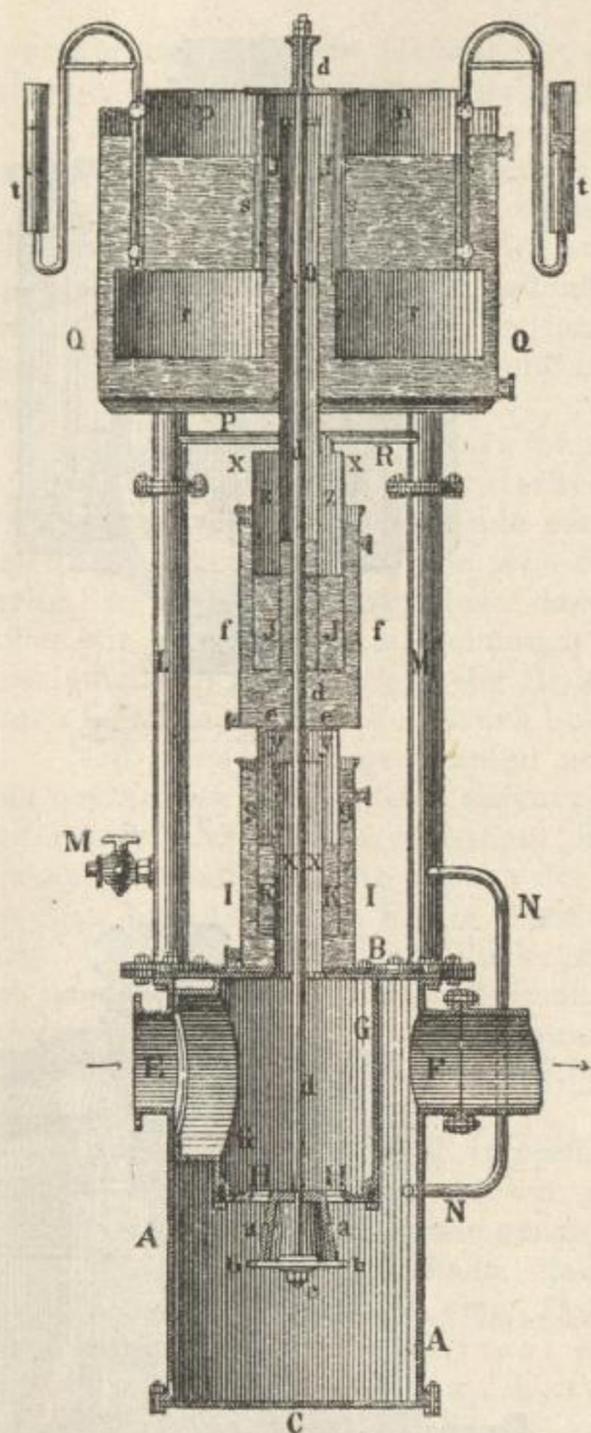
Da nun das Kegelventil *b* durch die Röhre *a* und durch die Versteifung *v* mit der Glocke fest verbunden ist, so muss das Ventil in diesem Falle sich ebenfalls heben, wodurch die Durchlassöffnung für das Gas verengert und hiedurch die ungünstige Wirkung des erhöhten Druckes behoben wird. Ist der Druck bei *B* geringer, so öffnet sich das Ventil *b* nach abwärts, es kann mehr Gas nach *C* gelangen.

Treten nun Gaschwankungen im Consum ein, so werden dieselben durch *D* sich bemerkbar machen. Ist der Consum zum Beispiel ein erhöhter, so tritt momentan eine Art Verdünnung im Raume *C* ein. Diese Verdünnung wird sogleich ausgeglichen durch die Röhre *a* und den Raum *K*, der durch *s* mit *a* in Verbindung steht. Gas strömt also in entgegengesetzter Richtung der Pfeile nach *C* hin. Hiedurch kommt das früher erwähnte bewegliche System zum Sinken, das Ventil *b* bewegt sich nach abwärts und mehr Gas kann nach *C* gelangen.

Umgekehrt sind die Bewegungen von Gas und Glocke, wenn der Consum sich plötzlich verringert. Dabei schließt sich das Ventil in entsprechendem Masse. Dass die Dimensionen und Belastungen durch die Gewichte *g* ganz genau berechnet und approbirt sind, versteht sich von selbst.

Die nähere Einrichtung eines *Régulateur d'émission* mit einem Rückflusrohr (*tuyau de retour*) erhellt aus der *Fig. 5*.

Fig. 5.



Der Unterschied zwischen diesem Regulator und dem früheren besteht darin, daß das Rückflußrohr nicht mehr im Innern des Apparates wie bei *a* in dem vorigen Regulator, sondern daß dasselbe außen bei *M* angebracht ist und durch die hohle Säule *L*, ferner durch die Röhren *P* und *Q* mit dem Raume *P* unter der Glocke in Verbindung steht. Die Stange *d*, welche das Ventil *a* mit der Glocke verbindet, ist massiv.

Der Ueberdruck in *G*, entstanden durch erhöhten Druck im Gasbehälter, pflanzt sich durch *x* fort nach *y* und hebt das ganze bewegliche System sammt Glocke und Syphon. Hiedurch wird das Ventil ebenfalls gehoben und der Ausströmungsweg des Gases verengt.

Die Röhre *N* stellt einen Gleichgewichtszustand her zwischen den Drucken in *Z* und dem Raume unter dem Ventile.

Der bei Weitem interessantere Apparat war das Rheometer.

Während alle Regulatoren, die man bisher für einzelne Brenner construirte, Druckregulatoren waren, welche den Brennern von verschiedener Construction das Gas unter demselben Drucke lieferten, ist das Rheometer ein Volumregulator, der den verschiedenen Brennern immer dasselbe Gasvolumen liefert. Bei den ersteren Regulatoren ist also der Gasconsum abhängig von der Brennerconstruction, er ist der Brennerweite proportional; bei dem Volumregulator ist der Druck am Brenner veränderlich, je nach der Weite desselben, und er ist für jeden Brenner so groß, daß das zum Brennen nöthige Gasvolumen durch die Brenner-

weite ausströmen kann. Bei einem Druckregulator ändert sich daher mit der Aenderung eines Brennersystems auch die Menge des verbrauchten Gases; bei dem Rheometer tritt mit dem Wechsel des Brenners keine Aenderung des Gasconsums ein, da derselbe für ein Gas von bestimmtem specifischen Gewichte und einer bestimmten Ausströmungsöffnung im Rheometer immer dasselbe Gasquantum liefert.

Fig. 6 zeigt ein Rheometer für einen Brenner.

Das Gas kommt durch *A* unter die Glocke *B*, welche in dem Gehäuse *C* in Glycerin frei schwimmt; der Stift *s* dient zur Führung derselben. Die Glocke *B* hat bei *o* eine runde Oeffnung, durch die das Gas strömt, um an dem Kegelventil *v* vorbei nach *f* und von hier zu dem Brenner zu gelangen.

Bei diesem Apparate ist nun die Druckdifferenz zwischen dem Gase ober der Glocke *B* — also im Brenner — und unter der Glocke — also dem Leitungsrohre — immer constant und hängt die Gasmenge, die zum

Fig. 6.

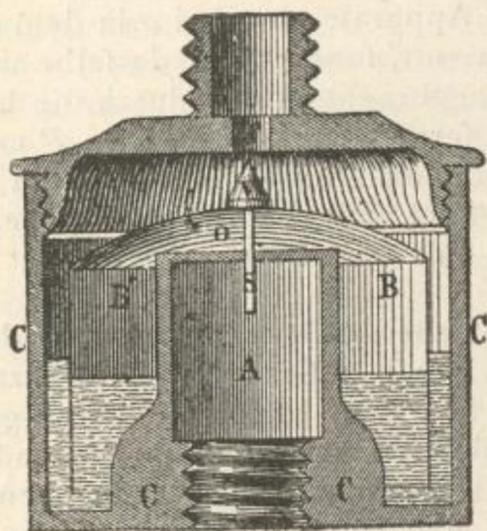


Fig. 7.

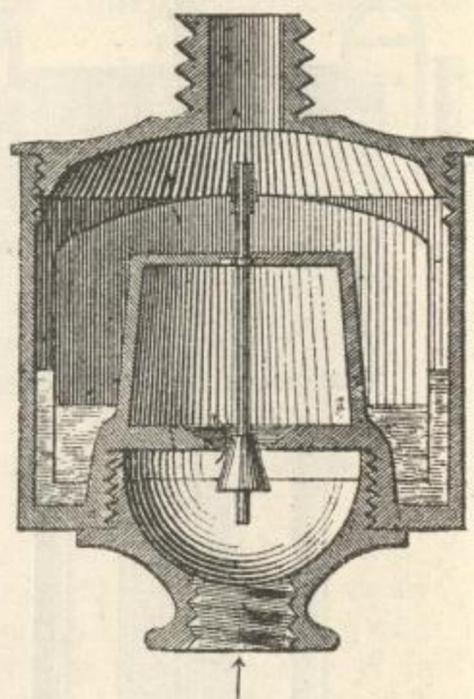


Fig. 8.

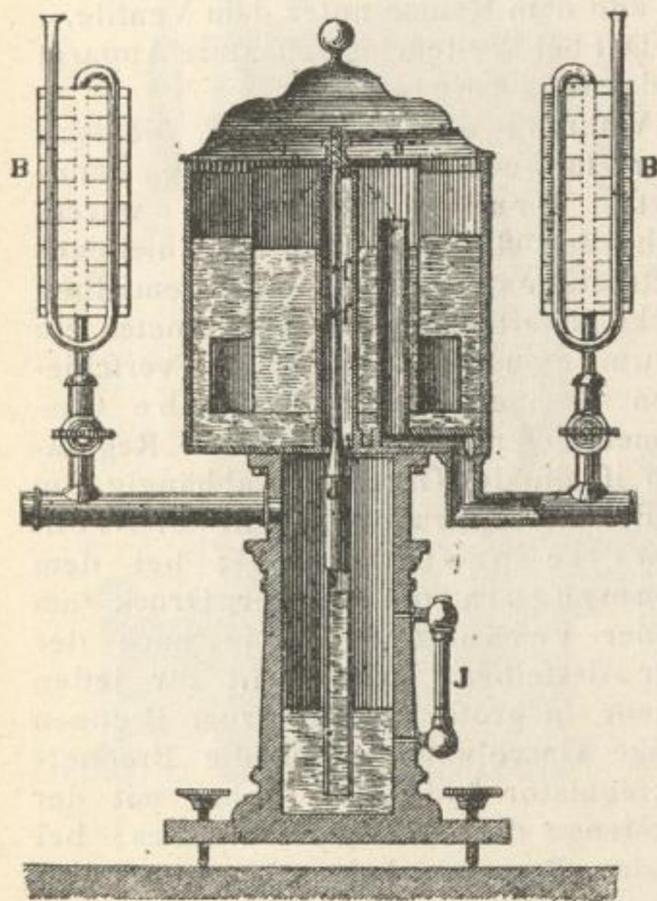
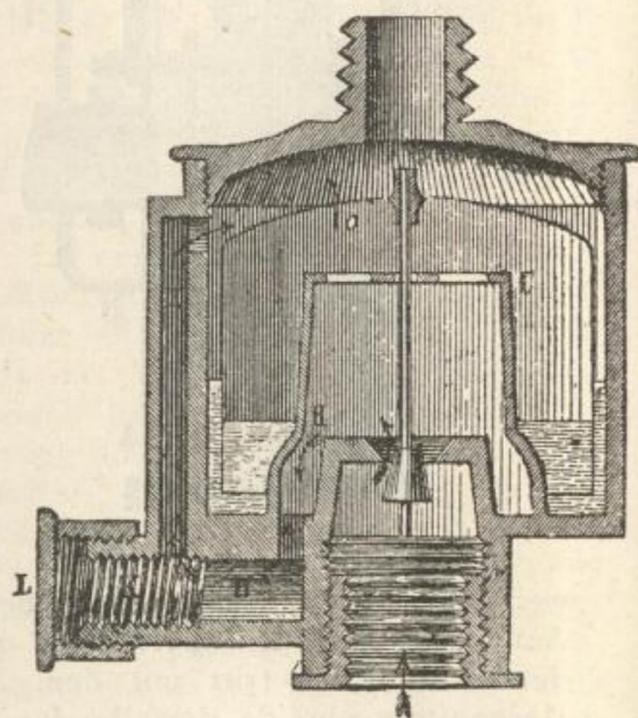


Fig. 9.



Brenner strömt, nur von der GröÙe der Oeffnung o ab, wie folgender einfacher Calcül zeigt.

Es sei q der Querschnitt der Glocke, der wegen der geringen Dicke des Bleches, woraus die Glocke gefertigt ist, für die äußere Oberfläche und die innere gleichgenommen wird. Mit g bezeichnen wir das Gewicht der ganzen Glocke. Ist nun p_1 der Druck, der unter der Glocke herrscht, und p_2 der Druck, der auferhalb derselben stattfindet, so besteht für das Gleichgewicht der Glocke offenbar folgende Gleichung:

$$p_1 q = p_2 q + g \text{ oder} \\ (p_1 - p_2) q = g; \text{ hieraus folgt}$$

$$p_1 - p_2 = \frac{g}{q} = \text{C o n s t a n t e, bei einem und demselben}$$

Apparate und derselben Oeffnung o , von deren Weite mithin das Gasquantum abhängt, das zur Verbrennung gelangt.

Fig. 7 stellt ein Rheometer dar, bei welchem das Kegelventil im Gas-einströmungsrohre spielt, und für welches ganz dieselben Erwägungen gelten, wie bei dem vorhergehenden Rheometer. Bei einer strengen Prüfung, die mit diesen Rheometern vorgenommen wurde, erhielt man ausgezeichnete Resultate. Diese Apparate werden für die verschiedensten Gasmengen und specifischen Gewichte der Gase geliefert und kommt es hierbei hauptsächlich auf die Weite der Oeffnung o an, die genau berechnet und erprobt ist; darin liegt das Geheimniss der Fabrik.

Diese Rheometer können nun zu den verschiedensten Zwecken bestimmt werden, unter Anderem auch zur Herstellung einer constanten Temperatur in den Laboratorien. Zu diesem Ende erzeugt Giroud auch Regulatoren nach Art der früher beschriebenen, wie *Fig. 8* zeigt. Bei denselben ist der Druck auf die breite Fläche des Kegelventiles d dadurch aufgehoben, das dasselbe eine Röhre bildet, die unten in Glycerin eintaucht und durch die Oeffnungen f mit dem Gase communicirt. B und B' zeigen die Druckdifferenz vor und nach dem Regulator an. Durch Gewichte g kann der Druck beliebig regulirt werden.

Oft ist es bei Experimenten nothwendig, das Gasquantum zu vergrößern und doch einen bestimmten Consum zu haben, also gleichsam die Oeffnung o in der Glocke veränderlich zu haben. Es wird das dadurch erreicht, das Giroud Rheometer construirt, die unter der Glocke eine Ausströmungsrohre für das Gas haben, welche Röhre dann auferhalb der Glocke nach aufwärts sich biegt und oberhalb der Glocke mündet. An einer bestimmten Stelle kann nun der Querschnitt dieser Ausströmungsrohre durch Ventile verringert oder vergrößert werden, je nachdem man weniger oder mehr Gas bedarf.

Fig. 9 zeigt ein derartiges Rheometer, in welchem H diese Röhre und K das Ventil vorstellt.

Aufser diesen äußerst interessanten Apparaten hatte diese Firma noch mehrere andere ausgestellt, und wir müssen auf das früher erwähnte Werk verweisen, das alle diese Apparate genau beschrieben und gezeichnet enthält.

Wenn wir noch erwähnen, das Klingmüller aus Prag mehrere Gasuhren, George Glover & Comp., London, trockene Gasuhren von anerkannter Güte, die bekannte Firma Lizars & Comp. in Paris Druckregulatoren, nasse und trockene Gasuhren u. s. w., Lefueur in Paris einen Apparat zur Prüfung der Kohlen auf ihren Werth zur Leuchtgasfabrication ausgestellt hatten, so können wir diese Abtheilung unseres Berichtes schliessen, nochmals erwähnend, das dieser Theil der Ausstellungsobjecte, wenn auch unscheinbar in seiner Repräsentation, mit zu den wichtigsten und interessantesten der ganzen Ausstellung gehörte.



Einmal bei einem und denselben

Apparate und denselben Göttinger ... von dem Werte ... Expansion ...

... die ...

