

DAS
ACETYLEN

IN DER TECHNIK.

VON

PROF. DR. FELIX B. AHRENS.

MIT 25 ABBILDUNGEN.

Sonderausgabe

aus der

Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge.

Herausgegeben von Prof. Dr. FELIX B. AHRENS.

Band IV.

STUTT GART.

VERLAG VON FERDINAND ENKE.

1899.

IV/5
1.20

Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge.

Erster Band. 1896.

- Heft 1: **Die Metallcarbide und ihre Verwendung** von Professor Dr. Felix B. Ahrens. Mit 5 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 1.—
" 2: **Verdichtung der Metaldämpfe in Zinkhütten** von Dr. Victor Steger. Mit 15 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 1.—
" 3: **Die Entwicklung der elektrochemischen Industrie** von Dr. Felix Oettel. Mit 10 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 1.—
" 4: **Argon und Helium, zwei neue gasförmige Elemente** von Dr. Martin Mugdan. Mit 10 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 1.—
" 5: **Die Terpene** von Dr. Max Scholtz. gr. 8. geh. M. 1.—
" 6: **Die Einführung einheitlicher Analysemethoden** von Hanns Freiherr von Jüptner. Mit 2 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 1.—
" 7/8: **Die Abwässer der Fabriken** von Dr. Hans Benedict. Mit 14 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 2.—
" 9/10: **Die Einführung der Reinhefe in die Gärungsgewerbe** von Dr. L. Grünhut. Mit 8 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 2.—
" 11/12: **Kohlenstoffformen im Eisen.** Von Hanns Freiherr von Jüptner. Mit 2 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 2.—

Zweiter Band. 1897.

- Heft 1: **Die Benzoltheorie.** Von Dr. Willy Marekwald. gr. 8. geh. M. 1.—
" 2: **Der künstliche Aufbau der Alkaloide.** Von Dr. Max Scholtz. gr. 8. geh. M. 1.—
" 3/5: **Die Chemie des Weines.** Von Dr. L. Grünhut. gr. 8. geh. M. 3.—
" 6/7: **Ueber Tautomerie.** Von Prof. Dr. W. Wislicenus. gr. 8. geh. M. 2.—
" 8/9: **Die Goldindustrie der südafrikanischen Republik.** Von Prof. Dr. Felix B. Ahrens. Mit 15 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 2.—
" 10/11: **Die einheitlichen Prüfungsmethoden in der Mineralölindustrie.** Von Dr. S. Aisinman. Mit 31 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 2.—
" 12: **Die Bestimmung des Heizwertes von Brennmaterialien** von Hanns Freiherr von Jüptner. Mit 10 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 1.—

Dritter Band. 1898.

- Heft 1/3: **Die Beziehungen der Benzolderivate zu den Verbindungen der Fettreihe** von Dr. Friedrich Goose. gr. 8. geh. M. 3.—
" 4: **Neuerungen in der Chemie des Kohlenstoffes und seiner anorganischen Verbindungen** von Prof. Dr. Ed. Donath und Prof. Dr. K. Pollak. Mit 2 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 1.—
" 5: **Justus v. Liebig.** Ein Gedenkblatt zu seinem 25jährigen Todestag (18. April 1898) von Dr. Walter Roth. gr. 8. geh. M. 1.—
" 6: **Das Cadmium, sein Vorkommen, seine Darstellung und Verwendung.** Von Hütteninspektor Edmund Jensch. gr. 8. geh. M. 1.—
" 7/8: **Ueber die wichtigsten Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung von Verbindungen und ihrem physikalischen Verhalten.** Von Dr. W. Herz. gr. 8. geh. M. 2.—
" 9/10: **Ueber den Neuheitsbegriff bei chemischen Erfindungen.** Von Dr. Julius Ephraim. gr. 8. geh. M. 2.—
" 11/12: **Ueber langsame Verbrennung.** Von Privatdocent Dr. G. Bodländer. gr. 8. geh. M. 2.—

Vierter Band. 1899. (12 Hefte im Abonnement M. 12.—)

- Heft 1/3: **Die Entwicklung der organischen Elementaranalyse.** Von Prof. Dr. M. Dennstedt. Mit 14 Abbildungen. gr. 8. geh. (Einzelausgabe M. 3.60.)
" 4: **Ueber die Pyrazolgruppe,** Von Dr. Julius Schmidt. gr. 8. geh. (Einzelausgabe M. 1.20.)
" 5: **Ueber Aluminium und seine Verwendung.** Von Emil Milde. gr. 8. geh. (Einzelausgabe M. 1.20.)
" 6: **Das Acetylen in der Technik.** Von Professor Dr. Felix B. Ahrens. Mit 25 Abbildungen. gr. 8. geh. (Einzelausgabe M. 1.20.)
" 7/8: **Ueber den Raum der Atome.** Von Dr. J. Traube. gr. 8. geh. (Einzelausgabe M. 2.40.)

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000303975

DAS
ACETYLEN
IN DER TECHNIK.

VON
PROF. DR. FELIX B. AHRENS.

MIT 25 ABBILDUNGEN.

Sonderausgabe
aus der
Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge.

Herausgegeben von Prof. Dr. FELIX B. AHRENS.

Band IV.

STUTT GART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.

1899.

IV/5.



III 33908

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

Akc. Nr. 2920 51

Das Acetylen in der Technik.

Von

Professor Dr. **Felix B. Ahrens.**

Mit 25 Abbildungen.

Die Rohstoffe für die Acetylenindustrie.

Vor wenig mehr als 3 Jahren gedachte ich bereits einmal in meinem Aufsatz: „Die Carbide und ihre Verwendung“ in dieser Sammlung des aus Calciumcarbid und Wasser entstehenden Acetylens und seiner Bedeutung als Beleuchtungsmittel. Damals war von einer Acetylenindustrie noch keine Rede, höchstens waren schwache Anfänge einer solchen wahrzunehmen; heute aber steht sie lebenskräftig vor uns, nachdem sie in frohem, freudigem Schaffen vieler tüchtiger Kräfte mit fast unglaublicher Schnelligkeit ihre Sturm- und Drangperiode glücklich überwunden hat. Heute ist sie in sich gefestigt und bewegt sich in geordneten Bahnen und auf sicheren wissenschaftlichen und technischen Grundlagen. So ist es möglich, ein Bild von der jungen Acetylenindustrie zu entwerfen, welches ihren heutigen Stand und gleichzeitig auch den Weg zeigt, den sie mit ziemlicher Sicherheit in Zukunft einschlagen wird. Die folgenden Blätter sollen in keiner Weise ein Nachschlagebuch etwa für Acetylenapparate bilden, sondern lediglich in kritischer Beleuchtung und grossenteils nach eigenen Erfahrungen und Versuchen die Prinzipien erörtern, nach denen die Acetylenindustrie arbeitet und arbeiten muss. Die Voraussetzung für gutes Acetylen ist gutes Carbid, und es sei daher ihm und seiner Darstellung unter allgemeinen Gesichtspunkten ein kurzes Wort gewidmet. Als Rohstoffe für die Calciumcarbidfabrikation dienen

Kohle und Kalk; wären sie chemisch rein in den nötigen Massen billig zu beschaffen, so würde man auch ein chemisch reines, der Formel CaC^2 entsprechendes Carbid erzielen und damit ein chemisch reines Acetylen darstellen können. Dies ideale Ziel ist aber nicht erreichbar, darum muss man sich an einer möglichsten Reinheit der natürlichen Rohstoffe genügen lassen. Fein gepulvert und gut getrocknet, werden die Materialien in bestimmtem Verhältnis gemischt und in einen elektrischen Ofen gebracht, in welchem sie unter dem Einfluss des Voltabogens zu Carbid zusammenschmelzen, während Kohlenoxydgas den Ofen verlässt: $2\text{CaO} + 3\text{C}^2 = 2\text{CaC}^2 + 2\text{CO}$. Da es sich bei der Auslösung dieser Reaktion lediglich um eine Wärmewirkung des Stromes handelt, ist es gleichgiltig, ob man mit Wechselstrom oder mit Gleichstrom arbeitet; da aber erfahrungsmässig ersterer eine gleichmässigere und ergiebiger Erhitzung sichert als letzterer, so wird er naturgemäss als Wärmelieferant vorgezogen. Andere als elektrische Wärmequellen haben sich für die praktische Carbidgewinnung bisher nicht verwendbar erwiesen und dürften wohl auch in Zukunft mit der Elektrizität nicht konkurrieren können. Da die Carbidbildung sehr leicht und in primitivsten Ofenrichtungen vor sich geht, so wurden anfangs vielfach in Aluminiumfabriken ausrangierte oder nicht in Betrieb befindliche Cowles- und Héroult-Oefen für die Carbidgewinnung verwendet. Bald aber lehrte die Erfahrung, dass die Rentabilität einer Calciumcarbidanlage in erster Linie von der Ofenkonstruktion abhängig ist, und in schneller Folge wurden Bauarten erdacht und — zum Teil wenigstens — bekannt, die den eigenartigen Verhältnissen Rechnung trugen. Alle neueren Carbidöfen ziehen den Lichtbogen zur Auslösung der Reaktion heran. Es ist nun interessant, dass nach Studien von Gin und Leleux in unmittelbarer Nähe des Lichtbogens kein Calciumcarbid sich bilden kann, weil es bei der dort herrschenden Temperatur dissociiert. Liessen die Genannten den Bogen in einem Gemisch von Kohle und Kalk spielen, so erzeugte derselbe unter Verflüchtigung von Dämpfen von Kalk, Calcium und Kohlenstoff eine Aushöhlung, die sich so lange erweiterte, bis die entwickelte Hitze der in die Umgebung ausgestrahlten gleich war. Die Aushöhlung zeigte sich nach Stromunterbrechung und Erkalten frei von Calciumcarbid, sie war vielmehr mit glänzendem, blasigem Graphit ausgekleidet und erst über diesem lag eine Schicht von Calciumcarbid, auf welche dann eine oberste Schicht unveränderter Rohmaterialmischung folgte. Diesem Ergebnis entsprach auch, dass ein Stückchen Carbid, welches nach Erreichung des oben erwähnten stationären Zustandes in die

Aushöhlung gebracht wurde, sofort unter Entwicklung von Dämpfen schmolz, die kein Acetylen bildeten, und ein Rückstand von Kohle in der Aushöhlung zurückblieb. Dieser Versuch zeigt auch, dass die Kohle-Kalkmischung die Wärme schlecht leitet, denn auf der Carbidzone lag noch eine Schicht unveränderter Beschickung. Es folgt daraus einerseits, dass man hinsichtlich des Materials zum Bau der Carbidöfen nicht ängstlich zu sein braucht, da an dessen Feuerbeständigkeit keine allzugrosse Forderung gestellt wird, andererseits, dass man bei der Ofenkonstruktion darauf Rücksicht nehmen muss, dass die Beschickung nach und nach vollständig in den Bereich des Voltabogens gelangt.

Als Elektrodenmaterial für die Oefen dient Kohle. Die Elektroden finden sich selten in horizontaler Anordnung an der Ofensohle; gewöhnlich sind sie vertikal und zwar die untere feststehend, die obere beweglich angeordnet. Zu Anfang der Arbeit muss letztere zur Erzeugung des Lichtbogens gesenkt und dann in dem Masse, wie das Carbid sich ansammelt, gehoben werden, damit der Bogen stets erhalten bleibt. Die Konstruktion des Ofens muss darauf bedacht sein, dass die Elektroden nicht gar zu schnell wegbrennen, denn ein allzuhoher Elektrodenverbrauch kann allein schon den Betrieb unrentabel machen. Ewig halten die Kohlen so wie so nicht; man bedenke, dass schon wenig über 100° in Luft eine lebhaftere Verbrennung von Kohle stattfindet. Je mehr also der Luft der Zutritt zu der heissen Elektrode gestattet ist, um so grösser wird der Kohleverbrauch, um so ungünstiger der Betrieb werden.

Sobald ein elektrischer Ofen durch Erzeugung des Lichtbogens in Gang gesetzt worden ist, hört man aus seinem Innern explosionsartiges Getöse hervordringen; die Reaktion tritt ein, es entwickeln sich grosse Mengen von Kohlenoxyd, die durch die Beschickung hindurchbrechen, die staubige Masse aufwirbeln und, wenn nicht besondere Massnahmen dies verhindern, dem Ofen entführen und damit der Reaktion entziehen. Abgesehen von dem dadurch entstehenden Verluste, bringt das Verstäuben beträchtlicherer Mengen Kalkkohlepulvers für die Umgebung naturgemäss die grösste Belästigung mit sich. Sie muss, soweit thunlich, durch die Ofenkonstruktion vermieden und durch Staubkammern unfühlfar gemacht werden.

So ergeben sich als Forderungen für eine gute Carbidofenkonstruktion die folgenden:

1. Der Elektrodenverbrauch muss bei derselben ein möglichst geringer sein.

2. Die Verstäubung des Rohmaterials muss vermieden oder doch auf ein Minimum herabgedrückt sein.

3. Sie muss die Aufrechterhaltung eines möglichst wenig schwankenden Stromes gestatten.

4. Es muss eine möglichst hohe Ausbeute an Carbid damit erzielt werden.

Die schwierigeren Forderungen liegen in den Punkten 1 und 2. Durchmustern wir die Oefen der bekannteren Carbidanlagen, so erkennen wir an ihnen zunächst einen prinzipiellen Unterschied: die einen Oefen gestatten einen ununterbrochenen, die anderen dagegen nur einen unterbrochenen Betrieb. Die letzteren sind ausnahmslos Tiegelöfen. Sie sind charakterisiert durch Tiegel, die als eine Elektrode fungieren und die Beschickung erhalten; in ihnen wächst das Carbid allmählich zu einem Blocke an, der, wenn er eine gewisse Grösse erreicht hat, nach Stromunterbrechung und einiger Abkühlung aus dem Ofen entfernt und nach dem Erkalten zerkleinert wird. Im allgemeinen können diese Konstruktionen den oben aufgestellten Forderungen nur schlecht entsprechen. Erheblich günstiger müssen die Tiegelöfen arbeiten, die auf Abstich des flüssigen Carbids eingerichtet sind. Sie gestatten einen Dauerbetrieb, der allerdings dadurch beschränkt wird, dass sich allmählich mehr und mehr Carbid im Ofen ansetzt, so dass nach einer gegebenen Zeit der Abstich undurchführbar wird; man lässt dann zum Block anwachsen, den man wie oben herausnimmt. Am besten entsprechen allen oben aufgestellten Forderungen die Oefen von Neuhausen und Bitterfeld, die hochofenartig die Beschickung oben empfangen und das erschmolzene Carbid unten abfliessen lassen; durch eigenartigen Bau des Ofens ist dafür gesorgt, dass die Stichflamme mit der Kohlekalkmischung wenig in Berührung kommt, vielmehr durch einen seitlichen Kanal abgeführt wird, wodurch das Aufwirbeln von Beschickungsmasse thunlichst verhindert wird. Einem Abbrennen der Elektroden ist dadurch vorgebeugt, dass dieselben ganz in der Kohlekalkmischung eingebettet und somit gegen die Luft abgeschlossen sind.

Das Calciumcarbid stellt eine geschmolzene Masse mit krystallinischem Bruch dar; es hat ein charakteristisches Aussehen, das einen vorläufigen Schluss auf seine Beschaffenheit zu ziehen gestattet. Es ist indessen niemals rein, sondern enthält eine Anzahl von Substanzen, deren Komponenten aus den Rohmaterialien stammen. Nach Moissan¹⁾

¹⁾ Acetylen in Wissenschaft und Industrie 1898, p. 238 und 251, s. a. daselbst p. 90.

finden sich darin hexagonale, an charakteristischen, grünen und blauen Färbungen kenntliche Kryställchen von Siliciumcarbid, dann Schwefelcalcium und Schwefelaluminium, Eisensilicid, Eisencarbosilicid, Phosphorcalcium, sowie kleine metallische Kügelchen, die Phosphor, Eisen und Silicium enthalten, und Graphit. In manchen Sorten Carbid findet man ziemlich grosse, metallische Stücke mit strahlig krystallinischem Bruch, deren Untersuchung uns gegenwärtig beschäftigt. Sie sind vielleicht mit den Eisen und Silicium haltenden Substanzen identisch, die schon von anderer Seite beobachtet sind und ihren Eisengehalt dem Schmelzen der die Elektroden haltenden Klammern¹⁾ verdanken. Ein sehr gutes Carbid der Fabrik in Meran (Tyrol) zeigte z. B. bei 2,22 spez. Gew. folgende Zusammensetzung:

Calciumcarbid	94,2 %
Kalk	0,9 „
Kohle	0,6 „
Kieselsäure Carbonate	2,8 „
Nicht bestimmte Bestandteile	1,5 „

Von den Beimengungen des Carbids werden manche von Wasser auch angegriffen und zwar stärker von heissem als von kaltem Wasser; daher finden sich im aus Carbid dargestellten Acetylen um so mehr Verunreinigungen, bei je höherer Temperatur die Zersetzung des Carbids erfolgte. Das obige Carbid ergab ein Acetylen folgender Zusammensetzung:

Acetylen	99,508 %
Methan	0,040 „
Wasserstoff	0,064 „
Kohlenoxyd	0,084 „
Stickstoff	0,230 „
Ammoniak	0,032 „
Schwefelwasserstoff	0,018 „
Phosphorwasserstoff	0,006 „
Siliciumwasserstoff	unbestimmbar

Nicht immer sind alle diese Bestandteile im Acetylen vorhanden; mitunter, wenn auch leider selten, fehlt z. B. Phosphorwasserstoff; Kohlenoxyd habe ich noch nie angetroffen; aber stets enthält das Gas Verunreinigungen, welche seine guten Eigenschaften ungünstig beeinflussen und darum durch chemische Eingriffe entfernt werden müssen (s. u.). Theoretisch soll 1 kg Calciumcarbid, CaC_2 349 l Acetylen liefern; man ist aber zufrieden, wenn man daraus als Durch-

¹⁾ Acetylen in Wissenschaft und Industrie 1898, p. 238 und 251, s. a. daselbst p. 90.

schnittsausbeute 300 l entwickeln kann. Bei der Ungleichartigkeit der Stücke und bei der das Zerkleinern erschwerenden Härte des Carbids ist es allerdings kaum möglich, aus einem grösseren Posten ein Muster zu ziehen, welches wirklich eine Durchschnittsprobe darstellt.

Das Acetylen wird für den Gebrauch als Leuchtgas stets über Wasser aufgefangen, obgleich es darin ziemlich löslich ist; für Laboratoriumsversuche empfiehlt sich als Sperrflüssigkeit konzentrierte Kochsalzlösung, die nur ein geringes Lösungsvermögen für Acetylen besitzt. Es lösen nämlich ¹⁾:

100 Volum von	Volum Acetylen
Salzwasser	5
Wasser	110
Alkohol	600
Paraffin	150
Schwefelkohlenstoff	100
Fuselöl	100
Benzin	400
Chloroform	400
Essigsäure	600
Aceton	3100

Die Gewinnung des Acetylens und die Acetylenentwickler ²⁾.

Nachdem man erkannt hatte, dass das Acetylen vorzüglich geeignet war, als Leuchtgas zu dienen, bemühtigte sich die Technik desselben sehr schnell. Die grosse Einfachheit seiner Darstellung, die nur eine kleine Apparatur erforderte, liess zudem die Möglichkeit in die Erscheinung treten, dass jedermann seine eigene Gasanstalt im Hause haben könne. Erschien das im allgemeinen für grössere Städte, die mit grossen Zentralgas- und elektrischen Anlagen versehen sind, ohne erhebliche Bedeutung, so war es von grosser Wichtigkeit für kleine Städte, Dörfer, Flecken, einzelne Gehöfte und Häuser, Fabriken, Ställe und dergl. mehr, die sich bisher einer zeitgemässen Beleuchtung nicht erfreuen konnten. Es schien so einfach, die für solche Hausanlagen nötigen Apparate zu bauen, dass plötzlich eine grosse Menge von Leuten, die bis dahin von der Beleuchtungstechnik nichts gewusst hatten, in sich den Beruf eines Acetylenteknikers fühlten und als

¹⁾ Acetylen in Wissenschaft und Industrie 1899, p. 21.

²⁾ Von verschiedenen Firmen sind mir für diese Arbeit Originalzeichnungen und Clichés freundlichst zur Verfügung gestellt, wofür ich an dieser Stelle verbindlichst danke.

„Erfinder“ von Acetylenentwicklern auftraten. Die meisten dieser „neuen“ Entwickler waren mehr oder weniger geschickt nachempfunden und zeigten gewöhnlich nur unwesentliche Abänderungen, so dass die Zahl der wirklich originellen Konstruktionen relativ gering ist. Mehr aber noch als die Erfindertätigkeit Unberufener erwies sich als Hemmschuh für den Siegeslauf des Acetylens die völlige Unkenntnis derselben mit den Eigentümlichkeiten des neuen Leuchtgases. Was ist da gesündigt worden!

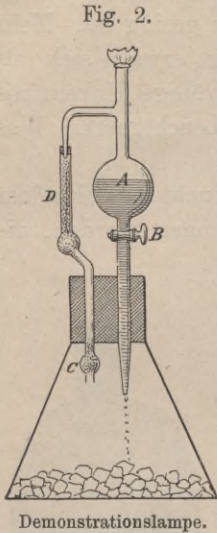
Bei der Einführung des Acetylens zur Beleuchtung einzelner Häuser musste naturgemäss darauf Bedacht genommen werden, die Apparatur möglichst einfach, billig und wenig Raum einnehmend zu gestalten: am günstigsten wäre es, wenn man kleine Apparate in die Wohnräume stellen, tragbare Lampen, die die ganze Gasanstalt in sich tragen, in Gebrauch nehmen könnte; davon sind wir aber doch weit entfernt. Laut gesetzlicher Vorschrift dürfen Acetylenanlagen weder über noch unter bewohnten Räumen und nur mit leichter Bedachung installiert werden; das ist in Anbetracht der Unfälle, die in den Entwicklerräumen nicht so selten stattgefunden haben, eine durchaus notwendige Forderung. Dadurch ist allerdings eine Hausrohrleitung unentbehrlich geworden. Tragbare Lampen gibt es wohl in den verschiedensten Ausführungsformen als Tischlampen (Fig. 1 zeigt eine solche der A.E.G. „Prometheus“ Leipzig), Laternen, Fahrradlampen, Fackeln zu nächtlichen Arbeiten, Wagenlaternen, Schiffs- laternen, Lokomotivlaternen, Weichensignallaternen, Scheinwerfer u. s. w. und für viele dieser Verwendungen ist das weisse, strahlende Acetylenlicht ganz besonders geeignet, aber das Prinzip, nach dem in allen diesen Lampen das Gas in Freiheit gesetzt wird, ist nicht einwandfrei und nicht absolut betriebssicher. Sie sind alle auf das Tropf- system zugeschnitten, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass dem Calciumcarbid tropfenweise — bzw. für mehrere Flammen in dünnem Strahle — das Zersetzungswasser kontinuierlich zugeführt wird. Durch den Wasserzufluss lässt sich der gewünschte Gasstrom leicht regulieren. Fig. 2 zeigt eine tragbare Lampe einfachster eigener Konstruktion,

Fig. 1.



Acetylentischlampe.

die ich in der Vorlesung zur Demonstration benütze. Ein starker mit Carbide beschickter Erlenmeyerkolben ist mit einem doppelt durch-



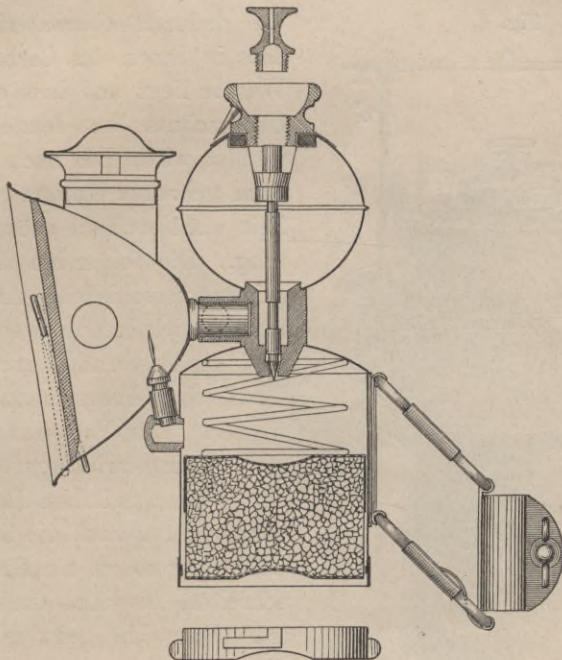
bohrten Kautschukstopfen verschlossen; durch die eine Bohrung desselben geht ein spitz ausgezogenes Glasrohr, das nach oben einen Hahnverschluss, eine Kugel und einen Specksteinbrenner trägt; durch die andere Bohrung geht ein Glasrohr, dessen oberstes Ende rechtwinklig abgebogen ist und in das ersterwähnte Rohr einmündet. Kugel A ist das Wasserreservoir, aus dem durch geeignete Einstellung des Hahns B tropfenweise dem Carbide Wasser zugeführt wird. Das dadurch entwickelte Acetylen passiert bei C einen Wattepfropfen, welcher mechanisch mitgerissene Kalkteilchen zurückhält, und bei D eine Reinigungsmasse (s. u.), welche das Gas von chemischen Verunreinigungen befreit, worauf es zur Verbrennung kommt. Das an diesem Modell

deutlich ersichtliche Prinzip findet sich in allen den angeführten Lampen wieder, wie als Ausführungsbeispiel die in Fig. 3 abgebildete Fahrradlaterne ohne weitere Erläuterung deutlich erkennen lässt. Das Demonstrationslämpchen zeigt alle Vorteile und Nachteile des Tropfsystems; es lässt sich leicht ein geeigneter, gleichmässiger Gasstrom und dadurch eine ruhige, gleichmässig brennende Flamme erzielen, aber der Erlenmeyerkolben wird durch die Reaktionswärme sehr heiss. In dieser Ueberhitzung liegt eine gewisse Gefahr und eine Quelle für Verunreinigungen des Acetylen durch Wasserdampf und Kondensationsprodukte, die die Leuchtkraft der Flamme ungünstig beeinflussen (vergl. p. 30). Aber selbst, wenn man von der möglichen Gefahr absieht, dürften Haus- und Tischlampen, in denen einzelne Teile sehr heiss werden, sich niemals einbürgern. Es kommt hinzu, dass bei allen tragbaren Lampen eine chemische Reinigung des Acetylen — wie sie in Modell Fig. 2 angebracht ist — bis jetzt nicht vorgesehen ist, so dass das sich entwickelnde Gas vor dem Anzünden sehr unangenehm riecht und nach dem Anzünden unter Erzeugung eines weissen Dunstes verbrennt. Weniger fallen diese Uebelstände bei Fahrrad-, Lokomotiv-, Schiffs- etc. Laternen ins Gewicht, die im Freien und namentlich auch an in rascher Bewegung befindlichen Gegenständen angebracht sind; der starke Luftzug bedingt eine natürliche Kühlung des metallischen Entwicklungsgefässes und Geruch und Dunst belästigen nicht.

Das Wesen der Tropfapparate ist also dadurch gekennzeichnet, dass das Wasser in kleinen Portionen überschüssig vorhandenem Carbid zugeführt wird.

Diesem ältesten Systeme von Entwicklern folgte bald ein anderes, welches in den Tauchapparaten zur Anwendung kam. Als typisches Beispiel dieses Systems ist in Fig. 4 der Apparat „Lux“ der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-gesellschaft in Berlin abgebildet. Das

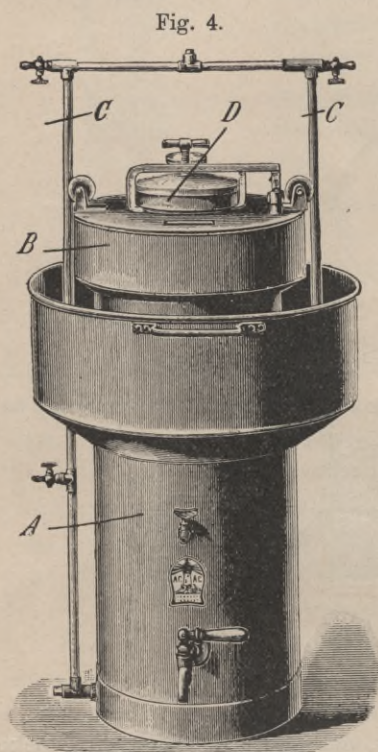
Fig. 3.



Acetylenfahradlaterne.

untere Gefäß A ist mit Wasser gefüllt, das obere B hängt als Glocke in A und kann an den Führungsstangen C leicht auf und niedergleiten. In die durch den Bügelverschluss D gekennzeichnete Oeffnung wird eine mit Carbid gefüllte „Patrone“, d. h. ein Blechcylinder mit durchlocthem Mantel und Boden eingehängt und die Oeffnung verschlossen; ist nun der Apparat mit Wasser gefüllt, so dringt dasselbe durch die Löcher der Patrone zum Carbide, dasselbe entwickelt Acetylen, welches sich in der Glocke ansammelt und diese zum Aufsteigen veranlasst. Hat die Glocke B eine gewisse Höhe erreicht, so ist gleichzeitig die daran befestigte Patrone aus dem Wasser gehoben und die Gas-

entwicklung lässt nach. Wird das Acetylen ausströmen gelassen, so senkt sich die Glocke und mit ihr die Patrone, bis sie wieder ins Wasser taucht und die Carbidzersetzung von neuem vor sich geht. Dieses Spiel wiederholt sich so lange, bis alles Calciumcarbid verbraucht ist. Wie man aus der Abbildung erkennt, nimmt ein Tauchapparat wenig Platz ein, da Gaserzeuger und Gasometer ein Ganzes bilden und klein dimensioniert sind. Für grössere Leistungen sind die Tauchapparate freilich nicht geeignet. An ihre Stelle treten dann



Tauchapparat.

Ueberschwemmungsapparate, die dadurch charakterisiert sind, dass in ihnen das Carbid ganz im Wasser liegt und dass ein gewisser Ueberschuss an letzterem angewendet wird. Die nach diesem System gebauten Apparate haben zur Zeit wohl noch die grösste Verbreitung. Die folgenden Abbildungen zeigen verschiedene Ausführungsformen nach diesem Systeme. Fig. 5 gibt den Apparat Universal III der Gesellschaft Prometheus in Leipzig wieder. Die Patronen C werden, mit Calciumcarbid gefüllt, in den mit Wasser gefüllten Entwickler B eingesetzt, worauf die Acetylenentwicklung sofort einsetzt und fortschreitet, bis alles Carbid zersetzt ist. Das Gas geht in einen bei diesem Systeme stets vorhandenen besonderen Gasometer A und von diesem in die Leitung.

Vielfach eingeführt ist der in Fig. 6 und 7 wiedergegebene Apparat der „Hera“, internationale Gesellschaft für Acetylenbeleuchtung in Berlin. Derselbe besteht (Fig. 6) aus dem Entwickler B A und dem Gasometer G, Reinigungsvorrichtungen, die hier nicht gezeichnet sind (s. u.) und dem Druckregulator F. Der Entwickler setzt sich zusammen aus dem unteren Wasserbehälter A, in den der obere Teil B hineingesetzt wird. Durch den letzteren führen 7 Rohre R, welche unten durch die Platte C endigen und welche mit 7 Carbidbehältern D be-

schickt werden können. Diese Carbidbehälter setzen sich in folgender Weise zusammen (Fig. 8): der oben und unten offene Cylindermantel E_2 ist mit vielen Löchern versehen, die dem Wasser allseitig Zutritt zu dem von ihm umschlossenen Carbide gewähren; er kommt als Einsatz in den nur wenig grösseren, oben offenen Cylinder E_3 , der am Boden einen beweglichen Bügel w befestigt trägt und bei a einige Löcher aufweist, welche dem Wasser den Zutritt zum Mantel E_2

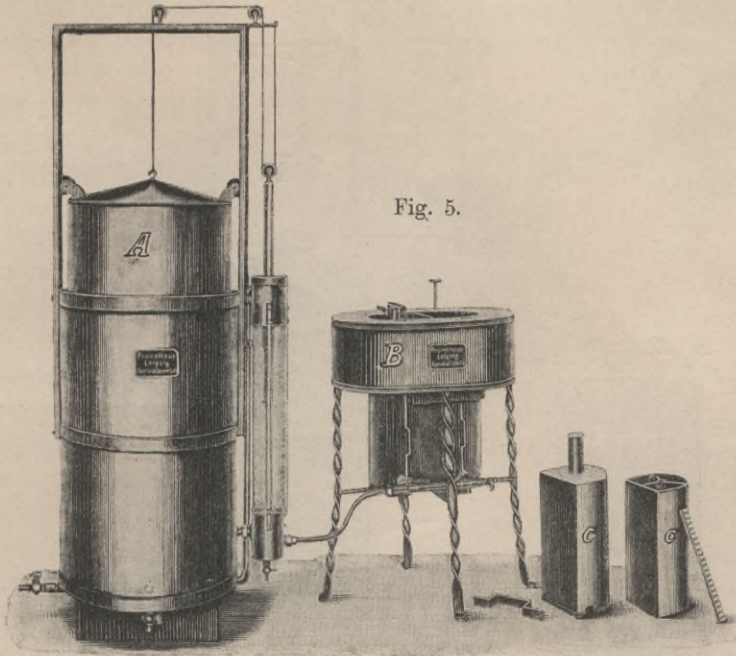


Fig. 5.

Ueberschwemmungsapparat der Gesellschaft „Prometheus“ in Leipzig.

und damit zum Carbide verschaffen; die Löcher a sind in den 7 für einen Entwickler vorgesehenen Patronen in verschiedener Höhe angebracht. Ueber E_3 wird der unten offene Cylinder E_1 geschoben, der sich mittels der Feder F fest an E_3 anlegt; das seitlich angelötete Rohr y mit dem Loche u dient zum Ableiten des entwickelten Acetylens durch Rohr r , über welches y gestülpt wird (Fig. 7). Die Inbetriebsetzung des Apparates erfolgt in folgender Weise (Fig. 7): der untere Teil des Entwicklers B wird bis zur Höhe von c , und A wird bis ca. 5 cm unterhalb d mit Wasser gefüllt, und auf die Rohre r werden die fertig montierten Carbidbehälter gesetzt. Das Wasser tritt von

unten zwischen E_2 und E_3 in die Höhe und durch die Löcher a des Cylinders, bei dem dieselben an der tiefsten Stelle sich befinden, in den Raum E_1 zum Carbide. Der durch die Gasentwicklung entstehende Druck verhindert ein weiteres Steigen des Wassers, bis das gesamte Carbide der überschwemmten Büchse zersetzt ist; dann erst tritt das Wasser durch die nächst höher gelegenen Löcher in die zweite Patrone und so geht das automatisch fort, bis das Carbide sämtlicher

Fig. 6.



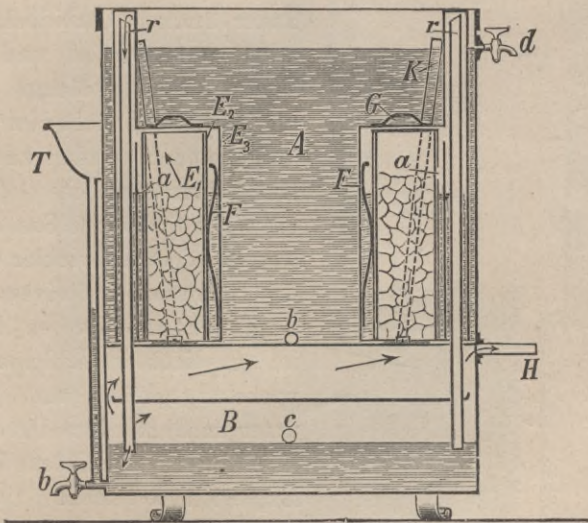
Ueberschwemmungsapparat der „Hera“.

7 Behälter aufgebraucht ist. Bemerkenswert ist, dass die nach der Zersetzung des Carbids mit Kalkschlamm angefüllten Patronen mitunter einen Transport des Wassers aus dem oberen in den unteren Teil des Entwicklers bewirken, so dass letzterer überläuft. Die Erklärung für diese Thatsache dürfte darin zu suchen sein, dass nach dem Aufhören der chemischen Reaktion Abkühlung und Kondensation von Wasserdampf in der Patrone einen luftverdünnten Raum herstellen, in welchen das Wasser von unten her eindringt und unter günstigen Umständen die Rohre y und r füllt, so dass ein Heber hergestellt ist, welcher so lange wirkt, wie genügend Wasser im

oberen Behälter ist, oder bis durch Herausnahme der Patrone die Verbindung aufgehoben ist.

Das im Entwickler hergestellte Acetylen passiert einen Kondensatopf und gelangt dann durch eine in dem Wasser des Gasometers liegende Schlange in den Gassammler (Fig. 6). Die Glocke desselben ist durch die Krönung belastet; ausserdem hängt an Ketten noch ein Gewicht, welches bei einem gewissen Höhenstande der Gasometerglocke sich ebenfalls auf sie legt und den Druck in ihr erhöht, welcher zurückwirkt auf die Entwicklungsbehälter, so dass in ihnen das Wasser zurückgedrängt und die Gasentwicklung gemässigt wird. Eine nicht

Fig 7.



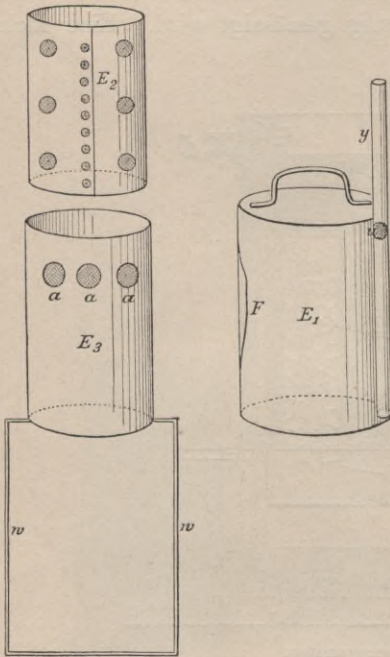
Entwickler des Heraapparates.

unerhebliche „Nachentwicklung“ an Gas findet naturgemäss auch nach Aufhören des Wasserzufflusses und zwar so lange statt, bis die in der Patrone und dem Kalkschlamm befindliche Menge Wasser gebunden ist. Die Dimensionen des Gasometers müssen daher bei diesem wie bei allen ähnlichen automatischen Apparaten so bemessen sein, dass derselbe bei Unterbrechung der Gasentwicklung das gesamte nachentwickelte Acetylen mit Sicherheit aufzunehmen vermag.

In der Regel wird bei automatischen Ueberschwemmungsapparaten derart verfahren, dass die Carbidgehälter in dem Entwicklungsgefässe terrassenförmig aufgebaut sind und nacheinander durch allmählich in bestimmten Mengen zugeführtes Wasser überschwemmt werden. Diese

Wasserszufuhr wird automatisch so geregelt, dass die sinkende Gasometerglocke bei einem gewissen Stande ein Ventil im Wasserkasten öffnet und so lange geöffnet hält, bis die zur Unterwassersetzung der nächsthöher im Entwickler stehenden Carbidbüchse genügende Menge Wasser ausgeflossen ist. Das sichere Arbeiten solcher Apparate hängt wesentlich von dem sichern Funktionieren der Wasserventile ab. Öffnen sich dieselben nicht rechtzeitig, so wird das vorhandene Acetylen verbraucht und die Flammen verlöschen; schliessen sie sich nicht rechtzeitig oder nicht vollkommen, so fließt allmählich so viel Wasser in den Entwickler, dass nacheinander sämtliche Carbidbehälter überschwemmt werden und Acetylen liefern in einer Menge, die nicht verbraucht und nicht vom Gasometer aufgenommen werden kann. Damit treten dann ernstliche Gefahren auf; entweder findet das Gas einen Ausweg aus dem Entwickler und erfüllt den Raum mit explosivem Acetylen-Luftgemisch; oder es häuft sich im gasdicht verschlossenen Entwicklungsgefäß und Gasometer unter zunehmendem Druck an und kann durch verschiedene Zufälle zur Explosion kommen. Unfälle, die durch Versagen der automatischen Wasserszufuhr herbei geführt sind, sind mehrfach bekannt geworden.

Fig. 8.

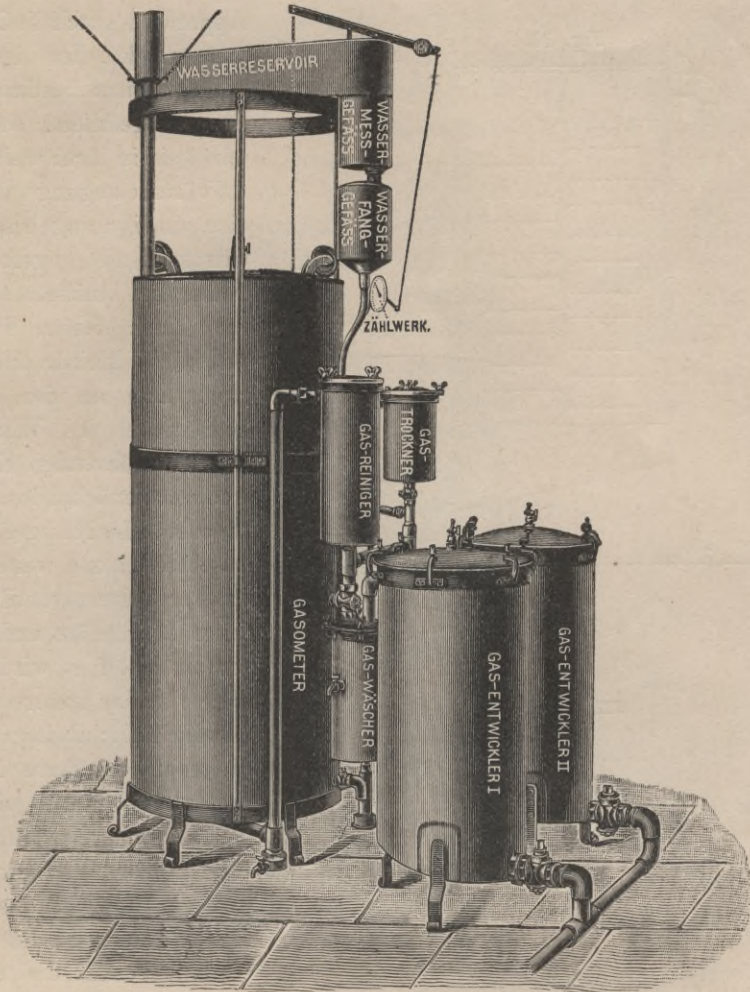


Einsätze zum Heraentwickler.

Ein Apparat von Hans Berger-Berlin möge als Beispiel der Ueberschwemmungsapparate mit automatischem Wasserzufluss erläutert werden (Fig. 9, 10, 11). Fig. 9 gibt eine Totalansicht des Apparates, die ohne Erklärung verständlich ist. Fig. 10 zeigt im Längs- und Querschnitt den Entwickler; derselbe ist durch senkrechte, nicht ganz bis zum Boden geführte Scheidewände in 4 getrennte Räume geteilt, in denen die Carbidbehälter wendeltreppenartig übereinander eingefügt sind. Dadurch wird erreicht, dass ein Kasten nach dem andern überschwemmt wird, ohne dass das bei der stürmischen Gasentwicklung mitgerissene Wasser den nächsthöheren Carbidbehälter erreichen kann.

Fig. 11 veranschaulicht das Wasserreservoir, das mittels Schwimmerhahn aus einer Wasserleitung beständig gefüllt gehalten wird; unter diesem Reservoir ist das Messgefäß angebracht, dessen Dimensionen

Fig. 9.

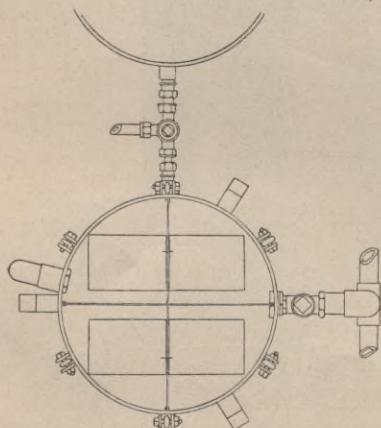
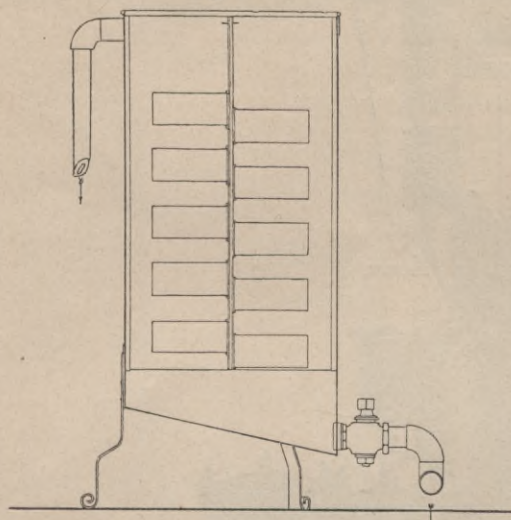


Bergers Apparat „Gloria“.

der Einrichtung des Entwicklers entsprechen. Beide Gefäße stehen durch ein Ventil in Verbindung und ebenso hat das Messgefäß nach dem Entwickler hin einen durch ein Ventil verschliessbaren Ausfluss. Beide Ventile sind an Stangen befestigt, die durch einen Hebel ver-

bunden sind; ein Gewicht an dem einen Ende dieses Hebels bewirkt, dass das Verbindungsventil zwischen Wasserreservoir und Messgefäß geschlossen, das Ausflussventil nach dem Entwickler aber geöffnet ist; es kann also in dieser Hebellage kein Wasser in des Messgefäß gelangen. Die Auslösung der Vorrichtung erfolgt, wie stets bei diesen

Fig. 10.



Entwickler zum Apparate „Gloria“.

in den Entwickler abfließt. Die abgemessene Wassermenge, die jeder Carbidgebüchse zugeführt wird, ist etwa fünfmal so gross, als sie zur Zersetzung jeder Carbidgeportion theoretisch notwendig ist.

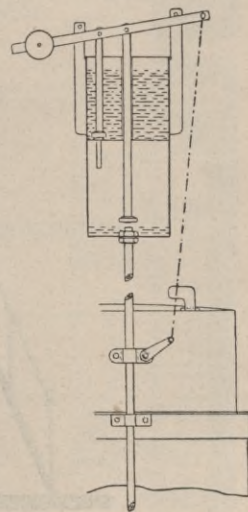
Das vierte und letzte System der Entwickler ist dadurch charak-

Apparaten, durch die Gasometerglocke. Ist dieselbe bis zu einem bestimmten Punkte gefallen, so bewirkt sie in ihrer weiteren Abwärtsbewegung durch eine an ihr angebrachte, entsprechend geformte Nase und mittels eines um einen festen Punkt drehbaren kleinen Hebels einen Zug an der nach dem Hebel des Wassergefäßes führenden Kette, wodurch zunächst das Ausflussventil des Messgefäßes geschlossen und weiterhin das Verbindungsventil zwischen Messgefäß und Reservoir geöffnet wird, so dass sich das erstere vollständig füllt; alsdann gibt die eben erwähnte Nase den kleinen Hebel wieder frei, und das Gewicht am Gestänge des Wassermessgefäßes bewirkt das sofortige Schliessen des Verbindungsventils und dann das Oeffnen des Ausflussventils, worauf das Wasser

terisiert, dass das Carbid portionenweise in einen grossen Ueberschuss von Wasser geworfen und das dadurch entwickelte Gas durch einen Gasometer in die Leitung geführt wird. Die Entwickler sind nach dem Vorgange von Pictet denkbar einfachst; ein geräumiger, starkwandiger Cylinder wird mit Wasser gefüllt; durch den Deckel geht ein Lufthahn, ein Abführungsrohr für das Acetylen und ein weites Einführungsrohr für das Carbid; das letztere reicht, um einen hydraulischen Verschluss zu sichern, genügend weit in das Wasser und endet in eine schiefe Ebene, deren Neigung nach dem Gasableitungsrohre gelegt wird; damit verhindert man, dass das Acetylen aus dem Carbideinwurfrohre entweicht. Die in Fig. 12, 12a u. 12b wiedergegebene Anlage der „Hera“ für den Grossbetrieb zeigt deutlich die Art der Arbeit an solchen Apparaten. Es ist bei dieser Anlage Handbeschickung des Entwicklers vorgesehen, und eine solche wird sich bei Zentralen mit ständiger Ueberwachung am meisten empfehlen; ein einziger intelligenter Arbeiter kann bequem den ganzen Betrieb regeln. Aber ein Mensch muss bei solchen Einwurfapparaten mit Handbedienung auch den Apparat versehen, wenn man nicht den Gasometer so gross bauen will, dass man den ganzen am Abend gebrauchten Vorrat an Gas in demselben vorrätig halten will. Jedoch gerade der Kleinbetrieb und in ihm die möglichste Kleinheit der Apparatur ist das Hauptfeld des Acetylens; deshalb muss das Bestreben dahin gerichtet sein,

die Einwurfapparate mit Vorrichtungen zu versehen, welche sicher nach Bedarf die Zufuhr der Carbids zum Wasser automatisch besorgen. Es ist hier also umgekehrt wie bei den Ueberschwemmungsapparaten; bei diesen ist das Carbid von Anfang an in den Entwickler gebracht und das Wasser wird in zugemessenen Mengen nach und nach automatisch zugeführt; bei jenen ist der Entwickler von vornherein mit Wasser angefüllt und das Carbid wird ihm portionenweise zugegeben. Es gibt eine ganze Anzahl von Entwicklern, welche durch von der sich senkenden Gasometerglocke ausgelöste Vorrichtungen das Einschütten des Carbides in abgemessenen Mengen automatisch besorgen. Einige Beispiele mögen die Art, wie die Aufgabe gelöst ist, erläutern. Fig. 13 zeigt einen Apparat von Freund und Ollendorf in Breslau;

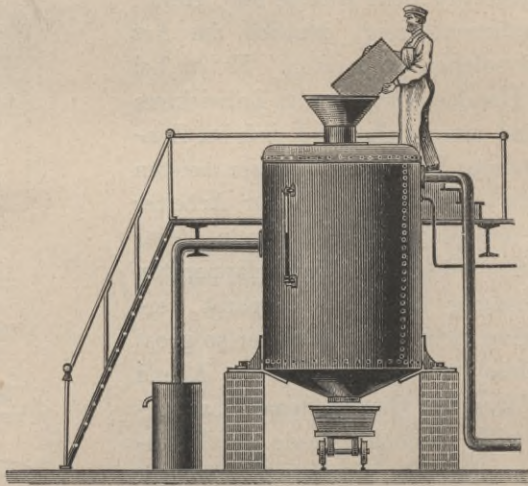
Fig. 11.



Wasserreservoir zum Apparate „Gloria“.

A ist der Entwickler, B der Kondenstopf, C der Gasometer, D der (Chlorkalk-)Reiniger. Wir sehen ab von der wenig glücklichen Dimensionirung der einzelnen Teile und beachten nur die automatische Vorrichtung. Auf einem Drahtkranze sind 8 Töpfe für Carbid angeordnet, deren Böden nach unten aufklappen können; derjenige Behälter, der gerade über dem Einwurfloche steht, öffnet den Boden und lässt den Inhalt des Behälters in den Entwickler fallen; das sich bildende Acetylen gelangt in den Gasometer, dessen Glocke sich hebt; wird nun das Gas verbraucht, so senkt sich die Glocke und in einem gegebenen Moment schlägt der Bolzen F auf die Nase E, zieht den

Fig. 12.



Acetylenentwickler, System Carbid in Wasser.

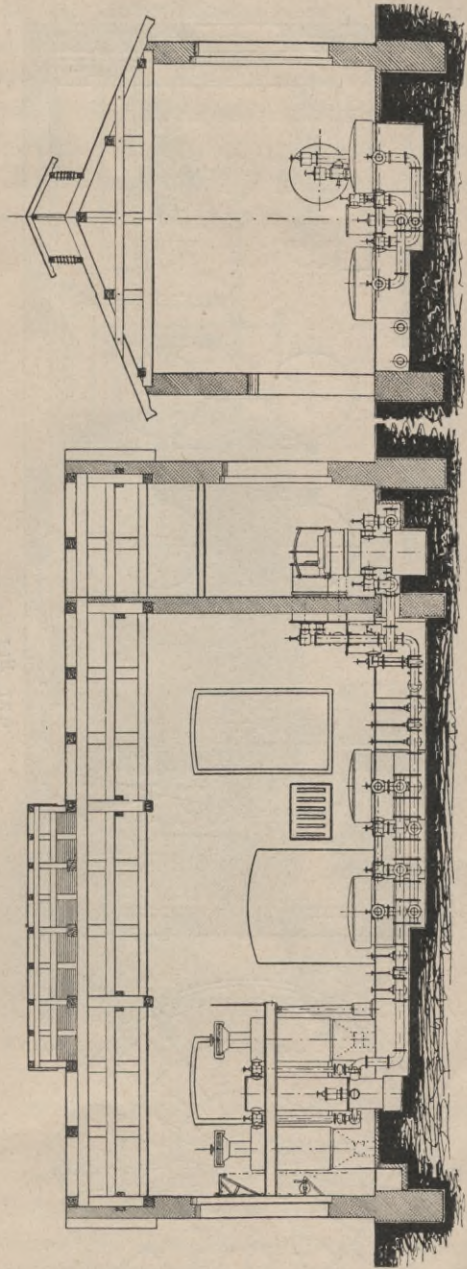
damit verbundenen Hebel und bewirkt $\frac{1}{8}$ -Drehung des Drahtkranzes, durch welche eine volle Büchse Carbid über den Fülltrichter gelangt, den Boden aufklappt und ihren Inhalt in den Entwickler entleert.

In etwas anderer Weise ist das Problem gelöst bei dem in Fig. 14 abgebildeten Apparate der Kommanditgesellschaft für Acetylenindustrie Fournier & Co., Dresden. Wie man aus der Abbildung erkennt, sitzen die Carbidbehälter gasdicht in dem Deckel des Entwicklers und reichen nur mit ihren untersten Teilen in denselben hinein. Die Böden der Carbidbüchsen werden durch je eine Stange festgehalten; sinkt nun die Gasometerglocke, so drückt sie eine Stange zur Seite, wodurch der Verschluss der betreffenden Büchse geöffnet wird; der Boden klappt auf, das Carbid fällt in das Wasser des Ent-

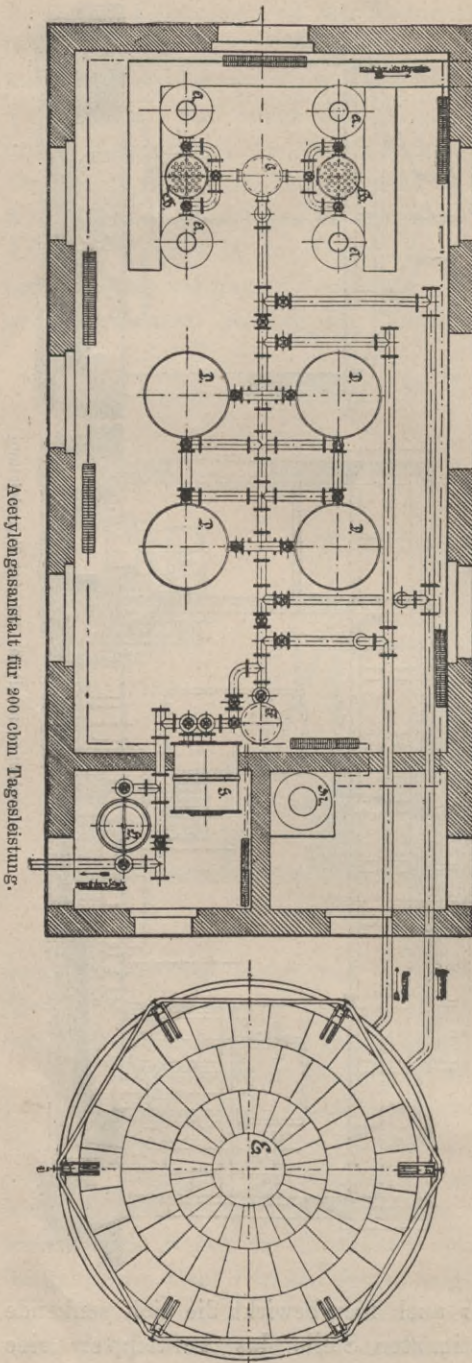
wicklers, und es wiederholt sich das Spiel, bis alle Patronen entleert sind. Die Büchsen bleiben bis zur Neuauflung nach unten geöffnet; dadurch ist das Innere der Patronen, sowie Deckel und Scharniere lange Zeit den von unten aufsteigenden Wasserdämpfen ausgesetzt, was auf die Dauer die Haltbarkeit der Büchsen wohl beeinträchtigen muss.

In ähnlicher Weise finden wir die Anordnung bei dem Apparate „Simpli-
cissimus“ der Acetylenapparatenfabrik Hans Berger-Berlin, welcher u. a. seit längerer Zeit im Reichspostamte probeweise aufgestellt ist. Die Carbidkästen liegen hier ganz im Innern des geschlossenen Entwicklers und sind so angeordnet, dass sie um eine zentrale mit Schlitzern versehene Scheibe gleichmässig verteilt sind; ihre aufklappbaren Böden endigen auf den den Scharnieren entgegengesetzten Seiten in Stifte, welche auf der Scheibe aufliegen und dadurch die Büchsen geschlossen halten; auch hier bewirkt die sich senkende Gasometerglocke an einer bestimmten Stelle das Aufklappen eine

Fig. 12 a.



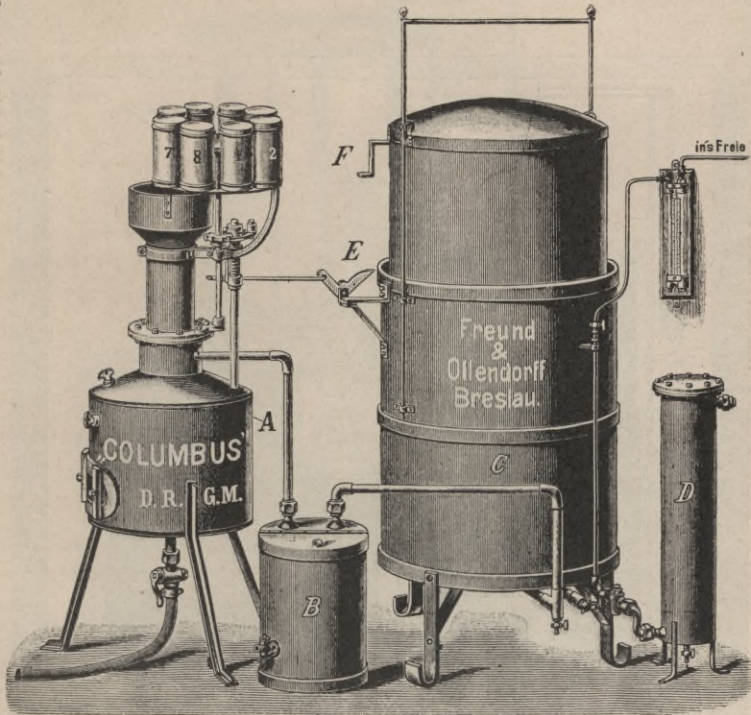
Acetylengasanstalt für 200 cbm Tagesleistung.



Kastenbodens nach dem andern; auch hier dürften aus demselben Grunde wie oben die Carbidekästen keine allzu lange Lebensdauer haben. Den „Simplificissimus“ gibt Fig. 15 wieder; er besteht aus 2 Entwicklern, 1 Gasometer, 1 Gasreiniger und 1 Trockner. Die Entwickler enthalten je eine senkrechte Welle, die oben eine geschlitzte Scheibe, unten eine Rolle trägt, um welche eine endlose Kette läuft; an dieser ist die Spange unbeweglich befestigt, auf welche sich die Gasometerglocke mit der durch einen Vorstecker zu arretierenden Gabel auflegt. Bei der Beschickung des Apparates wird der Entwickler bis zu darin angebrachten Spreizen mit Wasser gefüllt, worauf man die Gabeln nach Lösung ihrer an Kettchen hängenden Vorstecker zurückklappt und dann die Spangen beider Entwickler in die Höhe schiebt, bis sie an den Rollenbock anstossen. Jetzt werden die gefüllten Carbidekästen nacheinander in die Entwickler eingebracht, indem man dabei den Deckel mit der Hand zuhält, den

Kasten umdreht und ihn in die am innern Entwicklerende befestigten Kastenhalter einhängt, so dass er sich mit dem am Deckel vorstehenden Stifte auf die in der Mitte befindliche Scheibe stützt. Nach dem Einsetzen sämtlicher Kästen in einen Entwickler müssen die vorspringenden Stifte in gleichmässigen Abständen ringsherum auf der Scheibe liegen; dann wird der Entwicklerdeckel fest verschlossen, worauf man die höhere Spange etwa 1 cm herabzieht, bis sich im

Fig. 13.

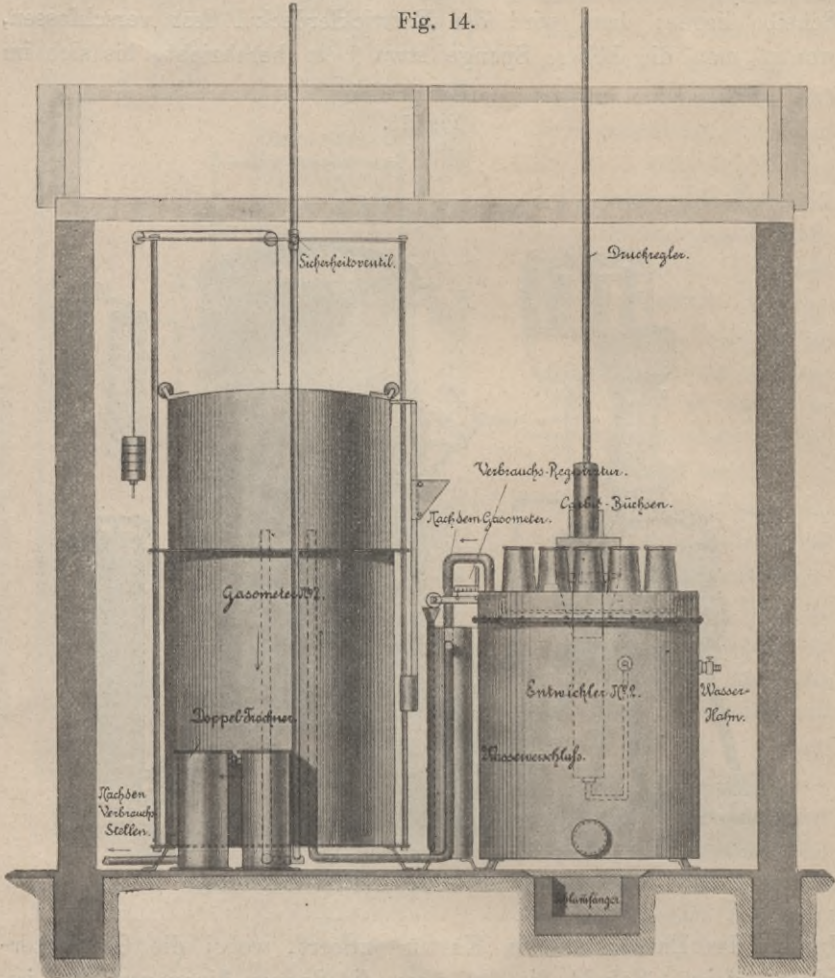


Einwurfapparat mit automatischer Carbidzuführung.

Innern des Entwicklers ein Kasten entleert, wobei die Gasometerglocke steigt. Sobald dieselbe über die Spange hinausgestiegen ist, klappt man die Gabel nach vorn und schiebt den Vorstecker hinein; dasselbe thut man mit der Gabel des zweiten Entwicklers, worauf in nicht erst zu erläuternder Weise der automatische Betrieb beginnt.

Fig. 16 zeigt die originelle Transportvorrichtung des Apparates Koh-J-Noor von Aug. Lindholm in Stockholm. Die Carbidbüchsen a werden zwischen den Leitschienen b auf das bewegliche

Fach c eingesetzt, welches durch über die Räder gelegte Seile mit dem auf der andern Seite befindlichen Fach d für die geleerten Carbidbüchsen verbunden ist. Wenn die Gasglocke e beinahe leer ist, wird die oberste Büchse vom Hebel f über die Füllöffnung geschoben, wobei

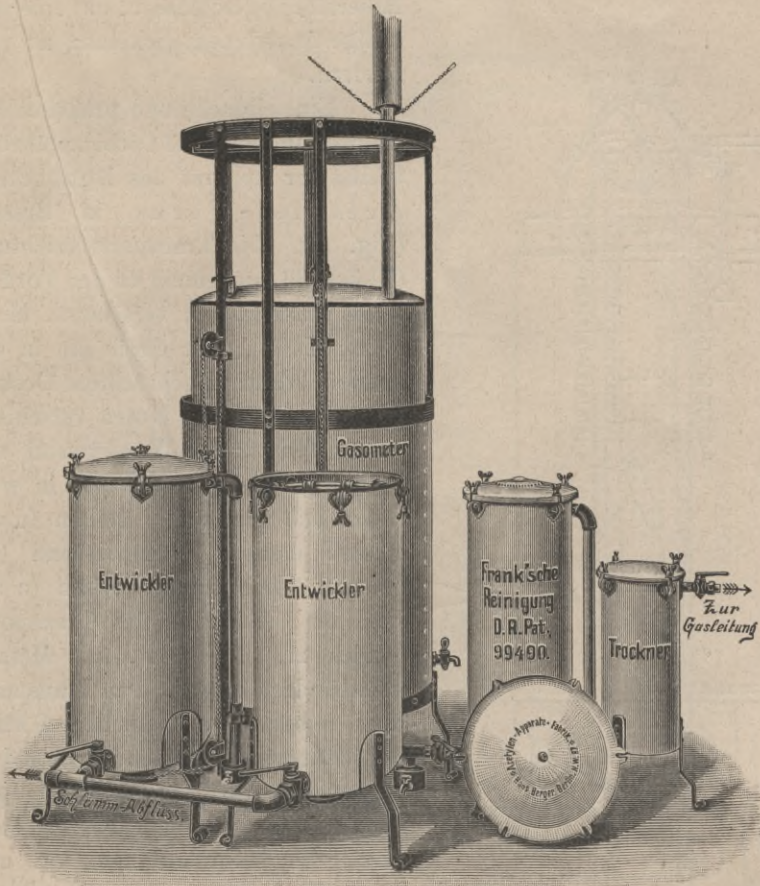


Einwurfapparat mit automatischer Carbidzuführung von Fournier & Co.

der Inhalt der Büchse in den Generator hinunterfällt. Infolge der Gasentwicklung steigt nun die Glocke, der Hebel wird durch das Gegengewicht zurückgeführt und die Sperrvorrichtung i lässt von dem Sperrrade einen Zahn vor, wodurch das Fach c sich mit seinen vollen Carbidbüchsen um eine Büchsenhöhe hebt, und das Fach d für die

leeren Büchsen sich entsprechend senkt. Wenn die Glocke das nächste Mal sinkt, wird die nächstfolgende gefüllte Carbiddbüchse vorgeschoben, welche dabei die erste Büchse in das Fach d zwischen die Leitschienen auf der andern Seite schiebt. So werden nach und nach die gefüllten

Fig. 15.

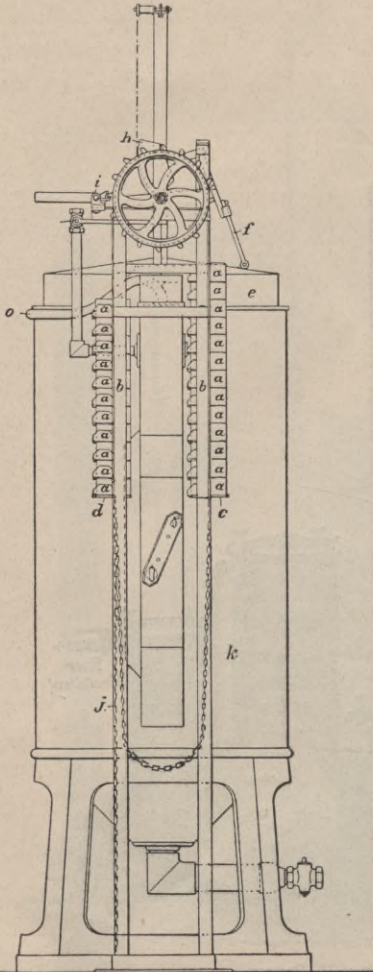


Apparat „Simplicissimus“ von H. Berger.

Büchsen entleert und die entleerten an der andern Seite des Apparates aufeinander gestellt. Die Ketten j und k dienen als Gegengewichte. Dadurch dass sich die Kette j mehr und mehr auf den Boden legt in dem Masse, wie das Carbid verbraucht wird und das Gewicht der Kette k auf das vorderste Fach übergeführt wird, im selben Masse, wie die geleerten Büchsen sich auf das hintere Fach

stellen, kann das für den sichern Gang der Transportvorrichtung erforderliche Uebergewicht sich ziemlich konstant und unabhängig von der Anzahl der gefüllten Carbiddbüchsen halten, welche alsdann noch

Fig. 16.



Transportvorrichtung des „Koh.-J.-Noor“.

vorhanden sind. Der Generator, in welchen das Carbid aus den Kästen fällt, ist zum Teil nach oben mit Mineralöl abgeschlossen, um eine vorzeitige Acetylenentwicklung zu verhindern.

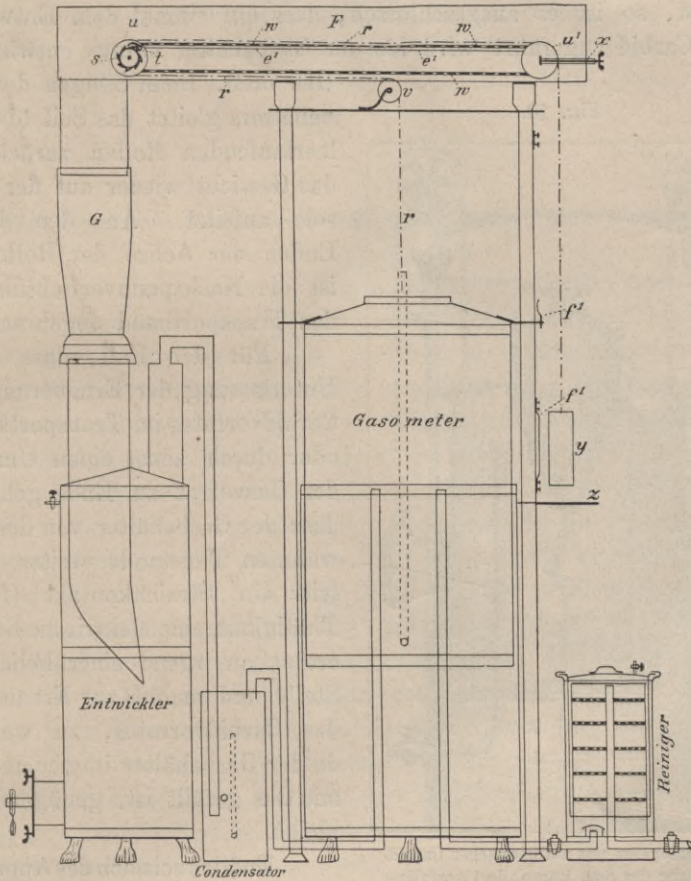
Eine einfache und praktisch bewährte, automatische Carbidezuführung besitzt der Apparat des Deutschen Acetylen-Werks in Breslau (Fig. 17). Die Transportvorrichtung (F) besteht aus einem an der Vorderwand mit Fenstern versehenen länglichen Kasten, der durch die in der oberen Wand angebrachten Deckel, oder durch die in den Nuten verschiebbaren Fenster der Vorderwand mit Carbid gefüllt werden kann, in welchem sich das um 2 Rollen (u u^1) gelegte endlose Transportband (w) befindet. Die beiden Rollen (u u^1) sind, um ein Gleiten des Transportbandes zu verhindern, mit Metallkratzbändern belegt. Das Transportband selbst ist aus einem bei allen Witterungsverhältnissen unverändert bleibenden Metalldrathgewebe gefertigt, und in seinem oberen Teile durch die Blechunterlage (c') und eventuell bei grösseren Apparaten durch eingesetzte, gleitende Unterstützungsrollen zur Verminderung des

Reibungswiderstandes und zur Vermeidung der Durchbiegung infolge des Gewichtes des darauf ruhenden Carbidvorrates in wirksamer Weise unterstützt.

Ein von der Decke des Gasbehälters über die Seilführung (v) über die Rolle (u) und über die Rolle (u^1) in Nuten geführtes, durch

geeignete Vorrichtungen am seitlichen Abgleiten verhindertes, an einem Ende durch das Gewicht (y) straff gespanntes Seil (r) bewirkt die Inthätigkeitsetzung der Transportvorrichtung. Wenn der Behälter von einem gewissen Tiefpunkte bei stattfindender Gasentnahme (wenn

Fig. 17.



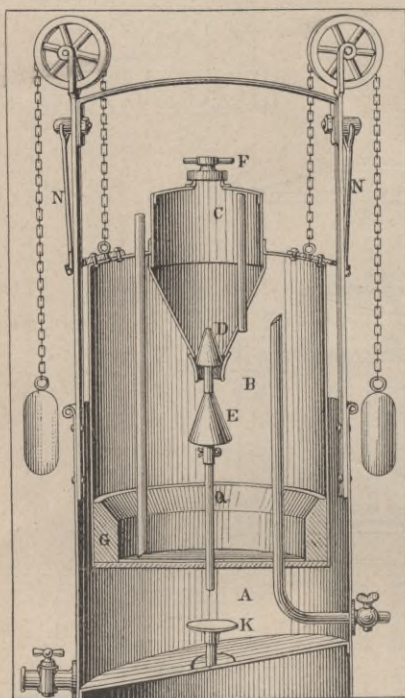
Einwurfapparat mit automatischer Carbidzuführung des Deutschen Acetylenwerks.

er beispielsweise nur mehr $\frac{1}{3}$ des Gesamtgasvolumens in sich hält) weiter sinkt, so wird durch Abheben des Gewichtes (y) von der Konsole (z) das bis dahin schlaff hängende Seil (r) angespannt. Die Rolle (u) wird dann von rechts nach links von dem Seile mitgenommen und durch das gezahnte Sperrrad (s) und die einschnappende Sperrklinge (t) die im Innern des Transportkastens befindliche, mit Kratz-

band belegte auf die gemeinschaftliche Achse montierte Walze in Bewegung gesetzt.

Das auf dem Transportbände vorne befindliche Carbid wird nunmehr beim Vorrücken des Bandes durch den Einfallschacht (G) dem Entwickler zugeführt. Da nur das auf der Kante befindliche Carbid in den Entwickler fällt, der Gasbehälter aber $\frac{2}{3}$ seines Inhaltes entleert ist, so ist es ausgeschlossen, dass auf einmal dem Entwickler mehr Carbid zugeführt wird als der Gasbehälter daraus entwickeltes

Fig. 18.



Einwurfapparat mit automatischer Carbidzuführung der Soc. intern. de l'Acetylene.

Gas fasst. Beim Steigen des Gasbehälters gleitet das Seil über die leerlaufenden Rollen zurück, bis das Gewicht wieder auf der Konsole aufsitzt. An den beiden Enden der Achse der Rolle (u^1) ist die Nachspannvorrichtung für das Transportband angebracht.

Für den Fall, dass durch Unterlassung der Erneuerung des Carbidvorrates im Transportkasten oder durch sonst einen Umstand der Gasvorrat zu Ende geht, so dass der Gasbehälter von dem erwähnten Tiefstande weiter sinkt, tritt ein Streichkontakt (f^1) in Thätigkeit, eine elektrische Klingel ertönt an irgend einer beliebigen Stelle und mahnt zur Erneuerung des Carbidvorrates, zu welcher, da der Gasbehälter immer noch $\frac{1}{4}$ mit Gas gefüllt ist, genügend Zeit bleibt.

Endlich sei noch des Apparates der Société internationale

de l'Acetylene in Brüssel-Paris gedacht, welche zu ihrem Betriebe gekörnten Carbides bedarf (Fig. 18). Der Behälter A wird mit Wasser gefüllt und die Glocke B an die Hemmarme N gehängt; dann füllt man das Reservoir C mit Carbid und schraubt die Verschlusschraube F fest zu. Darauf hakt man die Glocke B los und öffnet, um das langsame Hinabgleiten derselben herbeizuführen, den Luftauslasshahn, wodurch die in der Glocke eingeschlossene Luft heraus-

gelassen wird. Die Glocke gleitet hinunter und der Ventilschaft Q stösst auf die Platte K, wodurch Ventil D ein wenig gehoben wird. Das gekörnte Carbid fällt heraus und auf den Verteiler E und von diesem aus in Kegelstrahlen ins Wasser. Das sich entwickelnde Acetylen treibt die Glocke in die Höhe und schliesst zunächst das Ventil. Der Prozess wiederholt sich dann, so lange Carbid vorrätig ist.

Es mögen diese Beispiele genügen, um zu zeigen, dass die verschiedensten Wege eingeschlagen sind, um die automatische Zuführung des Carbides zum Wasser in betriebssicherer Weise zu ermöglichen.

Welchem der Entwicklersysteme gebührt der Vorzug?

Um diese Frage zu entscheiden, ist es erforderlich, das Acetylen in seinen für unseren Zweck wichtigsten Eigenschaften zu skizzieren. Das Acetylen C_2H_2 ist ein Gas, welches in reinem Zustande nicht unangenehm, süßlich wie Bromäthyl riecht; wird es aus Calciumcarbid und Wasser entwickelt, so zeigt es infolge eines Gehaltes an Phosphorwasserstoff und Phosphinen (?) einen an jene Verbindungen erinnernden penetranten Geruch. Da das Acetylen 92,3% Kohlenstoff enthält, so verbrennt es in gewöhnlichen Brennern mit einer gelben, stark russenden Flamme; eine ganze Reihe von Brennerkonstruktionen, von denen einige hier abgebildet sind (Fig. 19—23), ermöglichen jedoch, durch geeignete Luftzuführung das Acetylen russfrei mit rein weisser blendender Flamme zu verbrennen; wie in den Figuren angedeutet ist, strömt das Gas aus zwei gegenüberstehenden Düsen in 2 Strahlen aus, die beim Zusammentreffen gegeneinander drücken und die flache Flammenform erzeugen. Durch besondere Einrichtungen in der Luftzufuhr kann man auch heisse nichtleuchtende Acetylenflammen erzielen, die zum Heizen in Laboratorien wie für Gasglühlicht brauchbar sind; doch ist ersteres ziemlich teuer und letzteres überflüssig, weil es gegen die gewöhnliche Acetylenflamme keinerlei Vorteile aufzuweisen hat.

Das Acetylen neigt bei höherer Temperatur zur Kondensation, wobei vornehmlich aromatische Substanzen wie Benzol, Styrol, Naphthalin u. a. neben Teer entstehen; höhere Temperatur bewirkt auch einen Zerfall des Acetylens in seine Elemente und zwar tritt derselbe bei reinem Gase bei $780^\circ C.$, bei unreinem und feuchtem Gase indessen bei erheblich niedrigerer Temperatur ein; eine Luftbeimischung führt

z. B. nach Le Chatelier und A. Frank eine Erniedrigung des Zersetzungspunktes auf 480° herbei. Wird das Acetylen mit indifferenten Gasen, wie z. B. bei der Eisenbahnbeleuchtung mit Fettgas,

Fig. 19.

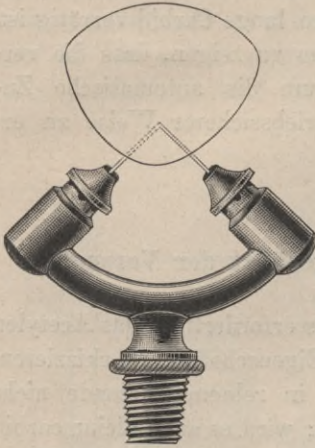


Fig. 20.

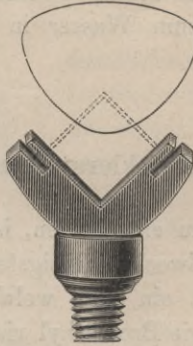


Fig. 21.



Fig. 22.

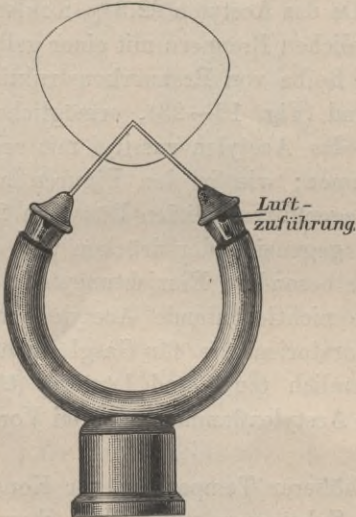
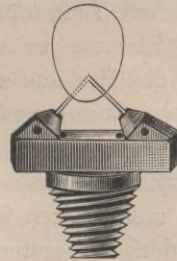


Fig. 23.



Acetylenbrenner.

vermischt, so vermindert sich mit wachsendem Gehalt an letzterem die Explosionsgefahr, da das beigemischte Gas sich mit anwärmt und somit die gefährliche Temperatursteigerung erniedrigt. Die Zersetzung

des Acetylens wird entsprechend der Beimischung an Fettgas immer schwieriger und hört bei 50% Fettgas ganz auf¹⁾. Es fragt sich nun, ob die Reaktion zwischen Calciumcarbid und Wasser im Entwickler mit einer Wärmeentwicklung verbunden ist, durch welche die Zersetzungstemperatur des Acetylens erreicht werden kann und ob event. dadurch schwere Gefahren heraufbeschworen werden können. H. Gerdes hat durch kalorimetrische Versuche die Wärmeentwicklung bei der Zersetzung von 1 kg Carbid mit Wasser auf rund 1200 Kal. bestimmt und berechnet hieraus die höchste erreichbare Temperatur zu ca. 1100 ° C., wobei er die spezifische Wärme des Acetylens bei konstantem Druck = 0,31 und für Kalkhydrat = 0,26 setzt. Man sieht, die Möglichkeit, im Entwickler auf die Zersetzungstemperatur des Acetylens und noch darüber zu kommen, ist zweifellos vorhanden, wenn nicht dafür gesorgt wird, dass der grösste Teil der bei der Reaktion auftretenden Wärmemenge abgeleitet wird. Diese Ableitung findet in gewissem Masse bei allen Entwicklertypen statt durch Erwärmung und Verdampfung des Reaktionswassers, sie ist naturgemäss am geringsten bei den Tropf- und Tauchapparaten, die mit relativ sehr kleinen Wassermengen arbeiten. Thatsächlich sind an solchen Apparaten mehrfach Beobachtungen gemacht worden, die zur Vorsicht mahnen. So berichtet M. Altschul²⁾ über eine Explosion im Insitute Raoul Pictet, bei welcher das Acetylen im Entwickler sich von selbst, lediglich unter dem Einfluss der daselbst vorhandenen hohen Temperatur mit einem starken dumpfen Knall zersetzte. Wolff und Altschul beobachteten bei Tauchapparaten Erglühen von Carbidstücken; Lewes stellte bei einem Tropfapparate 674 ° C., bei einem Tauchapparate sogar 807 ° C. fest. Stellte das schlechte Wärmeleitungsvermögen von Carbid und Kalk exakten und einfachen Beobachtungen nicht bedeutende Schwierigkeiten entgegen, so würde die Zahl der Fälle, in denen in Tauch- und Tropfapparaten bedrohliche Temperatursteigerungen wahrgenommen sind, wohl erheblich grösser sein. Dass trotzdem mit solchen Apparaten keine Unglücksfälle bekannt geworden sind, die zuverlässig durch selbsthätige Zersetzung des Acetylens entstanden waren, hat nach Untersuchungen von Berthelot und Vieille seine Ursache darin, dass in Acetylen bei Atmosphärendruck und bis zu einem Ueberdruck von $\frac{1}{4}$ Atmosphäre eine an einer Stelle hervorgerufene Zersetzung durch Hitze oder eine kleine Verpuffung sich nicht über die Ausgangsstelle fortpflanzt, dass also die

¹⁾ Gerdes, Acetylen in Wissenschaft u. Industrie 1898, p. 274. Vergl. auch die Verhandlungen des II. internation. Carbid- u. Acetylenkongresses zu Budapest 1899.

²⁾ Daselbst 1899, p. 112.

Zersetzung lokal bleibt; bei grösseren Drucken wie bei flüssigem Acetylen, das deshalb für die Beleuchtungstechnik ungeeignet ist, setzt sich die Explosion von einer Stelle durch die ganze Masse und unter enormer Drucksteigerung fort. Die relative Betriebssicherheit verdanken die Entwickler des Tauch- und Tropfsystems demnach dem Umstande, dass sie nur mit sehr kleinem, völlig ungefährlichem Ueberdrucke arbeiten. In dem angezogenen Falle von Altschul war der Entwickler mit einer Druckflasche zur Verflüssigung des Acetylen verbunden, woraus die Fortpflanzung der Explosion sich erklärt. Ist somit die direkte Gefahr bei der Anwendung von Tauch- und Tropfapparaten nicht sehr gross, so ist deren Anwendung dennoch wenig empfehlenswert, weil die hohe Temperatur stets zur Bildung von Teer und Benzolderivaten führt, die häufig beobachtet sind und auf alle Fälle das Gas verschlechtern und seine Leuchtkraft herabsetzen; es kommt hinzu, dass stets mit hohen Temperaturen im Entwickler auch eine beträchtliche Zunahme der anorganischen Verunreinigungen festgestellt werden kann; das ist ja auch erklärlich genug; das Calciumcarbid enthält stets eine ganze Menge von Beimischungen, die auch durch Wasser zersetzbar sind und in der Hitze naturgemäss leichter als in der Kälte zerlegt werden.

Weniger fühlbar müssen diese Mängel bei den Ueberschwemmungsapparaten hervortreten; hier ist stets die ganze zur Reaktion bestimmte Masse von Carbid auf einmal mit Wasser bedeckt und zwar mit einem gewissen Ueberschusse daran; allerdings hängt es nun sehr von der Art der Aufstellung der Carbidbehälter im Entwickler ab, ob es zu einer Ueberhitzung von Acetylen kommen kann oder nicht; sind beispielsweise die Carbidbüchsen nebeneinander auf den Boden des Entwicklers gestellt, wobei jede folgende Patrone etwas höher ist als die vorhergehende, so wird es sich nicht vermeiden lassen, dass bei der heftigen Reaktion in Patrone I Wasser aus ihr in Patrone II gespritzt wird, so dass in ihr sich eine Reaktion wie in einem Tropfapparate vollzieht. Es ist ferner zu bedenken, dass immer bei der Reaktion zwischen Carbid und Wasser von letzterem eine nicht unerhebliche Menge verdampft, und dass dieser Dampf sich auf dem Carbide der höher gelegenen Behälter niederschlägt und hier sich überhitzendes Acetylen entwickelt. Nur unter bestimmten Bedingungen also wird aus Ueberschwemmungsapparaten ein Acetylen entwickelt werden, welches keine anderen als die nicht zu vermeidenden Verunreinigungen enthält.

Unzweifelhaft das beste aller Systeme von Entwicklern ist das

jenige, bei welchem das Calciumcarbid in kleineren Portionen in einen grossen Ueberschuss von Wasser fällt. Hier ist jede Ueberhitzungsgefahr ausgeschlossen und das Acetylen entwickelt sich in grösstmöglicher Reinheit. Freilich muss aber auch ein grosser Wasserüberschuss stets vorhanden sein; gibt man dem Entwickler zu kleine Dimensionen, so wird nach einer gewissen kürzeren Zeit das Carbid nicht mehr in Wasser, sondern in Kalkschlamm fallen, und es wird auch hier trotz des richtigen Prinzipes zu einer Ueberhitzung kommen, die sich besonders bei grösseren Carbidstücken bemerkbar macht. Nach Messungen der physikalisch-technischen Reichsanstalt zeigen sich folgende Temperaturen, wenn man schüttet:

in ccm H ₂ O	g CaC ₂	es steigt die Temperatur in Graden C.			entsprechend	
		von	bis	um	g Cal.	pro g CaC ₂
200	10	16,3	32,1	15,5	3160	316 Kal.
150	15	16,6	42,5	25,9	3885	259 „
100	20	16,5	66,0	49,5	4950	248 „
100	30	16,8	82,5	65,7	6570	219 „

Die Temperaturerhöhung ist also in den Entwicklern dieses Einwurfsystems stets gering. Welchen Apparat man gegebenen Falles wählen soll, hängt von mancherlei Faktoren ab. Hat man genügend Platz und scheut man nicht eine einmalige etwas grössere Ausgabe, so wird man stets am sichersten fahren, wenn man einen mit Hand zu bedienenden Entwickler mit einem Gasometer verbindet, in den man am Tage die sicher für die Abend- bzw. Nachtstunden ausreichende Menge Acetylen ansammeln kann. Entscheidet man sich dagegen für einen automatischen Apparat, so wähle man einen solchen, dessen Einwurfvorrichtung möglichst einfach und kompendiös ist, bei dem die Haltbarkeit aller in Betracht kommenden Teile so weit wie zugänglich gewährleistet ist.

¶ Vor kurzem wurde aus Interessentenkreisen die Frage aufgeworfen, ob bei den Einwurfapparaten nicht dadurch Explosionsgefahren entstehen könnten, dass Carbidpulver auf der Wasseroberfläche liegen bleibt, Acetylen entwickelt und sich dabei sehr stark erhitzt. Es ist diese Frage meines Erachtens kurzweg mit nein zu beantworten. Nach einer ganzen Reihe von Beobachtungen fand ich

das in den Carbidvorratsbehältern befindliche Pulver stets zum grössten Teile zersetzt, so dass es auf Wasser geworfen selbst in grösseren Mengen niemals eine Reaktion hervorrief, die in irgend einer Weise zu unangenehmen Folgen hätte führen können. Es ist das ja auch ganz begreiflich; sind doch die Carbidstücke nach mehrmaligem Oeffnen der Vorratsbehälter mit weisslichem Ueberzuge versehen, also von der Luftfeuchtigkeit angegriffen, wie sollte das Pulver mit seiner grossen Oberfläche da intakt bleiben; es ist wohl gar sehr wahrscheinlich, dass das in den Büchsen vorhandene Pulver meistens schon in mehr oder weniger zersetztem Zustande von den Stücken abgebröckelt ist.

Zur Zeit sind noch viele Apparate des Tauch- und Ueberschwemmungssystems in Betrieb, und das bedeutende Kapital, das in ihnen festgelegt ist, macht es unmöglich, sie auf einmal zu eliminieren. Die Zukunft aber gehört allein den Einwurffapparaten.

Die Reinigung des Acetylen¹⁾.

Das aus Calciumcarbid und Wasser entwickelte Acetylen ist niemals rein; fast immer enthält es Phosphorwasserstoff, organische Schwefel- und sehr wahrscheinlich auch organische Phosphorverbindungen, während Beimengungen von Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Kohlenwasserstoffen sich nur finden, wenn das Acetylen aus Carbid ohne grossen Wasserüberschuss hergestellt wird. Fällt Carbid stückweise in viel Wasser, so kommt es nie zu Zersetzungen und Kondensationen des Acetylen, und Ammoniak und Schwefelwasserstoff werden im Entwickler bezw. die letzten Reste im Gasometer zurückgehalten. Da die Begleiter des Acetylen, trotzdem sie zusammen in der Regel nicht mehr als 0,5 % des Gases ausmachen, mannigfache Uebelstände hervorrufen, indem ihre Verbrennungsprodukte Veranlassung zur Verstopfung der Brenner und in geschlossenen Räumen zur Bildung eines weisslichen, schweren, kratzend schmeckenden Dunstes geben, so muss man darauf bedacht sein, diese schädlichen Beimengungen zu zerstören; namentlich ist die Entfernung des Phosphorwasserstoffs dringend geboten, weil er ausser den erwähnten noch andere Unzuträglichkeiten herbeiführt bezw. herbeiführen kann, insofern er alle kupferhaltigen Metallteile angreift und in selbstentzündlicher Form dem Gase beigemischt sein kann.

¹⁾ Referat des Verf. für den II. internat. Carbid- und Acetylenkongress zu Budapest 1899.

Jede Acetylgasanlage sollte daher mit einer Vorrichtung versehen sein, durch welche in zuverlässiger Weise das Acetylen von seinen schädlichen Beimengungen befreit wird; solche Reiniger werden am geeignetsten hinter den Gasometer geschaltet. Von der Reinigungsmasse ist zu verlangen, dass sie

1. den Phosphorwasserstoff, die Schwefelverbindungen, event. Ammoniak und Amine quantitativ zerstört, bezw. aus dem Gase entfernt;

2. Acetylen nicht angreift, so dass nennenswerte Verluste durch die Reinigung nicht eintreten können;

3. dass durch dieselbe in chemischer Reaktion mit Acetylen keine flüchtigen Produkte gebildet werden, welche zu einer neuen Verunreinigung des Gases Veranlassung geben;

4. dass ihre Anwendung im Betriebe keine Gefahren heraufbeschwören kann;

5. dass sie billig und leicht zu handhaben ist.

Das Acetylen sucht seinen Wirkungskreis weniger in grossen Zentralen als in kleinen Anlagen und ist gerade dadurch so bedeutungsvoll, dass jedermann seine eigene Gasanstalt im Hause haben kann, dass einzelne Gebäude mit grösster Leichtigkeit und Sicherheit in ein Meer von Licht getaucht werden können. Je einfacher die Handhabung der Apparate in allen ihren Teilen ist, je weniger von ungeschickten Händen daran verdorben werden kann, um so besser und um so sicherer wird die Anlage funktionieren. Deshalb bin ich stets dafür eingetreten, dass bei Kleinanlagen auch die Reinigungsmassen so herzustellen sind, dass sie keinerlei Wartung bedürfen; sie müssen in das betreffende Gefäss eingeschüttet und nach Verbrauch, der sich in möglichst eklatanter Weise auch dem ungeübten Auge darthun muss, einfach ausgeschüttet werden können. Bei Acetylcenralen kommt es auf die Form der Reinigungsvorrichtung und der Reinigungsmasse nicht an; hier wird der lediglich den Apparat bedienende Arbeiter leicht etwaige notwendige Manipulationen vornehmen und die gute Wirkung der Reinigung auch durch chemische Reaktionen feststellen können; Bleipapier für Schwefelwasserstoff und Bergès Reagenz — eine Auflösung von 10 Gewichtsteilen Sublimat in 80 Gewichtsteilen Wasser und 20 Gewichtsteilen 30%iger Salzsäure — für Phosphorwasserstoff sind für die chemische Betriebskontrolle wohl geeignet. Die salzsaure Sublimatlösung gibt mit phosphorwasserstoffhaltigem Acetylen Trübung und amorphen Niederschlag; Täuschungen sind dabei allerdings für den Unkundigen nicht ausgeschlossen, da Acetylen in jener

Quecksilberchloridlösung die Bildung eines Doppelsalzes veranlasst, welches sich zwar meist in mehr oder weniger langen Nadeln, mitunter aber auch in fein krystallinischer Form niederschlägt. Sicherer wird der überwachende Arbeiter die ungenügende Reinigung an dem von einer Flamme ausgehenden Dunst sowie an dem Phosphorwasserstoffgehalt anzeigenden penetranten Knoblauchgeruch des Gases erkennen. Gut gereinigtes Acetylen hat einen ätherischen, süßlichen, keineswegs unangenehmen Geruch. Lässt sich bei Beobachtung dieser Merkmale der Verbrauch der Reinigungsmasse noch durch den Augenschein, etwa durch veränderte Farbe, wahrnehmen, so wird das für den praktischen Gebrauch besonders wertvoll sein.

Es sind zur Zeit 3 verschiedene Reinigungsmassen in Gebrauch, deren Wert in Folgendem dargelegt werden soll.

a) Die Chlorkalkreinigung.

Bald nachdem durch die Erkenntnis der Verunreinigungen des technischen Acetylens die Notwendigkeit seiner Reinigung erkannt war, fanden Lunge und Cederkreutz im Chlorkalk ein Mittel, den Phosphorwasserstoff in vollkommener Weise zu oxydieren und so aus dem Acetylen zu entfernen. Da das Ammoniak, welches dem Gase beigemischt sein kann, die Möglichkeit einer Bildung von Chlorstickstoff voraussehen liess und eine solche von N. Caro¹⁾ auch mehrfach beobachtet worden ist²⁾, so empfiehlt es sich, vor dem Chlorkalkreiniger einen Wäscher mit verdünnter angesäuerter Chlorcalciumlösung einzuschalten, welcher Ammoniak und event. Schwefelwasserstoff unschädlich macht; vielfach wird auch eine Horde mit Eisenoxydhydrat vorgelegt. In dieser oder ähnlicher Kombination stellte der Chlorkalk das einzige Reinigungsmittel dar, welches der Acetylenindustrie in ihren ersten Jugendtagen zur Verfügung stand. Ich habe mich vielfach von der Brauchbarkeit dieses Oxydationsmittels überzeugt und bin für dasselbe auch öfters eingetreten. Es wurden aber bald Stimmen laut, welche sich gegen den Chlorkalk wandten, indem sie seinen geringen Nutzungswert und seine darum teure Anwendung hervorhoben. Es wurde weiter dagegen angeführt, dass das „gereinigte“ Acetylen einen oft unerträglichen Chlorgeruch zeige und dass es mit-

¹⁾ Acetylen in Wissenschaft u. Industrie II, p. 8.

²⁾ Mir selbst ist dieses Experiment nie geglückt, ebensowenig Stern, siehe Zeitschrift für Beleuchtungswesen 1898 Nr. 20.

unter bei starker Erhitzung der Reinigungsmasse zu ihrer fast momentanen Abnützung komme, die ausser anderen auf der Hand liegenden Unannehmlichkeiten auch erheblichen Acetylenverlust mit sich zu bringen geeignet schienen. Nicht ganz waren diese Einwände in Uebereinstimmung mit Beobachtungen, die ich bei Laboratoriumsversuchen selbst gemacht, teils bei Versuchen von Dr. Curt Schottländer¹⁾ mit angesehen hatte. Indessen hatte ich Gelegenheit, die starke plötzliche Erhitzung des Chlorkalks im Reiniger zu beobachten und den momentanen Verbrauch fast sämtlichen wirksamen Chlors festzustellen; auch fand ich bei Beobachtung einer 100flammigen Anlage sowohl den intensiven Chlorgeruch als die geringe Ausnützung der Reinigungsmasse bestätigt. Bei der Untersuchung des Reinigers zeigte sich der wahrscheinliche Grund für diese letzteren unliebsamen Erscheinungen in Folgendem: Der Chlorkalk war zur besseren Wirkung etwas angefeuchtet und zur Vergrösserung der Oberfläche mit Sägespänen vermischt. Es zeigte sich nun, dass sich dabei grössere und kleinere Klumpen gebildet hatten, die der Gasstrom nicht durchbrochen hatte, indem er nur die bequemeren Wege der lockeren Schichten passierte; so war die Masse scheinbar verbraucht, in Wirklichkeit aber waren noch grosse Mengen unangegriffenen und leistungsfähigen Chlorkalks vorhanden. Dazu kam, dass das Gas nach dem chemischen Reiniger noch eine Trockenvorrichtung durchstreichen musste und — wie wohl häufig — war als vorzügliches Trockenmittel Calciumcarbid verwendet worden; der naheliegende Erfolg war trockenes Gas, welches indessen durch unreines, aus dem Trockenmittel und der Feuchtigkeit entstandenes Acetylen verunreinigt war. So war das Calciumcarbid in diesem Falle als Trockenmittel unpraktisch, um so mehr, als dasselbe nicht oder doch in ganz ungenügender Masse aus dem Reiniger mitgenommenes Chlor festzuhalten im stande war. Es ergab sich so die Notwendigkeit, die Chlorkalkreinigungsmasse in gleichmässiger Verteilung zur Anwendung zu bringen und auf sie zum Trocknen Kalk folgen zu lassen. Das hat sich gut bewährt. Indessen führten meine Bemühungen, die plötzliche Erhitzung des Chlorkalkreinigers zu erklären, noch zu einem sehr überraschenden Resultate. Es zeigte sich nämlich, dass das Acetylen daran ganz unschuldig ist, dass die Erhitzung jedesmal eintritt, wenn man frischen, starken Chlorkalk mit Sägespänen und Wasser in bestimmtem Verhältnis zusammenmischt. Je nach dem Feuchtigkeitsgrade der Mischung tritt die Erhitzung derselben bis

¹⁾ Acetylen in Wissenschaft und Industrie I, p. 209.

über 120 ° C. in Intervallen von 1 bis 20 Minuten und darüber auf; gleichzeitig entwickeln sich grosse Mengen Chlor. Als untere Grenze für den Eintritt der Reaktion wurde für je 20 g Chlorkalk und Sägespäne 5 ccm Wasser festgestellt; zwischen 5 und 10 ccm tritt die Reaktion mitunter, aber nicht immer ein; mehr als 10 ccm Wasser entzündeten die Masse stets. Es genügt übrigens auch an einer Stelle der Eintritt der Reaktion, um eventuell die ganze Masse zu entzünden. Folgende kleine Tabelle möge die Erhitzung von Chlorkalk-Sägespänen-Wassermischungen illustrieren:

g Chlorkalk	g Sägespäne	ccm Wasser	Temperaturmaximum	
			von ° C.	erreicht in Minuten
30	20	5	45	10
30	20	10	69	50
30	20	15	120	4
20	30	12	117	7
20	20	5	40	11
20	20	10	125	17
20	20	30	116	4
20	20	50	106	2
20	10	8	46	14
20	10	9	130	7
20	7,5	5	39	—
20	7,5	8	52	20
20	7,5	10	128	6
20	5	5	37	—
20	5	10	49	10
20	5	15	114	6
10	20	10	78	5
7,5	20	10	71	7
7,5	20	20	79	2
5	20	10	64	7

Man erkennt aus der Tabelle, wie leicht es zu Erhitzungen des Reinigers unter den gedachten Umständen kommen kann. Da eine Mischung von Chlorkalk mit Kieselgur und Wasser keine derartigen Erhitzungserscheinungen zeigt, so tritt zweifellos eine Reaktion zwischen dem Chlorkalk und den Sägespänen bei Gegenwart von Wasser ein. Reine Cellulose erwärmt sich weder mit Chlorkalkwassermischung noch mit Chlorkalklösung, so dass die Ligninsubstanzen es sein

müssen, welche die Veranlassung zu der Temperatursteigerung geben. Um in Zukunft solchen unliebsamen Störungen zu entgehen, wird es sich empfehlen, die Sägespäne durch ein ganz indifferentes Verdünnungsmittel zu ersetzen oder den Chlorkalk trocken als gleichförmiges Pulver zu verwenden. Das letztere thut Wolff. Seine Chlorkalkreinigungsmasse ist in Form eines gleichmässigen, gelben Pulvers im Handel. Die gelbe Farbe desselben rührt von einem Zusatz von Bleichromat her; derselbe hat wohl nur den Zweck, als Verdünnungsmittel zu dienen und die gleichmässige Herstellung des Pulvers zu erleichtern. Zwar lässt sich aus der Wolffschen Masse mit Wasser eine Lösung extrahieren, welche durch ihre grüne Farbe auf Chromoxydsalzgehalt weist; doch ist der Gehalt derselben an Chrom ein so geringer und die Form, in der es sich befindet, erscheint so ungeeignet zu chemischen Reaktionen, dass man ihm einen Anteil an der reinigenden Wirkung der Masse wohl nicht zuerkennen kann. Der Oxydationswert der Wolffschen Chlorkalkmasse ist ein hoher; aus meinen Versuchen ergab sich, dass man bei einer mittleren Durchströmungsgeschwindigkeit von 25 l Acetylen per Stunde mit 1 kg Masse rund 18,000 l Gas von allen Schwefel- und Phosphorverbindungen befreien kann. Ich habe mich davon in der Weise überzeugt, dass ich das gereinigte Gas einmal durch ein Zehnkugelhrohr schickte, welches mit aus Natrium bereitetem Hypobromit gefüllt war, und ferner dadurch, dass ich mehrfach je 16 l gereinigtes Gas mit 5%iger Kaliumpermanganatlösung verbrannte. Es wären hierbei sicherlich auch alle etwa noch vorhandenen organischen Schwefel- und Phosphorverbindungen oxydiert worden, indessen es liess sich in keinem Falle weder Phosphorsäure noch Schwefelsäure nachweisen.

So erfüllt die Wolffsche Chlorkalkreinigung zweifellos ihren Zweck und steht in der Vollkommenheit ihrer Wirkung obenan. Leider aber entspricht sie anderen der oben aufgestellten Forderungen nur in geringem Masse. Es findet sich in „Kraft und Licht 1898 Nr. 32“ die Mitteilung von Wolff, dass das mit seiner Masse gereinigte Acetylen einen üblen Geruch besitze. Sieht man von dem Chlorgeruch, welcher auch hier auftreten kann, ab, so ist es nicht ersichtlich, auf welche Weise ein übler Geruch auftreten könnte; etwaige Chlorverbindungen des Acetylen, die sich bilden können, riechen ätherisch und ähnlich wie gereinigtes Acetylen; es liesse sich wohl nur annehmen, dass das Gas durch andere Kohlenwasserstoffe verunreinigt war, deren Bildung in verschiedenen Entwicklern beobachtet worden ist, und die mit dem Chlorkalk schlecht riechende Verbin-

dungen gebildet hätten. Bei meinem Einwurfapparate habe ich derartige Wahrnehmungen nicht gemacht; das Gas zeigte nach Durchströmung des Chlorkalkturmes stets den ätherischen Acetyleruch. Rein ist es indessen doch nicht; lässt man es durch eine Blutlösung streichen, so zeigt dieselbe nachher in aller Schärfe das Kohlenoxydspektrum. Verbrennt man das Gas mit Kaliumpermanganat in oben beschriebener Weise, so lässt sich im Reaktionsprodukte Chlor in erheblicher Menge nachweisen. Dass reines Acetylen von Chlorkalk auch in gleicher Weise angegriffen wird, wurde noch durch besondere Versuche festgestellt. Reines Acetylen, d. h. solches, welches weder Chlor- noch Schwefel- noch Phosphorverbindungen enthielt, wurde durch einen Wolffschen Turm geleitet und dann sogleich in Kaliumpermanganatlösung. Es ergaben sich dabei sehr grosse Mengen von Chlor. Bei einem anderen Versuche wurde auf den Chlorkalkturm noch ein Kalkturm folgen gelassen, worauf erst die Permanganatlösung kam. Die Chlorreaktion war nunmehr sehr viel geringer, aber dennoch erheblich. Es ist selbstverständlich, dass bei diesen wie allen übrigen Versuchen alles ausgeschlossen wurde, was irgend zu Irrtümern Veranlassung geben konnte.

Bei Durchstreichen der Wolffschen Chlorkalkmasse wird demnach das Acetylen von Phosphorwasserstoff sowie von allen organischen Schwefel- und Phosphorverbindungen völlig befreit, bildet dagegen aber Kohlenoxyd und organische Chlorverbindungen, die zum Teil das Gas dann als Verunreinigung begleiten. Dass auch im Chlorkalk sich solche gechlort-organische Verbindungen ansammeln, wurde durch Extraktion einer verbrauchten Masse mit Aether und Verdunsten des Lösungsmittels festgestellt; auch der ausgeätherte Rückstand erhielt organische Substanz. Sehr bedeutend war der Rückstand freilich nicht.

Versuche, die sowohl mit dieser wie mit den folgenden Reinigungsmassen zur Feststellung der Frage, wieviel Gas beim Durchstreichen der Massen, sei es in chemischer Reaktion, sei es durch Absorption, verloren geht, angestellt wurden, ergaben kein exaktes Resultat, da auch die neuesten Gasuhren, deren wir uns dabei bedienten, den an sie zu stellenden Ansprüchen nicht genügten.

b) Reinigung des Acetylens durch saure Metallsalzlösungen
nach A. Frank.

Bereits auf dem ersten internationalen Acetylenkongress in Berlin teilte Frank mit, dass sich saure Metallsalzlösungen, und zwar am besten eine salzsaure Kupferchlorürlösung, wie sie nach Winkler für die Gasanalyse hergestellt wird¹⁾, für die Reinigung des Acetylens besonders gut eignen, indem sie nicht nur eine ausgiebige Wirkung in sicherer Weise gewährleisten, sondern durch eine sehr einfache Methode zu regenerieren seien, so dass sich der Verbrauch sehr billige stelle. Für grössere Zentralen soll die Flüssigkeit in Skrubbern herniederfliessen, während für kleinere Anlagen bis zu 500 Flammen die Lösung von Kieselgur aufgesaugt und so eine hellbraune pulverige Trockenmasse hergestellt wird, die in besonders konstruierten Reinigern zur Verwendung kommt.

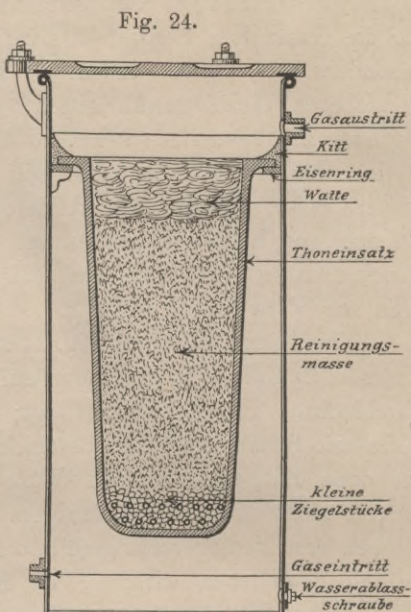
Wie die nachstehende Fig. 24 zeigt, besteht der Reiniger aus einem eisernen Cylinder, in welchem auf einem Eisenringe ein am Boden durchlochstes Thongefäss aufliegt; dieses wird in seinem untersten Teile mit Schamottstücken beschickt, worauf die Trockenmasse folgt, die oben mit einer Schicht Watte bedeckt wird. Die Reiniger gelangen nicht in gebrauchsfähigem Zustande zum Versand, sondern müssen erst kunstgerecht gefüllt werden, wozu denselben folgende Anleitung beigegeben wird. „Vor Einschaltung des Reinigers in die Rohrleitung ist derselbe zu öffnen, der Thoneinsatz herauszunehmen und die um denselben gewickelte Holzwole zu entfernen und dann mit der Rohrleitung zu verbinden. Hierauf wird der innerhalb des Reinigers sich befindende Eisenring und der hieran stossende Teil des Mantels mit Firnis bestrichen und eine Kittwulst auf den Eisenring gelegt. Der nun einzusetzende Thoneinsatz wird mit seinem Rand in die Kittwulst eingedrückt und die Fuge zwischen dem Blechmantel und dem Rand des Thongefässes nach Art der Fensterverglasung luftdicht verschmiert.“ Sodann ist die Füllung des Thongefässes in folgender Weise vorzunehmen: Bis über die oberste Lochreihe kommt eine Schicht in Eigrosse kleingeklopfter Ziegelsteine; darauf die Reinigungsmasse in vorgeschriebener Menge und endlich bis zum Rand des Thongefässes Watte, worauf die luftdichte Verschlussung des Reinigers

¹⁾ Die mir mitgeteilte genaue Zusammensetzung der Lösung gebe ich auf Wunsch des Herrn Frank nicht bekannt.

vorgenommen werden kann. Diese Konstruktion des Reinigers ist entschieden sehr praktisch; das Gas tritt in das Eisengefäß und umgibt hier allseitig mit gleichem Druck den eigentlichen Reiniger, den es auf diese Weise gleichmässig durchströmen wird. Lässt man das Acetylen einseitig in einen Turm eintreten, so macht man öfter die Beobachtung, dass sich das Gas einen Weg an der Seite der Einströmungsöffnung oder an der ihr gegenüberliegenden Seite bahnt, hier die Masse verbraucht und das Hauptquantum derselben gar nicht durchstreicht; es lässt sich diesem Uebel zwar leicht abhelfen, doch kann es immerhin zu Irrtümern in Bezug auf den Verbrauch der Reinigungsmasse führen.

Ueber den Gebrauch seiner Reinigung teilt mir Herr Frank brieflich folgendes mit: „Bei Verwendung von Flüssigkeit kann man eine dauernde Regeneration des Reinigungsmaterials vornehmen, die einfach in der Weise geschieht, dass die gebrauchte Flüssigkeit aufgekocht und mit etwas Kupferspänen und so viel Salzsäure versetzt wird, bis sie ihr ursprüngliches Volumen und Gewicht wieder erreicht hat.

Die Regeneration der Reinigungsmasse ist zunächst eine mechanische insofern als die gebrauchte Masse durch ein feines Sieb gerieben und dadurch unbenützte Innenteilchen wieder für die Absorption der Verunreinigung des Acetylen nutzbar gemacht werden, da die Wirkung der Masse nur als eine Oberflächenwirkung angesehen werden kann; fernerhin hat es sich als recht brauchbar erwiesen, die anscheinend erschöpfte Masse dadurch wieder auf einige Zeit gebrauchsfähig zu machen, dass man sie an der Luft 2 bis 3 Stunden ausbreitet. Ich — Frank — lege ganz besonderen Wert darauf, zu konstatieren, dass die Reinigungsfähigkeit des Materials eine verhältnismässig sehr hohe ist, d. h. dass bei raschem Durchströmen und dadurch bedingter kürzester Dauer der Einwirkung der Reinigung auf das Gas ein vollkommen brauchbares Acetylen entsteht, welches die Brenner nicht



Frankscher Reiniger.

verstopft und keinen Dunst und Nebel bildet. So wurde von einer hiesigen Fabrik ein Reiniger mit nur 2 kg Masse für eine Anlage von 80 Flammen, d. h. ca. 1600 l per Stunde, verwendet und stellten sich bis zur Erschöpfung der Masse keine Unannehmlichkeiten im Betriebe heraus, so dass also auf 1 kg der Masse eine Durchstromgeschwindigkeit von 800 l per Stunde erreicht wurde. Die Reinigungsfähigkeit“ — Frank legt noch besonderen Wert darauf, dass ein etwaiger Sauerstoffgehalt durch Oxydation der Masse eliminiert wird — „der Masse ist bei Carbid mittlerer Reinheit, je nach der Art der Entwicklung auf 25 bis 60 cbm von meinen Lizenzträgern im Dauerbetriebe bestimmt worden.“ So weit Frank. Die Grenzen von 25 bis 60 cbm sind so weit auseinander, dass sie nicht nur auf Rechnung der verschiedenen Entwicklung gesetzt werden können; sie dürfen vielmehr wohl zurückzuführen sein auf den Grad der Anforderung an Reinheit, den die verschiedenen Beobachter gestellt haben.

Nach meinen Versuchen trat Trübung und amorpher Niederschlag in salzsaurer Sublimatlösung ein, wenn 1 kg Masse von rund 5000 l Acetylen passiert war. Infolge ihres sauren und metallischen Charakters bindet die Masse mit dem Phosphorwasserstoff gleichzeitig auch Schwefelwasserstoff und Ammoniak. Die Furcht, dass durch letzteres eine Neutralisation der Masse und die Möglichkeit der Bildung explosiven Acetylenkupfers eintreten könne, halte ich für unbegründet; dazu sind die Ammoniakmengen, die auch im schlimmsten Falle das Acetylen begleiten, zu gering. Alle Verunreinigungen dem Acetylen zu entziehen, gelingt übrigens nicht. Leitet man in oben beschriebener Weise das gereinigte Gas durch Natriumhypobromit oder Permanganatlösung, so gelingt es, im Reaktionsprodukt stets Schwefelsäure in kräftiger Reaktion nachzuweisen; ebenso habe ich in der reduzierten Permanganatlösung stets Spuren von Phosphorsäure sowohl mit Magnesiamixtur wie mit molybdänsaurem Ammon gefunden, obwohl salzsaure Sublimatlösung beim Durchstreichen des Gases keine Trübung gezeigt hatte. Dadurch bin ich zu der Vermutung geführt, dass im Acetylen in kleinen Mengen auch andere als Wasserstoffverbindungen des Phosphors vorhanden sein mögen. Uebrigens kann man den von mir nachgewiesenen Spuren von Phosphorsäure eine praktische Bedeutung nicht zuerkennen.

Verunreinigungen, welche das Acetylen in Reaktion mit der Reinigungsmasse aufgenommen, habe ich nicht zu finden vermocht, obgleich ich auf Kohlenoxyd, Kohlendioxyd, Aldehyd und Säuren gefahndet habe. Während des Reinigungsprozesses macht die Masse

auffällige Farbenveränderungen durch; sie nimmt zuerst von unten nach oben einen rosa Farbenton an, wird dann ebenfalls allmählich aufsteigend tiefbraun und wechselt nunmehr die Farbe öfters zwischen grau und schwarzbraun. Diese letztere Farbe zeigte schliesslich auch die erschöpfte Masse durchgehends, so dass man dadurch leicht das Ende der Reinigungsfähigkeit feststellen kann.

Interessant ist die Frage: Wie reinigt die Franksche Masse? Von einer Oxydation kann keine Rede sein, aber auch nicht von einer Bildung von Phosphorkupfer. Denn dieses ist ein dunkles in Salzsäure unlösliches Pulver, müsste sich demnach ausscheiden, wenn das Rohacetylen durch die Reinigungsflüssigkeit geschickt wird. Eine solche Abscheidung findet aber nicht statt; die Lösung wird allmählich heller und hat, wenn ihre Wirkung nachlässt, eine weingelbe Färbung angenommen. Lässt man sie offen stehen, so beginnt sie bald Gas zu entbinden; beim Erwärmen entweichen erhebliche Mengen von Acetylen und die dunkle Farbe kehrt zurück; aus 200 g Kupferlösung wurde etwa 1 l Acetylen entwickelt; dasselbe war frei von Phosphorwasserstoff. Da Chavastelon beim Durchleiten von Acetylen durch eine salzsaure Kupferchlorürlösung die Bildung einer krystallisierbaren Doppelverbindung C_2H_2 , Cu_2Cl_2 festgestellt hat, die leicht in ihre Komponenten zerfällt, so ist die Absorption und die Entbindung erheblicher Mengen von Acetylen und die darauf basierende Regenerierung der Frankschen Flüssigkeit damit erklärt. Bei der Trockenmasse liess sich eine derartige Beobachtung nicht machen. Schüttelt man die regenerierte Flüssigkeit nach dem Erkalten mit Aether aus und verdunstet das Lösungsmittel auf einem Uhrglase, so bleiben neben öligen Produkten weisse feine Krystallnadeln zurück, die einen penetranten Geruch zeigen; lässt man dieselben an der Luft stehen, so verschwindet der unangenehme, und es tritt ein feiner Vanillingeruch auf. Leider konnte davon nicht genug gesammelt werden, um einen Versuch zu machen, die Natur dieser Krystalle aufzuklären.

Fasse ich mein Urteil über die Franksche Reinigungsmasse zusammen, so ergibt sich, dass sie bei grossem Nutzungswerte in einer noch nicht aufgeklärten Weise alle schädlichen Verunreinigungen aus dem Acetylen entfernt bis auf geringe Mengen von Schwefelverbindungen, die wohl in organischer Verbindung dem Gase beigemischt sind; dass sie das Acetylen selbst nicht verändert, aber durch Bildung einer Doppelverbindung C_2H_2 , Cu_2Cl_2 eine gewisse, durch die Formel sich ergebende Menge des Gases zurückhält.

c) Die Chromsäurereinigung nach Dr. Ullmann.

Von der „Hera“, internationale Gesellschaft für Acetylenbeleuchtung, wird eine von Dr. Ullmann hergestellte Reinigungsmasse in den Handel gebracht, welche aus einer angesäuerten Chromsäurelösung besteht¹⁾. Auch hier wird die flüssige Form nur für grössere Zentralanlagen, eine durch Aufsaugen in Kieselgur hergestellte Trockenmasse für Kleinanlagen verwendet; auch diese Masse nimmt in einer Operation Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Phosphorwasserstoff und organische Verunreinigungen aus dem Gase fort.

Die beifolgende Figur 25 zeigt den Reiniger der „Hera“. Die Masse wird auf drei durchlochte Horden verteilt, die das von unten eintretende Gas passieren muss, worauf es zur Entsäuerung und Trocknung noch eine Schicht Kalk durchstreicht.

Die hellgelb gefärbte Trockenmasse nimmt in dem Masse, wie sie verbraucht wird, einen schmutzig grünen Farbenton an, der, von unten nach oben fortschreitend, allmählich die ganze Masse durchsetzt. Lässt man die verbrauchte Masse an der Luft liegen, so nimmt sie wieder die ursprüngliche gelbe Farbe an, ist also auch regenerierbar. Die Wirkung der Chromsäuremasse beruht auf Oxydationsvorgängen; die gelbe Chromsäure geht allmählich in grünes Chromoxydsalz über.

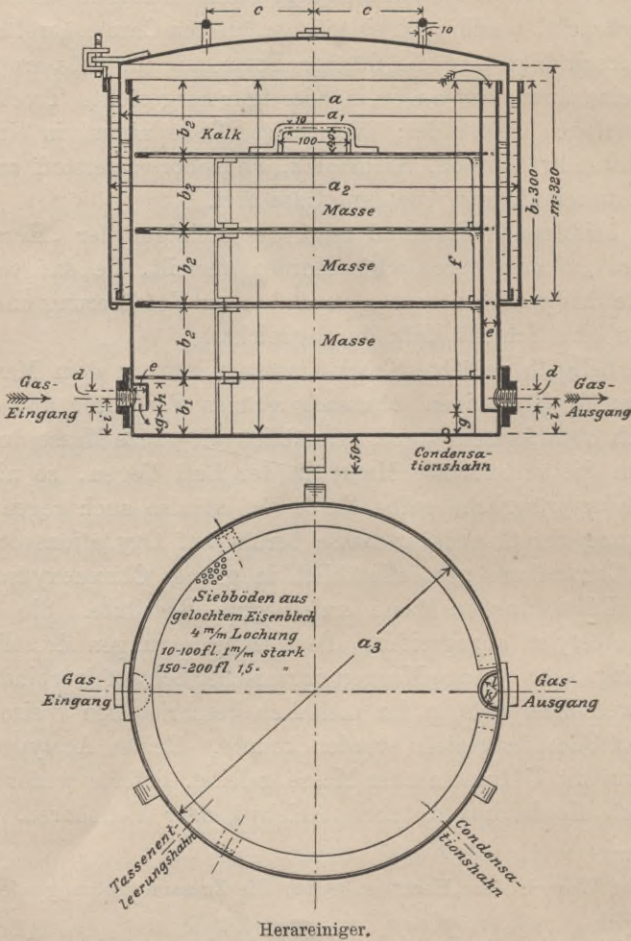
Die Ullmannsche Masse erzielt gute Resultate. Sie entfernt, ohne das Acetylen anzugreifen, alle Verunreinigungen desselben, bis auf allerdings sehr geringe Mengen organischer Schwefelverbindungen²⁾, deren Anwesenheit stets in der mehrfach beschriebenen Weise in dem gereinigten Gase festgestellt werden konnte. Reines Acetylen, durch einen Turm mit Ullmannscher Masse geleitet, lieferte weder Kohlenoxyd, noch Kohlendioxyd, noch Aldehyd oder Fettsäuren. Andere

¹⁾ Auf Wunsch der „Hera“ gebe ich die Zusammensetzung dieser Masse nicht bekannt.

²⁾ Eine mir bei der Korrektur vorliegende eben erschienene Untersuchung von Ullmann (Schillings Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, herausgegeben von Dr. H. Bunte 1899), welche zu denselben Schlussresultaten, wie sie oben niedergelegt sind, gelangt, stellt quantitativ fest, dass von dem Gesamtschwefel des Rohacetylen nach Passieren der Ullmannschen Masse noch 3% übrig bleiben, während die Franksche Reinigungsmasse die organischen Schwefelverbindungen des Rohacetylen nicht angreift. Danach enthielten 100 l Ullmann-Acetylen 0,002 g S und 100 l Frank-Acetylen 0,015 g S in organischer Bindung.

Produkte können der Natur der Sache nach nicht wohl auftreten, so dass die Wirkungslosigkeit der Masse gegen Acetylen sichergestellt ist. Eine auf Verbindungen irgend welcher Art beruhende Absorption von

Fig 25.



Acetylen findet nicht statt. Trübung von salzsaurer Sublimatlösung trat ein, nachdem auf 1 kg Trockenmasse rund 2300 l Rohgas den Reiniger passiert hatte.

Bunte und Wachs¹⁾ stellten für die Reinigungsflüssigkeit einen

¹⁾ Journ. f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1899, p. 199.

Verbrauch von 5,5 g Chromsäure CrO_3 pro Kubikmeter Rohacetylen fest. Auch sie kamen betreffs der reinigenden Wirkung der sauren Chromsäurelösung zu einem befriedigenden Ergebnis. Nach Stern¹⁾ vermag 1 l Ullmannsche Lösung, durch Kieselgur in trockene Form gebracht, 39 bis 40 cbm Acetylen zu reinigen.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass das Problem der Reinigung des Rohacetylen in vollkommener Weise noch nicht gelöst ist. Die einzige Substanz, welche sämtliche Begleiter des Acetylen aus Calciumcarbid vollständig entfernt, der Chlorkalk, führt dem Gase neue Verunreinigungen zu, die nicht ganz unbedenklich sind; die Franksche und Ullmannsche Masse zerstören wohl die meisten und schädlichsten, aber doch nicht sämtliche Verunreinigungen des Carbidgases. Immerhin geben sie eine praktisch durchaus befriedigende Leistung.

Noch sei darauf hingewiesen, dass die oben angegebenen Zahlen über den Nutzungswert der drei Reinigungsmassen nicht als absolute genommen werden dürfen; sie sind durch Laboratoriumsversuche mit relativ kleinen Gewichtsmengen gewonnen und dürften in der Praxis wohl überholt werden. Absolute Werte dürften sich überhaupt nicht erhalten lassen, da das Carbid in seiner Zusammensetzung wechselt ebenso wie die Gewinnung des Acetylen aus demselben in den verschiedenen Entwicklertypen zu einem verschieden zusammengesetzten Gase führt.

Die Gefahren bei Acetylenbeleuchtung.

Als das Acetylen begann in ernste Konkurrenz mit anderen Beleuchtungsmitteln zu treten, da suchte man aus seinen bekannten Eigenschaften alles heraus, was eventuell bei seiner technischen Verwendung sich unliebsam bemerkbar machen konnte; und es schienen die Giftigkeit des Gases, seine Neigung, mit Kupfer explosive Verbindungen zu geben und seine Explosionsfähigkeit mit Luft schwerwiegende Gründe gegen seine Einführung als Hausbeleuchtungsmittel zu sein. Genaue Untersuchungen lehrten indessen, dass die Gefahren keineswegs so gross waren, als man glaubte. Zunächst wurde von verschiedenen Seiten festgestellt, dass das Acetylen viel weniger giftig ist als Kohlendgas. Ich entnehme aus einem Berichte²⁾ von Dr. Thomas Oliver einige interessante diesbezügliche Angaben. Wird ein Kanin-

1) Journ. f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1899, p. 4.

2) Nach Acetylen in Wissenschaft u. Industrie 1898, p. 147.

chen unter eine Glasglocke gesetzt, in welche man ein Gemisch von Luft und Acetylen pumpt, so scheint das Tier lange Zeit hindurch sehr wenig Unbequemlichkeit zu spüren. Das dauert so lange, als noch atmosphärische Luft vorhanden ist; erst wenn sie fehlt, entwickeln sich nach und nach die Symptome der Erkrankung. Dieser Umstand zeigt, dass, solange noch Sauerstoff in dem das Tier umgebenden Medium vorhanden ist, hauptsächlich dieser und nur wenig Acetylen vom Blute absorbiert wird. Nach längerer Wirkung des Acetylens — länger als es für Kohlendgas nötig ist — wird das Tier betäubt und verfällt scheinbar in einen tiefen Schlaf. Während der Versuche wird der Atem kurz und schnell, eine Unempfindlichkeit überfällt das Tier, es ist scheinbar schmerzlos, und erleidet keine Reizung der Nerven oder Atmungsorgane; nahm man das Tier nun aus der Glocke heraus, so erholte es sich in frischer Luft fast augenblicklich, und es blieb weder eine Schwäche noch Lähmung seiner Glieder zurück. Wurde dagegen das Kaninchen noch weiter der Einwirkung von Acetylen ausgesetzt und in sehr tiefe Asphyxie gebracht, so konnte der Tod erfolgen; die anfänglich beobachtete Cyanose machte dann schnell der äussersten Blässe Platz; die Lippen sind völlig farblos, die Arterien leer, die Pupillen weit geöffnet, der Atem kurz und unregelmässig und die Muskeln völlig schlaff; der Tod trat dann, auch nach Entfernung aus der Glocke, wie bei Blutleere des Gehirns, unter Zuckungen erst der vorderen, dann der hinteren Gliedmassen und schliesslich des ganzen Körpers ein. Bei der Totenschau fühlte sich das Herz filzig hart an und war ganz zusammengezogen. Beide Herzkammern waren mit Klümpchen dicken dunklen, geronnenen Blutes gefüllt, die Lungen waren farblos, die Leber nicht übermässig mit Blut erfüllt; die Nieren zeigten an der Verbindungsstelle mit dem Rückenmark eine dunkel venöse Färbung, während die Gefässe an der Oberfläche des Gehirns farblos und leer waren; die Blase war aufgeweitet und der Urin frei von Eiweiss und Zucker. Blutproben, welche in verschiedenen Stadien der Vergiftung dem Tiere entnommen waren, zeigten stets zwei bestimmte Streifen des Oxyhämoglobins und liessen sich durch Schwefelammonium reduzieren.

Man sieht aus diesen Versuchen, dass eine schwere Vergiftungsgefahr erst eintritt, wenn in einem Raume die Luft ganz oder doch nahezu ganz durch Acetylen ersetzt ist, ein Fall, der in Wirklichkeit nie eintreten wird.

Auch die durch Leitungsstücke, Hähne u. dergl. aus Kupfer und seinen Legierungen vorausgesehene Gefahr ist nicht zu fürchten; denn

die explosiven Acetylen-Kupferverbindungen bilden sich nur unter bestimmten Bedingungen bei gleichzeitiger Anwesenheit von überschüssigem Ammoniak und anderen Verunreinigungen, also unter Verhältnissen, die bei Verwendung des Acetylens als Beleuchtungsmittel nicht in Betracht kommen sollen.

In dem vorigen Kapitel wurde bereits die Möglichkeit der selbstthätigen Zersetzung des Acetylens durch hohe Temperatur besprochen und gezeigt, dass durch eine solche nur dann schwere Gefahren zu befürchten sind, wenn das Gas unter einem höheren Drucke sich befindet; es wurde aber auch bereits dargethan, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen, wie wir sie hier voraussetzen, dieser Fall nicht zutrifft. Anders liegt die Sache bei Acetylenluftgemischen; sie können, namentlich bei der Inbetriebsetzung neuer oder gereinigter Apparate, leicht sich bilden, und sie verdienen unsere Aufmerksamkeit in höchstem Masse, da sie in sehr weiten Grenzen explosiv sind. Es liegen darüber eingehende Untersuchungen von H. Gerdes¹⁾ vor, denen die folgenden Angaben entnommen sind. Es wurde zu diesen Versuchen ein Gefäss von 410 mm Durchmesser und 800 mm Höhe mit einem Inhalte von 93,75 l gebaut; durch jedesmaliges Nachfüllen von Wasser wurde der Inhalt auf genau 90 l festgestellt, und der Behälter dann nacheinander mit den verschiedensten Acetylenluftgemischen gefüllt. Die unter gewöhnlichem Atmosphärendruck stehenden Gemische wurden durch den elektrischen Funken zur Explosion gebracht; nach jedem Versuche wurde der Behälter abgeblasen und ausgewaschen. Die bei den Explosionen gemessenen Drucke, welche gleichzeitig durch Manometer und Indikator festgestellt wurden, sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt. Es geht daraus hervor, wie gefährlich besonders schon kleine Beimengungen von Acetylen zu Luft oder auch von Luft zu Acetylen werden können, und mit welcher Sorgfalt bei Arbeiten an Acetylenrohrleitungen verfahren werden muss, um beim Anschluss neuer Leitungen das Entstehen von Knallgas zu verhüten; die bei der Zersetzung dieser Gemische auftretenden Drucksteigerungen sind fast immer so gross, dass ein Zerstoren der an die Leitungen angeschlossenen Apparate unvermeidlich ist.

Die Tabelle (p. 48) spricht eine deutliche Sprache; sie lehrt insbesondere auch, dass Acetylenluftmischungen viel gefährlicher sind als Leuchtgasluftgemische; während sich bei letzterem die Explosionsgrenze zwischen einer Mischung von 1 Teil Gas zu 4 Teilen Luft und einer

¹⁾ Glasers Ann. f. Gewerbe u. Bauwesen 1898, H. 6.

Ver- such	Literzahl		Ver- hältnis	Volum %	Ueberdruck in kg per qcm		
	Acetylen	Luft			A : L	A	I. Ver- such
1	2,25	87,75	1 : 39	2,5	0,05	—	—
2	3,33	86,67	1 : 26	3,7	3,90	—	—
3	3,46	86,54	1 : 25	3,8	3,90	—	—
4	4,28	85,72	1 : 20	4,7	5,25	4,5	—
5	4,50	85,50	1 : 19	5,0	4,50	5,5	—
6	4,74	85,26	1 : 18	5,2	5,20	5,75	—
7	5,00	85,00	1 : 17	5,5	6,00	6,0	—
8	5,29	84,71	1 : 16	5,9	6,20	6,0	—
9	5,63	84,37	1 : 15	6,2	6,50	5,5	—
10	6,00	84,00	1 : 14	6,6	6,90	6,25	—
11	6,43	83,57	1 : 13	7,1	7,60	8,25	—
12	6,92	83,08	1 : 12	7,7	8,50	9,0	—
13	7,50	82,50	1 : 11	8,3	8,90	10,5	—
14	8,18	81,82	1 : 10	9,1	10,00	12,5	—
15	9,00	81,00	1 : 9	10,0	11,50	9,25	—
16	10,00	80,00	1 : 8	11,1	10,00	11,50	—
17	11,25	78,75	1 : 7	12,5	9,00	11,00	—
18	12,85	77,15	1 : 6	14,3	8,00	14,50	—
19	15,00	75,00	1 : 5	16,6	7,50	10,5	—
20	18,00	72,00	1 : 4	20,0	16,50	15,5	17,0
21	22,50	67,50	1 : 3	25,0	17,50	17,50	—
22	30,00	60,00	1 : 2	33,3	15,50	19,0	20,0
23	45,00	45,00	1 : 1	50,0	21,00	21,0	21,0
24	60,00	30,00	2 : 1	66,6	10,00	13,0	9,0
25	67,50	22,50	3 : 1	75,0	6,50	6,50	—
26	72,00	18,00	4 : 1	80,0	6,50	6,50	—
27	72,50	17,30	4,2 : 1	80,8	keine Zündung		
28	73,70	16,30	4,5 : 1	81,9	"	"	"
29	78,75	11,25	7 : 1	87,5	"	"	"

solchen von 1 Teil Gas zu 12 Teilen Luft bewegt, beginnt sie beim Acetylen schon dann, wenn 1 Teil Acetylen zu 26 Teilen Luft gesetzt wird und endet erst bei einem Verhältnis von 4 Teilen Acetylen zu 1 Teil Luft. Das Maximum der Explosionskraft wurde bei dem Verhältnis 1:1 beobachtet, während die Rechnung es erwarten liess bei etwa $A:L = 1:12$, indem die Höchsttemperatur bzw. der Höchst-
druck dann eintreten müsste, wenn sich die Gleichung $C_2H_2 + 5O = 2CO_2 + H_2O$ erfüllen kann. Gerdes erklärt die weit höheren Spannungen bei der nur teilweisen Verbrennung und Spaltung des Acetylens durch die Annahme, dass der im Acetylen enthaltene Kohlenstoff bei der sehr hohen Temperatur im Augenblicke der Zersetzung noch im gasförmigen Zustand verharret und hiedurch die erhöhte Spannung hervorruft.

Die Hörbarkeit der Detonation erreicht ihr Maximum bei einem

Mischungsverhältnis $A:L = 1:8$; es wurde hiebei ein lautes, kurz knackendes Geräusch gehört. Bei einer Mischung von $1:1$ geschah die Explosion unter kurzem heftigem Knall; die Töne wurden dann den Mischungen entsprechend immer dumpfer und bei einer Mischung $A:L = 1:20$ war nur noch ein sehr schwacher Schlag hörbar.

Die furchtbare Wirkung, welche die Entzündung von Mischungen von Acetylen und Luft bezw. Sauerstoff zeitigt, muss auch den experimentellen Chemiker zur äussersten Vorsicht mahnen. Vor kurzem ging ein trauriger Fall durch die Tagesblätter; in einem kleinen Orte der Schweiz hatte ein Lehrer aus Kaliumchlorat Sauerstoff entwickelt und denselben in einen mit Wasser völlig gefüllten Glasgasometer geleitet. Den dicht um den Experimentiertisch stehenden Schülern sollte zunächst gezeigt werden, dass in dem Gase ein glimmender Span zum hellen Brennen kommt. Das Experiment nahm einen ungeahnten Ausgang: unter furchtbarer Detonation ging der Gasometer in zahllose Trümmer, die den Lehrer und viele Schüler schwer verwundeten. Bei der Untersuchung des Unglücksfalles stellte sich nun heraus¹⁾, dass der betreffende Gasometer früher zu Versuchen mit Acetylen gedient hatte; das Sperrwasser war infolgedessen mit Acetylen gesättigt und war nicht erneuert worden. Als nun Sauerstoff eingeleitet wurde, musste aus dem Sperrwasser genügend Acetylen abgegeben werden, um ein explosives Gemisch zu geben, das bei der Entzündung die schweren Folgen zeitigte.

Es kann also nicht genug davor gewarnt werden, einen Raum, in dem es nach Acetylen riecht, mit einem brennenden Lichte, glimmernder Zigarre u. dergl. zu betreten; von allem aber darf man niemals in den Entwicklerraum mit einem brennenden oder glimmenden Gegenstände hineingehen oder ihm zu nahe kommen; gar zu leicht wird einmal eine Verschraubung undicht und gestattet dem Acetylen den Austritt in die Luft. Lässt es sich nicht vermeiden, den Entwicklerraum nach Eintritt der Dunkelheit zu besuchen, so sollte man es nur unter Verwendung einer Davyschen Sicherheitslampe thun; eine gewöhnliche Laterne ist keine genügende Schutzvorrichtung. Auf strengste sollen die zuständigen Behörden darüber wachen, dass die gesetzlichen Vorschriften sorgsam innegehalten werden, nach denen das Lagern grösserer Carbidmengen, sowie die Aufstellung von thätigen Acetylenapparaten unterhalb und oberhalb bewohnter Räume verboten und die Entwickleranlage abseits vom Hause unter leichter

¹⁾ Lunge, Zeitschr. f. angew. Chemie 1899, p. 537.
Ahrens, Das Acetylen in der Technik.

Bedachung unterzubringen ist. Ich möchte nicht unterlassen, nachdrücklich zu betonen, dass es wohl nicht zweifelhaft sein kann, dass Comptoire, Bureaus etc., die ein Haus allein füllen, bewohnten Räumen gleich zu achten sind.

Dass unter bestimmten Verhältnissen und Bedingungen Acetylenluftmischungen ohne Explosion verbrennen können, geht daraus hervor, dass seit längerer Zeit eine Fabrik für Silberarbeiten von J. M. van Kempen und Zonen in Voorschoten (Holland) mit einem solchen Gemisch beleuchtet wird und zwar unter Anwendung gewöhnlicher Braybrenner von beliebiger Grösse, je nach Bedarf¹⁾; die Anlage wurde von der „Rotterdam'sche Acetylgas-Onderneming“ ausgeführt. Zur Erzeugung eines konstant zusammengesetzten Gemisches von Acetylen und Luft dient ein Gasmesser (System Oving) mit zwei Trommeln, von denen die eine durch das Acetylen bewegt wird; die andere sitzt auf der gleichen Achse, nimmt daher an der Umdrehung teil und saugt Luft an und zwar in bestimmtem Verhältnis, welches vom Grössenverhältnis der beiden Trommeln abhängt. Gas und Luft durchströmen nach Verlassen der Trommeln einen Mischapparat, während zwei Plattensiebe mit sehr engen Röhrrchen den Apparat gegen eine etwa in der Rohrleitung zurückschlagende Flamme schützen.

Die technische Verwendung des Acetylens.

Das Acetylen hat seine Erfolge einzig und allein auf dem Gebiete des Beleuchtungswesens errungen; zwar lässt es sich als Heizgas vortrefflich verwenden, ist auch zum Treiben von Motoren geeignet befunden worden, doch ist es zu diesen Verwendungen, vorläufig wenigstens, zu teuer. Auch in die chemische Industrie ist es nicht eingedrungen; aromatische Verbindungen werden billiger aus dem Steinkohlenteer bezogen, die Gewinnung von Alkohol nach Berthelots Synthese ist aussichtslos, die Möglichkeit Aldehyd, Oxalsäure, Essigsäure und andere Verbindungen der Fettreihe aus Acetylen darzustellen, ist vorhanden, hat jedoch ebenfalls keine praktische Bedeutung. Als Beleuchtungsmittel hat das Acetylen indessen schon grosse Erfolge errungen und wird zweifellos mit sinkenden Carbidpreisen sich immer mehr Gebiet erobern. In einer im Auftrage des Calciumcarbid- und Acetylgasvereins verfassten Broschüre „Stand und Zukunft der Acetylenbeleuchtung“ vergleichen O. Froehlich und H. Herzfeld die

¹⁾ Beumer, Acetylen in Wissenschaft u. Industrie 1898, p. 256.

verschiedenen Lichtquellen miteinander; da die Flamme dasjenige ist, was der Konsument als Ganzes kauft, so werden nicht nur die Kosten der Lichte pro Kerze, sondern auch pro Flamme zusammengestellt. Als Grundpreise werden angenommen:

1 cbm Leuchtgas	0,16 M.
1 l Petroleum	0,20 "
1 l Spiritus	0,35 "
1 kg Carbid (300 l C ₂ H ₂)	0,40 "
1 cbm Acetylen	1,33 "
1 cbm Acetylen-Fettgas (1:3)	0,55 "
1 cbm komprimiertes Fettgas	0,40 "
1 cbm " Acetylen-Fettgas (1:3)	0,80 "
1 Kilowattstunde	0,60 "
1 cbm Fettgas	0,28 "
1 cbm Wasser	0,16 "

Dann ordnen sich die Lichtquellen nach aufsteigenden Kosten pro Flamme ungefähr, wie in folgender Tabelle angegeben:

Lichtquelle	Lichtstärke der Brenner in Hefnerkerzen	Verbrauch pro Hefnerkerze und Stunde in Liter	30 Hefnerkerzen kosten in der Brennstunde	Eine Flamme kostet in der Brennstunde
Petroleumglühlicht	40	0,00125	0,76 Pf.	1,00 Pf.
Gasglühlicht	30—60	2,00	0,96 "	0,96—1,92 "
Spiritusglühlicht	30	0,0019	1,20 "	1,20 "
Fettgasglühlicht	60	1,00	0,75 "	1,50 "
Petroleum 14" Brenner	30	0,00359	2,16 "	2,16 "
Acetylen-Fettgas im Verhältnis 25:75	6—40	1,30	2,15 "	0,43—2,86 "
Fettgas	6—16	3,20	2,69 "	0,54—1,43 "
Acetylen	6—70	0,75	2,99 "	0,6 —6,98 "
Kompr. Acetylen-Fettgas (8 Atm) im Verhältnis 25:75	6—40	1,80	4,32 "	0,86—5,76 "
Kompr. Fettgas (8 Atm.)	6—16	4,55	5,46 "	1,09—2,91 "
Leuchtgas, Rundbrenner	15—40	10,00	4,80 "	2,40—6,40 "
" Schnittbrenner	6—30	11,50	5,52 "	1,10—5,52 "
Elektrisches Glühlicht	16	3,1 Watt	5,63 "	3,00 "
Hydro-Pressgas	500	1,00 Gas 0,5 Wasser	0,72 "	12,00 "
Bogenlicht	80—800	1,1 Watt	2,18 "	5,28 —52,8 "

Danach sind die billigsten Flammen diejenigen der nicht elektrischen Glühlichte und des Petroleumlichtes; dann bilden das elektrische Glühlicht und Leuchtgas, Schnitt- und Rundbrenner, die nächst teure; Hydropressgas und elektrisches Bogenlicht die teuerste Gruppe; das Acetylen reicht mit den kleinsten Flammen bis unter die billigsten Flammen hinab, mit den grösseren Flammen dagegen über die mittlere Gruppe hinaus. Dabei ist aber zu beachten, dass der Carbidpreis mit 0,40 Mk. pro kg (= 300 l Acetylen) ziemlich hoch angenommen ist. Traf derselbe als Durchschnitt in letzter Zeit auch zu, ja wurde er vielleicht sogar etwas überholt, so ist in Zukunft doch auf ein billigeres Carbid zu rechnen. In dem Masse, wie leistungsfähige Neuanlagen von Carbidfabriken entstehen, wird der Bedarf an Carbid sich leichter decken lassen und ein Rückgang der Preise eintreten; man darf wohl darauf rechnen, dass das Kilogramm Carbid mit 0,25 M. abgegeben werden wird. Eine Carbidüberproduktion ist vorderhand nicht zu befürchten, denn ein dauernd billiger Carbidpreis würde ein mächtiges Aufblühen der Acetylenindustrie, also einen wachsenden Konsum an Carbid zur Folge haben.



Verlag von FERDINAND ENKE in Stuttgart.

Soeben ist vollständig erschienen:

HANDBUCH der Chemischen Technologie.

Unter Mitwirkung von

Prof. Dr. Ahrens, Direktor Th. Beckert, Dr. Bender, Dr. Benedict, Dr. Börnstein, Dr. Brand,
Dr. Buntrock, Dr. v. Hagen, Dr. Hecht, Dr. v. Helmolt, Prof. Dr. Jurisch, Dr. Lange, Dr. Peters

herausgegeben von

Dr. O. DAMMER.

Fünf Bände.

gr. 8. 1895—1898. geh. Preis des complete Werkes 100 Mark.

Band I. Mit 191 Figuren. 24 Mark. — Band II. Mit 235 Figuren. 20 Mark.
Band III. Mit 288 Figuren. 21 Mark. — Band IV. Mit 345 Figuren. 17 Mark.
Band V. Mit 213 Figuren. 18 Mark.

Band I bespricht die ganze chemische Grossindustrie und alle Zweige der Technik, welche anorganische Produkte herstellen: Sauerstoff, Ozon, Wasserstoff, Wasserstoffsperoxyd, Wasser, Schwefel, Schwefelkohlenstoff, Schweflige Säure, Unterschweiflige und Hydroschweflige Säure, Schwefelsäure, Salz, die Stassfurter Industrie, Natron- und Kalisalpeter, Salpetersäure, Stickstoffoxydul, Sodaindustrie, Natrium, Salzsäure, Chlor, Chlorkalk, Kaliumsulfat, Pottasche, Kaliumbikarbonat, Aetzkali, Kalium, Ammoniak und Ammoniaksalze, Jod, Jodkalium, Fluorwasserstoff, Kohlensäure, Cyanverbindungen, Borsäure, Borax, Phosphor, Phosphorsäure, Natriumphosphat, Zündmittel, Baryum-, Strontium-, Magnesiumsalze, Thonerde, Thonerdenatron, Alaun, Thonerdesulfat etc., Ultramarin, Metallpräparate, Kalk, Gyps, Cement, Kunststeine, Glas, Wasserglas, Thonwaaren, Asbest, Graphit, Carborundum.

Band II behandelt die Gewinnung der Metalle und die Legirungen.

Band III behandelt die Fette und Oele, Wachsorten, Lanolin, die Schmiermittel, die Seifen, Fettsäuren und das Glycerin, die ätherischen Oele, die Balsame, Harze, das Harzöl, Kautschuk, Gutta-Percha, Lacke und Firnisse, das Holz, Holzgeist, Holzessig, Aceton, Konservirung des Holzes, Cellulose, Papier, Stärke, Dextrin, Brot, Stärkezucker, den Rübenzucker, Spiritus, Bier, Wein, Essig etc.

Band IV behandelt die Brenn- und Leuchtstoffe, Holz und Holzkohle, Torf, Braunkohle, Steinkohle, Anthracit, die Aufbereitung der Brennmaterialien, Presskohle, Kokes, Paraffin, Erdwachs, Schieferöl. Herstellung der Kerzen. Erdöl, Erdgas, Steinkohlengas, Oelgas, Oxyölgas, Holz-, Torfgas, Generatorgas, Wassergas und Halbwassergas, Acetylen. Beleuchtung und Lichtmessung, Heizung und Wärmemessung. Wärmeschutzmittel. Verarbeitung des Steinkohlentheers. Vorlauf, Leichtöl, Karbolöl, Naphthalin, Kreosotöl, Anthracenöl, Pech. Zwischenprodukte der Theerfarbenfabrikation, Chloride, Nitrokörper, Basen, Phenole, Aldehyde, Säuren, Ketone, medizinisch wichtige Steinkohlentheerderivate, künstliche Riechstoffe, in der Photographie angewandte Steinkohlentheerderivate. Weinsäure, Citronensäure, Tannin. Die Farbstoffe. Natürliche und künstliche Mineralfarbstoffe. Natürliche und künstliche organische Farbstoffe. Tinte, chinesische Tusche.

Band V behandelt die Gespinnstfasern, die Reinigung des Wassers für Färbereien, die Bleicherei, die Beizen, die Anwendung der natürlichen und künstlichen Farbstoffe, die Färberei, den Zeugdruck, Gerberei, Leim, Knochenverarbeitung. Milch, Butter, Käse, Kunstbutter, Fleisch, Fleischextrakt, Fleischpeptone. Industrieabwässer, Städtische Abfallstoffe, Poudrettefabrikation, Strassenkehricht. Künstliche Düngemittel. Die Sprengstoffe. Schwarzpulver, Sprengpulver, Feuerwerkerei, Nitroglycerin, Dynamite. Schiessbaumwolle, Kollodiumwolle, Celluloid, Sprengelatine etc. Pikrinsäure und Pikrate, Knallquecksilber, rauchloses Pulver. Metallische Ueberzüge auf Metallen, Verzinnen etc., Plattiren, Metallfärbung. Feuervergoldung. Galvanoplastik, Galvanostegie. Elektro-chemische Darstellung chemischer Präparate.

Verlag von FERDIN

HAN
ANORGANIS

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

III
L. inw. 33908

Kdn., Czapskich 4 — 678. I. XII. 52. 10.000

Unter Mitwirkung von

Dr. Benedict, Prof. Dr. von Buchka, Dr. Gadebusch, Dr. Haitinger,
Prof. Dr. Lorenz, Prof. Dr. Nernst, Dr. Philipp, Prof. Dr. Schellbach, Prof. Dr. von Sommaruga,
Dr. Stavenhagen, Prof. Dr. Zeisel

herausgegeben von

Dr. OTTO DAMMER.

Drei Bände. gr. 8. 1892—1894. geh.

Band I	Mark 20.—	Band II ²	Mark 25.—
„ II ¹	„ 18.—	„ III	„ 25.—

Ergänzungsband:

Buchka, Prof. Dr. K. von, **Physikalisch-chemische Tabellen**

der anorganischen Chemie. gr. 8. 1895. geh. M. 10.—

Die Vollendung eines so umfassenden und gründlichen Werkes innerhalb eines Zeitraumes von zwei Jahren muss als eine Leistung, wie sie in der chemischen Literatur kaum noch einmal auftritt, anerkannt werden. Es ergibt sich hieraus für die Benutzung des Werkes der Vortheil, dass es, wie gegenwärtig kein anderes, ein **vollständiges Bild des augenblicklichen Standes der anorganischen Chemie** darbietet.

Die glänzende Aufnahme, welche das grosse Unternehmen in der gesammten Fachpresse gefunden hat, ist ein Beweis, dass Herausgeber und Mitarbeiter ihre Aufgabe nach jeder Richtung hin vortrefflich gelöst haben. **Gründlichkeit und praktische Richtung, Genauigkeit und Vollständigkeit, Kürze und Präcision, sowie klare Darstellung** sind die Vorzüge, welche in allen Fachblättern immer wiederholt lobend hervorgehoben werden. „*Die Diction in den uns vorliegenden beiden Bänden ist geradezu bewundernswürdig präcis und klar*“ — sagt die Pharmaceut. Wochenschrift.

Das **Handbuch** ist aber auch weitaus das billigste, da es an Reichthum der Angaben nur mit den grössten Werken der chemischen Literatur verglichen werden kann und hinter diesen im Preise weit zurücksteht. Vielen Lesern wird eine hier zum ersten Mal gebotene synchronistische Zusammenstellung der chemischen Journale willkommen sein, welche die Benutzung der chemischen Literatur ganz wesentlich erleichtert.

Druck: ... in Stuttgart.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000303975