

gefangen wurde; entwichen. Aus der Natronlauge wurde nach dem Übersättigen mit Schwefelsäure durch Destillation Essigsäure erhalten. Das Silbersalz enthielt 64,3 Proc. Ag, während die Formel 64,6 Proc. verlangt. Übrigens war das Vorkommen von Nitrilen im Theer den Praktikern unserer Industrie schon lange bekannt; namentlich die Rohöle entwickeln beim Destilliren über Ätznatron Ammoniak, das in besonders reichlicher Menge auftritt, wenn das Öl und das Natron, wie das früher in einer Fabrik geschah, durch eine Rührvorrichtung während des Destillationsprocesses in Bewegung erhalten werden.

Fassen wir die Resultate vorliegender Untersuchung zusammen, so ergibt sich: Das bei der trockenen Destillation der Braunkohlen gewonnene Schmelzwasser enthält:

1. Aldehyde, gesättigte und ungesättigte; von den ersteren wurde der Acetaldehyd isolirt;
2. Ketone, von denen das Aceton und das Methyläthylketon isolirt und untersucht wurden;
3. Methylalkohol;
4. Acetonitril.

Die Untersuchung wird gelegentlich fortgesetzt werden.

Aus den Laboratorien der Sächsisch-Thüringischen Actiengesellschaft für Braunkohlen-Verwerthung zu Halle a. S., Fabrik Teuchern.

Soll der Wassergasbetrieb continuirlich oder discontinuirlich sein?

Von Dr. J. Kramers.

Vor Kurzem erschien eine Broschüre von Dr. F. Clauss über „Wassergaserzeugung“¹⁾. Durch Lesen dieser Schrift könnten nun Jene, die sich in der Wassergasfrage nicht ganz auskennen, zu der Ansicht verleitet werden, dass der discontinuirliche Betrieb, der gegenwärtig ausschliesslich angewandt wird, theoretisch mit grossen Nachtheilen verknüpft sei, und es deshalb unser Bestreben sein müsse, einen continuirlichen Process ausfindig zu machen, und zwar vorzugsweise in der von Dr. Clauss angegebenen Richtung.

Mit dieser Ansicht würde man indess wahrscheinlich irre gehen. Ich möchte den Standpunkt vertreten, dass das discontinuirliche System, rationell angewandt, nicht weit hinter dem continuirlichen System zurücksteht, und dass man bei ersterem nahezu

die Grenze erreicht hat, die durch letzteres erreichbar ist; ferner dass die Methode von Clauss eher einen Schritt rückwärts als vorwärts bedeutet, und der von ihm angegebene Weg zu nichts führt.

Clauss fragt sich, welcher Fortschritt in dem jetzt schon zu hoher Vollkommenheit gediehenen Wassergassystem²⁾ noch denkbar sei, und zu dem Zwecke giebt er folgende Punkte an:

1. Man müsse danach streben, ein continuirliches System zu erhalten, da ein discontinuirliches mit grossen Verlusten verbunden sei.

2. Das Deficit an Calorien bei dem Process: $C + H_2O = CO + H_2 - 28\,970 \text{ Cal.}$ müsse nicht durch Verbrennung von C zu CO_2 , sondern durch Verbrennung eines Theiles des gebildeten Wassergases selbst gedeckt werden.

3. Man müsse suchen, alle kohlenstoffhaltigen Substanzen in Wassergas zu verwandeln.

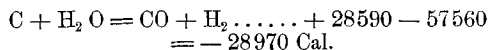
Bezüglich des letzten Punktes bin ich mit Dr. Clauss ganz derselben Ansicht; es haben ja auch thatsächlich die Fachleute in der letzten Zeit in der angegebenen Richtung gearbeitet, und nicht ohne Erfolg. Ich behaupte indess, dass nach dem von Dr. Clauss vorgeschlagenen System ein Fortschritt in dieser Richtung unmöglich ist, und werde dies später beweisen. Vorläufig will ich mich mit Besprechung der zwei ersten vorgeschlagenen Verbesserungen begnügen. Es wird sich zeigen, dass eine Verbesserung im Sinne von No. 1 wohl wünschenswerth wäre, doch weder in dem Umfange noch aus den Beweggründen, wie Clauss es sich denkt, erreicht wird; es wird sich auch zeigen, dass eine solche Verbesserung bis jetzt so gut wie unmöglich erscheint, und zudem mit wenig Aussicht auf eine spätere Möglichkeit. Was Punkt 2 angeht, so würde die vorgeschlagene Deckung des Deficits theoretisch wie praktisch ein Rückschritt und eine nutzlose Calorienvergeudung sein.

Ich beginne mit No. 1. Um diesen Punkt klarzustellen, müssen wir untersuchen, welche Verlustquellen sich bei dem discontinuirlichen System ergeben. Wir werden von Clauss auf seinen Aufsatz: „Über die nothwendigen Verluste beim Dellwikprocess“ verwiesen, und finden dort Folgendes aufgezeichnet:

1. Die Calorien, welche durch die Verbrennungsproducte beim Warmblasen weggeführt werden. Das Gasen verläuft theoretisch nach der Gleichung:

¹⁾ Wassergaserzeugung in continuirlichem Betriebe, von Dr. Felix Clauss. Verlag von M. Krayn, Berlin W. 1900.

²⁾ Ich meine hier und im Folgenden stets reines, also uncarburirtes Wassergas von der theoretischen Zusammensetzung $CO + H_2$.



Um das Deficit von 28 970 Cal. zu decken, bedarf es

$$\frac{28970}{96960} = 0,298$$

oder beinahe 0,3 Kilogramm-Atome Kohlenstoff (3,6 kg), da die Verbrennung eines Kilogramm-Atoms (12 kg) Kohlenstoff zu Kohlensäure 96 960 Cal. liefert. Um diese 3,6 zu verbrennen, würden 9,6 kg Sauerstoff erforderlich sein; dann bilden sich 13,2 kg Kohlensäure, zu der noch 31,78 kg Stickstoff kommen. Angenommen, die Verbrennungsproducte entweichen bei 1000°, so führen sie weg:

$$13,2 \times 1000 \times 0,217$$

$$(\text{spec. Wärme von CO}_2) = 2864,4 \text{ Cal.}$$

$$31,78 \times 1000 \times 0,244$$

$$(\text{spec. Wärme von N}_2) = 7754,3 -$$

$$\text{S.} = 10618,7 \text{ Cal.}$$

Zieht man nun in Betracht, dass die 3,6 kg Kohlenstoff, die beim Warmblasen verbrennen sollen, mit den 12 kg, welche beim Gasen zu CO und beim Verbrennen des Wassergases zu CO₂ oxydiren, zusammen 126 048 Cal. darstellen, so würde beim Warmblasen allein schon der $\frac{10618,7}{126048}$ Theil, d. h. beinahe 8½ Proc., verloren gehen.

Ausser dieser Verlustquelle weiss Clauss noch acht andere ausfindig zu machen, von denen aber mehrere nach seinem eigenen Geständniss für jedes Wassergassystem, somit auch für das continuirliche, gelten. Er kommt zu dem Schlusse, dass der Verlust mindestens 37 Proc. beträgt, wenn man alle neun Verlustquellen zusammen nimmt; dennoch behauptet er, dass bei den jetzigen Wassergasapparaten aus den Steinkohlen ein praktischer Nutzeffect von 82 Proc. gewonnen wird, also ein evidenter Widerspruch! Und welch sonderbare Lösung giebt Clauss hierfür? „Also muss im Kohlenstoff mehr „auslösbare Wärmeenergie“ sein, als man bis jetzt gemeint hat....“ Danach sähe es ja recht traurig aus mit den zahllosen Angaben, die man bezüglich der Verbrennung des Kohlenstoffs aufgestellt hat, und noch trauriger mit den ebenso zahllosen Angaben, die alle von der Voraussetzung ausgehen, dass bei der Verbrennung des Kohlenstoffs zu Kohlensäure 8080 Cal. pro kg frei werden. Die oben gemachten Angaben sind aber mit der grössten Sorgfalt berechnet worden, so dass die Annahme berechtigt ist, dass Dr. Clauss sich vielleicht doch geirrt hat. Sehen wir einmal genauer zu.

Um die Schwierigkeit vollends auf die Spitze zu treiben, wollen wir Dr. Clauss

vor der Hand noch weit mehr zugestehen. Es müssten beim Warmblasen 28 970 Cal. zugeführt werden, allein um das Deficit in Folge von $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2 - 28970$ zu decken; doch liegt noch ein anderes Deficit vor; denn die 44,64 cbm Wassergas, die entstehen, entziehen, bei 1000° weggeführt, dem Generator auch noch $306 \times 44,64 = 13659,8$ Cal. (ich gehe nach den Angaben von Clauss voran). Es würde sich danach ein Gesamtdeficit von $28970 + 13660 = 42630$ Cal. herausstellen. Indem nun die 3,6 kg Kohlenstoff beim Warmblasen verbrennen, würden 29088 Cal. geliefert werden, wenn nicht die Verbrennungsproducte eine grosse Zahl von Calorien abführten, und zwar sind dies 10618,7 Cal., so dass nur $29088 - 10618 = 18470$ Cal. dem Generator zu gute kommen; man würde also nicht 3,6 kg nöthig haben, sondern

$$\frac{3,6 \times 42630}{18470} = 8,31 \text{ kg,}$$

und diese würden, indem sie unter denselben Umständen verbrennen, ± 24511 Cal. wegführen und somit einen Verlust von

$$\frac{24511}{(12 + 8,31) 8080} = 0,149,$$

d. h. nahezu 15 Proc., aufweisen.

So schlimm ist es allerdings glücklicher Weise noch nicht; bringt man doch bei Wassergasapparaten sogenannte Regeneratoren und Recuperatoren in Anwendung, durch die es möglich wird, ca. 80 Proc. von den Calorien, die sonst verloren gehen würden, für den Process wieder nutzbar zu machen. Man verliert somit anstatt 10618 Cal. nur 2124 Cal., und es kommen daher $29088 - 2124 = 26964$ Cal. dem Apparate zu gute: man hat danach nur

$$\frac{3,6 \times 42630}{26964}$$

= nahezu 5,7 kg Kohlenstoff nöthig: der Verlust beträgt also

$$\frac{5,7 \times 2124}{3,6 \times 17,7 \times 8080} = 0,0235,$$

d. h. gut 2,3 Proc., so dass, wenn keine anderen Verlustquellen dazu kämen, gut 97½ Proc. vom Calorienwerthe der Steinkohlen ihren Zweck erreichten; ein wahres Ideal eines Processes.

Wie wir also sehen, ist diese Verlustquelle, die nach Clauss mit einem discontinuirlichen System wesentlich verbunden wäre, ohne Belang; doch kann man den Betrag von 2,3 Proc. nicht einmal „wesentlich verbunden“ nennen, denn es ist keineswegs ausgeschlossen, dass man bei besser construirten Recuperatoren die Calorien, die jetzt noch verloren gehen, grossentheils zu-

rückgewinnt. Dennoch gebe ich gern zu, dass ein continuirliches System, wenn es möglich wäre, den Vorzug verdiente, jedoch nur deshalb, weil die Betriebsbedingungen bei einem solchen System derart wären, dass es gewöhnlich mehr automatisch betrieben werden könnte, weniger Aufsicht und wahrscheinlich einfachere Bedienung verlangte, aber nicht deshalb, um Verluste zu vermeiden, die aus einem discontinuirlichen System nothwendig sich ergeben.

Die zweite Verlustquelle, wonach nämlich Calorien durch das heisse Wassergas entführt werden, besteht, wie Clauss zugiebt, bei jedem Wassergassystem, auch bei einem continuirlichen; diesen Punkt will ich deshalb nicht in den Bereich meiner Besprechung ziehen. Dasselbe gilt von der dritten Verlustquelle, dass man nämlich vom Wasser ausgeht und zum Schlusse bei der Verbrennung des Wassergases mit Wasserdampf endigt. Ebenso lasse ich No. 4 ausser Acht, nämlich die verhältnissmässig gebrechliche Einrichtung unserer Dampfkessel, die für den Wassergasbetrieb Dampf liefern müssen. Ich bemerke hierbei nur, dass diese Verlustquelle in demselben Maasse zunimmt, wie die Menge Dampf, welche für ein gleiches Quantum Wassergas erfordert wird, ein Umstand, der mir bei der Besprechung des zweiten Vorschlages von Clauss noch zu Statte kommen wird.

Die fünfte Verlustquelle ist wiederum dem discontinuirlichen System speciell eigen; sie besteht darin, dass beim Warmblasen nicht immer bloss CO_2 erzeugt wird, sondern dass bisweilen unter den Verbrennungsproducten auch CO vorkommt; andererseits findet sich CO_2 sogar im Wassergas selbst. Was den ersten Punkt betrifft, so behaupte ich, dass derselbe keine nothwendige Verlustquelle ist; bei guter Einrichtung kann man das Auftreten von CO unter den Verbrennungsproducten verhüten, und sollte man es einmal doch nicht können, so kann man es auch nicht beim Erhitzen einer Retorte; es ist also in keinem Falle der Verlust nothwendig mit dem System verbunden. Was den zweiten Punkt betrifft, so kann doch, mag auch die Qualität des Wassergases dadurch gerade nicht gewinnen, dieser nicht als Wärmeverlust angesehen werden; es ist ja C in dem Generator zu CO_2 verbrannt, und die Calorien kamen dem Generator zu gute, gingen also nicht verloren. Überdies ist es sehr fraglich, ob der hohe Gehalt an CO_2 , den Clauss annimmt, dem discontinuirlichen System wesentlich ist, und ich möchte gerne wissen, warum bei einem continuirlichen System kein CO_2 vorkommen

sollte. Jedenfalls muss der Verlust von 9 Proc., der auf Rechnung dieser fünften Verlustquelle gesetzt wird, getilgt werden.

No. 6 bezieht sich darauf, dass beim Warmblasen mehr Luft eingeblasen wird, als streng genommen nöthig wäre; der diesbezügliche Verlust aber scheint Clauss so unbedeutend zu sein, dass er dafür keine Zahl in Rechnung zu bringen wagt; überdies tritt er auch im continuirlichen System ein.

Der Verlust unter No. 7, dass nämlich nicht alle beim Warmblasen entwickelte Wärme dem Generator zu Nutze kommt, ist schon unter No. 1 behandelt, oder es müsste hier etwa von Ausstrahlung die Rede sein; doch ist diese auch beim continuirlichen System vorhanden.

No. 8 sagt nur, es sei wenig Aussicht vorhanden, dass die angeführten Verluste merklich vermindert werden sollten (auf diese Weise könnte man leicht zu 25 Verlustquellen kommen!), und No. 9 bezieht sich auf die durch die Schlacken abgeführten Calorien; doch gilt dies wiederum auch beim continuirlichen System; oder denkt vielleicht Clauss aus Schlacken noch Wassergas gewinnen zu können? Es bleiben also für das discontinuirliche System nur wenige Nachtheile übrig; zählen wir alle Verluste zusammen, die sowohl für das discontinuirliche wie für das continuirliche System gelten, dann erhalten wir gut 22 Proc.³⁾, und so kommen wir jener Zahl schon nahe genug, die praktisch erreicht sein sollte, um jede Furcht vor einem völligen Umsturz auf dem Gebiete der Thermochemie auszuschliessen, besonders wenn man bedenkt, dass der Nutzeffect von 82 Proc. sicher übertrieben ist. Jedenfalls ist es klar, dass das discontinuirliche System dem continuirlichen nicht nothwendig nachzustehen braucht.

Ich sagte oben, dass das continuirliche System bis jetzt unmöglich sei, was durch die Thatsachen und die zahllosen missglückten Versuche zur Genüge bewiesen wird; dass es aber wohl nie möglich werden wird, geht aus der Broschüre von Dr. Clauss hervor. In der That, man braucht nur einmal aufmerksam zu lesen, welche Anforderungen Clauss (und ich stimme mit ihm darin überein) an eine Retorte glaubt stellen zu müssen, um in ihr continuirlich Wassergas zu erzeugen, und man wird leicht einsehen, dass es kaum je gelingen wird, solch eine Retorte herzustellen. Haupterforderniss

³⁾ No. 1	2½ Proc.
No. 2	10 -
No. 3	8 -
No. 4	2 -

S. 22½ Proc.

ist vor Allem ein grosses Leitvermögen für die Wärme (selbst Metalle scheinen noch nicht leitend genug zu sein, wie aus allen missglückten Versuchen hervorgeht). Hierbei könnte man es schon bewenden lassen, denn dieser eine Grund genügt, die Sache hoffnungslos zu machen. Clauss fügt noch hinzu:

1. Bei geringer Wanddicke eine grosse Festigkeit,
2. Widerstandsfähigkeit gegen eine Temperatur von 1700°C .,
3. Widerstandsfähigkeit gegen plötzliche Temperaturveränderungen, ohne dass die Retorte springt u. s. w.,
4. Chemische Beständigkeit gegen überhitzten Wasserdampf.

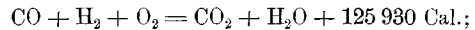
Clauss glaubt ein Gemisch von Graphit und feuerfester Thonerde vorschlagen zu dürfen und will einen Überzug von Platin anbringen; ich muss diesen Vorschlag als ungeschickt verwerfen, weil das Leitvermögen alsdann noch viel geringer ist als für Eisen, und das Leitvermögen des Eisens schon zu klein erschien. Übrigens giebt Clauss selbst zu, dass die Materialfrage noch nicht gelöst ist; es ist deshalb, so scheint mir, das Vernünftigste, bis zur Lösung dieser Frage noch zuzuwarten; wir werden wahrscheinlich noch recht lange warten müssen, doch ist dies nicht so schlimm, denn wir können uns getrost an das discontinuirliche System halten, wie aus dem Obengesagten zur Genüge erhellt.

Gehen wir jetzt zum Punkte 2 über und fragen uns, was von dem Vorschlage zu halten sei, das Deficit an Calorien dadurch zu decken, dass man einen Theil des gebildeten Wassergases selbst verbrennt.

Es liegt ein Deficit vor von 28 970 Cal. für je $44,64\text{ cbm}$ Wassergas, die erzeugt werden sollen. Clauss freilich giebt bei Berechnung seines Systems eine andere Zahl an, nämlich 27 884 Cal.; doch es scheint mir nicht richtig, bei zwei Verlustberechnungen von verschiedenen Angaben auszugehen. Er nahm bei dem bis jetzt gebräuchlichen System 28 970 Cal. an, also müssen wir dieselbe Zahl doch auch wohl bei seinem System unterstellen. Die $44,64\text{ cbm}$ Wassergas, die aus 12 kg Kohlenstoff und 18 kg Dampf entstehen, entziehen, bei 1000° abgeführt, dem Generator $306 \times 44,64 = 13\,659,8\text{ Cal}$. Es müssen also nicht 28 970, sondern $28\,970 + 13\,660 = 42\,630\text{ Cal}$. zugeführt werden, mag man nun Kohlenstoff oder Wassergas zur Deckung des Deficits verbrennen.

Es fragt sich jetzt, wieviel Wassergas verbrennt werden muss, um diesen Verlust

zu ersetzen. Angenommen, dass Clauss über vollkommen reines Wassergas verfügt, geht die Verbrennung nach folgender Formel vor sich:



Clauss schlägt vor, das heisse Wassergas zu gebrauchen, und das giebt also noch ausserdem $306 \times 44,64 = 13\,659,8\text{ Cal.}$, so dass wir über $125\,930 + 13\,660 = 139\,590\text{ Cal.}$ verfügen. Gleichwohl führen die Verbrennungsproducte eine bestimmte Anzahl Calorien ab, wobei man bedenken muss, dass bei einem continuirlichen System die Retorte von aussen stärker erhitzt werden muss als ein Generator im Inneren; es ist danach wahrscheinlich, dass die Verbrennungsproducte, wenn man die Retorte erhitzt hat, eine noch höhere Temperatur haben als jene Verbrennungsproducte, die im discontinuirlichen System beim Warmblasen den Generator verlassen. Es ist denn auch völlig unbegreiflich, dass Clauss bei einem continuirlichen System die Temperatur um 200° niedriger annimmt; ich wäre geneigt, die Temperatur auf 1700° anzusetzen, denn dies ist die Temperatur, auf welche Clauss seine Retorte erhitzen will. Wir wollen aber nachgiebig sein und, um die Zahlen leichter vergleichen zu können, auch hier 1000° für die Temperatur der Verbrennungsproducte annehmen, obwohl sie sicher mehr beträgt. Es wird dann abgeführt:

$$\begin{array}{rcl} \text{Für CO}_2: & 44 \times 1000 \times 0,217 & = 9548\text{ Cal.} \\ - \text{H}_2\text{O}: & 18 \times 1000 \times 0,4805 & = 8649\text{ -} \\ - \text{N}_2: & 105,8 \times 1000 \times 0,244 & = 25815\text{ -} \\ & & \text{S. } 44012\text{ Cal.} \end{array}$$

Somit kommen dem Generator zu Gute: $139\,590 - 44\,012 = 95\,578\text{ Cal}$. Wir haben im Ganzen nur 42 630 Cal. nöthig, können somit mit

$$\frac{42\,630}{95\,578} = 0,446$$

auskommen. Um also den Verlust zu decken, muss man 44,6 Proc. des erzeugten Wassergases wieder opfern, so dass man 55,4 Proc. übrig behält; und um $44,64\text{ cbm}$ zu gewinnen, hat man $\frac{12}{0,554} = 21,7\text{ kg}$ Kohlenstoff nöthig und es gehen von den $8080 \times 21,7$ Calorien nothwendig

$$\frac{44\,012 \times 0,446}{0,554} = 35\,432\text{ Cal.}$$

verloren, d. h.

$$\frac{44\,012 \times 0,446}{0,554 \times 8080 \times 21,7} = 0,2021,$$

d. i. gut 20 Proc.

Da könnte man nun fragen, woher dieser grössere Verlust kommt. Derselbe rührt theils von der hohen specifischen Wärme des Wasserdampfes her, der so verschwenderisch

in das Heizmaterial gebracht wird, theils auch von der grösseren Quantität CO_2 , die erzeugt und abgeführt wird, theils endlich von der grösseren Menge Stickstoff, die ohne Noth erhitzt werden muss. Zur bequemen Übersicht fasse ich meine Resultate kurz zusammen:

I. Verlustersatz durch Verbrennung von C zu CO_2 ,
gemäss $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$.

8,31 kg Kohlenstoff liefern bei Verbrennung zu CO_2
 $8,31 \times 8080 =$ 67 145

Das gebildete CO_2 führt ab
 $\frac{8,31 \times 44 \times 1000 \times 0,217}{12} =$ 6 612

Der beigemengte Stickstoff führt ab
 $\frac{8,31 \times 32 \times 3,31 \times 244}{12} =$ 17 897

Im Ganzen abgeführt 24 509

Bleibt verfügbar für Bildung von
44,64 cbm Wassergas 42 636

Die im Generator verbrauchte Menge
Kohlenstoff während des Warmblasens 8,31 kg

An Kohlenstoff für die Dampflieferung
beim Warmblasen verbraucht . . . 0

Totaler Kohlenverbrauch zur Deckung
des Verlustes 8,31

lich, welcher, in Bezug auf Deckung des erlittenen Verlustes, bei II mehr als 80 Proc. höher ist als bei I, während der Kohlenverbrauch für die Wassergaserzeugung selbst sich natürlich in beiden Systemen gleich stellt, nämlich auf 12 kg für 44,64 cbm, abgesehen von den für die Dampfbildung

II. Verlustersatz durch Verbrennung von Wassergas
gemäss $\text{CO} + \text{H}_2 + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

$\frac{0,446 \times 44,64}{0,554}$ cbm Wassergas liefern
bei ihrer Verbrennung unter den gegebenen Umständen
 $\frac{0,446 \times 139\,590}{0,554} =$ 112 377

Das gebildete CO_2 führt ab
 $\frac{0,446 \times 44 \times 1000 \times 0,217}{0,554} =$ 7 686

Das gebildete H_2O führt ab
 $\frac{0,446 \times 18 \times 1000 \times 0,4805}{0,554} =$ 6 963

Der beigemengte Stickstoff führt ab
 $\frac{0,446 \times 32 \times 3,31 \times 244}{0,554} =$ 20 806

Das erzeugte und nöthige Wassergas führt ab
 $\frac{42\,630 \times 0,446}{0,554} =$ 34 320

Im Ganzen abgeführt 69 775

Bleibt verfügbar für Bildung von
44,64 cbm Wassergas 42 602

Die im Generator verbrauchte Menge
Kohlenstoff, um die zur Verlustdeckung erforderliche Quantität Wassergas zu erzeugen 9,7 kg

An Kohlenstoff für die Dampflieferung
von obenstehendem Wassergas bei sechsfacher Verdampfung im Dampfkessel verbraucht
 $\frac{18}{0,554 \times 6} =$ 5,4

Totaler Kohlenverbrauch zur Deckung
des Verlustes 15,1

Diese Tabelle ist lehrreich. Wir ersehen daraus, dass in Spalte II ein Verlustposten vorkommt, der in Spalte I ganz ausfällt, nämlich die durch H_2O weggeführte Wärme. In der That hat man nichts Anderes gethan, als mit vieler Mühe H_2O gespalten, um später es rückwärts bilden zu lassen; theoretisch ist dies ja weder ein Vor- noch ein Nachtheil, doch zum Schlusse muss das erzeugte Wasser bei sehr hoher Temperatur wieder abgeführt werden, und dies erfordert 6963 Cal., die verloren sind; dazu kommt noch, dass es vorher dem Dampfkessel 5,4 kg Steinkohlen gekostet hat. Dies alles macht sich denn auch im Kohlenverbrauch recht bemerk-

erforderlichen Steinkohlen. Man folgere hieraus nicht, dass bei I praktisch $12 + 8,31 = 20,31$ kg Kohlenstoff im Generator (Warmblasen und Gasen zusammen genommen) für 44,64 cbm nöthig sind; ich nahm nämlich, um beide Fälle besser vergleichen zu können, an, dass die durch die Verbrennungsproducte weggeführte Wärme unbenutzt bleibt, und ihre Nutzbarmachung möchte bei II auch in der That recht schwer fallen; bei I jedoch erreicht diese Nutzbarmachung, wie gesagt, bereits 80 Proc.; daher erhalten wir, um den erlittenen Verlust zu ersetzen, 5,7 kg anstatt 8,31 kg, so dass man nur 17,7 kg für 44,64 cbm nöthig hat, die Steinkohlen

für die Dampfbildung nicht mit einge-rechnet.

Dem aufmerksamen Leser obenstehender Ausführungen wird wahrscheinlich alle Lust benommen sein, auf den zweiten Vorschlag von Clauss einzugehen.

Clauss bringt noch einige Gedanken vor, zu einem continuirlichen System zu gelangen, nämlich durch gleichzeitige Zufuhr von Sauerstoff unter verschiedener Form. Sind diese Gedanken auch neu, so ist ihre Durchführung bei den bestehenden Mitteln doch unmöglich oder unvortheilhaft, wie ich bei einer anderen Gelegenheit noch darzulegen gedenke.

Ueber Fortschritte auf dem Gebiete der Reductionsversilberung.

Von Prof. Christian Göttig.

Die älteren Methoden zur Versilberung von Metallen mittels des galvanischen Stroms sowie durch Zinkcontact und Amalgamirung erscheinen nicht zweckmässig, wenn es sich darum handelt, partiell abgenutzte versilberte Sachen durch Neuversilberung des blossgelegten Grundmetalls zu renoviren, und be-gegen besonders technischen Schwierigkeiten bei der Versilberung einzelner Theile um-fangreicher Metallgegenstände.

Aus diesem Grunde stellte sich das Be-dürfniss heraus, durch Anreiben silberhaltiger Substanzen, welche jetzt in flüssiger und salbenartiger Beschaffenheit in den Handel gebracht werden, mittels selbstthätiger Redu-ction, namentlich auf Kupferlegirungen, eine Versilberung zu bewirken. Aber die bisher zu diesem Zwecke verwendeten, theil-weise patentirten bez. patentirt gewesenen Mittel entsprachen nicht für alle Zwecke den Anforderungen der Praxis. Vielmehr sind in dieser Beziehung Übelstände zweierlei Art hervorgetreten:

1. Das zur Versilberung verwendete Chlorsilber büsste mit der Zeit an Wirk-samkeit ein, weil die Löslichkeit in den bekannten Alkalisalzen durch Schwärzung am Licht allmählich herabgemindert wird. Man kann sich von dieser Thatsache leicht überzeugen, wenn man Chlorsilber, welches unter Bildung eines Subchlorides oder Oxy-chlorürs¹⁾ durch das Licht geschwärzt ist, mit auflösend wirkenden Salzlösungen, wie z. B. von Chlornatrium, unterschwefligsaurem Natrium etc. behandelt. Hierbei wird nur

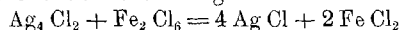
¹⁾ Für die Annahme theilweiser Oxychlorid-bildung spricht die Thatsache, dass beim Erhitzen geschwärzten Chlorsilbers mit Alkalichloridlösung sich Kaliumhydroxyd bildet.

ein Theil der Substanz, nämlich das unver-änderte Chlorsilber, allmählich gelöst, während ein schwarzer metallähnlicher Rückstand ver-bleibt, der vielleicht auf gleichzeitige Gegen-wart metallischen Silbers in der durch Licht geschwärzten Verbindung schliessen lässt.

2. Es zeigte sich bei Verwendung von Chloralkalien zur Auflösung des zu verrei-benden Chlorsilbers der Mangel, dass infolge des trägen Auflösungsvorganges in diesen Alkalisalzen die Versilberung in gewissen Gemischen, namentlich Pasten, nur langsam von Statten ging, wenn man nicht das durch starke Giftigkeit gefährliche Cyankalium oder Stoffe wie z. B. Ammoniak, welche das zu überziehende kupferhaltige Metall angreifen, benutzen wollte.

Den hier erörterten Übelständen habe ich versucht, durch die in folgenden Zeilen mitgetheilten Abänderungsvorschläge entgegen-zutreten:

Um den ad 1 erwähnten Fehlern abzu-helfen, kann der Veränderung des Chlor-silbers durch Zusatz von Eisenchlorid und Kupferchlorid in ähnlicher Weise wie unter Einwirkung von Chlorwasser vorgebeugt werden. In Gegenwart dieser Stoffe wird das Chlorsilber durch Abgabe von Chlor an das entstandene Subchlorid, etwa im Sinne nachstehender Gleichung



weiss und lösungsfähig erhalten²⁾, was durch folgenden Versuch bewiesen wird: Man über-giesse frisch gefälltes Chlorsilber einerseits mit Chloralkalilösung und andererseits mit einem Gemisch dieser Lösung und Eisen-chlorid oder Kupferchlorid. Es wird bald erkenntlich, dass die erste Probe sich schwärzt, während die zweite unverändert weiss bleibt.

Was die ad 2 erwähnte Trägheit des Reductionsvorganges betrifft, so wird die ver-silbernde Wirkung des Chlorsilbers scheinbar dadurch beschleunigt, dass an Stelle der bis-her benutzten Alkalisalze gewisse Chloride der Erdalkalimetalle oder Metalle der Mag-nesium- bez. der Aluminiumgruppe — Me-talle der II. und III. Gruppe des perio-dischen Systems — treten, durch welche eine schnellere Auflösung des Chlorsilbers und beschleunigtere Versilberung bewirkt wird.

Diese Stoffe sind allerdings theilweise schon in einem alten englischen Patent

²⁾ Diese schützende Wirkung kann natürlich nur bei solchen Versilberungsgemischen in Betracht kommen, wo die erwähnten Chloride intact bleiben, und ist naturgemäss in einer Flüssigkeit erheblich stärker, als in einer festen Salbe, wo sie zum Theil sehr wenig erkennbar ist. Bei Verwendung von Zinnchloridlösungen bis zu einer Concentration von etwa 60 Proc. habe ich merkwürdiger Weise eine lichtschützende Wirkung nicht wahrnehmen können.