

## Brennstoffe.

Die Vorgänge bei der Herstellung von Heizgas untersuchte J. Lang (Z. phys. Chem. 1888 S. 161). Die verwendeten Temperaturen wurden dadurch bestimmt, dass kleine zugeschmolzene Glasmäntelchen, welche Salze von verschiedenem Schmelzpunkt enthielten, zwischen den Kohlenstückchen in dem Verbrennungsrohre vertheilt wurden. Für Temperaturen über  $600^{\circ}$  wurde die Eigenschaft geschmolzener Salzperlen benutzt, an einem geneigten glatten Platin-draht im Augenblicke des Flüssigwerdens herabzurollen. Ein Platinblech von 2 cm Länge und 1 cm Breite wurde durch Aufbiegen der Ränder in ein längliches Kästchen umgewandelt, durch zwei einander gegenüberliegende Wände ein glatter Platin-draht in der Weise gesteckt, dass er eine Neigung von  $45^{\circ}$  mit der Bodenfläche hatte, und schliesslich in der Nähe des oberen Endes dieses Drahtes eine Perle des fraglichen Salzes angeschmolzen. War beim allmählichen Steigen der Temperatur der Schmelzpunkt des Salzes erreicht, so rollte die Perle am Drahte abwärts und breitete sich auf dem Boden des Gefäßes aus.

Zur Prüfung der Einwirkung von Methan auf Kohlensäure befand sich in einem Glasgasometer ein Gemenge aus ungefähr gleichen Theilen Methan und Kohlensäure. Die Gase wurden durch concentrirte Schwefelsäure vollständig getrocknet, durch das mit Porzellanscherben gefüllte, im Fletcher-Ofen liegende Porzellanrohr geleitet und im Quecksilbergasometer aufgefangen. Da die Zusammensetzung des Gasgemenges im Wasser-gasometer in Folge theilweiser Lösung der Kohlensäure durch das beim Nachfüllen ein-dringende Wasser sich fortwährend änderte<sup>1)</sup>, wurde zur Feststellung der jeweiligen Einzelmengen der Gase beim Eintritt in das Porzellanrohr während der Dauer des Ver-suchs vermittels eines am Eingang des Rohres angebrachten Quecksilbergasometers eben-soviel Gas abgesaugt, als in dem zweiten Quecksilbergasometer sich ansammelte. Bei den Analysen wurde von der Bestimmung des Wasserstoffs Abstand genommen, weil derselbe bekanntlich dem aus Natriumacetat hergestellten Methan stets beigemischt ist, auch das bei der Reaction gebildete Wasser wurde ausser Acht gelassen.

1. Temp.  $< 814^{\circ}$  ( $- \text{Na}_2\text{CO}_3$ ),  $> 703^{\circ}$  ( $+ \text{KBr}$ ).  
Gehalt des ursprünglichen Gases an Kohlen-dioxyd: 41 Proc.  $\text{CO}_2$ .

Zusammensetzung des Endproducts: 41 Proc.  $\text{CO}_2$ , 0,6 Proc. CO.

2. Temp.  $< 1054^{\circ}$  ( $- \text{Cu}$ ),  $> 954^{\circ}$  ( $+ \text{Ag}$ ).

Gehalt des ursprünglichen Gases an Kohlen-dioxyd: 33,3 Proc.  $\text{CO}_2$ .

Zusammensetzung des Endproducts: 26,8 Proc.  $\text{CO}_2$ , 6,4 Proc. CO.

3. Temp.  $< 1054^{\circ}$  ( $- \text{Cu}$ ),  $> 954^{\circ}$  ( $+ \text{Ag}$ ).

Gehalt des ursprünglichen Gases an Kohlen-dioxyd: 29,4 Proc.  $\text{CO}_2$ .

Zusammensetzung des Endproducts: 20,1 Proc.  $\text{CO}_2$ , 8,2 Proc. CO.

Darnach beginnt die Reduction des Kohlendioxyds durch Methan zwischen  $700^{\circ}$  und  $800^{\circ}$ .

Da immer auf den Porzellanscherben Kohle ausgeschieden war, lag die Frage nahe, ob die Spaltung des Methans durch die Einwirkung des Kohlendioxyds oder die der Wärme bedingt war. Zur Entscheidung wurde Methan nach sorgfältiger Reinigung durch rauchende Schwefelsäure für sich allein den erwähnten Temperaturen ausgesetzt und ebenfalls eine durch Zersetzung desselben hervorgerufene Kohleausscheidung wahr-genommen. Es findet also eine Wechsel-wirkung zwischen Methan und Kohlendioxyd erst oberhalb der Zersetzungstemperatur des ersteren statt.

Zur Prüfung der Einwirkung von Methan auf Wasserdampf sollte eine Mischung aus ungefähr gleichen Raumtheilen Methan und Wasserdampf der Einwirkung hoher Temperaturen unterworfen werden. Zu die-sem Zwecke wurde das Methan vor seinem Eintritt in das Versuchsrohr durch einen mit Wasser theilweise angefüllten Kugel-apparat geleitet, welcher wiederum in einem auf der Temperatur von etwa  $80^{\circ}$  gehaltenen Wasserbade sich befand. Bei Anwendung eines Gasgemisches aus gleichen Theilen Methan und Wasserdampf wurde die Wech-selwirkung selbst bei sehr hoher Temperatur als sehr geringfügig erkannt und deshalb bei den folgenden Versuchen der Wasserdampf stets in grossem Überschuss gelassen. Ausserdem wurde das Versuchsrohr, nachdem es mit den betreffenden Gasen angefüllt war, geschlossen und etwa eine halbe Stunde der gewünschten Temperatur ausgesetzt.

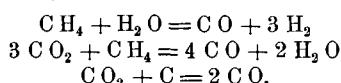
Im Folgenden seien die Analysen zweier Gasproben mitgetheilt, die beide bei einer über dem Schmelzpunkte des Silbers ( $954^{\circ}$ ) und unter dem des Kupfers ( $1054^{\circ}$ ) liegen-den Temperatur erzeugt wurden. Bei dem ersten Versuche ergibt sich aus der Tem- peratur des Wasserbades ( $89^{\circ}$ ) das Verhältniss von Methan zu Wasserdampf wie 1 : 2, bei dem zweiten ( $96^{\circ}$ ) war dieser in be-deutendem Überschusse vorhanden. In allen

<sup>1)</sup> Vergl. Ferd. Fischer: Chemische Tech-nologie der Brennstoffe (Braunschweig, Vieweg) S. 384.

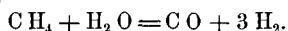
Fällen hatten sich die Porzellanscherben mit ausgeschiedener Kohle bedeckt.

	I.	II.
Kohlendioxyd	1,2 Proc.	5,0 Proc.
Sauerstoff	0,5	-
Kohlenoxyd	2,8	9,4
Wasserstoff	48,8	47,1
Methan	43,5	37,3
Stickstoff	3,2	1,2

Das Vorherrschen des Wasserstoffs ist durch die Zersetzung des Methans durch Hitze, sowie durch die Einwirkung des letzteren auf den Wasserdampf bedingt, während das Kohlenoxyd als das Product mehrerer gleichzeitig nebeneinander herlaufender Vorgänge anzusehen ist:



Das Kohlendioxyd verdankt sein Vorhandensein der Oxydation des Kohlenoxyds und der ausgeschiedenen Kohle durch Wasserdampf. Die Wechselwirkung zwischen Wasserdampf und Methan wird nach folgender Gleichung stattfinden:



Da bei den erwähnten Versuchen der Inhalt des Porzellanrohres stets von ausgeschiedener graphitartig glänzender Kohle vollständig bedeckt war, das Vorhandensein von Kohle aber bei Gegenwart der hocherhitzten und im grossen Überschuss vorhandenen Gase Kohlendioxyd und Wasserdampf auffallend erscheinen musste, so lag die Vermuthung nahe, die Kohle sei in einer Abart ausgeschieden worden, welche keinen oder nur einen äusserst geringen zersetzen- den Einfluss auf diese Gase ausübe.

Das Versuchsrohr wurde in einem Verbrennungsrohr ganz allmählich bis zu dem Punkte erhitzt, wo das erste Auftreten von Umsetzungsproducten wahrgenommen werden konnte. Als beim Überleiten von trockenem Kohlendioxyd die Temperatur im Rohre bis auf etwa 600° gestiegen war, konnte das Vorhandensein von Kohlenoxyd durch Kupferchlorür und Palladiumchlorür nachgewiesen werden. Bei einem zweiten Versuche wurde bei einer über dem Schmelzpunkt des Silbers (954°) liegenden Temperatur 3 Stunden lang Kohlendioxyd in äusserst langsamem Strom durch das Porzellanrohr geleitet, und es konnten in der Bürette 30 cc eines Gasgemenges aufgesammelt werden, das zu 90 Proc. aus Kohlenoxyd und zu 10 Proc. aus Stickstoff bestand. Nach dem Öffnen des Rohres konnte keine sichtbare Abnahme des schwarzen Überzuges der Porzellanscherben wahrgenommen werden.

Die Versuche mit Wasserdampf hatten

ein ähnliches Ergebniss. Bei etwa 600° zeigten sich die ersten nachweisbaren Spuren von Wasserstoff, und als bei etwa 1000° Wasserdampf während 5 Stunden ununterbrochen über die Kohle strich, wurden nur 20 cc eines Gasgemenges von folgender Zusammensetzung erzeugt:

Kohlendioxyd	0,0 Proc.
Kohlenoxyd	19,4
Wasserstoff	13,6
Stickstoff	67,0

Das Fehlen des Kohlendioxyds erklärt sich daraus, dass vorher bei der Umsetzung  $\text{C} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2$  gebildetes theils durch die vorhandene Kohle zu Kohlenoxyd reducirt, theils von dem Wasser gelöst worden war, über dem die Gase der grossen Menge des zu verdichtenden Wasserdampfes wegen aufgesammelt werden mussten. Der Stickstoff stammt aus der von den Wasserdämpfen mitgeführten atmosphärischen Luft. Eine Abnahme des Kohlenstoffs im Versuchsrohr war auch hier nicht zu bemerken.

Die erwähnten Gase beginnen somit auf die aus Methan ausgeschiedene Kohle zwar annähernd bei derselben Temperatur einzuwirken, wie auf Holzkohle, diese Einwirkung erfolgt aber selbst bei sehr hohen Hitze-graden sehr langsam, was offenbar durch die Dichte dieser Kohle veranlasst ist, durch welche den Gasen eine verhältnissmässig geringe Oberfläche dargeboten wird. Die Versuche erklären zu gleicher Zeit die bei der Einwirkung von Wasserdampf oder Kohlendioxyd auf Methan beobachtete That-sache, dass trotz der Gegenwart dieser chemisch auf Kohlenstoff wirkenden Gase derselbe überhaupt ausgeschieden werden konnte.

**Einwirkung von Sauerstoff auf Kohle.** Da die selbst mit der grössten Sorgfalt gereinigte Holzkohle, sowohl durch ihren Gehalt an Wasserstoff, als ihrer porösen Beschaffenheit wegen, durch Absorption vorhandener Gase zu fehlerhaften Schlüssen hätte führen müssen, so wurde in sämtlichen nachbeschriebenen Versuchen heftig ausgeglühte Retortenkohle angewendet, die in Folge ihrer ausserordentlich dichten Beschaffenheit und des gänzlichen Mangels an Wasserstoff besonders geeignet erschien, durch Nebeneinflüsse getrübte Ergebnisse zu verhindern. Bei einzelnen Versuchen wurde dieselbe durch krystallisierten Hohlofengraphit ersetzt, der sorgfältig gereinigt war. Beide Abarten des Kohlenstoffs verhielten sich bei den hier statthabenden Reactionen nur insofern verschieden, als der Graphit seiner dichteren Beschaffenheit halber ungleich langsamer angegriffen wurde.

Zur genauen Verfolgung der Wechsel-

wirkung zwischen Sauerstoff und Kohle wurden die Versuche bei sehr niedriger Temperatur ausgeführt, um die Reduction etwa gebildeten Kohlendioxyds durch Kohle thunlichst auszuschliessen. Das mit Gas Kohle dicht angefüllte Glasrohr wurde in einem Glaser'schen Verbrennungsofen bis zur fraglichen Temperatur erhitzt und dann gewaschener und getrockneter Sauerstoff darübergeleitet. Bei den Versuchsergebnissen ist neben der Temperatur der Kohle die Geschwindigkeit des Gasstromes angegeben. Die Temperatur betrug etwa  $500^{\circ}$ ; die Kohle blieb mit Ausnahme von Versuch 9 dunkel.

Versuch	Proc. Zusammensetzung des Gasgemisches			100 cc wurden aufgesammelt in:
	CO <sub>2</sub>	CO	N	
1	89,4	8,4	2,2	etwa 2 Min.
2	89,2	8,5	2,3	- 2 -
3	90,0	7,8	2,2	- 4 -
4	90,4	7,2	2,4	- 10 -
5	91,4	6,1	2,5	- 20 -
6	92,5	5,3	2,8	- 25 -
7	94,3	3,0	2,7	1 Stunde
8	96,2	0,0	3,8	4 Stunden
9	90,5	7,4	2,1	10 Sek.
10	89,5	8,4	2,1	etwa 2 Min.
11	88,0	9,8	2,2	- 1 -

Bei annähernd gleicher Temperatur der Kohle wächst mit nachlassender Geschwindigkeit des Gasstromes die Menge des Kohlendioxyds, und es gelingt, bei genügend langsamem Strom und einer Temperatur von  $500^{\circ}$  die Bildung des Kohlenoxyds vollständig zu vermeiden. Da bei  $500^{\circ}$  die Reduction des Kohlendioxyds durch Kohle noch nicht stattfindet, hat das bei einem rascheren Gasstrom gebildete Kohlenoxyd seine Entstehung lediglich der durch die Verbrennung der Kohle zu Kohlendioxyd erzeugten Wärme zu verdanken. Als bei Versuch 9 die Geschwindigkeit des Sauerstoffstromes eine so beschleunigte war, dass in 10 Sekunden 100 cc Gas aufgesammelt wurden, begann sogar die Kohle an einem Punkte heftig zu erglühen.

Bei folgenden Versuchen war die Gas Kohle durch gereinigten Hohofengraphit ersetzt und die Temperatur immer dicht unter  $500^{\circ}$  gehalten worden:

CO <sub>2</sub>	Proc. Zusammensetzung des Gasgemisches			100 cc wurden aufgesammelt in:
	O	CO	N	
47,1	46,7	3,5	2,7	30 Min.
44,5	49,3	3,3	2,9	30 -
26,2	68,4	2,7	2,7	10 -
27,1	67,3	2,8	2,8	10 -
19,2	74,9	3,1	2,8	1 -
Spuren	100,0	—	—	5 Sek.

Diese Versuche zeigen insofern einen

Unterschied von den vorhergehenden, als ein Zurückgehen der Menge des Kohlendioxyds im Verhältniss zu der des Kohlendioxyds und ein Erlühen des Kohlenstoffs selbst bei grosser Geschwindigkeit des Gasstromes nicht bewirkt werden konnte. Entsprechend der grösseren Dichtigkeit des Graphits bietet derselbe dem zutretenden Sauerstoff eine geringere Oberfläche dar, und durch Leitung verschwindet soviel Wärme, dass ein Erhitzen bis zum Glühen verhindert wird, einer Reduction des Kohlendioxyds dagegen nichts im Wege steht.

Es wurde nun bei verschiedenen Temperaturen und mit verschiedener Geschwindigkeit ein Gemisch von Kohlenoxyd und Sauerstoff über Kohle geleitet und dann die Zusammensetzung der abziehenden Gase untersucht. Ursprüngliche Zusammensetzung des Gasgemenges:

Sauerstoff . . . 77,7 Proc.  
Kohlenoxyd . . . 18,5 -  
Stickstoff . . . 3,8 -

Versuch	Proc. Zusammensetzung des Gasgemenges			Temperatur	100 cc wurden aufgesammelt in
	CO <sub>2</sub>	CO	N		
1	78,0	18,3	3,7	etwa $500^{\circ}$	120 Min.
2	77,9	18,4	3,7	- -	150 -
3	71,2	24,7	4,1	- -	1 -
4	70,8	25,0	4,2	- -	1 -
5	39,6	24,4	4,0	unter -	$\frac{1}{3}$ -
6	90,8	4,8	4,4	$>703^{\circ}, <734^{\circ}$	30 Sek.
7	89,0	6,9	4,1	- -	60 -
8	84,4	12,1	3,5	etwa $500^{\circ}$	30 -
9	83,3	13,4	3,3	- -	30 -
10	83,9	13,0	3,1	- -	30 -
11	81,6	14,0	4,4	- -	40 -
12	86,4	9,8	3,8	- -	10 -
13	88,4	8,0	3,6	- -	5 -

Die vorstehenden Versuche lassen sich nach Art ihrer Ergebnisse in drei Gruppen eintheilen. Bei der ersten Gruppe (1 u. 2) findet sich sämmtlicher Sauerstoff des eingeführten Gasstromes als Kohlendioxyd in den Umsetzungsproducten wieder. Die Menge des Kohlenoxyds ist unverändert geblieben. In keinem Falle war die Temperatur über  $500^{\circ}$  gestiegen. Der Strom des Gases war ein äusserst langsamer. Da nun unter diesen Umständen sämmtlicher Sauerstoff nur zu Kohlendioxyd verbrennt und dieses durch Kohle noch nicht reducirt wird, so folgt für die erste Gruppe der Versuche, dass das eingeführte Kohlenoxyd sich in keiner Weise an der Umsetzung beteiligte. Die Ergebnisse der zweiten Gruppe (3 bis 5), welche bei einer mehr oder weniger unter  $500^{\circ}$  liegenden Temperatur, aber bei raschem Sauerstoffstrom erhalten wurden, weisen im austretenden Gasgemisch mehr Kohlenoxyd auf, als ursprünglich eingebracht worden

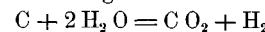
war. In keinem Falle hatte sich die Kohle bis zum sichtbaren Glühen erhitzt. Das anfänglich vorhandene Kohlenoxyd wird um den bei der Reduction des Kohlendioxyds durch Kohle erzeugten Betrag vermehrt. Die dritte Gruppe (6 bis 13) umfasst solche Versuche, bei welchen das Kohlenoxyd mehr oder weniger verschwindet. Die Temperatur war entweder eine bedeutend höhere wie in den vorerwähnten Fällen, oder es hatte bei niedriger Temperatur der Gasstrom eine solche Geschwindigkeit erlangt, dass eine unsichtbare Verbrennung oder sichtbare Entflammung des Kohlenoxyds stattfand. Beim Verbrennen der Kohle geht somit die Bildung des Kohlendioxyds derjenigen des Kohlenoxyds voran. Aus der ersten Gruppe der Versuche folgt, dass die bei der Bildung des Kohlendioxyds erzeugte Wärme bei langsamem Gasstrom und einer niedrigen Temperatur zur Verbrennung des Kohlenoxyds nicht ausreicht. Nehmen wir an, es wäre bei der Verbrennung zuerst Kohlenoxyd gebildet worden, und die bei dieser Umsetzung entbundene Wärmemenge hätte die weitere Vereinigung des Sauerstoffs mit Kohlenoxyd zur Folge gehabt, so sind wir auch berechtigt zu schliessen, dass die durch diesen Vorgang erzeugte Wärme mindestens zur Entzündung des ursprünglich beigemengten Kohlenoxyds ausgereicht haben würde.

Durch das Zusammentreffen des Sauerstoffs mit der Kohle entsteht zuerst Kohlendioxyd. Bei langsamem Gasstrom reicht die erzeugte Wärmemenge in Folge der Abkühlung durch Leitung zur Reduction des gebildeten Kohlendioxyds nicht aus (1. 2). Nimmt mit der Geschwindigkeit des Stromes die Temperatur der Kohle in Folge rascher Bildung von Kohlendioxyd zu, so vermag die Reduction des letzteren zu beginnen, während die zu diesem Vorgang nothwendige Wärme der Umgebung entzogen wird, und die Entzündung des beigemengten Kohlenoxyds verhindert (3—5). Bei einem raschen Gasstrom steigt endlich durch die raschere Bildung von Kohlendioxyd die Temperatur bis zur unsichtbaren Verbrennung oder sichtbaren Entflammung des Kohlenoxyds durch den mitgeführten Sauerstoff (6—13).

Bei der Untersuchung der Einwirkung von Wasserdampf auf Kohle sollte zuerst die niedrigste Temperatur der Wechselwirkung festgestellt werden. Um die durch einen ununterbrochenen Wasserdampfstrom hervorgebrachte Abkühlung zu umgehen, wurde ein indifferentes Gas mit Wasserdampf gesättigt und im langsamen Strom über die Gaskohle getrieben. Für die niedrigen Temperaturen wurde Kohlendioxyd gewählt, um

eine kleine Menge von Umsetzungsproducten nach Absorption dieses Gases auffinden zu können, für höhere Temperaturen Stickstoff, um alle Nebenreactionen auszuschliessen.

Bei dem ersten Versuche wurde die Temperatur unter dem Schmelzpunkt des Lithiumchlorids ( $602^{\circ}$ ) und über dem des Jod-silbers ( $530^{\circ}$ ) liegend gefunden, und man sammelte nach je halbstündiger Einwirkungsdauer zweimal ungefähr 5 cc eines durch Kalilauge nicht absorbirbaren Gases auf, das frei von Kohlenoxyd war und als ein Gemenge von Wasserstoff ( $\frac{3}{4}$ ) und Stickstoff ( $\frac{1}{4}$ ) erkannt wurde. Danach beginnt die Einwirkung des Wasserdampfes auf Gas-kohle schon unterhalb  $600^{\circ}$  (vergl. Jahrb. 1883 S. 1306) und erfolgt nach der Gleichung:



Für einen zweiten Versuch wurde an Stelle des Kohlendioxyds mit Wasserdampf gesättigter Stickstoff über die auf etwa  $630^{\circ}$  ( $\pm KJ$ ) erhitzte Kohle geleitet, um die durch Anwendung des ersteren Gases bedingte Kohlenoxydbildung zu vermeiden. Bei genügend langsamem Strom zeigte das austretende Gas die folgende Zusammensetzung:

Kohlendioxyd . . . . .	20,4	Proc.
Kohlenoxyd . . . . .	0,9	-
Wasserstoff . . . . .	39,8	-
Stickstoff . . . . .	38,9	-

Zieht man die bei dieser Temperatur kaum beginnende Einwirkung des Wasserdampfes auf Kohlenoxyd in Betracht und bedenkt ferner, dass bei der nämlichen Temperatur die Reduction des Kohlendioxyds durch Kohle die Oxydation des Kohlenoxyds durch Wasserdampf selbst bei grossem Überschuss des letzteren stets bedeutend überwiegt, wie aus den noch zu besprechenden Versuchen mit Graphit und Wasserdampf hervorgeht, so folgt, dass durch Einwirkung von Wasserdampf auf Kohle zuerst Kohlendioxyd gebildet wird, und das auftretende Kohlenoxyd durch Reduction entsteht.

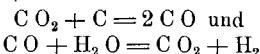
Um nun den Einfluss überschüssigen Wasserdampfes auf die Art der Einwirkungsproducte zu erfahren, musste eine Abart des Kohlenstoffes angewendet werden, welche sich an der Umsetzung nur äusserst langsam betheiligt, und es wurde deshalb bei den nachbeschriebenen Versuchen das im Fletcherofen zu erhitzende Porzellanrohr mit krystallisiertem, gereinigtem Hohofengraphit angefüllt. In das eine Ende des Porzellanrohres war zur Wegleitung der stark erhitzten Gase ein abwärts gebogenes Porzellanröhrchen mit Gyps eingekittet, welches selbst in einem mit kaltem Wasser gefüllten weiten Glasrohr ruhte. Diese Anordnung sollte die Hauptmenge des Wasserdampfes verdichten

und eine Diffusion der mitgeführten Gase thunlichst verhindern. In Folgendem sind die Einzelergebnisse der Versuche zusammengestellt, wobei erwähnt sein möge, dass die Menge des Kohlendioxides stets etwas zu niedrig gefunden wurde, weil das Gasgemisch der grossen Menge überschüssigen Wasserdampfes halber über Wasser in einem Scheidetrichter aufgesammelt werden musste.

Proc. Zusammensetzung des Gasgemisches				Temperatur	Länge der Graphitschicht	100 cc wurden aufgesammelt in:
CO <sub>2</sub>	CO	H	N			
13,4	8,8	56,0	21,8	1 + 814°	40 cm	24 St.
16,2	10,8	62,2	10,8	— 861°	- -	8 -
22,5	6,1	68,0	3,4	± 861°	- -	1 $\frac{3}{4}$ -
20,0	10,3	68,3	1,4	± 954°	- -	15 Min.
17,4	15,6	64,6	2,4	-	5 -	60 -
19,4	13,7	65,7	1,2	40	- -	8 -
17,5	16,0	65,3	1,2	1 + 954°	- -	8 -
18,3	17,3	62,0	2,4	— 1054°	- -	8 -
18,4	16,9	62,1	2,6	-	- -	8 -

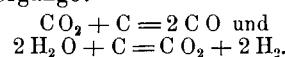
Bei der Betrachtung der Versuchsergebnisse zeigt sich, dass mit steigender Temperatur die Menge des Kohlenoxydes im Vergleich zu der des Kohlendioxides wächst, dass aber die Länge der Graphitschicht ohne sichtbaren Einfluss auf das Verhältniss der einzelnen Gasmengen ist.

Beim Anwachsen der Temperatur laufen nun zwei die Mengen des Kohlenoxydes und Kohlendioxides bedingende Vorgänge neben einander her, die in den Gleichungen



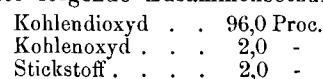
ihren Ausdruck finden und sich entgegenarbeiten. Da die Menge des Wasserdampfes im Vergleich zu derjenigen des in die Umsetzung eingreifenden Graphits eine unverhältnismässig grosse ist, und folglich die Bedingungen für die Oxydation des Kohlenoxydes ausserordentlich günstige sind, so scheint, dass bei normalen Verhältnissen der Wassergasbildung<sup>1)</sup> der durch die Gleichung  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$  gegebene Vorgang gegenüber der Bildung des Kohlenoxydes bei der Reduction des Kohlendioxides durch Kohle vollständig in den Hintergrund tritt. Das Auftreten erheblicher Menge von Kohlendioxid bei hoher Temperatur der Kohle kann nur dahin zurückgeführt werden, dass die Producte der Umsetzung mit überschüssigem Wasserdampf gemengt noch des weiteren durch kohlefreie stark erhitzte Räume streichen. Umgekehrt wird die Gegenwart genügender Mengen von porösen, dem Wasserdampf eine grosse Oberfläche darbietenden, glühenden Kohlen den Gehalt des Wassergases an Kohlendioxid

bis zu einer untersten Grenze bringen, die bedingt ist durch die Unvollständigkeit der beiden Vorgänge:



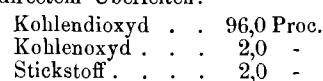
Wechselwirkung zwischen Kohle und Kohlendioxid. Zur experimentellen Prüfung der von Berthelot<sup>2)</sup> theoretisch geforderten Unvollständigkeit dieses thermonegativen Vorganges hat B. Rathke (1881) Kohlendioxid auf Kohle im zugeschmolzenen Verbrennungsrohr längere Zeit bei einer hohen Temperatur einwirken lassen und nachgewiesen, dass es in der That nicht gelingt, hierdurch Kohlendioxid vollständig in Kohlenoxyd umzuwandeln.

In dem ersten Versuche, bei welchem eine Temperatur von 600° (— LiCl) im Innern des Rohres nicht überschritten war, wurde zuerst getrocknetes Kohlendioxid in äusserst langsamem Strom durch das mit Stückchen von Retortenkohle dicht angefüllte Glasrohr geleitet. Das austretende Gas hatte folgende Zusammensetzung:



Um nun das Gasgemisch gleichmässig in den Vorgang einzuführen, wurde dasselbe wiederholt über die Kohle langsam hin- und hergetrieben. Die Zusammensetzung des Gasgemisches war

bei directem Überleiten:



	nach 2 Stunden	nach 4 Stunden
Kohlendioxid	95,6 Proc.	94,7 Proc.
Kohlenoxyd	2,1 -	2,3 -
Stickstoff	2,3 -	3,0 -

Danach wurde die Zusammensetzung nach zwei- und selbst vierstündiger weiterer Einwirkung auf die Kohle nicht mehr verändert, sondern es hatte sich schon nach einmaligem, sehr langsamem Überleiten ein Gleichgewichtszustand herausgebildet, der der Reduction des Kohlendioxides eine sehr frühe Grenze setzte.

Die nachfolgenden Analysen stellen die Ergebnisse einiger bei höheren Temperaturen ausgeführten Versuche zusammen, aus denen auch ersehen werden kann, dass die Beimischung eines an der Umsetzung sich nicht beteiligenden Gases, wie z. B. des Stickstoffes, ohne sichtbaren Einfluss auf den durch das Verhältniss des Kohlendioxides zum Kohlenoxyd ausgedrückten Gleichgewichtszustand zu sein scheint (Versuch 1, 2, 3, 4, 10.)

<sup>1)</sup> Z. 2 S. 147 u. 239; Jahresb. 1887 S. 157.

<sup>2)</sup> Essai de mécanique chimique 2 S. 111.

Proc. Zusammensetzung des Gasgemisches			Temperatur	Einwirkungs-dauer Stunde
CO <sub>2</sub>	CO	N		
82,5	16,3	1,2	+ 634°	1
84,0	15,1	0,9	- 703°	1
29,1	8,4	62,5	etwas höher	1 <sup>1)</sup>
29,1	8,1	62,8	-	1 <sup>1)</sup>
16,3	80,0	3,7	± 954°	2
3,0	93,3	3,7	+ 1054°	2
4,0	92,9	3,1		1 <sup>1/2</sup>
6,2	80,3	13,5		4 <sup>2)</sup>
6,0	85,5	8,5	+ 954°	2 <sup>2)</sup>
0,6	35,3	64,1	- 1054°	2 <sup>1)</sup>
3,6	93,5	2,9		3 <sup>3)</sup>
3,0	93,4	3,6		1

1) Der Stickstoff war dem Kohlendioxyd beigemischt worden.

2) Der Stickstoff stammt von eindiffundirter Luft her.

3) Einmal durch das Rohr geleitet.

Die verhältnissmässig geringen Unterschiede lassen sich wohl zurückführen auf Temperaturunterschiede.

Einwirkung von Wasserdampf auf Kohlenoxyd. Zur Nachweisung der Unvollständigkeit des Vorganges war es nur nöthig, bekannte Gemische von Kohlenoxyd und Wasserdampf so lange der Einwirkung einer gleichbleibenden Temperatur auszusetzen, bis ein mit der Zeit sich nicht mehr ändernder Zustand erreicht war. Bei der Ausführung der Versuche wurde das Porzellanrohr zur möglichst raschen Erreichung des Gleichgewichtszustandes auf einer ungefähr beim Schmelzpunkte des Silbers (954°) liegenden Temperatur gehalten und Kohlenoxyd mit Wasserdampf eingeführt.

#### Proc. Zusammensetzung des Gasgemisches

nach 1/2 stünd. Einwirk. 2 stünd. Einwirk.

Kohlendioxyd . . .	15,2	22,8
Kohlenoxyd . . .	68,5	51,4
Wasserstoff . . .	14,0	21,9
Stickstoff . . .	2,3	3,9

Die proc. Zusammensetzung des Gasgemisches nach zweimaligem (I) und nach zwanzigmaligem (II) Hin- und Zurückführen war:

	I	II
Kohlendioxyd . . .	16,0	18,8
Kohlenoxyd . . .	66,2	56,4
Wasserstoff . . .	15,3	23,0
Stickstoff . . .	2,5	2,8

Zusammensetzung des Gasgemisches, nachdem überschüssiger Wasserdampf eingeführt worden war:

Kohlendioxyd . . .	39,7 Proc.
Kohlenoxyd . . .	18,3 -
Wasserstoff . . .	38,7 -
Stickstoff . . .	3,3 -

Einwirkung von Wasserdampf auf Kohle. Zur Prüfung der Unvollständigkeit dieses Vorganges ging es nicht an, aus der Menge oder dem Verhältniss der entstandenen Gase einen sicheren Schluss zu ziehen;

aus dem Verhältniss deshalb nicht, weil dasselbe während der ganzen Dauer der Einwirkung immer dasselbe bleiben musste, und nicht aus der Menge, weil die endgiltige Grenze der Einwirkung nur durch Messen des Volums der Umsetzungsproducte nach ihrer Verdrängung durch Wasserdampf hätte festgestellt werden können, wodurch wiederum neue Mengen sich hätten bilden müssen. Wenn man dagegen ein indifferentes Gas mit einem bestimmten, während der Dauer des Versuches sich nicht ändernden Volum Wasserdampf der Einwirkung der Kohle aussetzte oder, um den Gleichgewichtszustand von vornherein herzustellen oder zu überschreiten, ein in seinen Verhältnissen genau bekanntes Gemisch von Wasserstoff, Kohlenoxyd und Stickstoff mit einer unzulänglichen Menge Wasserdampf wiederholt über die Kohle hin- und herführte, so musste das durch die schliessliche Analyse gegebene Verhältniss der nicht verdichtbaren Gase ein mit der Zeit gleichbleibendes, ganz bestimmtes werden oder aber wie im zweiten Falle sich überhaupt nicht ändern. Die Temperatur des Porzellanrohres war in allen Fällen etwa 1000°, die Temperatur des Wasserbades etwa 25°.

1. Mit Wasserdampf bei 25° gesättigter Stickstoff wurde über die Kohle geleitet; das Gas bestand nach zweimaligem (I) und nach zwanzigmaligem Hin- und Zurückleiten (II) aus:

	I	II
Kohlendioxyd . . .	0,6 Proc.	1,2 Proc.
Kohlenoxyd . . .	22,1 -	29,6 -
Wasserstoff . . .	22,8 -	30,3 -
Stickstoff . . .	54,5 -	38,9 -

2. Das Gasgemisch (I) bestand nach zweimaligem (II) und nach zwanzigmaligem Hin- und Herleiten (III) aus:

	I	II	III
Kohlendioxyd . . .	— Proc.	2,1 Proc.	3,1 Proc.
Kohlenoxyd . . .	32,0 -	29,1 -	27,8 -
Wasserstoff . . .	23,5 -	24,1 -	25,8 -
Stickstoff . . .	44,5 -	44,7 -	43,3 -

Das Kohlendioxyd verdankt seine Entstehung der Oxydation des Kohlenoxydes durch Wasserdampf, wodurch auch das Anwachsen des Wasserstoffes erklärt ist. Nach zweimaligem Überleiten des Gasgemisches über die Kohle war die Grenze der Umsetzung wahrscheinlich längst erreicht. Die Zersetzung des Wassers durch Kohle ist also selbst bei einer Temperatur von 1000° eine unvollständige.

#### Hüttenwesen.

Dampfkesselfeuerung für Hochofen-gase. Die durch die gewaltige Dampfkesselfeuerung in Friedenshütte bei Morgenroth zerstörte Dampfkesselanlage ist in

folgender Weise mit sog. Sicherheitsdampfkesseln nach J. G. Schmidt ersetzt (Fig. 251 bis 254).

Das Gas tritt aus der Hauptleitung, welche, hinter den Kesseln liegend, das

digen Unterbrechung noch wieder entzündet. Eine Hilfsfeuerung ist zu diesem Zwecke also unnötig; nur beim Anheizen eines neuen Kessels wird auf der Hilfsfeuerung *o* ein kleines Feuer zum Anzünden der Gase

Fig. 252.

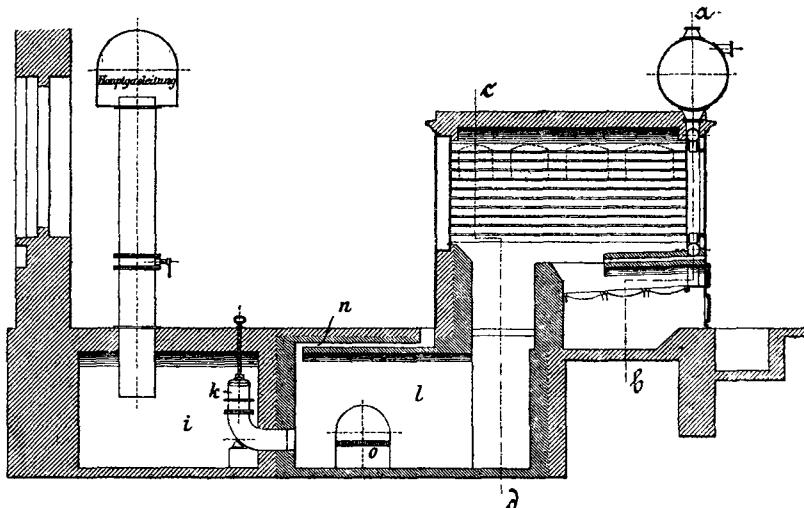
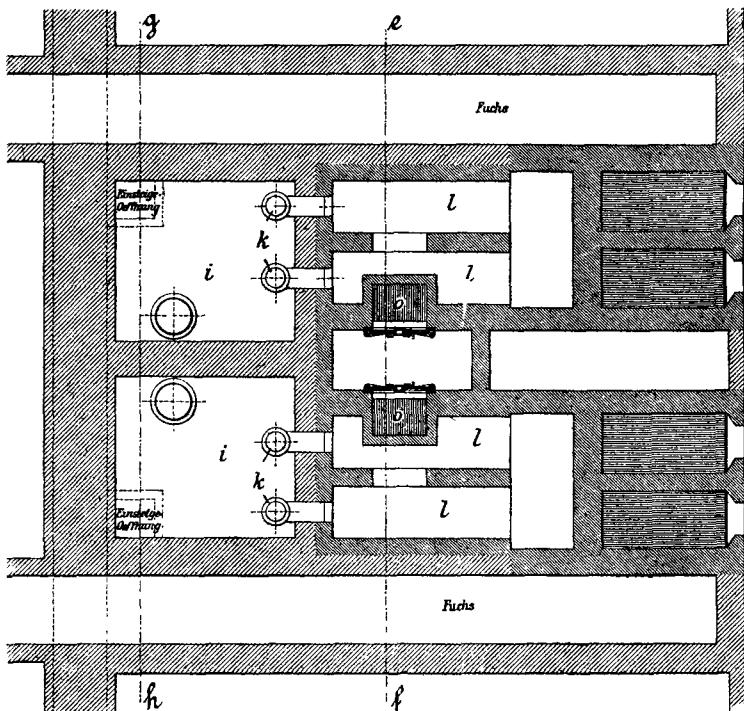


Fig. 251.



Kesselhaus in der ganzen Länge durchzieht, durch ein mit Drosselklappe versehenes senkrechtes Rohr von 470 mm Weite in die Kammer *i*, in welcher der mitgeföhrte Zinkstaub sich zum Theil ablagert. Durch die beiden Ventile *k* tritt dasselbe dann in die Verbrennungskammern *l* und wird mit der durch die Kanäle *n* einströmenden vorgewärmten Luft gemischt. Die Verbrennungskammern werden so heiss und bleiben so glühend, dass sich das Gas auch nach einer einstün-

unterhalten. In der Verbrennungskammer und dem daran anschliessenden, nach oben gehenden Kanal vollzieht sich der Verbrennungsprozess vollkommen, und die Gase treten hinter dem Rost unten in den Kessel, im Vorderkessel nach oben und im Hinterkessel nach unten dem Fuchs zuströmend.

Die Planrostfeuerung, mit welcher die Kessel ausserdem versehen sind, gestattet, dieselben auch mit Kohlen zu heizen und

zwar sowohl in Verbindung mit der Gasfeuerung als ohne dieselbe.

Die Wärme der Gase wird in den Wasserröhrenkesseln gut ausgenutzt, da die Heizflächen dünnwandig sind und eine starke Wasserbewegung im Vorderkessel im Verein mit der Gegenströmung im Hinterkessel die

gereinigt werden müssen. Bei den Schmidt'schen Kesseln stellt sich die Reinigung insofern günstig, als in Folge der starken Wasserbewegung im Vorderkessel ein grosser Theil der festen Bestandtheile des Wassers im Dampfsammler sich als Schlamm ablagert und von hier regelmässig täglich abgeblasen werden kann. Ein Theil der Rohre, in denen sich hauptsächlich der feste Kesselstein ablagert, wird nach dem Aushauen derselben alle 6 Wochen, ein grösserer Theil alle 3 Monate und die sämmtlichen Rohre eines Kessels alle 6 Monate gereinigt, was sich durch Anwendung einer speciell für diesen Zweck gebauten Walzmaschine in kurzer Zeit leicht ausführen lässt. Da übrigens immer eine genügende Anzahl gereinigter Rohre in Reserve gehalten wird, die bei Gelegenheit der Reinigung gegen die incrustirten Rohre ausgewechselt werden, so ist die Betriebsstörung durch die Reinigung eines Kessels auf 1 bis 2 Tage beschränkt. (Stahl-eisen 1888 S. 732.)

Die Feuerung unterscheidet sich somit sehr wesentlich dadurch von der früheren (Z. 1887. 2 S. 297), dass hier die Gase erst dann mit den Kesselflächen in Berührung kommen, wenn die Verbrennung beendet ist, so dass hier das Mauerwerk des Verbrennungsraums *l* allerdings glühend erhalten werden kann.

Damit scheint diese, für die Verwendung der Hochofengase so wichtige Frage erledigt zu sein. Vergleichen wir nun damit die Erklärung der Friedenshütte-Explosion durch den

schlesischen Dampfkessel-revisionsverein (Z. 1887. 2 S. 297), die Widerlegung dieser phantastischen Angaben durch den Ref. (das. S. 299 u. 323), dessen Ausführungen durch den Commissionsbericht des Vereins deutscher Eisenhüttenleute (S. 164 d. Z.) bestätigt wurden, so erscheinen die — theilweise sogar unwahren — Behauptungen des Oberingenieur Minsen (S. 163 d. Z.) recht sonderbar. — Dass das Gutachten des Centralverbandes der preussischen Dampfkesselvereine theilweise nicht recht begründet war, wurde bereits S. 190 d. Z. angedeutet.

Um die Angelegenheit zum Abschluss zu bringen, möge noch das Schreiben eines Ingenieurs (welcher das Werk als ehemaliger

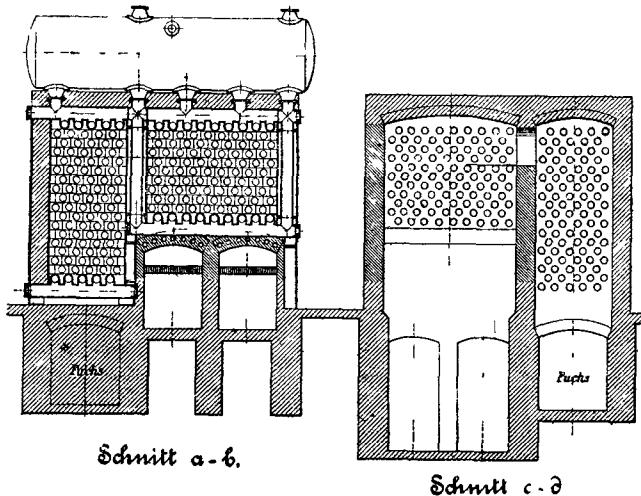


Fig. 254

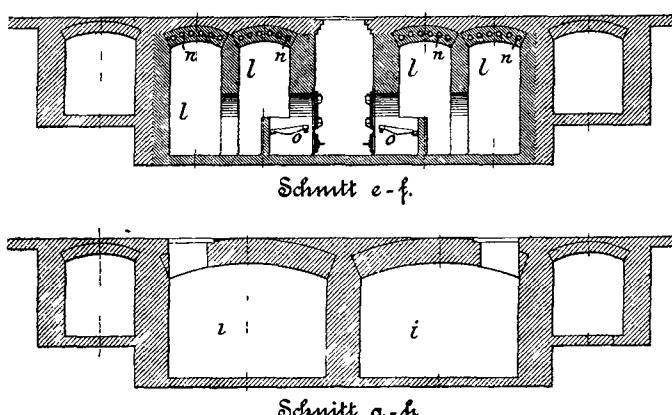


Fig. 253

schnelle Durchleitung der Wärme in das Wasser bewirken.

Der auf den Röhren sich ablagernde Staub, namentlich Zinkstaub, wird jeden zweiten Tag durch einen Dampfstrahl mühe-los abgeblasen; die Röhren werden nach dieser Behandlung vollständig rein. Es ist dies namentlich für den oberschlesischen Industriebezirk von grosser Wichtigkeit, da durch den starken Zinkgehalt der Hochofengase die Heizflächen sehr bald mit einem starken filzigen, die Wärme schlecht leitenden Überzug bedeckt werden.

Das Speisewasser der Friedenshütte ist ein sehr schlechtes, so dass selbst die Gross-wasserraumkessel daselbst stets alle 4 Wochen

Kesselrevisor persönlich kannte) an den Ref. (vom 9. Januar d. J.) theilweise wiedergegeben werden.

Die zu den Kesseln verwendeten Bleche sind offenbar recht schlecht gewesen<sup>1)</sup>. „Gewöhnlich im 3. oder 4. Schuss, direct hinter der Überlappung, rissen die Bleche auseinander, ohne dass eine Corrosion oder etwaige Beulenbildung vorher zu bemerken war; das Gefüge des Bleches im 3. oder 4. Schuss löste sich einfach und das Blech selbst klappte auseinander.“

Dieser Fall ist so oft vorgekommen, dass nur ganz kleine, beteiligte Kreise hiervom Notiz nahmen, und dieses auch nur bei den ersten Paar Malen, als diese kleinen Explosiönchen vorkamen, insbesondere, da Niemand bis dahin Schaden genommen hatte; der Wasserinhalt des Oberkessels wurde zwar durch das nicht allzugrosse Loch herausgeschleudert, überschwemmte die Züge und lösche das Vorfeuer aus.

Schlug der Dampf auch noch durch, nun so ging er zum grössten Theile in die Esse, ein kleiner Theil schlug die Feuerthüren auseinander, ohne jedoch weiteres Unheil anzurichten, denn mittlerweile war der Kessel von der gemeinsamen Dampfleitung ausgeschaltet, und konnte er sich jetzt in Ruhe abkühlen, um reparirt zu werden.

Ich persönlich weiss nicht, ob bei diesen Reparaturen das Richtigste getroffen wurde.

In die schweisseisernen Kessel wurden nämlich an Stelle der defecten Platten Stahlplatten (Flusseisen) eingebaut. Diese Massnahmen, welche von Friedenshütte ausgingen, haben zwar im Schlesischen Kesselverein seinerzeit lebhafte Erörterungen hervorgerufen, aber es blieb dabei.

Warum wird in dem Bericht der Kesselrevisionsvereine nicht der eine oder der andere Punkt aufgeführt, sondern es wird eine Gasexplosion zusammengebaut, welches Bauwerk doch früher oder später einfallen muss? —

In Hinblick auf diese Verhältnisse erscheint allerdings die Erfindung der Gasexplosion als bequemster Ausweg vor... unliebsamen Erörterungen. Fischer.

**Eisenfeinofen.** W. Jukes, W. H. Glover und F. Bosshardt (D.R.P. No. 44730) halten das Bessemerverfahren, bei welchem das geschmolzene Eisen von dem Sammler des Cupolofens in den Verwandler (Converter) gebracht wird, namentlich für kleinere Mengen nicht vortheilhaft. Sie empfehlen statt dessen die Verwendung von zwei Cupolöfen *a* (Fig. 255 u. 256) in Verbindung mit einem Sammler *c*, so dass die in den Cupolöfen geschmolzene Eisenmasse der Wirkung eines durch den gelochten Steg *b* eingeblasenen Luftstrahles ausgesetzt wird.

Der Sammler ist nach oben durch die

<sup>1)</sup> Das geht auch aus den Mittheilungen im Augustheft der Monatshefte zur Statistik des Deutschen Reichs hervor (vgl. Stahleisen 1888 S. 786).

Röhren *d* und nach unten durch die Kanäle *e* mit den Cupolöfen *a* in Verbindung gebracht. Unmittelbar unterhalb der Kanäle *e* ist im Sammler *c* ein Steg *b* derart angebracht, dass das in den Cupolöfen geschmolzene Eisen durch die Kanäle *e* auf den Steg *b* fliesst. Letzterer ist so angeordnet, dass zwischen demselben und den Seiten des Sammlers *c* ein freier Raum bleibt; er ist mit lothrechten Löchern *f* versehen, welche unten von einer Luftkammer *g* um-

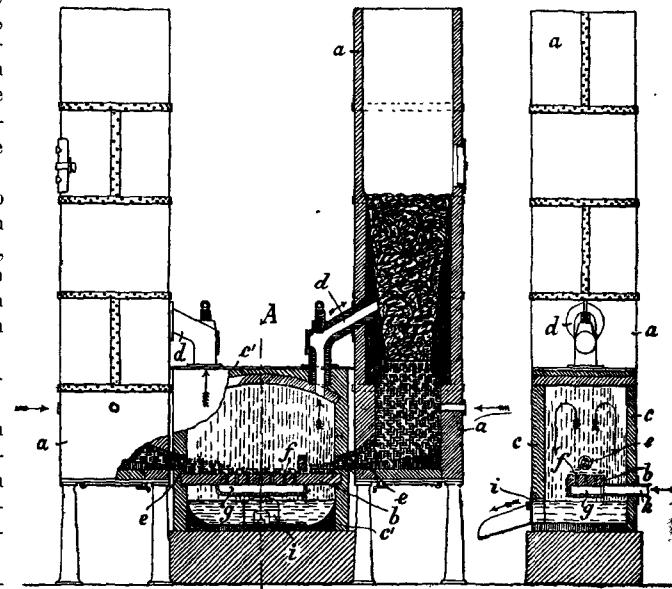


Fig. 255.

Fig. 256.

schlossen, in welche durch die Röhre *h* Luft gepresst wird.

Wenn das in den Cupolöfen *a* geschmolzene Eisen auf dem Steg *b* anlangt, so wird dasselbe durch den Luftstrahl fein zertheilt und von Kohlenstoff und Unreinigkeiten, welche durch die Röhren abgehen, befreit, ähnlich wie beim gewöhnlichen Bessemerverfahren, während die gereinigte Masse zwischen dem Steg *b* und den Seiten des Sammlers *c* in den unteren Theil des letzteren fällt.

Der Sammler *c* ist mit einer Thür *i* versehen; die Metallmasse wird auf gewöhnlichem Wege angezapft, gewogen, die erforderliche Menge manganhaltigen Eisens, Spiegeleisens oder anderer Zusätze beigemischt und gegossen.

**Einfluss von Schwefel bei Eggertz' colorimetrischer Kohlenstoffbestimmung.** T. W. Hogg (Chem. N. 58 S. 175) findet entgegen der Behauptung von Eggertz, dass der Einfluss des Schwefels ein sehr störender ist. Schwedische Stahlsorten mit

nur geringen Spuren Schwefel geben mit Salpetersäure von 1,2 spec. Gew. klare Lösungen, sobald jedoch der Schwefelgehalt eine Höhe von 0,05 Proc. erreicht, bleibt er zum Theil als solcher schwebend in der Flüssigkeit und verursacht derartige Trübungen, dass die Genauigkeit der Bestimmung sehr in Frage gestellt wird. Dieser

Eine Legirung kann somit aus ihren Bestandtheilen ohne (bedeutenden) Druck gebildet werden, wenn die Temperatur oberhalb des Schmelzpunktes der Legirung liegt, sie kann dabei weit unterhalb der Schmelztemperatur des am leichtesten schmelzenden Bestandtheiles liegen.

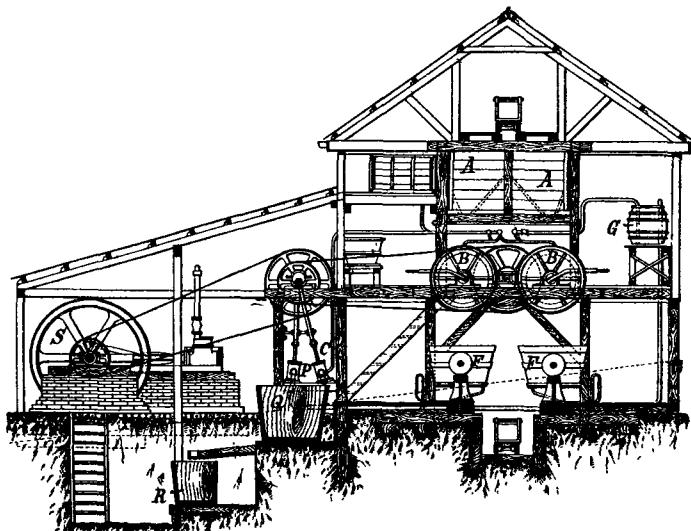


Fig. 257.

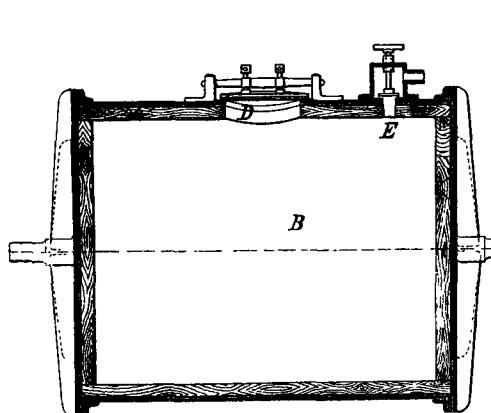


Fig. 258.

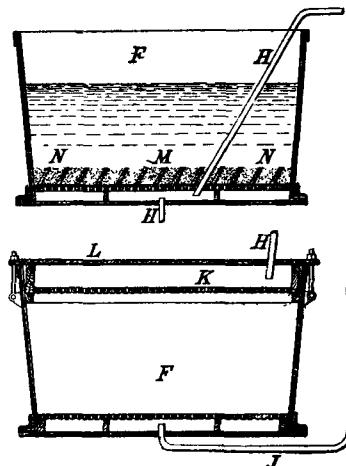


Fig. 259 u. 260.

Übelstand wird mit steigendem Schwefelgehalt noch empfindlicher.

Zur Bildung von Legirungen. Wenn man nach W. Hallock (Z. phys. Ch. 1888 S. 378) 1 Th. Cadmium, 1 Th. Zinn, 2 Th. Blei und 4 Th. Wismuth fein gefeilt und gemischt längere Zeit auf 100° erhitzt, so bildet sich die bekannte Wood'sche Legirung.

Legt man Zinn auf eine reingefeilte Stelle eines Bleistückes und erwärmt auf 190 bis 200°, so schmelzen beide Metalle zusammen.

Goldgewinnung mittels Chlor. Nach J. C. Newbery und C. Th. J. Vautin (D.R.P. No. 43232 und 44913) wird das kleinkörnige, goldhaltige Erz mittels Rührwerks *A* (Fig. 257) in die Lösekessel *B* (Fig. 257 u. 258) geleitet, welche langsam gedreht werden. Die eisernen Wandungen dieser Kessel sind auf der inneren Seite zum Schutze gegen die Einwirkung des Chlors mit Blei bekleidet. Es empfiehlt sich, das Bleihemd mit einem Futter aus Holz oder Steingut zu bedecken, um die Beschädigung desselben durch die in Be-

wegung gehaltene Füllung der Kessel zu verhüten. Zur Einführung des zu behandelnden Erzes dient ein Mannloch *D* und zur Einleitung des Chlorgases und der von der Pumpe *C* gelieferten Pressluft das Ventil *E*.

Ist die Auslaugung vollendet, so wird das in den Kesseln *B* noch enthaltene Gemenge von Gas und Luft nach einem mit Kalkwasser gefüllten Bottich *G* geleitet, um die Ansammlung schädlicher Gase im Arbeitsraum zu verhüten. Dann werden die Kessel *B* nach Öffnung der Mannlöcher in die Filterbottiche *F* entleert. Hier erfolgt die Scheidung der flüssigen Goldlösung von den erdigen Stoffen, indem die Filtrirung entweder in der Richtung nach unten (Fig. 259) oder in der Richtung nach oben (Fig. 260) geschieht. In beiden Fällen besteht das Filterbett *M* aus einem rostartig durchbrochenen Holzboden, welcher mit Canevas oder einem Asbestgewebe bedeckt ist. Der Filterbottich nach Fig. 259 kann offen bleiben, derselbe nach Fig. 260 (Filtrirung nach oben) wird mit einem luftdicht schliessenden Deckel versehen; ersterer enthält das Filterbett *M* in seinem unteren Theile, letzterer in seinem oberen Theile bei *K*. Zur Beschleunigung der Filtrirarbeit wird die Flüssigkeit unter Anwendung einer Saugepumpe durch das Filter gesaugt. Das Saugerohr *H* mündet bei Fig. 259 in den Raum zwischen Filterbett und Bottichboden und bei Fig. 260 in den Raum zwischen Filterbett und Bottichdeckel; bei Fig. 259 sind zwei Saugerohre *H* angegeben, die abwechselnd in Betrieb genommen werden können.

Um die Nutzwirkung des Filters zu erhöhen, wird die Füllung der Filterbottiche durch Wasser verdünnt. Geschieht die Filtrirung in der Richtung nach oben, so findet die Einführung des Wassers mittels eines Rohres *J* statt, welches in den an seinem oberen Theile mit Aussparungen versehenen Doppelboden des Filterbottiches einmündet. Ist die Filtrirung vollendet, so erfolgt die Entfernung des Rückstandes der Filter durch Umwenden derselben. Damit hierbei das Filterbett nicht in Unordnung geräth, sind über demselben schräg gestellte Holzleisten *M* (Fig. 259) angebracht, welche die Canevasbedeckung in ihrer richtigen Lage erhalten.

Die filtrirte Goldflüssigkeit wird in eine Bütte *Q* geleitet, in welche ein Strahl Dampf oder Luft eingeführt wird, um freies Chlor, welches in der Flüssigkeit noch enthalten sein könnte, abzutreiben. Die Flüssigkeit gelangt endlich in die bei *R* ange deuteten Kohlenfilter, wo die Ausscheidung

des metallischen Goldes und dessen Niederschlagung auf die Holzkohlenfüllung erfolgt.

Eine neue elektrische Schmelzanlage nach Cowles (Jahresb. 1886 S. 161) ist kürzlich von der „Cowles Syndicate Company“ zu Stoke on Trent, England, errichtet (Eng. Min. J. 46 S. 236). Der Strom von 60 V. und 5 bis 6000 A. wird von einer 400 pferd. Crompton'schen Dynamomaschine geliefert.

Die Schmelzöfen selbst bestehen aus Gruben von rechteckigem Querschnitt, deren Wände aus Scharmette aufgeführt sind. Sie liegen in einer langen Reihe neben einander, doch ist immer nur ein Ofen im Betriebe, während die anderen abkühlen, frisch gefüllt oder entleert werden.

Zur Leitung des Stromes dienen zwei kräftige Kupferstäbe; der eine läuft oberhalb der Vorderseite, der andere oberhalb der Rückseite der Ofenreihe durch den ganzen Schmelzraum. Dieselben dienen gleichzeitig als Laufschienen für zwei mit Rollen versehene kupferne Klammern. In letztere werden biegsame Kupferdrahtkabel eingeschlossen, welche an ihren unteren Enden ebenfalls mittels einer Klammer zusammen gehalten werden. Eine passende Öffnung in den unteren Klammern gestattet das Aufhängen derselben auf entsprechend geformte Kupferstäbe und ist damit die Verbindung mit den Electroden hergestellt. Jede Electrode besteht aus einem Bündel von 7 bis 9 Kohlenstäben von je 64 mm Durchmesser, um welche ein cylindrisches Kopfstück gegossen wird — aus Eisen, wenn Ferroaluminium, aus Kupfer, wenn Aluminiumbronce hergestellt werden soll. In der Mitte des Kopfstückes ist einer der bereits erwähnten Kupferstäbe angebracht. Die Einführung der Electroden geschieht durch geneigt liegende gusseiserne Rohre in einander gegenüberliegenden Wänden der Öfen. Durch eine einfache Schraube lassen sich die Electroden vor- und rückwärts bewegen, wie es zur Stromregulirung erforderlich ist. Auf die Sohle des Ofens kommt eine Schicht gekalkter Holzkohle, dann werden die Electroden eingeführt, und nach Einsetzen eines Rahmens aus Eisenblech in den Ofen wird der Raum innerhalb dieses Rahmens mit Erz, Metall und Holzkohle, der Raum zwischen diesem und den Ofenwandungen mit Holzkohle gefüllt und der Rahmen dann herausgezogen. Man wirft nun einige Stücke Retortenkohle in den Ofen, um eine Brücke für den Strom herzustellen, bedeckt den noch leeren Raum mit Holzkohle und setzt schliesslich einen in der Mitte durchlochten

gusseisernen Deckel auf. Die aus der Öffnung im Deckel entweichenden Gase werden angezündet und durch ein Rohr in eine Kammer geleitet, in welcher sich mitgerissene Thonerde absetzt. Durch eine Abstichöffnung in der Ofensohle wird die sich dort ansammelnde Legirung abgelassen. Die Schlacke, welche aus einem sehr innigen Gemische von Legirung und Kohle besteht, wird zerkleinert und von der Kohle durch Waschen getrennt. Die so gewonnene Legirung wird einer neuen Beschickung gesetzt.

In den Öfen dieser Anlage werden täglich 750 bis 1000 k Ferroaluminium bez. Aluminiumbronce mit 15 bis 17 Proc. Aluminium hergestellt. Die Bronce wird durch Umschmelzen unter Zusatz von Kupfer auf die zum Verkauf bestimmten Sorten von 1,25, 2,5, 5, 7,5 und 10 Proc. Aluminium gebracht und in Barren von 5 bis 6 k gegossen. Der elektrische Kraftaufwand für 1 k Aluminium beträgt durchschnittlich 50 Stundenpferd.

**Raffiniren und Legiren von Kupfer.**  
F. J. Seymour (Am. P. 1888 No. 382 198) will Kupfer raffiniren durch Zusammenschmelzen mit einem Gemisch aus Flusspath und Phosphor, welches dadurch hergestellt wird, dass Phosphor in erweichtem Zustande mit Flussspath gemischt wird. Es kommen auf 30 Th. Flussspath 10 Th. Phosphor und genügt dieses Gemisch für 100 Th. Kupfer.

Um 5 proc. Aluminiumbronce herzustellen, soll obiges Flussspath-Phosphor-Gemisch mit 35 Th. der gemischten Oxyde von Aluminium und Zink und 25 Th. Kohle in 90 Th. geschmolzenes Kupfer eingetragen werden. Statt des Zinkoxyd-Thonerde-Gemisches können auch 15 bis 20 Th. Thonerde allein genommen werden.

Die specif. Wärme folgender Metalle bei Temperaturen bis 320° hat A. Naccari (Atti Acc. di Torino Dec. 1887) nach dem Mischungsverfahren bestimmt.

Die wahren (nicht mittleren) spec. Wärmen dq:dt sind:

	18°	50°	100°	200°	300°
Cd	0,0551	558	570	594	617
Fe	0,1091	1113	1151	1249	1376
Ni	0,1057	1090	1137	1232	1327
Sb	0,04890	4947	5031	5198	5366
Pb	0,02993	3040	3108	3244	3380
Al	0,2135	2164	2211	2306	2401
Ag	0,05498	5556	5663	5877	6091
Cu	0,09245	9316	9422	9634	9846
Zn	0,0915	929	951	996	1040

### Unorganische Stoffe.

**Bestimmung der Borsäure und des Ammoniaks.** J. Mc Glashan (Chem. N. 58 S. 175) benutzt Poirier's Orange II und III als Indicatoren und titriert Borsäure mit Normalsodalösung. Um Borax zu titriren, wird zu der Lösung desselben zuerst verdünnte Schwefelsäure gesetzt, bis Methylorange die vollständige Bindung des Natrons an Schwefelsäure anzeigt. Nun fügt man einige Tropfen Orange hinzu und titriert mit Normalsoda, bis die gelbe Farbe der Lösung in Roth umschlägt. Liegt Boracit oder bor-saurer Kalk zur Untersuchung vor, so wird eine gewogene Menge mit verdünnter Schwefelsäure zersetzt, die Lösung mit Natronlauge versetzt, bis Methylorange neutrale Reaction anzeigt und dann von dem unlöslichen Gyps abfiltrirt. Nach Zusatz einiger Tropfen Orange II oder III wird wie zuvor mit Normalnatron titriert.

Enthielt die zur Neutralisation verwandte Natronlauge kohlensaurer Salz, so muss die Lösung vor oder nach der Filtration zur Entfernung der Kohlensäure gekocht werden, da diese sonst als Borsäure mitbestimmt würde.

Die Gegenwart von Ammoniak in irgend einer Form ausser als Hydrat oder Borat ist zu vermeiden.

Soll die Borsäure in Ammoniumborat bestimmt werden, so kann man ohne Weiteres mit Normalnatron titriren. Freies Ammoniak ist in verdünnter Lösung ohne Einwirkung auf Orange II und III; der Farbenwechsel findet statt, sobald Natron im Überschuss. Es ist daher auch möglich, Ammoniak in seinen Salzen mittels Normalsodalösung zu titriren unter Benutzung der bekannten Indicatoren. Auf Salzgemenge hat diese Methode jedoch keine Anwendung; auch muss freie Säure zuerst neutralisiert werden. Kohlensaurer Ammoniak gibt eine undeutliche Endreaction.

Schwefelwasserstoff mit Natronlauge titriert, gibt eine scharfe Endreaction, sobald sich NaHS gebildet. Arsensaure Salze geben ebenfalls eine undeutliche Endreaction.

Glashan empfiehlt zum Vergleich ein Glas mit Wasser, welches einige Tropfen Sodalösung und Indicatorlösung enthält, bereit zu halten.

**Resorcinol als Reagens auf Nitrate.** D. Lindo (Chem. N. 58 S. 176) benutzt folgende Reagentien zum Nachweise von Nitraten: man nimmt 0,5 cc Nitratlösung, setzt einen Tropfen Salzsäure, einen Tropfen Resorcinollösung (10 proc.) und 2 cc Schwefel-

säure hinzu. Die Färbung wird gegen einen weissen Hintergrund beobachtet. Bei Gegenwart von Salpetersäure entsteht selbst bei einer Verdünnung von 1:500 000 eine deutliche Purpurfärbung, welche bei einer Verdünnung von 1:20 000 so stark wird, dass sie nur in dem oberen Theile der Flüssigkeit erkannt werden kann.

**Herstellung von Natrium- und Kaliumsulfat.** A. Walker (Engl. P. 1887 No. 9760) verwendet zwei eiserne mit Scharniere ausgelegte Cylinder *C* und *E* (Fig. 261).

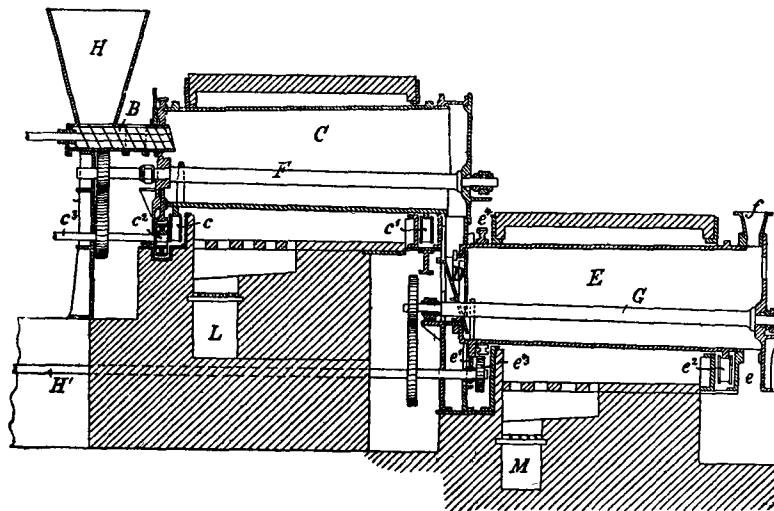


Fig. 261.

Die drehbaren Mäntel derselben liegen in muffleartigen Heizkammern oberhalb der Feuerungen *L* und *M*, auf den Rollen *C*, *C*<sub>1</sub>, *E*<sub>1</sub> und *E*<sub>2</sub>. Die Drehung wird durch die Zahnräder *c*<sub>2</sub> und *c*<sub>4</sub>, bez. *e*<sub>3</sub> und *e*<sub>4</sub> vermittelt. Die Antriebswellen *C*<sub>3</sub> und *H* setzen ebenfalls mittels Zahnradübertragung die mit Schaufeln versehenen Wellen *F* und *G* innerhalb der Cylinder *C* und *E* in Bewegung. Das Material gelangt durch den Trichter *A* mittels Schnecke *B* in den höher liegenden Cylinder *C*. Die Schaufeln an der Welle *F* befördern dasselbe allmählich nach dem gegenüberliegenden Ende dieses Cylinders, von wo es durch den Stutzen *D* in den niedriger liegenden Cylinder *E* gelangt. Hierin wird es in gleicher Weise weiter bewegt, bis es bei *e* fertig in einen Karren fällt. Die bei dem Durchgange der Masse durch die Cylinder entstehenden flüchtigen Producte werden nach der Condensationsvorrichtung geleitet.

B.

Doppelverbindungen des Antimonfluorids mit Alkalichloriden und Alkalisulfaten. Um die Übelstände zu vermeiden, welche die Versendung von An-

timonfluorid mit sich bringt, vermischt E. de Haën (D.R.P. No. 45 222 u. 45 224) das flüssige Antimonfluorid mit Alkalichloriden oder Alkalisulfaten und verdunstet zur Krystallisation. Wichtig sind namentlich:

Antimonfluoridchlorat,  $Sb F_3 \cdot NaCl$ , mit einem Antimongehalt gleich dem von 61,5 Proc. Antimonoxyd, welches in Nadeln krystallisiert, aber auch drusenförmig auftritt und in Wasser leicht löslich ist.

Antimonfluoridchlorkalium,  $Sb F_3 \cdot KCl$ , mit 57,5 Proc. Antimonoxyd; zeigt schönstes Krystallisierungsvermögen und bildet, nament-

lich wenn es in grösseren Mengen verarbeitet wird, prachtvolle Krystalle. Dieses Salz löst sich bei  $24^\circ$  zu 51 Th. in 100 Th. Wasser, bei Siedetemperatur nimmt Wasser das Dreifache seines Gewichtes davon auf.

Antimonfluoridchlorammonium,  $Sb F_3 \cdot NH_4Cl$ , mit 62,8 Proc. Antimonoxyd; setzt sehr gut ausgebildete Krystalle an, welche in Wasser ebenfalls leicht löslich sind.

Antimonfluoridschwefelsaures Natron,  $Sb F_3 \cdot Na_2SO_4$ , mit 45,5 Proc. Antimonoxyd, in kleinen Prismen krystallisiert.

Antimonfluoridschwefelsaures Kali,  $Sb F_3 \cdot K_2SO_4$ , mit 41,3 Proc. Antimonoxyd, krystallisiert drusenförmig.

Antimonfluoridschwefelsaures Ammonium,  $Sb F_3 \cdot (NH_4)_2SO_4$ , mit 46,94 Proc. Antimonoxyd; krystallisiert sehr leicht in Formen des hexagonalen Systems und gestattet, selbst durch Krystallisiren aus nicht ganz reinen Mutterlaugen eine vollkommen reine Verbindung abzuscheiden. In Wasser ist dies Salz aus der ganzen Gruppe am leichtesten löslich, indem bei  $24^\circ$  1 Th. Wasser 1,4 Th. Salz, bei Siedetemperatur 1 Th. Wasser sogar 15 Th. Salz auflöst.

Das antimonfluoridschwefelsaure Ammonium

nium dürfte hauptsächlich bestimmt sein, in der Färberei den Brechweinstein zu ersetzen, weil es als luftbeständiges, nicht hygrokopisches Salz ohne Krystallwasser leicht versendbar und für die Technik durch seine Billigkeit besonders geeignet ist, wie nachfolgende Zusammenstellung zeigt:

	Antimon- oxyd. Proc.	Verkaufs- preis für 100 k Mark	Es kosten dennach 100 k An- timonoxyd Mark
Brechweinstein	43,46	230	529
Antimonoxalat	23,7	135	569
Antimonfluoridschwefel- saures Ammonium	46,94	150	319

Zur Bestimmung von Brom in Seewasser schlägt F. Gutzkow (Chem. N. 58 S. 190) folgenden Weg ein: 1. Trennung des Broms als Kupferbromür. 2. Überführung des Kupferbromürs in Zinkbromid. 3. Titration durch Natriumhypochlorit. Als Neuerung hebt er selbst eine Art fractionirter Titration hervor. Die Flasche, welche die zu titirende Flüssigkeit enthält, ist mit einem doppelt durchbohrten Stöpsel versehen. Durch die eine Öffnung geht ein kurzes, durch die andere ein längeres bis auf den Boden der Flasche reichendes Glasrohr. Das aus der Flasche hervorragende Ende dieses letzteren ist mittels Gummischlauches, welcher mit Quetschhahn versehen ist, mit einem mohnkapselförmigen Trichter verbunden und fasst dieser bis zu einer Marke ein bestimmtes Volumen. Von der in der Flasche befindlichen Flüssigkeit wird nun durch Einblasen in das kurze Rohr der Trichter bis zur Marke gefüllt, der Quetschhahn geschlossen und der im Trichter befindliche Theil der Flüssigkeit für sich titriert. Aus dem Verbrauch von Normallösung für diesen Theil kann man den Bedarf für das Ganze annähernd berechnen und so die Endreaction sicherer treffen. Durch Öffnen des Quetschhahnes lässt man den titirten Theil der Lösung wieder in den Kolben zurückfließen und titriert nun zu Ende, indem man die Normallösung durch das Trichterrohr nachfließen lässt. B.

Luftuntersuchungen wurden von J. Uffelmann (Arch. Hyg. 1888 S. 262) ausgeführt.

Der Gehalt der atmosphärischen Luft an Kohlensäure wurde unter Anwendung von 2,5 bis 4 l fassenden, farblosen Glasflaschen mittels Barytwasser, Phenolphthalein und Oxalsäure bestimmt. Er füllte die Flaschen mit Leitungswasser<sup>1</sup>), entleerte

dasselbe durch Ausgiessen oder durch einen Heber, stellte die Flasche so auf, dass das in ihnen verbliebene Wasser abträufeln könnte, liess noch in der Aussenluft 50 cc des mit Phenolphthalein gefärbten Barytwassers (7 : 1000) einfließen, verschloss darauf mit einem gut eingepassten paraffinirten Kork, der durch das Poroskop als für Luft undurchlässig erwiesen war, und zog über diesen Kork noch eine Doppelkappe von schwarzem Gummi, welche unter dem Halse der Flasche mittels Gummischnur festgeschnürt wurde. Alsdann schüttelte er eine Minute hindurch und stellte die Flaschen 20 bis 24 Stunden rubig auf. Nunmehr wurde die Gummikappe gelöst, der Kork entfernt, sehr rasch ein bereitgehaltener doppelt durchbohrter Gummikork aufgesetzt, 60 cc frisch gekochten destillirten Wassers zum Abspülen der Wandung eingegossen, die hinreichend lang ausgezogene Spalte der Bürette durch die eine Öffnung eingeschoben und alsbald direct in das trübe Barytwasser mit der Oxalsäurelösung (von 2,8636 : 1000) hineintitriert.

Die organischen Stoffe in der Luft bestimmte er durch eine Lösung von Kaliumpermanganat, von welcher 1 cc 0,395 mg enthielt, somit 0,1 mg = 0,07 cc Sauerstoff abgab. An einem 1 l fassenden Sauger war durch eine Klammer in senkrechter Lage ein Reagensglas befestigt, welches vorher durch Kochen mit Kalipermanganatlösung von allen oxydirbaren Stoffen befreit worden war. Dasselbe erhielt eine Füllung von 9 cc reinsten, selbst destillirten Wassers und genau 1 cc Kalipermanganatlösung nebst einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure und wurde dann mit einem doppelt durchbohrten Kautschukkork geschlossen. Durch die eine Öffnung reichte ein in Kalipermanganatlösung mehrfach ausgespültes Glasrohr bis zum unteren Ende des Reagensglases. Dieses Glasrohr hatte oberhalb des Korkes eine halbkugelförmige Ausbuchtung und enthielt hier reinste, mit Kalipermanganat behandelte, dann mit reinstem destillirten Wasser ausreichend gespülte und wieder getrocknete, nach dem Trocknen zerkleinerte Glaswolle, oder auch geglühte und zerkleinerte Asbestmasse, gepresst in 2 cm hoher Schicht. Durch die zweite Öffnung des Kautschukkorkes reichte ein anderes Glasrohr nur

zulässig, da je nach der Temperatur und Zusammensetzung des Wassers dieses aus der Luft entweder Kohlensäure aufnimmt, oder solche an die eintrende Luft abgibt. Man kann nur dann auf zuverlässige Resultate rechnen, wenn die Flasche trocken ist und mit Hälfe eines Geblasses oder Saugers mit der zu prüfenden Luft gefüllt wird, ohne diese irgend wie mit Wasser in Berührung zu bringen.

F.

<sup>1</sup>) Dieses Verfahren erscheint doch ganz un-

eben bis an die untere Fläche des Korkes und war an seinem, den letzteren nach oben überragenden Ende durch einen Kautschukschlauch mit einem rechtwinklig gebogenen Glasrohr verbunden, welches aus einem, die obere Öffnung des Saugers luftdicht schliessenden Kautschukkorke hervorging. Wurde der unten am Sauger befindliche Hahn geöffnet, so floss hier das Wasser (1 l) ab, und gleichzeitig drang Luft durch die Glaswolle und das lange Glasrohr in die Kalipermanganatlösung des Reagensglases, aus ihr in das kürzere Glasrohr und durch letzteres, bez. den Kautschukschlauch und das rechtwinklig gebogene Glasrohr in den Sauger. Nach vollständiger Entleerung des letzteren, worauf etwa 12 Minuten verstrichen, wurde er neu gefüllt und dies wiederholt, bis 10, 15, 20 oder noch mehr Liter Luft hindurchgegangen waren. Es wurde sodann die Glaswolle, bez. die Asbestmasse, mit 60 cc reinsten destillirten Wassers, 2 cc Kalipermanganatlösung, 1 cc verdünnter Schwefelsäure in einem reinen Glase übergossen, geschüttelt, 5 Minuten lang gekocht und mit Oxalsäure (0,7875 : 1000 in zehnfacher Verdünnung) titriert. Ebenso wurde die im Reagensglase befindliche Kalipermanganatlösung 5 Minuten lang gekocht und mit dieser verdünnten Oxalsäurelösung titriert.

Um die staubförmigen organischen Stoffe der Luft zu bestimmen, wird eine 10 l fassende Flasche mit Leitungswasser ganz gefüllt, ein doppelt durchbohrter Kautschukstopfen fest aufgesetzt, durch die eine Öffnung ein Glasheber tief eingeführt, in der anderen ein Glasrohr befestigt, welches mit seinem unteren Ende den Wasserspiegel nicht berührt, an dem oberen bauchigen Ende aber mit mehrfach ausgeglühter, ziemlich fest gepresster Asbestmasse reichlich 2 cm hoch gefüllt ist. Durch den Heber wird das Wasser in etwa 40 Minuten entleert. Man bringt sodann die Asbestmasse in 60 cc reinstes Wasser, schüttelt stark, fügt 2 cc Kalipermanganatlösung nebst 1 cc verdünnter Schwefelsäure hinzu, kocht 5 Minuten lang und titriert mit Oxalsäure zurück. Die End-reaction wird mit Hülfe eines Taschenspektroskopes festgestellt.

Um die Mikroorganismen nach Zahl und Art zu bestimmen, saugt man etwa 20 l Luft durch 5 cc Wasser und einen Glaswollbausch, mischt beide und setzt Nähr-gelatine zu. Oder man stellt Platten mit Nährgelatine, sterile Fleischbrühe o. dgl. in dem betreffenden Raume auf.

Der Kohlensäuregehalt der Luft auf dem Hofe der Universität Rostock enthielt in

420 Analysen 3,10 bis 4,04 auf 10 000. Bei der Bestimmung der organischen Stoffe verbrauchten 10 l Luft auf dem Universitäts-hofe 0,15 bis 1,27 cc Permanganatlösung, auf freiem Felde 0,10 bis 1,02 cc und an der Küste 0,06 bis 0,40 cc. Durch Regen wird der Gehalt der Luft an organischen Stoffen geringer. Die grösste Menge der oxydirbaren organischen Stoffe in der Luft ist staubartig.

Die Menge der in 1 cbm Luft enthaltenen Keime schwankte im Sommer auf dem Uni-versitätshofe zwischen 150 und 1300, auf freiem Felde 150 bis 750, am Strande 50 bis 300. Im Allgemeinen war der Gehalt der Luft an Mikroben gross bei hohem Gehalt an organischen Stoffen. Die Mikroorganismen bestanden zu etwa  $\frac{2}{3}$  aus Spalt-pilzen.

Als Maassstab für die Stärke der Verunreinigung der Luft ist der Kohlen-säuregehalt nicht wohl zu betrachten, viel besser eignet sich hierzu der Gehalt an organischen Stoffen. Uffelmann schlägt vor, die Luft nicht mehr als rein zu erklären, von welcher 1 cbm mehr als 12 cc Sauerstoff zur Oxydation erfordere. Bei diesem Gehalte vermag der normale Geruchssinn eben die Anwesenheit unangenehmer Riech-stoffe in der Luft wahrzunehmen.

Kanalluft enthielt 0,6 bis 2 Proc. Kohlensäure (vgl. Jahresb. 1883 S. 1189). Die organischen Stoffe in 10 l Kanalluft erforderten nur 1,24 cc Permanganatlösung, somit für 1 cbm 8,68 cc Sauerstoff. 10 l enthielten 0 bis 8, im Mittel 3 Keime.

Ausgeathmete Luft ist nach Brown-Sequard und d'Arsonval (J. de pharm. 17 S. 203) giftig; die täglich von einem Menschen ausgeathmete Luft soll bis 20 mg eines sehr giftigen Alkaloides enthalten, welches in Wasser löslich ist und durch Aufkochen dieser wässrigen Lösung nicht zerstört wird.

Zur Trennung der Thonerde von den Alkalien führt W. Diehl (Chem. Ind. 1888 S. 494) dieselben in Chloride über und erhitzt längere Zeit auf etwa 150°; nur Aluminiumchlorid wird zersetzt. Das Aus-glühen gelingt nach Diehl über dem Bunsen-Brenner, also ohne Gebläse, und Thonerde hinterbleibt als schneeweisses lockeres Pulver, in welchem die Alkalien nachgewiesen werden konnten. Bei Gegenwart von Magnesia bleibt Magnesia bei der Thonerde; sie muss daher in Schwefelsäure gelöst und mit Ammon ausgefällt werden, und nunmehr kann man in einen Maasskolben spülen, im abgemessenen abfiltrirten Theile Magnesia auf übliche Weise

bestimmen und in Abrechnung bringen. Die Überführung in Chloride geschieht am besten in der schwefelsauren Auflösung durch überschüssiges Baryumchlorid, welches natürlich bei der Bestimmung der Alkalien durch kohlensaures Ammon entfernt wird. (Hier ist jedenfalls die Flüchtigkeit des Chloraluminum bez. Chloraluminumnatriums zu berücksichtigen; d. Red.)

Um bei der Bestimmung des Bleis als Chromat das Verbrennen des Filters zu umgehen, spritzt man den ausgewaschenen Niederschlag vom Filter ab und löst in kochendem Ammoniumnitrat, welchem man freie Salpetersäure zugesetzt hat. Um 1 g chromsaures Blei zu lösen, gebraucht man etwa 1 g salpetersaures Ammon, mit 10 Tropfen conc. chlorfreier Salpetersäure und wenig Wasser versetzt. Nur in der Siedehitze löst sich der Niederschlag leicht und vollständig auf. Man filtrirt durch das abgespritzte Filter in einen nicht zu kleinen gewogenen Porzellantiegel und verdampft den grössten Theil der Salpetersäure auf dem Wasserbade; erwärmt man nun allmählich auf dem Sandbade, so tritt sehr bald eine heftige Reaction ein unter Entweichen von weissen Dämpfen, welche aber keinerlei Verlust bedingt. Das chromsaure Blei hinterbleibt als rothes amorphes, an den Wänden des Tiegels anliegendes Pulver. Die Vorsicht erheischt, dass man den Tiegel noch einmal über der Gaslampe erwärmt, um alle Ammonsalze wegzujagen.

### Sprengstoffe.

Zur Herstellung eines nitroglycerinhaltigen Sprengstoffes, Baelendynamit genannt, will J. M. Lewin (D. R. P. No. 42 893) eine besondere Nitrocellulose verwenden, welche dadurch hergestellt wird, dass gereinigte Baumwolle zunächst mit 5 proc. Salzsäure, dann mit heißer Sodalösung gewaschen und nun mit einer 3 proc. Schwefelsäure getränkt wird. Nun wird die Baumwolle in eine Lösung von saurem schwefelsaurem Natrium gelegt, nach zwei Stunden herausgenommen, getrocknet, fein zerkleinert und mit einer kalten Mischung von Salpetersäure und Schwefelsäure nitrirt. Es soll auf diese Weise reine Dinitrocellulose erhalten werden, während selbst die von Abel immer freie Cellulose enthalten soll.

Für ein Durchschnittsproduct sollen verwendet werden: Dinitrocellulose 75 Th., Nitroglycerin 5 Th., Schiffsspech oder Erdpech 6 Th., Harz 2 Th., Schwefel 5 Th. und Holzmehl oder Dextrin 7 Th. Die Dinitro-

cellulose wird zuerst in dem Nitroglycerin aufgelöst, letztere durch ein Wasserbad auf 60° gehalten. Es bildet sich dann eine gallertartige Masse, welcher man das Harz und den Schwefel, beide in Pulverform, zusetzt, indem man einige Minuten röhrt. Darauf wird das Holzmehl oder Dextrin, unter fort dauernder Umrührung, hineingemischt. Schliesslich wird das Schiffsspech oder Erdpech zugesetzt und die ganze Masse 20 bis 30 Minuten hindurch geknetet.

Die Sprengstoffmischung zum sog. Roburit (Jahresb. 1887 S. 572) wollen L. Löwe & Cp. (D. R. P. No. 43 866) dahin abändern, dass sie einige Procent Schwefel zusetzen, um die Heftigkeit der Explosion zu mässigen. Dieses soll am zweckmässigsten so bewirkt werden, dass man ihn mit den Chlornitroproducten zusammenschmilzt, indem diese Stoffe fast alle mehr oder weniger Schwefel lösen und ihn dann beim Erstarren in homogener Form beigemischt enthalten. Wo das Zusammenschmelzen nicht angängig ist, setzt man den Schwefel in fein gepulvertem Zustande zu der Sprengstoffmischung. Die Chlornitroproducte lassen sich ferner auch mit ausschliesslich nitrirten aromatischen Verbindungen, z. B. Nitrobenzol, Dinitrobenzol u. dgl., als Sprengstoffbestandtheile in Verbindung mit Sauerstoffträgern anwenden. Diese Verwendungsart bezieht sich indess nicht sowohl auf den chlorirten und nitrirten Steinkohlentheer selbst, als vielmehr besonders auf die Chlornitroverbindungen des Benzols und Phenols, der Kresole (Kresylsäure) und des Naphtalins. Z. B.

1,0	Th. Dinitrochlorphenol,
0,5	- Nitrobenzol,
0,5	- Dinitrobenzol,
2,0	- Kalisalpeter,
2,5	- Ammoniaksalpeter,
1,0	- Pikrinsäure,
1,0	- Trinitrochlornaphtalin,
2,5	- Ammoniaksalpeter,
1,5	- Kalisalpeter.

Zur Herstellung saurer plastischer Sprengstoffe benutzen M. Jeschek und J. Jaresch in Wien (D. R. P. No. 44 041) die Mono-, Bi-, Trinitroabkömmlinge von Benzol, Toluol, Xylol, Phenol, Naphtalin u. dgl., Bestandtheile des Theeröles gemischt mit Salpetersäure und Holzwolle, Strohfaser, Jute o. dgl. Sie lösen z. B. 3,33 k Nitroabkömmlinge vom leichten Theeröl in 6,67 k Salpetersäure von 1,53 spec. G. auf und setzen 4 k feine Holzwolle hinzu. Da 1 Äq. Holzwolle 3 Äq. Salpetersäure zur Nitrification braucht und 5 Äq. der gebildeten Trinitrocellulose 9 Äq. Salpetersäure zur

vollständigen Oxydation benötigen, so fügen sie noch 7,46 k Salpetersäure von 1,53 spec. G. hinzu. Das ganze Gemisch wird in mit Kühlvorrichtungen ausgestatteten, geschlossenen Gefässen aus Porzellan, Steingut, Glas, Eisen u. s. w. gut gemengt; die Holzwolle quillt auf, löst sich theilweise, und man erhält einen sauren plastischen Sprengstoff, der in luftdicht geschlossenen, innen paraffinirten Bleihülsen verwendet werden kann.

Oder man löst 4 k Binitrobenzol in 6 k Salpetersäure von 1,53 spec. G. auf, menget hierin 2,8 k nitritre feine Holzwolle und noch 1,06 k Salpetersäure von 1,53 spec. G., röhrt das Gemisch in geschlossenen Gefässen aus Porzellan, Steingut, Glas, Eisen u. dergl. ohne Kühlvorrichtung, da hierbei keine Erwärmung stattfindet; man erhält einen sauren plastischen Sprengstoff, der in luftdicht geschlossenen, innen paraffinirten Bleihülsen verwendet werden kann.

Für die Herstellung von Sprengstoffen empfiehlt M. Lamensdorf (D.R.P. N. 45106) Ammoniumurat zu verwenden, welches aus Guano hergestellt werden kann.

Als Beispiel für ein vorzüglich kräftiges und haltbares Schiess- und Sprengpulver diene die Mischung, bestehend aus: 73 Th. Kaliumnitrat mit 9 Th. Ammoniumurat, 9 Th. Schwefel und 9 Th. Kohle (Militairpulverkohle). Ferner ein sehr brisantes Pulver, bestehend aus: 70 Th. Kaliumchlorat und 30 Th. Ammoniumurat.

In gleicher Weise lässt sich das Ammoniumurat auch zur Herstellung von Sprengstoffen verwenden, so z. B.: 75 Th. Nitroglycerin, 5 Th. Ammoniumurat und 20 Th. Kieselguhr, oder 80 Th. Ammoniumnitrat, 14 Th. Ammoniumurat und 6 Th. Dinitrobenzol, welche, beide mittels der Spreng-

kapsel entzündet, sehr kräftige Wirkung äussern und durch ihre Unempfindlichkeit gegen Druck, Stoss und freie Entzündung grosse Sicherheit gewähren sollen.

### Verschiedenes.

Die Anforderungen, welche die Volkswirtschaft an die Einrichtung unserer höheren Schulen stellt (vgl. S. 627 d. Z.), bespricht Natorp (Stableisen 1888 S. 356). Der Schüler soll vor Allem lernen, seine Sinne richtig zu gebrauchen; der Unterricht muss wesentlich auf die Entwicklung des gesunden Menschenverstandes gerichtet sein. — „Die ganze Welt um uns herum ist in den letzten Jahrzehnten eine andere geworden, und selbst der Begriff der Bildung ist ein anderer geworden. Niemandem wird es in den Sinn kommen, die Bildung des Kaufmanns, dessen Unternehmungen sich über alle Theile der Erde erstrecken, oder diejenige des Industriellen, der unausgesetzt auf die Vervollkommnung seiner Erzeugnisse durch neue Erfindungen sinnt, oder die Bildung des Ingenieurs, der Bauten entwirft und zur Ausführung bringt, welche alle Bauwerke der Vergangenheit hinter sich lassen, Niemandem wird es einfallen, solche Bildung etwa für minderwertig anzusehen, als diejenige des Geistlichen oder des Rechtsglehrten. Die Gegenwart scheidet von der Zeit unserer Väter und Grossväter eine Culturentwicklung, wie sie sich in keiner früheren Periode der Geschichte so tiefgreifend vollzogen hat, und die Gymnasien sind gleichwohl in dieser Umwandlung dieselben geblieben, die sie vor einem halben Jahrhundert waren. Damals haben sie einen Anlauf gemacht, den veränderten Zeitverhältnissen Rechnung zu tragen, indem sie eine Reihe neuer Wissenschaften in ihre Lehrpläne aufnahmen, aber diese Aufnahme war leider mehr eine äussere Angliederung, als eine innere Reorganisation; das Gymnasium blieb in seinem inneren Wesen Lateinschule, weil es nach wie vor den Schwerpunkt seiner Aufgaben fast einzig in die klassischen Sprachen legte.“ . . .

## Angelegenheiten der Deutschen Gesellschaft für angewandte Chemie.

Als Mitglieder werden vorgeschlagen:

**Walter Feld**, Assistent am unorganischen Laboratorium der technischen Hochschule, Charlottenburg (durch Prof. Rüdorff).

**Dr. G. Gadebusch**, Assistent am unorganischen Laboratorium der technischen Hochschule, Charlottenburg (durch Prof. Rüdorff).

**Dr. Hefelmann**, Inhaber eines öffentl. analytisch-chemischen Laboratoriums in Leipzig, Petersstr. 27 (durch Dr. Elsner).

### Der Vorstand.