© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wie ist das Verhältnis

der

Schwefligen zur Schwefelsäure

in den

Verbrennungproducten des Leuchtgases?

Von

M. Dennstedt und *C. Ahrens.*

Mit einer Tafel.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wie ist das Verhältnis der Schwefligen zur Schwefelsäure in den Verbrennungproducten des Leuchtgases?

Diese lang umstrittene Frage von ausnehmend wichtiger Bedeutung, über die in den letzten dreissig Jahren die verschiedensten Ansichten laut geworden sind, glaubten wir in unserer vorjährigen Arbeit über das Hamburger Leuchtgas [1]) endgültig entschieden zu haben. Wir waren zu dem Ergebnis gekommen, dass der gesammte oder fast gesammte im Leuchtgas enthaltene Schwefel in der leuchtenden, wie in der nichtleuchtenden Flamme zu Schwefelsäure verbrenne, und dass hierauf die vielfach beobachteten schädlichen Einflüsse bei der Benutzung schwefelhaltigen Gases zurückzuführen seien.

Trotz den zahlreichen entgegenstehenden Beobachtungen ist die Bildung der Schwefelsäure namentlich von den Gastechnikern bestritten worden, die dadurch die Unschädlichkeit des in geringen Mengen in jedem Gase in Gestalt von Schwefelkohlenstoff und anderen organischen Verbindungen enthaltenen und schwer zu entfernenden Schwefels proklamiren und seine Unschuld erweisen wollten. Ein ganz reines Gewissen können aber auch sie in dieser Beziehung nicht haben, denn wie wäre es sonst zu erklären, dass man mit so peinlicher Sorgfalt bei der Entfernung des Schwefelwasserstoffs verfährt und seine Gegenwart im Gebrauchgase verfehmt, während auch dieses Gas angeblich bei der Verbrennung nur das in geringen Mengen sicher ganz unschädliche Schwefeldioxyd bildet?

Erst nach Veröffentlichung unserer vorjährigen Arbeit kam uns in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft Bd. 25 R 621 ein kurzes Referat über eine in den Verhandlungen der Finnischen Societät der Wissenschaften Bd. 34 veröffentlichte Arbeit von *Uno Collan* zu Gesichte, worin nach einem eleganten Verfahren der Nachweis geführt wird, dass 89 bis 99 pCt. des im Leuchtgase enthaltenen Schwefels in den Verbrennungproducten in Form von Schwefeldioxyd vorhanden seien.

Dieses mit unserm in so grellem Widerspruch stehende Resultat hat uns veranlasst, die Collanschen Versuche zu wiederholen und wir sind Herrn Professor *Hjelt* in Helsingfors zu besonderem Danke für Uebersendung der Originalabhandlung verpflichtet, wodurch wir allein in der Lage waren, uns über die Tragweite dieser Versuche ein Urtheil zu bilden.

Bei der Wichtigkeit der Frage ist es nothwendig auf die Collanschen Versuche etwas näher einzugehen.

---

[1]) S. Jahrb. d. Hamb. Wissenschaftl. Anstalten XI. 1893, S. 123.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Collan erweist zunächst, dass die Schweflige Säure zu Schwefelsäure oxydirt wird, wenn man sie zugleich mit einem grossen Luftüberschuss durch alkalische Flüssigkeiten hindurchsaugt, wie bisher und auch von uns bei ihrer Bestimmung verfahren wurde, und dass daher das Vorhandensein von Schwefelsäure kein Beweis dafür sei, dass sie sich bereits in der Flamme gebildet hat.

Wir haben uns überzeugt, dass *Collan* hierin Recht hat und dass demnach die auch von uns gezogene Schlussfolgerung, dass Schwefelsäure das unmittelbare Verbrennungproduct des Schwefels im Leuchtgase sei, unhaltbar ist. Selbstverständlich wird aber hierdurch nicht das Vorhandensein von Schwefliger oder das von Schwefelsäure erwiesen, es kann eines oder das andere oder ein Gemisch beider vorliegen.

Um nun die Menge der Schwefligen Säure neben der Schwefelsäure zu bestimmen, verfährt *Collan* folgendermaassen: Die drei Absorptionsgefässe eines Drehschmidtschen Schwefelbestimmungapparates werden, die beiden ersten mit je 2 und der dritte mit 1 ccm einer n-Chromsäurelösung mit einer entsprechenden Menge Wasser etwa 20 — 25 ccm für jeden Cylinder verdünnt, beschickt. Da durch besondere Versuche, nach unserer Meinung nicht ganz einwandfrei, festgestellt war, dass unter den Verbrennungproducten des Leuchtgases keine andere reducirende Substanz als Schwefeldioxyd vorhanden ist, so konnte aus der Menge der in den Vorlagen nach der Gleichung

$$2\ CrO_3 + 3\ SO_2 = Cr_2(SO_4)_3$$

reducirten Chromsäure die Menge der gebildeten Schwefligen Säure und damit die Menge des Schwefels, der zu Dioxyd verbrannt war, erschlossen werden. Die verbrauchte Chromsäure wurde derart bestimmt, dass zu 20 ccm einer im Gehalt genau bekannten Eisenammonsulfatlösung (0,20 gr enthaltend) 10 ccm der auf 500 ccm anfgefüllten Absorptionsflüssigkeit und 10 ccm verd. Schwefelsäure (1 : 5) zugegeben und die unveränderte Eisensalzmenge mit einer darauf eingestellten Chamäleonlösung (c. 0,4 gr im Liter) ermittelt wurde. Da zur Oxydation von 6 Mol. Ferroammonsulfat 2 Moleküle CrO_3 verbraucht werden und diese 3 Moleküle SO_2 zu Schwefelsäure oxydiren, so entsprechen 6 Moleküle Eisensalz $Fe\,SO_4 . (NH_4)_2SO_4 . 6\,H_2O$ = 2352 Th. 3 Atomen S = 96 Theilen Schwefel. Das Resultat ist mit 50 zu multipliciren, da nur 10 ccm der auf 500 ccm aufgefüllten Chromsäurelösung zur Verwendung kommen. 400 ccm der reducirten Chromsäurelösung werden zur Bestimmung der Gesammtmenge des im Leuchtgase enthaltenen Schwefels benutzt.

Man könnte auf den ersten Blick geneigt sein, darin einen Mangel der Methode zu finden, dass zur Bestimmung des Schwefeldioxyds nur ein so geringer Theil der reducirten Lösung benutzt und der etwa begangene Fehler mit 50 multiplicirt wird; man überzeugt sich aber sehr bald, dass

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Punkt, wann die Chamäleonlösung überwiegt, mit grosser Schärfe zu erkennen ist, und dass die wiederholten Bestimmungen mit denselben Lösungen haarscharf übereinstimmen, dass die Methode also in dieser Beziehung vollkommen einwandfrei ist.

Collan, der für seine Bestimmungen genau je 50 Liter Gas verbrannte, stellt seine Resultate in der folgenden Tabelle zusammen:

No. des Versuchs	gr Eisensalz entspr. reducirter CrO_3	Gefundenes $BaSO_4$	Gesammt-schwefel	Zu SO_2 verbrannter Schwefel	Zu SO_2 verbrannter Schwefel in %
I	0,0321	0,5133	0,0705	0,0655	93
II	0,0318	0,5320	0,0730	0,0649	89
III	0,0320	0,4805	0,0671	0,0653	99
IV	0,0370	0,5906	0,0811	0,0755	93

Genau nach den Angaben *Collans* verfahrend haben wir eine Reihe von Bestimmungen ausgeführt, deren Resultate wir zum besseren Vergleich in derselben Weise wie *Collan* zusammenstellen. Da nach *Collan* ein Unterschied nicht besteht, mag man mit leuchtender oder nicht leuchtender Flamme verbrennen, so haben wir das Gas stets aus einer Löthrohrspitze mit leuchtender Flamme verbrannt.

No. des Versuchs	gr Eisensalz entspr. reducirter CrO_3	Gefundenes $BaSO_4$	Gesammt-schwefel	Zu SO_2 verbrannter Schwefel	Zu SO_2 verbrannter Schwefel in %
1	0,02502	0,4529	0,06226	0,05108	80,4
2	0,02831	0,4702	0,06456	0,05785	89,5
3	0,02603	0,4326	0,05947	0,05318	89,4
4	0,02261	0,3958	0,05442	0,04626	85,0
5	0,02381	0,4182	0,05749	0,04848	84,3
6	0,02585	0,4544	0,06247	0,05280	84,5

Sieht man vorläufig von dem Widerspruche ab, den diese Versuche verglichen mit unsern vorjährigen Resultaten zeigen, und betrachtet man zunächst die Collanschen Versuche für sich, so findet man, dass sie unter einander sehr wenig übereinstimmen; die Menge des Schwefeldioxyds schwankt zwischen 89 und 99 %, mithin die Menge der gebildeten Schwefelsäure zwischen 11 und 1 %. Die Differenzen sind so gross, dass man, vorausgesetzt die Versuche sind stets unter denselben Bedingungen angestellt, keinerlei plausible Erklärung dafür findet. Ob die Flamme leuchtend oder entleuchtet brennt, macht keinen Unterschied, denn die beiden Versuche I und IV, die genau das nämliche Resultat aufweisen, sind der eine mit leuchtender, der andere mit entleuchteter Flamme angestellt. Das Resultat

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

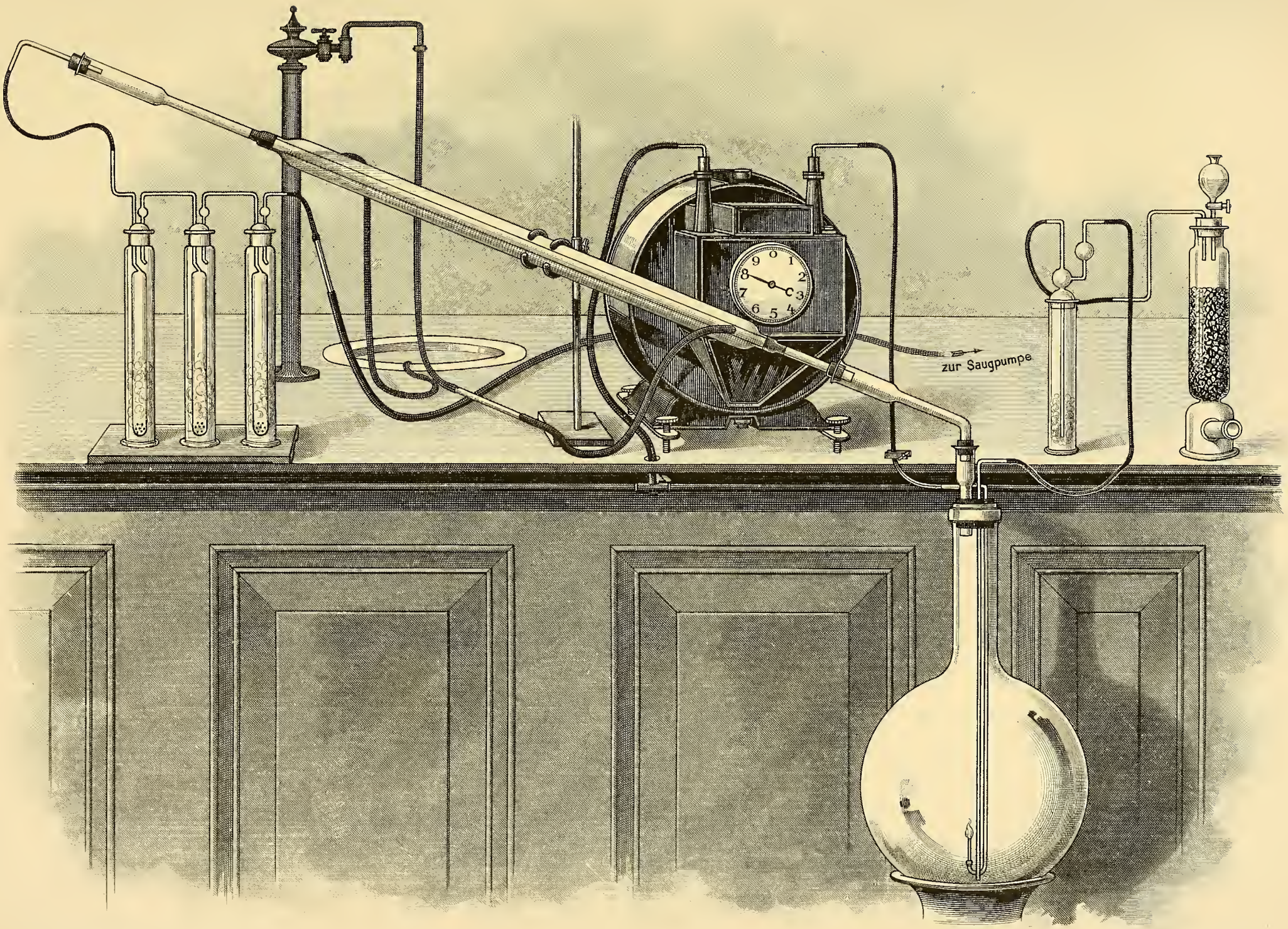
des Versuchs III erscheint geradezu unmöglich, wenn man sich erinnert, dass man bis zu 6 % Schwefelsäure beim Verbrennen von Leuchtgas unter einer Platinschaale in Substanz gewinnen kann.

Die Collanschen Resultate stimmen aber auch sehr mangelhaft mit den von uns erhaltenen überein; das Collansche Minimum von 89 % Schwefliger Säure fällt etwa mit dem von uns erhaltenen Maximum zusammen und unser Minimum bleibt hinter dem Collanschen noch um mehr als 8 % zurück. Dieser erhebliche Unterschied dürfte, wie aus den weiter unten zu schildernden Versuchen hervorgeht, seine Erklärung darin finden, dass *Collan* die Verbrennung von 50 Litern Gas in der kurzen Zeit von 3 Stunden beendet, während wir dazu weit mehr, nie aber weniger als 5 Stunden nöthig hatten, auch dürften die verschiedenen Dimensionen der benutzten Apparate einen Einfluss ausgeübt haben.

Der auffallendste der Collanschen Versuche nämlich Nr. 3, wo 99 % Schweflige Säure gefunden wurden, deutet aber nach unserer Meinung darauf hin, dass beim Verbrennen von Leuchtgas doch wohl noch andere reducirende Producte als Schwefeldioxyd entstehen, die vielleicht aus den im Gase niemals fehlenden organischen Stickstoffhaltigen Verbindungen bei der Verbrennung gebildet werden mögen. Der von *Collan* geführte Nachweis, dass in der Flamme einer Spermacetikerze keine reducirenden Verbindungen entstehen, ist nach unserer Meinung für das Leuchtgas nicht beweisend.

Wir haben uns zur Lösung dieses Widerspruchs auch nicht weiter bemühen zu sollen geglaubt, weil er, wie wir gleich zeigen werden, für die Beantwortung der Frage, ob ein Schwefelgehalt im Leuchtgas schädlich sei oder nicht, gegenstandlos ist. Viel wichtiger erschien uns der Widerspruch zwischen unseren jetzigen und den vorjährigen Versuchen, da wir uns absolut nicht an den Gedanken gewöhnen konnten, dass die nach der Collanschen Methode gefundenen geringen Mengen von Schwefelsäure die nun einmal feststehenden schädlichen Einwirkungen des brennenden Leuchtgases verursachen sollten, während darüber ein Zweifel kaum obwaltet, dass die gasförmige, leicht durch die natürliche Ventilation abführbare Schweflige Säure die Sünderin nicht sein kann.

Wir hielten es deshalb für nothwendig, nicht die Schweflige Säure sondern die gebildete Schwefelsäure direct zu bestimmen und verfuhren hierzu in folgender Weise: Ein grosser etwa 11 Liter fassender Glasballon wurde mit einem dreifach durchbohrten Kork verschlossen. Durch die eine Bohrung ging ein bis auf den Boden reichendes Glasrohr, das unten umgebogen eine Löthrohrspitze trug. Aus ihr wurde das Leuchtgas, nachdem es in einem Gasmesser gemessen war, mit leuchtender Flamme verbrannt. In der zweiten Durchbohrung stak ein ähnliches Glasrohr, durch das die zur Verbrennung nöthige Luft, nachdem sie einen Drehschmidtschen Reinigungthurm und eine kleine mit Wasser gefüllte Waschflasche zur



Druck v. Lütcke & Wulff, Hamburg.

Lith. v. Willm Lange.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Beurtheilung des Luftstroms passirt hatte, zugeführt werden konnte. Die dritte Durchbohrung trug ein weiteres Glasrohr, das mit Hülfe eines Vorstosses mit einem schräg aufwärts gerichteten etwa 1½ Meter langen Liebigschen Kühler verbunden war und daran schlossen sich luftdicht die drei Absorptionsgefässe des Drehschmidtschen Schwefelbestimmungapparates, die in gewöhnlicher Weise mit Kaliumcarbonat und Brom beschickt waren. Die letzte Flasche stand mit einer Wasserstrahlpumpe in Verbindung, so dass durch den ganzen Apparat ein lebhafter Luftstrom geführt werden konnte.

Bei dieser Anordnung des Apparats, wie er durch die nebenstehende Zeichnung versinnbildlicht wird, musste die in der Flamme gebildete Schwefelsäure in dem Ballon zurückbleiben, etwa durch den starken Luftstrom mitgerissene Theilchen aber durch das bei der Verbrennung gebildete und im Kühler condensirte Wasser ebenfalls in den Kolben zurückgeführt werden. Die Schweflige Säure dagegen musste in die Absorptionsgefässe geführt und dort zu Schwefelsäure oxydirt werden. Nach Beendigung der Verbrennung wurde der Kühler mit Wasser ausgespült, das Spülwasser zu dem Balloninhalt gegeben und daraus nach angemessenem Eindampfen die direct gebildete Schwefelsäure mit Chlorbaryum gefällt und gewogen. Ebenso wurde aus den Absorptionsgefässen die aus der Schwefligen Säure stammende Schwefelsäure gefällt und bestimmt. Die Summe beider ergab den Gesammtschwefel. Die erhaltenen Resultate sind neben dem Barometerstand und der Lufttemperatur in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

No. des Versuchs	Verbrannte Gasmenge (reducirt)	Gesammtschwefel in 1000Litern	Zu SO_3 verbrannter Schwefel auf 1000 Liter berechnet		Zu SO_2 verbrannter Schwefel auf 1000 Liter berechnet		Barometerstand	Lufttemperatur
			absol.	in %	absol.	in %		
7	60,93	1,365	0,0839	6,15	1,281	93,85	760,8	20,5
8	63,47	1,273	0,1020	8,01	1,171	91,99	768,0	17
9	100,38	1,224	0,1031	8,43	1,121	91,57	766,75	19
10	55,93	1,331	0,1020	7,66	1,229	92,34	754,0	19
11	61,33	1,351	0,1050	7,77	1,246	92,23	745,0	18

Wir müssen gestehen, dass uns diese Resultate sehr wenig befriedigten; schienen sie doch unsere vorjährigen Behauptungen schlagend zu widerlegen und denen Recht zu geben, die noch immer die Unschädlichkeit des Schwefels im Leuchtgas verfechten.

Ausserdem stand das gefundene Verhältnis zwischen Schwefliger- und Schwefelsäure eher mit den Collanschen Versuchen im Einklang, wich aber erheblich von dem von uns mit dem Collanschen Verfahren erhaltenen Resultat ab. Wir glaubten zunächst den letzten Widerspruch aufklären zu sollen und combinirten dazu das Collansche Verfahren mit dem unseren in

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Weise, dass wir die Absorptionsflaschen nicht mit Kaliumcarbonat und Brom, sondern mit n-Chromsäure beschickten und sowohl aus der Menge der reducirten Chromsäure als auch direct durch Fällen mit Baryumchlorid die gebildete Schweflige Säure bestimmten.

Die Versuche ergaben das folgende Resultat:

No. des Versuchs	Verbrannte Gasmenge	Gesammtschwefel in 1000 Litern	Zu SO_3 verbrannter Schwefel, (Balloninhalt) in 1000 Litern absol.	in %	Zu SO_2 verbrannter Schwefel (gewichtanalytisch bestimmt) in 1000 Litern absol.	in %	Zu SO_2 verbrannter Schwefel (durch Titration bestimmt) in 1000 Litern absol.	in %	Barometerstand	Lufttemperatur
12	46,13	1,371	0,105	7,66	1,266	92,34	1,146	83,59	766	19
13	46,39	1,347	0,107	7,95	1,240	92,05	1,061	78,77	765	19,5
14	46,87	1,340	0,103	7,69	1,237	92,31	1,077	80,37	765	15
15	44,79	1,463	0,098	6,70	1,362	93,30	1,130	77,24	750	20,5

Wie man sieht ergiebt sich ein erheblicher Unterschied zwischen dem durch Titration und gewichtanalytisch bestimmten zu Schwefeldioxyd verbrannten Schwefel, im Maximum (Versuch 15) 16%. Da wir diese Differenz dadurch erklären zu müssen glaubten, dass durch den lebhaften Luftstrom aus dem Kühler ein Theil der Schwefelsäure mitgerissen werde, so schalteten wir zwischen Kühler und Absorptionsflaschen noch eine leere, nur innen mit wenig Wasser benetzte Flasche ein. Thatsächlich konnte in dieser Schwefelsäure nachgewiesen werden, aber bei einem quantitativ angestellten Versuche zeigte sich, dass die Menge der so erhaltenen Schwefelsäure bei weitem nicht zur Deckung der Differenz ausreichte. Wir schalteten daher eine zweite leere Flasche ein und erhielten wiederum eine erhebliche Schwefelsäuremenge, aber wiederum blieb sie hinter der fehlenden Menge zurück. Diese Versuche wiesen darauf hin, dass es nicht ausschliesslich mitgerissene Schwefelsäure sei, die die Differenz bedinge, sondern dass vielmehr die Oxydation der Schwefligen Säure nicht nur in der Flamme, sondern auch nachdem sie die Flamme verlassen, in der Luft weiter fortschreite. Um das zu prüfen, wurden hinter dem Kühler zunächst vier und dann sieben leere je ca. 750 ccm fassende Flaschen eingeschaltet und die darin thatsächlich gefundene Sehwefelsäure quantitativ bestimmt:

No. des Versuchs	Verbrannte Gasmenge	Gesammtschwefel in 1000 Litern	Zu SO_3 verbrannter Schwefel (Balloninhalt) in 1000 Litern abs.	%	Zu SO_2 verbrannter Schwefel (Inhalt der Absorptionsflaschen) in 1000 Litern abs.	%	Zu SO_3 verbrannter Schwefel (Inhalt der eingeschalteten leeren Flaschen) in 1000 Litern: Flasche 1 abs.	%	Flasche 2 abs	%	Flasche 3 abs	%	Flasche 4 abs.	%	Flasche 5 abs.	%	Flasche 6 abs.	%	Flasche 7 abs.	%	Barometerstand
16	93,72	1,337	0,1200	8,98	1,1800	88,25	0,0057	0,42	0,0076	0,57	0,0142	1,06	0,0095	0,71	—	—	—	—	—	—	760
17	93,0	1,333	0,097	7,28	1,1900	89,27	0,0084	0,63	0,0047	0,35	0,0053	0,40	0,0035	0,26	0,0081	0,61	0,0096	0,72	0,0062	0,47	760

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Diese beiden Versuche bestätigen unsere Annahme; sie zeigen aber auch, dass die durch den Luftsauerstoff bewirkte Oxydation der in der Flamme gebildeten Schwefligen Säure zu Schwefelsäure stetig fortschreitet; man beobachtet in den einzelnen Flaschen keine wesentliche Abnahme und man kann mit Sicherheit annehmen, dass diese Oxydation so lange andauern wird, als noch Schweflige Säure und der zur Oxydation nöthige Sauerstoff und Wasserdampf vorhanden d. h. da an letzterem kein Mangel, bis die gesammte Schweflige in Schwefelsäure verwandelt sein wird.

Ueberblickt man in den Versuchen 7—17 noch einmal die gefundenen Zahlen, die die Menge der bereits in der Flamme und im grossen Glasballon gebildeten Schwefelsäure in Procenten auf den Schwefelgehalt des Leuchtgases berechnet angeben, so findet man in ihnen eine auffallende Uebereinstimmung, die meisten fallen fast genau mit dem Durchschnitt 7,66 % zusammen; aber es sind auch zwei Versuche dabei No. 7 und No. 16, die sich beträchtlich davon entfernen, der eine um 1,51 % nach unten, der andere um 1,32 % nach oben.

Die Ursachen dieser Abweichungen aufzuklären war von besonderem Interesse, um einen tieferen Einblick in den Mechanismus der Reaction der Schwefelsäurebildung zu gewinnen.

Wir dachten anfangs an einen Einfluss des Luftdrucks und der Lufttemperatur, aber ein Blick auf unsere Tabellen genügt, um sofort die Haltlosigkeit einer derartigen Annahme zu beweisen. Dagegen erinnerten wir uns, dass bei dem Versuch No. 7 die Pumpe, mit der die Verbrennungluft eingesaugt wurde, mangelhaft functionirt hatte, die Flamme war lang und fahl geworden offenbar wegen Mangel an Sauerstoff, im Versuch 16 war dagegen die Flamme absichtlich klein gehalten worden und daher stets ein Ueberschuss von Luft vorhanden. Diese Beobachtungen lieferten nun thatsächlich den Schlüssel für die Erklärung der Schwankungen in den Mengen der gebildeten Schwefelsäure, sie mussten offenbar abhängig sein von dem Verhältnis des Schwefels zur Verbrennungluft.

Diese Schlussfolgerung wurde durch die folgenden Versuche auf ihre Richtigkeit geprüft. Durch Zuführung von Sauerstoff zur Verbrennungluft und schliesslich durch Anwendung von reinem Sauerstoff wurde das Verhältnis von Schwefel zu Sauerstoff zu Gunsten des Letzteren und durch künstliche Vermehrung des Schwefelgehaltes des Leuchtgases das Verhältnis zu Gunsten des Schwefels absichtlich verändert. Im ersten Fall wurde der Luft reiner Sauerstoff aus einem Gasometer zugeführt, im zweiten Fall das zu verbrennende Leuchtgas, nachdem es die Gasuhr passirt, durch eine mit etwa 50 ccm Wasser gefüllte Waschflasche geleitet, auf deren Boden sich eine genau gewogene Menge Schwefelkohlenstoff befand. Durch vorsichtiges Anwärmen des Wassers gelang es leicht den Schwefelkohlenstoff ganz allmälig und gleichmässig dem Leuchtgase beizumengen und so seinen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Schwefelgehalt in bekannter Weise zu erhöhen. Die Versuche unter Erhöhung des Schwefelgehalts des Leuchtgases ergaben, wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist, eine stetige Abnahme der bei der Verbrennung sich bildenden Schwefelsäure:

No. des Versuchs	Verbrannte Gasmenge	Gesammtschwefel in 1000 Litern	Zugesetzter Schwefelkohlenstoff absol.	Zugesetzter Schwefelkohlenstoff in 1000 Lit.	Dadurch Erhöhung des Gesammtschwefels in 1000 Litern auf	Zu SO_3 verbrannter Schwefel auf 1000 Liter absol.	Zu SO_3 verbrannter Schwefel auf 1000 Liter in %	Zu SO^2 verbrannter Schwefel auf 1000 Liter absol.	Zu SO^2 verbrannter Schwefel auf 1000 Liter in %
17	62,5	1,30	0,0556	0,906	2,06	0,137	6,66	1,926	93,34
18	53,02	1,30	0,1543	2,910	3,75	0,207	5,52	3,545	94,48
19	61,41	1,30	0,2604	4,240	4,87	0,218	4,47	4,654	95,53

Umgekehrt ergab eine Erhöhung des Sauerstoffs in der Verbrennungluft, wobei die Flamme in den Versuchen 20 und 21 heller und glänzend leuchtend, im Versuch 22 aber rein blau wurde, eine stetige Zunahme der bei der Verbrennung sich bildenden Schwefelsäure:

No. des Versuchs	Verbrannte Gasmenge	Gesammtschwefel in 1000 Litern	Gehalt der Verbrennungluft an Sauerstoff etwa	Zu SO_3 verbrannter Schwefel in 1000 Litern absol.	Zu SO_3 verbrannter Schwefel in 1000 Litern in %	Zu SO^2 verbrannter Schwefel in 1000 Litern absol.	Zu SO^2 verbrannter Schwefel in 1000 Litern in %
20	57,46	1,490	36 %	0,160	10,73	1,330	88,27
21	58,09	1,381	50 „	0,251	18,20	1,130	81,90
22	33,96	1,386	100 „	0,519	37,45	0,867	62,55

Durch die im Vorstehenden geschilderten Versuche scheint uns die Frage, ob Schweflige- oder Schwefelsäure das Verbrennungproduct des im Leuchtgase enthaltenen Schwefels sei, vollständig und endgültig gelöst zu sein.

Die Menge von Schwefelsäure, die in der Flamme selbst gebildet wird, ist verhältnismässig gering, sie wird in der nicht leuchtenden Flamme erheblicher sein als in der leuchtenden, aber wohl kaum je die Menge übersteigen, die beim Verbrennen von Gas unter einer Platinschaale direct gefunden wird, nämlich im günstigsten Fälle etwa 6 %. Wenn wir bei unsern Versuchen im Glasballon eine etwas höhere Menge finden, nämlich im Durchschnitt 7,66 %, so ist in Betracht zu ziehen, dass die gleichzeitig gebildete Schweflige Säure, ehe sie in die Absorptionsgefässe gesaugt wird, mit Sauerstoff und Wasserdampf im Ueberschuss innig gemischt ist und dadurch schon weitere Oxydation erleidet. Diese weitere, stetig verlaufende Oxydation, die hauptsächlich durch den gewaltigen Luftüberschuss gegenüber dem vorhandenen Schwefeldioxyd bedingt ist, hat nichts auffallendes und sie würde gewiss schon lange zur Erklärung der Schwefelsäurebildung herangezogen worden sein,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wenn Berthollets Lehren über den Einfluss der Mengenverhältnisse der reagirenden Körper bei chemischen Reactionen schon früher bei den Chemikern Anerkennung und Beachtung gefunden hätten.

Selbstverständlich liegen nun die Verhältnisse für die Bildung der Schwefelsäure in einer frei in der Luft brennenden Flamme noch weit günstiger, als in unseren Versuchen. Hier wird in dem geschlossenen Raum ein grosser Theil des Sauerstoffs für die Verbrennung des Leuchtgases verbraucht und an Stelle des Sauerstoffs tritt die Kohlensäure, in der frei brennenden Flamme dagegen zerstreuen sich alsbald die Verbrennungproducte in die umgebende Luft und kommen hier mit immer neuen Mengen freien Sauerstoffs in Berührung, so dass die Bedingungen für die Oxydation des Schwefeldioxyds zu Schwefelsäure immer günstiger werden; man kann mit voller Bestimmtheit behaupten, dass diese Oxydation weit eher beendet sein wird, ehe die Schweflige Säure durch die natürliche Ventilation abgeführt sein kann. Die gebildete Schwefelsäure wird in den geschlossenen Räumen so gut wie vollständig zurückbleiben und die bekannten Wirkungen ausüben. Dass diese Wirkungen nicht am stärksten in der unmittelbaren Nähe der Flamme eintreten, wie es sein müsste, wenn die Bildung der Schwefelsäure schon hier vollständig vor sich ginge, wie wir früher annahmen, findet in den geschilderten Versuchen willkommene Erklärung.

Selbstverständlich müssen unsere früheren Schlussfolgerungen in mancher Beziehung modificirt werden, aber das Hauptergebnis, nämlich die Schädlicheit eines hohen Schwefelgehalts im Leuchtgase, bleibt bestehen und von Neuem ist der Nachweis geführt worden, wie nothwendig es sein und bleiben wird, für die Herstellung eines schwefelfreien Gases nach Möglichkeit Sorge zu tragen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: 12

Autor(en)/Author(s): Dennstedt M., Ahrens Christian

Artikel/Article: Wie ist das Verhältnis der Schwefligen zur Schwefelsäure in den Verbrennungproducten des Leuchtgases? 135-145