

zuerst von W i n d a u s aufgestellten Formeln zufolge auch die Stammsubstanz des Cholesterins und der Gallensäuren bilden könnte.

Auch an Stickstoff gebundene Alkylgruppen scheinen durchaus befähigt zu sein, bei Gegenwart entsprechender Katalysatoren unter Wasser- oder Wasserstoffabspaltung mit hydrierten Ringsystemen intramolekular derart in Reaktion zu treten, daß neue, stickstoffhaltige Ringe gebildet werden und die Synthese auch heterocyclischer Hydroderivate in der beschriebenen Weise ermöglicht wird. Auch hier erfolgt nach den bisher vorliegenden Beobachtungen der Ringschluß fast ebenso leicht, wie bei der Bildung der vorbesprochenen carbocyclischen Verbindungen. Es drängt sich deshalb die Frage auf, ob nicht auch beim Aufbau der natürlich vorkommenden, hochmolekularen, alicyclischen Substanzen, der Polyterpene, Harzsäuren, Gallensäuren usw. erst durch intramolekulare Ringbildung zwischen den untereinander bereits einmal verketteten Grundsubstanzen die oft komplizierten, polycyclischen Ringsysteme erst entstehen, die uns im Kohlenstoffskelletts des Gesamt moleküls als in erster Linie wesentlich entgegentreten. Für die Synthese solcher Verbindungen dürfte es auf Grund dieser Beobachtungen jedenfalls nicht immer von Vorteil sein, die hier vornehmlich betonten, dieser Anschauung zufolge aber erst sekundär gebildeten Skelettsubstanzen als Ausgangsmaterial zu verwenden, und besonders beim Aufbau gewisser Pflanzenalkaloide, wie beispielsweise der Morphingruppe, deren Molekül alicyclische Ringsysteme enthält, wird man überlegen müssen, ob sich nicht durch intramolekulare Ringschlüsse der geschilderten Art neue Wege der Synthese finden lassen.

Auch für die Aufklärung des molekularen Aufbaues der im Urteer enthaltenen Verbindungen und vor allem auch für die Identifizierung der durch Extraktion aus der Kohle gewonnenen Kohlenwasserstoffe kann die eingangs geschilderte Synthese wertvolle Dienste leisten, nachdem es sich gezeigt hat, daß einige der von H o f m a n n unlängst durch Pyridinextraktion aus der oberschlesischen Kohle erhaltenen „Neutralöle“ mit analog zusammengesetzten polycyclischen Kohlenwasserstoffen der hier besprochenen Art weitgehend übereinzustimmen scheinen. Inwieweit diese vorläufigen Feststellungen auch Rückschlüsse auf den Charakter der sauerstoffhaltigen Bestandteile des Urteers oder der Kohle zulassen, muß allerdings der weiteren Forschung vorbehalten bleiben. Es mag jedoch erwähnt werden, daß es, den schon oben stillschweigend gemachten Voraussetzungen entsprechend, auch durchaus gelingt, mehrwertige Phenole, wie Resorcin und Phloroglucin mit ein- oder mehrwertigen Cyclohexanolen zu verketten und die so gewonnenen Reaktionsprodukte in den vorstehenden Ausführungen analoger Weise in hochmolekulare Phenole oder polycyclische Alkohole, Ketone und Äther zu verwandeln, die nach ihren Siedegrenzen sehr wohl in den genannten Produkten erwartet werden dürfen. In erster Linie wird man deshalb auch bei der Analyse der in Betracht kommenden Urteerdestillate und Kohleextrakte auf partiell oder perhydrierte Fluoren-, Phenanthren- und Furanabkömmlinge achten müssen, deren einzelne im Benzolextrakt der Steinkohle (Hexahydrofluoren) oder im Torf fossiler Fichten (Perhydrören) vor langen Jahren schon tatsächlich aufgefunden wurden und die durch Dehydrierung leicht identifiziert werden könnten.

Endlich scheint es dann, als ob diese Beobachtungen auch das Rätsel des Ligninskelettes einer Lösung näherzubringen berufen sind; denn beispielsweise besitzt der durch die Formel III gekennzeichnete Kohlenwasserstoff  $C_{18}H_{30}$  große Ähnlichkeit mit einem derjenigen Kohlenwasserstoffen, die Willstätter und Kalb unlängst durch Behandlung der von ihnen aus dem Holz isolierten Ligninsubstanz mit Phosphor und Jodwasserstoff erhalten haben. Da nun die Bildung des genannten Kohlenstoffgerüstes sehr wohl durch die Abspaltung von 6 Molen Wasser aus 3 Molen des noch hydratisierten Oxymethylfurfurols gedacht werden kann, so ist hier vielleicht der Punkt gegeben, an welchem die Synthese in diejenigen Arbeiten eingreifen darf, die bisher die Bausteine der Ligninkörper durch Abbau freizulegen suchten. Ich behalte mir vor, das diese Anschauung begründende Material demnächst gemeinsam mit meinen Mitarbeitern an anderer Stelle vorzulegen.

[A. 236.]

## Kohlendioxyd- und Schwefeldioxydgehalt der Berliner Luft.

Mitteilung aus dem Telegraphentechnischen Reichsam.

Von Dr. OTTO HAEHNEL, Vorstand des chem. Laboratoriums im T. R. A.

(Eingeg. 2.7. 1922.)

Die im Jahre 1841 zum ersten Male von D u m a s und B o u s s i n g a u t ausgeführte und später von anderen Chemikern des älteren wiederholte Analyse der atmosphärischen Luft wurde stets mit sorgfältig gereinigter und getrockneter Luft vorgenommen. Diese Versuche führten zu dem bekannten Ergebnis, daß die Luft an allen Punkten der Erde und zu jeder Tages- und Jahreszeit stets die gleiche Zusammensetzung hat, nämlich

20,81 Vol.-% Sauerstoff,

78,25 Vol.-% Stickstoff,

0,94 Vol.-% Argon (Rohargon).

Angeregt durch die von den Physiologen und Balneologen gemachte Beobachtung, daß Seeluft eine andere spezifische Wirkung auf den menschlichen Organismus ausübt als Waldluft, und diese wieder

den Körper etwas anders beeinflußt als Landluft usw., untersuchte man in späterer Zeit die Luft auf die in ihr enthaltenen gasförmigen Beimengungen. Diese verunreinigenden Gase kommen nun aber nur in so geringer Menge vor, daß sie sich bei Anwendung der zurzeit üblichen Methoden der quantitativen Bestimmung meist entziehen. Es liegt daher noch keine befriedigende Antwort auf die Frage vor, welcher Zusammenhang zwischen den Beimengungen einer bestimmten Luftart und der spezifischen Wirkung dieser Luft auf den menschlichen Organismus besteht. Die einzige Beimengung, über deren Menge wir gut unterrichtet sind, ist das Kohlendioxyd. Der Gehalt der Luft an diesem Gase schwankt normalerweise zwischen 0,03 und 0,04 Vol.-%. Die anderen Beimengungen dagegen, wie Ammoniak, salpetrige Säure und Wasserstoffperoxyd sind nur hin und wieder nachzuweisen und quantitativ bisher noch nicht einwandfrei bestimmt worden.

Gewisse, an Baumaterialien und metallenen Gegenständen innerhalb der Großstädte und der Industriezentren beobachtete Zerstörungserscheinungen, welche nur der Einwirkung der betreffenden Luft zugeschrieben werden können, ließen es nun für angezeigt erscheinen, einmal die Großstadtluft auf die in ihr enthaltenen Verunreinigungen nach einer neuen Methode zu untersuchen.

Der Dombaumeister von Köln, Geh.-Rat H e r t e l<sup>1)</sup>, hat im Verlaufe eines sich über mehrere Jahre erstreckenden Spezialstudiums einwandfrei festgestellt, daß in den Großstädten und Industriorten die zum Bau der Kirchen und größeren Bauwerke verwendeten Steinarten (Sandstein) sehr unter abnormalen Verwitterungserscheinungen leiden. Besonders eingehend sind diese Zerstörungen am Kölner Dom untersucht worden. Steine, die von den Fachgelehrten für durchaus wetterfest gehalten worden sind, zeigten bereits 20—25 Jahre nach dem Einbau jene eigenartigen Zerstörungserscheinungen. In 145 Fällen, die sich auf das ganze Deutsche Reich und mehrere außerdeutsche Länder beziehen, wurden 141 mal dieselben abnormalen Verwitterungserscheinungen beobachtet wie am Kölner Dom. In alle Fällen war ein Stein verwendet worden, der als erstklassig anzusprechen ist.

Daß die kurze Lebensdauer des verwendeten Steines nicht etwa auf eine Substanz zurückzuführen ist, welche sich von Anfang an in dem Stein befunden hat, sondern auf die Luft, zeigen die folgenden Feststellungen. Aus ein und demselben Steinbruch, der seinerzeit Material für den Kölner Dom geliefert hat, sind auch zu gleicher Zeit, und zwar vor etwas mehr als 60 Jahren, die Bausteine für ein Königschloß entnommen worden. Der Dom liegt in einer Großstadt, das Königsschloß dagegen in waldiger Berglandschaft. Das Material am Kölner Dom ist stark verwittert und zum Teil bis zum Verfall und Absturz zerstört, während an dem Königsschloß, selbst an denjenigen Bauteilen, welche erfahrungsgemäß von der Verwitterung zuerst befallen werden, auch nicht einmal eine Spur von Verwitterung gefunden werden konnte. Einen weiteren Beweis dafür, daß das Baumaterial an den von reiner Luft erfüllten Orten viel länger hält als in der Großstadt oder in einer Industriegegend, liefert die von H e r t e l<sup>1)</sup> mitgeteilte Tatsache, daß an Bauwerken aus dem 11. und 12. Jahrhundert, die zwar nicht in reiner Bergluft, aber doch in einer von außergewöhnlichem Rauch freien Kleinstadtluft stehen, die zum Teil fein gegliederten und überaus reich verzierten Bausteine selbst nach 600—900 Jahre altem Einbau keine stärkere Verwitterung erkennen lassen.

Durch diese Feststellung ist erwiesen, daß natürliche Bausteine in reiner Luft eine überaus lange Lebensdauer haben, dagegen schon in verhältnismäßig kurzer Zeit verwittern und zum Teil bis zum völligen Verfall zerstört werden, wenn sie der Großstadtluft ausgesetzt sind.

In den Bausteinen des Kölner Domes ist, soweit es sich um Steine handelt, an denen Zeichen der Verwitterung wahrzunehmen waren, Schwefelsäure nachgewiesen worden, zum Teil sogar in ganz ungewöhnlich großer Menge; dagegen konnte in keinem einzigen Muster des in großer Anzahl aus dem betreffenden Steinbruche entnommenen frischen Gesteines auch nur eine Spur dieser Säure gefunden werden, desgleichen auch keine Verbindung, welche zur Bildung von Schwefelsäure hätte Anlaß geben können. Die zerstörende Substanz entstammt also lediglich der Großstadtluft.

Ganz ähnlich wie mit den Bausteinen verhält es sich mit den Metallen. Auch diese unterliegen innerhalb der Großstädte und der Industriegegenden einem ungewöhnlich schnellen Verfall. Wie H e r t e l<sup>1)</sup> berichtet, mußte in den Jahren 1904/05 die mehrere hundert laufende Meter betragende Abdeckung der Wasserschläge der Gesimse am Kölner Dom beseitigt werden, weil das Zink vollständig brüchig und von zahllosen kleinen Löchern durchsetzt war, so daß das Wasser wie durch ein Sieb hindurchlief. Der Zeitpunkt des Einbaues des Zinkmaterials ließ sich zwar nicht genau ermitteln, ist aber auf die Zeit 1875—1885 anzusetzen. Die Lebensdauer des Zinks betrug also 20—30 Jahre. Die im Jahre 1885 ausgeführte Zinkdachdeckung auf den Nebengebäuden des Domes mußte 1909/10, also nach rund 25jähriger Lebensdauer durch eine Bleideckung ersetzt werden, weil sie in derselben Weise zerstört war wie die Abdeckung der Wasserschläge. Ganz ähnliche Zerstörungserscheinungen sind an vielen anderen Zinkbauteilen, die am Kölner Dom verwandt worden sind, wahrgenommen worden.

<sup>1)</sup> Unveröffentl. Mitteilungen des Geh.-R. Hertel.

Zahlreiche Fälle vorzeitigen Schadhaftwerdens von Zink-Dachrinnen innerhalb größerer Städte, wie Berlin, Aachen, Leipzig, Erfurt und Düsseldorf, sind der Reichspost- und Telegraphenverwaltung bekanntgeworden. Die Dachrinnen, die in allen Fällen aus einem 0,6 mm starken Zinkblech bestanden, waren durchschnittlich 25–30 Jahre nach dem Einbau unbrauchbar geworden. Ähnlich wie in dem aus Köln näher beschriebenen Fall wiesen sie an ihren tiefgelegenen Stellen zahlreiche, bis zu 3 mm im Durchmesser messende Löcher auf. Bei der chemischen Untersuchung wurde, besonders nahe bei den zerfressenen Stellen Schwefelzink, basisch-schwefelsaures Zink und etwas Zinkcarbonat nachgewiesen.

Im Gegensatz zu diesen Beispielen für die geringe Lebensdauer des Zinks innerhalb der größeren Städte steht die Dauerhaftigkeit in reiner Luft, wie sie auf dem Lande und in kleineren Städten anzutreffen ist. Hertel berichtet, daß bei dem Erweiterungsbau einer Kleinstadt Kirche, die etwa 25 Jahre vorher angebrachten Rinnen und Abfallrohre wieder verwendet werden konnten, da das Material noch durchaus einwandfrei war.

Das bis jetzt vorliegende Beobachtungsmaterial über die Haltbarkeit des Bleies und Kupfers ist noch nicht so reichhaltig wie das sich auf das Zink beziehende. Am Kölner Dom ist das Blei und das Kupfer mit einem deckenden Ölfarbenanstrich versehen, so daß es dem Angriff der Atmosphärlinien nicht direkt ausgesetzt ist. Es hat sich daher bis jetzt gut gehalten. An den Freileitungen der Reichspost- und Telegraphenverwaltung aber ist festgestellt worden, daß auch das Kupfer in den Großstädten ziemlich stark leidet. Im November 1921 riß in der Nähe des Hotels Kaiserhof in Berlin einer der kupfernen Fernsprechdrähte des aus 30 Doppel-Leitungen bestehenden Linienzuges. Wie die nähere Betrachtung ergab, war der ursprünglich 3 mm starke Kupferdraht über eine große Ausdehnung stark zerfressen. Der Draht zeigte eine tief zerklüftete Oberfläche von schwarz-grünem Aussehen. Die Freßstellen gingen so tief, daß der ursprünglich 7 qmm im Querschnitt messende Kupferdraht durchschnittlich nur noch 2 qmm Querschnitt aufwies. Von den übrigen, nicht gerissenen Leitungsdrähten zeigten etwa 15 die gleiche Beschaffenheit, allerdings nicht alle in ebendemselben Maße. Die schadhaft gewordenen Drähte sind im Jahre 1900 verlegt worden, während die noch als gut und brauchbar anzusehenden übrigen Drähte 9 Jahre später, d. h. also im Jahre 1909 verlegt worden sind.

Bei der chemischen Untersuchung des Drahtes wurde das Vorhandensein einer größeren Menge Schwefelkupfers und einer kleineren Menge schwefelsauren Kupfers in der Verwitterungskruste festgestellt. Da sich ein Schornstein nicht in unmittelbarer Nähe befand, muß auch im vorliegenden Falle die zersetzbare Wirkung der normalen Großstadtluft zugeschrieben werden.

Nach diesen Ausführungen ist es als erwiesen anzusehen, daß Bausteine sowohl wie Metalle in der Großstadt einem besonders starken Angriff durch die Atmosphärlinien ausgesetzt sind. Die Reichspost- und Telegraphenverwaltung hat an diesen Feststellungen ein besonderes Interesse, einmal, da gegebenenfalls Maßnahmen ergriffen werden müssen, um die Lebensdauer gewisser Anlagen, z. B. der Leitungszüge usw., durch Belegen mit einem dünnen säurefesten Überzuge zu erhöhen, andererseits, um unberechtigte Ersatzansprüche zurückzuweisen, die von Hausbesitzern an die Verwaltung gestellt werden, weil sie glauben, das vorzeitige Schadhaftwerden ihrer Dachrinnen auf die darüber hinweggehenden Telegraphen- und Fernsprechdrähte zurückzuführen zu können.

Überblickt man von einem erhöhten Punkt innerhalb einer Großstadt das weit ausgebreite Häusermeer, so erkennt man an windstillen Tagen und bei trockenem Wetter deutlich eine die niederen Regionen erfüllende Dunstschicht. Von den zahllosen in der Luft befindlichen Staubteilchen abgesehen, besteht dieser Dunst aus Gasen, welche den Feuerungsanlagen entstammen, von Menschen und Tieren ausgeatmet bzw. abgegeben werden, sowie aus gasförmigen Zersetzungsprodukten, welche bei der Fäulnis, Verwesung u. a. m. (Abwasser) entstehen.

Um Aufschluß über die Menge der der Großstadtluft beigemischten Verunreinigungen zu erhalten, sind nun auf dem 20 m über dem Straßenniveau liegenden Dach des Hauses Königgrätzer Straße 20 in Berlin (nahe dem Potsdamer Platz) an 5 Tagen zu verschiedenen Tageszeiten größere Mengen Probeluft entnommen und geprüft worden.

#### Die Versuchsanordnung war folgende:

Mit Hilfe einer Ölkapselpumpe wurde die Luft durch 4 je 1000 ccm fassende Waschflaschen, in welchen sich 250 ccm konzentrierte Kalilauge befand, hindurchgesogen. Die Luft passierte, ehe sie in die erste Waschflasche eindrang, ein Berkefeld-Filter, wodurch die Befreiung von Staub erreicht wurde. Die von der Kalilauge aufgenommenen Mengen Schwefeldioxyd und Kohlendioxyd wurden gewichtsanalytisch bestimmt, und zwar das Schwefeldioxyd, nachdem das gebildete Kaliumsulfat mit Salpetersäure zu Sulfat oxydiert war, als Schwefelsäure, das Kohlendioxyd als solches im Kaliapparat. An 5 Tagen wurden während einer Gesamtversuchsdauer von 7 Stunden im ganzen 1135,53 l Luft durch Kalilauge hindurchgesogen. Die Einzelheiten der Luftpentnahme zeigt die nachstehende Tabelle:

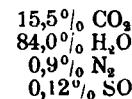
In 100 l Luft wurden an Verunreinigungen ermittelt:

0,003281 g Schwefeldioxyd,  
0,4048 g Kohlendioxyd.

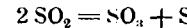
Datum	Barometerstand	Wetter	Versuchsbeginn		Menge der durchgesog. Luft in l	Versuchsdauer
			Beginn	Ende		
24. 3.	740,2	bewölkt, morgens Schnee, westl. Winde	1146	1246	122,10	1 Std.
25. 3.	745,5	bewölkt, südöstl. bis südwesl. Winde	946	1046	146,52	1 Std.
28. 3.	746,9	feiner Sprühregen, südwesl. Winde	1225	1225	151,40	1 Std.
30. 3.	768,6	(morgens Schnee und Regen). Bei der Messung heiter	950	510	244,20	1 Std. 20 Min.
2. 4.	752	heiter	216	356	305,25	1 Std. 40 Min.

Diese Menge entspricht einem Kohlendioxydgehalt von 0,2 Vol.-% und einem Schwefeldioxydgehalt von 0,00112 Vol.-%. Ein Parallelversuch, bei dem 1200 l Luft zur Untersuchung gelangten, ergab übereinstimmende Resultate.

Der Kohlendioxydgehalt ist im Vergleich zu dem bisher als Durchschnittswert allgemein anerkannten (0,03–0,04 Vol.-%) ungewöhnlich hoch; ebenso überrascht der Schwefeldioxydgehalt, wenn er auch, absolut genommen, nur klein ist, durch seine relative Größe (0,00112 Vol.-%). Es erhebt sich die Frage, ob die Berliner Luft ständig so große Mengen an Kohlendioxyd und an Oxyden des Schwefels enthält, oder ob diese Verunreinigungen nur zeitlich und örtlich in dieser Menge auftreten. Zweifellos wird in nächster Nähe von rauchenden Schornsteinen ein viel größerer Gehalt an schädlichen Gasen nachzuweisen sein, als im vorliegenden Fall gefunden worden ist. Die theoretisch größte Menge, welche nachzuweisen wäre, würde den Rauchgasen entsprechen, deren Zusammensetzung zwar etwas wechselt, deren Beschaffenheit aber durch die nachstehende Analyse eines Rauchgases gekennzeichnet wird.



Während der Entnahme der untersuchten Luft rauchte aber kein Schornstein, und der den Apparaten am nächsten liegende war 8 m weit entfernt. Es liegen hier also keine außergewöhnlichen Verhältnisse vor. Für die Beantwortung der Frage nach der schnellen Verwitterung der Baumaterialien innerhalb der Großstädte und Industrieorte ist es nun aber gar nicht erforderlich zu wissen, ob die Luft dauernd so stark mit Kohlendioxyd und Schwefeldioxyd durchsetzt ist, sondern es genügt, wenn diese Verunreinigungen hin und wieder und nur stellenweise in solcher Stärke auftreten, daß sie zerstörend wirken können. Das letztere ist aber in der Tat der Fall, und zwar ist das in geringerer Menge vorhandene Schwefeldioxyd bei weitem gefährlicher als das quantitativ erheblich stärker hervortretende Kohlendioxyd. Die heftige Wirkung des Schwefeldioxydes erklärt sich dadurch, daß es sehr leicht zu Schwefeltrioxid oder Schwefelsäure umgewandelt wird. So entsteht durch elektrische Entladung sowohl wie durch Einwirkung des Sonnenlichtes aus Schwefeldioxyd Schwefeltrioxid unter gleichzeitiger Abscheidung von Schwefel, entsprechend der Gleichung



Bei Gegenwart von Wasser nimmt Schwefeldioxyd aus der Luft direkt Sauerstoff auf unter Bildung von Schwefelsäure.

Die hier ausgeführte Luftanalyse läßt keinen Schluß darüber zu, wieviel von den durch die Kalilauge aufgenommenen Mengen Oxyden des Schwefels als Schwefeltrioxid oder Schwefelsäure und wieviel als Schwefeldioxyd in der Luft vorhanden waren. Die leichte Oxydierbarkeit des Schwefeldioxyds läßt es aber als wahrscheinlich annehmen, daß mindestens 1 % des ermittelten Schwefeldioxydgehaltes sich als Schwefeltrioxid in der Luft befanden. Wenn auch die vollkommen trockenen Gase keine aggressive Wirkung auf Metalle usw. ausüben, so findet sich doch immer die zur Bildung wässriger Schwefelsäure, schwefeliger Säure und Kohlensäure erforderliche Menge Feuchtigkeit in der Luft. Die stärkste zerstörende Wirkung wird aber nicht, wie man geneigt ist anzunehmen, bei Regenwetter zu verzeichnen sein, sondern während der Zeit der Nebel und Taubildung. Bei Regenwetter ist die Verdünnung der gebildeten Säuren eine viel zu große, als daß sie noch wirksam sein könnten. Bei Nebel- und Tauwetter dagegen überziehen sich die Bausteine und Metalle mit einem dünnen Feuchtigkeitshäutchen, welches die schädlichen Gase stark absorbiert, so daß es zur Bildung verhältnismäßig konzentrierter Säuren kommt. Über die Konzentration dieser Säuren lassen sich zurzeit keine zahlenmäßigen Angaben machen, aber die Löslichkeit der

in Frage kommenden Gase in Wasser läßt einen Schluß darüber zu. Je größer die Aufnahmefähigkeit des Wassers für ein Gas ist, desto begieriger und schneller wird das Gas absorbiert. Die nachstehende, von Bunsen und Carius aufgestellte Tabelle<sup>2)</sup> gibt die Löslichkeiten der in Frage kommenden Gase an.

	Löslichkeit im Wasser bei 760 mm				
	0°	5°	10°	15°	20°
Ammoniak . .	1049,6	941,9	812,8	727,2	654,0
Schwefeldioxyd .	79,789	69,828	56,647	47,276	39,374
Kohlendioxyd . .	1,7987	1,5126	1,1847	1,0020	0,9014
Luft . . . . .	0,02475	0,02237	0,01953	0,01795	0,01704

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß Schwefeldioxyd rund 3000 mal, Kohlendioxyd rund 100 mal leichter in Wasser löslich ist als Luft.

Aus einer mit einem geringen Gehalt an Schwefeldioxyd und einem größeren Gehalt an Kohlendioxyd verunreinigten Luft wird also ein Wassertropfen zuerst, und zwar begierig, die schweflige Säure aufsaugen. Um zahlenmäßige Angaben über die Schnelligkeit, mit der aus einer SO<sub>2</sub>-erfüllten Luft das verunreinigte Gas durch Wasser aufgenommen wird, zu erhalten, ist folgender Versuch gemacht worden. In einem 18 cbm fassenden Raum wurde mit einem „Hya“-Apparat Schwefeldioxyd erzeugt. Als die Luft in dem Zimmer 2,0 Vol.-% Schwefeldioxyd (5 Gewichts-%) aufwies, wurde ein mit Wasser angefülltes Uhrglas 10 Minuten lang in den Raum hineingesetzt. Die Menge des Wassers betrug 50 ccm und seine Oberfläche auf dem Uhrglase 78,53 qcm. Nach 10 Minuten wurde das Wasser durch Titrieren mit  $\frac{n}{10}$  Jodlösung auf seinen SO<sub>2</sub>-Gehalt untersucht. Es

stellte sich heraus, daß aus dem Wasser eine 0,0512%ige d. h.  $\frac{n}{100}$  schweflige Säure geworden war. In der Säure konnte auch das Vorhandensein geringer Mengen Schwefelsäure nachgewiesen werden.

Um über die Stärke der Einwirkung der schwefligen Säure auf sonst verhältnismäßig schwer angreifbare Metalle unterrichtet zu sein, wurde in eine  $\frac{n}{15}$  H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>-Lösung (0,547 Gew.-%) ein 1,4239 g schwerer Kupferdraht hineingelegt und nach 5 Tagen die von der schwefligen Säure aufgelöste Menge Kupfer bestimmt. Von dem Draht hatten sich 0,3 Gew.-% zu schwefelsaurem Kupfer gelöst. Dieses Ergebnis ist überraschend. Es war nicht angenommen worden, daß eine  $\frac{n}{15}$  Säure in so kurzer Zeit so große Mengen Kupfer auflösen würde, sonst wäre der Versuch mit einer  $\frac{n}{100}$  H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>-Lösung angestellt worden, die den Verhältnissen in der Natur besser entspricht.

Angesichts des hohen, in der Berliner Luft festgestellten Schwefeldioxyd- und Kohlenoxydgehaltes erscheint es nicht unangebracht, einmal eine Rechnung anzustellen über die Mengen Kohlendioxyd und Schwefeldioxyd, welche durch die Verbrennung von Holz und Kohle sowie durch die Atmung u. a. m. täglich in die Atmosphäre gelangen. Wenn eine solche Rechnung auch nur einen bedingten Wert hat, so ist sie dennoch interessant, weil sie den hohen prozentualen Gehalt an den erwähnten Verunreinigungen erklärt macht.

In Groß-Berlin, das eine Fläche von 87 382,99 ha bedeckt (8. Oktober 1919), wohnen 3 803 770 Einwohner, von welchen 47 547 Pferde, 17 643 Rinder, 6777 Schafe, 27 723 Schweine und 47 510 Ziegen gehalten werden (Tierzählung von 1921). Die von einem Menschen im Laufe von 24 Stunden abgegebene Menge Kohlendioxyd schwankt nun allerdings zwischen sehr weiten Grenzen, so daß sie kaum als Unterlage einer Rechnung dienen kann. Ein nicht arbeitender Mensch gibt bei einem mittleren Körpergewicht von 70 kg in 24 Stunden 427 l Kohlendioxyd ab<sup>3)</sup>, bei starker Arbeit kann die Menge auf das Fünffache steigen, bei vollständiger körperlicher Ruhe dagegen auf die Hälfte sinken, kleine Menschen und Kinder atmen eine dementsprechend geringere Menge Kohlendioxyd aus. Ebenso wie mit den Menschen verhält es sich mit den Tieren. Um jedoch zu Schätzungs-werten zu gelangen, sei die Annahme gemacht, daß die von einem Menschen sowohl wie die von einem der erwähnten Haustiere abgegebene Menge Kohlendioxyd im Verlauf von 24 Stunden durchschnittlich 400 l beträgt. Von den 3 803 770 Menschen und den 147 200 Tieren werden dann 1 580 388 000 l CO<sub>2</sub> abgegeben. Diese Menge verteilt sich auf eine Fläche von 87 382,99 ha. Auf einen Hektar kommen also 18 084 l Kohlendioxyd, auf 1 qm mithin 1,8084 l pro 24 Stunden.

Etwas bessere, aber ebenfalls nur zur Schätzung zu gebrauchende Werte erhält man bezüglich der durch die Verbrennung von Kohle, Holz usw. im Laufe von 24 Stunden in die Berliner Luft gelangende Menge Kohlendioxyd und Schwefeldioxyd. Im Jahre 1919 sind in Groß-Berlin 1 206 594 t Steinkohle und 873 642 t Braunkohle sowie 120 923 t Brennholz verbraucht worden<sup>4)</sup>.

<sup>2)</sup> Landolt-Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen.

<sup>3)</sup> Tigerstedt, Lehrbuch der Physiologie des Menschen, I, 418 [1908]

<sup>4)</sup> Unveröffentl. Mitteilg. des Statist. Amtes der Stadt Berlin.

Unter der Annahme eines mittleren Kohlenstoffgehalts im Holz von 45 %, in der Braunkohle von 55 % und in der Steinkohle von 75 % sind im Laufe des Jahres 1919: 54 410 + 480 500 + 904 950 = 1 439 860 t, das sind 733 000 000 000 l Kohlendioxyd in die Atmosphäre Berlins gelangt, dies entspricht im Laufe eines Tages, auf 1 qm berechnet, einer Menge von 2,298 l. Mit der durch die Atmung in die Luft gelangenden Menge zusammen sind dies 4,1064 l auf 1 qm täglich.

Das durch die Verbrennung von 1 206 594 t Steinkohle und 873 642 t Braunkohle in die Atmosphäre gelangende Schwefeldioxyd ist zu veranschlagen auf 0,069391 auf 1 qm und 24 Stunden, denn unter der Annahme, daß die Steinkohle im Mittel 1,2 % Schwefel und die Braunkohle 2 % Schwefel enthalten, werden im Verlaufe eines Jahres in Berlin, d. h. auf einer Fläche von 87 382,99 ha, 28 290 + 34 945,6 t, also 22 138 000 000 l Schwefeldioxyd frei.

Die den Berechnungen zugrunde gelegten Durchschnittswerte, betreffend die Zusammensetzung der Stein- bzw. Braunkohle, stützen sich auf die in nachstehender Tabelle<sup>5)</sup> enthaltenen Analysenergebnisse:

	Westfäl. Anthracit	Ruhrkohle	Saarkohle schieles u. sächs. Kohle	Steinkohl- brikets	Gaskoks	Sächs. Braunkohle	Braunkohle- brikets
Kohlenstoff	85,4	80	75	82	84	40	52
Wasserstoff	3,8	4,7	5	4,2	0,8	3	4,3
Sauerstoff	4,7	6	10	3,7	3,4	11	16
Stickstoff							
Schwefel	1,2	1,5	1	1,2	1,0	2	2
Asche	3,9	6,5	6,5	7,2	9	7	9

Es ist berechnet worden, wieviel Liter Kohlendioxyd und Schwefeldioxyd im Verlauf von 24 Stunden auf 1 qm der Großstadt in die Atmosphäre gelangen. Damit ist aber noch gar kein Anhalt gewonnen über die Konzentration, in der nun diese Gase in der Atmosphäre auftreten müssen, denn wir wissen nicht, wie schnell sich diese Mengen Kohlendioxyd und Schwefeldioxyd in die oberen Luftsichten verflüchtigen. Da das spezifische Gewicht von Kohlendioxyd 1,52 909, das von Schwefeldioxyd 2,2639 ist, während Luft das spezifische Gewicht 1 besitzt, ist allerdings anzunehmen, daß sich die beiden Gase, vorzugsweise das Schwefeldioxyd, ganz besonders bei windstillen Wetter, in den niedrigen Schichten recht lange halten. Nimmt man an, daß die Gase eine Zeitlang wenigstens nicht über 20 m Höhe emporsteigen, so gelangt man bereits zu einem Prozentgehalt, wie er durch die Analyse gefunden worden ist.

Die vorliegende Arbeit bezweckt, die Aufmerksamkeit der beteiligten Kreise auf ein Gebiet zu lenken, welches bisher etwas vernachlässigt worden ist, es betrifft die Wirkung chemischer, in der Natur nur in sehr geringer Menge auftretenden Stoffe auf Materialien, an deren unbegrenzter Haltbarkeit bisher niemand zu zweifeln gewagt hat.

Weitere, dies Gebiet betreffende Erfahrungen sind hier gesammelt worden und werden später der Öffentlichkeit übergeben werden.

An der praktischen Ausführung der Luftanalysen ist der wissenschaftliche Hilfsarbeiter, Herr Jähn, beteiligt. [A. 174.]

## Aus Vereinen und Versammlungen.

### Chemikervereinigung der deutschen Kaliindustrie.

Jahresversammlung in Weimar vom 8.—10. September.

Am Abend des 8. versammelten sich die Teilnehmer mit ihren Angehörigen im „Gesellschaftshaus Erholung“ zur Begrüßung.

Am 9. vormittags  $\frac{1}{4}$  Uhr fand ebenfalls in der „Erholung“ eine kurze Sitzung der Vorstände der drei Untergruppen „Nordhausen-Eisenach“, „Hannover-Braunschweig“ und „Magdeburg-Staßfurt“ statt, an die sich die Hauptversammlung  $\frac{1}{2}$  Uhr unmittelbar anschloß. In dieser wurden folgende Vorträge gehalten:

1. Direktor Dr. Kayser, Wolkramshausen: „Über Ersatzzahlen inkonstanter Lösungen über Kaliumchlorid und Natriumchlorid“.

2. Dr. Keitel, Leopoldshall: „Über Sättigungsverhältnisse von Chlorkalium und Chloratnatrium in Chlormagnesiumlösungen“.

3. Bergwerksdirektor Dr. Krull, Ehmen bei Fallersleben: „Über Lösen auf Endlauge“.

4. Dr. Schillbach, Friedrichsberg: „Über Trennen von Salz und Lauge“.

An die einzelnen Vorträge knüpfte sich eine sehr rege Diskussion. Während dieser Sitzung wurden die Damen durch sachkundige Führung mit den Sehenswürdigkeiten Weimars bekanntgemacht. Das Abendessen wurde gemeinsam im Hotel Fürstenhof eingenommen.

Am Sonntag fand ein gemeinsamer Ausflug nach Bad Berka statt. An der Tagung beteiligten sich 126 Personen, darunter 40 Damen.

<sup>5)</sup> Ztschr. d. V. D. I. 49, 238 [1905].