

Der vom Reichsgericht gegebene Hinweis auf den Ausschuß der Patentierung von Arzneimitteln kann für die Beurteilung des Verfahrens zur Herstellung nicht in Betracht kommen. Es liegt keine Patentierung eines Arzneimittels vor, wenn das Herstellungsverfahren des neuen Stoffes geschützt ist, und für die Erfindungseigenschaft des Herstellungsverfahrens die Eigenartigkeit des erhaltenen Stoffes angeführt wird. Man würde sonst die besonderen Eigenschaften eines Farbstoffes auch nicht als patentbegründend für das Herstellungsverfahren des fraglichen Farbstoffes ansehen können. Auch der Farbstoff als solcher ist vom Patentschutz ausgeschlossen.

Wenn ein Produkt arzneiliche Wirkungen besitzt, so ist dies die Folge des Herstellungsverfahrens, das eben einen Stoff mit den besonderen Eigenschaften geschaffen hat. Die therapeutische Verwendbarkeit ist gleichsam latent, aber sie ist vorhanden. Die Anwesenheit der therapeutisch benutzbaren Eigenschaften des Produktes ist für den technischen Effekt genügend. Die Unrichtigkeit, therapeutische Wirkungen als technischen Effekt auszuschließen, ergibt sich besonders daraus, daß bisweilen die arzneiliche Wirkung gerade auf technischen Eigentümlichkeiten beruht. Der nach dem Verfahren erhaltene Stoff kann beispielsweise durch Säuren besonders leicht zersetzt werden. Durch diese Eigentümlichkeit können die Wirkungen im Organismus erklärt werden. Der Hinweis auf das besondere Verhalten gegen Säuren würde nicht die Patentfähigkeit begründen, weil die Frage aufgeworfen werden müßte, welche Bedeutung diese Eigentümlichkeit hätte. Man müßte also auf die therapeutischen Vorgänge zurückgreifen, obgleich dieselben auf technischen Eigenschaften beruhen. Ganz allgemein sind also die arzneilichen Wirkungen auch bei der rein technischen Beurteilung nicht auszuschließen. Wenn man aber bereits zu einer Unterscheidung kommt, welche Arzneiwirkungen als technische Effekte anzusehen sind und welche nicht, so ergibt sich eine außerordentlich bedenkliche Unsicherheit.

Die Arzneiwirkung eines Produktes muß natürlich ebenso nachgewiesen werden, wie jeder andere technische Effekt. Dies ist aber auch durchaus möglich, wie ja zahlreiche derartige Fälle zeigen. Der Einwand der Unsicherheit des Nachweises würde unberechtigt sein. Die Anerkennung eines technischen Effektes bedeutet niemals die Bewährung des nachgewiesenen Vorteiles bei der praktischen Anwendung. Es liegt kein Grund vor, für die therapeutischen Wirkungen eine Ausnahme zu fordern.

Die vom Patentamt und vom Reichsgerichte vertretene Auffassung ist nur dadurch zu erklären, daß den Verfahren zur Herstellung von Arzneimitteln eine Sonderstellung zuerteilt wird. Dies ist aber unberechtigt. Unter den einzelnen, zum Patentschutz zugelassenen Gegenständen kann eine Unterscheidung nicht stattfinden. Die Gegenstände, welche nach dem Gesetze an und für sich patentiert werden, können und müssen auch vollkommen gleichwertig behandelt werden. Namentlich muß davor gewarnt werden, daß etwa allgemeine humanitäre, hygienische oder soziale Gesichtspunkte bei der Erteilung des Patentschutzes, sowohl für die

Anerkennung wie für die Versagung in Betracht kommen. Es wäre unrichtig, aus dem Ausschluß der Arzneimittel als Stoff von der Patentierung zu dem Schluß zu gelangen, daß etwa auch Verfahren zur Herstellung von Arzneimitteln strenger beurteilt werden sollen als andere Verfahren.

Die Beurteilung der Patentfähigkeit der Erfindungen der Heilmittelindustrie soll nach den gleichen Gesichtspunkten erfolgen wie bei anderen Erfindungen.

Es sind folgende Wünsche auszusprechen:

1. Die einzige zulässige Beschränkung, welcher pharmazeutische Erfindungen hinsichtlich der Patenterteilung unterliegen sollen, darf in dem Ausschluß des Stoffes (Heilmittels, Arzneimittels) bestehen. Dagegen ist es wünschenswert, daß die Verfahren zur Herstellung von Heilmitteln zur Patentierung zugelassen werden.

2. Die für pharmazeutische Erfindungen aufgestellten Beschränkungen sollen nicht über den Wortlaut des Patentgesetzes hinaus ausgelegt werden.

Da Meinungsverschiedenheiten über den Begriff der „Bestimmtheit“ bei Verfahren zur Herstellung von Arzneimitteln entstanden sind, empfiehlt es sich, die Forderung der „Bestimmtheit“ aus dem Patentgesetz zu streichen.

3. Die zur Patentierung zugelassenen pharmazeutischen Erfindungen sollen hinsichtlich der Erfindungseigenschaften nicht anders beurteilt werden als andere Patentgesuche.

4. Therapeutische Eigenschaften des durch das Verfahren erhaltenen neuen Produktes sollen als technische Effekte, welche die Patentierung begründen können, angesehen werden. [A. 181.]

### Leuchtgas in chemischer, hygienischer und wirtschaftlicher Beziehung.

Vortrag, gehalten vor dem Oberschlesischen Bezirksverein des Vereins deutscher Chemiker am 27./4. 1912.

Von Dr. Ad. SAMTLEBEN, Kattowitz (Ob.-Schles.)

(Eingeg. d. 8./5. 1912.)

Ein besonderes Merkmal chemischer Vorgänge ist es, daß ihr Verlauf sich meist der Wahrnehmung durch die Sinne entzieht, in der Natur sowohl wie in der Werkstatt des Menschen. Die synthetische Arbeit der Pflanze, die unter dem Einfluß des Sonnenlichtes aus der Kohlensäure der Luft komplizierte chemische Gebilde aufbaut, vollzieht sich, ohne daß wir sie mit unseren Augen verfolgen können. Ähnlich verhält es sich mit der Tätigkeit des Chemikers im Laboratorium oder im Betriebe. Wenn der Nichtfachmann eine beliebige chemische Fabrik durchwandert, so sieht er Roh- und Hilfsprodukte in den Apparaten verschwinden und Zwischen- und Endprodukte daraus hervorgehen; er sucht aber vergeblich zu beobachten, was mit den Stoffen vor sich geht, müht sich erfolglos, kausale Zusammenhänge zwischen Roh- und Feinprodukt zu finden. Dieses Merkmal hat von jeher die Chemie mit dem Nimbus des Geheimnisvollen umwunden und ihr einst den Namen die „schwarze Kunst“ eingetragen.

Wenn diese Tatsache charakteristisch für das Wesen der Arbeitsvorgänge in der chemischen Industrie ist, so darf sich die Gasfabrikation als ihr zugehörig betrachten, denn auch in ihren Werkstätten spielen sich Vorgänge verwickelter Natur ab, ohne daß sie vom menschlichen Auge wahrgenommen oder verfolgt werden können. Sie darf sich aber auch deshalb als ein Glied der chemischen Industrie ansehen, weil ihre Aufgabe darin besteht, einen natürlichen Rohstoff in edlere Formen zu verwandeln. Denn was ist es anderes, als ein Veredelungsprozeß, wenn der Gastechniker die mit Rauch und Ruß verbrennende Kohle in zwei Heizmittel zerlegt, die ohne diese Begleiterscheinungen sich mit Sauerstoff verbinden, nämlich: in Gas und Koks; Der eine ein luftförmiger Körper mit der Eigenschaft, restlos zu verbrennen, der andere ein fester Stoff, befähigt, unter intensiver Wärmeentwicklung vollkommen in Kohlensäure überzugehen.

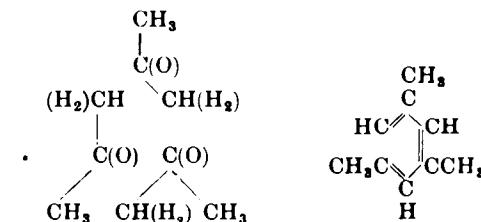
Aber neben dem Wesen und den Aufgaben ihrer Arbeit ist es ein dritter Gesichtspunkt, der die Gastechnik als zur chemischen Industrie gehörig erscheinen läßt. Ich meine ihre Bedeutung als Lieferantin wichtiger Rohstoffe. Sie erzeugt den Teer, jenes interessante Gemisch von Substanzen, welche die Grundlage für die Industrie der Anilinfarben und pharmazeutischen Präparate bilden, sie bringt das in der organischen wie anorganischen Großindustrie gleichgeschätzte Ammoniak auf den Markt und liefert Cyankalium für die Goldextraktion. Wie bedeutend Wert und Menge dieser Stoffe sind, werden wir noch sehen.

Gleich der deutschen chemischen Industrie ist die Gastechnik ein Kind des 19. Jahrhunderts. Sie kann in diesem Jahre ihre Säkularfeier begehen, denn 1812 hat Prof. Lamadius in Freiberg als erster Deutscher sein Haus und seine Arbeitsräume mit Gas beleuchtet. Aus kleinen Anfängen heraus hat sich unsere Industrie zu solcher Blüte entfaltet, daß sie heute zu einem der mächtigsten Faktoren unseres Wirtschaftslebens gezählt werden muß. Neben allgemein günstigen Bedingungen ist es ihrer Entwicklung vor allem zugute gekommen, daß wir in unserem Vaterlande über ausgiebige Mengen geeigneter Kohle verfügen. Sowohl in Schlesien und Sachsen, als auch in Rheinland-Westfalen und dem Saargebiet wird gute Gaskohle in unbeschränkter Menge gewonnen. Und wir könnten vollkommen unabhängig von ausländischer Einfuhr sein, wenn nicht geographische Lage und ökonomische Vorteile verschiedene unserer großen Gaswerke veranlaßten, aus England zu beziehen.

Die Gaskohle gehört zur Klasse der backenden Sinterkohlen mit einem Gehalte von 7,5—9% Sauerstoff, etwa 5% Wasserstoff, 1—2% Stickstoff und 0,5—2% Schwefel. Ihr eignet die Fähigkeit, beim Erhitzen aufzugehen wie zäher, dicker Teig. Je gasreicher sie ist, um so größer ist ihr Bestreben, zu schmelzen. Vom chemischen Standpunkte betrachtet, ist dieses Naturprodukt eine höchst unbeständige Substanz. Sie verwittert an der Luft ungemein leicht und verliert dabei an Gewicht wie an Wert. Wie stark diese Neigung zum Zerfallen ist, erhellt allein aus der Tatsache, daß es nahezu unmöglich ist, vollständig getrocknete Gaskohle auf der chemischen Wage genau abzuwägen. Die mit Gewichtsverlust verbundene Wertverminderung

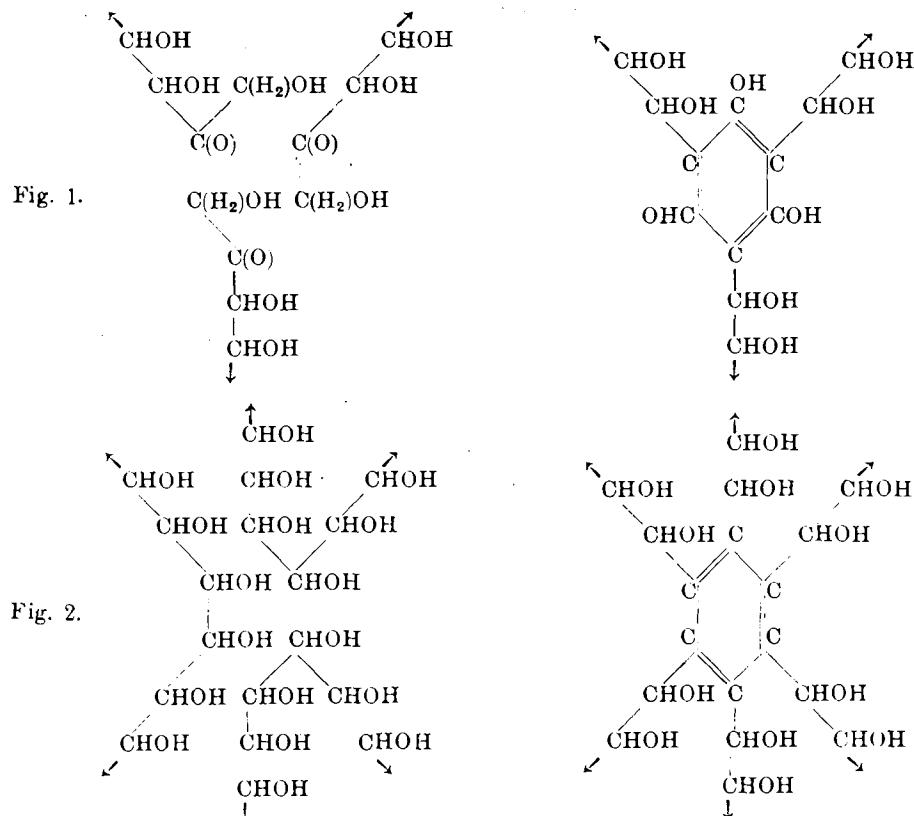
bekundet sich erfahrungsgemäß darin, daß die Gasausbeute zurückgeht, die Erzeugung von Teer und Ammoniak eine Einbuße erleidet, und der Koks nur in kleinen Stücken und grusreich fällt. Je länger Kohle an der Luft lagert, um so bedeutender ist der Wertverlust. Man hat bei Gaskohlen nach zweibis dreijährigem Lagern Verluste bis zu 16% an Gasausbeute festgestellt. Es ist daher kein Wunder, wenn der Gasfachmann, dem es in erster Linie auf hohe Gasausbeute ankommt, danach strebt, seine Kohle frisch aus der Grube kommend zu verarbeiten, oder, wenn er sie dennoch lagern muß, die Stapelung in großen Stücken und geschützt vor Wittringseinflüssen vorzunehmen, denn stückreiche Kohle ist beständiger, als Klein- oder Staubkohle.

Wenn ich vorhin von verwickelten chemischen Vorgängen bei der Vegasung sprach, so hatte ich die Erscheinungen beim Zerfall der Kohle im Auge. Ich hätte auch das Wort „unaufgeklärt“ gebrauchen können, da wir über die chemische Natur der Kohle bis heute noch keine nähere Kenntnis haben. Nur das steht fest, daß wir weder einen einheitlichen Körper, noch elementaren Kohlenstoff, sondern eine Reihe hochmolekularer Polymerisationsprodukte vor uns haben, entstanden aus Cellulose und Eiweißsubstanzen. Auf die letzteren läßt das Vorkommen von Schwefel und Stickstoff in der Kohle schließen. Wie die Polymerisation vor sich gegangen ist, was für Verbindungen primär, welche sekundär und tertiär entstanden sind, auf diese Fragen hat die schwarze Masse bisher keine Antwort gegeben; wir sind lediglich auf Konjekturen angewiesen. Da findet sich denn in der Zeitschrift unseres Vereins von Russig (1899, Heft 40) ein Erklärungsversuch über die mögliche Entstehung von Kondensationsprodukten aus Cellulose, der es verdient, wieder einmal besprochen zu werden. Russig weist l. c. auf die Bildung von Mesitylen

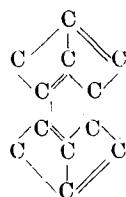


aus Aceton hin und erklärt den Vorgang der Kondensation von Cellulose  $\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_{10}$ , die bekanntlich Aldehyd- bzw. Ketoncharakter hat und Carbonylgruppen enthält, analog durch Zusammentritt von 3 Mol. zu einem Benzolringe unter Abscheidung von Wasser. Dabei können cyclische Verbindungen entstehen mit in Metastellung zueinander befindlichen langen Seitenketten, wenn die Wasserabspaltung endständig erfolgt (Fig. 1) oder Ringgebilde, die an allen sechs Stellungen mit mehr oder weniger langen Arinen besetzt sind (Fig. 2).

Körper, die im Sinne von Fig. 2 aufgebaut sind, können, wie anzunehmen ist, leicht weitere Ringschließungen eingehen, und es werden unter größerem Druck und höherer Temperatur, die wir uns bei der Entstehung der Kohlenlager als wirkend zu denken haben, höchst komplexe chemische Verbindungen verschiedenster Konstitution entstehen,



die unsere Kohlen von heute zusammensetzen. Dieser Deutungsversuch hat viel Wahrscheinlichkeit für sich. Zudem ist es bemerkenswert, daß das Verhalten von Gaskohle beim Erwärmen im Einklang steht mit dem Aufbau der gedachten Kondensationsprodukte. Erhitzen wir z. B. Gaskohle auf mäßig hohe Temperaturen, so entstehen wahrscheinlich durch Zerreissen der langen Kohlenwasserstoffketten Verbindungen aliphatischer Natur. Wenden wir dagegen hohe Temperaturen an, so schließen sich die abgesprengten Kohlenwasserstoffe der Fettreihe zu beständigen Ringgebilden zusammen, die sich in Gestalt von Benzol, Naphthalin, Anthracen und ihren Homologen im Teer der Gasanlagen finden. Wir dürfen daher mit ziemlicher Sicherheit darauf schließen, daß die Gaskohle vorwiegend aus Substanzen der angegebenen Konstitution besteht. Daß daneben auch andere Verbindungen existieren, ist sehr wahrscheinlich. So wird beispielsweise bei der Oxydation von Steinkohle mittels Salpetersäure bei nicht sehr hoher Temperatur etwas Melithsäure, das ist Benzolhexacarbonsäure erhalten. Aus der Entstehung dieses Körpers hat Kekulé auf das Vorhandensein eines Atomkomplexes von 12 Kohlenstoffatomen geschlossen und diesem die nebenstehende Formel zugesprochen.



Wie die Stickstoffverbindungen und wie die schwefelhaltigen Komponenten — auch der Schwefel kommt organisch gebunden in der Kohle vor — zusammengesetzt sind, wissen wir nicht. Ob es überhaupt je gelingen wird, die wahrscheinlich große Anzahl komplexer Verbindungen in den verschiedenen Kohlenarten einzeln nachzuweisen, scheint mir zweifelhaft. Immerhin wird unsere Kenntnis von der Kohlensubstanz zunehmen, sobald sich die Forschung mehr auf diesem Gebiete betätigt. Ist doch die Struktur einer ganzen Anzahl hochmolekularer organischer Körper auf dem Wege über ihre Abbauprodukte bekannt geworden.

Dieses Naturprodukt unbekannter Konstitution unterwerfen wir in den Gaswerken der trockenen Destillation bei 1000—1200° in der Retorte und erhalten durchschnittlich etwa:

13,5	Gew.-%	Rohgas (32 cbm aus 100 kg)
70	"	Koks
4,5	"	Teer
12,0	"	Gaswasser.

Die Ausbeuten variieren je nach der elementaren Zusammensetzung der Kohle und ihrem Vorkommen, gute Gaskohlen, unter gleichen Bedingungen verarbeitet, geben aber ungefähr immer die genannten Ausbeuteziffern. Die Reaktion beim Vergasungsprozeß ist schwach endotherm, denn zur vollständigen Entgasung von 1 kg Kohle sind nicht mehr wie 300—400 W.-E. erforderlich. Die theoretische Wärmebilanz ist deshalb auch günstig, indem ca. 95% des Heizwertes der Kohle in den Zersetzungprodukten wieder erscheinen. In der Praxis führen die unvermeidlichen Wärmeverluste begreiflicherweise zu einem andren Resultate. Man verbraucht

da ein weit über das theoretische Maß hinausgehendes Koksquantum zur Einleitung und Unterhaltung des Zersetzungsprozesses. Rechnet man den zur Energieerzeugung für Fabrikationsarbeiten aufgewendeten Koks hinzu, so bleiben aus 100 kg entgaster Kohle nur 50—55 kg Koks verfügbar. Wenn wir den Koks als gleichwertig der Steinkohle in bezug auf den Heizwert annehmen, was ohne Frage zulässig ist, so können wir als Effekt der trockenen Destillation den bezeichnen, daß unter Gewinnung von wertvollen Nebenprodukten 45—50 kg Rein Kohle verloren gegangen und dafür 32 cbm Gas gewonnen sind. Wir haben mit anderen Worten 3 kg Kohle in 2 cbm Gas übergeführt. Ich werde noch zeigen, welche volkswirtschaftliche Bedeutung dieser Verhältniszahl zukommt.

Beim Vergasungsvorgange bleibt der Koks in der Retorte zurück, Teer und Gaswasser, die in Dampfform übergehen, werden durch Abkühlung und Stoßkondensation als Flüssigkeiten abgeschieden und als flüchtige Substanz durchwandert die Apparatur das Rohgas, das einer Reinigung unterzogen werden muß, um verwendungsfähig zu werden. Die Aufgabe besteht vornehmlich darin, die Verbindungen des Schwefels sowie Stickstoffs mit Kohlenstoff und Wasserstoff zu entfernen, die, wenn sie im Gase blieben, bei der Verbrennung als schweflige und salpetrige Säure in Erscheinung treten und zerstörend auf die Gebrauchsgegenstände einwirken würden.

Der Schwefel, der teils organisch gebunden, teils als Schwefelkies in der Kohle enthalten ist, tritt im Rohgas vorwiegend als Schwefelwasserstoff (0,3 bis 1,2 Vol.-%), in geringen Mengen auch als Schwefelkohlenstoff (0,01—0,02 Vol.-%) auf. Dank seiner ausgezeichneten Reaktionsfähigkeit gelingt es leicht, den Schwefelwasserstoff chemisch zu binden. Es geschieht ganz allgemein mittels Eisenoxydhydrat, das als Raseneisenerz natürlich vorkommt. Dabei entsteht Schwefeleisen und Wasser. Ist die Reinigungsmaße, wie sie technisch genannt wird, gesättigt, so wird sie außer Betrieb gesetzt und an der Luft ausgebreitet. Unter dem Einflusse von Sauerstoff und Wasser findet eine Rückbildung von Oxydhydrat unter Freiwerden von Schwefel statt. Die regenerierte Masse ist dann wieder verwendungsfähig. Die Sättigung mit Schwefelwasserstoff und die Regeneration können so oft wiederholt werden, bis die Masse 45—50% freien Schwefel enthält.

Nicht so leicht ist die Entfernung des Schwefelkohlenstoffs, der aber erfreulicherweise nur in unbedeutenden Mengen im Rohgase enthalten ist. Man ist auf sein Vorhandensein im Gas zuerst in England aufmerksam geworden, wo Klagen auftraten über zerstörende Wirkungen, die man der aus den Verbrennungsprodukten stammenden Schwefelsäure zuschrieb. Beispielsweise sollten in einer Londoner Bibliothek die Büchereinbände davon zerfressen worden sein. Das Parlament, das diesen Vorgängen übergroße Wichtigkeit beimaß, erließ daher 1860 die Metropolis Gas Regulation Bill, der zufolge gereinigtes Gas nicht mehr denn 45,76 g Schwefel in 100 cbm Gas enthalten durfte. Die englischen Gasttechniker haben dieser Vorschrift entsprochen, indem sie ihr Gas mit sulfuriertem gelöschten Kalk reinigten. Bei uns in Deutschland ist die Frage der Schwefelkohlenstoffbeseitigung gänz-

lich belanglos, weil wir in der glücklichen Lage sind, im Gegensatz zu England verhältnismäßig schwefelarme Kohlen vergasen zu können. Sie könnte einmal Wichtigkeit erlangen, wenn mit der fortschreitenden Verwendung gasförmiger Heizstoffe auch stark schwefelhaltige Kohle verarbeitet werden müßte. Indem Falle würde man, da Schwefelkohlenstoff durch die gewöhnliche Eisenoxydreiung nicht zurückgehalten wird, aromatische Amine, wie Anilin oder Toluidin benutzen, um das von Schwefelwasserstoff befreite Gas zu waschen. Diese Amine setzen sich bekanntlich mit Schwefelkohlenstoff unter Austritt von Schwefelwasserstoff zu Sulfo-carbamiden um, und zwar besonders leicht, wenn der Waschflüssigkeit Metalloxyde, z. B. Eisenoxyd, zugesetzt werden.

Ungleich wertvoller wie die schwefelhaltigen sind die dem Stickstoff der Kohle entstammenden und dem Gase zu entziehenden Verbindungen, nämlich Ammoniak und Cyan. Von hervorragender, ja weltwirtschaftlicher Bedeutung ist namentlich Ammoniak. Bei der trockenen Destillation gehen 14 bis 15% des Kohlenstickstoffs als Ammoniak, ca. 50% als elementarer Stickstoff und etwa 2—3% als Cyan in das Rohgas über, der Rest (ca. 30%) verbleibt im Koks. Die Ursache für das Auftreten eines so hohen Prozentsatzes freien Stickstoffs im Gase ist in der hohen Vergasungstemperatur zu suchen. Ammoniak, das nicht sehr hitzebeständig ist, wird offenbar in statu nascendi durch die heißen Retortenwärme und den glühenden Koks zum großen Teil in seine Bestandteile zerlegt, und nur ein Viertel wird der Zerlegung entzogen. Könnten wir niedrigere Temperaturen einhalten, so würden jedenfalls, wie bei der Mondgasherstellung, 60—70% des Stickstoffs in Ammoniak übergeführt werden, was von großer Wichtigkeit sein würde. Unter den gegebenen Verhältnissen werden aus 100 kg Kohle etwa 200—270 g Ammoniak gewonnen, dessen Abscheidung aus dem Rohgase auf die denkbar einfachste Weise durch Waschen mit Wasser geschieht. Bei der großen Löslichkeit des Ammoniaks und seiner Salze erfolgt die Beseitigung vollkommen. Das Waschwasser vereinigt sich mit dem durch Abkühlung aus dem Gase abgeschiedenen Kondensat und führt den Namen Gaswasser. Darin befindet sich Ammoniak zu 4 Fünfteln in freier Form, ein Fünftel ist an Kohlensäure, Cyan und Schwefelwasserstoff, wohl auch an Schwefelsäure, Thiocarbon-säure, Rhodan- und Ferrocyanwasserstoffsäure gebunden. Die meisten deutschen Gaswerke verarbeiten ihr Gaswasser auf Ammoniumsulfat, jenes von der Landwirtschaft heute in gewaltigen Mengen verbrauchte Düngemittel, eine geringere Zahl macht konz. Ammoniakwasser oder Salmiakgeist.

Während das Ammoniak bei der trockenen Destillation als primäres Produkt auftritt, verdankt das Cyan seine Entstehung wahrscheinlich einem sekundären Prozesse. Es ist bekannt, daß sich beim Überleiten von Ammoniak über glühenden Kohlenstoff unter Freiwerden von Wasserstoff Cyanammonium bildet. Die Bedingungen für diese Reaktion sind in der Retorte gegeben, und wir gehen daher nicht fehl, wenn wir das im Rohgas enthaltene Cyanammonium auf diese Weise entstanden denken. In 100 cbm Rohgas sind je nach den Temperaturen und dem Stickstoffgehalt der Kohle 200—250 g Cyan

enthalten. Wenn dieses Gas im Verlaufe der Fabrikation auf die erwähnte Reingungsmasse trifft, so findet mit dem Schwefeleisen eine Umsetzung unter Bildung von Eisencyanür statt. Dieser Körper geht bei der Regenerierung der Masse unter dem Einfluß des Sauerstoffs der Luft in eine unlösliche Ammoniak-Ferrocyanverbindung über, jene Substanz, um derentwillen die Gasreinigungsmasse ein geschätzter Handelsartikel geworden ist. Bekanntlich stellt dieses Nebenprodukt den wichtigsten Rohstoff dar für alle Cyanverbindungen, von denen besonders das Cyankalium durch seine goldlösende Eigenschaft in den Minen von Transvaal, Neuseeland, Australien und Mexiko umfangreiche Verwendung findet.

An eine vollständige Abscheidung des im Rohgas befindlichen Cyans mit Hilfe der Eisenreinigung ist jedoch nicht zu denken. Ein Teil geht schon vorher in das Gaswasser über, ein anderer geht ungebunden durch die Apparatur und findet sich im Sperrwasser der Gasometer oder im Kondensat der Rohrleitungen, in Spuren auch im Stadtgas. Dieser Umstand ist Veranlassung gewesen, daß sich in die Gasindustrie das Verfahren von Bueb eingebürgert hat, nach welchem das Cyan mit Eisenvitriollösung in rotierenden Wäschern fixiert wird. Die Waschung geschieht noch vor dem Ammoniakwäscher. Dabei entsteht eine unlösliche Doppelverbindung von der Formel  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe} \cdot \text{FeCN}_4$ . Sie wird in Kuchen gepreßt und geht unter dem Namen Cyanschlamm, der, weil er das wertvolle Cyan in konz. Form enthält, von der chemischen Industrie natürlich mehr geschätzt wird, als die mehrfach erwähnte Gasreinigungsmasse. Man ist mit Hilfe dieses Verfahrens instande, bis 98% des Cyans aus dem Gase herauszunehmen und aus 1000 cbm ca. 4 kg Blau,  $\text{Fe}_7\text{Cy}_{18}$ , zu gewinnen.

Das gleichzeitige Vorhandensein von Schwefel und Ammoniak im Rohgase mußte den Gedanken nahelegen, mit Hilfe einiger chemischer Reaktionen die direkte Vereinigung beider zu Ammoniumsulfat zu erreichen. Das glückliche Gelingen dahingehender Versuche würde die Folge haben, daß die heute bestehende Eisenreinigung, welche große Apparate und Gebäude und damit ein hohes Anlagekapital beansprucht, wegfallen und des weiteren die gesonderte Verarbeitung des Gaswassers und die Verwendung von Schwefelsäure dazu unterbleiben könnten. Die Komponenten, Ammoniak und Schwefelwasserstoff, sind in Mengen von 600—800 g bzw. 500—1800 g in 100 cbm Rohgas enthalten. In der Regel wird mehr als genug Schwefel vorhanden sein, um das Ammoniak vollständig in Salz überzuführen. Es scheint nun, daß diese Idee jetzt ihrer Verwirklichung nahe ist.

Nach dem schon in den Großbetrieb eingeführten Verfahren von W. Feld (vgl. diese Z. 25, 705 [1912]) gelingt es, durch Waschen des Rohgases mit Metallthionaten Schwefelwasserstoff und Ammoniak zu absorbieren. Dabei entstehen als Endprodukte einer Kette von Reaktionen Metallsulfid, Schwefel und Ammoniumsulfat, von denen das letztere durch Eindampfen der Lauge als fertiges Handelsprodukt gewonnen werden kann. Der Schwefel, durch Verbrennen in schweflige Säure übergeführt, löst das Sulfid und führt es als Thionat in den Waschprozeß zurück. Ein anderes Verfahren

stammt von Burkheimer, der dem Rohgase den Schwefelwasserstoff durch Eisenoxydhydrat in besonderer Modifikation entzieht und den eliminierten Schwefel durch einen Luftstrom zu schwefliger Säure verbrennt. Durch abwechselndes Waschen des entschwefelten Rohgases und des mit  $\text{SO}_2$  beladenen Luftstromes mit Wasser entsteht eine Lauge, die normales Ammoniumsulfat enthält, das als weißes Salz aus der Flüssigkeit abgeschieden werden kann.

Es bleibt mir noch übrig, eines Körpers Erwähnung zu tun, der zwar nicht als verunreinigender Bestandteil, wohl aber als recht bösartiger Begleiter des Leuchtgases aufzutreten pflegt, das wohlbekannte Naphthalin. Auf pyrogenem Wege bei der Destillation entstanden, scheidet es sich bei Abkühlung des Rohgases aus und geht in den Teer über. Seine Eigenschaft, schon bei niedriger Temperatur zu sublimieren, wird aber Ursache dafür, daß geringe Mengen in Dampfform im Gase verbleiben. Ist dieses mit Naphthalindampf gesättigt, so tritt mit Naturnotwendigkeit Abscheidung ein, wenn es Abkühlung erfährt. An Gelegenheit dazu fehlt es im Winter nicht. Das Naphthalin sondert sich dabei in glänzenden weißen Krystallen ab, die die Querschnitte der Röhren verengen und, so zart sie sind, zu unliebsamen Störungen Veranlassung geben. Die Gastechnik hat es nicht an Anstrengungen fehlen lassen, um diesen Störenfried unschädlich zu machen. Er hat sich aber tückischerweise lange Zeit allen Nachstellungen zu entziehen gewußt. Der Vorschlag, die Fähigkeit der Pikrinsäure, sich mit höheren Kohlenwasserstoffen der aromatischen Reihe unter Bildung von Additionsprodukten zu vereinigen, für die Abscheidung des Naphthalins aus dem Gase zu benutzen, hat, wenn ich recht unterrichtet bin, keinen Eingang in die Praxis gefunden, weil die Waschung unverhältnismäßig hohe Kosten verursacht haben würde. Dagegen wird seit etwa 10 Jahren das von Bueb eingeführte Verfahren der Anthracenölwässche mit Vorteil in der Gasindustrie angewendet. Anthracenöl, besonders präpariert, vermag bis zu 10% seines Gewichtes an Naphthalin aufzunehmen und das Rohgas in rotierenden Wäschern von einem großen Teile des Kohlenwasserstoffs zu befreien.

Die Aufspaltung der Kohlensubstanz erfährt nun eine Modifikation, wenn die Kohle nicht, wie zumeist, noch heute in horizontalen oder schrägen Retorten, sondern in Vertikalretorten vergast wird. Bei der bisher üblichen Vergasungsmethode in horizontalen und schrägen Retorten kommt das Gas, weil zwischen Beschickung und Retortenwand ein toter Raum verbleibt, mit dem glühenden Koks und der heißen Wandung in Kontakt. Anders bei der Vertikalretorte. Hier füllt die Kohle den ganzen inneren Raum aus, und da die Wärme radial von außen nach innen fortschreitet, können Gas, sowie Teer- und Ammoniakdämpfe im Innern der Ladung, also in der verhältnismäßig kühlen Kohlenschicht, hochsteigen und entweichen. Es ist einleuchtend, daß damit die Nachteile in Wegfall nommen, die die Einwirkung hoher Temperaturen auf die Vergasungsprodukte nach sich zieht. Die Destillation liefert denn auch einen dünnflüssigen Teer, welcher nur wenig Kohlenstoff, dafür mehr leichtsiedende Bestandteile aufweist, sodann einen festeren Koks

und, was besonders wertvoll ist, eine um 50% größere Ammoniakausbeute. Außerdem zeichnet sich das Vertikalofengas durch geringeren Cyangehalt, durch ein Minimum an Schwefelkohlenstoff und durch fast vollständiges Fehlen von Naphthalin aus, also durch einen Mindergehalt derjenigen Substanzen, die auf pyrogenem Wege entstehen und lästige Begleiter des Rohgases sind. Dieses Ergebnis ist ein unerwarteter Gewinn für die Gasindustrie geworden, denn der Vertikalofen verdankt seine Entstehung einzig und allein dem im Kampfe wider die Elektrizität erwachten Streben, durch Einschränkung der menschlichen Arbeitskräfte die Produktionskosten zu verbilligen und zu höheren Betriebsformen zu gelangen.

Das Leuchtgas, das auf die geschilderte Weise gereinigt und gebrauchsfertig zur Aufspeicherung zum Gasbehälter wandert, hat eine mittlere Zusammensetzung von

35 Vol.-%	Methan
47 ..	Wasserstoff
5 ..	schwere Kohlenwasserstoffe
9 ..	Kohlenoxyd
2 ..	Kohlensäure
2 ..	Stickstoff.

Unter den schweren Kohlenwasserstoffen befindet sich das wichtige Benzol, das auch von Faraday zuerst aus dem Leuchtgas abgeschieden worden ist. Im Gegensatz zu den Kokerciern pflegen die Gaswerke diese wertvolle Flüssigkeit nicht herauszuwaschen, bildet sie doch bei einem Gehalte von 35 bis 40 g im Kubikmeter einen beachtenswerten Bruchteil vom Heizwerte. Bevor der Auerbrenner erfunden war, beurteilte man das Gas ausschließlich nach seiner Leuchtkraft; heute ist das Kriterium für seine Güte einzig und allein der Heizwert. Um eine Norm dafür zu besitzen, ist man in der Gasindustrie übereingekommen, das Gas mit einem oberen Heizwerte von etwa 5200 W.-E. zu erzeugen und dafür Sorge zu tragen, daß er nicht unter 5000 W.-E. sinkt, überhaupt nur geringen Schwankungen unterliegt. Auf diesen Energiegehalt sind darum alle Gasapparate abgestimmt. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß die Wertigkeit des Leuchtgases nun für alle Zukunft festgelegt ist. Im Gegenteil! Als erstrebenswertes Ziel schwebt allen Gastechnikern die Herstellung eines möglichst hochwertigen Gases vor. Die dahin abzielenden Versuche sind auf Anreicherung des Steinkohlengases mit Methan, dem heizkräftigsten seiner Bestandteile gerichtet, verdankt es diesem doch mehr als die Hälfte seines Wärmeinhaltes, obwohl es dem Volumen nach nur ein Drittel davon enthält. Die Natur selbst hat uns die Herstellung eines methanreichen Gases vorgemacht. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika, vornehmlich in Pennsylvania, quillt seit vielen Jahren aus der Erde ein Naturgas, das 80—90% Sumpfgas enthält und einen Heizwert von über 8000 W.-E. aufweist. Die Ergiebigkeit dieser Gasquellen ist so groß, daß bedeutende Städte, wie z. B. Groß-Pittsburg mit 800 000 Einwohnern, ausschließlich damit versorgt werden können. Auch in Siebenbürgen werden unterirdische Gasreservoirs ausgebeutet. Bei uns ist neuerdings die Gasquelle von Neuengamme entdeckt worden, die der hamburgische Staat für Zwecke der städtischen Gasver-

sorgung zu verwenden sich anschickt. Wo solche Bodenschätze nicht existieren, muß versucht werden, sie auf künstlichem Wege zu erhalten. An Versuchen hat es nicht gefehlt. In Frankreich hat Sabatier das Problem der künstlichen Methangewinnung zu lösen versucht durch Reduktion der Kohlensäure mittels Wasserstoff in Gegenwart von feinverteiltm Nickel bei einer Temperatur von 350°. Die Reaktion geht unter Entstehung von Wasser glatt vor sich. Fußend auf diesem Verfahren, hat der Engländer Elworthy die Reduktion auf Kohlenoxyd ausgedehnt und Versuche mit Wassergas angestellt. Diese Idee ist nach Mitteilungen von Erdmann (J. f. Gasbel. 1911, 737) ihrer Verwirklichung nahegebracht durch die Bemühungen der C edford Gas Process Ltd. in London. Nach dem Verfahren dieser Gesellschaft wird aus dem Wassergas ein Teil des Kohlenoxyds durch Lindesche Eismaschinen abgeschieden, um das für die vollkommene Umsetzung richtige Verhältnis zwischen Wasserstoff und Kohlenoxyd zu haben. Durch Überleiten über eine Nickelkontaktmasse wird bei 300° Methan unter guter Ausbeute gewonnen. Versuche, auf gleichem Wege die Umwandlung des im Leuchtgase enthaltenen Kohlenoxyds in Methan und damit zugleich eine Entgiftung des Gases zu erreichen, sind bisher nicht von Erfolg gekrönt gewesen. Meyer und Helsing (J. f. Gasbel. 1909, 195) haben vielmehr festgestellt, daß das Nickel in diesem Falle seine katalytischen Eigenschaften rasch verliert, und daß die Umwandlung neben einer nicht unerheblichen Volumverminderung auch den Nachteil hat, daß die heizkräftigen schweren Kohlenwasserstoffe zersetzt werden können. Wir dürfen jedoch das Vertrauen zur Technik haben, daß es ihr noch gelingen wird, dieses wichtige Problem zu lösen. Vielleicht erreichen wir das Ziel durch Kombination der Leuchtgasbereitung von heute mit der Methanherstellung nach dem Cedfordprozeß. Damit sind wir am Ende der Betrachtungen über die chemischen Vorgänge beim Vergasungsprozeß. Ich habe sie etwas eingehend behandelt, weil mir darauf ankam, meine Behauptung, die Gastechnik gehöre im Grunde genommen der chemischen Industrie zu, beweiskräftig zu erhärten.

Welche hygienische und wirtschaftliche Bedeutung hat nun das Steinkohlengas jetzt, und welche Aufgaben hat es in Zukunft zu erfüllen?

Ich kann die Bedeutung der Gaswerke als Lichtzentralen übergehen. Die Erfindungen Bunsen und Auer von Welsbach haben der Gasindustrie zwei Mittel an die Hand gegeben, eine der elektrischen Glühlampe gleichwertige, augenhygienisch sogar überlegene Lichtquelle zu schaffen. Da es in jüngster Zeit gelungen ist, bequeme Zündmöglichkeiten einzuführen, wird das Gasglühlicht trotz intensiver Konkurrenz von Seiten der Elektrizitätswerke seine große Bedeutung als Lichtquelle behalten.

Viel wichtiger und bedeutender aber muß meines Erachtens die Verwendung des Leuchtgases zu Heizzwecken werden. Denn das eine müssen wir uns immer und immer wieder eingestehen — unsere heutige Ofen- und Küchenheizung ist geradezu ver-

schwenderisch. Wir schicken mit den unverbrannten Rauchgasen eine Menge ungenützter Wärme durch die Schornsteine und füllen die Atmosphäre mit Rauch und Ruß. Die Klagen darüber sind so alt, wie die Verwendung von Kohle überhaupt, aber weder behördliche Vorschriften, noch technische Verbesserungen haben das Kulturühel zu beseitigen vermocht, und noch immer lagert als Wahrzeichen großer menschlicher Siedlungen eine dicke Rauchwolke über unseren Städten, das Produkt einer unvollständigen Verbrennung. Wenn auch nicht einwandfrei nachgewiesen ist, daß die Verschmutzung der Luft und ihr relativ hoher Gehalt an schwefriger Säure die Atnungsorgane gesunder Menschen schädigen -- ihre Anpassungsfähigkeit ist erstaunlich groß --, so ist doch ohne weiteres einzusehen, daß sie zarte Menschen benachteiligen und die uns umgebende Pflanzenwelt ungünstig beeinflussen müssen. Ärzte, Land- und Forstleute sind sich darüber seit langem klar. In neuerer Zeit wird aber auch von Bausachverständigen auf die Schäden hingewiesen, die unseren wertvollen Bauwerken durch Rauch erwachsen. So ist am Kölner Dom, am Straßburger Münster u. a. das Zerbröckeln und Mürbeworden der Architektureile unwiderrücklich auf den Gehalt der Luft an schwefriger Säure zurückgeführt worden. Exakte, fortlaufende Messungen, angestellt von der Kommission zur Bekämpfung des Rauches in Königsberg, haben ergeben, daß in 1 cbm Luft 0,022—0,406 mg schweflige Säure vorhanden waren, im Winter mehr, im Sommer weniger. Nach dem Archiv für Stadthygiene (1910, Heft 5) wurden in derselben Stadt durch Versuche an verschiedenen häuslichen Feuerungen im Maximum 4%, gewöhnlich 1—2% Ruß vom Gewicht der verbrannten Kohle experimentell ermittelt. Daraus geht hervor, wie enorm die Verunreinigung der Atmosphäre durch häusliche, gewerbliche und industrielle Feuerungen sein muß. Am größten ist der Anteil der häuslichen Feuerungen, weil von ihnen nicht wie durch die Fabrikschornsteine die Verbrennungsprodukte auf einen größeren Umkreis verteilt und damit stark verdünnt werden können. Es gilt daher, unser Feuerungswesen in zweifacher Weise zu verbessern:

Durch Erzielung einer vollständigen Verbrennung und durch Einschränkung des Schwefeldioxydgehaltes in der Luft.

An der Lösung dieser Aufgaben mitzuwirken, ist in erster Linie das Steinkohlengas berufen. Es steht unzweifelhaft fest, daß wir den Heizwert der Kohle in unseren Küchen- und unseren Zimmeröfen, von den Zentralheizungen einmal abgesehen, nur mit 10—20% ausnutzen, während wir in der Lage sind, mit Gaskochapparaten wenigstens 50% und mit Gasheizkörpern etwa 90% der dem Steinkohlengas innewohnenden chemischen Energie in Gestalt von Wärme wirksam zu machen. Das bedeutet aber nichts anderes, als daß wir mit 1 cbm Gas dieselbe Leistung erzielen wie mit 3 kg bester Steinkohle. Rufen wir uns ins Gedächtnis zurück, daß die Gasttechnik aus 3 kg Steinkohle 2 cbm Leuchtgas gewinnt, so kommen wir zu dem Resultate, daß durch Gasverwendung im Haushalte die Hälfte aller jetzt verbrauchten Kohle erspart werden könnte. Welche Bedeutung das hat, erhellt aus der Tatsache, daß wir in Deutschland schätzungs-

weise 50 000 000 t Hausbrandkohle im Werte von 300 Mill. Mark im Jahre verbrauchen.

Nun ist zwar neuerdings darauf hingewiesen worden (Engler, Diese Z. 24, 1841 [1911]), daß es mit der Erschöpfung unserer Kohlenfelder noch gute Wege hat, daß noch ganz gewaltige Mengen im Schoße der Erde ruhen. Wer bürgt aber dafür, ob diese Schätzungen richtig sind, und ob nicht später durch Schwierigkeiten im Abbau die schwarzen Diamanten unverhältnismäßig teuer werden? Wenn wir die Möglichkeit haben, eine natürliche Energiequelle besser auszuwerten, so sollte es soweit als möglich geschehen. Es liegt mir fern, hier für die ausschließliche Verwendung von Gas an Stelle von Kohle eine Lanze zu brechen. Techniker, die das tun, bedenken nicht, daß es ausgeschlossen ist, in solchem Falle die ungeheure Menge von Nebenprodukten nutzbringend zu verwerten, und daß es eine große Menge Kohlenarten gibt, deren Natur die Verkokung ausschließt. Daß es aber nötig und zugleich wirtschaftlich ist, Leuchtgas und Gas insgemein in Haus, Gewerbe und Industrie zu verwenden, darauf muß oft und nachdrücklich hingewiesen werden, im Interesse gesunder Lebensbedingungen und einer haushälterischen Ausleutung der uns von der Natur verliehenen Schätze. Mit Rücksicht auf letztgenannten Gesichtspunkt sind meines Erachtens die Bestrebungen einzelner Elektrotechniker, die Elektrizität als Heizmittel in den Haushaltungen einzubürgern, verfehlt. Den größten elektrischen Zentralen gelingt es nur, aus 1 kg Steinkohle 1 Kilowattstunde zu erzeugen, also etwa 7000 Wärmeeinheiten chemische in 840 Wärmeeinheiten elektrische Energie zu verwandeln. Die elektrische Heizung würde also überall da, wo Strom aus Kohle und nicht aus Wasserkräften stammt, einen Rückschritt in der Auswertung unserer Kohlevorräte bedeuten.

Für die tunliche Verwendung gasförmiger an Stelle fester Brennstoffe spricht aber noch ein anderes wichtiges Moment. Wir sahen, daß bei der Gasfabrikation 14% des in der Kohle enthaltenen Stickstoffs in Gestalt von Ammoniak gewonnen und in der Hauptsache auf Ammoniumsulfat verarbeitet werden, um in dieser Form als Düngemittel auf die Felder zu kommen. Nicht so bei der Verbrennung von Kohle in unseren Hausfeuerungen. Hier entweicht aller Stickstoff ungenutzt in die Atmosphäre. Wollen wir uns von Chile, von wo wir jährlich fast 500 000 t Salpeter für landwirtschaftliche Zwecke beziehen, unabhängiger machen, so gibt es kein einfacheres Mittel, als soviel als möglich von der Kohle vor ihrer Verwendung in gasförmigen Zustand überzuführen. Ammoniumsulfat und Salpeter sind in ihrem Düngewerte nahezu gleich. Die Tributpflicht an ein fremdes Land wird also in dem Maße kleiner, als wir mehr Gas für Heizzwecke verwenden, denn jede Million tons mehr vergaster Kohle liefert uns zugleich 10 000 tons schwefelsaures Ammoniak mehr für die stickstoffbedürftigen Felder und ermöglicht die mit dem Wachstum der Bevölkerung nötig werdende Intensivkultur. Nach meinem Dafürhalten wird die Landwirtschaft ihren Stickstoffbedarf immerfort aus der Kohle ziehen, auch wenn es gelingen sollte, das aus ichtsreiche Haber'sche Verfahren der Ammoniaksynthese aus den Elementen zu verwirklichen oder die Produktion von Kalk-

stickstoff und Kalksalpeter zu steigern. Der Bedarf eines Kulturlandes an Stickstoffdünger ist zu groß, als daß er in einer Form gedeckt werden könnte.

Dank der unaufhörlichen und eindringlichen Aufklärungsarbeit, die von der Gasindustrie im letzten Jahrzehnt geleistet ist, hat der Verbrauch an Koch- und Heizgas in Deutschland eine stattliche Ziffer erreicht. Wir dürfen annehmen, daß er gegenwärtig eine Milliarde Kubikmeter beträgt. Angesichts dieser Zahl kann ich mir nicht versagen, einmal zu zeigen, welche hygienische Bedeutung diesem Gasbedarf zukommt. Wir haben gesehen, daß 1 cbm Leuchtgas dieselbe Nutzleistung hat,

wie 3 kg Steinkohle und dürfen daher folgern, daß an Stelle der Milliarde Kubikmeter rund 3 Milliarden Kilogramm oder 3 Mill. tons Kohle verbrannt worden wären. Die Verbrennungsprodukte beider Heizstoffe bestehen, wie bekannt, aus Kohlensäure, Wasserdampf, Stickstoff und schwefliger Säure, denen sich bei Kohle noch Ruß zugesellt. Nehmen wir an, daß bei der Verbrennung von 1 cbm Leuchtgas 1,26 kg Wasserdampf und 0,57 cbm Kohlensäure entwickelt werden, daß in 100 cbm gereinigtem Gas 40 g Schwefel sind, und daß sich andererseits in der Steinkohle 80% C, 5% H und 1,5% S befinden, so kommen wir durch Rechnung zu den in folgender Tabelle zusammengestellten Zahlen:

**Verbrennungsprodukte für dieselbe Nutzleistung:**

Verbrennungsprodukte	Volumengewicht der Gase	Gasheizung		Kohlenheizung	
		Millionen cbm	1000 t	Millionen cbm	1000 t
Kohlensäure . . . . .	1 cbm = 2 kg	570	1140	4440	8800
Wasserdampf . . . . .	1 cbm = 0,8 "	1260	1008	1687,5	1350
Stickstoff . . . . .	1 cbm = 1,25 "	4350	5437,5	20328	25410,0
Schwefl. Säure . . . . .	1 cbm = 2,87 "	0,28	0,80	31,3	90
Ruß (schätzungsweise) 1%	—	—	—	—	30.

Die Ziffern sprechen für sich selbst. Sie zeigen, wie eklatant viel größer die Menge der Verbrennungsgase bei Benutzung von Kohle statt Gas ist. Für den Reinheitsgrad der uns umgebenden Luft hat zwar das Mehr an Kohlensäure und Stickstoff aus den Schornsteinen nicht allzuviel zu bedeuten, weil sie in die Weite getragen und verteilt werden. Dagegen ist es ein großer Unterschied, ob Ruß und schweflige Säure, die in der Stadt und ihrer näheren Umgebung niedergeschlagen werden, auf der einen Seite in Spuren bzw. gar nicht, auf der anderen Seite aber in ansehnlichen und hygienisch bedenklichen Mengen gebildet werden. Wie wichtig zumal das Leermerkwert geringe Maß schwefliger Säure in den Verbrennungsprodukten des Leuchtgases ist, wird am besten illustriert durch Feststellung derjenigen Menge Schwefel, die auf den deutschen Gaswerken bei Erzeugung der Milliarde Kubikmeter Heizgas der Steinkohle entzogen wird. Ich erwähnte bereits, daß in 1 cbm Roligas 0,3 bis 1,2, also durchschnittlich 0,7 Vol.-% Schwefelwasserstoff enthalten sind. Stöchiometrisch umgerechnet sind es 10 g Schwefel auf den Kubikmeter und 10000 tons Schwefel auf 1 Milliarde der Raumseinheit. Dieses große Quantum wird in der Reinigung der Gasanstalten beseitigt. Es stellt, um eine räumliche Vorstellung zu gewinnen, einen Würfel dar, dessen Seitenlänge 17 m beträgt.

Mag nun auch der Wert der Gasfeuerung in volkswirtschaftlicher und hygienischer Hinsicht von aller Welt rückhaltlos anerkannt werden, der nüchtern rechnende Verstand wird letzten Endes doch immer die Frage stellen: Ist die Heizung der Küchen und Wohnräume mit Gas auch billiger als mit Kohle? Darauf ist zu antworten, daß die dauernde Beheizung unserer Zimmer mit Steinkohlengas bei den heutigen Gaspreisen noch zu teuer ist. Wohl ist nicht ausgeschlossen, daß die Preise einst auf ein Niveau kommen, das die Verwendung von festen Brennstoffen beträchtlich einzuschränken gestattet, denn alle Zeichen sprechen dafür, daß die Technik

darauf aus ist, alle natürlichen Kraftquellen in Form von Gas und Elektrizität nutzbar zu machen und eine möglichst zentralisierte Brennstoffauswertung herbeizuführen. Zurzeit müssen wir aber aus wirtschaftlichen Gründen davon absehen, Gas in größtem Umfange zur Beheizung der Zimmer zu verwenden. Dagegen ist die Küche des Haushalts das Gebiet, wo die Gasheizung schon heute der wohlfühlste und sauberste Brennstoff ist. Es gibt darum eine ganze Reihe von deutschen Städten, wo die Gasverwendung so allgemein geworden ist, daß der Gasherd in keiner Küche fehlt, wo es fast nur Haushaltungen gibt, in denen ausschließlich auf Gas gekocht wird. Die Statistik, die von den Gaswerksverwaltungen nach dieser Richtung hin peinlich genau geführt wird, zeigt, daß der reine Kochgasverbrauch gewöhnlich nur 80–90 cbm, seltener 100 cbm und darüber pro Kopf und Jahr beträgt. Man geht nicht fehl, wenn man — sachgemäße Bedienung des Gasherdes vorausgesetzt — auf die 5köpfige Familie einen Gasverbrauch von  $1\frac{1}{2}$  cbm pro Tag rechnet. Bei den üblichen Heizgaspreisen bedeutet das eine Ausgabe von 60–70 M im Jahre. Die wirtschaftliche Überlegenheit des Gasherdes über die Kohlenfeuerung darzutun, dazu soll auch der heutige Kochverbrauch dienen. Er soll zugleich beweisen, daß die Gasküche vor allem auch durch Sauberkeit und Zeitersparnis ausgezeichnet ist<sup>1)</sup>.

In Hinblick auf seine ökonomische Bedeutung wird es unzweifelhaft dahin kommen, daß die Küche ausnahmslos dem Steinkohlengase als Gebiet zufällt. Gehen Hand in Hand damit Be-

<sup>1)</sup> Die Aufgabe bestand darin, eine Mittagsmahlzeit für eine fünfköpfige Familie, darunter drei Kinder, auf einem Gasherde mit zwei Kochstellen zuzubereiten bei geringstem Zeitaufwande und Gasverbrauche. Es gelang, 2 l Suppe, 2 Pfds. Kalbsbraten, 2 Pfds. Erbsen und Möhren, 2 Pfds. Kartoffeln und 1 Pfds. Aprikosen als Kompott in drei Viertel Stunden mit 310 l Gas schmackhaft herzurichten.

mühungen, durch Einführung von Zentralheizungen die Verwendung von Kohle zu fördern, so kommen wir dem Ideale näher, die Kohle aus den Wohnungen zu verdrängen und damit der Luftverschlechterung Einhalt zu tun. Daß wir in unserem Vaterlande auf dem besten Wege dazu sind, lehrt die Entwicklung der Gasindustrie in den letzten Jahrzehnten. Während im Anfange der 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts kaum 60 Mill. cbm Gas abgegeben wurden, waren es zu Anfang der 80er Jahre schon 400 Mill. Kubikmeter. Um 1900 belief sich der Gesamtverbrauch von Gas im Deutschen Reiche auf 1200 Mill. cbm. Heute beträgt die Jahresausgabe aller deutschen Gaswerke annähernd  $2\frac{1}{2}$  Milliarden Kubikmeter.

Auf den Kopf der Bevölkerung bezogen, werden jährlich verkauft: 100 cbm in den großen Städten und 40—50 cbm in den mittleren und kleinen Städten. Das in den deutschen Gaswerken angelegte Kapital beziffert sich auf mehr als 1,3 Milliarden Mark. Welche Dimensionen einzelne Werke annehmen können, zeigen die Berliner Anstalten. In ihnen sind in den Jahren 1899—1909 rund 100 Mill. M für Neubauten und Erweiterungen investiert worden. Mit ihrem Etat im Betrage von etwa 60—70 Mill. M übertreffen die Berliner Gaswerke den des Reichslandes Elsaß-Lothringen und machen  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$  des Etats der Reichshauptstadt aus. Neben diesem Riesen an Ausdehnung haben wir Gaszentralen in allen Größen bis hinab zum kleinen von einem einzigen Manne bedienten Betriebe. Wir zählen in Deutschland jetzt 1700 bis 1800 Gaswerke, von denen ein großer Teil in den letzten 15 Jahren zur Versorgung der Kleinstädte entstanden ist. Ihre Zahl wird vermutlich nicht mehr wachsen, weil das Bestreben der Gastechniker gleichwie der Elektrotechniker darauf gerichtet ist, kleinere Orte und Landgemeinden an vorhandene Werke anzuschließen und durch den Ausbau der letzteren zu Überlandzentralen Gebiete aufzuschließen, die bisher für die Gasversorgung nicht in Frage kamen. Die Fortleitung von Gas auf weite Entfernungen bietet bei Anwendung höheren Druckes keine Schwierigkeiten, sie geht sogar ohne erhebliche Verluste vor sich. In Deutschland besteht bereits eine ganze Anzahl Überlandzentralen; auch die hiesige oberschlesische Gaszentrale, die gegenwärtig 15 Gemeinden mit Gas versorgt, gehört zu dieser Kategorie.

Die Anpassungsfähigkeit und Regulierbarkeit des Bunsenbrenners ist auch Veranlassung gewesen für die Aufnahme, die das Leuchtgas in Industrie und Handwerk gefunden hat. Zwar hat der Gasmotor in seinen kleineren Typen zumeist dem Elektromotor weichen müssen. Dafür hat sich das Gas andere wichtige Verwendungsgebiete erschlossen. Der Buchdrucker benutzt es zum Schmelzen des Letternmetalles, der Schneider zum Bügeln, der Goldschmied zur Bearbeitung der Edelmetalle, der Kolonialwarenhändler zum Kaffeerösten, der Klempner zum Löten usf. Umfangreiche Verwendung findet das Gas auch in der Großindustrie, namentlich in den Eisenhütten und Anilinfabriken. Die Firma Krupp in Essen und unsere großen Farbenfabriken im Westen besitzen eigene Gaswerke, die an Größe und Produktion denen unserer großen Städte nichts nachgeben.

Von den Städten gilt, daß das Leuchtgas dort ein Massenverbrauchsartikel geworden ist wie etwa Wasser oder Kohle. War früher nur der bürgerliche Haushalt Konsument, so ist es jetzt die Arbeiterfamilie geworden dank den Preisermäßigungen, dank vor allem auch der Einführung des in England sehr verbreiteten Münzgasmessersystems. Ausgehend von der Überlegung, daß kleine Leute sich Beleuchtungskörper und Kochapparate nicht selbst beschaffen können, auch selten imstande sind, monatlich größere Geldbeträge auf einmal für Gas zu bezahlen, hat die Gasindustrie sich vor Jahren dazu entschlossen, vollständige Gasanlagen in den Wohnungen von Arbeiter- und kleinen Beamtenfamilien auf ihre Kosten auszuführen und ihre Benutzung durch Gasmesser mit Vorausbezahlung freizugeben, wobei ein kleiner Aufschlag auf den ortsüblichen Gaspreis zur Verzinsung der Anlagekosten erhoben wird. Die Hausfrauen sind dadurch in die Lage gesetzt, sich Licht und Wärme gleich ihren Lebensmitteln vom Kaufmann groschenweise zu verschaffen. Abgesehen von der sozialen Wirkung dieser Einrichtung ist das Münzgasmessersystem von hervorragend volkswirtschaftlicher Bedeutung, denn es ermöglicht den großen Petroleumverbrauch (1 110 457 tons im Jahre 1909), der uns in ein Tributverhältnis zu den amerikanischen Multimillionären bringt, einzuschränken. Denn der kleine Haushalt vornehmlich ist es, der ansehnliche Mengen Petroleum verbraucht. Wenn der Konsum dieses ausländischen Einfuhrartikels eine Einschränkung erfährt durch ein Ersatzmittel, das aus inländischen Rohstoffen und mit inländischem Kapital und Arbeitskräften gewonnen wird, so bedeutet das einen Nationalgewinn, auch wenn dabei ansehnliche Zolleinnahmen für das Reich ausfallen sollten.

Der Größe des jetzigen Gasverbrauchs in Deutschland entspricht nun auch die wirtschaftliche Bedeutung der im Betriebe fallenden Nebenprodukte. Zur Erzeugung der  $2\frac{1}{2}$  Milliarden Kubikmeter sind zunächst 7 800 000 tons Steinkohle im Werte von 90 Mill. M notwendig, von denen etwas über 25% aus England stammen. Während diese Menge in den Gaswerken verschwindet, gehen etwa 4 000 000 tons Koks daraus hervor, die im Handel mit annähernd 62 Mill. M bewertet werden. Daneben liefert die Gasindustrie 390 000 tons Teer, die bei der gegenwärtigen Marktlage einen Wert von 11 Mill. M repräsentieren. Wenn man die Ausbeute an Ammoniak in Ammoniumsulfat ausdrückt, so sind es 78 000 tons dieses Düngesalzes, die die Gaswerke der Landwirtschaft zuführen können. In Wirklichkeit kommt nicht soviel davon auf den Markt, weil, wie schon erwähnt, ein Teil des Ammoniakwassers an die chemische Industrie abgegeben wird. In einem wie im andern Falle wird aber 1 kg Ammoniak mit wenigstens 0,80 M bewertet, so daß die Produktion der Gaswerke an diesem Salze sich auf 17 Mill. M beziffert. Neben diesen drei hauptsächlichsten Nebenprodukten spielen Gasreinigungsmasse und Retortengraphit nur eine untergeordnete Rolle. Da neuere Angaben fehlen, kann ich mit Zahlen bezüglich dieser beiden Handelsartikel nicht dienen. Dem Cyangehalte des Rohgases entsprechend, müßte die deutsche Gasindustrie etwa 10 000 tons Berlinerblau oder 13 600 tons Cyankali-

um liefern. So große Mengen werden jedoch nicht gewonnen, sie würden auch den Bedarf des Weltmarktes erheblich überschreiten. Die genannten Zahlen erheben keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit, da der Marktwert beständig schwankt, und die Preise je nach der geographischen Lage wechseln. Sie dürften aber annähernd richtig sein. Berücksichtigt man, daß das Hauptprodukt, nämlich die  $2\frac{1}{2}$  Milliarden Kubikmeter Gas, bei einem Verkaufspreise von 12 Pf einen Wert von 300 Mill. M repräsentieren, so darf man mit Fug und Recht sagen, daß die Gasindustrie den größten unserer vaterländischen Industrien zuzuzählen ist. Von ihren großen Schwestern unterscheidet sie sich charakteristischerweise dadurch, daß sie nicht privatwirtschaftliches Gepräge trägt. An die Städte gebunden und im Dienste ihrer Bewohner stehend, sind die deutschen Gaswerke zum größten Teil Kommunalbetriebe geworden. Ursprünglich war es das Privatunternehmen, das Privilegien erwarb und Gasanstalten errichtete und betrieb. Beispielsweise haben englische Gesellschaften in Berlin und Hannover die ersten Gaswerke gebaut, deutsche Unternehmer solche in Dresden und Frankfurt am Main gegründet. Später sind die Stadtverwaltungen auf den Bau eigener Zentralen verfallen, oder sie haben bei Ablauf der Konzessionsverträge die Werke in eigene Regie genommen. Für manches Gemeinwesen bilden heute die Erträge der Gasanstalt das Rückgrat der Finanzen, eine willkommene Einnahmequelle zur Lösung der kostspieligen Aufgaben, die sich aus dem engen Zusammenleben vieler Tausende von Menschen ergeben. Immerhin arbeitet auch heute noch das Privatkapital in der Gasindustrie, und zwar befinden sich von den deutschen Gaswerken 25% der Zahl nach und 10% der Produktion nach in privatem Besitze. Das werbende Kapital der betreffenden Gesellschaften beläuft sich auf etwa 190 Mill. M. Es wäre zu wünschen, daß dem Privatunternehmertum dieser Anteil verbliebe, denn es steht außer Frage, daß diese Wirtschaftsform dank ihrer größeren Beweglichkeit und Anpassungsfähigkeit in der Lage ist, zeitgemäße Neuerungen schneller zu vermitteln und bedeutsamen Ideen mit mehr Aufopferung zur Verwirklichung zu verhelfen, als es der etwas schwerfälligeren Regiebetrieb vermag. Die Größe der englischen Gasindustrie, deren Gasproduktion die unserige trotz der geringeren Volkszahl Großbritanniens um das Zwei- bis Dreifache übertrifft, beruht meines Erachtens zum Teil auf dem Vorwalten der Privatwirtschaft.

Wie in vielem anderen, wird es auch auf dem Gebiete der Gasverwendung gelingen, den Vorsprung Englands einzuholen. Die Natur des gasförmigen Brennstoffs wird das ihrige tun. Noch mehr aber wird zur Erreichung dieses Ziels die Überlegung beitragen, daß wir erstens bei dem starken Wachstum unserer Städte die unabsehbare Pflicht haben, durch Rauchbeschränkung die Luft gesünder zu machen, und daß wir zweitens Sorge tragen müssen, die Kohlenschätze unseres mit Wasserkräften nicht reich ausgestatteten Landes soviel wie möglich zu schonen. Denn mit Recht hat der schwedische Minister Lindemann unlängst gesagt: Wohl ist es wichtig, die von der Natur bescherten Reich-

tümer auszubeuten, aber doch so, daß die Kinder und Enkel nicht derinst an spärlich besetzter Tafel des Lebens ihren Vorfahren fluchen werden. [A. 109.]

## Über die Einschrumpfung der Baumwolle bei der Behandlung mit Natronlauge.

Von Dr. P. KRAIS, Tübingen.

(Eingeg. 18./9. 1912.)

Wenn man die Beurteilung der Mercerisationskraft, die eine Lauge hat, oder der Mercerisationsfähigkeit, die ein Gespinst oder Gewebe besitzt, nach der Einschrumpfung bei der Mercerisation ohne Spannung bemäßt, wie das wohl jetzt allgemein geschieht, so liegt dieser Messung die Voraussetzung zugrunde, daß der höchsten Einschrumpfung auch der höchste Mercerisationseffekt entspricht, wenn bei der eigentlichen Mercerisation die Einschrumpfung durch Spannung oder Streckung des Textilmaterials verhindert oder wieder rückgängig gemacht wird.

Es ergibt sich daraus, daß es von Interesse sein muß, die Bedingungen, welche Einfluß auf den Grad der Einschrumpfung haben, genau kennen zu lernen, und im allgemeinen wird man voraussetzen, daß in erster Linie die Konzentration der Lauge, in zweiter deren Temperatur von ausschlaggebender Wichtigkeit sind. Außerdem wird der Schrumpfgrad noch durch die Qualität der Baumwolle, ihre Spinn- und Webart beeinflußt und endlich durch allerhand Zusätze, die man zur Natronlauge machen kann, oder die sich im fortlaufenden Betriebe, besonders da, wo die Natronlauge wiedergewonnen und im Rundgang wiederbenutzt wird, in der Lauge befinden und ev. auch anhäufen können. Über diese Verhältnisse ist schon viel gearbeitet, aber noch wenig veröffentlicht worden; die neue Auflage des bekannten *G a r d n e r s chen Werkes „Mercerisation und Appretur“* (Jul. Springer, Berlin 1912) bringt denn auch nur die schon in der ersten Auflage enthaltene Tabelle auf S. 88 wieder und außerdem auf S. 65 eine neue Übersicht über das Verhalten verschiedener Qualitäten und Spinnarten, ferner auf S. 75 längere Ausführungen über den Einfluß von Salzzusätzen zur Mercerierlauge, deren Endresultat ziemlich unklar erscheint.

Es erschien mir daher von Wert, das Thema noch einmal zu bearbeiten, und zwar in erster Linie mit Rücksicht auf die technische Seite der Mercerisation.

### I. Versuchsreihe.

Es wurde 40er Natronlauge mit destilliertem Wasser auf 15, 20, 25, 30 und 35° Bé. (bei 20° gemessen) verdünnt. Auf je etwa 250 ccm dieser Lagen kamen insgesamt etwa 50 g Baumwollgarn, das vorher mit Soda ausgekocht, gewaschen, abgeschleudert, durch 1%ige Türkischrotlösung genommen, wieder abgeschleudert und an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet war.