

Über
Ausnützung der Steinkohle.

Von

Regierungsrath Prof. Dr. Hugo Ritter v. Perger.

Vortrag, gehalten den 14. December 1892.

(Mit Demonstrationen.)

Mit zwei Tafeln.

Hochgeehrte Versammlung!

Die Anregung zur Wahl des zu besprechenden Gegenstandes gab mir eine vor kurzem erschienene Monographie: „Die ersten Versuche zur Einführung der Gasbeleuchtung in Österreich“, geschildert von Hofrath Dr. Alex. Bauer.¹⁾

Geschichtliche, naturwissenschaftliche Darlegungen bieten stets großes Interesse, lernen wir doch aus denselben nicht bloß eine Reihe von Thatsachen, sondern auch das mühsame Werden des Neuen, die Art des Kampfes kennen, welchen die Erkenntnis mit dem Beharrungsvermögen des Geübten und daher Gewohnten zu führen gezwungen ist. In diesem Ringen liegt eine Art Gesetzmäßigkeit, welche sich ebenso findet, wenn man Jahrhunderte weit zurückblickt oder die Gegenwart betrachtet.

Auf jenen Wissenschaftsgebieten, welche nicht den Wahrheitsbeweis durch das Experiment erbringen können, ist dieser Kampf schwieriger und lange dauernd; aber auch im Fortschritte der auf sinnlichen Wahrnehmungen basierenden Naturwissenschaften hat sich

¹⁾ Wien 1891, erschienen bei Alfred Hölder.

das Beharrungsvermögen stets geltend gemacht. Dafür liefert der Inhalt der citierten Broschüre ein treffendes Beispiel. Das aus Steinkohlen darstellbare Gas war seit Joachim Becher (1635) näher bekannt, aber erst im Jahre 1765 wurde von Mr. Spending die Idee ausgesprochen, das einem Kohlenschachte entströmende brennbare Gas zu Beleuchtungszwecken zu verwenden.¹⁾ Wir entnehmen der citierten Monographie die Thatsache, dass Chr. Exleben zu Landskron in Böhmen, ebenso wie Prof. Pick 1786 in Würzburg,²⁾ Versuche machten, das durch trockene Destillation der Knochen gewinnbare Gas zu Beleuchtungszwecken zu verwenden.

Erst Murdoch, S. Clegg, Ph. Lebon, Al. Winsor u. a. ist die praktische Verwertung des durch trockene Destillation von Steinkohlen entstehenden brennbaren Gases zu Beleuchtungszwecken zu danken.

Auf Grund eigener Forschung schildert Dr. Alex. Bauer die Bemühungen Director Prechtls, 1818, die Gasbeleuchtung in Wien einzuführen. Lesenswert sind die Gründe, warum trotz regster Theilnahme Sr. Majestät Kaiser Franz I. die Bestrebungen Prechtls, Wien zur ersten mit Gas beleuchteten Stadt des Continents zu machen, scheiterten und erst im Jahre 1832, am 14. Mai, der Österr. Gasbeleuchtungs-Gesellschaft die Bewilligung der Beleuchtung eines kleinen Theiles

¹⁾ Dasselbst.

²⁾ Dr. C. Schultz: „Die Chemie des Steinkohlentheers“, 1882, S. 9.

der inneren Stadt ertheilt wurde, erst 1845 mit der Beleuchtung der ganzen Stadt begonnen werden konnte.

Vorurtheile, die Macht des Gewohnten waren Ursache, wurden aber auch in diesem Falle besiegt.

Das Gebiet, welches ich zu besprechen mir erlaube, weist ähnliche Momente auf.

Wir sind durch die schwer errungenen Erfolge der Naturwissenschaften verwöhnt, und trotzdem erstere schon so vielfach erprobt und viele für uns im täglichen Leben Bedürfnis geworden sind, bleiben wir doch misstrauisch vor jeder Neuerung stehen. — — —

Licht und Wärme sind die Schöpfer des Lebens auf der Erde, beide spendet die Sonne; die Umsetzung beider in Kraft erfolgte aber bisher fast nur auf indirectem Wege aus dem Aufbaue einer längst vergangenen Vegetation der Braun- und Steinkohlenformation, welche Sonnenlicht und Sonnenwärme erzeugten.

Der Verfasser des Werkes: „Die Steinkohlen“, ¹⁾ welches seine Entstehung Ihrem werten Vereine dankt, wählte als Motto den Satz: „Die Steinkohlen sind die eigentliche Grundlage unserer heutigen materiellen Entwicklung“, und weiter sagt derselbe Autor, Prof. Dr. F. Toula, sehr zutreffend: „Man hat die Menschengeschichte nach dem Material der Waffen und Geräthe in eine Stein-, Bronze- und Eisenzeit eingetheilt. Wenn

¹⁾ Die Steinkohlen, ihre Eigenschaften, Vorkommen, Entstehung und nationalökonomische Bedeutung, von Prof. Dr. Franz Toula, Wien 1888.

man näher zusieht, ergibt sich, dass man die neueste Phase der culturellen Entwicklung recht gut die Steinkohlenzeit, oder, um Missverständnissen vorzubeugen, das Zeitalter der Verwendung der Steinkohle nennen könnte.“

Die Braun- und Steinkohlenlager der Erde sind die gewaltigen Kraftspeicher, die wichtigste Quelle des von uns erweckbaren Lichtes und der Wärme. M. Geitl¹⁾ glaubt, dass, was die Kraft betrifft, mit Sicherheit behauptet werden könne, „dass bis zu dem Tage, an welchem die letzte Kohlenfördermaschine ihren letzten Hub zurücklegen wird, es der Technik gelungen ist, einen vollgiltigen Ersatz zu schaffen; bis dahin werden Mittel und Wege gefunden sein, die unermesslichen, in den Flutwellen der Meere, in den zahlreichen Wasserfällen der Flüsse, in der Energie des Windes u. s. w. aufgespeicherten motorischen Kräfte aufzufangen, zu fesseln und an den Ort des Bedarfes zu leiten“. Auch für Beleuchtungszwecke kann bis dahin ein Ersatz geschaffen sein, schwerer wohl für die Kohle als Quelle der Wärme.

Wird auch unser persönliches Interesse durch die Voraussicht des einstigen Aufhörens der Kohlenförderung nicht tangiert, so kann uns dennoch die Frage nicht gleichgiltig lassen, da, entsprechend unserem heutigen Wissen, alle die vielen Entdeckungen und Erfindungen, welche auf der Verwertung der Kohle

¹⁾ „Das Wassergas und seine Verwendung in der Technik“, Berlin 1890.

basieren, in dem Momente wertlos würden, in welchem Schacht und Stollen veröden.

Nicht die kühnste Phantasie kann sich vorstellen, in welcher Weise dann ein Ersatz beispielsweise für den Theer geschaffen würde, der infolge seines reichen Gehaltes an aromatischen Verbindungen die großen Industrien der Synthese organischer Farben, die Darstellung unentbehrlicher Desinfections- und Heilmittel aller Art vom Phenol bis zum Antipyrin, den Salolen u. s. w. ermöglicht. Der Vorrath an Kohlen und deren Consum geben über die Zeit Aufschluss, nach welcher solche Verhältnisse eintreten können. Wie in so vielen Fällen, lässt die Statistik auch über den Kohlenconsum orientierende Aufschlüsse zu. In Dr. C. Schultz hervorragendem Werke: „Die Chemie des Steinkohlen-theers“ findet sich eine Tabelle, welche ein Bild über den Kohlenconsum gewährt.

Aus dieser Zusammenstellung, welche sich freilich nur auf englische Verhältnisse bezieht, ergibt sich, dass der Steinkohlenverbrauch der Eisenindustrie an erster Stelle steht (30%). Die größten Mengen der Kohle dienen zur Koksbereitung. Während früher die bei der Koksung sich entwickelnden Gase und Dämpfe unbenutzt entweichen gelassen wurden, hat nunmehr eine rationellere Ofenconstruction mit Condensationsvorrichtungen, die Gewinnung von Ammoniakwasser und Theer ermöglicht. Wenn auch letzterer in seiner Zusammensetzung für die heutigen Zwecke weniger als der Gastheer geeignet erscheint, so ist doch durch

diese Verwertung eine reiche Quelle des wichtigen Rohstoffes erschlossen, und selbst in dem Falle, als durch das elektrische Licht der Gasconsum beeinflusst werden könnte, wird es den betreffenden Industrien nicht an Rohstoff fehlen. Die weltbekannte Firma J. Rütgers, deren Etablissement bei Angern eine Zierde heimischer Industrie ist, baut in Witkowitz neue Anlagen zur Verwertung des Theers der Koksereien.

Die, Kohle in großen Mengen consumierende Industrie zeigt das Streben, den Kohlenverbrauch durch rationelle Einrichtungen einzuschränken, d. h. die aus der Kohle zu entwickelnde Wärme möglichst auszunützen, und eventuell Nebenproducte zu gewinnen.

Die Koksproduction ist ökonomischer geworden und das Princip der Generatorfeuerung und der Regeneratoranlagen hat sich allgemeine Geltung verschafft. Überall zeigt sich die Absicht, die Kosten des gewerblichen und industriellen Betriebes bezüglich des Brennstoffconsums herabzusetzen, nicht aus Sorge für die künftigen Geschlechter, wohl aber im eigensten Interesse.

Die trockene Destillation der Steinkohle repräsentiert eine richtige Ausnützung derselben, sie liefert Leuchtgas, Theer, Theerwasser (Ammoniumverbindungen) und Koks, deren letzterer Wert freilich hinter jenen der Koksereien in mancher Anwendung zurücksteht. Es darf aber nicht vergessen werden, dass nicht jede Kohle zu dieser Verwendung passt, dass beispielsweise Kohlen, welche Sandkoks geben, derart nicht gut

benützbar sind. Dadurch wird die Kohlenverwertung mittelst Destillation beschränkt. Es kann constatirt werden, dass die Industrie, auf Grund unausgesetzter Arbeit ihrer besten Kräfte, die Kohlennützung stets besser gestaltet, und sei hier nur auf die zahlreichen Bestrebungen in den Verbesserungen der Feuerungsanlagen, der Analyse der Rauchgase etc. hingewiesen.¹⁾

Am zweitgrößten ist der Kohlenconsum in den Haushaltungen (17⁰/₀). Untersucht man die diesbezüglichen Einrichtungen, so zeigen sich ganz andere Verhältnisse. Während der Fabriksbetrieb in der angedeuteten Weise vorgeht, die Bahnen größte Sparsamkeit üben, lässt sich Gleiches nicht von der Verwertung der Kohle im Haushalte sagen. Die Vorrichtungen, die diesen Zwecken dienen, stehen zumeist in grellem Widerspruche mit den industriellen Bestrebungen. Der „Sparherd“, wie er sich in den Haushaltungen Wiens findet, führt seinen Namen meist unberechtigt. Der ganze Heizungsvorgang ist, selbst wenn bessere Öfen zur Aufstellung gelangen (z. B. Öfen von H. Heim etc.), äußerst schwerfällig. Die Kohle wird vom Bahnhofe zu den Magazinen gefahren, von dort zum Kleinverschleißer gebracht, von diesen in Körben und Säcken der Verwendung zugeführt.

In Wien existieren circa 286,759 Wohnparteien

¹⁾ Siehe die Abhandlung Prof. Franz Schwachhöfers „Über die Ermittlung des Nutzeffectes der Feuerungsanlagen“, 1884, im Selbstverlage des Verfassers.

in 29,322 Häusern.¹⁾ Nach eingezogenen Erkundigungen²⁾ betrug im Jahre 1891 die Menge der nach Wien gebrachten Kohle 14 Millionen Metercentner. Rechnet man nun, dass zwei Drittel dieser Kohle Haushaltungszwecken zugeführt werden, so ergibt sich, wenn man annimmt, es werde dieses Kohlenquantum nur auf die Durchschnittshöhe von 6 m gehoben, eine Arbeitsleistung von 5600 Millionen Kilogramm pro Jahr, oder in 24 Stunden 15·34 Millionen Kilogramm; somit ergibt sich eine stündliche Arbeitsleistung von 639,166·4 Kilogramm, oder, in Pferdekraften ausgedrückt, entspricht diese Arbeit (75 Kilogramm pro Secunde) 2·36 Pferdekraften.

Wird die bei der Verbrennung entstehende Asche zu 10 Procent vom Gewichte der Kohle angenommen,³⁾ so muss von den in den Haushaltungen verbrannten 9·4 Millionen Centner Kohle ein Quantum von circa 940,000 Metercentner Asche pro Jahr wieder entfernt werden.

Die in Wien verbrannten 14,000,000 Metercentner Kohle enthalten beiläufig 0·7 Procente zu Schwefeldioxyd verbrennbaren Schwefel, somit gelangen pro Jahr in die Atmosphäre Wiens 9·8 Millionen Kilogramm

¹⁾ „Die definitiven Ergebnisse der Volkszählung vom 31. December 1890“, bearbeitet von Dr. J. Sedlacek. Wien, Alfred Hölder, 1891.

²⁾ Privatmittheilung.

³⁾ Siehe Prof. Fr. Schwackhöfer: „Die chemische Zusammensetzung und der Heizwert der in Österreich-Ungarn verwendeten Kohlen.“ Wien 1893.

Schwefel in Form von 19·6 Millionen Kilogramm schwefliger Säure, im Mittel pro 24 Stunden 53,698·6 *kg*, und da nur hauptsächlich tagsüber geheizt wird, ist diese Menge für 12 Stunden zu rechnen. Nun wiegt 1 *l* Schwefeldioxyd bei 0° C. und 760 *mm* Barometerstand 2·862 *g*, somit ist das Volumen der pro Tag entwickelten Schwefligsäure 18·7626 Millionen Liter oder 18,762·6 *m*³.

Diese nicht unbedeutenden Mengen Schwefeldioxyd schädigen die Vegetation, Ruß und Aschenstaub erfüllen die Luft und solche Verhältnisse entsprechen gewiss nicht der Gesundheitspflege.

Welchen Einfluss die Exhalationen der Essen auf die Gesundheit auszuüben vermögen, ergeben statistische Daten. 1880 hat John Russel eingehende Studien über die Zunahme der Sterblichkeit der Bevölkerung Londons während der Nebeltage gemacht und kam zu dem Resultate, dass bei einer mittleren Sterblichkeit von circa 1700 Einwohnern bei starkem Nebel und Kälte dieselbe auf 2200, 3376 stieg; dieses Mehr entsprach fast ausschließlich den Todesfällen, welche durch die Erkrankung der Athmungsorgane bedingt waren. Das „British Medical Journal“ berichtete, dass, während unter gleichen Temperaturverhältnissen in London die Sterblichkeit bei großem Nebel bis auf 48 Promille stieg, sie in den Provinzialstädten nicht 26·3 betrug.¹⁾

¹⁾ „Das Wassergas und seine Verwendung in der Technik“, von M. Geitel, 1890.

Es ist somit nach diesen Angaben nicht zu leugnen, dass es wünschenswert wäre, diesen bedeutenden Übelständen möglichst abzuhelpfen.¹⁾

Betrachtet man die Feuerungsanlagen für directe Verbrennung der Kohle im allgemeinen und speciell für Haushaltungszwecke, so kommt man zur Überzeugung, dass eine vollständige Verbrennung zu Kohlensäure (Kohlendioxyd), Wasserdampf und Schwefeldioxyd in der Mehrzahl der Fälle, mithin eine möglichst vollkommene Ausnützung der entwickelten Wärme nicht zu erreichen ist.

Wird Kohle verbrannt, so gehen meist zwei Prozesse neben einander vor sich: erstens die Verbrennung und zweitens eine trockene Destillation. Bei letzterer entstehen chemische Verbindungen, wie sie auch im Theer, Theerwasser und Leuchtgase enthalten sind. Ist die Verbrennung eine unvollständige, so findet stets Destillation statt; die Producte derselben zeigen verschiedene Verbrennungsbedingungen, sie geben verschiedene Wärmemengen.²⁾ Bei ungenügendem oder ungleichmäßigem Luftzutritte werden diese Destillationsproducte auftreten, welche entweder nachträglich verbrennen oder zum Theile unverbrannt oder

¹⁾ Siehe: „Rauchbelästigung in großen Städten“ (Dr. J. Fischers Jahresbericht für chemische Technologie 1891, S. 94).

²⁾ „Über Ermittlung des Nutzeffectes der Feuerungsanlagen“ von Prof. Fr. Schwackhöfer, Wien 1884, im Selbstverlage des Verfassers, S. 2.

halb verbrannt (zu Kohlenoxyd) entweichen. Diese Möglichkeit bildet einen Wärmeverlust, der vermieden werden kann, sobald eine vollständige Verbrennung erfolgt. Die unvollständige Verbrennung bedingt die Entwicklung von Ruß, das Entweichen brennbarer Gase und zudem gelangt unverbrannte Kohle in die Asche. Erstere Momente sind, wie die Entwicklung von Schwefeldioxyd und das Mitreißen von Flugstaub, Ursache der Verschlechterung der Luft.

Um die Verbrennung besser zu gestalten, wurden complicirte Rostconstructions erdacht, Einrichtungen zur Erhöhung des Luftzuges getroffen, aber auch die „rauchlose“ Verbrennung lässt keine volle Ausnützung der Wärme zu. Erst durch die Einführung der Rauchgasanalyse wurden die Vorgänge der Verbrennung in den Feuerungsanlagen für Kohle klargelegt und demzufolge bessere Constructions zur Anwendung gebracht.

Großer Luftüberschuss bedingt mehr Wärmeverluste als jene sind, welche durch Rauch und das Entweichen unverbrannter Gase bedingt werden. Bei der directen Verwendung der Kohle als Brennstoff ist das Zwei- bis Dreifache der theoretisch berechneten Luftmenge erforderlich, oft noch mehr.

Am bedeutendsten sind die Wärmeverluste, welche durch den Abzug der Essengase bedingt werden; dadurch kann sogar die Hälfte der entwickelten Wärme verloren gehen.

Betrachtet man alle diese Verhältnisse, so kommt

man zur Überzeugung, dass die directe Anwendung der Kohle zu Beheizungszwecken eine Reihe von Nachtheilen zeigt,¹⁾ welche durch das Streben der Industrie bisher noch nicht zu beseitigen waren. Wenn dies aber dort nicht gelang, wo tüchtige Ingenieure intervenieren, geschulte Heizer arbeiten, wie soll das erst in den Haushaltungen gelingen? Wie wenig diesfalls an Ersparung von Brennmaterial gedacht wird, könnte durch zahlreiche Beispiele illustriert werden.²⁾

¹⁾ Anmerkung 2, S. 278.

²⁾ Als eines dieser Beispiele seien hier Versuche angeführt, welche die Kosten der Bereitung eines bescheidenen Mittagmahles erweisen. In einem gusseisernen Topf von 1500 *g* Gewicht wurde 1 *kg* Rindfleisch mit 1250 *cm*³ Wasser auf einem Sparherde, wie er in den Küchen des Wiener Mittelstandes verwendet wird (Herdfläche 3228 *cm*²), durch 2 Stunden gar gekocht. Dazu waren 5 *kg* preussisch-schlesischer Glanzkohlen nöthig, von welchen der Metercentner im Wiener Kleinverschleiß mit 1 fl. 40 kr. bezahlt wird. Die Kosten der Bereitung stellen sich somit, sammt dem Kleinholze zum Untorzünden, auf 8 kr.

Kocht man in demselben Topfe dieselben Mengen Fleisch und Wasser über einem Bunsen-Gasbrenner, welcher pro Stunde 100 *l* Gas consumiert, so werden in der gleichen Zeit 200 *l* verbrannt. Da nun 1 *m*³ Leuchtgas 9.5 kr. kostet, so stellen sich in dem Falle die Bereitungskosten auf 1.9 kr.

Wenn auch auf dem geheizten Herde noch andere Speisen gleichzeitig zubereitet werden können, so zeigt doch der Vergleich, dass die Kosten, welche dem Mittelstande Wiens durch die Bereitung seiner Hauptgerichte: Suppe und Fleisch erwachsen, enorme sind. Den Wohlhabenden, der ein Diner verzehrt, tangieren solche ökonomische Fragen nicht.

Alle diese hier nur oberflächlich angedeuteten Momente lassen es als nothwendig erscheinen, dass die Frage der Heizung in den Haushaltungen in anderer Weise gelöst werde, als dies heute durch die directe Anwendung der Kohle geschieht, und diese Lösung liegt in der ausschließlichen Verwendung eines billigen Heizgases. Dem Haushalte muss ein Brennmaterial zur Verfügung stehen, welches ruß- und rauchfrei, vollständig verbrennt, keinen Verlust durch unverbrannte Kohle bedingt, keinen Flugstaub, kein Schwefeldioxyd in größeren Mengen entwickelt, nicht die Dielen beschmutzt, mühsam in die höchsten Stockwerke getragen werden muss, und dessen Anwendung nicht mit all den Unannehmlichkeiten verknüpft ist, wie sie sich bei der Kohlenheizung im Sparherde und Zimmerofen ergeben, ganz abgesehen von allen Wärmeverlusten, die durch unrichtige Heizung und schlechte Construction der Feuerungsanlage bedingt werden. So wenig man uns zumuthen kann, mit Kienholzfackeln die Wohnräume zu beleuchten, so wenig kann man die Manipulation mit den „schwarzen Diamanten“ gutheissen.

Die dem Hochofen entströmenden kohlenoxydreichen „Gichtgase“ gaben den ersten Anstoß zur Gas-

Zum Schmelzen von 1500 g Gusseisen in einem Cupolofen sind für 174 g Glanzkohle nöthig. Die im Sparherde zum Kochen der Suppe nöthige Kohlenmenge würde genügen, 43.5 kg Gusseisen zu schmelzen, somit circa 27 solcher Töpfe, in der die Suppe bereitet wurde.

heizung, und schon Aubertot 1809 benützte die Gichtgase zum Rösten der Erze, 1837 wurden von Fabre du Faur Versuche im großen gemacht, die abziehenden Gase zu verwenden. Die österreichische Regierung ließ 1840 in Tirol ähnliche Experimente anstellen und gab damit die Anregung zur Construction von directen Gasfeuerungsanlagen. In Steiermark wurden gleichfalls Versuche gemacht, Bischoff baute 1889 im Harz eine Generator-Gasfeuerung, ebenso Eck zu Königshütte, Friedau arbeitete zu Walchen mit Braunkohle u. s. w.¹⁾ Die immer mehr sich verbreitende Verwendung der Generator-Gasfeuerungen datiert erst aus den Sechzigerjahren, nachdem Friedr. Siemens auf die geniale Idee kam, die bei der Verbrennung der aus 34·4% Kohlenoxyd und 65·6% Stickstoff bestehenden Generatorgase entstehenden glühend heißen Verbrennungsgase durch aus Chamottesteinen gemauerte und mit diesen gitterartig gefüllte Canäle ziehen zu lassen, ehe sie in die Esse gelangen. Die Feuergase geben einen großen Theil ihrer Wärme an das Mauerwerk ab, die sonst verlorene Wärme wird aufgespeichert und durch Aufstellung mehrerer solcher „Regeneratoren“ die Möglichkeit geschaffen, die Generatorgase und die zur Verbrennung nöthige Luft dadurch vorzuheizen, dass man sie durch diese geheizten Regeneratoren streichen lässt, während andere Re-

¹⁾ Siehe M. Geitel: „Das Wassergas und seine Verwendung“.

generatoren inzwischen durch die anders geleiteten Feuergase erhitzt werden. Eine Klappenumstellung genügt, den Gaszug durch die Regeneratoren passend zu wechseln.

Unter Mitbenützung des Principes der freien Flammenentfaltung gelangen heiße Luft und heiße Gase im Verbrennungsraume zusammen und bedingen jenen hohen pyrometrischen Effect, welcher die Anwendung der Siemens-Gasfeuerung im Glashüttenbetriebe, in der Eisenindustrie, zur Leuchtgasfabrication u. s. w. ganz unersetzlich macht.

Bei der Verbrennung von Kohle zu Kohlenoxyd wird fast ein Drittheil der Verbrennungswärme des Kohlenstoffes (8082·3 Wärmeeinheiten), nämlich 2417 Wärmeeinheiten entwickelt (1 *kg* Kohlenstoff verbrennt zu 2·33 *kg* Kohlenoxyd entsprechend 2417 Wärmeeinheiten, und diese 2·33 *kg* Kohlenoxyd geben bei ihrer Verbrennung zu Kohlensäure 5665 Wärmeeinheiten, somit in Summe 8082 Wärmeeinheiten). Werden die bei der halben Verbrennung der Kohle entwickelten, durch die genannte Verbrennungswärme erhitzten Generatorgase auf größere Entfernungen geleitet, bis sie in den Feuerherd gelangen, so kühlen sie ab, es geht ein Theil der Wärme verloren. Diese Generator-Gascanäle sollen daher möglichst kurz sein, oder es muss mit „kaltem Gange“ gearbeitet werden.

Der große Vorthail liegt in der Verwendung billigen Brennstoffes und der Wärmenützung durch die Anwendung der Regeneratoren.

Die Generatorgas-Erzeugung ist billig, aber sie gestattet nicht ohne Verlust der Wärme eine Fernleitung des Gases; letzteres ist dort zu verwenden, wo es erzeugt wurde.

Diesen Nachtheil besitzt das aus Steinkohlen erzeugte Leuchtgas nicht, es lässt sich auf große Entfernungen hin leiten, wie dies das verzweigte Röhrennetz der Residenz genügend erweist, und es wäre ein vorzügliches Ersatzmittel für den festen Brennstoff in aller und jeder Beziehung, wenn es nicht zu theuer wäre. Wenn auch manche Gasgesellschaften den Bestrebungen, mit Gas zu heizen, durch Preisermäßigungen vielfach entgegengekommen sind, so bleibt trotzdem das Steinkohlen-Leuchtgas, das durch trockene Destillation nur solcher Kohlen erzeugt werden kann, welche verwendbares Koks geben und eine gute Gasausbeute liefern, zu kostspielig, um als Massenconsumartikel die heutige Kohlenfeuerung ersetzen zu können.

Nur einem Gase kann dies gelingen, dessen Darstellung nicht an eine bestimmte Kohlenqualität gebunden ist, welches aus billigster Kohle auf einfachste Weise rasch erhalten werden kann.

Die Steinkohlen-Gaserzeugung war in vielen europäischen Staaten monopolisiert, sie hatte daher nicht nöthig, sich mit der Frage der Erzeugung eines billigeren Gases zu beschäftigen. Durch die Verwertung des Theers, Ammoniakwassers, der Koks waren neue Quellen des Gewinnes erschlossen, und für sie spricht überdies das früher erwähnte Beharrungsvermögen,

dasselbe, welches vor einem halben Jahrhundert sich ihrer Einführung entgegengestellt hat. Die vielen immer wieder begonnenen Versuche, ein billiges gasförmiges Heizmaterial herzustellen, konnte die Steinkohlen-Leuchtgasfabrication ignorieren.

Wissenschaft und Technik verfolgten aber unablässig die Beantwortung dieser Frage, sei es im Sinne ersterer aus Interesse, im Streben letzterer, dem Monopole entgegenzutreten.

Die vielen Versuche der Erzeugung billigen Heizgases hat eine sehr umfangreiche Literatur registriert. Außer dem erwähnten Generatorgas und dem Steinkohlen-Leuchtgase, welche nie Absicht hatten, einander Concurrenz zu bereiten, existieren heute zahlreiche Verfahren zur Erzeugung brennbarer Gase.

M. Geitel führt in seiner schon mehrmals citierten Preisschrift die chemische Zusammensetzung 46 verschiedener Gasarten an und nennt 26 „Wassergasarten“ mit sehr wechselndem Gehalte an Wasserstoff, Sumpfgas, Stickstoff, Kohlenmono- und Kohlendioxyd.

Es scheint hier am Platze, die Begriffe Leuchtgas, Wassergas, Halbwassergas und Generatorgas zu präcisieren. Die durch trockene Destillation von Steinkohle, Braunkohle, Holz, Knochen etc. entstehenden Gase verbrennen mit leuchtender Flamme infolge ihres Gehaltes an den bei der Verbrennung unter Kohlenstoffausscheidung dissociierenden kohlenstoffreicheren Kohlenwasserstoffen (Äthylen etc.), sie enthalten neben Kohlenwasserstoffen und Wasserstoff gleich dem

aus „Gasölen“ (Petroleum-Destillationsfractionen) erzeugten Gase nur geringe Mengen von Kohlendioxyd, Kohlenoxyd und Stickstoff. Im Gegensatz zu diesen „Leuchtgasen“ bestehen die durch unvollständige Verbrennung von Kohlen im Generator sich bildenden Gase aus Kohlenoxyd (23—28%), Stickstoff (60—70%) und Kohlensäure (2—6%).

Erfolgt die Generatorgas-Erzeugung gleichzeitig unter Anwendung von Wasserdampf, so bilden sich Gase, welche durch ihren Wasserstoffgehalt von den gewöhnlichen Generatorgasen unterschieden sind und von Prof. Lunge sehr richtig mit Halbwassergas, von Prof. Fischer auch als Kraftgase bezeichnet wurden. Das Siemens-Gas, die nach den Angaben von Wilson und Dowson erzeugten Gasarten enthalten neben circa 55·8% Stickstoff 20·6% Kohlenoxyd, 15% Wasserstoff und 8·68% Kohlendioxyd. Unter „Wassergas“ ist jenes mit nicht leuchtender Flamme brennende Gas zu verstehen, welches durch Zersetzung des Wasserdampfes durch glühenden Kohlenstoff entsteht, es enthält der Theorie nach nur Kohlenoxyd (50 Volumprocente) und Wasserstoff (50 Volumprocente), besteht somit aus 6 Gewichtsprocenten Wasserstoff und 94 Gewichtsprocenten Kohlenoxyd. Die Zusammensetzung ist jedoch von der Bereitungsweise abhängig, daher sehr wechselnd¹⁾ und ganz verschieden von der des

¹⁾ Wassergas aus Anthracit enthält beispielsweise: 35·38% Kohlenoxyd, 52·76% Wasserstoff, 4·11% Methan,

„Wasserstoffgases“, welches auf bekannte Weise durch Elektrolyse aus Wasser oder durch Zink und verdünnte Schwefelsäure etc. erhalten wird (H_2).

Der Erfinder des „Wassergases“, welches unser ganz besonderes Interesse beansprucht, ist der 1730 zu Pomorolo geborene Chemiker Felice Fontana, nachmaliger Professor zu Bologna und Florenz.

Schon im Jahre 1823 wurden Versuche der Erzeugung von Wassergas angestellt; und letzteres zuerst im carburierten, d. h. mit leicht flüchtigen Kohlenwasserstoffengesättigtem Zustande — um dadurch beim Verbrennen leuchtend zu werden — in Dublin (1830) verwendet, 1846 wurde von Gillard das Incandescenzlicht eingeführt (Platingas, weil in der nichtleuchtenden Flamme Platindraht zum Glühen und Leuchten gebracht wurde).

Mit einigen Modificationen kam das Gillard-Gas zur Beleuchtung von Narbonne (1856—1865) in Anwendung, daselbst wurden auch zuerst Wassergas-Generatoren benützt.

Und trotz dieser Versuche konnte das Gas in Europa keinen Boden gewinnen, seine Erzeugung blieb immer nur ein Experiment. Anders in Nord-

4.43 % Stickstoff, 2.05 % Kohlendioxyd und 0.77 % Sauerstoff.

Gillards Platingas enthielt: 3.54% CO , 94.08% H , 0.38% leichte Kohlenwasserstoffe, 0.5% CO_2 .

Lowes Gas enthält z. B. 35% CO , 57.2% H (auch Methan), 6% CO_2 und 1% N etc. etc.

amerika: 1874 in der Stadt Phönixville, in Yonkers bei New-York eingeführt, gewann es im neuen Welttheile stets mehr an Bedeutung und heute sind dort mehr als 350 Städte mit Wassergas beleuchtet.

Hervorragende Männer der Wissenschaft bemühten sich, das Wassergas wieder in seine Heimat zurückzuführen. Es seien hier nur genannt: Bergrath Wedding, Prof. Reuleaux, der schwedische Prof. Torrel, Prof. Fischer u. a. Der Communalverwaltung Berlins wurde seinerzeit ein Project der Wassergas-Erzeugung vorgelegt, welches, 1867 von A. Pütsch, C. Westphal und Ziurek ausgearbeitet, die Stadt mit billigem Heiz- und Leuchtgas versehen sollte. Die Realisierung des Projectes scheiterte ebenso wie der von William Siemens 1863 gemachte Vorschlag, Birmingham mit einer Centralheizung zu versehen.

Wir sehen hier ganz dieselben Erscheinungen und Widerstände, die sich der Einführung des Steinkohlengases entgegenstellten. Dank der unermüdlichen Thätigkeit deutscher und österreichischer Ingenieure gewinnt die Erzeugung des Wassergases mehr und mehr an Boden. In Wien existiert seit Jahren eine derartige Anlage, jene der ersten Wiener Actiengesellschaft für Gas- und Wasserleitungsanlagen; für Fabriksbetriebe ist das Wassergas schon vielfach in Anwendung und wird umso mehr allgemeine Bedeutung erlangen, je mehr sich das Bedürfnis nach einem billigen Heizgase in der Bevölkerung der Großstädte geltend machen wird, d. h. je eher dieselbe er-

fährt, dass an Stelle der Steinkohle ein billiges Gas verwendet werden kann, welches zu Beleuchtungs- und Beheizungs Zwecken, sowie als Quelle motorischer Kraft in einfachster Weise benützt werden kann.

Das Wassergas ist zur Ferneleitung der Wärme das geeignetste.

Prof. Naumann in Giessen hat 1881 ein sehr wertvolles Buch über die Heizungsfrage, speciell über Wassergas geschrieben und kommt zu dem Schlusse, dass beim gewöhnlichen Leuchtgas nur 30% der Kohlenverbrennungswärme auf das entwickelte Gas übertragen werden (in Wirklichkeit kaum 25%), dass hingegen bei den Generatorgasen 70.5% und bei dem zu besprechenden Wassergase nur 8% der Wärme verloren gehen. Sie ersehen daraus, dass dieses Gas am billigsten sein muss, sobald es sich um die Übertragung der Kohlenverbrennungswärme, somit der ihr äquivalenten mechanischen Arbeit auf das Gas handelt. Dieser Umstand ist besonders bemerkenswert.

v. Marx hat die disponiblen Wärmemengen berechnet, welche sich bei der Verbrennung von Wassergas, Leuchtgas und Generatorgasen ergeben, wenn die Feuergase mit einer Temperatur von 200° C. entweichen; er fand, dass sich die Heizkraft wie 1 : 2 : 0.25 verhalte, somit das Generatorgas, infolge seines hohen Stickstoffgehaltes und der durch diesen bedingten geringeren Heizkraft, nicht neben dem Wassergase und dem Steinkohlengase in Betracht kommen kann. Prof. Naumann hat überdies auf die hohe Verbrennungstempe-

ratur des Leuchtgases in Luft (2700°C.), der Generatorgase (1935°C.), des Wassergases (2859°C.) und des Wasserstoffes (2649°C.) hingewiesen.¹⁾ Die große im Wassergase aufgespeicherte Wärme, die hohe Verbrennungstemperatur und ganz besonders die schon erwähnte Möglichkeit der vollständigen Übertragung der „Kohlenwärme“ in „Gaswärme“ machen das Wassergas zu einem vorzüglichen Heizmaterial.

Weiter muss als wesentlich erscheinen, dass das aus Wasserstoff und Kohlenoxyd bestehende Gas auch bei hohem Drucke und niederer Temperatur sich in der Zusammensetzung nicht ändert, während bekanntlich das Steinkohlengas infolge seines Gehaltes an leichter condensierbaren Dämpfen (Benzol, Naphthalin etc.) seine Zusammensetzung ändern kann und Ausscheidungen von Naphthalin bei niederen Temperaturen erfolgen.

Als vielfach, gegen die Einführung des Wassergases in die Praxis, ausgenützte Übelstände seiner Anwendung wurden Geruchlosigkeit, der große Gehalt an Kohlenoxydgas, die leichte Diffusionsfähigkeit und die Thatsache geltend gemacht, dass es mit nicht leuchtender Flamme verbrennt.

Schon Jaquelain 1854²⁾ hat daraufhingewiesen, dass sich ein kohlenoxydärmeres Wassergas erzeugen

¹⁾ „Die Heizungsfrage mit besonderer Rücksicht auf Wassergas-Erzeugung und Wassergas-Heizung“, Gießen 1881.

²⁾ M. Geitel, Preisschrift, S. 7.

lässt, ebenso Gillard, und es sind nach dieser Richtung hin in neuerer Zeit sehr erfolgreiche Versuche gemacht worden. Der Geruchlosigkeit des Gases lässt sich durch Zumischung von Mercaptan- oder — in neuerer Zeit empfohlen — Thioacetondämpfen abhelfen. Das Leuchtendmachen der Wassergasflammen gelingt durch Carburierung oder durch Glühendmachen fester Körper in der Flamme (Platingas etc.).

Die große Diffusionsfähigkeit sollte als ein Hauptgrund gelten, die Anwendung des Gases zu Heizzwecken im Haushalte zu verbieten, weil schon kleine Undichtheiten in der Leitung Gefahren nach sich ziehen.

Der uns bereits bekannte conservative Geist hat sein Bestes gethan, um das Wassergas vom allgemeinen Gebrauche auszuschließen. Als Samuel Clegg die Westminsterbrücke 1813 mit Steinkohlengas beleuchtete, musste er selbst drei Wochen hindurch den Laternenanzünder spielen, weil niemand sich fand, das „heiße Gas“ zu entzünden.¹⁾

Tritt man den angeführten Übelständen näher, so lässt sich kurz Folgendes sagen: der chemische Process, der bei Einwirkung von Wasserdampf auf glühende Kohle statthat, hängt von der Temperatur ab. Bei höherer Temperatur als Rothglut, entstehen nicht erst Kohlenoxyd und Wasserstoff ($C + OH_2 = CO + H_2$), sondern es bilden sich Kohlendioxyd und Wasserstoff

¹⁾ Dr. G. Schultz, „Die Chemie des Steinkohlentheers“, 1882, S. 9.

$(C + (OH_2)_2 = CO_2 + H_4)$. Wird die Kohlensäure rasch entfernt, um ihre Reduction durch glühenden Kohlenstoff zu vermeiden ($C + CO_2 = 2 CO$), so erhält man ein kohlenoxydärmeres Wassergas. Bei $500^{\circ} C$. wirken Kohlendioxyd und Wasserstoff aufeinander, es bilden sich Wasser und Kohlenoxyd ($CO_2 + H_2 = OH_2 + CO$), bei Temperaturen über $900^{\circ} C$. sind die Verhältnisse andere.¹⁾ Herr Ingenieur Dyke theilte mir mit, dass sich der Kohlenoxydgehalt schon bei Anwendung einer Temperatur von $1000^{\circ} C$. von 40% auf 13% verringert. Es ist demnach möglich, den Gehalt des Wassergases an Kohlenoxyd durch den Bereitungsprocess zu regulieren.

Das Kohlenoxyd wirkt direct giftig, daher der Hinweis auf die Giftigkeit des Wassergases. In Amerika hatte man infolge ungünstig lautender Gutachten anfänglich Furcht vor dem Gase, aber hervorragende Fachmänner wie Bromeis,²⁾ welcher auf den Wassergasprocess eingehend hinwies, sowie E. Frankland in London und A. Wurtz in Paris u. a., äußerten sich günstig.³⁾ Eingehend beschäftigte sich 1878

¹⁾ Naumann und Pistor, Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, 1885, 1647, 2724 und 2894.

²⁾ Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Bd. III, S. 82, ebenso Dinglers polytechnisches Journal, Bd. 154, S. 33, und M. Geitels Preisschrift.

³⁾ „Wassergas als Brennstoff der Zukunft“, von Ingenieur Quaglio, Wiesbaden 1880; eine sehr wertvolle Schrift über diesen Gegenstand.

H. Würtz in Hoboken mit dem Gegenstande, er untersuchte die Momente, durch welche das Gas gefährlich werden kann, die Gefahr des Ausströmens durch Undichtwerden der Leitungen, durch unvorsichtige Manipulation oder durch Zufall, durch Feuer etc. und kam zu dem Schlusse, dass das Steinkohlengas ebenso narkotisch und lähmend wirkte wie Kohlenoxyd, dass die Explosibilität beim Wassergase eine kleinere sei.

Diese Fragen wurden von Abbott, Sedgwick und Ripley Nichols eingehend studiert und beantwortet. Ein reiches statistisches Material, welches interessante Daten enthält, wurde gesammelt, und ein objectiver Bericht Prof. Hempels in Dresden erweist, dass sich ein Unterschied in der Zahl der durch Steinkohlengas und Wassergas bedingten Todesfälle nicht ergibt. Das Leuchtgas enthält ebenfalls Kohlenoxyd (8 %) und das Holzgas bis zu 30 %.

Aus den mit großem Aufwande geführten wissenschaftlichen Auseinandersetzungen, welche vielleicht in einzelnen Fällen durch die Concurrenz der Steinkohlen- und Wassergasfabriken beeinflusst waren, folgt, dass das Wassergas, wenn auch reicher an Kohlenoxyd und daher giftiger als Leuchtgas, deshalb nicht seiner etwaigen Mission, das Heizgas der Zukunft zu sein, entfremdet werden kann.

Wir haben gelernt, uns vor Gefahren zu schützen, die uns thasächlich umschweben — die Bakteriologie

lehrte uns das Heer feindlicher Organismen kennen, welche, seit Menschen leben, ihre Existenz geltend machten und machen. Lernen wir vor jenen uns schützen, so werden wir doch nicht vor den gekannten Gefahren zurückschrecken, welche wir mit dem Neuen in leichten Kauf nehmen müssen, wollen — können wir des Neuen nicht entbehren. M. Geitel sagt sehr treffend: „Der Fortschritt in der Selbständigkeit ermöglicht es, Einrichtungen, welche früher als gemeingefährlich verpönt waren, dem allgemeinen Gebrauche anheimzugeben.“ Wollten wir alle die gefahrbringenden Momente der heutigen Cultur in den Vordergrund stellen, dann hätten wir besser gethan, Prometheus seine Gabe zurückzustellen, und er hätte für diese nicht zu büßen gebraucht.

Überdies ist die Gefahr, die wir kennen und demnach beachten, weit geringer als der „Zufall“, dem unsere Existenz stets exponiert ist — vor jener können wir uns schützen, vor diesem nicht.

Wie schon erwähnt, kann das Wassergas durch Beimischung von übel- und starkriechenden Dämpfen leicht kenntlich gemacht werden. Mercaptan (C_2H_5SH), Thioaceton (CH_3CSCH_3) oder flüchtige, stark riechende, dampf- oder gasförmige Kohlenwasserstoffe können beigemischt werden, oder es kann Ölgas, selbst Steinkohlengas mit dem Wassergase zugleich verwendet werden, oder nach Dinsmore (D. R. P. 51141) vergast man Theer und leitet gleichzeitig Wassergas durch die Retorten; schließlich ermöglichen neuere Versuche,

kohlenoxydarmes Wassergas zu erzeugen.¹⁾ H. Strache, Chemiker der Actiengesellschaft für Gas- und Wasserleitungsanlagen, hat eine sehr wertvolle Methode angewendet, um dem Wassergase seinen Gehalt an Kohlenoxyd zu entziehen.²⁾

Der Einwand der Giftigkeit ist in dem Maße, wie er sich geltend machte, nicht stichhältig, und sein Erfolg war ein weiteres Studium der Wassergasbereitung, um diesen Einwand aufzuheben, den das Leuchtgas einst selbst überwinden musste.

Da das Wassergas eine nichtleuchtende Flamme gibt, so muss dasselbe zu Beleuchtungszwecken entweder carburiert oder mit Hilfe desselben ein Glühlicht erzeugt werden, wozu es durch die hohe Verbrennungstemperatur besonders geeignet ist.

Das Experiment lehrt, dass Luft dadurch als Leuchtgas verwendbar gemacht werden kann, dass man sie durch mit sehr flüchtigen flüssigen Kohlenwasserstoffen getränkte poröse Körper (Baumwolle, Asbest etc.) leitet; sie sättigt sich mit den brennbaren und leuchtenden Kohlenwasserstoffen.

Dieser Carburierungsprocess gelingt bei dem brennbaren Wassergase um so leichter. Die Apparate

¹⁾ L. Mond und L. Langer (D. R. P. 51572) beschrieben die Möglichkeit, mittels Nickel und Cobalt bei 350 bis 400° C. das Kohlenoxyd zu zersetzen und reines Wasserstoffgas zu erzeugen (Jahresbericht 1890 über die Leistungen der chem. Technologie, von Dr. F. Fischer, S. 175).

²⁾ Privatmittheilung.

zur Wassergasbereitung gestatten entweder die Herstellung von Heizgas oder Leuchtgas, je nachdem keine oder eine Carburierung stattfindet. Die großartigen Erfolge in der Erzeugung des Glühlichtes haben überdies den Fehler des Nichtleuchtens gegenstandslos gemacht.

Den besten Beweis für das Interesse, welches Fontanas Gas wachrief, liefern die zahlreichen Vorschläge und Patente der Wassergas-Erzeugungsapparate. Letztere lassen sich in zwei Kategorien theilen, in solche für carburiertes und nichtcarburiertes Gas oder, nach dem Betriebsverfahren, in discontinuierlich und continuierlich wirkende.

Der Process geht im allgemeinen derart vor sich, dass der zur Zerlegung des Wasserdampfes nöthige Kohlenstoff — in Amerika in Form von Anthracit, in Europa als Koks verwendet — in einer Retorte oder in einem Generator eingebracht und durch Entzündung und Luftzutritt zur intensiven Glühhitze gebracht wird (Periode des Warmblasens); dann wird der Apparat geschlossen und Wasserdampf in die glühende Kohle geblasen (Periode des Gasmachens), wobei das entstandene Wassergas zum raschen Abzuge gebracht wird. Dieses „Gasmachen“ dauert bei mittleren Apparaten 5 Minuten, das Heizen 10 Minuten, somit jede Charge („Roon“ genannt) 15 Minuten.¹⁾

Die in der ersten Periode entstehenden Gase be-

1) Mittelgroße Apparate für 50—75 m³ pro Stunde.

Wassergas-Apparat

der Actiengesellschaft für Wasserleitungen, Gas- und Heizungs-Anlagen.

Wien 1891.

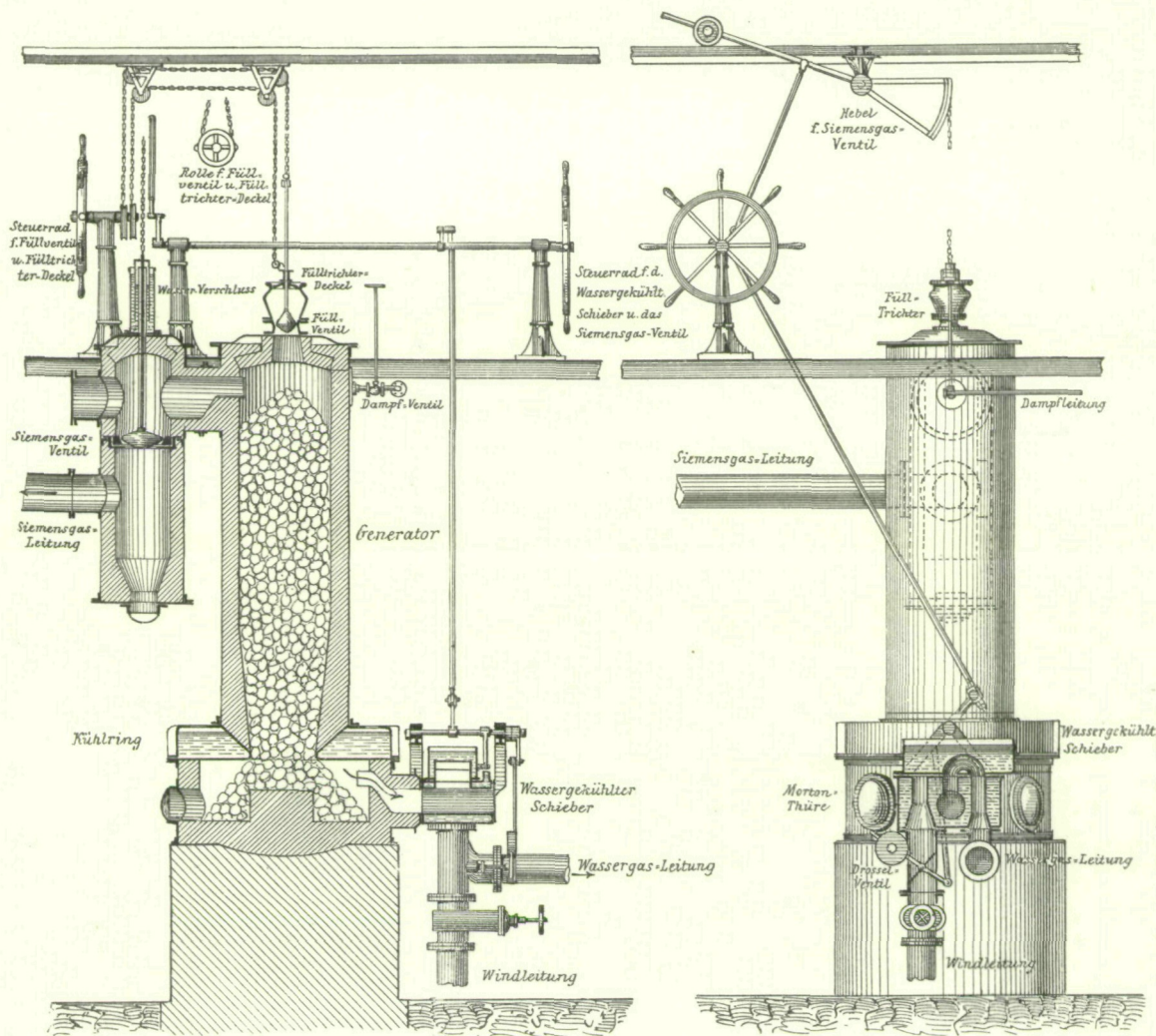


Fig. 1.

stehen gleich den Generatorgasen aus Kohlenoxyd (32%), Kohlendioxyd und Stickstoff; sie werden als „Siemensgase“ bezeichnet und finden zu Heizungszwecken directe Anwendung, sei es, um Regeneratoren mit Wärme zu versehen oder in einer Dampfkesselheizung verbrannt und derart ausgenützt zu werden. Das Wassergas wird durch Kalk enthaltende Reinigungsapparate etc. geleitet und in dem Gasreservoir („Gasometer“ genannt) gesammelt. Es sei hier erwähnt, dass der discontinuierliche Generator-Wassergasofen, wie ihn die Actiengesellschaft für Gas- und Wasserleitungsanlagen in Wien aufgestellt hat, bei stündlicher Production von circa $70\text{—}75\text{ m}^3$ Gas pro Kilo Koks 1 m^3 Wassergas und 4 m^3 Siemensgase liefert. Die Kohlenwärme vertheilt sich derart, dass 3600 Wärmeeinheiten im Wassergase und 4600 Wärmeeinheiten im Siemensgase zur Ausnützung gelangen.

Mit Hilfe der Siemensgase ist es möglich, den Wasserdampf überhitzt zur Anwendung bringen zu können, wodurch die Zeit des „Gasmachens“ verlängert wird. Die durch die Siemensgas-Verbrennung erzeugte Wärme wird demnach an Ort und Stelle ausgenützt, während das Wassergas zur Fernleitung der Wärme benützbar ist.

Die Abbildung (Fig. 1) zeigt Ihnen eine Wassergasanlage, wie sie in der Fabrik der Actiengesellschaft für Gas- und Wasserleitungsanlagen in Gaudenzdorf functioniert. Der Apparat stammt aus dem Jahre 1891. Rechts ist der Generator mit dem Be-

schickungstrichter und die Einrichtung des Schiebers in jener Stellung gezeichnet, in welcher die „Windleitung“ geschlossen ist und die Wassergasleitung mit dem Generator in Verbindung steht. Die Hebel, durch welche diese Stellung geändert werden kann, zeigt die Zeichnung: durch das Drehen des Hebelrades wird der Schieber umgestellt und die Luftleitung mit dem Innern des Generators in Verbindung gesetzt.

Die Zeichnung links zeigt einen Schnitt durch den mit Koks beschickten Generator, auf dessen oberem Ende der Fülltrichter aufgesetzt ist, dessen Deckel und Füllventil durch eine Hebelvorrichtung passend geöffnet und geschlossen werden können, derart, dass die Gase, bei dem Beschicken des Apparates mit Koks, nicht entweichen können. Rechts unten ist die Schiebervorrichtung angebracht, welche mit Wasserkühlung versehen ist; linker Seite weiter oben befindet sich das Abzugsrohr für die Generatorgase mit einem Flugstaubsammler und dem entsprechenden Gasventile.

Der Apparat functioniert präzise und genügt ein Arbeiter zum Gasmachen. Eine Explosionsgefahr durch Mischen von Luft und Wassergas und Entzündung des Gemisches ist durch die Schiebereinrichtung ganz ausgeschlossen. Der Cubikmeter des erzeugten Wassergases kostet circa 1·5 Kreuzer.

Es würde zu weit führen, wollte ich hier auf die verschiedenen Constructionen der Wassergasapparate näher eingehen, es existieren weit über 100 Privilegien.

Diesfalls sei auf die erschöpfende Preisschrift M. Geitels, auf die Publicationen des Ingenieurs Quaglio etc. hingewiesen.

Die Geschichte der Wassergasfabrication ist sehr interessant. Von den im Jahre 1823 von Vere und Crane stammenden Laboratoriumsversuchen bis zu dem soeben skizzierten Apparate findet sich eine stattliche Reihe von Constructionsangaben. 1830 hat Donovan in Dublin das Gas in größerem Maßstabe erzeugt, Jobard in Brüssel und Selligue in Paris arbeiteten erfolgreich und legten den Grund für die Entwicklung dieser Industrie in Amerika, Gillard erzeugte fast reines Wasserstoffgas und beleuchtete 1856—1865 damit Narbonne. Dort kam das Kirkham'sche Princip der Selbsterhitzung zuerst in Anwendung.

Baldamus und Grüne beschrieben 1861 ein neues Verfahren für carburiertes Wassergas, welches bis 1866 in Bonn verwendet wurde.

Während die Arbeiten in Europa nicht über das Experiment hinausführten, bemächtigte sich Amerika, das arm an gasreicher Kohle, reich an Anthracit und zur Carburierung passenden Petroleumproducten ist, der Frage und führte sie durch. In Deutschland haben die Ingenieure E. Blass und Quaglio, sowie die Dortmunder Europäische Wassergas-Actiengesellschaft durch zahlreiche Verbesserungen den Boden für die Entwicklung dieser Industrie vorbereitet. John Holt. Ibbetson (1824), Donovan

(1830), Jobard (1834), dessen Erfindung von Selligie ausgebeutet wurde,¹⁾ Mauby (1839), Cruickshanks (1839); Malam (1843), Leprince (1844), James Murdoch (1845), Pollard (1845), Gillard (1846), Stephen White (1849), Barlow und Gore (1851), J. und T. N. Kirkham (1852),²⁾ Jacquelain (1854), Fayer (1865), Baldamus und Grüne (1861), Pütsch, Westphal und Zinrek (1867), Ruck (1871) waren die Repräsentanten der Wassergastechnik Europas in den als „Experimentalepoche“ zu bezeichnenden fünf Decennien (1823—1873).

Tessié du Motays Apparat (1866—1870) fand in Amerika Anwendung.³⁾ Lowe traf wesentliche Verbesserungen, ebenso J. Livesey und J. Hidd (1878), Myron Hopkins Strong in Brooklyn (1877). Lowe und G. Spring Dwigths Apparate (1878) dürfen ebenso wenig übergangen werden als jene von R. S. Ripley, E. Brook und A. Wilson, Dehaynin (1880), H. Clay Bull in Brooklyn, Quaglio und Dwight (1880), H. Hang in Dortmund.

Die Halbwassergasapparate von C. W. Siemens in London (1881, 1883) gewannen Bedeutung, noch

¹⁾ Siehe M. Geitels Preisschrift, S. 13.

²⁾ Die Patente von W. Brown (1853), W. G. Ginty (1853) und Th. J. Dimsdale (1854) enthalten wenig Neues, ebenso die Angaben von W. Holmes, Lancaster und Smitt, Bouchard (1855), Isoard etc.

³⁾ Die neuesten Erfolge des Wassergases in der Leuchtgasindustrie, besprochen von B. Andrae, Wien 1884.

mehr der Wassergasapparat von A. O. Granger und J. H. Collins in Philadelphia (1881), welche Lowes Ofen verbesserten.

Die Einrichtungen durch Knaudt, speciell Pütsch, G. Spring, Dwight in Brooklyn, der continuierlich wirkende Apparat der Europeiska Wattengas-Actie bolaget in Stockholm (1881), der complicierte C. Westphal'sche Apparat (1882), der Generator von W. S. Sutherland (1883), insbesondere der von dem Wiener Gastechner B. Andreae (1883 und 1885) construierte Gasapparat, jene von Jerzmannowsky, von Dawson (1883), L. Dee York, J. E. Leadley und J. Haulon, C. Mason, Mc. Carty, W. Arthur, B. von Steinäcker (1883) zeigen die unausgesetzten Bestrebungen dieses Zweiges der Technik. Die Dortmunder Gesellschaft sammelte sich besondere Verdienste durch wesentliche Verbesserung der Apparatur.

M. Bauer (1886) suchte kohlenoxydarmes Wassergas zu erzeugen. Burdett, Loomis construierten einen Ofen mit zwei Arbeitsperioden, L. Holtzer und A. Rateau suchten die im abziehenden Wassergase enthaltene Wärme auszunützen u. s. w. Diesen Ausführungen wären noch mindestens 90 Patentbeschreibungen zuzufügen.

Die Dortmunder Europäische Wassergas-Actiengesellschaft hat in Deutschland, die Gesellschaft für Gas- und Wasseranlagen in Wien in Österreich wesentlich dazu beigetragen, dass die praktischen Erfolge

Amerikas in der Heimat bekannt wurden. Jul. Pintsch in Berlin hat die Verwendung des Wassergases zu technischen Zwecken wesentlich gefördert, Quaglio¹⁾ die Calculationen der Wassergaserzeugung angegeben, wonach die Kosten des Wassergases pro Cubikmeter zwischen 1—4 Pfennige schwanken. Schon im Jahre 1888 existierten in Deutschland 24 Generatoröfen, welche pro Stunde 2686 m³ Gas erzeugen.

Die Dortmunder Apparate weichen in der Construction wesentlich von jenen in Amerika verwendeten ab, da dort Anthracit, hier anderes Brennmaterial (zumeist Koks) zur Anwendung kommt. Der früher beschriebene Apparat entspricht der deutschen Type.²⁾

Heute liegen bereits reiche Erfahrungen über die beste Ofenconstruction, Gasausbeute und Preisverhältnisse vor; als Beispiel sei hier die Anlage zu Warstein³⁾ genannt.

Das Wassergas ist einer großen und allgemeinen Anwendung fähig. Im carburierten Zustande, im modernen Glühlichte, dient es zu Beleuchtungszwecken,

¹⁾ Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes, 1888.

²⁾ Siehe M. Geitels Preisschrift, S. 25. J. R. v. Langer: „Über Wassergas“, Vortrag im Österr. Ingenieur- und Architekten-Verein, 1887.

³⁾ M. Geitels Preisschrift, S. 27. Siehe ferner die Calculationen von Wildy (D. F. Fischers Jahrbuch für chem. Techn., 1890, S. 183, welcher die Bell'schen Angaben widerlegt). S. Fox, Mittheilungen daselbst S. 185 etc.

als Heizmaterial hat es Bedeutung, aber auch als Quelle von Kraft für Motoren und in den Processen der Technologie ist es eine Rolle zu spielen berufen.

Von Faraday (1826) stammt das Princip der Carburierung; Donovan macht von demselben 1830 praktische Anwendung, drei Jahre später gab Jobard der königl. Akademie zu Brüssel seine Arbeiten über carburiertes Wassergas bekannt; das nach seinem Verfahren erzeugte Gas wurde in verschiedenen Städten Europas zur Beleuchtung verwendet und unter dem Namen Selligue-Gas von letzterem allgemein bekannt gemacht. Interessant sind die Berichte von Payen, Thénard, Dumas und anderen über dieses Gas, nicht weniger die weiteren Versuche Jobards, dessen Streben und Arbeiten nicht für die Dauer Würdigung fanden, obgleich seine Methode allgemeines Aufsehen erregt hatte. Mit dem White'sche „Hydrocarbonprocess“, dessen Erfolge von Frankland präcisirt wurden, ergieng es ähnlich, ebenso dem nach Leprince erzeugten Wassergase, über dessen Wert Verver und L. de Konick berichteten. Das Verfahren von Baldamus und Grüne, das Ruck- oder Spice-Gas, konnte in Europa nicht mehr als die genannten carburierten Wassergasarten an Boden gewinnen, erst in Amerika wurden die gesammelten Erfahrungen praktisch verwertet. 1880 existierten in New-York neun Gasfabriken, von welchen zwei carburiertes Wassergas erzeugten; sie lieferten zusammen (1879) 31,450.000 m^3 (31·5 Millionen m^3),

während diesiebenSteinkohlengas-Fabriken 64·3 Millionen m^3 producierten. Seitdem sind die Verhältnisse noch ganz andere geworden. In Russland hat sich das carburierte Wassergas ebenfalls eingeführt; in Deutschland, Frankreich und Österreich fehlt es an billigen Carburierungsmitteln, wie sie Amerika in reichstem Maße besitzt, und wird das Wassergas als Beleuchtungsmittel auf die Verwendung im Glühlichte angewiesen bleiben. Es sei hier auf den im Jahre 1883 von B. Andreae in Wien gehaltenen Vortrag hingewiesen, in welchem der hervorragende Gastechniker die Verhältnisse in Amerika mittheilt und wertvolle Schlüsse zieht,¹⁾ die nur günstig lauten. Im Journal für Gasbeleuchtung schilderte neuester Zeit Trewby²⁾ die nordamerikanischen Verhältnisse. New-Yorkconsumiert heute ein Drittel Steinkohlen- und zwei Drittel carburiertes Wassergas, welches drei Gasanstalten erzeugen. Im September 1890 wurden in Chicago 8·5 Millionen Cubikfuß Gas consumiert, wovon 7 Millionen Wassergas waren, und in Washington und in Toronto beträgt letzteres 50 % der Gesamt-Gasproduction. Das Wassergas concurriert erfolgreich mit dem elektrischen Lichte.

¹⁾ „Über Wassergas mit besonderer Berücksichtigung der erzielten Resultate in Amerika“, Vortrag im Vereine der Gasindustriellen in Österreich-Ungarn, von B. Andreae, 14. December 1883.

²⁾ Siehe Jahresbericht für chem. Technologie, von Dr. F. Fischer, 1890, S. 180.

Die Flammen von 30 Kerzen Lichtstärke brennen ohne zu rußen, das Publicum verlangt helles Licht, es bringt dem Wassergas Sympathien entgegen, und in Wien? — kennen nur wenige den Begriff Wassergas!! In den Vereinigten Staaten existieren 981 Gasfabriken, davon sind 367 Wassergaswerke, 312 derselben arbeiten mit Generatoren, 9 mit Retorten, 46 mit der Combination beider Systeme. Das verbreitetste System ist jenes von Granger, auch das Lowe'sche wird vielfach benützt. Der mit Dampf und „Primärluft“ gespeiste, mit Anthracit gefüllte Generator sendet das erzeugte Wassergas in eine mit Ziegelgitterwerk erfüllte Kammer, in welche unten die Carburierungsflüssigkeit eingeführt wird; das carburierte Gas tritt in den Condensator, um dort von dem Überschusse des Carburierungsmittels befreit (fixiert) zu werden. Die Gaserzeugung erfolgt rasch; 10 Arbeiter genügen für 500.000 Cubikfuß täglicher Gaserzeugung, bei Steinkohlengas sind 25 Arbeiter zu gleichem Zwecke nöthig.

Der Gehalt des Wassergases an Kohlenoxyd beträgt durchschnittlich 25 $\frac{0}{100}$, die Gefahren sind größer, die Unglücksfälle aber nicht. Selbstmörder benützen das Gas, weil es sich zu dem Zwecke angeblich eignen soll.

Nicht weniger lehrreich sind die Mittheilungen von Loomis,¹⁾ der Praktiker auf diesem Gebiete ist; er schildert die technische Anwendung und den Wert.

¹⁾ Dr. F. Fischers Jahresbericht für chem. Technologie, 1890, S. 185.

der Gemische von Leuchtgas und Wassergas. S. Fox kommt zu dem Schlusse, dass das Wassergas zu Beleuchtungszwecken billiger als Steinkohlengas und elektrisches Licht ist.¹⁾

Bezüglich der Anwendung des Wassergases zu Beleuchtungszwecken lassen sich, wie schon angedeutet wurde, die amerikanischen Verhältnisse nicht zu uns übertragen — hier hat nur die Anwendung desselben im Glühlichte Bedeutung, und diese Frage steht erst am Beginne ihrer Entwicklung.

Erwägt man, dass das Leuchten einer Flamme in vielen Fällen durch das Erglühen fester Körper in derselben bedingt wird,²⁾ dass das Leuchten des Steinkohlengases durch ausgeschiedenen glühenden Kohlenstoff hervorgerufen wird, dessen Lichtentwicklungsvermögen von der Flammentemperatur abhängt, und diese wieder dadurch beschränkt wird, dass hohe Temperaturen nur bei totaler Verbrennung (Bunsenbrenner, Gasgebläse) möglich werden, so ergibt sich, dass das Steinkohlengas zu Beleuchtungszwecken weniger als carburirtes Wassergas, dessen Temperatur eine höhere ist, noch weniger aber als eine sehr heiße Flamme geeignet ist, in welcher unverbrennliche feste Körper zur Weißglut gelangen; überlegt man weiterhin, dass die Untersuchungen von R. v. Helm-

¹⁾ Dasselbst S. 185.

²⁾ Siehe Davys Theorie, Frankland, Ann. der Chem. und Pharmac., Suppl. 6, 308; ferner Heumann, Ann. Chem. 184, 206 etc.

holtz¹⁾ über das Glühlicht noch ganz neue Perspektiven in Aussicht stellen, so muss man zugestehen, dass das Incandescenzlicht der einzige Concurrent gegenüber dem elektrischen Lichte ist, dass das Kohlenleuchtgas in seiner heutigen Verwendung und das carburierte Wassergas durch das Glühlicht theoretisch überholt sind.

Langlay berechnete, dass in der bisher angewendeten Steinkohlen-Gasflamme nur 1% der vorhandenen Energie für die Lichtentwicklung benützt wird. Das Glühlicht hat die Aufgabe zu lösen, möglichst viel dieser Wärmeenergie in Licht umzusetzen und die Wärmestrahlung zu verringern. Darin liegt die Zukunft der Gasbeleuchtung und somit auch jene des Wassergases zu gleichem Zwecke.

1826 benützte Drumond die heiße Flamme des Knallgases, um Kalk zum Weißglühen zu bringen. Dieses Licht ist heute noch in der k. k. Hofoper in Anwendung, da es in seinen Effecten bisher nicht zu ersetzen ist. A. Cruickshank (1839) erhitzte Quarz und Platin durch nicht leuchtendes Gas. Gillard führte diese Idee aus (1846) und benützte Wassergas; Narbonne wurde derart beleuchtet (1856), in Passy bei Paris schon früher Wassergas angewendet. Tessié du Motay beleuchtete 1867 mit Hydrogengaslicht die

¹⁾ Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbefleißes, 1889, S. 201. Ferner Dr. F. Fischers Jahresbericht für chem. Technologie, 1890, S. 185 (Anm.).

Tuilerien und das Hôtel de ville; in der aus Leuchtgas und Sauerstoff bestehenden Knallgasflamme wurden Zirkonstifte zum Weißglühen gebracht. Clamond verwandte Magnesiumoxyd, welches in einer Gebläseflamme erglühte. Lewis und Sellon verwendeten eine Platin-Iridium-Legierung, Popp (1882) Hütchen aus Platin. Ein wesentlicher Fortschritt in der Construction von Incandescenzbrennern liegt in den O. Fahnehjelm'schen Glühnadeln. Einen derartigen Brenner mit Wassergas gespeist sehen Sie hier vor sich, die Lichtkraft ist eine bedeutende. Diese Glühnadeln bestehen aus Magnesiumoxyd und einem Bindemittel, sie werden durch Einsetzen in einem aus feuerfesten Material bestehenden Bogen zu Glühkämmen vereinigt, bei welchen sich die Nadeln leicht austauschen lassen. Die Benützungsdauer ist 100 Stunden. In Witkowitz sind gegenwärtig solche Brenner für Wassergas in Anwendung. In Essen (Schulz-Knaut'sches Etablissement) ist die Leuchtkraft des Fahnehjelm'schen Lichtes bei Verwendung von 180 l Wassergas pro Stunde gemessen worden und beträgt 24 Normalkerzenstärken. (Ein Leuchtkamm kostet 15 Pfennige, 1 m³ des Gases 1 Pfennig.)

Alle angeführten Glühlichtapparate besitzen, seitdem Dr. Auer v. Welsbach sein Glühlicht patentierte (Deutsches Reichs-Patent Nr. 39162 vom Jahre 1885), nur mehr historisches Interesse. Bekanntlich hatte sich Dr. v. Auer mit der Untersuchung der seltenen Erden im Laboratorium der Wiener Universität be-

schäftigt und gefunden, dass das im Cerit vorkommende Didym aus zwei Körpern, dem Neodym und Praseodym bestehe, dass Lanthanoxyd, Yttriumoxyd und andere seltene Erden sich in verschiedenen Verhältnissen mit Magnesia und Zinkoxyd verbinden. Die Eigenart dieser Gemenge und Verbindungen liegt in einem großen Emissionsvermögen und einer bedeutenden Widerstandsfähigkeit während des Glühens. Mit dem Gemenge dieser Erden wird ein Gewebe imprägniert. Schwierigkeiten bot, das mit leuchtender Flamme brennende Steinkohlengas auf einfache Weise als Heizgas zur Verbrennung zu bringen.

Dr. v. Auer gab in seinen Privilegien eine Reihe von aus Magnesium-, Lanthan- und Yttriumoxyd bestehender Gemenge an: Yttriumoxyd macht das Licht mehr gelbweiß, es kann auch durch ein Gemenge von sogenannter Ytterterde und Lanthanoxyd, durch didymfreie, wenig Cer enthaltende Ceriterden ersetzt werden.

Wird Neodymzirkon beigemischt, so nuanciert sich die Farbe des Lichtes. Erbinzirkon gibt intensiv grünes Licht.

Das aus Cellulose bereitete Gewebe wird erst mit den Nitraten oder mit gewissen anderen Salzen der genannten Erden versehen, welche sich unter Rücklassung der Erden beim Glühen zersetzen. Das deutsche Reichs-Patent Nr. 39.162 umfasst sechs Patentansprüche.

Eine wesentliche Vervollkommnung liegt im

deutschen Reichs-Patent Nr. 43991, und nach diesem sind die heute verwendeten Glühstrümpfe bereitet, in welchem auch Thoriumoxyd eine wesentliche Rolle spielt, das mit Zirkon- und Lanthanoxyd das größte Emissionsvermögen zeigt. Die acht Patentansprüche beziehen sich auf Combinationen von Thorium-Yttrium-Lanthanoxyd, Lanthan- und Thoriumoxyd, Yttrium- und Thorerde.

v. Auer's Glühlicht leitet, wie gesagt, eine neue Epoche der Gasbeleuchtung ein, es realisiert das Streben, Licht mit weniger Wärmeentwicklung zu erzeugen, d. h. die langsameren Wärmeschwingungen in Lichtschwingungen umzusetzen. Dr. v. Auer hat in einem im Niederösterreichischen Gewerbeverein 1886 gehaltenen Vortrage seine Ansichten über das Incandescenzlicht ausgesprochen und die Complication der früheren Glühlichtapparate angedeutet; er wies auf die wichtigen Momente des Emissionsvermögens und die nöthige Widerstandsfähigkeit des Glühkörpers hin. Der Bunsenbrenner genügt, um Lichteffecte zu erzielen, welche früher unmöglich waren. Ich führe hier ein Auer'sches Glühlicht vor, welches mit Wassergas gespeist wird; das nichtleuchtende, verbrennende Gas gibt, wenn es unter einem Druck von circa 70 mm in einem Argandbrenner angewendet wird, eine Helligkeit von circa 100 Kerzenstärken. In Leeds wird derart das Auerlicht verwendet, und obgleich Generaldirector W. v. Öchelhäuser in seinem höchst interessanten Vortrage: „Die Steinkohlen-Gasanstalten als Licht-, Wärme-

und Kraftcentralen“¹⁾ behauptet, dass das Wassergas nicht für das Auer'sche Glühlicht geeignet sei, da das Emissionsvermögen rasch abnehme, ist man in England und Amerika anderer Ansicht; überdies liegen noch viel zu wenig Thatsachen vor, um ein absprechendes Urtheil fällen zu können.

Die Angaben, welche M. Geitel²⁾ über die Helligkeit des Auerlichtes machte, sind nicht zutreffend, indem bei einem Steinkohlengasconsum von 100 l pro Stunde und einem Druck zwischen 25—40 mm eine Helligkeit von 60 Kerzenstärken erzielt wird. Vom Wassergase werden infolge des höheren Druckes circa 215 l pro Stunde verbraucht.³⁾ Ein gewöhnlicher Schmetterlingsbrenner mit Steinkohlengas gespeist, verbraucht beiläufig 150 l Gas und gibt eine Helligkeit von 16 Kerzenstärken. Damit ist ein großer Vortheil des Auerlichtes gegeben. Ein weiterer liegt in der geringeren Wärmeentwicklung. 1 m³ Leuchtgas (16 Kerzenstärken) liefert 5400 Wärmeeinheiten, 100 l im Auerlichte somit 540 Wärmeeinheiten, während 150 l Leuchtgas mindestens 810 Wärmeeinheiten entwickeln (im Durchschnitte 900 Wärmeeinheiten). Bei gleicher Helligkeit—Auerlicht zu 60 Kerzenstärken gerechnet—sind von gewöhnlichen Leuchtflammen 3·75 nöthig, somit ist der Gasconsum für gleiche Helligkeit

¹⁾ Vorgetragen in der Sitzung des Vereines für Gewerbeleiß zu Berlin am 7. November 1892.

²⁾ Siehe M. Geitels Preisschrift, S. 42.

³⁾ Privatmittheilung.

562·5 l, welchen eine Wärmeentwicklung von 3034·8 Wärmeeinheiten entspricht, d. h.: einem Auerlicht mit 60 Kerzenstärken, 100 l Consum pro Stunde und 540 Wärmeeinheiten stehen 3·75 gewöhnliche Gasflammen mit 562 l Consum und 3034·8 Wärmeeinheiten entgegen.¹⁾

Dieses Verhältnis wird aber noch wesentlich dadurch alteriert, dass beim Auer'schen Licht ein Theil der Wärme in Lichtbewegung umgesetzt wird, mithin die Wärmeentwicklung noch geringer ist. Berechnet man, dass ein elektrisches Glühlicht von 16 Kerzenstärken 46 Calorien entwickelt, eine Gasflamme (16 Kerzenstärken) 900 Wärmeeinheiten und ein Auerlicht von gleicher Helligkeit nur $\frac{540}{3·75} = 144$ Wärme-

einheiten, so folgt, dass letzteres nur 3·1, hingegen eine gewöhnliche Leuchtgasflamme fast 20mal mehr Wärme als ein elektrisches Glühlicht in gleicher Zeit entwickelt. Diese Zahlen sprechen in genügender Weise. Dazu kommt noch, dass bei gleicher Helligkeit die Menge der Verbrennungsproducte sich ganz bedeutend verringert, indem statt 562 l Gas nur 100 l verbrennen.

Bei Wassergas sind diese Verhältnisse nicht so günstig, weil mehr Gas consumiert wird (215 l pro

¹⁾ Director v. Öchelhäuser kommt zu ähnlichen Resultaten; siehe auch „Versuche der Deutschen Continental-Gasgesellschaft“, Dessau; in Director v. Öchelhäusers Vortrag, S. 18.

Stunde), allein die Gaskosten sind im Großbetriebe viel kleiner,¹⁾ die Verbrennungsproducte bloß Wasser und Kohlensäure, zudem sehen Sie an dem Lichte eine höhere Intensität als 60 Kerzenstärken, da der Gasdruck größer als 40 mm ist, welcher Druck bei Leuchtgas die größte Intensität gibt. Das Auer'sche Glühlicht ist ohne Zweifel ein sehr billiges Beleuchtungsmittel, wenn dabei Wassergas verwendet wird. Die Einwände gegen Auers Licht sind nicht von Belang. Die nach 800 Stunden Brenndauer gemessene Lichtabnahme entspricht höchstens der in gleicher Zeit beim elektrischen Glühlichte erfolgenden (30—40%), und die Bemerkung, dass das grelle Licht das Auge afficiere, wird wohl am besten durch die Frage erklärt, ob unsere Augen für Kienspan-, Rüböl-, Wiener Straßenbeleuchtung eingerichtet sind oder für die Tageshelligkeit.

L. Weber berechnet für die Helligkeit eines weißen Cartons an hellen Sommertagen, von der Gesamthemisphäre beschienen, für Roth zu 68,310 Amylacetat-Meterkerzen, und Prof. Kogel gibt an, dass das Sonnenlicht 8—14 mal stärker als das des heiteren Himmels wirke.

Die großen Vorthelle des Auer'schen Glühlichtes zu detaillieren muss hier verzichtet werden und sei diesfalls auf die wertvollen Versuche des Vergleiches

¹⁾ Rechnet man 1 m³ Wassergas zu 1·5 kr., so kosten 215 l 0·322 kr. und 100 l Gas in Wien 0·95 kr. Das Leuchtgas ist trotz des geringeren Consums fast dreimal so theuer!

mit elektrischem Lichte hingewiesen, welche Director v. Öchelhäuser in seinem Vortrage mittheilt.

Fast noch wichtiger als die so weit entwickelte Frage nach billigem und schönem Lichte dünkt uns die Beantwortung jener nach einem rationellen Heizmateriale. Darüber ist kein Zweifel, dass diesfalls die Gasheizung an Stelle der Kohlenfeuerung treten muss; mit Recht sagt schon W. Siemens, dem wir die erste Anregung nach dieser Richtung hin danken,¹⁾ dass Gas das Heizmaterial der Zukunft sein werde. M. Geitel ist überzeugt, dass der Tag kommen muss, an dem unsere Wohnstätten nicht nur ihr Licht, sondern auch die Wärme von einer Centralstelle erhalten. Die früher genannten Übelstände der Anwendung fester Brennstoffe führen, soll auch da ein Fortschritt statt haben, zwingend dazu. In Deutschland beginnt man sich mit dieser Angelegenheit ernst zu beschäftigen, und es ist sicher, dass die Regierungen dazu Stellung nehmen werden. Die Steinkohlen-Gasfabriken werden immer bereit sein, ihr Gas zu Heizzwecken billiger zur Verfügung zu stellen, allein sie bleiben als Koks-erzeuger stets ihr eigener Concurrent; sie können nicht für die Anwendung des Gases als alleiniges Heizmaterial plaidieren, wohl nur für die Abschaffung der Verwendung des rohen Brennstoffes. Director v. Öchelhäuser steht selbstverständlich auf letzterem Stand-

¹⁾ „Einige naturwissenschaftlich-technische Fragen der Gegenwart“, von Will. Siemens, II. Folge, Berlin 1883.

punkte, er repräsentiert die Ansicht, neben Gas auch mit Koks zu heizen, weil bei der Leuchtgas-erzeugung aus 100 *kg* guter Kohle im Mittel 60 *kg* Koks entstehen. Zugegeben, dass Koks in guten Füllöfen ein weitaus reinlicheres Brennmaterial als Kohle ist, so bleiben doch der Transport, die Aschencalamität und die Ofenbeschickung etc. immer dieselben. Die Koks für den Hochofen und zur Wassergaserzeugung, das Gas zu Heizzwecken! Hier kreuzen sich große Interessen, hier ist nicht bloß der Kampf mit dem Beharrungsvermögen der Consumenten, auch der Interessenkampf der Producenten eingreifend — um so schwerer die Lösung!

Die Steinkohlen-Leuchtgas-Erzeugung produciert neben Leuchtgas, welches im Auerbrenner zur Geltung kommt, den für die Farbenindustrie wertvollen ganz unentbehrlichen Theer, das für Ammoniakgewinnung nöthige Theerwasser und Koks. Die 60% Koks der Kohle enthalten die Hauptmasse des Kohlenstoffes, dessen Wärme für die Gasbereitung verloren geht und darum hat die Wassergaserzeugung, bei der auch dieser Kohlenstoff zur Gasbereitung verwendet wird, so große Bedeutung; deshalb sollte sich die Leuchtgas- mit der Wassergas-fabrication vereinen, d. h. erstere selbst Wassergas erzeugen.

Director Öchelhäuser besprach in seinem Vortrage die Bedeutung der Centralheizung und erwähnt der Vortheile derselben, freilich dabei die Verarbeitung

der Koks auf Wassergas ausschließend, weil Koks direct verwendet werden soll.¹⁾ Prof. F. Fischer hat in einem zu Hamburg 1880 gehaltenen Vortrage auf die Kosten von 10,000 nutzbar gemachten Wärmeeinheiten aufmerksam gemacht und kam zu dem Schlusse, dass die Heizung mit Wassergas (11) billiger als die Kachelofenheizung (13), weitaus billiger als die Steinkohlengasheizung (26) ist. Diese Daten bestätigte M. Geitel. Die hohen Preise des Steinkohlengases, selbst bei einer Preisermäßigung für gewerbliche Zwecke (nicht für Beleuchtung und Beheizung), waren und werden ein Hindernis der allgemeinen Anwendung als Heizgas bleiben, wenn auch v. Öchelhäuser mit Recht der Ansicht ist, dass es ebenso auf die Anwendung guter Apparate als auch auf ökonomisches Gebaren ankomme. Dass Wassergas, aus dem gleichen Gewichte Kohle, in größeren Mengen und auch aus billigeren Rohstoffen als Gaskohle erzeugt werden kann, wird niemand leugnen, dass mithin ein Preisvergleich nicht möglich, und das Wassergas das Nutzgas der Zukunft werden dürfte, ergibt sich durch Rechnung.

Die Heizapparate sind wesentlich verbessert. Sie

¹⁾ Das Beispiel, welches v. Öchelhäuser in seinem Vortrage anführt, dass niemand Petroleum vor dem Gebrauche vergasen wird, ist wohl wenig passend, denn mit Petroleum kann man direct beleuchten, nicht aber mit Kohlen oder Koks. So gut wie erstere destilliert, müssen letztere zu Wassergas verarbeitet werden. Wenn Kohlenverarbeitung zugestanden wird, warum nicht Koksverwendung zu Wassergas?

sehen hier eine Reihe solcher Apparate, welche die Actiengesellschaft für Gas- und Wasserleitungsanlagen mir zur Demonstration in entgegenkommendster Weise zur Disposition stellte, und Sie werden nach dem Vortrage Gelegenheit finden, die Einrichtung der Apparate zu besichtigen, von welchen ein Theil für Wassergasbenützung, der andere für Leuchtgasverwendung eingerichtet ist. Leider muss ich mir versagen, die Bedeutung der Association der Leuchtgas- und Wassergasfabrication näher zu erklären; im Interesse des Publicums, seines Comforts und seiner Gesundheit liegt es, dass sich endlich diese Frage löse, dass in großen, außer den bewohnten Orten gelegenen Gasfabriken ein billiges Gas erzeugt werde, und der Technik muss es überlassen bleiben, die Idee Siemens' der directen Vergasung der Kohle am oder im Schachte — vorausgesetzt nicht zu große Entfernung des Consumortes — zu realisieren, oder dem Kohlentransporte — eine neue Interessenkreuzung — Concessionen zu machen.

In Dänemark hat sich die Gasheizung schon eingebürgert,¹⁾ und der Consum stieg durch die bedeutende Preisermäßigung.²⁾ Weit stehen wir dem allen gegenüber, wieviele Interessen müssen früher geordnet, wieviele vergebliche Worte gesprochen,

¹⁾ „Wassergas als Brennmaterial der Zukunft“, von Quaglio.

²⁾ „Journal für Gasbeleuchtung“, 1888, S. 70.

wieviel weniger wichtige Fragen Gegenstand endloser sachlicher und persönlicher Debatten werden, ehe eine Frage der Beantwortung zugeführt wird, die das leibliche Wohl, das Interesse der Kleingewerbe mehr fördert als so manche socialpolitische Volksbeglückungs-idee. Wir arbeiten nur im Interesse der künftigen Generationen.

Noch sei mir gestattet, einige Worte über die Bedeutung des billigen Wassergases für technologische Zwecke und als Kraftquelle zu sprechen. Dieses Gebiet würde allein mehrere Vortragsabende füllen. Diesbezüglich sei auf die trefflichen Auseinandersetzungen Director v. Öchelhäusers verwiesen. Das, was in seinem Vortrage über die Verwendung des Leuchtgases zu motorischen Zwecken gesagt wird, gilt auch für Wassergas.

Als Beispiel, welcher Anwendung ein billiges Leuchtgas fähig ist, beweist die in Gaudenzdorf bei Wien befindliche Wassergasanlage, in welcher das Gas direct zu Löthzwecken im Großen verwendet wird. Die hier befindliche Zeichnung (Fig. 2) zeigt einen Schmelzofen, in welchem 1000 *kg* Phosphorbronze in 2·5 bis 2·75 Stunden bei einem Consum von 0·6 bis 0·8 *m*³¹⁾ Wassergas pro 1 *kg* Metall niedergeschmolzen werden können.

Das Gas tritt, absperrbar durch die zwei seitlich zum Tiegel gelegenen Hähne, in den Schmelzraum und mischt sich vor dem Eintritte mit eingepresster

¹⁾ 1 *m*³ Wassergas entspricht 1 *kg* Koks.

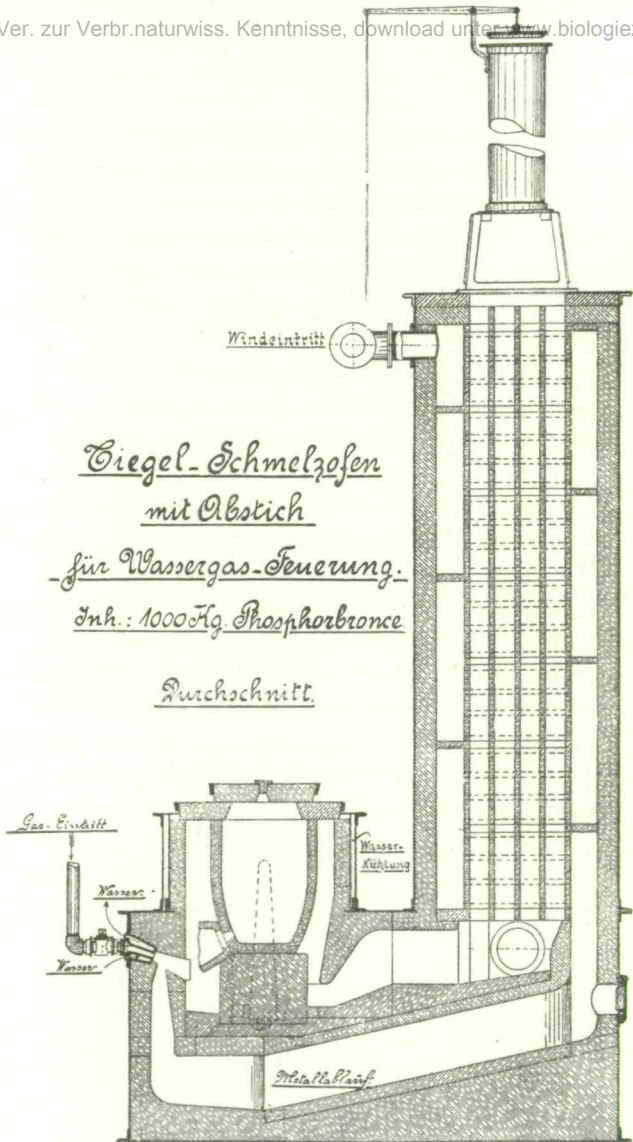


Fig. 2.

Luft. Die Verbrennungsgase treten durch einen Canal in ein verticales Röhrensystem, durchziehen dasselbe von unten nach oben und gelangen ins Freie, nachdem sie ihre Wärme an die Façonchamottesteine abgegeben haben; diese Wärme wird auf die den Regenerator von oben nach unten umziehende gepresste Luft übertragen und derart die Wärme der Feuergase ausgenützt. Da der Tiegel mit directem Abstiche versehen ist, so können mehrere Schmelzoperationen hintereinander durchgeführt, der Betrieb somit continuierlich gestaltet werden.

Die Erste Wiener Actiengesellschaft für Gas- und Wasserleitungsanlagen beschäftigt sich nicht bloß mit der Herstellung von Gas- und Wasserleitungsanlagen, sie erzeugt Leucht- und Heizapparate für Leucht- und Wassergas, sie installiert auch Wassergas-Erzeugungsapparate und größere Gasanstalten. In den Werken der Firma S. Pintsch zu Fürstenwalde¹⁾ wird seit 1885 das Wassergas zum Schweißen starker Bleche und Eisenröhren, zum Löthen und zur Beleuchtung benützt. In dem Blechwalzwerk von Schulz-Knaut in Essen dient das Wassergas seit neun Jahren zum Schweißen von Blechen, im Gasmotor und zur Beleuchtung. Die Siemensgase dienen zum Heizen der Dampfkessel. In der elektrischen Glühlampenfabrik von Khotinsky in Gelnhausen wird das Gas zur Glas-

¹⁾ Gerdes, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1891, S. 821.

bläserei und zu Carbonisierungszwecken verwendet. Der Hörder Berg- und Hüttenverein erzeugt mit sechs Generatoren pro Stunde 3600 m^3 Wassergas, aus Abfallkoks und magerer Kohle. Es dient, gemischt mit dem Siemensgase, zum Stahlschmelzen. Die Frankfurter Gasgesellschaft erzeugt pro Stunde 230 m^3 , betreibt mit dem Wassergase Motoren und dient dasselbe zu metallurgischen Zwecken. Die große Anlage der Leeds Forge Comp. in Leeds produciert in einer Stunde mit vier Generatoren 2400 m^3 und benützt das Gas zu metallurgischen Zwecken; die Schlittschuhfabrik in Remscheid verwendet Wassergas zum Schweißen und Löthen. Die Europäische Wassergas-Actiengesellschaft hat 37 Generatoren für eine Production von 9700 m^3 per 1 Stunde Wassergas aufgestellt. Die Witkowitz¹⁾ Bergbau- und Eisenhüttengesellschaft hat vier Generatoren im Betriebe mit 2400 m^3 stündlicher Production, das Gas dient zu Beleuchtungszwecken, für Gasmotoren und die Siemensgase zur Dampfkesselfeuerung. Ein schönes Beispiel der Verwendung des Wassergases gibt die Nervenheilanstalt von Kahlbaum in Görlitz; dort dient das Gas zu Beleuchtungs- und Beheizungs-zwecken, zum Motorenbetrieb; Zimmer und Küchen

¹⁾ Die Witkowitz Werke gaben die Anwendung des Wassergases in den Martinöfen auf. Director Kupelwieser berichtet darüber (Jahresbericht für chemische Technologie von Dr. F. Fischer, 1890). Er weist darauf hin, dass die aschenreichen Koks eine Concurrenz mit den billigen Generatorgasen nicht zulassen, dass aber das Wassergas sehr vortheilhaft ist.

werden mit dem Gase geheizt. 40% der Kohlenwärme dient in Form der Siemensgase zur Dampfkesselheizung, 30% finden im Wassergase Verwendung, Das Gaswerks-Unternehmen in Providence stellt eine Anlage nach System Lowe auf etc. etc.

Derart wäre noch einer Reihe von Etablissements zu nennen, welche Wassergas erzeugen und verwenden, trotzdem ist dasselbe noch viel zu wenig von der Industrie gewürdigt gegenüber der Bedeutung, welche es in den Vereinigten Staaten gewonnen hat und erwerben wird.

Zu motorischen Zwecken ist das Halbwassergas von Dowson längst in Anwendung und eignet sich nach den Berichten von H. Böcking dafür sehr gut, obgleich es nur 43% brennbare Gase enthält. Gasmotoren, die mit dem Gemische von Siemensgas und Wassergas gespeist werden (von Dr. F. Fischer als „Mischgas“ bezeichnet), sind vielseitig in Verwendung. Witz¹⁾ gibt über dieselbe wertvolle Aufschlüsse. Aus seinen Versuchen folgt, dass selbst für große Gaskraft-Maschinen das Mischgas vortheilhafter ist als Dampfmaschinen, nachdem die Kosten pro 10 Stunden beim Gasmotor circa 40, bei der Dampfmaschine 48 Francs betragen.

Die Übertragung der im brennbaren Gase aufgespeicherten Wärme in motorische Kraft hat bereits

¹⁾ Dr. F. Fischers Jahresbericht für chem. Technologie, 1891, S. 84 und 85.

weitgehende Anwendung gefunden. Dr. v. Öchelhäuser gibt an, dass in „Deutschland mindestens 7000 Pferdestärken aus Steinkohlengas-Anstalten mit Brennstoff versorgt werden“.

Der Fortschritt, welcher durch Langen und Ottos, speciell durch Ottos neuen Motor gemacht wurde, ist nicht zu überblicken. Der Gasconsum hat sich pro Pferdekraft von 1 m^3 pro Stunde bis auf 800, selbst 650 Liter verringert; die Größe der Gasmotoren ist bedeutender geworden und steigt bald bis 500 Pferdekraften;¹⁾ von Fachmännern wie Witz, Clerk, Robinson, Slaby, Schöttler sind die Momente klargelegt worden, welche für die Bedeutung der Gasmotoren sprechen: alles deutet darauf hin, dass die directe Verwendung des Gases im Gasmotor eine große Zukunft in sich birgt. Die früher citierten Angaben Dr. F. Fischers und Witz erweisen, dass nicht bloß das Steinkohlengas, vor allem das billige „Mischgas“ berufen sein wird, die Kohlenwärme im Gasmotor in mechanische Kraft zu umsetzen. Das, was W. v. Öchelhäuser in so trefflicher Weise über die Verwendung des Steinkohlengases als Kraftquelle und dessen Fernleitung sagt, gilt ebenso für das Wassergas, und hat dasselbe derart in ihm einen Vertreter gefunden.

v. Öchelhäusers Darlegungen der Fernleitung von Kraft in Form von brennbarem Gase entsprechen

¹⁾ Die Steinkohlengas-Anstalten als Licht-, Wärme- und Kraftcentren, von Dir. W. v. Öchelhäuser, 1892, S. 9.

jenen Ideen, welche W. Siemens 1863 in Birmingham aussprach; sie führen uns der Realisierung dieses genialen Gedankens näher. Es hieße weit den Rahmen dieses Vortrages überschreiten, die lehrreichen Ausführungen v. Öchelhäusers zu wiederholen und aus denselben Schlüsse auf die Bedeutung des Wassergases zu ziehen, sie zeigen den Weg der zukünftigen Versorgung der Civilisationscentren mit Licht, Wärme und Kraft durch brennbares billiges, in Massen erzeugtes Gas. Der großen Entwicklung, welche die Gaserzeugung fähig sein muss, um diesen gewaltigen Aufgaben gerecht zu werden, kann die Steinkohlengas-Erzeugung mit ihrem Koksballaste nicht allein entsprechen. — dazu bedarf sie des Wassergases.

Die Fernleitung des künftigen Heiz- und Leucht-gases bietet keine Schwierigkeiten, und die Verluste sind geringe. Heute schon wird Leuchtgas in Röhren von je 122 *cm* Durchmesser von Beckton nach London 13 *km* weit geleitet (85.000 m^3 pro Stunde); bei größerem Drucke kann der Röhrendurchmesser noch kleiner sein.

Die Länge des Röhrennetzes von Wien ist ein Beweis der Leistungsfähigkeit, Berlins Röhrenstrang, der anderer Städte betragen bis zu 1000 *km* Länge. Diese Frage bietet keine Schwierigkeiten, und nun bedenken Sie die enormen Vorthelle, wenn mit billigem Gase die Großstadt versehen wird, kein Qualm aus den Essen tritt, keine hohen Schlote die architektonischen Formen stören, keine Kohlen- und Aschentransporte die Straßen durchziehen.

Die außerhalb der Stadt liegenden Gasreservoirs speisen alle Wohngebäude mit Heiz- und Leuchtgas, senden die Kraft für die Gasmotoren, deren Betrieb innerhalb der Stadt allein zugestanden wird. Die Einrichtung der Werkstätten, Fabriken, der Küchen wird eine andere, und die charakteristische Dunstwolke, die über der Großstadt lagert, ist verschwunden.

Die Kohlenwärme ist in den Gasreservoirs aufgespeichert und dient zu allen Zwecken der Kraft-, Wärme- und Lichterzeugung. Die Massenproduction des Gases, die damit verbundene rationelle Ausnützung der Kohle sind auch von ökonomischer Bedeutung.

So große Probleme zum Wohle aller zu lösen, für ihre Realisierung einzutreten ist die Aufgabe jener, welche an leitender Stelle sich befinden, mit Rath und That stehen diesen die technischen Wissenschaften zur Seite, die unablässig für die Interessen der Gesellschaft kämpfen.

In diesen großen Fragen zeigt sich die Bedeutung der Centralisation, die allein Großes schafft.
