

Der „Brennstoff der Zukunft“.

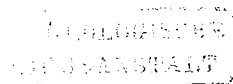
Von

Bergrath Professor Dr. **Clemens Winkler.**

Separat-Abdruck

aus dem

„Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen
auf das Jahr 1881“.



Freiberg.

Druck von Ernst Mauckisch.

Es giebt Probleme, an deren Lösung sich der Mensch immer und immer wieder versucht, mag Misserfolg ihn noch so oft ernüchert haben. Ueber die Trümmer untergegangener Hoffnungen rollen ja die Jahre so rasch dahin, verlorene Capitalien, sie sind so bald verschmerzt und dann erhebt er auf's Neue, der alte, zähe Forschungsdrang, und wirft sich mit junger Kraft und mit frischen Mitteln auf jene einst verlassenem Arbeitsgebiete, welche das Naturgesetz, aller bisherigen Fruchtlosigkeit zum Trotz, doch fruchtverheissend erscheinen lässt. Die Erreichung des Nordpols, die Ausbildung der Luftschiffahrt, die bereits Thatsache gewordene electricische Beleuchtung sind solche Probleme und zu ihnen gehört denn auch die Lösung jener ungleich näher liegenden und dabei hochwichtigen Aufgabe, wie solche sich uns in der Verbesserung der Wärmeezeugung und Wärmeausnutzung darstellt.

Die Frage, wie eine derartige Verbesserung zu erreichen sei, verdient naturgemässerweise die vollste Aufmerksamkeit auch des Hüttenmannes. Im Nachstehenden soll dieselbe namentlich nach einer Richtung hin erörtert werden und zwar in Bezug auf das so oft aufgetauchte und eben so oft zu Grabe getragene Project, den Verbrennungsprocess der Kohle durch Wasserdampfzufuhr zu modificiren und auf solche Weise einen höheren Heizeffect zu erreichen. Die Heizung mit dem sogenannten Wassergase ist, wie oft man auch den Stab darüber gebrochen hat, immer wieder in Vorschlag gebracht worden und wenn wir die Hirngespinnste der Goldmacherei und der Erfindung des Perpetuum mobile ausschliessen wollen, so zeigt die Erfahrung, dass hinter solch' zähem Festhalten an einer scheinbar fruchtlosen Idee immer ein Körnlein Wahrheit verborgen liegt. Wenn nun im Nachstehenden versucht werden soll, den Werth oder den Unwerth der Wassergas-Heizmethode klarzulegen, so bildet die Hauptveranlassung zu solchem Vorgehen das kürzliche Erscheinen einer Schrift*), in welcher dem Wassergase die vielverheissende Bezeichnung „Brennstoff der Zukunft“ beigelegt wird und deren Inhalt, obwohl in erster Linie für den Gastechniker bestimmt, auch vom Hüttenmanne nicht übersehen werden darf. Denn wenn das Wassergas zeither, und namentlich in frühern Jahrzehnten, als Beleuchtungsmaterial bereits Anwendung gefunden hat, so soll es von jetzt ab in unbeschränktester Weise als Heizstoff dienen und seine allgemeine Einführung soll den Anbruch einer neuen Aera auf dem Gebiete des Heizungswesens bedeuten.

*) Julius Quaglio, Wassergas als der Brennstoff der Zukunft. Wiesbaden 1880

Die Beobachtung, dass die flammenlose Gluth brennender Kohle beim Hinzutritt von Wasser zu auffallender Flammenbildung angefacht wird, ist eine uralte. Heute wissen wir, dass diese Flammenbildung zu erklären ist durch die Entstehung und Verbrennung gasförmiger Producte, hervorgegangen aus der chemischen Einwirkung des Wasserdampfes auf die glühende Kohle. Von den mannigfachen Untersuchungen, welche über diesen Gegenstand durchgeführt worden sind, möge zunächst derjenigen von A. Jaquelain*) Erwähnung gethan werden. Dieselben ergaben, dass bei der Einwirkung von Wasserdampf auf glühende Kohle ein Gemenge von Wasserstoff und Kohlenoxyd gebildet wird, wenn die Kohle vorwaltet, dass aber neben Wasserstoff vorwiegend Kohlensäure entsteht, wenn man den Wasserdampf im Ueberschuss zutreten lässt. Langlois**) beobachtete das gleichzeitige Entstehen von Kohlenoxyd und Kohlensäure neben Wasserstoff und erhielt beim Ueberleiten von Wasserdampf über glühende Kohle Gasgemenge, die mit ziemlicher Constanz die Zusammensetzung

Wasserstoff	58 bis 60	Vol.-Proc.,
Kohlenoxyd	19 „ 26	„
Kohlensäure	15 „ 20	„

aufwiesen. B. Verver***) stellte experimentell fest, dass der Wasserdampf schon bei dunkler Glühhitze durch die Kohle zersetzt werde und zwar unter Bildung von Kohlenoxyd und Wasserstoff, dass aber das Kohlenoxyd bei Temperatursteigerung ebenfalls auf den Wasserdampf einzuwirken vermöge, wobei es unter Freiwerden eines weiteren Quantum Wasserstoff in Kohlensäure übergehe. Dagegen neigt sich J. H. Long †) auf Grund seiner Versuche der Ansicht zu, dass als erstes Product der gedachten Reaction immer Kohlensäure auftrete, welche erst durch weitere Einwirkung der vorhandenen überschüssigen Kohle zu Kohlenoxyd reducirt werde; dieses letztere aber vermöge beim Zusammentreffen mit Wasserdampf unter Wasserstoffabscheidung auf's Neue in Kohlensäure überzugehen. Und so bewegten sich denn die Gehalte des von Long dargestellten Wassergases an Wasserstoff, Kohlenoxyd und Kohlensäure in folgenden Grenzen:

Wasserstoff	52, ₉₁ bis 64, ₈₇	Vol.-Proc.,
Kohlenoxyd	4, ₈₀ „ 26, ₉₁	„
Kohlensäure	19, ₉₂ „ 30, ₉₃	„

Auf jeden Fall geht aus den erwähnten Untersuchungen hervor, dass bei der Einwirkung von Kohle auf Wasserdampf mehrere Reactionen eintreten und nach Umständen nebeneinander herlaufen können, die, soweit sie das Freiwerden von Wasserstoff bedingen, durch nachstehende Formelgleichungen ihren Ausdruck finden:

- 1) $C + H_2O = 2H + CO$
- 2) $C + 2H_2O = 4H + CO_2$

*) Jaquelain, Dingl. pol. J. 140, 129.

**) Langlois, Dingl. pol. J. 147, 445.

***) Verver, Dingl. pol. J. 154, 35.

†) Long, Ann. d. Chemie 192, 288.

Geht man von der ersten dieser Gleichungen aus, indem man annimmt, dass neben Wasserstoff nur Kohlenoxydgas entstehe, so ergibt sich, dass 1 kg Kohlenstoff $1,75$ kg Wasserdampf zu zersetzen vermag und dass daraus entstehen:

$$\begin{array}{r} 0,166 \text{ kg} = 1,860 \text{ cbm Wasserstoff,} \\ 2,333 \text{ " } = 1,860 \text{ " Kohlenoxyd.} \\ \hline 3,720 \text{ cbm.} \end{array}$$

Das entstandene Gas hat also dann die Zusammensetzung:

$$\begin{array}{r} \text{Wasserstoff } 50,00 \text{ Vol.-Proc.,} \\ \text{Kohlenoxyd } 50,00 \text{ " } \\ \hline 100,00 \text{ Vol.-Proc.} \end{array}$$

Dagegen zersetzt, wenn der Vorgang nach der zweiten Gleichung, also unter Kohlensäurebildung, verläuft, 1 kg Kohle 3 kg Wasserdampf und liefert:

$$\begin{array}{r} 0,333 \text{ kg} = 3,720 \text{ cbm Wasserstoff,} \\ 3,666 \text{ " } = 1,860 \text{ " Kohlendioxid.} \\ \hline 5,580 \text{ cbm.} \end{array}$$

Die Zusammensetzung des entstandenen Gases ist in diesem Falle:

$$\begin{array}{r} \text{Wasserstoff } 66,67 \text{ Vol.-Proc.,} \\ \text{Kohlensäure } 33,33 \text{ " } \\ \hline 100,00 \text{ Vol.-Proc.} \end{array}$$

Die Ausbeute an brennbarem, wenn auch nicht gleich zusammengesetztem Gase ist also hier wie dort dieselbe; im zweiten Falle mischt sich dem brennbaren Gase noch ein Drittel nicht brennbares (todes) Gas in Gestalt von Kohlensäure bei. Diese Kohlensäure würde sich aber durch alkalische Absorptionsmittel beseitigen lassen und so ist man denn, wie dies Felice Fontana bereits 1780 fand, in der That im Stande, das Wasser in höherer Temperatur durch Kohle zu reduciren und so den brennbaren Bestandtheil desselben, das Wasserstoffgas, daraus abzuscheiden.

Es ist auf solche Weise zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten ein mehr oder minder mit Kohlenoxyd verunreinigtes Wasserstoffgas im Grossen dargestellt und zu Leuchtzwecken verwendet worden. Die erste industrielle Anwendung dieses sogenannten Wassergases erfolgte 1830 durch Donovan in Dublin, dessen Methode 1834 durch Selligie nach Paris übertragen und dahin abgeändert wurde, dass man das Wassergas durch Beimengung flüchtiger Kohlenwasserstoffe carburirte und seiner Flamme auf solche Weise Leuchtkraft verlieh. Gleiches suchten erst White in London, dann Leprince in Lüttich durch Einführung von Wassergas oder auch gleich von Wasserdampf in die bei der Darstellung des gewöhnlichen Leuchtgases benutzten, mit Steinkohle beschickten Retorten zu erreichen und so entstand das „Gaz mixte“, welches längere Zeit hindurch in Lüttich, Maastricht, Verviers und Bonn als Beleuchtungsmaterial verwendet wurde und dessen Darstellungsweise später mehrfach Abänderung erfuhr.

In anderer Weise ertheilte 1846 Gillard der Flamme des Wasserstoffgases Leuchtkraft, indem er über derselben einen Korb aus dünnem Platindrahtgewebe anbrachte, der, indem er in's Weissglühen gerieth, ein klares, ruhiges Licht ausstrahlte. Dieses „Gaz platine“ gelangte in Passy, Paris

und namentlich in Narbonne zur Anwendung, welche letztere Stadt von 1855 bis 1865, also 9 Jahre hindurch, damit erleuchtet wurde, bis man sich, namentlich der geringen Haltbarkeit der Platinkörbe halber, zur Einführung der Steinkohlengas-Beleuchtung entschloss.

Diese kurzen geschichtlichen Angaben, welche einer ausgedehnten, interessanten Literatur*) entnommen worden sind, sollen nur als Hinweis darauf dienen, wie lange und wie lebhaft man sich schon mit der Zerlegung des Wassers zum Zwecke eines industriell verwertbaren Wasserstoffgases beschäftigt hat.

Ist man nun auch, wie das Beispiel von Narbonne zeigt, hinsichtlich der Verwendung des Wassergases als Leuchtmaterial bis jetzt nicht ganz glücklich gewesen, so wird man doch immer wieder auf dieselbe zurückkommen, vor Allem aber dürfe in Zukunft das Absehen auf die Erzeugung eines billigen und tauglichen Heizgases gerichtet sein. Uebrigens hat man diese von Anfang an im Auge gehabt und schon Abbé Prax, der Chemiker des landwirthschaftlichen Comitiums von Narbonne, sprach sich auf Grund der dort gemachten Erfahrungen 1874 dahin aus, dass, was die Heizung anlange, nach seiner Ansicht nichts an Bequemlichkeit und Wohlfeilheit mit dem Wassergase concurriren könne.

Die Möglichkeit einer vortheilhaften Benutzung des Wassergases als Heizmaterial war erst von dem Zeitpunkte ab gegeben, wo sich eine billige Bereitungsweise desselben Bahn brach. Wie bekannt, wirken Kohle und Wasser nur in höherer Temperatur auf einander; die Kohle muss also im glühenden, das Wasser im gasförmigen Zustande, als gespannter oder besser als überhitzter Wasserdampf angewendet werden. Anfänglich diente in Narbonne zur Wassergaserzeugung ein Ofen mit fünf gusseisernen Retorten, in welchen Holzkohle durch eine Steinkohlenfeuerung zum hellen Glühen erhitzt wurde, worauf man Wasserdampf von $5\frac{1}{2}$ bis 6 Atm. Spannung einblies.***) Dieses Verfahren war längere Zeit im Gange; es verursachte jedoch nicht allein einen verhältnissmässig hohen Brennmaterialaufwand, sondern es setzte auch die Anwendung theurer Holzkohle als Reductionsmittel für den Wasserdampf voraus. Durch Fayes erfuhr es eine erfolgreiche Umgestaltung, die darin bestand, dass man in einem Gazogène oder Cubilot genannten Apparate eine auf einem Roste ruhende Coakssäule entzündete, dieselbe durch Einblasen von Luft zur hellen Gluth anfachte und sodann den Luftstrom durch einen Dampfstrahl von 2 Atm. Spannung ersetzte. Indem letzterer die glühende Coaksschicht passirte, trat Wassergasbildung ein; sie währte etwa 20 Minuten, worauf an Stelle des Wasserdampfes wiederum 4 bis 5 Minuten lang Luft zugeführt werden musste, um die in-mittelst beträchtlich abgekühlte Coaksschicht wieder in Gluth zu bringen; das frühere Spiel konnte hierauf auf's Neue beginnen.

*) Vergl. u. A. Dingl. pol. J. 116, 222; 118, 156; 127, 429; 140, 129; 154, 33; 158, 259, sowie die vortreffliche Abhandlung von Alphons Oppenheim in A. W. Hofmann's Bericht über die Entwicklung der chem. Industrie I, 25.

**) B. Verver, l'éclairage au gaz à l'eau à Narbonne et l'éclairage au gaz Leprince, Leiden 1858.

Denkt man sich eine Combination von fünf derartigen Oefen, die durch ein geeignetes Wechselklappensystem mit einem Gebläse, beziehentlich mit einem Dampfkessel, in Verbindung gesetzt werden können, so wird man, wenn man, von Ofen zu Ofen vorschreitend, alle fünf Minuten eine Umsteuerung vornimmt, im Stande sein, mit je 4 Oefen continuirlich Wassergas zu erzeugen, während der fünfte Ofen sich inmittelst im Stadium der Erholung, d. h. der Wiederanfachung durch eingeblasene Luft, befindet. Die Coaksfüllung der Oefen erleidet also bei diesem Verfahren zeitweise directe Verbrennung, und das Verbrennungsproduct, ein Gemenge von Kohlensäure, Stickstoff und überschüssiger Luft darstellend, wird während der Erhitzungsperiode in den Schornstein abgeführt. Mit ihm verliert man denjenigen Theil der Verbrennungswärme, welchen die abziehenden Gase entführen; der andere Theil dieser Wärme aber, welcher den Coaks in Gluth gebracht hatte, wird hinterher zur Zerlegung des Wasserdampfes verbraucht und in dem Maasse, als deren Bindung während der Gasentwicklungsperiode erfolgt, geht auch die Temperatur der Coaksfüllung zurück. Diese letzte Wärmemenge ist zur Vollziehung des chemischen Processes unbedingt erforderlich; sie ist dieselbe, welche den Heizwerth des erzeugten Wassergases bedingt, und sie vermag nur durch die hinterherige Verbrennung dieses Gases wieder freigemacht zu werden. Dagegen ist die in der Erhitzungsperiode mit den Verbrennungsproducten des Coaks entweichende Wärme zurückgewinnbar, wenn man sich des Siemens'schen Regenerativsystems bedient, und auf der Anwendung dieser unschätzbaren Neuerung beruhen denn auch die Verbesserungen, welche im Laufe der letzten Jahre auf dem Gebiete der Wassergaserzeugung Platz gegriffen haben.

Unter diesen verbesserten Verfahrungsweisen ist zunächst diejenige von Th. S. C. Lowe in Morrinstown zu erwähnen,*) bei welcher die vom Regenerator, dem sogenannten Ueberhitzer, aufgenommene Wärme allerdings mehr dem Zwecke einer gleichmässigen Carburirung des Wassergases durch Petroleum und der dadurch bezweckten Ueberführung desselben in Leuchtgas dient. Lowe hat seinen Apparat später in Gemeinschaft mit G. Spring Dwight etwas abgeändert und Beide haben auf die Darstellung von Wassergas zu Leucht- und Heizzwecken auch in Deutschland Patent erlangt. (D. R.-P. Nr. 3515.***) Dagegen strebte Myron Hopkins Strong in Brooklyn (D. R.-P. Nr. 3178) unter Beobachtung thunlichster Wärmeausnutzung die Erzeugung eines brennbaren Gasgemisches an, welches zwar durch Carburirung ebenfalls in Leuchtgas umgewandelt werden kann, in erster Linie aber dazu bestimmt ist, als gasförmiges Heizmaterial zu dienen. Dieses Gas ist es, mit welchem sich die obenerwähnte Schrift Julius Quaglio's: „Wassergas, als der Brennstoff der Zukunft“, beschäftigt.

Der Strong'sche Apparat ist, wenn man auf die Wiedergabe von Specialitäten verzichtet, mit wenigen Worten zu beschreiben. Er besteht aus einem schachtförmigen Generator, der in seinem unteren verjüngten Theile einen Rost trägt und oben in eine für gewöhnlich geschlossene Oeff-

*) Dingl. pol. J. 218, 279.

**) Wagner's Jahresbericht 1879, 1201.

nung endet, durch welche das Brennmaterial, beispielsweise Steinkohle, eingefüllt und nachgetragen wird. An diesen Generator schliessen sich, durch feuerfeste Wände getrennt und durch Canäle damit und unter sich verbunden, mehrere gleich hohe Verticalschächte, die Regeneratoren, an, welche mit einem Gitterwerk von Ziegeln ausgesetzt sind und von denen sich einer an der linken, zwei an der rechten Seite des Generators befinden. Die mit Ventilen versehenen Ausgänge der die beiden Endglieder des Apparates bildenden Regeneratoren gestatten die durch Einblasen von Luft, beziehentlich Wasserdampf, erzeugten gasförmigen Producte je nach ihrer Beschaffenheit entweder in einen Schornstein abzusetzen, oder sie als Heizgas in einer Canalleitung weiterzuführen.

Man denke sich nun die Steinkohlenfüllung des Generators in Brand gesetzt und ein unter dessen Rost ausmündendes Unterwindgebläse angelassen. Es erfolgt dann in dem unteren Theile des Generators lebhafte Verbrennung, in dem oberen trockene Destillation und zwar richtet man dabei die Ventilstellung zunächst so ein, dass sämtliche gasförmige Producte nach den beiden rechtsseitig gelegenen Regeneratoren abziehen können, derart, dass dieselben den ersten Regenerator von oben nach unten, den zweiten von unten nach oben durchstreichen, worauf sie in den Schornstein eintreten. Um hierbei das darin enthaltene brennbare Gas, den Theerdampf etc. nicht unbenutzt zu verlieren, führt man das Gas bei seinem Uebertritt aus dem Ofenschacht in den ersten Regenerator mit einem zweiten Windstrahl zusammen, welcher deren vollkommene Verbrennung vermittelt, während es die Aufgabe beider Regeneratoren ist, den Verbrennungsproducten ihre Wärme zu entziehen, bevor sie in's Freie entweichen. Es vollzieht sich also innerhalb des ersten rechtsseitig gelegenen Regenerators die Verbrennung der Producte der trockenen Destillation und die Rückhaltung von Verbrennungswärme, im zweiten dagegen nur noch letztere allein. Auf diese Weise gelingt es, die Schachtfüllung des Generators ohne namhaften Wärmeverlust in hohe Temperatur zu bringen. Jetzt wird der Gebläsewind abgestellt, der Schornstein geschlossen und umgesteuert, während man an Ausgangsende des letzten rechtsseitigen Regenerators einen Dampfstrahl einbläst. Derselbe nimmt seinen Weg von oben nach unten, steigt in dem dem Ofenschachte zunächst gelegenen Regenerator wieder empor, nimmt auf diesem Wege, sich überhitzend, die aufgesammelte Wärme mit sich und durchzieht nun die glühende Kohlsäule von oben nach unten, sich dabei in Wassergas verwandelnd, welches in den linksseitigen Regenerator übertritt, dort seine Hitze abgiebt und als fertiges Gas der Verbrauchsstelle zugeleitet wird.

Es erübrigt jetzt noch, auch die im linksseitigen Regenerator aufgespeicherte Wärme nutzbar zu machen und das geschieht, sobald der Wassergaserzeugung durch das Sinken der Temperatur im Generator eine Grenze gesetzt ist und erneutes Anfachen der Kohlen nöthig wird. Man bläst dann nämlich die hierzu erforderliche Luft in umgekehrter Richtung wie vorher, also von oben nach unten durch den Generator und führt, sobald die zur Wassergaserzeugung erforderliche Temperatur wieder erreicht ist, auch den Wasserdampf in umgekehrter Richtung, also durch den jetzt in Hitze stehenden linksseitigen Regenerator zu. Das gebildete Wassergas wird dann auf der

rechten Seite abgeführt, nachdem es seine Wärme an die Füllung der beiden dort gelegenen Regeneratoren abgegeben hatte. Indem man also bei der abwechselnden Behandlung der im Generator befindlichen Kohle mit Luft und mit Wasserdampf einmal nach rechts und einmal nach links arbeitet, erzielt man, unter weitgehender Wiedergewinnung der von den Gasen entführten Wärme durch das Regenerativsystem, eine intermittirende Wassergaserzeugung, die sich durch Anwendung zweier Apparate selbstredend zur continuirlichen gestalten lässt. Man ist dabei im Stande, den Generator ebensowohl mit unverkohltem, wie mit verkohltem, mit stück- wie mit staubförmigem Brennmaterial zu betreiben und kann endlich dem Gase, durch geeignete Zuführung von flüssigen Kohlenwasserstoffen zum Erzeugungsapparat, Leuchtkraft ertheilen, wobei der überhitzte Wasserdampf die Umwandlung der flüssigen in gasförmige Kohlenwasserstoffe bewirkt. Ueberhaupt gestattet der Strong'sche Apparat eine sehr verschiedene Betriebsweise, wie man sich denn auch hinsichtlich seiner Zusammenstellung nicht streng an das geschilderte Arrangement zu binden braucht.

In der obengenannten, dem Strong'schen Wassergase gewidmeten Brochüre Julius Quaglio's wird in eindringlichster und sicher nicht ungerechtfertigter Weise auf die hohe technische Bedeutung des beschriebenen Verfahrens hingewiesen, mit Hilfe dessen man im Stande ist, Brennmaterialien von fast beliebiger Beschaffenheit und Reinheit in einen gasförmigen Heizstoff überzuführen, der seiner Billigkeit, seiner Sauberkeit und seines Heizeffectes halber zweifellos die grösste Beachtung verdient. Ist doch die Methode der Gasfeuerung überhaupt und schon um deshalb als die rationellste anzusehen, weil bei derselben die Prozesse der Vergasung und der Verbrennung, die bei anderen Feuerungsmethoden beinahe zusammenfallen und die doch chemisch so überaus verschieden sind, räumlich und zeitlich von einander getrennt werden, wodurch sich die sachgemässe Leitung jedes einzelnen dieser Prozesse ermöglichen lässt. „Bei der Gasfeuerung ist“ — so sagt H. Stegmann in seinem übrigens vortrefflichen Buche über Gasfeuerung und Gasöfen (S. 29) — „der Verbrennungsapparat nicht auch zugleich das Laboratorium, in welchem der Brennstoff die mancherlei und eingreifenden Veränderungen erleidet, die der Verbrennung vorausgehen, sondern allein diejenige Abtheilung des Wärmeerzeugungsapparates, der eine fertige Brennstoffsubstanz zugeführt wird, deren Verbrennung unter den günstigsten Verhältnissen von Statten geht.“ Bei der directen Verbrennung unserer festen Heizmaterialien auf Rosten sind wir gezwungen, etwa das Doppelte des theoretisch erforderlichen Luftquantums zuzuführen, wenn diese Verbrennung eine lebhafteste, vollkommene sein soll, und in Wirklichkeit arbeiten wir oft mit viel grösserem Luftüberschuss, demgemäss aber auch mit entsprechend grösserer Wärmeeinbusse; durch die vorherige Vergasung des Brennmaterials dagegen erhalten wir einen Heizstoff von der Beweglichkeit und dem Diffusionsvermögen der atmosphärischen Luft, welcher dem Zutritte der letzteren beim Verbrennungsacte keinen Widerstand entgegengesetzt und dessen vollkommene Verbrennung sich thatsächlich mit nur wenig mehr als der theoretischen Luftmenge bewerkstelligen lässt, wodurch natürlich auch der Wärmeverlust fast auf das theoretische Minimum herabgezogen wird. Die Rückgewinnung

und Ausnutzung der von den Verbrennungsgasen entführten Wärme aber, wie solche das geniale Siemens'sche Regenerativsystem ermöglicht, bildet ein anderweites Mittel zur rationellen Gestaltung des Heizprocesses. So dürfen wir denn sagen, dass die thunlichste Einbürgerung und Weiterausnutzung der Gasfeuerung in Verbindung mit dem Regenerativsystem den natürlichsten und aussichtsvollsten Weg zur Beseitigung der Brennmaterialverwüstung bildet, deren unser Zeitalter sich thatsächlich schuldig macht und dass, bevor wir daran denken, zu der jetzt so oft besprochenen industriellen Verwendung der Sonnenwärme zu schreiten, es näherliegend erscheint, jene steingewordene Sonnengluth verständig zu verwerthen, welche frühere geologische Perioden in Gestalt der fossilen Kohlen für uns aufgespeichert haben. Eine dahin abzielende Bewegung beginnt aber, mit Freude müssen wir es constatiren, sich auf dem Gebiete des Heizungswesens zu vollziehen und vielleicht ist die Zeit nicht mehr fern, wo, wenigstens in volkreichen Städten, unsere jetzigen mangelhaften Heizapparate, in erster Linie die dem heutigen Wissen geradezu hohnsprechenden Kachelöfen, vollkommeneren, mit billigem Heizgase gespeisten Heizvorrichtungen weichen und Rauch, Russ, Asche, Essenbrand und Schornsteinfeger ihre Rolle ausspielen müssen. Trifft man doch seit Jahresfrist Vorbereitungen zur Versorgung der Stadt New-York mit Heiz- und zwar mit Wassergas und ebenso haben in Berlin und Frankfurt am Main Erörterungen, beziehentlich Versuche, über diesen Gegenstand begonnen. Selbstverständlich wird es sich bei der Verwirklichung solcher Projecte um Anlagen von riesigen Dimensionen und die Aufbringung entsprechend grosser Capitalsummen handeln, während die vorhandenen technischen Schwierigkeiten an der Hand der bei der Gasbeleuchtung gemachten reichen Erfahrungen verhältnissmässig leicht zu überwinden sein dürften. Vergegenwärtigt man sich aber, dass einer jeden Leuchtgasleitung in Zukunft auch eine Heizgasleitung zugesellt, dass neben der Lichtquelle unserer Gasbrenner eine nicht minder saubere und nicht minder leicht zu handhabende Wärmequelle geschaffen würde, so muss man zu der Ueberzeugung kommen, dass solche Neuerung einen kaum absehbaren Fortschritt in sich schliesse, demjenigen etwa vergleichbar, der sich auf dem Gebiete des Beleuchtungswesens durch den Uebergang vom Kienspahn und Talglicht zum Gasbrenner bereits vollzogen hat. Und dieser Fortschritt würde durchaus nicht allein der Erwärmung unserer Wohnräume, der Heizung unserer Küchen, überhaupt unserem häuslichen Wohlbefinden zu Gute kommen, er würde seine Segnungen in jede Werkstatt tragen, in welcher Feuerarbeit betrieben wird, er würde vor Allem auch Anlass geben zur Beschaffung einer bequemen Kraftquelle. Mit ihm vermöchte die Gaskraftmaschine erst zur rechten Einbürgerung zu gelangen und Motoren für das Kleingewerbe würden die jetzt oft übermässig angespannte Menschenkraft in wohlthuender Weise entlasten.

Was die Gasbeleuchtung für uns schon lange ist, das wird uns die Gasheizung früher oder später werden: eine grosse wirthschaftliche Wohlthat. Wir werden zwar mit ihrer Einführung nicht eigentlich an Brennstoff sparen, Kohlenconsum und demgemäss Kohlenproduction werden durch sie keinen Rückgang erleiden, aber sie wird eine mächtige Entwicklung der

Wärmetechnik zur Folge haben. Mit der uns von der Natur überwiesenen Brennstoffmenge werden wir einen ungleich grösseren Effect erzielen, wie zeither und der enorme Betrag an Wärme, welcher bei unseren heutigen Heizeinrichtungen mit den Rauchgasen ungenutzt in die Atmosphäre entweicht, wird in der ursprünglichen Gestalt oder in Kraft umgesetzt dem menschlichen Wohlbefinden und dem menschlichen Schaffen zu Gute kommen.

Neben der erhöhten Wärmeausnutzung bringt aber die Vergasung der Brennmateriale noch einen anderen Gewinn mit sich, indem sie uns in gewissem Grade von der Qualität des Brennmaterials unabhängig macht. Aschenreiche Stein- und Braunkohle, Kohlenstaub, Klarkohle, Torf, bituminöse Schiefer u. dergl., all' die minderwerthigen, oft nicht verkäuflichen Producte bergmännischer Thätigkeit, für welche man jetzt ganz ungenügende Verwendung hat und deren Gewinnung und Förderung doch nicht weniger Kosten verursacht, als diejenige der reinen Kohle, sie werden in vielen Fällen noch zur Darstellung von Heizgas verwendet werden und somit zur Wärmeerzeugung dienen können. Dieser Umstand ist zunächst bedeutungsvoll für den Kohlenbergmann selbst, der ihn zur Beschaffung einer billigen Betriebskraft auszunutzen vermag, er verdient aber auch die vollste Berücksichtigung des eigentlichen Kohlenconsumenten, insbesondere des Hüttenmanns, der, wenn sonst Transport- und andere Verhältnisse es gestatten, am besten in der Lage ist, solch' geringwerthiges Brennmaterial in ein brauchbares Heizgas umzuwandeln und so für seine Zwecke zu verwenden.

Angesichts all' dieser Thatsachen wird Niemand leugnen können, dass die verallgemeinerte Einbürgerung billiger Gasheizung einem national-ökonomischen Fortschritt gleichkommen würde und es gilt jetzt nur noch, zu erörtern, in welchem Grade dieser Fortschritt mit Hilfe der Strong'schen Wassergas-Erzeugungsmethode erreicht werden kann. Es tritt diese Methode, Niemand wird es bestreiten, mit etwas viel Geräusch in die Welt und es wird sich vor Allem empfehlen, die oben in kurzem Abriss wiedergegebene Geschichte der Wassergaserzeugung in Frankreich zu studiren und einen Blick in die ausgezeichneten Abhandlungen von Dr. C. William Siemens*) zu thun, damit man nicht zu der Meinung gelange, es handele sich hier um die Segnungen einer uns von Amerika überkommenen ganz aussergewöhnlichen Erfindung. Der Strong'sche, von Dwight und Quaglio verbesserte Gaserzeugungsapparat bildet, wie wir gesehen haben, in der Hauptsache eine glückliche Combination des Fayes'schen Gazogène oder Cubilot mit dem Siemens'schen Regenerator, durch die es möglich wird, die beim Anfachen der Kohle mit Luft entstehende Verbrennungswärme zurückzuhalten, um sie später an den zur Wassergaserzeugung erforderlichen Wasserdampf zu übertragen. In dieser Rückgewinnung der Verbrennungswärme und der Ausnutzung derselben für den Wassergas-Erzeugungsprocess selbst liegt eine unbestreitbare Verbesserung. Wenn der Strong'sche Ofen im Uebrigen die Erwartungen zu erfüllen vermag, die wir, den gemachten Angaben zufolge, an ihn stellen dürfen, wenn seine Construction sich wirklich bewährt und

*) C. William Siemens, Einige wissenschaftlich-technische Fragen der Gegenwart, Berlin 1879.

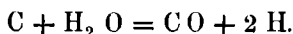
er, was kaum zu bezweifeln ist, ein ungemein billiges Heizgas liefert, so wird er sich auch bald genug allgemein einbürgern, denn was die Qualität des aus den verschiedensten Materialien dargestellten Heizgases anbelangt, so lässt diese, wie die amerikanischen und Stockholmer Versuche gezeigt haben, nichts zu wünschen übrig.

Dagegen kann man sich beim Studium der in der Quaglio'schen Brochüre angestellten Rechnungen über den Heizeffect des Strong-Gases vielfacher zweifelnder Bedenken nicht erwehren. Es liegt diesen Rechnungen der alte Irrthum zu Grunde, dass, weil bei der Wassergasbildung die Oxydation der Kohle zu Kohlenoxyd durch den Sauerstoff des Wassers bewirkt wird, der verdünnende Zutritt von atmosphärischem Stickstoff also ausgeschlossen ist, auch ein Gas von höherem Heizeffecte erzielt werden müsse. Man vergisst hierbei, dass der andererseits freigewordene Wasserstoff hinterher in Luft verbrannt werden muss, wobei genau dasselbe Stickstoffquantum zugeführt und mit erhitzt wird, wie bei der directen Verbrennung der Kohle zu Kohlensäure. Es ist nicht Zweck dieser Zeilen, Kritik zu üben; indessen scheint es am Platze, die Prozesse der Wassergas-Erzeugung und Wassergas-Verbrennung einmal in vorurtheilsfreier Weise zu erörtern, um zur Klarheit darüber zu kommen, inwieweit die Quaglio'schen Voraussetzungen auf Richtigkeit beruhen, und ob wir wirklich Veranlassung haben, den von Strong angestrebten Fortschritt in der Behandlung der Brennmittel mit Dwight einen „wunderbaren“ zu nennen.

Um die Verfolgung der nachstehenden Rechnungen zu erleichtern, möge eine von H. Bunte*) aufgestellte Tabelle über die dabei in Frage kommenden Werthe vorausgeschickt werden:

Brennmaterial.	Verbrauchter Sauerstoff.	Verbrennungsproduct.	Entwickelte Wärme.
1 kg Wasserstoff und	8,000 kg Sauerstoff geben	9,000 Wasserdampf und liefern	34460 W.-E.
1 „ Kohlenstoff „	1,333 „ „ „	2,333 Kohlenoxyd „ „	2473 „
1 „ Kohlenoxyd „	0,572 „ „ „	1,572 Kohlensäure**) „ „	2403 „
1 „ Kohlenstoff „	2,666 „ „ „	3,666 Kohlensäure „ „	8080 „

Man stelle sich vor, der Strong'sche Ofen sei mit reiner Kohle gefüllt und diese durch den Gebläsewind zur vollen Gluth entfacht worden, wobei die sich entwickelnde Verbrennungswärme vollkommen von den Regeneratoren zurückgehalten werden soll. Es wird jetzt Wasserdampf zugeleitet, welcher die aufgespeicherte Wärme aufnimmt und auf die glühende Kohle chemisch einwirkt, wobei nur Kohlenoxyd und Wasserstoff gebildet werden sollen nach der Gleichung:



Denkt man sich die Bestandtheile des Wassers im unverbundenen, freien Zustande auf die Kohle einwirkend, so lässt sich die Reaction auffassen als

*) H. Bunte, Einfache Methode zur Berechnung des Nutzeffectes der Feuerungsanlagen aus dem Volumen der Verbrennungsproducte. Journ. f. Gasbeleucht. 1878, 62.

**) Im Original steht irrthümlich: 1 kg Kohlenoxyd und 1,572 kg Sauerstoff geben 2,572 kg Kohlensäure und liefern 2403 W.-E.

eine Verbrennung der Kohle in mit Wasserstoff verdünntem Sauerstoff und das Resultat würde dann sein:

1 kg Kohle und 1,5 kg Wasserdampf geben 2,333 kg Kohlenoxyd
und 0,166 kg Wasserstoff und liefern 2473 W.-E.

In Wirklichkeit befinden sich aber Sauerstoff und Wasserstoff nicht im freien, sondern im verbundenen Zustande und die zwischen beiden obwaltende Affinität muss durch den Hinzutritt der Kohle aufgehoben werden, wobei dieselbe Wärmemenge verbraucht wird, welche vordem bei der Vereinigung von Sauerstoff und Wasserstoff frei geworden war, also für jedes Kilogramm Wasserstoff 34460 W.-E.

0,166 kg Wasserstoff und 1,333 kg Sauerstoff geben 1,500 kg Wasser
und liefern 5720 W.-E.

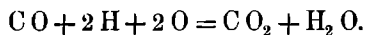
Die zur Zersetzung des Wassers erforderliche Wärme ist also um $5720 - 2473 = 3247$ W.-E. grösser als diejenige, die bei der Vereinigung der Kohle mit dem Sauerstoffe des Wassers zu Kohlenoxyd gebildet wird und dieser Differenzbetrag muss durch Wärmezufuhr ausgeglichen werden, wenn die Reaction überhaupt eintreten soll. Es wird diese Wärmezufuhr aber dadurch herbeigeführt, dass man die Kohle vor Einleitung des Wassergas-Bildungsprocesses durch Anblasen mit Luft in's Glühen bringt, also einen anderweiten Theil derselben als Heizmaterial verwendet und direct zu Kohlensäure verbrennt. Um die fehlenden 3247 Wärmeeinheiten zu erzeugen, würde sich die Verbrennung von 0,402 kg Kohle zu Kohlensäure nöthig machen und hieraus ergibt sich, dass zur Umwandlung von 1 kg Kohle in Wassergas nicht dieses eine Kilogramm, sondern dass 1,000 + 0,402 kg Kohle erforderlich sind, dass mithin von der aufgewendeten Kohle

28,7 Proc. zur Erhitzung des Generatorinhalts,

71,3 „ „ Wassergaserzeugung

verbraucht werden. Wird nun auch die Verbrennungswärme jener 0,402 kg Kohle im Regenerator zurückgewonnen, die Kohle selbst ist doch verschwunden, man hat für sie eben Wärme, die zur Wasserzersetzung erforderliche Wärme, eingetauscht.

Unterwirft man das fertige Wassergas der Verbrennung, so ist der Vorgang folgender:



2,333 kg Kohlenoxyd und 1,333 kg Sauerstoff geben
3,666 kg Kohlensäure und entwickeln . . . 5607 W.-E.

0,166 kg Wasserstoff und 1,333 kg Sauerstoff geben
1,500 kg Wasser und entwickeln . . . 5720 W.-E.

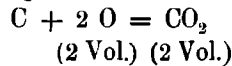
11327 W.-E.

Subtrahiren wir von diesen 11327 W.-E. die zur Erhitzung der Kohle erforderliche Wärmemenge von 3247 W.-E., so erhalten wir als den wahren Heizeffect des aus 1 kg Kohle entstandenen Wassergases = 8080 W.-E. Genau dieselbe Wärmemenge wird aber, wie aus obiger Tabelle ersichtlich ist, erhalten, wenn wir 1 kg Kohle direct in Sauerstoff zu Kohlensäure verbrennen. Es tritt also, wie das theoretisch ja auch nicht möglich ist, durch die Umwandlung der Kohle in Wassergas und Verbrennung desselben kein Wärmegewinn ein.

Vergegenwärtigen wir uns jetzt an der Hand der Rechnung, und diesmal unter Zugrundelegung der obwaltenden Volumenverhältnisse, einerseits den Process der directen Verbrennung der Kohle in Luft, andererseits denjenigen der Verbrennung des Wassergases.

a) Directe Verbrennung der Kohle in Luft.

Der chemische Vorgang ergibt sich aus der Gleichung:

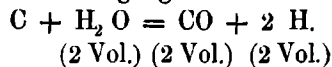


Da die erforderlichen 2 Vol. Sauerstoff in Gestalt von Luft zugeführt werden und somit darauf rund 8 Vol. Stickstoff entfallen, welche bei dem Verbrennungsprocess nicht in Mitleidenschaft gezogen werden, und da ferner das Volumen der gebildeten Kohlensäure demjenigen des verbrauchten Sauerstoffs gleich ist, so wird das im vorliegenden Falle erhaltene Verbrennungsgas sich zusammensetzen aus:

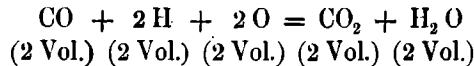
2 Vol.	=	20 _{,00}	Vol.-Proc.	Kohlensäure,
8 „	=	80 _{,00}	„ „	Stickstoff,
10 Vol.	=	100 _{,00}		

b) Verbrennung des Wassergases.

Wandelt man eine der bei a verwendeten gleiche Menge Kohle vorher in Wassergas um, so ist der Vorgang:



Zur Verbrennung dieses Gases sind, wie dort, 2 Volumina Sauerstoff erforderlich:



und da bei Anwendung von Luft auf jene 2 Vol. Sauerstoff 8 Vol. Stickstoff mit zugeführt werden, die sich im Verbrennungsproducte unverändert wiederfinden, so wird letzteres bestehen aus:

2 Vol.	=	16 _{,67}	Vol.-Proc.	Kohlensäure,
2 „	=	16 _{,67}	„	Wasserdampf,
8 „	=	66 _{,66}	„	Stickstoff.
12 Vol.				

Wir sehen also bei der Verbrennung des Wassergases ein grösseres Volumen Verbrennungsgas entstehen, als bei der directen Verbrennung einer äquivalenten Menge Kohle und hieraus ergibt sich, dass der vermeintliche Gewinn, der dadurch erreicht werden soll, dass die Umwandlung der Kohle in Kohlenoxyd sich auf Kosten des Sauerstoffs des Wasserdampfs, also in einer stickstofffreien Atmosphäre, vollzieht, ein illusorischer ist. Denn wenn auch von jetzt ab die Weiterverbrennung des in Kohlenoxyd umgewandelten Kohlenstoffs zu Kohlensäure nur noch die halbe Luftmenge erfordert, so nimmt doch der gebildete Wasserstoff ein anderweites, dieser Hälfte entsprechendes Luftvolumen zu seiner Verbrennung in Anspruch und sein Verbrennungsproduct, der Wasserdampf, addirt sich überdies demjenigen der Kohle noch hinzu. Die Menge der von den Verbrennungsgasen entführten Wärme steht

aber im geraden Verhältnisse zu deren Volumen und daher wird die Wärme- einbusse, welche man bei der Verbrennung des Wassergases erleidet, $\frac{1}{5}$ mehr betragen, als bei der directen Verbrennung einer äquivalenten Menge Kohle.

Trotz dieses anscheinend ungünstigeren Verhältnisses wird man in Wirklichkeit mit Wassergas einen grösseren Nutzeffect erzielen, als mit Kohle in fester Gestalt. Verbrennt man Stückkohle auf einem Roste, so muss man erfahrungsmässig mit etwa 100 Procent Luftüberschuss arbeiten, um eine vollkommene Verbrennung zu erreichen, während die vollkommene Verbrennung gasförmiger Heizmaterialien sich bei guter Einrichtung schon mit einem Luftüberschuss von 10 Procent bewirken lässt. Demgemäss müssen sich bezüglich der Quantität der entstehenden Verbrennungsgase und der durch diese entführten Wärme die Verhältnisse bei der Gasheizung ungleich günstiger gestalten, als bei der directen Verbrennung der Kohle.

Wir erhalten bei der

	a) directen Verbrennung fester Kohle unter An- wendung von 100 Proc. Luftüberschuss:	b) Verbrennung des aus der gleichen Menge Kohle erzeugten Wassergases unter Anwendung von 10 Proc. Luftüberschuss:
Kohlensäure	2 ₀ Vol. = 10 ₀ Vol.-Proc.	2 ₀ Vol. = 15 ₄ Vol.-Proc.
Wasserdampf	— „ = — „	2 ₀ „ = 15 ₄ „
Sauerstoff	2 ₀ „ = 10 ₀ „	0 ₂ „ = 1 ₅ „
Stickstoff	16 ₀ „ = 80 ₀ „	8 ₈ „ = 67 ₇ „
	<u>20₀ Vol. 100₀ Vol.-Proc.</u>	<u>13₀ Vol. 100₀ Vol.-Proc.</u>

Setzen wir dementsprechend das bei der Verbrennung von Wassergas entstehende Gasvolumen = 100, so wird das durch die directe Verbrennung der äquivalenten Menge Kohle gelieferte 153₈ Vol., also etwa $\frac{1}{2}$ mal mehr, betragen und gleiches Verhältniss wird hinsichtlich der durch den Gasabzug verursachten Wärmeverluste obwalten.

Aus den im Vorstehenden gegebenen Darlegungen geht zunächst hervor, dass nicht die mindeste Veranlassung vorliegt, die Strong'sche Erfindung mit dem Nimbus des Räthselhaften zu umgeben, oder sie gar mit neuen, noch unerforschten Naturvorgängen in Verbindung zu bringen. Der Hauptvorthiel, den dieselbe gewährt, ist darin zu suchen, dass es mit ihrer Hilfe gelingt, feste Brennmaterialien in ein stickstoffreies, also hochconcentrirtes Heizgas überzuführen, was beim gewöhnlichen Generatorbetriebe mit Luft nicht möglich ist. Aber dieser Vorthiel kommt nur Denen zu Gute, die es sich zur Aufgabe gemacht haben, irgendwelche Brennmaterialien und Abfälle in gasförmige Handelswaare umzuwandeln und sie in dieser Gestalt durch Rohrleitungen den Verbrauchsstellen zuzuführen. Solches Unternehmen setzt natürlich möglichste Güte des Erzeugnisses und, schon im Hinblick auf die Kostspieligkeit der Rohrleitung, thunlichst kleines Volumen desselben voraus. Das Strong'sche Wassergas erfüllt diese Anforderungen und deshalb hat es alle Aussicht, sich als Heizgas für die Haushaltung und das Kleingewerbe einzubürgern. Während man sich jetzt in jeder einzelnen Haushaltung mit dem Einkaufe der Kohle, deren Aufspeicherung, ihrer Vertheilung

in die zu heizenden Räume befassen muss und jedem Einzelnen die Lästigkeiten fühlbar werden, welche Staub, Russ und Asche mit sich bringen, würde künftig der Brennmaterialbedarf einer ganzen Stadt nach einem einzigen Punkt, der Heizgasfabrik, transportirt werden müssen, um dort unter Rücklassung der Asche vergast zu werden und sodann als elastisches Fluidum in die Rohrleitungen ab- und nach den Verbrauchsstellen hinzuzfliessen. Der Heizwerth dieses Gases ist demjenigen der Kohle, aus der es erzeugt wurde, genau gleich; der erlangte Vortheil ist also in der bequemen, reinlichen, keine Neben- und Nacharbeit verursachenden Handhabung des Umwandlungsproducts, sowie in dem Umstande zu suchen, dass der Transport solch' gasförmigen Brennmaterials sich dem Bedarfe entsprechend nach allen Theilen des Rohrnetzes hin fast von selbst vollzieht. Dazu kommt noch die stete Gleichmässigkeit, der unveränderliche Heizwerth des Erzeugnisses und der wichtige Umstand, dass ein gasförmiges Brennmaterial sich mit viel geringerem Luftüberschuss und demgemäss mit geringerem Wärmeverlust verbrennen lässt, als ein festes. Diesen Vorzug theilt aber das Strong-Gas mit jedem anderen Generatorgas, er ist ihm also durchaus nicht allein eigenthümlich und wenn wir z. B. Kohle oder Coaks in bekannter Weise im Generator mit Luft vergasen, so erhalten wir ein stickstoffreiches Heizgas, welches sich unter eben so günstigen Verhältnissen und mit eben so kleinem Luftüberschuss verbrennen lässt, wie ein stickstofffreies. Man könnte meinen, dass ein Stickstoffgehalt die Heizkraft des Gases beeinträchtigen müsse; dem steht jedoch ausgleichend entgegen, dass das aus der nämlichen Kohlenmenge erzeugte stickstofffreie Gas ein grösseres Volumen atmosphärischer Luft zu seiner vollkommenen Verbrennung braucht, so dass in dem einen wie in dem anderen Falle dieselbe Stickstoffmenge miterhitzt werden muss.

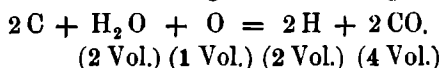
Hieraus geht aber hervor, dass dem Hüttenmann durch Anwendung des Strong'schen Verfahrens kein Vortheil erwachsen würde und bei näherer Betrachtung ergiebt sich sogar, dass dieselbe einen höheren Aufwand verursachen würde, als der gewöhnliche einfache Generatorbetrieb. Dieser Mehraufwand wird verursacht durch die Wasserdampferzeugung und den Betrieb des für das Gebläse erforderlichen Motors. Es soll indessen von den hierdurch bedingten Betriebskosten, deren Höhe wohl noch nicht genau festgestellt ist, einstweilen abgesehen werden; dann würde das Strong'sche Verfahren die Ueberführung des festen Brennmaterials in gasförmiges thatsächlich ohne jeden Wärmearaufwand bewirken, vorausgesetzt, dass die Wirksamkeit der Regeneratoren eine vollkommene wäre und auch kein Wärmeverlust durch Strahlung einträte, was in Wirklichkeit natürlich unmöglich ist. Eben so vollkommen könnte man sich endlich die Rückgewinnung der beim Verbrennen des Wassergases entwickelten Wärme unter Anwendung des Regenerativsystems denken. Der erste Theil der bei solchem Betriebe zurückgewonnenen Wärme wird hierbei immer wieder zur Wassergasbildung, der zweite zur Erhitzung der Verbrennungsluft verwendet.

Denken wir uns dagegen die Kohle im einfachen Generator mit Luft vergast und das Gas zur Verbrennung gebracht, so kann nur die Entwicklung und somit auch die Rückgewinnung jenes zweiten Wärmeartheils in Frage kommen und letztere würde in gleicher Weise durch Vereinigung des Ver-

brennungsapparates mit einem Siemens'schen Regenerator erreicht werden. Das Resultat ist also, die ideal vollkommene Function der Regeneratoren und die gänzliche Vermeidung von Wärmeverlusten durch Strahlung vorausgesetzt, in beiden Fällen dasselbe.

Eine andere Gestaltung nehmen aber die Verhältnisse an, wenn man nicht allein die Wärmeentwicklung, sondern auch die Wärmevertheilung in Rücksicht zieht. Wir verbrennen z. B. Kohle auf dem Roste eines Flammofens unter Zuführung eines ausreichenden Luftüberschusses, um mit der erzeugten Flamme den Heerd des Ofens in Gluth zu bringen, und nehmen dabei wahr, dass ein grosser Theil der an der Verbrennungsstätte entwickelten Wärme nur durch Strahlung wirkt, ein anderer aber durch das die Begrenzung jener bildende, ganz unnütz überhitzte Ofengemäuer abgeleitet wird. Wir haben mit einem Worte die höchste Temperatur in dem Theile des Ofens, wo so hohe Hitze gar nicht gebraucht wird, ja wo sie den Ofen geradezu schädigt. Aehnliches findet, wenn auch in weniger auffälligem Grade, in einem Generator mit Luftbetrieb statt. Wenn wir nun aber in einem solchen Generator gleichzeitig Luft und Wasserdampf einführen, so wird die überschüssige Verbrennungswärme zur Zersetzung des letzteren verwendet, es wird unter Wassergasbildung Wärme latent und wir sind nun im Stande, diese latente Wärme mit dem erzeugten Gase nach einem beliebigen Punkte unseres Schmelzapparates zu führen und sie dort durch die Verbrennung des Gases wieder frei zu machen. In dieser durch die Einwirkung des Wasserdampfes auf das glühende Brennmaterial ermöglichten Translocation der Wärme und dem gleichzeitigen Kühlhalten des Generators liegt ein Vortheil, der für den Hüttenmann von der grössten Bedeutung ist. Solche Erkenntniss verdanken wir aber nicht dem Amerikaner Strong, sondern wir haben sie als die Frucht einer überaus gründlichen Arbeit zu bezeichnen, welche H. Bunte in München auf Veranlassung des „Vereins von Gas- und Wasserfachmännern in Deutschland“ durchgeführt hat.*)

Den chemischen Vorgang bei der gleichzeitigen Einwirkung von Luft und Wasserdampf auf die in Brand befindliche Füllung eines gewöhnlichen Rostgenerators können wir durch folgende Gleichung ausdrücken:

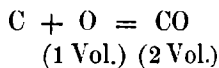


Es würde dies einer Wasserdampffzufuhr von 75 kg auf 100 kg Kohle entsprechen; in Wirklichkeit aber müssen wir, der oben aufgestellten Rechnung über die Wassergasbildung entsprechend, etwas weniger, etwa 64 kg, Wasserdampf zuführen, wenn die Wärmebindung keine zu grosse werden, die Temperatur des Generators also nicht zu weit sinken soll. Es ist dann die berechnete Zusammensetzung des Gases folgende:

*) Vergl. H. Bunte, Commissionsarbeiten, betreffend die Versuche über die Leistungsfähigkeit der Cokegeneratoren unter verschiedenen Zugverhältnissen; sowie andere in den letzten Jahrgängen des Journals für Gasbelüftung enthaltene Abhandlungen, z. B. H. Bunte, über die Production von Wassergas; N. H. Schilling, die Generatoröfen der Münchner Gasanstalt u. a. m.

Wasserstoff . . .	16 ₇₈	Vol.-Proc.
Kohlenoxyd . . .	38 ₉₀	„
Stickstoff . . .	44 ₃₂	„
	<hr/>	
	100 ₁₀₀	

während das mit Luft allein nach der Formel



entwickelte Gas aus

Kohlenoxyd . . .	33 ₁₃	Vol.-Proc.
Stickstoff . . .	66 ₇	„
	<hr/>	
	100 ₁₀	

bestehen würde.

Wenn also das Strong'sche Verfahren ganz dazu geeignet sein dürfte, ein reines Wassergas für den Handel zu erzeugen, so wird dagegen der Hüttenmann besser thun, auf die Darstellung eines derartigen stickstofffreien Products zu verzichten und dafür sein ganzes Augenmerk auf die für ihn geeignetere und in der That vielversprechende Umwandlung fester Brennmaterialien in gasförmige unter gleichzeitiger Anwendung von Luft und Wasserdampf zu richten. Dadurch und durch die gleichzeitige Anwendung des Siemens'schen Regenerativsystems auf die Verbrennungsgase wird er zu einer ungleich rationelleren Ausnutzung der Brennmaterialien gelangen und auf dem Gebiete des Feuerungswesens einen neuen bedeutungsvollen Schritt vorwärts thun.