

Immerhin ist die Selbstentzündlichkeit oxydabler organischer Stoffe ein von so viel verschiedenen Faktoren chemischer und physikalischer Art bedingter Vorgang, daß man mit weitgehenden Schlußfolgerungen vorsichtig sein muß.

3. Bedeutung der Huminsäuren für die Kohlebildung.

Der eigentliche Schlüssel zu dem Vorgang der rezenten und fossilen Kohlebildung liegt in den sodalöslichen Huminsäuren, durch die sich Braunkohle und Steinkohle charakteristisch unterscheiden. Ich habe keinen Zweifel, daß die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale der Humuskohlen aus der Tertiarzeit und dem Carbon nicht bedingt sind durch Verschiedenheit des Pflanzenmaterials. Dieses war chemisch betrachtet im wesentlichen gleichartig. Auch die Zeit, der wichtigste Faktor für die Umbildung des Torfes in Braunkohle, hat nicht die gleiche Bedeutung für die Bildung von Steinkohle aus Braunkohle. Wohl aber der höhere Druck und vor allem die höhere Temperatur durch die Erdwärme. Die Berücksichtigung der größeren Erdwärme infolge Überdeckung durch die jüngeren geologischen Schichten hat in jüngster Zeit volle Aufklärung der Rätsel gebracht, die für den Aufbau der Kalisalzlager und die „Paragenese“ der Zechsteinsalze nach den van 't Hoff'schen Untersuchungen noch bestanden. Der gleiche Faktor muß für die Erklärung der Steinkohlenbildung aus Braunkohle herangezogen werden. Wenn für das Einsinken der Salzlager der Zechsteinzeit eine Tiefe von 5000–6000 m und dementsprechend — bei Annahme einer geothermischen Tiefenstufe von 3° für 100 m — eine Temperatur von etwa 180° festgestellt werden konnte, so muß für die Carbonzeit in der Regel eine weit höhere Überlagerung und daher eine Temperatur zwischen 200

und 300° in Betracht kommen, während die tertiäre Braunkohle höchstens wohl mit 250 m Gesteinsschichten überdeckt und daher einer höheren Erwärmung nicht ausgesetzt gewesen ist.

Zwischen 225 und 300° nun zersetzt sich die Huminsäure der Braunkohle unter Entwicklung von Kohlendioxyd und Methan, den Gasen, die sich so oft in den Steinkohlenflözen eingeschlossen finden. Bei viel höherer Temperatur erst destilliert Phenol und flüssiger Teer ab.

Die Gasentwicklung beginnt langsam bereits unterhalb 250°. Sie betrug bei einem aus Schmelzkohle hergestellten bitumenfreien Präparat bis 300° 112 Cc, von 300–340° 144 Cc Gas aus 14 g trockner Huminsäure. Entfernt man Schwefelwasserstoff und schwellige Säure, so herrscht das Kohlendioxyd in dem Gasgemisch stark vor, so daß auf 10 g Huminsäure über 70 Cc CO₂ kommen. Methan entwickelt sich bis 300° in einer Menge von 4,3 Cc, von 300–340° werden noch 1,9 Cc entbunden, im ganzen also 6,2 Cc aus 10 g Huminsäure.

Der erhitzte Rückstand der Huminsäuren färbt heiße Sodalösung nicht mehr braun.

Der Schwelprozeß der natürlichen Huminsäuren wird in meinem Laboratorium weiter untersucht.

Durch die bisherigen experimentellen Feststellungen läßt sich bereits das Verschwinden der Huminsäuren in der Steinkohle durch Erdwärme leicht erklären. Unter dem Einfluß höherer Temperatur und hohen Druckes, entsprechend den schönen Versuchen von Bergius, ist die Steinkohle aus Braunkohle entstanden zu denken.

Bei Ausführung dieser Arbeit bin ich durch die Herren Dr. G. Fessel und stud. chem. Schwalenberg in dankenswerter Weise unterstützt worden. Herr Studiosus Schwalenberg wird die Einzelheiten seiner Untersuchung später veröffentlichen.

VOM ROHBRAUNKOHLN-NEBENERZEUGNIS-GENERATOR.

Vortrag, gehalten bei der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker zu Stuttgart in der Fachgruppe für Brennstoff- und Mineralölchemie am 21. Mai 1921.

VON DR. K. BUBE, HALLE A.S.

Der Braunkohlen-Nebenerzeugnis-Generator ist zur Genüge behandelt worden, in Fachzeitschriften und vor allem auch in den technisch-wirtschaftlichen Teilen von Tageszeitungen, manchmal nicht sehr treffend. Da ein Teil dieser Aufsätze von am Bau interessierten Firmen inspiriert ist, ein anderer die gute Absicht des Volkswirts verrät und sich ohne Zuständigkeit oder der technischen Ausführbarkeit auf die ersteren stützt, mag es angehen, ihn auch einmal vom Standpunkt dessen zu behandeln, der damit arbeiten und sein Erzeugnis, den Braunkohlen-Generatorteer, verarbeiten soll.

Die Frage der Vergasung von Rohbraunkohle mit Nebenerzeugnisgewinnung könnte als gelöst erscheinen, nachdem man in einer Nummer einer bekannten Fachzeitschrift von 13 Firmen dazu geeignete Einrichtungen angezeigt findet. Man könnte sich damit abfinden, daß die Frage daraufhin vielfach als gelöst angesehen wird, wenn der wichtigen Sache damit gedient wäre. Leider wird dadurch der unleidliche Zustand verlängert, indem an Mißerfolge mehr Mittel verschwendet werden, als zur Entscheidung oder Lösung nötig erscheinen möchten. Es ist unbehaglich, immer wieder zu neuen Patenten und Konstruktionen Stellung nehmen zu müssen, bei denen man sieht, daß

die aufgewandte Mühe nur einen Teil vieler abhängiger Bedingungen löste, die ob ihrer Abhängigkeit für das Ganze wertlos sind. Dies um so mehr, als unzulängliche Konstruktionen und entsprechende Erfahrungen die Begeisterung für die große Frage schon recht gedämpft haben.

Es darf daran erinnert werden, daß vor wenigen Jahren die Marine schnell viel Öl brauchte, dessen Bezug vom Ausland unterbunden war. Schwelereien in zureichendem Ausmaß zu bauen, erschien wegen der baulichen Schwierigkeiten und des Anfalls großer Koksmengen ohne bestimmte Absatzaussichten nicht geraten. Man gedachte des Rohkohlegenerators, der Nebenprodukte schon immer lieferte, und man nahm sich vor, die Einrichtungen, die Heizgas als Haupterzeugnis lieferten und Teer nebenher ergaben, als solche auszubauen, deren Hauptberuf es war, Teer zu liefern. Diejenigen, die erklärten, das zu können, erfüllten ihre Versprechungen teilweise, indem sie wenigstens Brikettgeneratoren für Teergewinnung bauten, die nach einigen Schwierigkeiten erhebliche Mengen Teer geliefert haben; den Rohkohlen-Nebenerzeugnis-Generatoren war der Erfolg versagt, wie z. B. die 48 Generatoren im Geiseltal beweisen, die keinen Teer liefern.

Die gleichzeitig geschaffene und an den Projekten genährte Begeisterung dafür, Deutschland auf Grund der Teererzeugung aus Braunkohle vom Erdöl unabhängig zu machen, hat nachhaltig gewirkt. Nachdem der Krieg um den Erdöbesitz vorläufig entschieden ist, wird es Aufgabe der Chemiker sein, die Frage im Fluß zu halten und zu lösen, unsere Ölversorgung aus einheimischer Braunkohle zu bewirken.

Die Vorarbeit ist vorwiegend von Ingenieuren geleistet worden, und die Sache droht auf den toten Punkt zu kommen, wenn der Chemiker nicht mithilft.

Man setzt an Braunkohlen-Nebenerzeugnis-Generator aus, daß der Teer

- A. der Menge nach
- B. der Art nach nicht befriedigt und zwar
 1. wegen Schmutzgehaltes,
 2. wegen schwer abscheidbaren Wassergehaltes,
 3. wegen hohen Kreosotgehaltes, der bis zu $\frac{3}{4}$ ansteigt,
 4. wegen Asphaltgehaltes,
 5. weil er weder die von Hochtemperaturteer (Benzol und Homologe), noch die von Tieftemperaturteer (rein zu gewinnendes Paraffin) verlangten Stoffe zuverlässig liefert.

Im vorliegenden Rahmen können nur einige Gründe dafür — und auch diese mehr angedeutet als endgültig — erörtert werden. Die Ausführungen würden ihren Zweck voll erfüllen, wenn sie die eingehende Erörterung anregen würden.

Man will in einem Schachtofen über

1. einem Rost mit
2. aufliegender Ascheschicht in
3. der Vergasungsschicht Koks zu CO und H₂ mit Luft und Dampf vergasen. Der Koks entsteht in
4. der Schwelschicht, wo die heißen Generatorgase von 3. den Teer aus der Kohle verflüchtigen, die in
5. der Trockenschicht von ihren ursprünglichen Wassergehalt befreit wird. Die Generatorgase, ganz oder anteilsweise, mit dem Wasserdampf und den Teerdämpfen oder -Nebeln beladen, werden in
6. den Kühler geleitet, zu dem ein umlaufender oder ruhender Teerabscheider gehören kann. Dazu gehören neben
7. einem Dampfkessel.
8. Gasdruck- und
9. Gassaugerichtungen.

Die Kohle stellt ihrem Vorkommen nach ein Gebilde etwa aus

- 40—55 % Wasser.
- 5—10 % Asche, hoch- oder tiefschmelzend,
- 0—12 % Teerbildnern, und dem Rest, eingrenzbar etwa zwischen
- 50—20 % Koks und Gasbildnern

dar.

Bezüglich des Rostes sind zu nennen Generatoren ohne Rost, mit ruhendem Rost, mit bewegtem Rost. Auf die besonderen Ausführungen ohne Rost, insbesondere den Drehofen, wird später eingegangen werden müssen. Beim rostlosen Hellergenerator liegt der Übergang zwischen Kok- und Ascheschicht in einer Verengerung des gesamten Schachtquerschnittes. Die Schwierigkeit besteht, die Luftzuführung trotz dieses extremen Zustandes regelmäßig zu bewirken. Die gemeinhin benutzten Roste treten als Korbroste, entsprechend einer kreisförmigen oder ovalen Schüssel, deren Boden und Seiten von senkrechten Schlitz durchbrochen sind, oder als zentral oder seitlich etwas versetzt angeordnete Hauben auf, die gewöhnlich

aus einer Folge aufeinanderliegender wagrechter nach oben enger werdender Ringe besteht. Schließlich hat man den in Form eines umgekehrten, abgestumpften Kegels angeordneten Treppenrost, dessen Rostspalten wagrecht liegen. All die verschiedenen Konstruktionen streben eine möglichst gleichmäßige Windverteilung über den gesamten Querschnitt an. Indem man die Kegel- oder Haubenroste exzentrisch anordnet, beabsichtigt man, die Gesamtfüllung durch eine Drehbewegung des Rostes gelegentlich durchrühren zu können, um etwa gebildete Hohlräume und Schlackenherde zu beseitigen und gestörten regelmäßigen Luftdurchgang wieder in Ordnung zu bringen. Diese nicht wagrecht erstreckten Roste verdanken ihre Entstehung der Notwendigkeit, die Rostfläche zu vergrößern. Man kann sich eines unbehaglichen Gefühls dabei nicht ganz erwehren. Die Zeichnungen verraten, daß man eine scharfe wagrechte Gliederung der drei Stufen des Vorgangs wünscht. Stets wird eine wagrechte Aschenschicht, Verkokungsschicht und Trockenschicht gezeichnet, und dennoch muß man die Luftzuführung aus der wagrechten Ebene herausbringen. Die Vergasung soll in einer Ebene der nach unten vorschreitenden ebenen Kohlschicht begegnen. Der Luftzutritt muß dagegen in irgendwelcher Form nichtwagrecht erstreckt vor sich gehen. Physikalisch betrachtet soll unter der Wirkung eines gewissen Druckgefälles eine bestimmte Gasmenge die Gesamtfüllung passieren. Innerhalb der Füllung soll bei ungenügendem Luftzutritt und hoher Temperatur möglichst nur Kohlenoxyd erzeugt werden. Aller Luftüberschuß soll vermieden sein, die Asche soll genügend ausbrennen, ohne doch zu verschlacken. In der mittleren Schicht soll die Kohle unter der Einwirkung heißer Generatorgase möglichst restlos von bituminösen Stoffen befreit werden, ohne daß dabei Teerzersehung infolge von Überhitzung eintritt. In der oberen Schicht soll die Kohle angewärmt und getrocknet werden, ohne daß dabei örtliche Wasser- oder Teerverdichtung, Schlickbildung oder gar Herabfließen kühlender Flüssigkeit in heißere Lagen eintritt. Entstehen keine wagrechten Grenzen, sondern gehen die einzelnen Zonen an bestimmten Stellen des Querschnittes voran, so wird der Normalverlauf beeinträchtigt, der Wirkungsgrad verringert. Man muß also voraussetzen, daß auch der Widerstand, der dem durchfließenden Gasstrom entgegengesetzt wird, vollkommen gleichartig ist. Sieht man dann, daß die Form des Rostes zum Teil an und für sich schon bewirkt, daß die Höhe der Gesamtfüllung an verschiedenen Stellen des Schachtquerschnitts bis zu 20 % dadurch verändert ist, daß die Aschenschicht etwa beim Haubenrost in der Mitte nur halb so hoch als in einem größeren Kreisumfang und umgekehrt beim Korbrost sie am Rand nur halb so hoch ist wie in der Mitte, so ist damit der scharf wagrechte Verlauf der Zonen schon beeinträchtigt. Entsprechend wird man sich die Schwelschicht in einen Fall als konkavkonvex, im andern Fall als bikonvex gestaltet vorstellen müssen, etwa derart, daß sie sich beim Haubenrost dem Schüttkegel der Kohlenoberfläche angleicht, daß sie beim Korbrost aber einen Kohle-Kokskörper mit sich bringt, der in der Mitte wesentlich höher ist als an den Seiten. Bei heftiger Reaktion kann die Schwelzone in einen Ringkörper oder in ein Rotationsellipsoid ausarten. Getrennter Abzug von Schwel- und Klargas kompliziert die Verhältnisse. Wenn man sich überlegt, daß Generatoren häufig mit 100—200 mm Druck arbeiten und die Gase 1—1½ m Kohlschütthöhe zu durchstreichen haben, und daß bei gewöhnlichen Feuerungen etwa 10—50 mm Zug angewandt werden und eine Schütthöhe von 10—20 cm zu durchstreichen ist, so sieht man, daß die Verhältnisse ungefähr so liegen werden

wie in normalen Feuerungen. So häufig diese letzteren unregelmäßige Feuerverteilung und Durchbrennen aufweisen, wie sie lange, scharfgeformte Flammen ausbilden — auch Gase haben Kohäsion, absolut gering, aber für den Fall wirksam genug — so häufig etwa wird auch beim Generator eine Störung des horizontalen Verlaufs des Gesamtvorganges eintreten, wird man mit flammenähnlichen Teilströmen innerhalb der Schüttung rechnen müssen. Man weiß von den Waschtürmen her, daß Höhen von 1—2 m bei 4—5 qm Grundfläche zur Homogenisierung eines Gasstroms nicht immer genügen.

Die Gleichmäßigkeit des Unterwindes muß auch schon vor Eintritt durch die Rostspalten gewährleistet sein, und es wird erwünscht sein, daß man für eine gleichmäßige Mischung von Wind und Zusatzdampf sorgt. Sieht man Zeichnungen, in denen ein Dampfrohr $\frac{1}{2}$ m unterhalb des Rostes ohne Dampfverteilungsdüse direkt unter den Rost bläst, so wird man an die scharf umrissene Dampfnebelssäule denken, die ein Auspuffrohr bei ruhiger Luft oder in gleichmäßig bewegter Luft gibt. Bei einigen Konstruktionen, die Wasserabschluß der Aschenausstragung aufweisen, treten Bedenken auf, ob die besondere Ausführung einer gleichmäßigen Dampfzuführung zuträglich sein wird. Das Wasser steigt in der Asche aus der Aschenschüssel hoch. Es mag sich bezüglich der verdampften Menge allmählich ein Gleichgewichtszustand ausbilden, es darf aber nicht in jedem Falle vorausgesetzt werden, daß diese Dampfbeimischung mit genügender Gleichmäßigkeit über den Schachtquerschnitt erfolgt, insbesondere bei hygroskopischer Asche. Denn die Aschenschicht bewegt sich nur sehr langsam nach unten. Rechnet man z. B. 20 Tonnen Durchsatz, maximal zwei Tonnen Asche, die 1 cbm Raum einnehmen mögen, verteilt auf 5 qm Schachtquerschnitt, so bewegt sich diese Aschenschicht mit einer Geschwindigkeit von etwa 20 cm je 24 Stunden nach unten, genügend Zeit, daß sie sich bezüglich Steighöhe und hygroskopischer Sättigung mit dem Wasser der Aschenschüssel ins Gleichgewicht setzen kann. Einige Konstrukteure legen viel Wert auf genaue Kontrolle des Sättigungsgrades und der Lufteintrittstemperatur, man sieht aber auch Versuchsgeneratoren, bei denen man einfach ein einzölliges Dampfventil in die Windleitung eingebaut hat, ohne auch nur ein Thermometer hinter der Vereinigung von Wind und Dampfleitung vorzufinden. Es darf daran erinnert werden, daß der Sättigungsdruck des Wassers zwischen 80 und 100° von 355 auf 760 mm steigt, und daß demnach eine durchnähte Aschenschicht die Dampfzugabe unkontrollierbar recht stark beeinflussen kann.

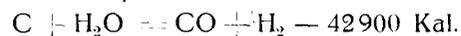
Die Möglichkeit der Verschlackung wird durch folgende Zahlen belegt: Koks, mit der eben nötigen Menge Luft zu Kohlendioxyd verbrannt, gibt rechnerisch eine Verbrennungstemperatur von rund 2000°; derselbe bei Zusatz von 250 g Wasserdampf auf 1 kg Kohlenstoff gibt dagegen 1550°. Wärmt man etwa Wasserdampf und Koks auf 1000° vor, so entstehen 2220°. Demgegenüber gibt Koks zu Kohlenoxyd verbrannt nur rund 1250°; technisches Generatorgas, Luftgas, kalt zur Verbrennung gebracht, gibt 1350° C. Dasselbe auf 1000° vorerhitzt, gibt rund 2200°. Kommt also das Luftdampfgemisch nicht in gleichmäßiger Verteilung unter den Rost, so können sich sehr verschiedene Temperaturen ausbilden. Die Verschlackung wird ebenso wahrscheinlich wie sie in der Praxis häufig ist. Es wurde an die Flammenform in gewöhnlichen Rostfeuerungen erinnert. Einmal ausgebildete Unregelmäßigkeiten finden eine Verstärkung auch weiterhin in allen in Betracht kommenden physikalischen Eigenschaften der auftretenden Gase. Diesbezügliche Zahlen sind mir nicht

weitgehend zugänglich gewesen. Man betrachte z. B. die Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten für 100°: Luft 0,0057, Kohlensäure 0,0047, Methan 0,0065, Wasserstoff 0,0369, d. h. gleich dem zehnfachen der andern Gase. Dazu die der festen Stoffe, die mit den Gasen im Wärme-gleichgewicht stehen. Über Asche läßt sich ob ihrer wechselnden Zusammensetzung nichts Bestimmtes angeben, doch mag eine Zusammenstellung verschiedener Stoffe die Richtung andeuten:

Steinkohle . . .	0,029
Marmor . . .	0,12—0,18
Schiefer . . .	0,08
Wasser . . .	0,14

Es läßt sich voraussehen, daß bei trägem Generatorgang, wo Luft, Kohlensäure, Methan in Berührung mit Kohle kommen, auch der Wärmeaustausch träge ist. Wenn die Reaktion in Gang kommt, der gut leitende Wasserstoff hervortritt und dann auch die oberflächlich auftretende Aschenschicht, die gut leitet, in Wirksamkeit tritt, wird der Austausch reger werden. Ähnliches ergibt sich auch bei Berücksichtigung der inneren Reibung der Gase. Kohlensäure, Sauerstoff, Stickstoff haben vergleichsweise größere Zähigkeit als Wasserstoff, was je nach Reaktionsgrad den Wärmeaustausch durch Konvektion beeinflusst. Man hat sich den Wärmeaustausch innerhalb der Schüttung nicht als einen Umsatz allein durch Leitung, sondern auch durch Strahlung vorzustellen. Berücksichtigt man, daß für den „schwarzen Körper“, dem der Koks vielleicht nahekommt, das Verhältnis von Wärmeleitung zu Wärmestrahlung schon innerhalb der Temperaturen von 100—250° von 1 zu 1 auf 1 zu 2 sinkt, welches Verhältnis sich bei steigender Temperatur wesentlich nach der Richtung der Strahlung hin verschiebt, so bestätigt sich, daß einmal innerhalb der Schüttung aufgetretene Unregelmäßigkeiten sich auf Grund verschiedenster Faktoren zu verstärken bestreben.

Die Bedeutung des Wasserdampfzusatzes erhellt auch aus folgendem: Seien 100 kg Kohle mit 50% Wasser, 21% aschefreiem Koks, 7% Asche und 22% Teer + Zersetzungswasser + Gasverlust zu Kohlenoxyd vergast, so geben 21 kg = $1\frac{3}{4}$ kg-Mol Kohlenstoff, 50400 Kal.; sie geben nach $C + \frac{1}{2} O_2 + 2 N_2 = CO + 2 N_2 + 28800$ Kal. $5\frac{1}{4}$ Mol Luftgas, und es bedeutet eine geringe Zugabe von 20 kg Wasser = 1,1 kg-Mol., rund 20 Vol.-% Zusatz. Eine noch nicht unmögliche Zugabe von 60 kg rund 60 Vol.-% vom reinen Luftgas. Der Wasserdampfzusatz beeinflusst also schon rein physikalisch die Verhältnisse im Gasstrom wesentlich, wenn er nur als Verdünnungsmittel wirkt. Der beliebte Trugschluß, daß Rohkohle wegen des eigenen hohen Wassergehaltes geringere Dampfzugabe unter dem Rost brauche, mag hier erörtert werden. Der Dampf wird in der Vergasungszone gebraucht, wo nichts mehr von dem ursprünglichen Wassergehalt des Gutes vorhanden ist. Rohkohle und Briketts brauchen deshalb, bezogen auf den Reinkohlengehalt, der hier allein ein Maßstab sein kann, unter gleichen Bedingungen gleiche Mengen Zusatzdampf. Nun wird dieser stets teilweise nach



18 kg

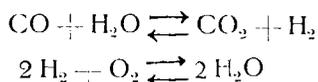


36 kg

zur Reaktion kommen, welche Reaktionen außerdem unter Volumvergrößerung vor sich gehen und auch dadurch noch die 20—60 Vol.-% vergrößern. Wie weit sie tatsächlich vor sich gehen, läßt sich von vornherein nicht sagen. Der Reaktionsgrad wird von der Gasgeschwindigkeit, von den örtlichen Temperaturen und von der Mit-

wirkung katalysierender Schlacken stark abhängen. Nachdem man sieht, wie der Wasserdampfzusatz rein physikalisch wegen seiner Volumvergrößerung die Verhältnisse im Generator beeinflusst und nachdem man den Grad seiner Wirkung in bezug auf den Wärmeverbrauch nicht gut überblicken kann — es könnte ein Wärmeverbrauch gleich dem der gesamten Reaktionswärme einsetzen — sieht man, wie wichtig eine Kontrolle der Wasserdampfzugabe für den geregelten Generatorgang ist. Reagiert der Wasserdampf, so entnimmt er Wärme, die bei der Verbrennung des Generatorgases im wesentlichen wieder nutzbar wird. Er kühlt dann das Generatorfeuer selbst sehr stark. Reagiert er nicht, so entnimmt er Wärme, die unter Kühlwasseraufwand bei der Teerabscheidung vernichtet werden muß. Er kühlt letzteren Falles im Generatorinneren vergleichsweise schwach.

Es mag darauf hingewiesen werden, daß man bisher stets in Betracht gezogen hat, daß nur Wärme Gleichgewichte für die Vorgänge im Generator maßgeblich sind. Man kann jedoch auch vermuten und wird darin durch neuere Arbeiten über die photochemischen Gleichgewichte:



bestärkt, daß nicht nur chemische, sondern daß auch von diesen verschiedene photochemische Gleichgewichte maßgeblich sind. Sollten die chemischen Gleichgewichte bei den höchsten hier in Betracht kommenden Temperaturen voraneilen, so bleibt festzustellen, ob die photochemischen in kälteren Zonen zur Geltung kommen. Kommen sie überhaupt in Betracht, so geben neuere Arbeiten über den Anteil der verschiedenen Farben am Gesamtlicht des schwarzen Körpers in Abhängigkeit von der Temperatur Hinweise, daß z. B. ein lokales Aufleuchten der Gesamtfüllung auf den Gesamtverlauf stärker als vermutet einwirken mag.¹⁾ Es ist schon gesagt worden, daß der Wärmeaustausch zwischen verbrennendem Kohlenstoff und den Gasen durchaus nicht vorwiegend durch Wärme konvektion, sondern vielleicht vorwiegend durch Wärmestrahlung vor sich geht. Durch Einbeziehung auch photochemischer Verhältnisse. Umsetzung strahlender Lichtenergie in chemische Energie, könnte die innere Energiebilanz des Generators vielleicht maßgeblich beeinflusst werden.

Man fragt sich wohl, wie die Luft durch die Aschenschicht des Einzelstücks — gleich, ob Brikkett oder Knorpel — an den aschenumhüllten Koks heran, das gebildete CO₂, CO und der gleichgültige N₂ wieder herauskommt, wie in der Reduktionszone (C + CO₂ → 2 CO) das eine CO₂ den beiden CO entgegen durch die Poren der Aschenhülle einwärtsströmt, und sieht ein, daß die Versuche, die Geschwindigkeit der Gase auf dem Wege durch die Schüttung zu berechnen, nur einen Teil des Vorganges erfassen. Berechnet man 1—2 m Windgeschwindigkeit, so berücksichtigt man dabei nicht, daß ein verbrennendes Stück von dem Augenblick, da die Oberfläche von einer Aschenschicht überzogen wird, dem vorbeistreichenden Gasstrom gegenüber vollkommen indifferent sein würde, wenn nicht Diffusion und Rückdiffusion zum und vom Kern heraus einsetzte. Die Diffusions-Koeffizienten werden maßgeblich, und es leuchtet ein, daß die physikalischen Eigenschaften sehr verschieden zur Geltung kommen werden, wenn man regelmäßig begrenzte, große Kohlenaggregate, Brikketts, Stücke von böhmischer Braunkohle

vor sich hat, oder wenn man mulmige erdige mitteldeutsche Braunkohle vergasen will, wenn die Form im Feuer steht oder zerfällt. Man fragt sich, ob der Schluß vom Steinkohlengenerator zum Braunkohlengenerator nicht dadurch beeinträchtigt wird, daß Steinkohlenkoks hohe Zündtemperatur aufweist, daß im Braunkohlenkoks aber pyrophorer Kohlenstoff vorliegt, der sich bei 350° und darunter selbstentzündet und bei 400—450° im Grudeofen fortglimmt.

Systematische Versuche über das Fortschreiten der Entgasung und Vergasung in regelmäßig geformten Brikketts, abhängig von Temperaturgefälle und Zeit, verfolgt durch die Gewichtsveränderung und an Schnitten an teilweise verkokten Stücken, würden wohl lehrreich sein, um so mehr als die Schwelanalysevorschriften für die kleine Gasretortenförmige 6 Stunden und mehr Zeit für die Ausschmelzung vorschreiben, die in den Generatorretorteneinsätzen viel schneller — manchmal wohl sechsmal so schnell — vor sich gehen muß, und als man bei der Schwelanalyse je nach Geschwindigkeit und Wassergehalt der Kohle 1 bis 2% Schwankungen im Gasverlust, das sind 10—20% vom Teer, öfter beobachtet. Man hilft sich natürlich mit derlei Bedenklichkeiten über die inneren Vorgänge im Generator praktisch nicht weiter, man mag aber daraus schließen, daß bei Bearbeitung solch verwickelter Vorgänge man mindestens die Hauptfaktoren, wie Gleichförmigkeit des Dampfstromgemisches, scharfe Regulierung von Druck und Zug, Berücksichtigung dieser Faktoren je nach Form der Kohle und ihrer Veränderung bei der Vergasung, wohl kontrollieren muß, um wenigstens die Hauptfaktoren in der Hand zu behalten.

In der Schwelschicht sollen die Generatorgase Teer austreiben. Es mag versucht werden, den Wärmebedarf in ein Schema zu fassen. Ist die Schicht kälter als 400—500°, so gelangt unausgeschwelte Kohle mit in die Verkokungsschicht, ist sie wärmer, so wird bereits Teer in permanente Gase aufgespalten. Die Gase mögen in der Schwelschicht Teer und Gasbildner verflüchtigen und den Koks von 300 auf 500° anwärmen, in der Trockenschicht die Kohle bis auf 300° anwärmen und Wasserdampf und Teerdämpfe mit 150° abführen. Dann ergibt sich die Verteilung wie folgt:

aus 100 kg Kohle 50 kg Wasser als Dampf von	
150° abzuführen	33250 Kal.
Koks auf 300° anzuwärmen	3300 „
Teer und Gasbildner auf 300° anzuwärmen	2550 „
	Trockenschicht 39100 Kal.
Teer und Gasbildner zu verflüchtigen	4000 Kal.
Koks von 300 auf 500° anzuwärmen	2200 „
	Schwelschicht 6200 Kal.
	Zus. 45300 Kal.

Ausreichender Wärmeübergang zwischen Generatorgas und Kohle verlangt entsprechendes Temperaturgefälle, dessen Potential den Mechanismus des Vorganges beeinflussen wird. Wird die nötige Wärme einmal durch reichlichere Kohlendioxydbildung mit wenig Gas so erzeugt, daß die Generatorzone 1200° warm ist, das andere Mal bei vorwiegender Kohlenoxydbildung mit mehr Gas eine Temperatur von 850° erzielt, so fällt die Temperatur im ersten Fall in der Schwelzone von 1200° auf 1050°, im zweiten von 850° auf 750°. Die anschließende Trockenschicht verbraucht im ersten Fall Wärme zwischen 1050° und 150°, im zweiten zwischen 750° und 150°. Die vorausgesetzte Zonenbildung wird beim Übergang von einer zur anderen Betriebsweise beeinträchtigt werden: Schwel- und Trockenschicht werden ineinander übergreifen. Die Verdampfungsfolge von Teer und Wasser wird die Zu-

¹⁾ Siehe z. B. Alfred R. Meyer, Die Umsetzung von Energie in Licht bei Temperaturstrahlern. Z. f. Beleuchtungswesen 1921, S. 37 ff.

sammensetzung des Verflüchtigten beeinflussen. Man kann sich den Teer im Kohlenstück vorstellen, wie den in einer mit Koks belegten Blase. Daß man je nach der Art des Wärmedurchgangs von den Heizgasen durch die Blasenwand, durch die Koksschicht in das Destillationsgut hinein sehr verschiedene Produkte erhält, daß die Zerstörung sehr verschieden weit geht, ist aus der Destillationspraxis bekannt genug; daß die Destillationsgeschwindigkeit auf die Art des Gutes von Einfluß ist, ebenso, und schließlich sind auch die Dämpfe und Gase, die die Gasretorten nach verschiedener Ausstehzeit verlassen, sehr verschieden zusammengesetzt. Man vermißt die auch in der Mineralöl- und Erdöldestillation noch fehlenden allgemeineren Gesetzmäßigkeiten für die Destillation der verschiedenen Fraktionen mit und ohne Wasserdampf oder inerten Gasen, abhängig von der Unterfeuerung, auch bei Betrachtung des Generatorprozesses. Wenn man das nicht anerkennen wollte, so darf erwähnt werden, daß noch neuerdings an Stelle von Kühlern zur Teerabscheidung aus Generatorgasen Schleuderabscheider angeboten wurden, die — bei 100° arbeitend — nur 0,1 g Teer im cbm Generatorgas zu belassen versprochen. Obwohl sie allen nebelförmigen Teer quantitativ niederschlagen, hatten die Lieferer nicht gesehen, daß selbst in den geringeren Gasmengen des Schwelprozesses $\frac{1}{4}$ allen Teers in den Gasen verbleibt und verbleiben muß. Wieviel kondensierbare Leichtöle bei verschiedenen — auch niederen Temperaturen — in den größeren Mengen Generatorgas entsprechend ihrem Dampfdruck bleiben müssen, ob nicht die Einführung von Ölwäschern zur Gewinnung der wertvollen Benzinanteile bei einem Teergenerator zur Notwendigkeit wird, bedarf der Nachprüfung.

Man betrachte etwa folgende Verhältnisse: eine mittlere Braunkohle von 34% C, 2,7% H₂, 7,7% O₂ + N₂, 1,3% S, 50% Wasser unter der Voraussetzung, daß 12% C und 1,7% disponibler H₂ den potentiellen Teer darstellen, während 22% fixer C zu vergasen ist. Dann brauchen:

22 g C zu CO verbrannt	29,3 g O ₂
22 g C zu CO ₂ verbrannt	58,6 g O ₂
der gesamte disponible Wasserstoff zu H ₂ O verbrannt	13,6 g O ₂
der gesamte disponible Teer zu Kreosotverbindungen verbrannt, weniger als	3,4 g O ₂

Man sieht, daß der Unterschied im Sauerstoffbedarf je nachdem, ob Kohlenoxyd oder Kohlendioxyd vorherrscht, viel größer ist, als der Bedarf, um den gesamten Teer zu Kreosotverbindungen zu verbrennen. Man wird sich nicht wundern, wenn gelegentlich soviel Sauerstoff die Verkokungsschicht durchstreicht, daß Generatorsteer mit $\frac{3}{4}$ Kreosotverbindungen entsteht. Die großen Koksoberflächen und deren mögliche Kontaktwirkung mögen dabei mitspielen. Jedenfalls geben die Untersuchungen über die Zusammensetzung des beim Schwelen verschiedenster Kohlen entstehenden Teeres und über die beim Schwelen abgetrennter Kohlenbestandteile als Bitumen, Ligninsäure, Restkohle keinen Anhaltspunkt dafür, daß ursprünglich aus der Kohle Teer von ähnlichem Kreosotgehalt ausgetrieben werden könnte.³⁾ Selbst der in Schwelöfen erzielte Teer aus den verschiedensten Kohlensorten enthält durchschnittlich kaum mehr als 10% Kreosot. Wenn im Schwelofen normaler Weise nicht mehr als 60% der Retortenausbeute im Großbetrieb erzielt werden, wenn, wie glaubwürdig berichtet wird, in jahrelangem Betrieb in Brikettgeneratoren 100% der Retortendurchschnittsausbeute erzielt worden sind, wenn man weiß, daß gewisse Ölschiefer bei der Retortenverschmelzung kreosotfreien Teer liefern, bei der Schwelofenverschmelzung

bei nicht verhindertem Luftzutritt aber Teer mit 5% Kreosot entsteht, so wird man dagegen nichts einwenden können, daß der hohe Kreosotgehalt der meisten Generatorsteere durch eine nachträgliche Oxydation des ausgeschwelenen Teers in der überhitzten Schwelzone unter der Einwirkung überschüssigen Sauerstoffes entsteht und daß die Gefahr, Teer völlig zu verbrennen, nicht unterschätzt werden darf. Gleichmäßige Zonentrennung wird wieder erforderlich.

Die Trockenzone ist dazu bestimmt, Kohlen von Außentemperatur bis auf etwa 300° anzuwärmen und dabei die Verflüchtigung des gesamten Wassers oder des allergrößten Teils davon zu bewirken. Schon die Verschiedenheiten im ursprünglichen Zustand der Kohle, an der gegebenen Zonenwärmebilanz gemessen, erweisen, daß äußere nicht beliebig regelbare Einflüsse die ordnungsmäßige Wärmeverteilung sehr stark beeinflussen können. Muß man etwa schnell von ungefrorener zu gefrorener Kohle übergehen, so ändert sich der Wärmebedarf in der Trockenzone von angesetzten 33250 Kal. auf 38250 Kal., um fast soviel, wie der gesamte Wärmebedarf der Schwelzone angesetzt ist. Auch wenn dieser negativ wäre, was experimenteller Nachprüfung zugänglich erscheint, ändert das grundsätzlich nichts. Dasselbe tritt ein, wenn man von Kohle mit 40% Wasser zu solcher von 50% übergehen muß, Umstände, die beim Tagebaubetrieb oder bei Arbeit von Halde oder aus Eisenbahnwagen sehr leicht vorkommen können. In jedem Fall, ob man Briketts oder Rohkohle, ob man grubenfeuchte oder teilweise vortrocknete Kohle vor sich hat, muß man in der obersten Generatorzone Wasser unter Atmosphärendruck verdampfen. Es gibt also immer eine mehr oder minder ausgedehnte Zone von etwa 100° C. Diesen Kühler von 100° C. müssen die Teerdämpfe passieren. Sollte es sich hierbei um Vorgänge, die zu Gleichgewichtszuständen führten, handeln, so wäre es schlechterdings unmöglich, überhaupt Teer aus dem Generator herauszubringen, so unmöglich, wie es ist, mit 100° Wasserdampf oder ebenso warmen inerten Gasen die hochsiedenden Bestandteile Paraffin und höhere Homologe des Phenols durch einen bei 100° gehaltenen Rückflußkühler zu zwingen, solange, wie hier stets, nur begrenzte Mengen überführender Gase oder Wasserdampf zur Verfügung stehen. Wenn sich jemand vornähme, Teer mit Wasserdampf von 100° ohne Unterfeuerung zu destillieren, so würde man ihm von dem Vorhaben abraten müssen, vollends dann, wenn er es in einem Gegenstromapparat mit so begrenzten Mengen Wasserdampfes, wie im Generator zur Verfügung stehen können, unternehmen wollte. Wir haben 100 kg Kohle mit 50 kg Wasser, dazu etwa 10 kg Teergehalt. Rechnet man noch 25 kg Zusatzdampf, so muß der Teer mit der $7\frac{1}{2}$ fachen Menge Wasserdampf einen Kühler von 100° passieren. Es scheint Verhältnisse zu geben, in denen die Trockenzone tatsächlich ausgesprochen wie ein solcher Kühler wirkt. Man findet Generatorsteer, der praktisch paraffinfrei ist und ein Gemisch vergleichsweise leichtsiedender Öle mit sehr großen Mengen leichtsiedender, mit Wasserdampf immerhin einigermaßen flüchtiger nichtviskoser Kreosote darstellt. In diesen Fällen quält sich der ursprünglich für normalen Paraffingehalt bestimmte, mit hochviskosen Kreosoten entstandene Teer solange zwischen der Entstehungszone und der oberen unpassierbaren 100° Zone hin und her, bis er sich, allmählich durch Zerfall und Oxydation leichter flüchtig geworden, durch die 100° und kältere oberste Zone hindurchschmuggelt. Es entbehrt nicht eines gewissen Reizes, in Prospekten für Nebenproduktengeneratoren angegeben zu finden, daß die obere Zone, die von den

³⁾ Siehe den Aufsatz von E. Erdmann in dieser Nummer.

Teerdämpfen passiert werden soll, kalt bis mäßig warm ist, ein Zustand, der nach stärkerer Beschickung tatsächlich zeitweise auftritt. Man muß die Generatorfüllung als eine Kolonne betrachten, die nach dem Gegenstromprinzip arbeitet. Der Wärmeverbraucher geht von oben nach unten, der Wärmespende steigt dem abwärts bewegten Gut entgegen und wärmt es an. Solche Kolonnen haben die Bestimmung, Leichtflüchtiges nach oben, Schwerflüchtiges aber nach unten zu verweisen. Man darf nicht vergessen, daß überall dort, wo die aus der Schwelzone kommenden Gase sich mit der kalten in ungetrocknetem Zustande jedenfalls nicht über 100° warmen Kohle ins Gleichgewicht setzen oder dem Gleichgewicht nahekommen, sich zunächst mindestens Teer (und dazu auch Wasserdampf) niederschlagen, also örtlich stets Schlickbildung hervorrufen. Nun ist die Wärmebilanz eines normalgehenden Rohkohlegenerators gar nicht dazu angetan, daß sich die abgehenden Gase sehr viel von dem Wert entfernen, bei dem sie mit kalter Kohle im Wärme Gleichgewicht sind. Unter der Voraussetzung, daß reine Kohlenoxydverbrennung stattfindet, ist nachstehend eine Wärmebilanz für Gasabgangstemperatur 150° und 250° angeführt. Es erweist sich, daß sie für den nicht ungewöhnlichen Fall 250° warm abgehender Gase bereits zu knapp ist. Man kann unter dieser Voraussetzung die Gase 150° warm abziehen, 250° kann man nicht mehr erreichen.

	150° Kalorien	250° Kalorien
Verdampfung von 50 kg Wasser von 20°	50 · 665 = 33250	50 · 715 = 35750
Verdampfung von 22 kg Teer	22 · 300 = 6600	6600
Verdampfungs- u. Zersetzungswärme zu 300 Kalorien angesetzt.		
Erhitzung von 7 kg Asche auf 900°, bei spezifischer Wärme 0,33	2100	2100
Eigenwärme von 1 ³ / ₄ Mol. Kohlenoxyd = 5 ¹ / ₄ Mol. Luftgas	5250	7380
	<u>47200</u>	<u>51700</u>

Man kann sich natürlich helfen, indem man mehr oder minder weit bis zu Kohlendioxyd verbrennt. Die Erfahrung erweist allerdings, daß man sich meistens dadurch hilft, daß man nicht nur Koks zu Kohlendioxyd, sondern daß man Teer bis zu Kreosoten verbrennt, wodurch die Wärmebilanz allerdings auskömmlicher wird. Man wird einwenden, es gibt doch auch guten Generatorteer, sogar solchen, dem man wegen seiner Verwandtschaft mit dem ungenügend erhitzten Dampfteer eine größere Überhitzung und dadurch erreichte größere Ähnlichkeit mit dem Schwelteer wünschen möchte. Dieser Teer muß sich durch die Zwischenräume der oberen kalten Zone heiß hindurchgeschmuggelt haben, ohne abgekühlt worden zu sein. Bei ausreichender Wärmebilanz ist dagegen nichts einzuwenden, man darf nur nicht vergessen, daß der ordnungsgemäß mit Wärmeaustausch passierte Anteil die vorhin erörterten Zustände wiederholter Niederschlagung und Verdampfung erlebt hat, während er die im Betriebsgang nötige Trocknung und Anwärmung vollzog. Was beim Briktgenerator mit großen Zwischenräumen zugänglich sein mag, kann bei Verarbeitung dichtliegender grubenfeuchter Rohkohle bereits gefährlich sein. Und wer es sich für diese vornimmt, muß gleichzeitig voraussetzen, durch kohlen-sauren Gang der Vergasungszone oder durch teilweise Teerverbrennung der Wärmebilanz aufzuhelfen, und wäre es auch in der harmlosen Form der Anhängung einiger Sauerstoffmoleküle an die Kohlenwasserstoffe. Durch Vertrocknung der Rohkohle bis auf den Wassergehalt der Briktetts werden

noch nicht die gleichen Verhältnisse geschaffen wie bei Briktetts. Was durch die großen Zwischenräume von Briktetts schlüpft, gelangt vielleicht durch die dichte Lagerung trockener Rohkohle noch nicht ebenso leicht hindurch. Es ist ja auch nicht völlig belanglos, unter welchen äußeren Umständen Teer oder Teerbildner destilliert werden. Eine Kohle, die im Schwelofen 6⁰/₁₀ Teer gibt, von 20⁰/₁₀ Paraffingehalt, würde 1,2⁰/₁₀ Paraffin ergeben. Dieselbe Kohle verspricht etwa 12—14⁰/₁₀ Montanwachs bei der Extraktion, aus dem man bei nachträglicher Destillation unter Atmosphärendruck gut 3—3¹/₂⁰/₁₀ Paraffin, wesentlich mehr unter besonderen Destillationsbedingungen erzielen kann. Es darf auch an die Versuche im Kaiser Wilhelm-Institut Mülheim erinnert werden, bei denen Urteer von 37—38° Stockpunkt bei 1 bis 3maliger normaler Destillation auf einen Stockpunkt von 15—20° herabging und 4,4⁰/₁₀ Kok lieferte, bei dem aber stark verlangsamte Destillation zu einem Teer vom Stockpunkt ± 1¹/₂° führte, in dem allzuviel Paraffin nicht enthalten sein kann. Dabei war der Koksrückstand 9,2⁰/₁₀. Ob der Teer bei 150° als Dampf oder als Nebel auftritt, steht dahin. Man weiß aber, daß etwa 90° warme Schwelereiabgase alles mitgeführte Paraffin in Form von Nebeln, die im Desintegrator abgeschleudert werden können, enthalten, und daß dabei 20—25⁰/₁₀ des Teers als paraffinfreier Teer mit den Schwelgasen passiert. Man kann daraus rückschließen, daß gerade die wertvollsten Teeranteile einer wiederholten Destillation in der Trockenzone unterworfen sein können, und daß die Verluste gerade diese betreffen.

In der Wärmebilanz spielt die Zugabe von Dampf eine wesentliche Rolle. Es war vorher vorausgesetzt worden, daß reine Kohlenoxydvergasung von 100 kg Rohkohle 50000 Kal. Wärmeumsatz ergab. Setzt man dazu 20 oder 60 kg Zusatzdampf, so gehören dazu 12700 oder 38220 Kal. zusätzlichen Wärmeeinsatz, ungerechnet den bei ihrer Entstehung wirkenden Dampfkesselwirkungsgrad von 65⁰/₁₀. Die 3 Zahlen lassen erwünscht erscheinen, daß man den für normalen Generatorgang notwendigen Dampfbedarf etwas weiter eingrenzt, als es bisher im allgemeinen gewährleistet wird. Vorliegende Wärmebilanz vorausgesetzt, kann eine Ausbildung des Generatormantels als Dampfkessel nur auf Kosten einer Kohlendioxyd- und Teerverbrennung innerhalb der Schüttung bewirkt werden. Dieser Weg ist für Rohbraunkohle in letzter Zeit wohl nicht mehr ernstlich vorgeschlagen worden. Dagegen findet man immer wieder die Angabe, aus den Generatorgasen werde der Teer abgeschieden und das Gemisch von Generatorgas und verbleibendem Wasserdampf finde als Zusatzdampf Verwendung. Darin liegt etwas Absurdes. Ob Methan, Äthan, Methylen und Äthylen bei der Bewegung durch die Vergasungszone nicht teilweise zersetzt werden? Der Gehalt 85—90° warmer Generatorgase aus Schleuderabscheidern an wertvollen Teerbestandteilen wurde schon erwähnt. Dabei ist aber bei 85° der Dampfdruck des Wassers schon auf etwa 400 mm verringert, und man steht vor einem Dilemma: entweder man schiebt einen beträchtlichen Anteil der Teerdämpfe wieder unter den Generator, oder man schlägt den Wasserdampf nieder, um den Restteer zu gewinnen, und hat dann kein zur Kühlung der Generatorzone geeignetes Gas mehr zur Verfügung. Man geht wohl in der Annahme nicht fehl, daß man in der Praxis entweder Nebenprodukte erzielt und den Dampf als Zusatzdampf besonders erzeugt oder auf Nebenprodukte weitgehend verzichtet und dann allenfalls Generatorgase als kühlende Zusatzgase verwenden kann. Es bleibt schließlich noch darauf hinzuweisen, daß man zwecks

Erreichung zuverlässigen Generatorganges sich zum Absaugen der Gase und zum Hereindrücken des Unterwindes unabhängiger und besser regelbare Einrichtungen wird zulegen müssen, als sie die gemeinhin angewandten mit Drehstrom betriebenen Ventilatoren oder die Dampf-injektoren sind. Saugt man mit Dampf-injektoren, so muß der Kühler im allgemeinen sehr groß bemessen sein, und es bleibt dann nicht die Möglichkeit, den Zusatzdampf dem Kühler mit gegebenem Sättigungsgrad zu entnehmen. Der sonst übliche Ventilator mit Drehstromantrieb erlaubt keine ausreichende Regelung.

Einige Worte müssen noch dem Nebenproduktenabstichgenerator gewidmet werden. Ist die Durchführbarkeit der Zonentrennung schon beim Generator mit fester Asche ein Problem, so steigt die Gefahr der Zonenbeeinträchtigung, wenn man absichtlich unten auf eine sehr hohe Temperatur blasen will. Man müßte dann zu größeren Schütthöhen greifen. Ob diese nicht Schlackenbildung in höherer Schicht geben werden, ist immerhin zweifelhaft. Die Gefahr der Verstopfungen nach unten besteht dann zwar nicht, die andere des Durchbrennens in die Schwelschicht bleibt aber bestehen wie bisher. Da Grudekoks außerordentlich reaktiver Kohlenstoff ist, wird ausdrücklich zu prüfen sein, ob man die zum Fließen der Schlacke nötigen Temperaturen in jedem Falle zuverlässig erreicht. Es besteht die Möglichkeit, daß das Gleichgewicht $\text{CO}_2 + \text{C} = 2 \text{CO}$ so stark kühlend wirkt, daß ein Fließen der Schlacke wenig oberhalb des Herdes gar nicht zu erzielen ist.

Allen Schwierigkeiten der Zonenbildung will der Drehofen begegnen. Das Prinzip ist zweifellos bestrickend, denn es erscheint von vornherein nicht schwer, die Verhältnisse der Retorte zu schaffen, bei Vermeidung von Überhitzungen. Seiner Verwendung für Rohbraunkohle scheint vorläufig die Staubentwicklung fatal geworden zu sein. Der Drehtrommel fehlt die Filterwirkung der nassen Trockenzone des ruhenden Generators. 1 kg Kohlenstaub ist imstande, 1 kg Teer zu einer festen Masse

zu versteifen, und ein Teer mit nur wenigen Prozenten Kohlenstaub setzt der Abtrennung von gleichzeitig niedergeschlagenem Wasser noch immer sehr große Schwierigkeiten entgegen.³⁾ Insbesondere versagt vorläufig scheinbar auch die Vereinigung des Grudekoksgenerators mit den Drehofen deshalb, weil der Grudekoks bei den im Grudekoksgenerator herrschenden Windverhältnissen mit in die Generatorgasleitung fliegt und sie bald rettungslos verstopft.

Die Einrichtung, durch Einführung von kühlenden Gasen in höhere Schichten geeignete Zonenverteilung zu erzielen, leidet vorläufig daran, daß es bei erdigem Material schwierig ist, die Gasverteilung zulänglich zu gestalten. Was bei grobstückiger Kohle, die gemeinhin zu teerarm ist, angeht, versagt bei erdiger mulmiger Kohle.

Man wird sich bei Versuchen die Mühe nicht verdrießen lassen dürfen, definierte Bedingungen zu schaffen und die einzelnen Einflüsse getrennt zu studieren. Auf dem Wege eines Versuches von wenigen Tagen mit einer bestimmten Kohle, wie es in den letzten Jahren gewöhnlich geübt worden ist, wird man nicht zum Ziele kommen. Man wird sich entschließen müssen, Versuche von ausreichender Dauer, mit ausreichenden apparativen Hilfsmitteln, mit ausreichenden, chemisch vorgebildeten Kräften durchzuführen, und man wird sich immer wieder gegenwärtig halten müssen, daß ein Apparat, der an mehreren Orten schon zeitweise einwandfrei gearbeitet hat, so studiert werden kann, daß das Ziel erreicht wird, unsere teerreiche, mulmige, mitteldeutsche Kohle dennoch im Nebenproduktengenerator zu vergasen. Der Ausweg, zunächst einen Rohkohलगenerator ohne Teergewinnung zu konstruieren, wird kaum weiterhelfen, denn wenn er überhaupt arbeitet, liefert er auch Teer.

³⁾ Es ist deshalb zu bedauern, daß die vielversprechenden Anfänge einer bekannten Zentrifugenbauanstalt, Teer in Zentrifugen von Staub und Wasser zu reinigen, noch nicht zum Abschluß geführt sind.

MONDGENERATOR.

VON M. SCHREIBER, SCHANDELAH.

Vor ungefähr 40 Jahren fand L. Mond, der auf Arbeiten von Hubert Grouven aufbauen konnte, ein Verfahren, um im Generatorprozeß möglichst hohe Ausbeuten an Ammoniak zu erzielen. Dieses Verfahren fand recht langsam Aufnahme. Es wurde zunächst in England eingeführt und viel später erst begann man auch in Deutschland darüber Versuche zu machen. Die deutsche Mondgasgesellschaft baute eine Versuchsanlage auf der Zeche Mont Cenis in Sodingen-Westfalen, in welcher Anlage zunächst die Vergasung von Steinkohlenbergen versucht wurde und später auch alle möglichen anderen Brennmaterialien dem Versuch unterworfen wurden.

Die erste große Anlage nach den Plänen der deutschen Mondgasgesellschaft bauten die österr. Mannesmannröhrenwerke in Komotau. Diese Gesellschaft sah sich 1910 vor der Notwendigkeit der Vergrößerung der bestehenden Generatoranlage und entschloß sich da zum Bau einer Zentralgeneratorenanlage. Vergasungsversuche, mit Komotauer Kohle in Sodingen durchgeführt, ergaben ein gutes Ergebnis, so daß der Bau einer Anlage nach den Plänen der deutschen Mondgasgesellschaft beschlossen wurde.

Im Dezember 1912 konnte die Anlage in Betrieb genommen werden und arbeitete vollkommen zufrieden-

stellend, doch kam nach einigen Tagen eine große Überraschung durch die ungeheuren anfallenden Teermengen.

Mond hatte gerade bei seinen Anlagen die Teerbildung vermindern oder besser ganz verhindern wollen und wollte dies dadurch erreichen, daß er die Schwelgase zwang, durch die Feuerzone zu streichen, wo die Teerdämpfe zersetzt werden sollten. Bei dem Braunkohलगenerator stellten sich aber die Verhältnisse der Feuerzonenbildung ganz anders ein wie beim Steinkohलगenerator und eine gewaltige Teerausscheidung aus den Gasen war die Folge. Bei der Projektierung der Anlage war auf die Lagerung dieser unverhofft anfallenden Teermengen natürlich keine Rücksicht genommen worden, so daß man sich gezwungen sah, große Erdbassins auszuwerfen, um den Teer sammeln zu können. Da zu dieser Zeit Abnehmer für Generatorsteer sehr schwer zu finden waren und nur Spottpreise für diesen Teer bezahlten, so waren die Mannesmannwerke gezwungen, der Gasanlage eine Teerdestillation anzugliedern, um den anfallenden Teer bewältigen zu können. Spätere Untersuchungen haben ergeben, daß der Braunkohलगenerator aus Mondgeneratoren die charakteristischen Merkmale eines Tieftemperaturteers besitzt, und so ist Mond, trotz