

## Vergasung von Braunkohle im Generator.

Von Dr. C. ENGELHARD.

(Eingeg. 14/12. 1922.)

Seitdem infolge der Steinkohlennot die Braunkohle für die Wärme- wirtschaft der deutschen Industrie von außerordentlich wichtiger Bedeutung geworden ist, trat immer mehr das Bestreben zutage, auch im Generator vergaste Steinkohle und Koks durch Braunkohle zu ersetzen. Schon seit langer Zeit bediente man sich für die Vergasung von Braunkohle des Siemens'schen Schrägrrostgenerators, den man in der keramischen Industrie, namentlich in Glashütten auch heute noch viel findet, obwohl er im allgemeinen nur mit einem geringen Nutzeffekt arbeitet. Als nun in der Industrie der Ruf nach einem wirtschaftlich arbeitenden Gaserzeuger für Braunkohle immer lauter erscholl, wurden vielfach Generatoren für den Betrieb mit Braunkohle angeboten und auch gebaut, die sich zur Vergasung von Steinkohlen gut eigneten und bewährt hatten. Daß diese Generatoren beim Verarbeiten von Braunkohle im allgemeinen einen verhältnismäßig nur geringen Durchsatz ermöglichen, daß also der erhoffte Erfolg ausblieb, war nicht zu verwundern und wäre eigentlich von vornherein zu erwarten gewesen. Um dieselbe Wärme wie mit Steinkohle zu erhalten, müßte im Generator etwa die dreifache Menge Braunkohle durchgesetzt werden. In Drehrostgeneratoren, die mit Rohbraunkohle betrieben wurden, lassen sich aber keine erheblich größeren Mengen als bei Steinkohlenbetrieb durchsetzen, da die erforderlichen Luftmengen sich durch den Drehrost nur ungenügend und nicht gleichmäßig einführen lassen. Der Grundgedanke für die konstruktive Durchbildung der Drehrostgeneratoren war der, die Brennstoffsäule im Generator dürfe nicht ruhen, damit die gebildete Schlacke keine Brücken bilden könne und Durchbläser zerstört würden. Gleichzeitig sollte durch die Drehbewegung Asche und Schlacke automatisch aus dem Generator herausgebracht werden.

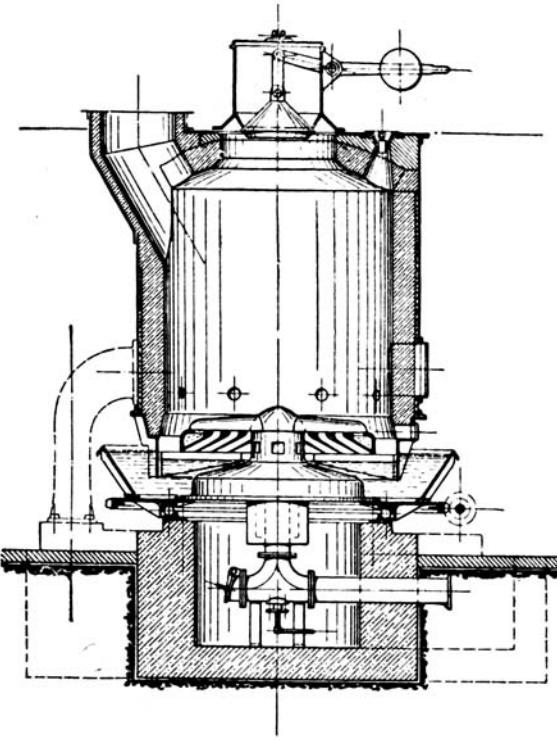
Im Gegensatz zur Steinkohlenvergasung erfordert die Vergasung von Braunkohle im Generator, da sie im allgemeinen leicht in der Hitze zerfällt, eine ruhende Brennstoffsäule, die sich lediglich langsam mit einer durch die Verbrennung bedingten Geschwindigkeit von oben nach unten bewegt, eine sich gleichmäßig über den Gesamtquerschnitt des Generators erstreckende Windverteilung und eine erst durch Erfüllung dieser beiden Bedingungen mögliche horizontale Feuerzone, sofern mit einem großen Durchsatz gerechnet wird. Es ist naheliegend, daß diese Forderungen am besten ein Planrost erfüllen kann, sobald gleichzeitig bei diesem die Frage der dauernden automatischen Beseitigung der Asche und der Schlacke gelöst ist.

Die patentgeschützte Konstruktion des Planrostgenerators, den das Eisenhüttenwerk Keula bei Muskau (Oberlausitz) baut, ist, wie die Betriebsergebnisse beweisen, in ausgezeichneter Weise dazu geeignet, diese Forderungen zu erfüllen. Die mit diesem Planrostsystem erzielten Brennstoffdurchsätze lassen sich mit anderen Generatorkonstruktionen nicht erreichen. In der nachstehenden Tabelle ist die Vergasungsleistung angegeben:

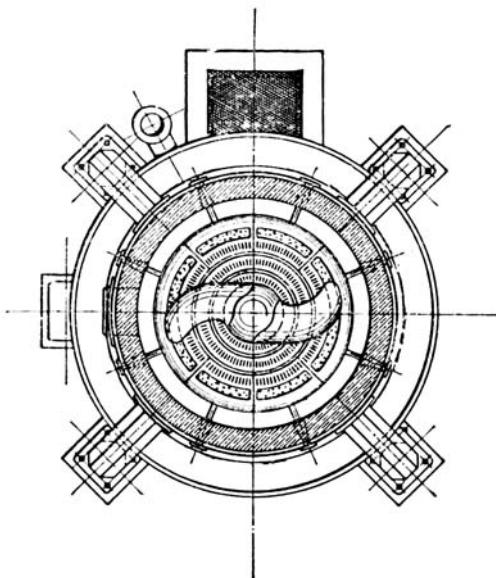
| Schacht-<br>durchmesser | Durchsatz in Tonnen in 24 Stunden |                          |                           |
|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                         | Braunkohlen-<br>briketts          | Böhmisches<br>Braunkohle | Deutsche<br>Robbraunkohle |
| 2200 mm                 | 13,7—21,0 t                       | 15,5—22,8 t              | 18,2—27,3 t               |
| 2600 "                  | 19,0—29,2 t                       | 21,6—31,8 t              | 25,4—38,1 t               |
| qm/Stunde               | 150—230 kg                        | 170—250 kg               | 200—300 kg                |

Aus den beigegebenen Abbildungen ist die Konstruktion des Generators zu erkennen. Schachtaufbau, Aschenschüssel und Antrieb sind wie bei den Drehrostgeneratoren ausgebildet. An Stelle des Drehrostes mit seinem turmartigen Aufbau ist ein feststehender ebener Rost getreten, der auf Konsolen gelagert ist, die an dem gußeisernen Tauchringe des Schachtes befestigt sind. Dieser Planrost besteht aus ringförmigen, konzentrischen Roststäben, die einen praktisch den gesamten Generatorquerschnitt ausfüllenden Tisch bilden. Die einzelnen ringförmigen Roststäbe sind mit zahlreichen, gleichmäßig verteilten Schlitzten von düsenartiger Ausbildung versehen. Bei jedem Rostring ist der Steg schräg verlaufend angeordnet. Der Brennstoff wird zwischen den breiten Rostspalten der gegeneinander gereihten Roststäbe vom Steg gestützt, damit nicht Unverbranntes in die Wasserschüssel gelangt. Der Verteilung der Slitze entsprechend ist auch die Windzuführung eine über den ganzen Generatorquerschnitt gleichmäßig verteilte. Da außerdem die Verbrennungsluft senkrecht in die Brennstoffsäule eintritt, ist die Möglichkeit zur Erzielung einer hohen

Durchsatzleistung gegeben, wie sie in gleichem Maße für Braunkohle von den Drehrostgeneratoren nicht annähernd erreichbar ist. Das Wegschaffen der Asche und Schlacke geschieht durch einen S-förmigen Aschenräumer, dessen Achse durch eine Mittelloffnung des Rostes in die kuppelförmige, mittlere Erhöhung der Aschenschüssel hineinreicht. (Die beigegebene Abbildung des Räumers ist eine schematische und für die Ausführung nicht maßgebend.) Die Drehbewegung der Schüssel wird auf den Räumer übertragen, da beide fest miteinander verbunden sind. Dieser Ausstreifer hat einen muschelförmigen Quer-



schnitt, liegt mit seiner unteren offenen Seite dicht auf dem Rost auf, schert Asche und Schlacke ab und drückt sie in die Wasserschüssel. Im Dauerbetrieb des Planrostgenerators konnte festgestellt werden, daß bei ein und derselben Kohle, die im Drehrost- und Schachttgenerator eine äußerst unangenehme, nur mit großen Dampfmengen zu bekämpfende Schlackenbildung zeigte, eine nennenswerte Schlackenbildung überhaupt nicht auftrat. Rost und Aschenräumer werden

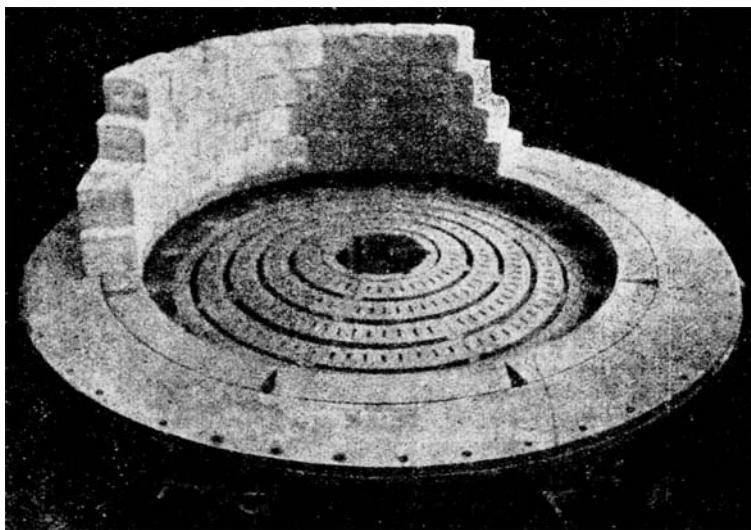


durch die eintretende Preßluft gekühlt, die sich mit Wasserdampf anreichert, da der Rost in so geringer Höhe über dem Wasserspiegel liegt, daß eine Verdampfung des Schüsselwassers entsteht, die bei vielen Brennstoffen einen besonderen Zusatzdampf überflüssig macht. Die Kühlung des Rostes ist eine so intensive, daß auch nicht im geringsten irgendwelche Verbrennung des Rostes auftritt, obwohl die Feuerzone der Brennstoffsäule auf dem Roste aufliegt. Nach monatelangem Dauerbetrieb zeigte sich die Rostfläche vollkommen glatt und

frei von Ausbrennungen. Der Eintritt der Verbrennungsluft erfolgt in üblicher Weise von unten in die Kuppel der Aschenschüttel durch zwei Öffnungen in dem als Mitnehmer für den Räumer dienenden zylindrischen Aufbau unter den Rost und den hohen Räumen. Während des Betriebes wird eine Brennstoffschichthöhe von 800 bis 1000 mm eingehalten, während die Aschenzone 50—200 mm und die Feuerzone 200 mm beträgt. Eine niedrige Brennstoffschicht ist bei der Vergasung von Braunkohle, wie leicht ersichtlich, von besonderen Vorteile. Ist die Brennstoffschicht zu hoch, so wird im oberen Teile die Temperatur der Generatorgase soweit erniedrigt, daß Kondensationen des Teeres und der in den unteren Teilen der Trockenzone gebildeten Wasserdämpfe eintreten, was Teerverbrennung zur Folge hat. Der in der oberen Schicht entstehende Sumpf erschwert den Austritt des Gases und kann unter Umständen den Generatorbetrieb zum Stillstand bringen.

In der nachstehenden Tabelle sind Durchschnittszahlen (Volumenprozente) von Gasanalysen und Heizwerte angegeben, die im Dauerbetrieb und bei Versuchen gewonnen wurden.

|  | CO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | CO   | Heizwert<br>Gas<br>WE. | Heizwert<br>Kohle<br>WE. |
|--|-----------------|----------------|----------------|-----------------|------|------------------------|--------------------------|
| Lignitische Rohbraunkohle,<br>Grube Neustadt . . . . . | 8,9             | 0,3            | 11,9           | 1,8             | 22,7 | 1160                   | —                        |
| Rohbraunkohle . . . . .                                | 8,0             | 0,2            | 11,2           | 2,1             | 25,0 | 1239                   | 2200                     |
| Rohbraunkohle, Grube Erika .                           | 10,5            |                | 15,6           | 0,6             | 21,4 | 1114                   | 2070                     |
| Böhmisches Braunkohle . . .                            | 7,4             | 0,15           | 17,1           | 2,3             | 24,8 | 1446                   | 3030                     |
| Briketts Grube Ilse . . . . .                          | 6,8             |                | 19,8           | 1,1             | 30,8 | 1558                   | 4720                     |
| Rumänische Braunkohle . . .                            | 8,6             |                | 15,1           | 1,6             | 24,8 | 1290                   | 2160                     |
| Rohbraunkohle, Grube Ammendorf . . . . .               | 7,0             |                | 12,3           | 2,0             | 24,5 | 1236                   | 2910                     |



Für die Vergasung von Braunkohlenbriketts und Rohbraunkohle ist der Keulaplanrost in gleicher Weise geeignet. Wenn auch die Vergasung von Briketts für den praktischen Betrieb gewisse Vorteile bedingt, so läßt sich doch nur von Fall zu Fall entscheiden, welcher Weg der wirtschaftlich günstigere ist, die Verarbeitung von Briketts oder Rohkohle. Wird eine möglichst hohe Verbrennungstemperatur des Gases benötigt, so muß entweder die Kohle vor der Vergasung getrocknet, oder dem Gas der Wasserdampf entzogen werden. Da zur Verdampfung einer bestimmten Menge Wasser immer ein bestimmter Wärmeaufwand nötig ist, so ist es theoretisch genommen gleichgültig, ob die Kohle in der Brikettfabrik oder unmittelbar vor der Vergasung an Ort und Stelle getrocknet wird. Die Verhältnisse der Praxis können sehr wohl in einem Falle für das eine und im anderen für das andere günstiger liegen. Wird die Rohkohle in der Brikettfabrik mit Abdampf getrocknet, so wird diese Art der Trocknung immer die wirtschaftlich günstigere sein. Bei der Trocknung von Rohkohle unmittelbar vor der Vergasung fällt der Umstand schwer ins Gewicht, daß viele Braunkohlenarten beim Trocknen zu Pulver zerfallen und so der Vergasung im Generator erhebliche Schwierigkeiten machen.

Der Trocknung der Kohle ist die Trocknung des aus nasser Kohle gewonnenen Gases vorzuziehen. Wird das wasserhaltige Gas unter den etwa bei 60° C liegenden Taupunkt abgekühlt, so wird das Wasser niedergeschlagen. Ist der Weg, den das nasste Gas vom Generator bis zur Feuerstelle nehmen muß, so lang, daß es Zeit findet, sich abzukühlen, so scheidet sich das Wasser, aber gleichzeitig auch

der Teernebel, ab. Durch das eine wird der Wärmewert des Gases erhöht, durch das andere erniedrigt. Bei größeren Generatorenanlagen werden Teer und Wasser meist in besonderen Anlagen abgeschieden. Durch Wiedereinspritz des gewonnenen Teeres oder eines Teiles davon in das Gas vor dessen Eintritt in die Feuerstelle kann der Wärmewert des trockenen Gases erhöht werden. Um einen wertvollen Teer zu erhalten, ist zunächst die Abscheidung des Staues aus dem Gase erforderlich. Als besonders zweckmäßig hierfür hat sich eine liegende Staubtrommel mit großem Querschnitt erwiesen, die der Länge nach unten geöffnet ist und in einen Wasserbehälter eintaucht. Die Trommel muß genügend groß sein, damit die Geschwindigkeit des Gases durch dessen plötzlichen Eintritt in einen längeren Raum von im Verhältnis zur Gasleitung bedeutend größeren Querschnitten derart verringert wird, daß es den mitgeführten Staub fallen läßt, der dann mittels Kratzer aus dem Wasser entfernt wird. Das Gas wird nun im Theisenwäscher, Teerwolf oder einem ähnlichen Apparate durch Waschen mit zerstäubtem Teer, auf dem sich der Teernebel niederschlägt, entteert. Dann wird vollends das Wasser in einem Kühler abgeschieden, was zweckmäßig in einem Berriesler geschieht, da die vom Kühlwasser aufgenommene Wärme zum Anwärmen der Generatorluft wieder ausgenutzt werden kann.

Wie schon früher Weiß und Becker<sup>1)</sup> durch exakte Versuche mit rheinischer Rohbraunkohle von 2090 WE. und 57% Wasser zeigten, wird die Verbrennungstemperatur des aus grubenfeuchter Kohle gewonnenen Generatorgases ganz bedeutend durch Trocknung erhöht. Die theoretische Verbrennungstemperatur für das trockene Gas aus dieser Kohle beträgt 1629° C, für das feuchte Gas ohne Teer 1288° C und für feuchtes Gas mit 10 g Teer auf 1 cbm Gas 1334° C. Praktisch dürfte 900° C die Höchsttemperatur sein, die sich dauernd mit wasserhaltigem Rohkohlengas erzielen läßt. Für den praktischen Feuerungsbetrieb mit Generatorgas kommt nicht der Wärmewert des Gases direkt, sondern der Wärmewert des Gasluftgemisches in Frage. Bei der Verbrennung eines Gases ist der Luftbedarf um so größer, je höherwertig die Volumeneinheit des Gases ist, Luftbedarf und Luftüberschuß bewirken eine Verdünnung des Gases. In der nachstehenden Tabelle sind die Wärmewerte verschiedener Gase und der betreffenden Gasluftgemische angegeben, und es ist daraus ersichtlich, daß das Gasluftgemisch von Braunkohlengas mit dem des höchstwertigen der angeführten Gase, des Koksofengases in Wettbewerb zu treten vermag.

|                                      | Gicht-gas | Generatorgas: |            |                     |                     |          | Koks-ofengas |
|--------------------------------------|-----------|---------------|------------|---------------------|---------------------|----------|--------------|
|                                      |           | Koks          | Steinkohle | Braunkohlen-brikett | Rhein-Rohbraunkohle |          |              |
| Heizwert-H <sub>u</sub> .            | 1010 WE.  | 1150 WE.      | 1180 WE.   | 1370 WE.            | 1140 WE.            | 4500 WE. |              |
| Theoretische Luftmenge für 1 cbm Gas | 0,87 cbm  | 1,06 cbm      | 1,10 cbm   | 1,27 cbm            | 1,06 cbm            | 5 cbm    |              |
| Üblicher Luftüberschuß . .           | 20%       | 20%           | 20%        | 20%                 | 20%                 | 40%      |              |
| Praktische Luftmenge für 1 cbm Gas   | 1,04 cbm  | 1,27 cbm      | 1,32 cbm   | 1,52 cbm            | 1,27 cbm            | 7 cbm    |              |
| Heizw. v. 1 cbm Gasluftgem.          | 495 WE.   | 510 WE.       | 560 WE.    | 600 WE.             | 500 WE.             | 640 WE.  |              |

Der chemischen Industrie bringt eine Generatorenanlage außer den Vorteilen, die durch die Gasfeuerung als solche bedingt sind, die Möglichkeit, den Feuerbetrieb zu zentralisieren.

Die technischen Vorteile sind:

1. Vereinfachte Zuführung des Brennstoffes zur Feuerung, Entfallen der Schlacken- und Aschenabfuhr von den einzelnen Feuerstellen.
2. Vereinfachter Bau der Feuerungen, Entfallen der Flugasche, sauberer Betrieb.
3. Ersparnis an Bedienung und somit an Arbeitslohn.
4. Erhöhte Betriebsbereitschaft und vereinfachte Kontrolle des Feuerungsbetriebes.
5. Platzgewinn durch Wegfall von Kohlenlagerplätzen.
6. Bessere Brennstoffausnutzung durch vollkommene Verbrennung bei geringerem Luftüberschuß, somit Erreichung höherer Temperaturen, die leicht regulierbar sind.
7. Möglichkeit mit oxydierender oder reduzierender Flamme zu arbeiten.
8. Möglichkeit, wertvollen Teer zu gewinnen.

[A. 286.]

<sup>1)</sup> Stahl und Eisen 1920, S. 1067.