

zu Leucht- und Kochzwecken verwendbar. Es eignet sich außerdem als Carburiergas.

Noch mehr als für die elektrothermische Erzreduktion eröffnen sich dem elektrischen Vergasen, besonders von flüssigen Brennstoffen, bei elektrisch betriebenen Bahnen große Aussichten, weil die Überschußkräfte des Bahnstromes für die Gasbewirtschaftung der an der Strecke liegenden Industrien und Ortschaften, sowie für die Beleuchtung und Heizung der Bahnhöfe, Verwendung finden werden, was für die Aussichten dieser Zugförderungsart von Bedeutung sein kann.

Als Elektrizitätsquellen kommen neben Überschußkräften bereits vorhandener Kraftanlagen vor allem selbständige Rohölelektrizitätsanlagen in Betracht. Wenn diese des Tages Konsumelektrizität abgeben, des Nachts Aufschließungselektrizität für Rohöl- oder Kohlenvergasung zur kalorischen Speicherung erzeugen, dürfte dadurch ihre Ausnutzung erheblich gesteigert werden.

Die elektrische Vollvergasung fester und flüssiger Brennstoffe wird die Anwendung der Gasheizung und -Beleuchtung wesentlich fördern können, und wenn auch die elektrische Gaserzeugung infolge der Eigenschaften der Gase und die Anpassungsfähigkeit an vorhandene Brennstoffvorkommen eine direkte Konkurrenz für den elektrischen Strom bedeutet, so dürfte dies durch den hierfür in Betracht kommenden großen Stromabsatz und die Gestaltung einer vollen Ausnutzung elektrischer Kraftanlagen bei weitem ausgeglichen werden. Der elektrischen Kohlenvergasung, zu der auch die elektrische Rauchverzehrung gehört, und der elektrischen Aufschließung flüssiger Brennstoffe wird es vorbehalten bleiben, die allgemeine Rauchvermeidung in absehbarer Zeit zu verwirklichen, und hierin liegt das hygienisch und volkswirtschaftlich gleich wichtige Endziel der Elektrogasgewinnung. Die Erreichung desselben ist einerseits durch die mögliche Dezentralisierung der Gaserzeugung, durch elektrische Kleingasanstalten und -Apparate nähergerückt, andererseits dürfte das Problem durch Einführung von Wärmeautomaten<sup>5)</sup> sowie Fortschritte in der Gasspeicherung und Fernleitung gefördert werden. Die beste Unterstützung und notwendige Voraussetzung für den durchgreifenden Erfolg dieser Bestrebungen liegt aber in einer zielbewußten Ausgestaltung der Elektrizitätswirtschaft und Anpassung derselben an die Brennstoffvorkommen, da der elektrische Strom in Zukunft nicht mehr einseitig als Ersatz der Brennstoffe, sondern vielmehr als deren willkommenster Veredelungsbehelf angesehen werden muß. Eine planmäßige Energiewirtschaft unter Zurückhaltung der meist teureren hochwertigen Brennstoffe für Spezialzwecke und Heranziehung der billigen minderwertigen Brennstoffe für Industrie, Kleingewerbe und Haushalt wird sicher in einem engen wechselseitigen Zusammenarbeiten von Elektrizität und Brennstoff liegen.

Die Aussichten der elektrischen Vergasung von Brennstoffen können also in erster Linie für die Wasserkraftländer als sehr gute bezeichnet werden. Hier bilden die Elektrogase eine willkommene Ergänzung für eine wirtschaftliche Energieverteilung. In den Kohlenländern wird die elektrische Vergasung als pyrogene Aufschließung von flüssigen Brennstoffen ein dankbares Feld finden. Sie bietet jedenfalls für die Elektrizität neue Absatzmöglichkeiten und eröffnet der Apparatebauindustrie ein weites und erfolgversprechendes Tätigkeitsgebiet.

#### Zusammenfassung.

Die Elektrizität eignet sich als stofflose Heizung ganz besonders zur Aufschließung fester und flüssiger Brennstoffe. Dies gilt sowohl für die rein pyrogene Zersetzung wie für die Vollvergasung, und sie gestattet daher, neue Wege der Brennstoffauswertung zu erschließen.

Die Überlegenheit der Elektrizität zur Brennstoffverarbeitung gegenüber der gewöhnlichen Heizung beruht in der wirtschaftlichen Vereinfachung der Apparate, der leichteren und gefahrloseren Beherrschung jeder erforderlichen Wärmekonzentration und der betriebs- und apparatetechnisch günstigeren Anwendung von Druck und Kontaktmitteln.

Die Anwendung der elektrischen Heizung zur Brennstoffverarbeitung ist berufen, besonders folgende Aufgaben zu erfüllen:

1. Die wirtschaftliche Verarbeitung minderwertiger Brennstoffe.
2. Die Auswertung von zeitlicher Überschußelektrizität, also Vollausnutzung von Kraftanlagen.
3. Die Herstellung höherwertiger Produkte. (Crackprozeß, Reinwassergas.)
4. Die wirtschaftliche Vergasung in Kleinapparaten.

Der Stromverbrauch für Vollvergasung hängt wenig von der Brennstoff- oder Gasqualität ab und beträgt etwa 1,1–1,3 Kw. pro 1 cbm Gas.

Die Gestehungskosten der Elektrogase richten sich wesentlich nach dem Strompreis, und die elektrischen Verfahren werden überall wirtschaftlich überlegen sein, wo zeitlicher Überschußstrom zur Verfügung steht und gleichzeitig billige minderwertige Brennstoffe zur Verarbeitung gelangen.

Die Ausnutzung von Überschußstrom zur Gasgewinnung kann als kalorische Speicherung desselben angesehen werden, und es dürfte dies vor allem bei Verwendung von Kleingesapparaten die praktisch und wirtschaftlich am leichtesten zu realisierende Speicherung von stark wechselnden Überschußelektrizitätsmengen vorstellen.

<sup>5)</sup> Hierüber soll eine besondere Arbeit folgen.

Die Elektrogase fester Brennstoffe (2800–3000 WE. pro 1 cbm) kommen insbesondere für Hochtemperaturfeuerungen, Reduktionsprozesse und Synthesen, als Zusatz zum Leuchtgas, als Triebstoff für Motoren und Gasturbinen und als Rohmaterial für die Darstellung flüssiger Brennstoffe in Betracht.

Die Elektrogase flüssiger Brennstoffe (5000 WE. und mehr pro 1 cbm), eignen sich direkt als Leuchtgas sowie für alle Zwecke der Industrie und Lebenshaltung. Sie stellen zudem ein ausgezeichnetes Carburiermittel dar, das die Anwendung der elektrischen Vollvergasung fester Brennstoffe wesentlich fördern kann.

Die elektrische Brennstoffverarbeitung ist dazu bestimmt, ein wertvolles Bindeglied zwischen Elektrizitäts- und Brennstoffwirtschaft zu bilden. Sie wird vor allem vielerorts die vorteilhafte Ersetzung der direkten Kohlenfeuerung durch Gasheizung ermöglichen, womit auch die Rauchbeseitigung ihre praktische Lösung findet. [A. 18.]

## Über die Aufbereitung von Waschbergen.

Von E. BERL und H. VIERHELLER.

(Aus dem Chemisch-technischen und elektrochemischen Institut der Technischen Hochschule Darmstadt.)

(Eingeg 14.1. 1922.)

Zur Trennung von taubem Gestein wird Förderkohle in der Schlagkreuzmühle zerkleinert und in Setzmaschinen verschiedenen Systems aufbereitet. In den Setzmaschinen wird eine Scheidung des tauben Gesteins von der Kohlensubstanz durch die verschiedene Fälligkeit der beiden, die Förderkohle zusammensetzenden Bestandteile vorgenommen, doch ist diese Trennung weit davon entfernt, ideal zu sein. Die gewaschene Kohle enthält noch nennenswerte Mengen von Aschenbestandteilen, während andererseits die Waschberge, in denen sich der größte Teil des tauben Gesteins befindet, noch ungefähr ein Viertel ihres Gewichts an brennbarer Substanz enthalten. Daß es von außerordentlich großer Wichtigkeit ist, den Aufbereitungsprozeß der Förderkohle besser als wie bisher zu leiten, dann aber auch die großen, in den Halden noch enthaltenen Mengen an brennbarer Substanz zu gewinnen, ist klar. Im nachfolgenden wird gezeigt werden, daß dies wohl möglich ist, und daß es sogar unter den einfachen Laboratoriumsbedingungen gelingt, mehr als die Hälfte der brennbaren Substanz aus den Waschbergen mittels des Schwimmaufbereitungsverfahrens in so angereicherter Form zu gewinnen, daß das nunmehr erhaltene Material zu industrieller Verwendung verschiedener Art wohl geeignet erscheint.

Die Aufbereitung solcher Waschberge nach dem Schwimmaufbereitungsverfahren stellt einen speziellen Fall des umfassenden Problems der Schwimmaufbereitung oder Flotation dar. Im allgemeinen wird man sagen können, daß grundlegende Unterschiede im Verhalten der Kohle einerseits, des tauben Gesteins andererseits, dahin erblickt werden können, daß die Kohlesubstanz eine mit Wasser sich nicht, oder nur schwer benetzende Oberfläche besitzt, also hydrophob ist, während die mineralischen Begleiter mit Wasser sich leicht benetzen, daher zur Gruppe der hydrophilen Stoffe gehören. Schüttelt man demnach ein Gemisch von Kohlesubstanz mit taubem Gestein mit Wasser und mit damit nicht oder wenig mischbaren anderen Stoffen, die die Eigenschaft haben, die Kohlenoberfläche zu benetzen, so wird in einfacher Weise eine Trennung der Komponenten dadurch erfolgen, daß das taube Gestein als mit Wasser benetzbar in die wässrige Schicht geht, während die Kohle sich in der nichtwässrigen Schicht oder an der Grenzfläche von Wasser und den damit nicht oder unvollkommen mischbaren Stoffen sammelt. Wenn die Zerkleinerung des Waschbergmaterials hinlänglich weit getrieben wird, so daß die Umklammerung der Kohle mit taubem Gestein oder die des tauben Gesteins mit Kohle fast völlig aufgehoben wird, dann kann durch die Anwendung der Schwimmaufbereitungsverfahren eine weitgehende Trennung von brennbarer Substanz von Aschenbestandteilen erzielt, und damit die so erhaltene Kohle der Volkswirtschaft dienstbar gemacht werden.

Die Verhältnisse liegen hier deswegen so ganz besonders einfach, weil alle als „Sammel“ bekannten Stoffe, wie Kohlenteer und die flüssigen Einzelstoffe desselben, dann Mineralöle, ferner Holzdestillationserzeugnisse u. a. m. die vorerwähnte Wirkung und zwar schon in geringen Zusatzmengen ausüben. Die zu erzielende Wirkung hängt von der Feinung des Waschbergmaterials und der Art der Durchführung des Flotationsvorganges ab. Wird z. B. die Zerkleinerung unter gleichzeitiger Zusatz von Flotationsagens vorgenommen, dann lassen sich ganz besonders gute Wirkungen erzielen, wie dies schon längst in der Erzflotationspraxis bekannt ist. Eine wiederholte Scheidung wirkt ebenfalls im Sinne einer vervollständigten Aufbereitung.

Die zur Scheidung zugesetzten Öle kommen mit ihrem ganzen Caloriengehalt bei der Verwertung des erhaltenen Brennstoffes zur Auswirkung.

Daß in gleicher Weise, wie Waschberge, aschenreiche Förderkohlen aufbereitet werden können, ist selbstverständlich<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Nach Abschluß dieser Untersuchungen erschienene Mitteilungen über das sogenannte Trent-Verfahren (Perrot und Kinney, Chem. Centr. Bl. 1921, IV, 1345 und ferner Zeitschr. f. angew. Chem. 34, 638; 1921, ref. Dolch) betreffend das gleiche Ziel, die Kohlesubstanz durch Schwimmaufbereitung von den begleitenden Mineralsubstanzen zu trennen.

**A. Schlämm-Versuche.**

Bevor die Resultate der Schwimmaufbereitung beschrieben werden, soll der Nachweis geführt werden, daß durch weitergehende Zerkleinerung und einfaches Schlämmen mit Wasser eine wesentliche Anreicherung der brennbaren Substanz unter den angewendeten Versuchsbedingungen nicht erzielt wurde. Als Ausgangsmaterial für alle Versuche diente ein Durchschnittsmuster eines Waschberges aus Mährisch-Ostrauer Kohle, das wir dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn Generaldirektors Dr.-Ing. e. h. A. Sonnenschein verdanken.

Das vorliegende Material enthielt:

1,5 % Wasser  
24,5 % brennbare Substanz  
74,0 % Asche.

Vom Rohbaufwerk passierten:

10,8 % ein Sieb von weniger als 0,4 mm Maschenweite,  
57,4 % ein Sieb von weniger als 7,5 mm und größer als 0,4 mm  
Maschenweite,

31,8 % passierten ein Sieb von 7,5 mm Maschenweite nicht mehr.

Das Material wurde nun in aus folgender Tabelle ersichtlichen Art aufbereitet:

Korngröße	Proz. der ursprünglichen Menge	Brennbare Subst. %	Asche %	Anteil d. gesamt-brennb. Subst. i. %	Bemerkungen	
I <0,4 mm	10,8	34,3	64,2	15,2	unmittelbar abgesiebt	
II <0,4 "	22,7	34,9	63,6	32,3	Rückstand v. I in der Kugelmühle ohne Kugeln zerkleinert	
III <0,4 "	45,6	22,1	76,4	41,2	Rückstand v. II in der Kugelmühle zerkleinert	
IV <0,4 "	4,7	19,5	79,0	3,7	Rückstand v. III mit dem Hammer zerschlagen u. in der Kugelmühle weiter zerkleinert	
V >7,5 "	16,2	11,4	87,1	7,6	verworfen	

Die Mischung I bis einschließlich IV, enthaltend 27,3 % brennbare Substanz und 71,2 % Asche (Korngröße < 0,4 mm), wurde mit Wasser in einem Standzylinder aufgerührt, nach 50" drei Viertel des Flüssigkeitsvolumens rasch abgehebelt und in ihm, sowie im restlichen Teil der Anteil an Aschesubstanz und an brennbarem ermittelt. Es ergab sich:

	Proz. der ursprünglichen Menge	Brennbare Substanz	Asche	Anteil d. gesamt-brennbaren Substanz in %
Abgesetztes . . .	49,0	21,9	76,6	42,7
Suspendiertes . . .	34,8	34,7	63,8	49,7
Material von V . . .	19,2	11,4	87,1	7,6

Durch Zerkleinern und Schlämmen ist demnach nur eine geringere Anreicherung (von 24,5 % auf 34,7 %) an brennbarer Substanz erzielt worden, wobei in den Abgängen die Hälfte der brennbaren Substanz verschwindet. Das einfache Schlämmverfahren nach erfolgter Zerkleinerung führt demnach nicht zum Ziel.

**B. Schwimmaufbereitung der Waschberge mit Benzol.**

Das Ausgangsmaterial mit 24,5 % brennbarer Substanz und 74,0 % Asche (Verhältnis 1:3) wurde in der Kugelmühle zerkleinert, daß es ein Sieb von 0,15 mm Maschenweite passierte. Dann wurde das gefeinte Material mit einem Gemisch von Wasser und Benzol durchgeschüttelt, und nach erfolgter Trennung der Phasen die wässrige Schicht mit dem von ihr benetzten Material von der benzolischen Schicht und dem vom Benzol benetzten Materiale getrennt, und nach Vertreibung der Flüssigkeiten die Analyse durchgeführt. Es ergab sich folgender Befund:

	Proz. der ursprünglichen Menge	Brennbare Substanz in %	Asche %	Ausbringen an brennbarer Substanz in %
Wässrige Phase: taubes Gestein . .	71,4	12,4	86,1	36,1
Benzol. Phase: Konzentrat . . .	28,6	54,7	43,8	63,9

Eine Wiederholung der Aufbereitung des so erhaltenen Konzentrates mit Benzol und Wasser führte zu einem Konzentrat mit 71,4 % brennbarer Substanz.

**C. Schwimmaufbereitung der Waschberge mit Rohpetroleum.**

In gleicher Weise wie oben bei Anwendung von Benzol beschrieben, wurde die Trennung der brennbaren Substanz von den Aschebestandteilen mit Rohpetroleum durchgeführt. Die erhaltenen Ergebnisse sind in folgender Tabelle wiedergegeben:

	Proz. der ursprünglichen Menge	Brennbare Substanz in %	Asche %	Ausbringen an brennbarer Substanz in %
Wässrige Phase: taubes Gestein . .	78,0	13,5	85,0	43,0
Mineralöl-Phase: Konzentrat . . .	22,0	63,5	35,0	57,0

Es ergibt sich hieraus, daß bei der Anwendung von Rohpetroleum der Kohlegehalt des Konzentrats, wie auch aus folgender Übersichtstabelle hervorgeht, etwas gestiegen, das Ausbringen etwas gesunken ist.

Verfahren	Ausbringen an brennbarer Substanz in %	Gehalt des Konzentrates an brennbarer Substanz in %
Schlämmverfahren . . . . .	49,7	34,7
Schwimmaufbereitung mit Benzol . . . . .	63,9	54,7 bei nochmaliger Behandlung mit Benzol
Schwimmaufbereitung mit Petroleum . . . . .	57,0	71,4 63,5

Außer den beiden Flotationsagentien, Benzol und Rohpetroleum, wurden mit gleichem Erfolg eine ganze Reihe von anderen Ölen, die teils zu den „Sammeln“, teils zu den „Schaumbildern“ gehören, angewandt. Verwendet wurde Maschinöl, Paraffinöl, Rizinusöl, Terpentinöl u. a. m. Mit all diesen Stoffen fielen die Resultate gleichmäßig befriedigend aus, so daß die Schlußfolgerung gezogen werden kann, daß die Verwendung irgend eines beliebigen Öles möglich ist.

Die Untersuchungen sind im laboratoriumsmäßigen Maßstabe unter verhältnismäßig ungünstigen Bedingungen durchgeführt worden. Es steht außer Frage daß bei Anwendung der Apparate und Erfahrungen, wie sie der Industrie zur Verfügung stehen, man sowohl nach der qualitativen wie nach der quantitativen Seite wesentlich bessere Ergebnisse erzielen kann. Es ist nach diesen Versuchen kein Zweifel, daß der Aufbereitung der Waschberge, welche Steinkohle und taubes Gestein enthalten, nach dem Schwimmaufbereitungsverfahren keine wesentlichen Schwierigkeiten im Wege stehen. Ungünstiger liegen allerdings die Verhältnisse bei Braunkohle und Torf. Hier ist die brennbare Substanz mit einer Wasserhülle umgeben, welche, bevor eine Trennung vom tauben Gestein mit Hilfe von Flotationsagentien ermöglicht werden kann, erst durch diese verdrängt werden muß. Das ist wohl möglich, aber etwas schwieriger durchzuführen.

**Zusammenfassung.**

Es wird gezeigt, daß die in den Aufbereitungshalden, den Waschbergen vorhandene brennbare Substanz, welche ungefähr ein Viertel des Gewichtes der Waschberge ausmacht, nach dem Schwimmaufbereitungsverfahren weitgehend gewonnen werden kann, wodurch außerordentlich große Mengen Kohlesubstanz, welche bereits über Tage liegen, der Volkswirtschaft dienbar gemacht werden können. [A. 24.]

**Über die Entstehung von Dextrinen bei der Inversion der Saccharose.**

Von Dr. G BRUHNS, Charlottenburg.

(Fortsetzung und Schluß von Seite 71.)

**VI. Die wirkliche Zusammensetzung der Kunsthonige.**

Benutzt man die hiermit gewonnene Erkenntnis zur möglichsten Aufklärung der wahren Zusammensetzung von Kunsthonigen, so ergibt sich folgendes:

Der Einfachheit halber sei zunächst von der „Saccharose“ abgesehen. Beträgt das Reduktionsvermögen der Dextrine eines Kunsthonigs durchschnittlich nur die Hälfte von der gleichen Menge Invertzucker, so stellt die U-Zahl, wie schon aus dem früher berechneten Beispiel hervorgeht, die Hälfte des Dextringehaltes dar; reduzieren die Dextrine nur ein Viertel so stark, so ist die U-Zahl gleich drei Viertel der Dextrinemenge usw. Findet man also unter der letzteren Bedingung z. B. U = 12,00 (wie bei Z 3 d in Tafel 9), so sind  $\frac{12,00}{0,75} = 16,00\%$  Dextrine vorhanden. Der Invertzuckergehalt wird also um 16,00–12,00 = 4,00% zu hoch gefunden; in Wirklichkeit sind also nur 66,25–4,00 = 62,25% vorhanden. Die wirkliche Zusammensetzung des Kunsthonigs Z 3 d wäre hiernach:

Invertzucker . . . . .	62,25 %
Saccharose . . . . .	2,66 %
Dextine . . . . .	16,00 %
Trockenstoffe . . . . .	80,91 %

Es kann jedoch keinem Zweifel unterliegen, daß man der Wahrheit noch näher kommt, wenn man den Unterschied zwischen den Balling-