

Zur Kenntnis der Braunkohle.

Von Prof. Dr. S. RUHEMANN und Dr.-Ing. O. ZELLER.

Aus dem Institut der Gesellschaft für Braunkohlen- und Mineralölforschung
an der Technischen Hochschule zu Berlin.

(Eingeg. 8./11. 1922.)

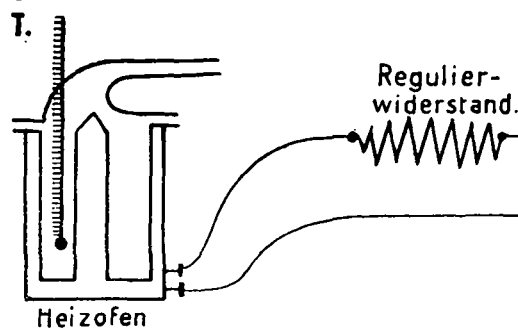
Die Vorgänge bei den thermischen Zersetzungs Vorgängen der Kohle sind mehrfach Gegenstand eingehender Forschung gewesen. Da naturgemäß besonders bei der Braunkohle nach Friedensschluß die technischen Fragen über die größtmögliche Ausnutzung des Heizwertinhaltes im Vordergrund standen, mußte die rein wissenschaftliche Forschung im Verhältnis zu den technischen Arbeiten zurücktreten, und doch kann nur durch die exakte Forschung der Technik die zuverlässige Stütze gegeben werden, deren sie zu ihrer Entwicklung bedarf.

Zum Zweck systematischer Beobachtung wurde auf Anregung von Herrn Dr. F. Frank¹⁾, Berlin, in vorstehend genanntem Institut eine Arbeit in Angriff genommen, die zunächst (mehr physikalisch-chemisch) die Vorgänge bei der Teerbildung der Braunkohle zum Gegenstand hatte. Bei der Verfolgung der Aufgabe wurden einige interessante Beobachtungen über die Vorgänge bei der stufenweisen Erwärmung gemacht. Da dieselben wertvolle Anhaltspunkte über den Chemismus der Inkohlung zu geben vermögen, wurden sie näher verfolgt. Die Versuchsergebnisse sind im nachstehenden zusammengestellt. Weitere Mitteilungen aus diesem Arbeitsgebiete werden folgen.

Die Aufklärung der Vorgänge bei der Teerbildung, besonders der Wärmetönung des Schwelprozesses bereitet große apparative Schwierigkeiten. Bei Anwendung einer zu kleinen Substanzmenge läßt sich der Heizwert der notwendigen Apparatur zwar in erträglichen Grenzen halten, er ist aber doch im Verhältnis zur Kohlenmenge nicht klein genug, um ganz einwandfreie Zahlen zu liefern. Die Literaturstellen geben ein Bild von der dadurch geschaffenen Unsicherheit. Die erwähnten Hindernisse führten nach langwierigen Versuchen zu einer Ofenkonstruktion (Fig. 1), die es ermöglichte:

- 500 g Kohle zu einem Versuch zu bringen,
- die Kohle im Ofen gleichmäßig zu erhitzen,
- die jeweils zugeführte Energie genau zu messen.

Der benutzte, elektrisch heizbare Ofen war gut isoliert und besaß eine für die Innen- und Außenbeheizung des Hohlzylinderraumes dienende gemeinsame Stromzuführung. Schaltungsweise und Temperaturmessung im Ofen zeigt schematisch die nachstehende Skizze



T = Stabthermometer bis 500° (Stickstoff gefüllt).

Fig. 2. Schaltungsweise.

(Fig. 2). Die Hintereinanderschaltung des Innen- und Außenkörpers ergab eine gleichmäßige Erhitzung des Füllraumes für die Kohle.

Zur Füllung diene eine Kohle „Meuselwitz“ mit folgenden Konstanten:

a) Benzolextrakt 3,50%

b) Schwelanalyse:

Wasser	56,0%
Teer	7,0%
Koks	23,0%
Gas (aus der Differenz)	14,0%

c) Elementaranalyse:

Wasser (d. Trocknen im Kohlensäurestrom bei 100° bis Konst.)	17,60%
Bei 100° flücht. Bestandteile (vgl. Brennstoffchem. 1921, S. 340)	0,12%
C	50,87%
H	2,16%
O	16,32%
N	1,04%
S	1,89%
Asche	10,00%

Oberer Heizwert 5575 Cal.

d) Asche:

Fe ₂ O ₃ }	20,97%
Al ₂ O ₃ }	
SiO ₂	20,35%
MgO	6,39%
CaO	37,08%
S	15,72% ²⁾
	100,51%

Bei langsamer Verschwelung der Kohle ging die Hauptmenge der Destillate (abgesehen von den gasförmigen Produkten!) bis 400° über³⁾; bei 500° waren die festen und flüssigen Destillate nahezu völlig übergegangen.

Alle Temperaturangaben beziehen sich auf Messung in der Kohle. Die Arbeitsweise des Versuches war folgende:

Der mit 500 g staubförmiger Braunkohle (Meuselwitz) beschickte Ofen wurde bei Atmosphärendruck durch eine genau gemessene Strommenge so hoch erhitzt, daß die Temperatur, in der Kohle gemessen, 500° überstieg (Versuch a). Dann wurden zu dem zweiten Versuch b die Destillate quantitativ in den Ofen zurückgegeben, der noch den Koks des ersten Versuches in unveränderter Lage enthielt. Die zweite Erhitzung geschah dann unter genau denselben Verhältnissen wie die erste. Man kann so naturgemäß die absolute Größe der Wärmetönung des Schwelprozesses nicht feststellen, wohl aber ermitteln, ob die Reaktion unter Wärmebindung oder Wärmeentwicklung verläuft. Würde die Vergasung nämlich ohne positive Wärmetönung vor sich gehen, so müßte bei Versuch b in gleicher Zeit, bei gleicher Energiezuführung eine höhere Temperatur erreicht werden, als bei Versuch a, da die zu erhitzende Substanzmenge kleiner ist und Gase zur Wärmeleitung auch in viel geringerem Maße als bei Versuch a zur Verfügung stehen. Selbst eine unter diesen Verhältnissen erzielte Gleichheit der Maximaltemperatur würde schon für den exothermen Verlauf der Vergasung sprechen.

¹⁾ Die Aufklärung über die Vorgänge bei der Gas- und Teerbildung aus der Kohle ist eine der Fragen, die wir für das Braunkohlenggebiet seit längerer Zeit bearbeiten. Aus diesem Arbeitsgebiet berichtet dieser Aufsatz. Weiteres Material werden wir folgen lassen. Es mag noch hinzugefügt werden, daß es beabsichtigt war, eine vollständige Literaturzusammenstellung an dieser Stelle einzufügen. Wir haben aber doch davon Abstand genommen, um beim Thema bleiben zu können und unfruchtbare Diskussionen zu vermeiden. Dieselben hätten sich nicht vermeiden lassen, weil schon über die Definition der Begriffe „Entgasung und Vergasung“ keine einheitliche Ansicht besteht und für uns Definitionsunterschiede zwischen den Arbeitsgebieten der reinen und angewandten Chemie nicht bestehen dürfen. Es ist aber beabsichtigt, eine rein literarische Übersicht mit einem Versuch der Definitionsfestlegung vor dem Abschluß der Arbeiten zu bringen.

Dr. Fr. Frank.

Die graphische Darstellung in Fig. 3 soll als typisches Beispiel für eine Reihe übereinstimmender Versuche dienen. Die Abszisse gibt die Erhitzungsdauer, die Ordinate die erreichte Temperatur an; die ausgezogene Kurve zeigt den Vorgang bei Versuch a, die gestrichelte Kurve bei Versuch b.

Die bei 1a in fünf Stunden erreichte Maximaltemperatur betrug 520°, bei 1b nur 498°. Bei gleicher Außentemperatur und gleicher Energiezuführung (gemessen durch den Stromverbrauch) konnte also im Falle b trotz kleinerer Füllung nicht dieselbe Temperatur erzielt

²⁾ Es erscheint zweifelhaft, ob die in der Asche gefundene Schwefelmenge in anorganischer Bindung in der Kohle vorhanden war.

³⁾ Vgl. Schneider, Ges. Abhd. z. Kenntnis der Kohle II, S. 82.

werden, wie bei a. Das entsprechende gilt vom Beispiel 2a und 2b (Fig. 4).

Die Temperatur steigt mithin bei gleicher Wärmezufuhr im ersten Falle (unbehandelte Kohle) trotz größerer Gewichtsmenge der zu erhaltenden Substanz wesentlich höher als im zweiten Falle (b — Kok + Destillate), obwohl auch weniger wärmeleitfähige Gase sich entwickeln konnten; Thermometerstellung und Lagerung des Ofeninhaltes

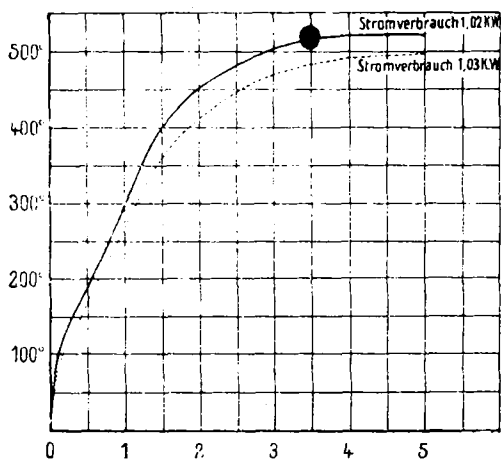


Fig. 3. Bei 100° vorgetrocknete Kohle.

blieben in beiden Fällen die gleiche. Der Temperaturunterschied läßt sich nur daraus erklären, daß im Falle a, also bei der unbehandelten Kohle, die Reaktion unter Wärmeentwicklung verläuft und der daraus erzielte Wärmegehalt sich in der höheren Temperatur ausdrückt. Verließ bei der verwendeten Braunkohle Meuselwitz die Vergasung exotherm, so darf man dasselbe auch allgemein bei der Braunkohle vermuten und sich damit der in der neuesten Literatur vertretenen Ansicht anschließen.

Bei der vorgehend geschilderten Arbeitsweise zur Ermittlung der Wärmetönung des Schwelprozesses gelang durch die besondere Ofen-

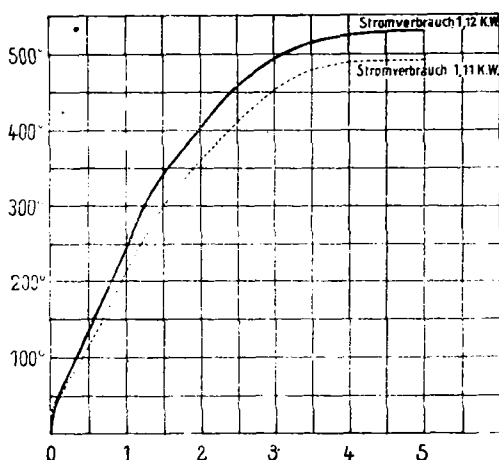


Fig. 4. Lufttrockene Kohle.

konstruktion die Beobachtung, daß hierbei schon spätestens bei 250° und gewöhnlichem Luftdruck feste Paraffine sublimierten, während die ersten Öltropfen mit dem aus der feuchten Kohle stammenden Wasserdampf schon bei 150° übergingen. Die Analyse des von Stickstoff und Schwefel freien Sublimates ergab nach mehrfacher Kristallisation aus Eisessig und Aceton C = 84,95%; H = 13,11%. Der Körper hielt hartnäckig Lösungsmittel zurück, zeigte einen unscharfen Schmelzpunkt von etwa 65°, löste sich in heißem Eisessig und siedendem Alkohol, aus dem er in Schuppen beim Abkühlen ausfiel. Die Substanz ist in der Hauptsache ein Paraffin. Diese Beobachtung konnte durch eine Reihe von Versuchen festgelegt werden. Sie bildet eine Gruppe der Fragen über die Vorgänge bei der Teerbildung aus Kohle und wird mit übersichtlicheren Apparaturen noch vollkommen durchzuarbeiten und analytisch zu belegen versucht werden. An dieser Stelle soll zunächst über Veränderungen berichtet werden, die in der Kohlezusammensetzung schon bei relativ niedriger Temperatur vor sich gingen.

Die angeführte Arbeit von Börnstein⁴⁾ über denselben Gegenstand führte dabei zur Konstruktion eines Apparates, der die von Börnstein erwähnten Nachteile⁴⁾ vermied. Der Apparat zeigte obenstehende Form aus Jenenser Glas (Fig. 5) und diente für 50 g Kohlenfüllung.

Ein in der Kohle eingebettetes Thermometer gab die Temperatur der

Kohle an, während ein zweites die Temperatur des umgebenden Luftbades anzeigte; das letztere wurde mit Hilfe eines dickwandigen Aluminiumgefäßes sehr gut konstant gehalten. Die Ergebnisse sind tabellarisch zusammengestellt; es bezeichnen in der Tabelle 1 die eingeklammerten Zahlen die Temperaturwerte für die Ablesung am Thermometer in der Kohle, die anderen die Luftbadtemperatur. Vor Beginn des Erhitzens wurde der Apparat auf 10 mm evakuiert, und erst nach Eintritt eines den Luftdruck etwas übersteigenden Druckes im Apparat der Weg für den Abzug der Gase freigegeben, die sich in dem Gasbehälter über gesättigter Kochsalzlösung sammelten. Dann wurde je sechs Stunden ein bestimmtes Temperaturintervall innegehalten und der Apparat nach jeder Erhitzung gasdicht verschlossen. Die Gasbildung hörte jeweilig nahezu auf und es konnte infolgedessen ein einwandfreies Bild der Gaszusammensetzung gewonnen werden, da schon in der zweiten Gasfraktion (entsprechend dem Temperaturintervall von 200–270°) keine wesentlichen Mengen Sauerstoff (also auch wenig Luft) mehr enthalten waren. Die Tabelle 1 gibt ein typisches Beispiel aus einer Reihe von übereinstimmenden Versuchen wieder. Untersucht wurden nur die gasförmigen Produkte; über die festen und flüssigen Destillate ist oben schon kurz das wichtigste berichtet. Tabelle 2 zeigt die im letzten Temperaturintervall 410° (350°) nacheinander (je eine Probe von je 600 ccm des entwickelten Gases) aufgefangenen Gasproben, und zwar ist: I. aus den 600 ccm bei Beginn, II. aus den 600 ccm bei Mitte und III. aus dem 600 ccm bei Ende der Gasentwicklung innerhalb derselben Temperatur entnommen.



Fig. 5.

Schwefelwasserstoff nimmt bis 330° hin zu, Kohlensäure jedoch ständig ab; es wachsen gleichzeitig die gesättigten und von 270° ab auch die ungesättigten Kohlenwasserstoffe. Das Verhältnis von Kohlen-

Tabelle 1.

	Bis 200° (185°)	270° (230°)	330° (280°)	410° (350°)
H ₂ S	3,9 ⁰ / ₀	12,4 ⁰ / ₀	17,7 ⁰ / ₀	16,6 ⁰ / ₀
CO ₂	87,6 ⁰ / ₀	71,9 ⁰ / ₀	65,4 ⁰ / ₀	40 ⁰ / ₀
C _n H _{2n}	—	0,7 ⁰ / ₀	2,2 ⁰ / ₀	7,8 ⁰ / ₀
CO	7 ⁰ / ₀	12,8 ⁰ / ₀	8,9 ⁰ / ₀	10 ⁰ / ₀
C _n H _{2n+2}	1,3 ⁰ / ₀	2,3 ⁰ / ₀	5,5 ⁰ / ₀	25,5 ⁰ / ₀
Absolute Gasmenge: aus 50 g Kohle	102 ccm	152 ccm	338 ccm	1850 ccm
Gas auf Gesamtmenge	4,8 ⁰ / ₀	6,2 ⁰ / ₀	14 ⁰ / ₀	75 ⁰ / ₀

Tabelle 2.

	I.	II.	III.
H ₂ S	16,6 ⁰ / ₀	9,1 ⁰ / ₀	7 ⁰ / ₀
CO ₂	40 ⁰ / ₀	37,5 ⁰ / ₀	34,9 ⁰ / ₀
C _n H _n	7,8 ⁰ / ₀	7,9 ⁰ / ₀	7 ⁰ / ₀
CO	10 ⁰ / ₀	6,2 ⁰ / ₀	4,7 ⁰ / ₀
C _n H _{2n+2}	25,5 ⁰ / ₀	39,2 ⁰ / ₀	46,5 ⁰ / ₀

dioxyd zu Kohlenmonoxyd entspricht zum Teil einem sekundären Vorgang, bei dem Kohlenmonoxyd nur in untergeordnetem Maße (etwa 10%) beteiligt bleibt. — Die Werte der Tabelle sind auf luftfreies Gas berechnet. Da der jeweils gefundene Stickstoffrest dem gefundenen Sauerstoff genau entsprach, konnte der Beweis geführt werden, daß aus der Kohle kein elementarer Stickstoff frei wird (was auch Börnstein vermutete, aber wegen Apparatschwierigkeiten nicht feststellen konnte). Der Unterschied des Stickstoffgehalts in der Rohkohle und im Rückstand betrug nur 56 ccm, gemessen bei normalem Druck und normaler Temperatur, dieser Betrag fehlte also im Kohlerückstand und war somit in den festen und flüssigen Destillationsprodukten zu suchen.

Ein Zeichen der schon bei niedriger Temperatur (200°) beginnenden Zersetzung ist der gefundene Schwefelwasserstoff, den Börnstein nicht angibt (es sind nur nichtgasförmige Schwefelverbindungen von 300° an aufgeführt). Dies erklärt sich wohl daraus, daß Börnstein in einer Eisenretorte im Gegensatz zur Glasretorte arbeitete, wobei die Gegenwart von Eisenoxyd und Wasserdampf Gelegenheit zur Bildung von Schwefeleisen bietet; auch könnte eine etwaige alkalische Asche zur Bildung von Alkalisulfiden Veranlassung gegeben haben. Das Retortenmaterial erklärt wahrscheinlich auch den von Börnstein gefundenen Wasserstoff, der im vorliegenden Falle völlig fehlte.

Neben dem Schwefelwasserstoff zeigen die auch bei 200° auftretenden gesättigten Kohlenwasserstoffe (etwa 1,3%) und die bei 270° gebildeten ungesättigten (0,7%) die schon eintretende Zersetzung der Kohle an. Börnstein fand Kohlenwasserstoffe der Paraffinreihe nicht unter 350°, die ungesättigten nicht unter 300°. Die niedrigeren Werte für die gefundenen Temperaturen werden sowohl durch die verwendete Apparatur als auch die unseren Zwecken entsprechende vorsichtigere Erhitzung im konstant gehaltenen Luftbad und je-

⁴⁾ Journal für Gasbeleuchtung 1906.

weilige sechsstündige Beheizung bis nahe zur Erschöpfung verständlich.

Hierbei tritt auch Gas (abgesehen vom Wasserdampf) wenn auch nur in geringer Menge, schon bei 150° Innentemperatur auf. Tabelle 3 gibt die unter gleichen Versuchsbedingungen bei der extrahierten Kohle gefundenen Werte an:

Tabelle 3.

	Bis 205° (195°)	280° (250°)	325° (280°)	425° (365°)
H ₂ S	3,9 ccm	11 ccm	15,7 ccm	9,3 ccm
CO	85,8 "	78,5 "	70,2 "	41,8 "
C ₂ H ₄	— "	0,5 "	1,5 "	4,6 "
CO	7,2 "	5,9 "	5,9 "	7,7 "
C ₂ H ₂ + 2	— "	3 "	6,7 "	36,5 "
Benzol	8,1 "	— "	— "	— "
absol. Gasmenge	100 ccm	300 ccm	475 ccm	2015 ccm Gas entspr. II v. Tab. 2

Der Extrakt (Montanwachs) gab bis 250° nur 40 ccm Gas, so daß eine Beeinflussung der Gasgehalte in den beiden ersten Spalten der Tabellen 1 und 3 nicht in Frage kommt. Für die höheren Temperaturen spielt die aus dem Extrakt stammende Gasmenge bei 300° Extraktgehalt der Rohkohle keine bedeutende Rolle. Die Gaszusammensetzung des Montanwachses beschreiben Krämer u. Spilker in B. 25, 1215 [1902].

Der aus der Rohkohle entwickelte Schwefelwasserstoff stammt bei 265° zum Teil aus der extrahierbaren Substanz der Kohle (Montanwachs); der Extrakt gibt nämlich bei 350° (beginnend bei 300°) unter gleichzeitiger Bildung von Kohlendioxyd und Kohlenoxyd Schwefelwasserstoff ab. Dieses Quantum Schwefelwasserstoff muß naturgemäß der extrahierten Kohle fehlen, in der unbehandelten Kohle aber bei dieser Temperatur noch auftreten, womit der höhere Schwefelwasserstoffgehalt der Kohle in Tabelle 1 bei der Maximaltemperatur des Versuches erklärt ist. Das erste Zersetzungsgas des Extraktes bei 250° bestand z. B. aus 9% Schwefelwasserstoff, 54% Kohlendioxyd und 36% Kohlenoxyd²⁾. Kohlenwasserstoffe und Kohlenoxyd zeigen in Tabelle 1 und 3 keine wesentlichen Unterschiede, desgleichen nicht die gesättigten Kohlenwasserstoffe. Die ungesättigten Kohlenwasserstoffe sind bei der extrahierten Kohle in etwas geringerer Menge vorhanden, in Übereinstimmung mit dem zunehmenden Olefingehalt des aus dem Extrakt entwickelten Gases bei höheren Temperaturen (vgl. a. a. O.).

Die oben geschilderten praktischen Versuchsergebnisse lassen sich in bezug auf den Ursprung der Gase und somit die Art der Kohlezersetzung deuten. Betrachtet man die Bestandteile der Kohle, um ein möglichst einfaches Bild zu gewinnen, als zwei Gruppen angehörend: 1. Celluloseanteile, 2. harzige Anteile, so zeigt der Prozentgehalt an Gasen bei der rohen und extrahierten Kohle an, daß die Gasentwicklung in der Hauptsache wohl dem Celluloseanteil der Kohle zuzuschreiben ist³⁾. Gibt doch das Montanwachs bei beachtlich höherer Temperatur überhaupt erst Gas ab (250° bzw. 300° gegen 195° bzw. 205°). Bei der Kohlensäure wie auch beim Kohlenoxyd könnte man an eine reine Okklusion durch die Kohle denken, bei vorliegenden Versuchen wären okkludierte Gase durch das Vakuum bei Versuchsbeginn wohl schon zum größten Teil entfernt⁴⁾, so daß Mengen, wie sie noch nach der Evakuierung gefunden wurden, sicherlich nur zum Teil rein physikalisch in der Kohle enthalten waren. Für einen bei der niedrigsten Versuchstemperatur (190°) stattgehabten chemischen Prozeß spricht ja auch die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff.

Weitere Beachtung erfordern die bei steigender Temperatur ständig abnehmende Menge Kohlendioxyd und die schon bei so niedriger Temperatur auftretenden festen Kohlenwasserstoffe.

Eine Zersetzung beweist der gefundene Schwefelwasserstoff; man geht daher wohl in der Annahme nicht fehl, die Kohlendioxyd-Abspaltung der Bildung von Kohlenwasserstoffen aus Säuren zuzuschreiben. Diese Kohlenwasserstoffe bleiben nun zum Teil in der Kohle zurück, bis ihre Destillationstemperatur erreicht ist, zum Teil gehen sie schon mit Wasserdampf über, der aus der Feuchtigkeit der Kohle und eventuell schon aus dem Zersetzungswasser stammt. Die Bildung von Paraffinen braucht deshalb aber nicht ausschließlich auf diesem Wege zu erfolgen, weist doch der fast konstante Gehalt von Kohlenoxyd auf eine Reaktion hin, die möglicherweise auch zu Paraffinen führt. Es sei dabei an die Arbeiten von Bistrzicky erinnert, der die Kohlenoxyd- und Kohlendioxyd-Abspaltung aus Säuren unter dem Einfluß von Kontaktsubstanzen beschrieben hat. Während die primären Säuren Kohlendioxyd abspalten, entsteht bei den sekundären und tertiären auch Kohlenoxyd. Ausführliche Ergänzungen hierzu mit anderen Kontaktsubstanzen werden demnächst von anderer Seite veröffentlicht werden. Würden die Paraffine nur aus der Kohlendioxyd-Abspaltung herrühren, so müßte nach vorliegenden Versuchen schon bei der niedrigsten

Versuchstemperatur (entsprechend der größten Kohlendioxydmenge) die Hauptmenge des Paraffins in der Kohle auffindbar sein und sich nach Unterbrechung der weiteren Erhitzung aus der Kohle isolieren lassen. In dieser Richtung wird die Arbeit fortgeführt, um Aufklärung zu schaffen, ob beim längeren, gleichmäßigen Erhitzen der Kohle bei bestimmten Temperaturen sich gewisse Körpergruppen in der Kohle anreichern.

Zusammenfassung.

Die Untersuchung einer Braunkohle (Meuselwitzer Revier) ergab:

- a) Der Verschwelungsprozeß verlief unter Wärmeentwicklung;
- b) elementarer Stickstoff wurde aus der Kohle nicht frei;
- c) spätestens bei 250° ließen sich im Destillat feste Paraffine nachweisen, im Gas auch schon bei 200° Schwefelwasserstoff, viel Kohlenwasserstoffe und kleine Mengen Kohlenwasserstoff;
- d) Wasserstoff wurde bis zur höchsten Versuchstemperatur (425°) nicht gebildet.

Die Zersetzung der Braunkohle begann somit schon bei sehr niedriger Temperatur. Aus der Zusammensetzung der bei verschiedenen Temperaturen aufgefangenen Gasproben werden Rückschlüsse auf die Art der Kohlezersetzung und die dabei beteiligten Körperklassen gezogen. [A. 263.]

Volkswirtschaftslehre und Technologie im Chemieunterricht der höheren Schulen.

Von Dr. P. STAUTZ, Mainz.

(Eingeg. 31./10. 1922.)

In den Kreisen der praktischen Chemiker ist es allgemein bekannt, daß die Schüler der höheren Lehranstalten, sei es, daß sie mit der Reife für Obersekunda die Schule verlassen haben, oder daß sie nach Ablegung der Reifeprüfung ihre Allgemeinbildung erwiesen zu haben glauben, aus ihrem Chemieunterricht vielleicht eine ganz hübsche Summe halbwissenschaftlicher Kenntnisse mitbringen, praktischen Fragen der Chemie aber, Fragen der technischen Durchführung bestimmter chemischer Vorgänge oder der volkswirtschaftlichen Bedeutung dieses wichtigen Arbeitsgebietes vollkommen verständnislos gegenüberstehen. Da nicht nur einzelne Schüler diese Lücken in ihrem chemischen Wissensgebiet aufweisen, muß auf ein Fehlen der nötigen Anregung in den geltenden Lehrplänen geschlossen werden.

Da Handel und Industrie erkannt haben, daß sie selbst daran mitarbeiten müssen, daß die Schule die heranwachsende Jugend so vorbereitet, daß diese im praktischen Leben zu brauchbaren Mitarbeitern an dem Wiederaufbau unseres Vaterlandes, der doch zum großen Teile der praktische Werte schaffenden Industrie zufällt, fertig gebildet werden können, befassen sich heute schon zahlreiche technische Verbände mit Schulfragen und sind bemüht, eine Fühlungnahme mit der Schule zu erreichen. Ihr Bestreben bezieht sich teils auf die Schaffung technischer Lehrmittel, die in den Nichtfachschulen und besonders in den höheren Lehranstalten bisher äußerst stiefmütterlich behandelt wurden, teils gehen ihre Bemühungen darauf hinaus, durch Wort und Bild neben der Schule ein allmähliches Verständnis für technisches Denken und Schaffen zu pflegen und zu fördern.

Die Gründe für die mangelnde Berücksichtigung der technischen Arbeit und ihrer volkswirtschaftlichen Bedeutung in der Schule sind verschiedener Art. Es ist noch nicht allzulange her, daß die reine Wissenschaft gegenüber der angewandten Seite aus vollkommener Unkenntnis der dort geleisteten wissenschaftlichen Arbeit mit wenig achtungsvoller Einschätzung gegenüberstand. Als Folge davon wurde auf den Universitäten auch auf die praktische Anwendung der Chemie kaum eingegangen, fehlen doch heute an manchen Universitäten noch größere Vorlesungen über chemische Technologie, und die akademisch ausgebildeten Fachlehrer unserer höheren Lehranstalten hatten also kaum Gelegenheit, sich besonderes Wissen auf diesem Gebiete anzueignen. Dies gilt nicht nur für Chemielehrer, sondern ebensogut für Lehrer der Mathematik, Physik und Biologie¹⁾. Vielfach ist auch heute noch in Lehrerkreisen wenig Interesse für technische Belehrung vorhanden, die allerdings auch allzu häufig nicht genügend methodisch durchgearbeitet dargeboten wird. Die Umstellung der rein theoretischen Gehirnarbeit auf das Praktische erfordert mehr Anstrengung als von dem Praktiker meist angenommen wird. Bei größerer Berücksichtigung der Technologie liegt in der Schule auch die Gefahr nahe, daß durch die Schilderungen von Herstellungsverfahren in Wort und Bild der erzieherische Wert und die Anleitung zu logischem Denken, die doch erste Schulziele sind, Not leiden könnten; die Furcht, in diesen Fehler zu verfallen, mag gerade bei einem gewissenhaften Erzieher eine Ablehnung der Technik im Schulunterricht unterstützen. Es gilt auch hier, aus der Technologie das Wertvolle auszusuchen: leider fehlen hier noch für den Schulbetrieb in Chemie zugeschnittene Werke fast ganz, so daß eigene Arbeit erforderlich ist. Der erzieherische Inhalt der technischen Arbeit ist ebenso wertvoll oder vielleicht wertvoller als der theoretische Betrachtungen, die den Schüler langweilen.

Daß auch die Wirtschaftslehre in einen neuzeitlichen Schul-

¹⁾ Hanfstängel, Technisches Denken und Schaffen, Berlin 1920, schreibt in seinen Schlußbemerkungen S. 208: „Unsere Lehrer für Mathematik und Physik haben heute wohl im Durchschnitt nicht so viel technische Kenntnisse, daß sie imstande wären, technische Belehrung selbst in einfachster Form zu erteilen.“

²⁾ Vgl. B. 5, 1215.

³⁾ Vgl. Berius.

⁴⁾ Vgl. Erdmann, Brennstoffchemie 1922, S. 258, letzter Satz.