

## Zur Entstehung des Steinkohlenvitrits.

Von Priv.-Doz. Dr. ERICH STACH, Berlin-Wilmersdorf,

Geologe an der Preuß. Geolog. Landesanstalt.

(Eingeg. 1. März 1933.)

Von den drei petrographischen Bestandteilen der Steinkohle (Glanz-, Matt- und Faserkohle) ist die Glanzkohle oder der Vitrit der wichtigste, da er meist den überwiegenden Anteil an der Zusammensetzung der Steinkohle hat. Alle Theorien der Steinkohlenentstehung müssen in erster Linie die Entstehung der Glanzkohle erklären.

Die Erkenntnis, daß es mit der chemischen Erforschung der Steinkohle allein nicht getan ist, daß vielmehr die physikalische, oder wie die Geologen sagen, die petrographische Untersuchung mit der chemischen Hand in Hand gehen muß, ist in letzter Zeit Allgemeingut geworden. Die Kohlenmikroskopie hat eine Menge Tatsachen enthüllt, welche die Kohlenentstehungsfragen ihrer Lösung erheblich nähergebracht haben. Kohlenchemie und Kohlenpetrographie, chemische und mikroskopische Kohlenforschung gehören eng zusammen. Ein bekannter großer Nachteil der immer weiter fortschreitenden wissenschaftlichen Sonderfachbildung liegt darin, daß die Vertreter eines Sonderfaches immer weniger in der Lage sind, die Nachbarggebiete ausreichend zu überschauen. Die natürliche Folge ist ein unfruchtbares Nebeneinanderarbeiten. Ein solches besteht leider immer noch zwischen Kohlenchemie und Kohlenpetrographie, und beide Fachwissenschaften könnten sich gegenseitig auf das erfolgreichste befruchten. Hier müssen unbedingt breite Brücken von einem zum andern Gebiet geschaffen werden. Der vorliegende Aufsatz, der sich in erster Linie an den Kohlenchemiker wendet, soll hierzu beitragen.

Wenn z. B. von den Kohlenpetrographen aller Länder auf verschiedenen Wegen übereinstimmend nachgewiesen worden ist, daß die Glanzkohle der Steinkohle aus Holz und Rinde (Periderm) entstanden ist und deren Gefüge in der Steinkohle sichtbar gemacht werden kann, so dürfen die chemischen Theorien der Kohlenentstehung an dieser Tatsache nicht mehr achtlos vorbeigehen. Die Kohlenchemiker *W. Fuchs*, *K. Stockfisch*, *H. Winter* u. a. sind darum bemüht, solche petrographischen Ergebnisse mit den chemischen in Beziehung zu setzen.

Im folgenden seien einige neuere kohlenchemische Anschauungen kurz dargelegt. *E. Berl*<sup>1)</sup>, ein Vertreter der Cellulosetheorie, behauptete kürzlich: „Die meisten der natürlichen Steinkohlen zeigen bei der petrographischen Untersuchung keinerlei Gefüge, welches auf Holzstruktur hinweist. Diese natürlichen Kohlen sind ebenso wie künstlich inkohlte Cellulosekohlen völlig strukturlos.“ *Berl* gibt zwar zu, daß wohl gelegentlich Holzstruktur in der Steinkohle vorkäme, meint aber, dies seien nur Ausnahmen, und die Regel sei jedenfalls, daß man keinerlei besondere Strukturen in natürlichen Steinkohlen sieht. Diese Vorstellung dient ihm zur Stützung seiner Anschauung von der Celluloseherkunft der Steinkohlen. Nach *Donath* und *Berl* findet sich in der Steinkohle praktisch kein Methoxyl. Daraus wird geschlossen,

daß kein oder nur äußerst wenig Lignin vorhanden gewesen sei. Ferner wird von *Berl* das Fehlen des Montanwachses in der Steinkohle als chemischer Grund gegen die Lignintheorie angesehen.

Nach der Lignintheorie von *F. Fischer* und *H. Schrader* soll die Cellulose durch biologische Zersetzung bei der Vertorfung ziemlich restlos zerstört worden sein, so daß in der Hauptsache nur das Lignin als Ausgangsstoff für die Kohle übrigblieb.

Von *E. Terres* wird die Steinkohle ganz und gar als Faulschlamm bildung aufgefaßt. *Terres*<sup>2a)</sup> sagt: „Es genügt nicht nur, zu unterscheiden in Humuskohlen und Faulschlamm- oder Sapropelkohlen, wie es *Potonie* getan hat, sondern jede Steinkohle ist mehr oder weniger eine Sapropelkohle, d. h. aus Faulschlamm entstanden.“ Dieser Faulschlamm soll in erster Linie aus eiweißhaltigen Stoffen entstanden sein, worauf der hohe Stickstoffgehalt der Kohlen hinweist. Die Glanzkohle ist demnach auch eine Faulschlammkohle.

Neuerdings ist ein größeres Werk über Kohlenentstehung von dem russischen Kohlenchemiker *Stadnikoff*<sup>2)</sup> herausgegeben worden, das recht gedankenreich und anregend geschrieben ist. *Stadnikoff* berücksichtigt auch die geologischen Grundlagen der Kohlenentstehung. Sehr interessant und richtig sind seine Darlegungen über die Faulschlammnatur der Bogheadkohlen.

Obgleich *Stadnikoff* der Ansicht meines Mitarbeiters *Edwin Hoffmann*<sup>3)</sup> nicht widerspricht, nach welcher strukturloser Vitrit, wenn er überhaupt vorkommt, äußerst selten ist, so hält er dennoch den Vitrit der Streifenkohle für hochgradig gleichförmig und meint, daß er sich „aus einer Mischung flüssiger oder stark gequollener und folglich plastischer“ Stoffe gebildet hätte. Nach *Stadnikoff* sind an der Bildung des Steinkohlenvitrits Algen in beträchtlichem Maße beteiligt. Er schildert die Entstehung des Vitrites folgendermaßen: In flachen Becken mischten sich fettreiche Algen und Humusstoffe, die beide zu Boden sanken. Durch Polymerisationsvorgänge verwandelten sich die Fettsäuren in eine dicke zähflüssige Mischung, welche die Humusstoffe durchtränkte. „Im Lauf der Zeit wurde eine derartige Ansammlung mit mineralischen Stoffen bedeckt und unter Druck gesetzt; die Fettsäuren und ihre Polymerisationsprodukte schmolzen dabei mit den Humussubstanzen zu einer homogenen Masse zusammen, die sich weiter in glänzende Kohlen mit muschelartigem Bruch ohne geringste Anzeichen einer Streifigkeit verwandelte.“ Der Vitrit ist nach *Stadnikoff* eine Faulschlammkohle, denn die aus den Algen stammenden Sapropelstoffe herrschen in ihm vor. Der Durit wird dagegen als Humuskohle bezeichnet. Den Sporen wird keine allzu große Bedeutung beigemessen.

<sup>1a)</sup> *Terres* und *Steck*, Untersuchungen über die Entstehung von Kohle und Öl, Gas- u. Wasserfach 73, 1—5 [1930].

<sup>2)</sup> *Stadnikoff*, Die Entstehung von Kohle und Erdöl, Schr. aus dem Gebiet d. Brennstoffgeol. 1930, H. 5—6, S. 1—254.

<sup>3)</sup> *Edwin Hoffmann*, Das Glanzkohlenmikrogefüge, Glückauf 1929, 474—475.

<sup>1)</sup> *Berl*, Über die Entstehung von Kohle, Erdöl und Asphalt, Montan. Rdsch. 24, Nr. 19 [1932].

Im Carbontorf soll noch keine Schichtung vorhanden gewesen sein. Vitrit und Durit schieden sich erst nachträglich voneinander durch einen verwickelten kolloid-chemischen Vorgang, der als Syneresis bezeichnet wird, und den *Stadnikoff*<sup>4)</sup> versuchsmaßig nachgeahmt hat. Auf die Unwahrscheinlichkeit dieses Vorganges bin ich an anderer Stelle eingegangen<sup>5)</sup>.

Es muß schließlich noch auf die Ansichten des englischen Bakteriologen *Mc. K. Taylor* eingegangen werden. Auf Grund eines seltenen Fundes von schwarzem Stoff pflanzlichen Ursprungs, angeblichem Fusit im Nildelta unter einer 2 m mächtigen alkalischen Deckschicht, nimmt *Taylor* an, daß sämtliche Steinkohlen durch anaerobe bakterielle Torfzersetzung in alkalischem Medium entstanden seien. Als grundlegendes wichtigstes Ergebnis ist aus den *Taylor*schen Schriften zu entnehmen, daß die Kohlenbildung ein bakteriologischer und kein geologischer Vorgang sein soll. Für die Entstehung von Braunkohle, Steinkohle und Anthracit wird je eine ganz bestimmte Zersetzungsart des Ursprungsstoffes angenommen. Das pflanzliche Ausgangsmaterial spielt nach *Taylor* keine Rolle. Er hat folgende Sätze aufgestellt: 1. Unter sauren Bedingungen ohne Deckschicht entsteht Torf. 2. Unter sauren Bedingungen und unter einer Deckschicht von Calciumton entsteht Braunkohle. 3. Unter alkalischen und anaeroben Bedingungen findet die Steinkohlen- und Anthracitbildung statt.

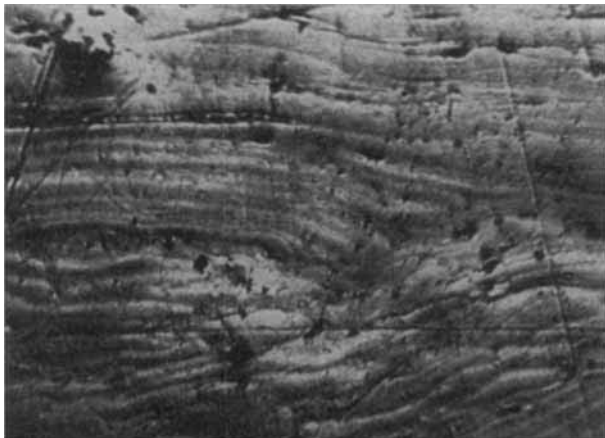


Abb. 1. Holzgefüge eines Vitritstreifens der Fettkohle. Reliefschliff (Flöz Katharina), 270X.

Die genannten Verfasser haben in vielfach sehr anregender Weise von ihren im wesentlichen rein chemischen Gesichtspunkten aus zu der Frage der Glanzkohlenentstehung Stellung genommen, und es sei mir gestattet, darzulegen, wieweit diese Ansichten sich mit den Ansichten der kohlenpetrographischen Forschung in Einklang bringen lassen.

Um dem Kohlenchemiker eine Vorstellung davon zu vermitteln, wie gut begründet die Anschauung der Kohlenpetrographen von der Glanzkohlenbildung ist, seien an dieser Stelle nur einige Abbildungen wiedergegeben, die aber nicht etwa Sonderfälle darstellen.

Von stärker inkohlter Kohle, wie z. B. Fettkohle, lassen sich keine durchsichtigen Dünnschliffe anfertigen.

<sup>4)</sup> *Stadnikoff*, Zur Frage über die Entstehung von Kohlenflözen, Kolloid-Ztschr. 57, 221—225 [1931].

<sup>5)</sup> *Stach*, Die Opaksubstanz in der Steinkohle, Sitz-Ber. Pr. Geol. Landesanstalt 1932, H. 7, S. 15—25, 3 Taf. — Die Trennung in Schichten eines kolloidalen Systems ist auch in der Chemie der Kohle von *W. Fuchs*, S. 391, genau geschildert, worauf hier verwiesen sei.

Hier zeigt jedoch der reliefpolierte Anschliff (Reliefschliff) das Holzgefüge sehr deutlich. Abb. 1 zeigt ein Gefügebild eines Vitrits aus Flöz Katharina. Das schräg beleuchtete Relief läßt das Holzgefüge hervortreten. Meist ist allerdings dieses Gefüge in der Fettkohle nicht mehr zu sehen, d. h. der Vitritstreifen sieht im auffallenden Licht ganz glatt aus. Durch Anätzen des Anschliffs mit

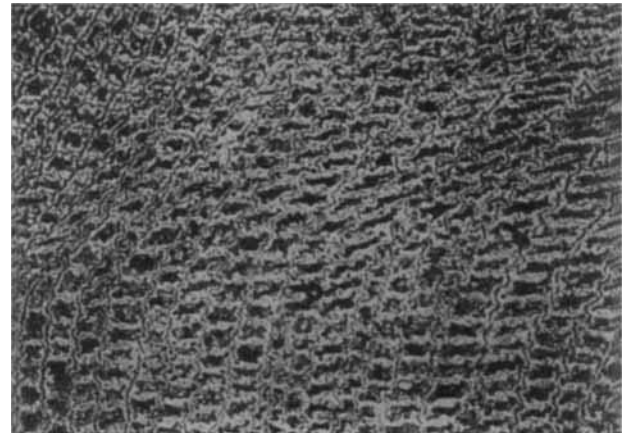


Abb. 2. Glanzkohle der Gasflamkohle, die nach Ätzung mit Chromsäure ihre Holzabstammung zeigt. Ätzenschliff, 200X.

Chromschwefelsäure tritt die Holzstruktur jedoch sofort klar hervor (Abb. 2). Selbst im Anthracit ist sie durch Chromsäureätzung oder Flammenätzung sichtbar zu machen (Abb. 3). Zwei ganz neue Verfahren, das Holz- und Peridermgefüge des Vitrits sichtbar zu machen, sind die Infrarot-Aufnahme und die Aufnahme mit dem Spierer-Objektiv<sup>6)</sup>.

Die Beobachtung, daß im Vitrit häufig kein Holzgefüge zu sehen ist, ist kein Beweis dafür, daß dieses nicht vorhanden ist, es muß nur sichtbar gemacht werden, wofür es eine Reihe von Verfahren gibt. Es ist natürlich klar, daß bei flüchtiger Anschliffuntersuchung das

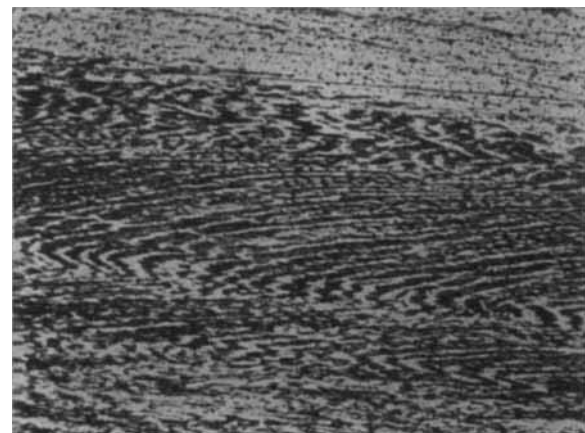


Abb. 3. Anthracitvitrit aus Südwales mit Holzgefüge. Ätzenschliff, 100X. Nach *C. A. Seyler*.

Holzgefüge nicht ohne weiteres zu erkennen ist, man muß den Anschliff ätzen, andernfalls kann man leicht zu der gegenteiligen Auffassung kommen.

Die Geologen sind zwar der Meinung, daß nicht nur Lignin, sondern auch Cellulose die Steinkohle aufgebaut

<sup>6)</sup> Für denjenigen, der sich über die Mikroskopie der Glanzkohle genauer unterrichten will, verweise ich auf meinen Aufsatz „Die Verfahren zur Feststellung des Vitritgefüges“ im Glückauf 69, 267—270 [1933], in welchem Infrarot- und Spierer-Aufnahmen abgebildet sind.

hat, aber wie schon die immer wieder zu beobachtende Erhaltung des Holzgefüges zeigt, muß auch Lignin in erheblichem Maße an der Steinkohlenbildung beteiligt sein. Die häufige Behauptung, die Steinkohlenpflanzen seien ligninarm oder sogar ligninfrei gewesen, ist nicht zutreffend. Von einem Fehlen des Lignins kann gar keine Rede sein. Wenn früher auch noch Unklarheit darüber bestand, aus welcher Art von Pflanzen sich die Steinkohle gebildet hat, aus Wasserpflanzen, wie *J. Walther*<sup>7)</sup> meinte, oder aus Sumpfwäldern, so ist diese Frage durch die Untersuchung der Dolomitknollen längst gelöst. Die Dolomitknollen sind versteinerte Carbonatorf. Dünnschliffe durch diese Knollen zeigen den Torf in bester Erhaltung. Die anatomischen Einzelheiten der Pflanzengewebe sind ausgezeichnet erhalten, und es wurde die Vermutung, die man bis dahin hegte, daß die Kohle aus den gleichen Pflanzen entstanden sei, die man auch in ihrem hangenden und liegenden Nebengestein gefunden hatte, zur vollen Gewißheit. Die Carbonpflanzen sind meist Gefäßkryptogamen. Die Ausbildung von „Gefäßen“ zur Leitung des Pflanzensaftes bedingt starke, widerstandsfähige, also verholzte und mithin ligninhaltige Zellwände. Die Zellwände aller Gefäße bestehen aus Cellulose mit eingelagertem Lignin. Außerdem besaßen die Calamiten, Lepidodendren und Sigillarien einen Holzkörper, enthielten also Lignin in durchaus nicht geringer Menge. Selbstverständlich enthielten die Braunkohlenbäume wie Taxodien und Sequoien instförm mehr Lignin, als sie massige Stämme besaßen, während die Steinkohlenbäume hohl waren.

Das Lignin wird von den Chemikern durch die Feststellung der Methoxylgruppe nachgewiesen. Der Schluß, daß Kohlen, die kein Methoxyl liefern, kein Lignin besessen haben, ist nicht ganz zwingend.

Hören wir *W. Fuchs*<sup>8)</sup>, den Verfasser der „Chemie des Lignins“, hierüber, so erfahren wir, daß es auch Lignine gibt, die methoxylarm sind. Und merkwürdigerweise enthalten gerade die Lignine derjenigen Pflanzen besonders wenig Methoxyl, die den Carbonpflanzen nahe verwandt sind. So enthält Bärlapp nur 7,9% Methoxyl im Lignin, Schachtelhalm sogar nur 0,9%, wogegen z. B. Fichtenholz 15,4% Methoxyl im Lignin aufweist. Dies legt den Schluß nahe, daß auch die Carbonpflanzen methoxylarmes Lignin besessen haben, was ich mit *W. Fuchs* annehmen möchte. Stammesgeschichtlich hat sich aus einem niedrigmethylierten Lignin ein hochmethyliertes Lignin entwickelt. Nach dem biogenetischen Grundgesetz gibt die Keimesgeschichte Aufschluß über die Stammesgeschichte. Wenn also z. B. nach *Fuchs* junge Pflanzen des Winterroggens zwar fast ebenso viel Lignin enthalten wie die reifen, dagegen der Methoxylgehalt dieses „jungen Lignins“ nur 3% gegen 13,5% später betrug, so spricht das sehr für unsere Anschauung. Der mangelhafte Nachweis der Methoxylgruppe besagt also nicht, daß kein Lignin mehr in der Steinkohle vorhanden ist.

Wenn kein Montanwachs aus der Steinkohle gewonnen werden kann, so können diejenigen Chemiker recht haben, die annehmen, daß Wachse, Harze und Fette in der Steinkohle durch Anhydrierung und Polymerisierung unlöslich geworden sind und infolgedessen nicht so wie bei der Braunkohle herausgelöst werden können. Denn

<sup>7)</sup> *Walther*, Lehrbuch der Geologie Deutschlands. Quelle u. Meyer, Leipzig 1921, S. 89.

<sup>8)</sup> *Fuchs*, Die Chemie des Lignins. Berlin 1926.

<sup>9)</sup> *Fuchs*, Die Chemie der Kohle. Berlin 1931. S. 375.

daß auch die paläozoischen Kohlen Harze, und zwar gar nicht so wenig Harze besitzen, ist ebenfalls durch die Petrographie einwandfrei nachgewiesen worden. Es sei nur wieder an die zahlreichen Mikrobilder *R. Thiessens* erinnert, welche die Harzkörper im Holze in ihrer ursprünglichen reihenförmigen Anordnung zeigen. Ich selbst beobachtete solche Bilder dauernd bei der mikroskopischen Erforschung der Ruhrkohle<sup>10)</sup>. Auch in ober-schlesischer Kohle sind diese Harzkörper vorhanden. Es besteht heute auch keine Zweifel mehr darüber, daß es Carbonbäume gibt, die „Verkienungen“ erzeugt haben, d. h. daß bei Verletzung des Stammes das Zellgefüge mit Harz durchtränkt worden ist. Derartige verkiente Holzreste aus der Steinkohle sind von *Günther Schulze*<sup>11)</sup> beschrieben worden, und ich verweise auf Abb. 4 aus der Ruhrflammkohle. Die Holzzellen sind mit einem dunkleren Stoff, dem Harz, ausgefüllt. Auch ich habe wiederholt Verkienungen beobachtet. Von *Hoffmann* und *Kirchberg*<sup>12)</sup> sind ganze  $\frac{1}{2}$ –1 cm dicke Harzlagen in der Brassertkohle beobachtet worden, und *H. Winter*<sup>13)</sup> hat sich eingehend mit der Chemie und Petrographie der Harze der Steinkohlen beschäftigt.

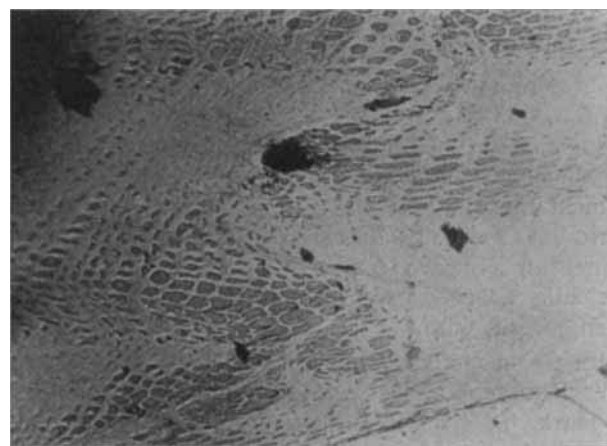


Abb. 4. Verkienung von Cordaitenholz im Vitrit der Flammkohle. Reliefschliff, 130 $\times$ . Nach *Günther Schulze*.

*K. A. Jurasky*<sup>14)</sup> hat heutiges mit fossilem Harz paläobotanisch und petrographisch verglichen und hat durch schöne Lichtbilder die Ausscheidung, Form und reihenförmige Anordnung der Harzkörper im Holz gezeigt.

Die Fähigkeit, Harze zu erzeugen, ist für die Gymnospermen kennzeichnend. Carbonische Gymnospermen sind die Cordaiten, die nicht nur im Holzbau ganz allgemein den Coniferen ähnlich sind, sondern auch Ausscheidungsbehälter besitzen. Man glaubte früher, diese dienten zur Schleimerzeugung. Heute weiß man, daß es sich um Einrichtungen zur Harzausscheidung handelt. Bei den vielfach beobachteten Verkienungen in der Steinkohle wird es sich also um verkientes Cordaitenholz handeln. Wenn auch die Cordaitenbäume im Steinkohlenwald nur Teilbestände bildeten,

<sup>10)</sup> *Stach*, Kohlenpetrographisches Praktikum. Berlin 1928. S. 93.

<sup>11)</sup> *Günther Schulze*, Kohlenpetrographische Untersuchungen über Brandschiefer. Diss. Freiberg 1932, S. 52, Abb. 28.

<sup>12)</sup> *Hoffmann* u. *Kirchberg*, Harzvorkommen in der Ruhrkohle, Brennstoff-Chem. 11, 389–408 [1930].

<sup>13)</sup> *Winter*, Die Harzeinschlüsse der Kohlen, Glückauf 65, 1405–1409 [1929].

<sup>14)</sup> *Jurasky*, Über rezentes und fossiles Harz, Brennstoff-Chem. 12, 161–163 [1931].

über deren Größe wir nichts Genaues wissen, so beweisen sie jedoch, daß von einer Harzlosigkeit der Steinkohlenpflanzen nicht gesprochen werden kann.

Wenn wir auch der „Cellulosetheorie“ von petrographischen Gesichtspunkten nicht ganz zustimmen können, so begrüßen es jedoch die Geologen sehr, daß *Berl* als Chemiker im Gegensatz zur Lignintheorie auch die große Bedeutung der Cellulose für die Kohlenentstehung klargestellt hat. Nach der Lignintheorie soll ja die Cellulose durch biologische Zersetzung bei der Vertorfung ziemlich restlos zerstört worden sein, so daß nur das Lignin in der Hauptsache als Ausgangsstoff für die Steinkohle übrigblieb. Dagegen beobachtete man immer wieder, daß auch Zellgewebe, das nur aus Cellulose bestand, in Glanzkohle umgewandelt worden ist, wie z. B. das sogen. Blattmittelgewebe oder Mesophyll. Hier handelt es sich um unverholztes Parenchym, das in Vitrit übergegangen ist. Es gibt sogar Kohlen, die ganz und gar aus der Anhäufung solcher Blätter bestehen, wie die carbonische Moskauer Blätterkohle. Bei dem geringen Ligningehalt des Blattmittelgewebes kann die Blattglanzkohle oder der Phyllovitrit (*R. Potonié*) unmöglich nur aus Lignin entstanden sein.

Berücksichtigen wir sämtliche durch die Kohlenpetrographie aufgedeckten Tatsachen, so muß sowohl die Cellulose als auch das Lignin an der Steinkohlenbildung beteiligt sein. Die Kohlengeologen und Kohlenpetrographen erkennen daher nicht einseitig die Cellulosetheorie oder die Lignintheorie für die Steinkohlenentstehung an, sondern können nur eine „Lignin-Cellulose-Theorie“ als richtig ansehen, welche allen naturgegebenen Tatsachen gerecht wird.

Im Gegensatz zur Steinkohle überwiegt anscheinend in der Braunkohle das Lignin gegenüber der Cellulose sehr stark. Doch fehlt auch die Cellulose in der Braunkohle nicht gänzlich. Nach übereinstimmender Ansicht der Kohlengeologen ist die erdige Braunkohle unter bedeutend trockeneren Verhältnissen entstanden als die Steinkohle. Das ist besonders durch *W. Gothan*<sup>15)</sup> nachgewiesen worden. Die Cellulose konnte also im Braunkohlentorf wegen geringerer oder fehlender Wasserbedeckung biologisch stärker zersetzt werden. Die Anschauungen der Geologen stimmen hier mit denen von *Berl* und *Terres* überein, welche der Lignintheorie nur für die Braunkohle Gültigkeit zuschreiben.

Bezüglich der Auffassung, daß die Steinkohle als Ganzes eine Faulschlammkohle sei, muß wieder auf das mikroskopische Bild hingewiesen werden. Es ist das Mikrobild eines carbonischen Torfes. Die Glanzkohle ist meist mit über 60% am Flözaufbau beteiligt, und ist, wie bereits ausgeführt, in der Hauptsache aus Holz und Periderm gebildet. Auch die Mattkohlenstreifen enthalten viel humose Stoffe und werden nur dann als Faulschlammstreifen aufgefaßt, wenn Algen in ihnen vorkommen. Echte Faulschlammkohlen sind nur Kennelkohlen (Sporenkohlen) und Bogheadkohlen (Algenkohlen). Auch die Dolomitknollen sind ein Beweis gegen die Theorie der Faulschlammnatur. Der hohe Stickstoffgehalt der Steinkohle, der wohl in erster Linie in den Mattkohlenlagen zu suchen ist, kann nicht als Beweis für eine Faulschlammnatur der Streifen-

kohlen dienen. Dennoch sind solche Einzelergebnisse der kohlenchemischen Forschung, wie der Nachweis des hohen Stickstoffgehaltes der Steinkohlen, die Untersuchung künstlicher Kohlen aus Faulschlamm usw., sehr wertvoll und können zum Aufbau von Kohlenentstehungstheorien dienen, wenn sie an richtiger Stelle in das bereits vorhandene Mosaikbild paläobotanischer, geologischer und kohlenchemischer Tatsachen eingefügt werden. Daß dieses Mosaikbild heute noch Lücken aufweist, wird jeder zugeben.

Wenn angenommen wird, daß Algen am Aufbau des Steinkohlenvitrits beteiligt sind, so muß hier besonders darauf hingewiesen werden, daß sich noch niemals Algen im Vitrit unter dem Mikroskop gefunden haben. Daß sich aber die Algen in der Kohle im allgemeinen sehr gut erhalten haben, zeigt die mikroskopische Untersuchung selbst stark inkohlter Bogheadkohlen. Wären also wirklich Algen an der Glanzkohlenbildung beteiligt, so müßten sie zumindest in schwach inkohlten Streifenkohlen nachzuweisen sein. Dies ist aber, wie gesagt, nicht der Fall. Bei mangelhaftem Holzzellgefüge ist sehr häufig eine Streifigkeit zu beobachten, die durch die Aufeinandererschichtung verschiedener Stamm- oder Zweigreste hervorgerufen wird.

Die *Taylor*schen Anschauungen sind bereits von maßgebender chemischer Seite kritisiert worden. *W. Fuchs*<sup>16)</sup> hat darauf hingewiesen, daß sowohl die bakteriologischen als auch die chemischen Einzelheiten der *Taylor*schen Zersetzung noch sehr mangelhaft erforscht seien.

Dem Geologen fällt auf, daß in diesen bakteriologischen Arbeiten von geologischen Einwirkungen wie Druck und Temperatur und von Tektonik auf die Kohlenentstehung keine Rede ist. Diese geologischen ganz allgemein anerkannten Grundlagen dürfen auf keinen Fall außer acht gelassen werden. Die *Taylor*schen Becherglasversuche können daher die Fragen der Kohlenentstehung nicht lösen. So ist z. B. Braunkohle nach *Taylor* das Ergebnis eines anderen bakteriellen Zersetzungs Vorganges als Steinkohle. Nun kennen wir Übergänge von Braunkohle in Steinkohle. Am Meißner bei Kassel ist Braunkohle durch Eruptivkontakt in Steinkohle und Anthrazit umgewandelt worden. Wie ist das mit der verschiedenartigen bakteriellen Zersetzung vereinbar?

Kohlenentstehung ist in erster Linie ein geologischer Vorgang. Der Inkohlungsgrad ist im großen und ganzen nicht auf bakterielle Zersetzungs Vorgänge zurückzuführen.

#### Zusammenfassung.

Ein engeres Zusammenarbeiten zwischen Kohlenchemie und Kohlenpetrographie ist erstrebenswert. Der vorliegende Aufsatz soll dies erläutern. Es werden einige neuere Ansichten über Kohlenentstehung von *Berl*, *Fischer* und *Schrader*, *Fuchs*, *Terres*, *Stadnikoff* und *Taylor* besprochen und in Beziehung gesetzt zu den Ergebnissen der Kohlenpetrographie.

Der Steinkohlenvitrit ist in der Hauptsache aus Holz und Rinde (Periderm) entstanden und besitzt in den allermeisten Fällen Gefüge, das auf verschiedenen Wegen sichtbar gemacht werden kann. Weder die Lignin- noch die Cellulosetheorie kann Allgemeingültigkeit beanspruchen. Der Steinkohlenvitrit, der aus Lignin und Cellulose entstanden ist, enthält auch Harz (Cordaitenharz). [A. 26.]

<sup>15)</sup> *Gothan*, Entstehung und Klassifikation der Tertiärkohlen, S. 18–19, aus dem Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau von G. Klein, Halle 1927.

<sup>16)</sup> *W. Fuchs*, Die Chemie der Kohle, 1931, S. 377.