Zur Mikrostruktur der Kohle.

Von

Julius Schuster.

Mit Taf. V.

Gelegentlich eines Vortrags über „Die Braunkohle in Bayern", den ich — als Episode meiner sonstigen Tätigkeit — im Polytechnischen Verein in München zu halten hatte, sollte auch die Entstehung der Kohle kurz berührt werden. Dabei mußte ich auch zu der neuerdings von E. C. Jeffrey[1] und R. Thiessen[2] geäußerten Ansicht, nach welcher die von den früheren Autoren in Steinkohlenschliffen beschriebenen Algen *(Pila)* nichts als Mikrosporen von Archegoniaten sein sollen, Stellung nehmen. Zu diesem Zwecke galt es zuerst instruktive Bilder zu gewinnen, und so kam mir der Gedanke, es einmal mit Lumière-Aufnahmen zu versuchen. Das Resultat (s. Tafel) hat, wie ich glaube, die Mühe reichlich gelohnt und bezüglich der Mikrostruktur der Kohle einige Gesichtspunkte ergeben, die einer Veröffentlichung wert scheinen.

Was die technische Seite der Frage betrifft, so habe ich wie die früheren Autoren Schliffe hergestellt. Besondere Schwierigkeiten ergeben sich dabei nicht, nur gelingt es kaum, größere und zugleich dünne Flächen ohne Risse zu erhalten. Doch ist es unbedingt erforderlich, aus diesen Rissen das Wasser zu entfernen und dann für das Eindringen des Kanadabalsams in diese zu sorgen. Ersteres erfolgt durch Erhitzen, wobei der Schliff nach oben liegt und wegen der Möglichkeit des Einrollens zweckmäßig mit einem

---

[1] The nature of some supposed Algal Coals. Proc. amer. acad. of arts and sciences. **46**. 1910. No. 12.

[2] Journ. Washington Acad. sc. **2**. 1912. p. 232.

dicken Glasplättchen bedeckt wird, während der Kanadabalsam fast bis zum Kochen erwärmt werden muß. Vor dem endgültigen Decken ist der Schliff nur mit destilliertem Wasser abzuwaschen und selbstverständlich darf unter dem Schliff keinerlei Feuchtigkeit zurückbleiben. Eine ähnliche Methode in Verbindung mit Eosinfärbung hat E. Seitz[1] zur Herstellung fossiler Knochenschliffe beschrieben und mit bestem Erfolge angewendet.

Im vorliegenden Falle war eine Färbung nicht notwendig. Die Tafel gibt die in Kanadabalsam eingeschlossenen Präparate in ihren natürlichen Farben wieder, und zwar ist oben ein Schliff von Zwickauer Kohle, unten ein solcher von Ruhrkohle zur Darstellung gebracht. Beiden Schliffen gemeinsam ist eine homogene, tiefbräunlichschwarze Grundsubstanz, die nur an den (hier nicht abgebildeten) Randflächen so weit durchsichtig wird, daß sich typisches Gymnospermenholzgewebe darin erkennen läßt.

Ganz verschieden sind dagegen die scheinbaren Einschlüsse. Sie sind bei der Zwickauer Kohle zweierlei Art: hellbraungelbe, flockenartige Gebilde in der Mehrzahl, dazwischen wenige rubinrote Stränge. Erstere, regellos zerstreut wie auf den Lackmalereien der Japaner, erfreuen auch vom ästhetischen Standpunkt das Auge des Mikroskopikers durch ihre elegante Form und Zeichnung. Letztere lassen in vielen Fällen ein rotbraunes Zentrum erkennen, von dem aus feine, oft mehrfach unterbrochene und schwach verschobene Streifen von der gleichen Farbe nach dem unregelmäßig gelappten Rande ziehen, während die Grundsubstanz hell ockergelb und von zahlreich konzentrisch verlaufenden kleinen Querrissen durchzogen ist, weshalb sie bei starker Vergrößerung oft wie netzförmig durchbrochen erscheint.

Diese Gebilde sind auch längst bekannt. P. Reinsch[2], der sie bei seinen eingehenden Studien für ausgestorbene niedere Pflanzentypen eigener Art hielt, nennt sie Sphärocladiten. Wurde auch seine Deutung später zum Teil spöttisch kritisiert, so weicht sie doch von der bis heute fast allgemein gültigen, welche darin Algen oder doch wenigstens algenähnliche Pflanzen erblickt, wenig

---

[1] Vergleichende Studien über den mikroskopischen Knochenbau fossiler und rezenter Reptilien. Nov. Acta k. Leopold.-Carol. Akad. 87. 1907. p. 241.

[2] Micro-Palaeophythologia formationis carboniferae. 2. 1884. p. 19. No. 11. Taf. 74 Fig. 7.

ab. So spricht Gümbel[1] bei derartigen Gebilden aus der Cannelkohle, für die sie besonders charakteristisch sind, von algenartigen Räschen und er stützt sich dabei auf einen rezenten Algenkenner wie C. O. Harz. Und von der Bogheadkohle schreibt Potonié[2], indem er eine Mikrophotographie nach C. Eg. Bertrand, der sich um die Darstellung dieser Gebilde besonders bemüht hat, reproduziert, daß die Algen *(Pila bibractensis)* zum Teil noch deutlich die Zellenstruktur zeigen. C. Eg. Bertrand[3] sucht sogar letztere mit *Volvox* zu vergleichen.

An genügend dünnen Stellen der Schliffe läßt sich zunächst feststellen, daß die fraglichen Gebilde stets Hohlräume oder Lücken im vorhandenen Holzgewebe ausfüllen und niemals auf diesem oder in Zusammenhang damit vorkommen. Ferner ist zu beachten, daß schon das umgebende Holzgewebe durch den Inkohlungsprozeß so stark verändert ist, daß die Konservierung von Algen wenig wahrscheinlich ist.

Bei der mikroskopischen Untersuchung sind vor allem winzige Eisenkiespartikel von Interesse, die hier Kern, Rand und Radialfasern zusammensetzen und an den stärker zersetzten Stellen durch Umwandlung in Eisenoxydhydrat die rotbraunen Töne in den hellgelben Flocken bedingen. Dies läßt im Zusammenhang mit der strahlig-faserigen Einlagerung auf eine oolithoide Petrifikation durch Siderit schließen, so daß also die in Rede stehenden Gebilde anorganischen Ursprungs sind. Tatsächlich sind auch vielfach in ihnen irgendwelche Reste von Zellen nicht nachzuweisen. Demgegenüber stehen allerdings Fälle, wo sich innerhalb jener Sphärolithe Zellstruktur sowie Sporen mit Sicherheit erkennen lassen; bei schwacher Vergrößerung könnten freilich die zahlreichen peripher verlaufenden Risse zellige oder wabige Struktur vortäuschen, doch schließt die Anwendung stärkerer Systeme jeden Zweifel aus und da zeigen sich tatsächlich Cuticulafetzen, Mikrosporen und dergleichen als Beimengungen, nicht aber als ursprünglich vorhandenes Gewebe von Algen.

---

[1] Beiträge zur Kenntnis der Texturverhältnisse der Mineralkohlen. Sitz.-Ber. k. bayer. Akad. Math.-phys. Klasse. 1883. 1. 179.

[2] Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithe überhaupt. 5. Aufl. 1910. p. 56.

[3] Ce que les coupes minces des charbons de terre nous ont appris. Congr. internat. de mines Liège. 2. 1906. p. 381.

Je nach der quantitativen Erhaltung der Grundsubstanz wird natürlich auch die Verteilung der Sphärolithe ausfallen. Sie richtet sich aber noch nach einem zweiten Faktor, nämlich der Menge der rubinroten Stränge, deren oben bei der Zwickauer Kohle gedacht wurde. Wie schon erwähnt, treten in der Zwickauer Kohle die rubinroten Stränge gegenüber den Sphärolithen an Zahl erheblich zurück, und es fragt sich nun, wie erstere zu deuten sind. Auch hier hat man an Algen um so mehr gedacht, als sie lang fadenförmig sind, oft in der Mitte anscheinend ein Lumen und am Rande Zellstruktur aufweisen; die Formen werden im allgemeinen als *Reinschia*[1] bezeichnet. Obschon ziemlich regelmäßig in ihrem Vorkommen, spricht doch auch schon in der Form manches gegen ihre Algennatur. Man findet sie nicht selten in Verzweigungen, wie sie bei Algen nicht vorkommen können, und das vorhandene Lumen stellt sich bei genauerer Betrachtung stets als zwischen je zwei Strängen erhalten gebliebenes Stück der Grundsubstanz heraus.

Was nun das optische Verhalten der Schlieren betrifft, so zeigen die dickeren Stränge stets isotrope Polarisation. Dies weist auf fossiles Harz hin und diese Tatsache macht wiederum die darin vorkommende Zellstruktur äußerst plausibel. Der Rand der Stränge sieht nämlich nicht selten wie gesägt aus und bei genauerer mikroskopischer Untersuchung stellen sich diese Zähne als Reste von Zellen des die Grundsubstanz bildenden Gewebes dar, in welche eben das Harz eingedrungen ist, wobei die Zellen als Harzausgüsse analog wie Steinkerne erhalten sind; man findet in dieser Form Tüpfel- und Treppengefäße sehr gut konserviert, so z. B. bei der Kohle von Nürschan.

Je nach der Form, in welcher Harz als Ausfüllung in der Grundsubstanz auftrat, sind natürlich die Harzstränge von verschiedener Beschaffenheit: langgezogen, wo sie feine Spalten ausfüllen, mehr rund, wo sie Hohlräume oft in so großer Masse durchsetzen, daß ihnen gegenüber die Kohlensubstanz an Quantität sehr stark zurücktritt, wie dies z. B. bei der Bogheadkohle der Fall ist.

Von den Harzschlieren und der Zwickauer Kohle anscheinend gänzlich verschieden ist das charakteristische Bild, das eine Ruhrkohle (entweder von der Zeche Konstantin oder Hasenwinkel) geliefert hat und auf dem unteren Bild der Tafel nach einem

[1] B. Renault, Sur quelques structures des combustibles fossiles. Bull. Soc. Industr. Min. 1900. p. 150. Fig. 18.

Originalpräparat von Rüst dargestellt ist. Die sternförmigen Figuren, die hier im Schliffe auftreten, sind auf den ersten Blick nicht leicht zu deuten[1]. Man wird indes bald gewahr, daß die sternförmigen Gestalten nur scheinbar und durch aneinanderliegende Gebilde jener Art bedingt sind, wie auf unserem Präparat rechts oben eines abgebildet ist. Man sieht hier ein lanzettliches Blättchen, das in der Mitte einen dunkleren Streifen aufweist. Bei genauerer Betrachtung stellt sich nun heraus, daß jeder Ast der Sternfigur auf ein solches Blättchen zurückzuführen ist. In der einen Diagonale der hier mitgeteilten Figur stoßen zwei solcher Gebilde in der Mitte zusammen.

Alle diese Körper sind feuerfest und ihre optische Untersuchung ergibt, daß die zu beiden Seiten eines helleren Mittelstranges angelagerte feinstreifige Substanz farbige Aggregatpolarisation zeigt und ein Silikat sein dürfte. In der hellgelb bis rotbraun erscheinenden organischen Substanz lassen sich figurierte Einschlüsse nicht mehr erkennen, sie ragt teilweise harpunenförmig in die Grundsubstanz hinein, indem sie jeden Riß der Höhlung ausfüllt und so die merkwürdigsten Figuren erzeugt. Dadurch, daß oft zwei Blättchen unmittelbar nebeneinander liegen, wird dann scheinbar eine helle Randlinie gebildet, welche indessen nur als Ausfüllung eines benachbarten Risses zu betrachten ist. So finden sich von isolierten lanzettlichen Blättern alle Übergänge bis zu den merkwürdigsten Sternformen. Diese sind also nichts als eine Ausfüllung feinster Spalten durch Kieselsäure und organische Substanz; an Stelle des Harzes bezw. Siderites ist hier im Gegensatz zur Zwickauer Kohle Kieselsäure als Füllmaterial getreten. Die Erklärung wird hier nur durch einen helleren Mittelstrang kompliziert, der im polarisierten Lichte mattbläulich wird wie Kalkspat; wo an den Blättchen scheinbar am Rande wieder ein hellerer Strang auftritt, ist dieser, wie schon angedeutet, mit dem Mittelstrang homolog.

Viel einfacher diesem kombinierten Erhaltungszustand gegenüber ist ein anderer, der sich gleichfalls bei Ruhrkohle findet. Hier sind die vorhandenen Risse, Spalten und Höhlungen nur durch

---

[1] Erneuter Untersuchung bedürften auch die u. a. Blutgefässe (?) zeigenden „Zoocarbonite". — Die namentlich in fossilen Sirenen-Rippen häufigen verzweigten Zellfäden, welche von Roux *Mycelites ossifragus* genannt wurden und nach meiner Meinung endophytische Algen (Chaetophoraceen) sind, habe ich auf Kohlenschliffen nie gesehen.

Calcit und organische Substanz ausgefüllt, wodurch in der Grundsubstanz runde bis wurmförmige oder auch lanzettliche, feuerfeste Körper von hellgelber Färbung entstanden sind, die meist anisotrop sind und einheitlich polarisieren.

Die Form der Figuren ist dabei natürlich nur von der Beschaffenheit der vorhandenen Risse abhängig, weshalb natürlich z. B. Ruhrkohle nicht nach den geschilderten Sternformen diagnostiziert werden darf. Wie eben erwähnt, sind sie ja auch bei der Ruhrkohle wurm- bis kugelförmig und, auch wenn sie aus kohlensaurem Kalk bestehen, hier offenbar durch eine dünne Schicht von Silikat bedeckt. In der Ruhrkohle können sich aber auch nur Harzausfüllungen in Form roter Schlieren finden oder in Form zahlreicher runder Massen, ähnlich wie bei der Bogheadkohle, so daß also bei ein und derselben Kohlensorte je nach den ursprünglich obwaltenden Bedingungen und Erhaltungszuständen die verschiedensten Möglichkeiten für die Fossilisation gegeben sind. Niemals aber haben sich die fraglichen Gebilde als Algen herausgestellt, auch niemals Spuren von Algen in ihnen sich nachweisen lassen.

Diese an Zwickauer und Ruhrkohle gewonnenen Ergebnisse bestätigten sich immer wieder. Da Fischer und Rüst[1] schon früher zu einer derartigen Auffassung gelangt waren, wurde das von diesen Autoren herangezogene Material geprüft und dabei folgendes beobachtet. Sehr reich an roten Harzschlieren ist die Saarkohle, wo jene teils als längliche mehr oder weniger breite Massen, teils als mehr rundliche Ausfüllungen mit Zellenausgüssen von Cuticulafetzen auftreten. Ganz ähnlich verhält sich die Kohle von Potschappel bei Dresden, die in der opaken Grundsubstanz dünne, plasmaartige Fäden mit einem scheinbaren Zentralkanal enthält, der aber auch hier nur einem dünnen Faden von zwischengelagerter und erhaltener Grundsubstanz entspricht, doch sind dabei die Harzschlieren spärlicher zu finden als es bei der Saarkohle der Fall ist.

In der Bogheadkohle (Bituminit) tritt die Grundmasse gegenüber den rundlichen thallusartigen Harzausfüllungen vollständig zurück. Letztere sind an sehr dünnen Schliffen licht honiggelb und polarisieren isotrop. Irgendwelche Algenstruktur läßt sich niemals nachweisen und dies gilt auch für die Cannelkohle, in der

[1] Fischer und Rüst, Über das mikroskopische und optische Verhalten verschiedener Kohlenwasserstoffe, Harze und Kohlen. Groth's Zeitschr. f. Kristall. und Mineral. 7. 1882. p. 209—234.

gelbe und rote Harzzylinder in der Längsrichtung nebeneinander vorkommen, wenn auch nicht so außerordentlich zahlreich, wie bei der Bogheadkohle. Ein ganz ähnliches Bild wie diese bietet auch eine von G. Merzbacher aus der Bogdo-Ola-Gruppe im Tian-Schan mitgebrachte Kohle der Angaraschichten, welche auf Grund der Pflanzeneinschlüsse dem Jura, und zwar dem Dogger angehört. Diese zeigt auf dem Querschnitt, zwischen höchst spärlicher Grundsubstanz eingebettet, eine Anhäufung von Sphärolithen, in denen man zwischen dem Calcit noch deutlich die mehr oder weniger verschobenen Markstrahlen wahrnehmen kann, die diese oolithischen Gebilde als dunklere Streifen radial durchziehen.

Füllt der Kalkspat innerhalb verkohlter Pflanzensubstanz nur feinste Spalten aus, dann kommen auch leicht jene dendritischen oder sternförmigen Mineralfiguren zustande, die oben von der Ruhrkohle geschildert wurden. In ähnlicher Ausbildung, wenn auch nicht so schön und regelmäßig, traf ich diese Art der Erhaltung in dem teils in Kohle, teils in Kalkspat umgewandelten Stamm der „Monocotyledone" aus dem Apt von Grodischt, dem eine Platte von nahezu 1 m bedeckenden *Eolirion primigenium* Schenk[1], das (wie mir Schliffe neuerdings zeigten) durch die Beschaffenheit seines Holzes und der Hoftüpfel sicher als ein Cordaitenrest zu betrachten ist.

Zusammenfassung.

In keinem der untersuchten Fälle konnten die früher als Algen gedeuteten Einschlüsse der Kohlen als solche erkannt werden, sondern alles spricht mit Sicherheit dafür, daß Mineralgebilde vorliegen. Damit soll nicht bestritten werden, welche Bedeutung die Algenflora, insbesondere das Plankton nicht bloß für die Kohle, sondern auch als Urmaterial des Petroleums besitzt; so wird die sogen. Papierkohle der tertiären Lignite, deren rezentes Analogon das aus Cladophora-Arten bestehende „Meteorpapier" bildet, zur Gewinnung von Paraffin und Erdöl verwendet. Bei der Kohle jedoch kommen nach meiner Meinung die Algen nicht als Urmaterial, sondern als wichtiges Hilfsmaterial bei der Entstehung derselben in Betracht, indem sie den den Fäulnisprozeß befördernden Spaltpilzen in sauerstoffarmen Gewässern als reiche Sauerstoff-

[1] Die fossile Flora der Wernsdorfer Schichten in den Nordkarpaten. Palaeontogr. 19. p. 20.

versorgungsquelle dienen. So ist auch der Dysodil, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, nahezu ausschließlich aus vermoderten Blättern entstanden, und die gleiche Zusammensetzung zeigen, wie ich früher[1] nachwies, Kohlenstücke aus Flyschsandstein.

Dagegen sind die eigentümlichen Figuren, die wir in den Steinkohlen (zu denen ja auch diejenigen des Jura gehören) sehen, nichts als Mineralgebilde, die sich innerhalb einer homogenen Grundsubstanz, Stammstücken und dergl. in deren Rissen, Höhlungen usw. ausgeschieden haben. Da eine solche oolithoide Petrifikation auf eine Ausscheidung in einer ruhenden organischen Lösung hindeutet, wäre darin ein weiterer Beweis für die Autochthonie derartiger Kohlenablagerungen gegeben. In der Tat findet man da, wo die Grundsubstanz der Kohle aus feinem, zusammengeschwemmtem Detritusmaterial besteht, was auch innerhalb autochthoner Ablagerungen lokal durch kleinere Wasserläufe geschehen kann, das Harz nicht als Spaltenausfüllung, sondern in Form kleiner Kugeln zwischen der fein zerteilten Pflanzensubstanz. Derartige Kugeln, als *Titanus Bismarckii* beschrieben, begegneten mir in der Ruhrkohle öfter, und besonders schön zeigten dieses Erscheinen die Kieselschiefer[2] von Wackersdorf in der Oberpfalz, die ein derartiges Kohlenflöz in statu nascendi in verkieseltem Zustande vor Augen führen, ohne daß sie auch nur die Spur von Algenresten enthielten.

Alle als Algen beschriebenen Gebilde der Kohle fallen demnach entweder unter die erwähnten Harze oder sind Sphärolithe oder sphärolithische Gebilde von Kieselsäure, Kalkspat, Eisen usw. Was sich in ihnen an Resten von Pflanzen erhalten hat, sind wieder nur typische Landpflanzen, namentlich Sporen. Ich kann aber auch Jeffrey nicht beistimmen, wenn er die längs verlaufenden Harzausgüsse, die an ihrer Peripherie oft sägeartig die Reste von Holzzellen in Form von Harzausgüssen erhalten zeigen, für Tangentialschnitte durch etwaige Höcker von Sporen erklärt, welch letztere dann z. T. riesige Dimensionen besessen haben müßten, wohl aber kommen innerhalb dieser unzweifelhafte Sporen

---

[1] Schuster, Über ein fossiles Holz aus dem Flysch des Tegernseer Gebietes. Geogn. Jahresh. 19. 1906. p. 151.

[2] L. v. Ammon, Bayr. Braunkohlen und ihre Verbreitung. München 1911. p. 56.

vor, die jedoch an sich nichts mit den Harzausgüssen zu tun haben, sondern nur durch sie konserviert worden sind. Alle diese Verhältnisse lassen sich an entsprechenden Schliffen exakt nachweisen und durch Lumière-Aufnahmen im Lichtbild sehr schön demonstrieren. Leider konnten dieser Abhandlung aus äußeren Gründen nur zwei Proben solcher Aufnahmen beigegeben werden.

Schließlich sind die angeführten Untersuchungen auch für die Anschauung[1] beweisend, daß es sich bei der (autochthonen) Entstehung der Steinkohlen im allgemeinen nicht bloß um starre, durch großen Druck homogen gemachte Massen, sondern auch um gewisse in verschiedenen Graden des Erweichtseins befindliche Bestandteile handelt. Als Hauptsatz dieser Untersuchung ist jedoch hervorzuheben: Die in der Grundmasse der sogen. Sapropelite (Cannel-, Boghead-Kohle, Dysodil) mikroskopisch erkennbaren Bestandteile sind keine Algen, sondern Erhaltungszustände von Landpflanzen führende Mineralgebilde; die Entstehung dieser Kohlen weist daher nicht auf Algen, sondern Landpflanzen hin.

[1] Vergl. Donath, Die fossilen Kohlen. (Vortrag.) Österreich. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen. 1907. p. 17.

Tafel-Erklärung.

Tafel V.

Lumière-Aufnahmen von Steinkohlen mit Mineralgebilden in 135facher Vergrößerung, oben Zwickauer, unten Ruhrkohle. Nähere Erklärung im Text.

Fig. 1.

Fig. 2.

J. Schuster: Zur Mikrostruktur der Kohle.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: 1912_2

Autor(en)/Author(s): Schuster Julius

Artikel/Article: Zur Mikrostruktur der Kohle. 33-41