

Bei dem pechkohligen Lignit ist die Inkohlung offenbar schon viel weiter fortgeschritten als bei gewöhnlicher Braunkohle, die sich bei 150° in 6%iger Natronlauge bis auf geringfügige Mengen Cellulose löst. Man wird den pechkohligen Lignit als einen Übergang von der Braunkohle zur Steinkohle bezeichnen können.

Der beträchtliche Cellulosegehalt der drei ersteren Lignite ist bemerkenswert im Hinblick auf die Fischer-Schradersche Lignintheorie, nach der nur das Lignin zur Kohlenbildung beiträgt, während die Cellulose durch Bakterien aufgezehrt werden soll. Qualitativ ist Cellulose in Ligniten schon von R. Potonié, unter Anwendung der Schulzeschen Macerisationsflüssigkeit, nachgewiesen worden. Diesem Befunde hat aber F. Fischer keine Bedeutung für die Lignintheorie beigelegt, da nach seiner Anschauung die Lignite nicht als Kohle, sondern als „mumifiziertes“ Holz anzusehen sind, das durch Gegenwart von Huminsäure und huminsäuren Salzen vor der Zersetzung durch Bakterien bewahrt blieb, so daß der Cellulosebefund nichts Auffälliges habe. Uns scheint auf Grund obiger Untersuchungen die Bezeichnung „mumifiziertes“ Holz nicht glücklich gewählt zu sein.

Das Holz hat im Lignitstadium eine tiefgreifende chemische Umwandlung erfahren und im wesentlichen Kohlencharakter angenommen, wenn auch die Methoxylzahl höher liegt.

Während ursprüngliches Holz 50–56 % Cellulose (bezogen auf Trockensubstanz) enthält, wurden von uns in den Ligniten im günstigsten Falle nur 10 % Cellulose gefunden. Die untersuchten Lignite waren harte, fest zusammenhängende Massen von ausgesprochener Holzstruktur, die keinerlei Bakterientätigkeit erkennen ließen. Die Cellulose kann also nicht durch Bakterien aufgezehrt sein, sie muß vielmehr, bis auf den ermittelten Rest, eine chemische Umwandlung in Kohlenstoffsubstanz erfahren haben.

Für die Bildung von Kohlebestandteilen aus Cellulose spricht auch noch folgendes: Die Lignite gehen mit der Zeit in Pechkohle<sup>2)</sup> über. Diese enthält nach unseren Untersuchungen nur minimale Mengen Cellulose. Während der Übergangszeit kommt eine Bakterieneinwirkung nicht in Frage. Folglich muß die im Lignit bis zu 10 % ermittelte Cellulose durch chemische Prozesse, wie z. B. Wasser- und Kohlensäureabspaltung in Kohle umgewandelt sein.

Daß Cellulose leicht in Huminstoffe, also Kohlebestandteile, überführbar ist, zeigt folgender Versuch: Reine Watte wurde in einem weiten Reagensglase mit hochsiedendem Mineralöl übergossen und 4 Stunden auf 200–250° erhitzt. Dabei trat Abspaltung von Kohlensäure ein. Nach beendeter Erhitzung wurde das Öl mit Äther entfernt; die Watte war braun bis braunschwarz und gab nicht mehr die Chlorzinkjodreaktion. Beim Erhitzen mit 10 % iger Natronlauge auf 200° im Autoklaven erhielt man, neben unangegriffenem Material, eine braunschwarze Lösung, aus der beim Ansäuern beträchtliche Mengen von Huminsäuren ausfielen.

In der Natur kommen natürlich nicht so hohe Temperaturen für die Umwandlung der Cellulose in Betracht. Dafür wirken Druck, lange Zeiträume und Katalysatoren reaktionsfördernd. Es ist darauf hinzuweisen, daß auch die Bildung von Pyrohuminsäureanhydrid (Braunkohlenbestandteil) aus freier Huminsäure, welche im Laboratorium, wie früher gezeigt wurde, erst bei 200–250° er-

folgt, in der Natur schon bei niedrigen Wärmegraden vor sich geht.

Unsere Auffassung vom Wesen der Lignite findet eine wesentliche Stütze in dem Urteil der Preussischen Geologischen Landesanstalt, wie es von Prof. Gothan in den „Fortschritten der Geologie und Paläontologie“ präzisiert ist<sup>3)</sup>. Gothan schreibt:

„Es ist ganz unmöglich, für die Lignite gewissermaßen einen Separatkohlungsvorgang innerhalb der Braunkohle einzuräumen. Sie treten zwar in der jungen Braunkohle noch besonders deutlich und gut beschaffen hervor, werden jedoch bei weiterem Vorschreiten der Kohlengung, beim „Pechkohligwerden“ selbstverständlich in die homogene Kohlenmasse aufgenommen und sind dann in dieser nicht ohne weiteres mehr zu erkennen. Die Kohlenmikroskopie jüngerer und älterer, mehr steinkohliger Kohlen lehrt in Übereinstimmung damit, daß in diesen Kohlen solche Lignite ebenfalls zahlreich enthalten sind. Eine Trennung des „mumifizierten“ und sonstigen Materials in der Kohlenmasse ist da gar nicht möglich. In der jüngeren Braunkohle und erst recht im Torf sind sie nur als Koniferenhölzer noch leicht herauszuerkennen, und dies rührt von ihrer größeren Resistenzfähigkeit durch die stark verholzten und zum Teil verharzten Zellen her, nicht von „Mumifizierung“ durch Humussubstanz.“

Als unsere Untersuchungen schon im Gange waren, wurde uns durch ein Referat in der „Brennstoffchemie“, die in einer französischen Zeitschrift veröffentlichte Arbeit von Schulz und Hamackova<sup>4)</sup> „Über die Cellulose in Kohlen“ bekannt. Die genannten Forscher haben in Ligniten durch Behandeln mit Chlor und Natriumsulfid bis zu 12 % Cellulose (bezogen auf Reinsulfid) nachgewiesen. Allerdings fand sich die Cellulose nur in Ligniten, die noch völlig holzähnliches Aussehen hatten. Da aber der Cellulosegehalt nicht in klarem Zusammenhang mit dem Alter der Lignite stand, und da ferner unter den zahlreichen untersuchten Kohlen (auch Braunkohle und Fusain) nur vier Lignite sich als cellulosehaltig erwiesen, halten die Verfasser den Umstand, daß die Cellulose des Holzes in diesen Fällen beim Inkohlungsprozeß bis zum geologischen Alter des Tertiärs erhalten geblieben ist, doch mehr für einen Zufall, der nicht gestattet, allgemeine Schlußfolgerungen auf die Entstehung der Kohlen zu ziehen.

Dieser Auffassung vermögen wir uns nicht anzuschließen. Von einem Zufall kann, auch im Hinblick auf unsere Untersuchungen, keineswegs die Rede sein. Die Lignite haben unter ganz verschiedenen Druck- und Temperaturverhältnissen gelagert. Infolgedessen ist es erklärlich, daß in einigen noch Cellulose enthalten ist, während bei anderen eine mehr oder minder völlige Umwandlung der Cellulose in Kohlesubstanz erfolgt ist.

Wir stehen nach alledem auf dem Standpunkte, daß zur Kohlebildung sowohl Lignin wie Cellulose beigetragen haben.

[A. 166.]

## Zur Frage des Lötens von Aluminium.

Von Dr. O. SPENGLER, Dessau.

(Eingeg. 6./10. 1924.)

Dr. Rostovsky, Berlin, beschäftigt sich in der Z. ang. Ch. 37, 754 [1924] mit dem von mir verfaßten Artikel über das Löten von Aluminium<sup>1)</sup>. Bei der Durchsicht der Rostovskyschen Betrachtungen

<sup>3)</sup> Verlag Borntraeger, Berlin 1924, S. 21 (Fußnote).

<sup>4)</sup> Brennst.-Ch. 5, 123 [1924].

<sup>1)</sup> Z. ang. Ch. 1924, S. 532–34.

<sup>2)</sup> Vgl. Potonié, Die Entstehung der Steinkohle, 1910, S. 101.

konnte ich feststellen, daß wir vielfach der gleichen Meinung sind, und daß sich unsere Ansichten nur in wenigen Punkten unterscheiden.

Ich vertrat den Standpunkt, daß das Arbeiten mit den sogenannten Schmier- bzw. Modellierloten mehr mit einem Verkitten als einem Löten vergleichbar sei. Dementsprechend ist auch die mechanische Festigkeit, sowie die Widerstandsfähigkeit gegen kochendes Wasser und andere chemische Einflüsse, sehr gering. Da diese Modellierlote meist kein oder nur wenig Aluminium enthalten, so ist die chemische Zersetzlichkeit derartiger Lötungen sehr groß, was Rostovsky auch anerkennt. Die von mir vertretene Ansicht, daß das Arbeiten mit diesen Modellierloten einem Verkitten vergleichbar ist, und daß demgemäß die mechanische Festigkeit eine geringe ist, wurde mir häufig von Vertretern der Aluminiumindustrie bestätigt, wobei gleichfalls der Ausdruck „Verkitten bzw. Verkleben statt Löten“ gebraucht wurde.

Rostovsky betont, daß beim Arbeiten mit Weichloten, ohne Zuhilfenahme eines Lötmittels die Zerstörung der Oxydhaut bei sorgfältigem Arbeiten sehr gründlich sei. Ich gebe ohne weiteres zu, daß dies richtig ist, muß jedoch entschieden die Ansicht ablehnen, daß die Teilchen der Oxydhaut sich leicht aus der Lötstelle entfernen lassen. Ich habe auf Grund eingehender Versuche feststellen können, daß Lötungen, welche einerseits mit Weichloten ohne Zuhilfenahme von Flußmitteln, andererseits mit Anwendung eines solchen hergestellt wurden, erhebliche Festigkeitsunterschiede zeigen. Die Festigkeit der ohne Flußmittel ausgeführten Lötungen war stets geringer, was ich auf die Anwesenheit von fein verteiltem Aluminiumoxyd in der Lötstelle zurückführe.

Ich komme nun zu der Frage der Wichtigkeit des Flußmittels. Im Schlußwort des Berichtes über das Ergebnis des Preisausschreibens für ein Aluminiumlot heißt es wörtlich: „Die Untersuchung der eingesandten Flußmittel und Lote hat gezeigt, daß es beim Löten von Aluminium in erster Linie auf die Verwendung eines geeigneten Flußmittels ankommt, welches befähigt ist, die dünne, äußerlich kaum erkennbare Oxydhaut auf dem Aluminium zu lösen und dadurch dem Lote erst die Möglichkeit gibt, mit dem Aluminium in Wechselwirkung zu treten.“ Dies soll offenbar heißen, daß man mit einem gegebenen Lot bei Anwendung eines guten Flußmittels mit größerer Sicherheit lüten kann als bei Anwendung eines weniger guten. Dies führt uns zu der Frage, welche Anforderungen an ein gutes Flußmittel zu stellen sind. Es ist wohl selbstverständlich, daß ein gutes Flußmittel sowohl die Oxyde des Aluminiums, als auch die des angewendeten Lotmetalles lösen muß. Ebenso selbstverständlich ist es, daß der Schmelzpunkt des Flußmittels möglichst tief liegen muß, so daß das Aluminium nicht durch unnötige Erhitzung einer starken Oxydation ausgesetzt wird, bevor das Flußmittel seine lösende Wirkung ausübt. Ferner muß gefordert werden, daß das Flußmittel eine genügend große Ausbreitungsfähigkeit in geschmolzenem Zustande besitzt, damit es in alle Winkel der Lötfläche gut eindringt. Weiterhin muß gefordert werden, daß das Lötmedium die Eigenschaft besitzt, das Lot möglichst glatt und leicht auf der Lötstelle ausfließen zu lassen. Dies wird z. B. in dem preisgekrönten Flußmittel durch den Zusatz von Chlorzink erreicht. Es scheidet sich oberhalb der Schmelztemperatur des Gemisches durch Wechselwirkung mit dem Aluminium aus dem Chlorzink metallisches Zink ab, und zwar auf der ganzen mit dem Lötmedium bestrichenen Fläche. Mit andern Worten, die Lötfläche wird mit einer sehr dünnen Schicht von geschmolzenem Zink überzogen, in welche beim weiteren Erhitzen darauf gebrachtes Lotmetall glatt ausfließt.

Ich habe im Laufe des letzten Jahres eine große Anzahl Flußmittel, darunter die besten bisher im Handel befindlichen, daraufhin untersucht, ob sie den oben genannten Anforderungen entsprechen. Sämtlichen Anforderungen entsprach keins und auch die besten erfüllten die zuletzt genannte Forderung nicht. Folgender Versuch möge dies erläutern: Je zwei Aluminiumbleche werden an den Längsseiten stumpf aneinandergelegt und in einem Falle mit einem chlorzinkfreien (A), im andern Falle mit einem chlorzinkhaltigen Lötmedium (B) bestrichen. Bringt man dann auf das eine Ende der Lötfläche ein Körnchen eines Lotes (beispielsweise Zink) und erwärmt die Lötstelle mit einer Gebläseflamme, ohne die Lötstelle zu berühren, so wird bei einem bestimmten Wärmegrade die Lötfläche der mit B bestrichenen Blechstückchen stets vom Lot restlos ausgefüllt. Im Falle der mit A bestrichenen Bleche tritt ein Ausfließen nicht mit derselben Sicherheit ein. In vielen Fällen wird eine metallische Verbindung unter diesen Umständen überhaupt nicht erzielt. Dieser instructive Versuch wurde mehrfach von geübten und ungeübten Löttern ausgeführt, wobei nicht selten ein völliges Verbrennen der mit A behandelten Bleche eintrat. Hieraus ergibt sich deutlich die Überlegenheit der chlorzinkhaltigen Lötmedium, bei denen selbst ungeübte Personen stets eine einwandfreie Lötung erzielen.

Rostovsky erblickt in dem Zusatz von Chlorzink, bzw. ähnlichen Schwermetallhalogeniden, einen Nachteil, da das spezifische Gewicht hierdurch erhöht wird, und nach seiner Ansicht leichter Teile des Flußmittels an der Lötstelle zurückbleiben. Die geringe Erhöhung des spez. Gewichtes durch Chlorzinkzusatz fällt nach meiner Meinung nicht so sehr ins Gewicht. Die Erhöhung des spez. Gewichtes beträgt maximal eine Einheit der ersten Dezimale. Da beim Löten naturgemäß Lotmetalle angewendet werden können, die wie Zink, Zinn und andere Metalle ein sehr hohes spez. Gewicht haben, so ist diese geringe Erhöhung des spez. Gewichtes völlig bedeutungslos. Bei der Anwendung von aluminiumreichen Legierungen, den sogenannten Edelloten des Handels, wird das spez. Gewicht dieser Lotmetalle immer über dem des Aluminiums liegen und zwar wird dasselbe über 3 sein. Da die mir bekannten besseren Flußmittel ein spez. Gewicht 2 haben, so ist auch die Erhöhung auf 2,1 nicht sehr ins Gewicht fallend. Ich glaube auch nicht, daß der mehr oder weniger geringe Auftrieb in dem geschmolzenen Lot die Ursache für das Zurückbleiben geringer Flußmittelreste ist, vielmehr nehme ich auf Grund meiner Beobachtungen an, daß Partikelchen des Flußmittels durch die starke Adhäsion zurückgehalten werden. Die Einführung chlorzinkhaltiger Flußmittel bedingt also einen bemerkenswerten Fortschritt.

Zum Schluß möchte ich noch hinzufügen, daß ich mit Rostovsky auch darin übereinstimme, daß die Frage eines in jeder Beziehung idealen Aluminiumlotes (nicht Flußmittels) bisher nicht gelöst worden ist und vielleicht auch nicht so schnell gelöst werden wird. Ein derartiges Lot muß durch einen möglichst tiefen Schmelzpunkt ausgezeichnet sein und muß gegenüber Aluminium eine zu vernachlässigende Spannungsdifferenz aufweisen.

[A. 224.]

Zum Aufsatz

### „Die Leichtmetalle in Legierungen“. <sup>1)</sup>

Durch eine Anfrage von geschätzter Seite werde ich leider jetzt erst auf einen bedauerlichen Irrtum aufmerksam, der sich in genanntem Aufsatz eingeschlichen hat. Das dort auf Seite 237 erwähnte „Dizigold“ ist nämlich

<sup>1)</sup> Vgl. Z. ang. Ch. 37, 235 [1924].