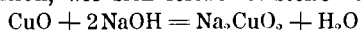


höherer Konzentration, wie sich leicht feststellen läßt, weil nach



das Oxyd einen Teil der Lauge neutralisiert.

Wie schon erwähnt, unterscheidet sich das Cuprit vom $\text{Cu}(\text{OH})_2$ in der Farbe nur wenig, wenn es aus letzterem unter Lauge gebildet wurde. Deutlich unterschieden, und zwar kristallisiert, kann man es erhalten, wenn man es unter der Lauge, in der es entstanden ist, erwärmt und erkalten läßt²⁾. Sein chemisches Verhalten weicht von dem des Hydroxydes stark ab. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ kann man leicht durch Waschen mit Wasser reinigen, es wird in dem Maße beständiger, wie man es von Natronlauge befreit. Cuprit ist dagegen nur unter starker Lauge beständig und geht beim Waschen mit Wasser bald in Oxyd über. Die vorgezeigten Kristalle sind nach Schleudern unter Kohlensäureausschluß auf dem Tonteller von der anhaftenden Lauge befreit worden. Dieses gelingt indessen nicht so vollkommen, daß eine anschließende Analyse sicheren Aufschluß über das Verhältnis von Na zu Cu in dem Salze geben und zwischen den Formeln NaHCuO_2 und Na_2CuO_2 entscheiden kann. Jedenfalls ist erwiesen, daß sich ein festes kupfersaures Natrium bildet, welches mit seiner blauen Lösung im Gleichgewicht steht und damit auch, daß das Kupfer in den blauen Lösungen nicht kolloid, sondern als komplexes Ion sich vorfindet. [A. 151.]

Die Entstehung und die chemische Struktur der Kohle.

Von Privatdozent Dr. K. G. JONAS-Breslau.

(Diskussionsrede, gehalten auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker, Stuttgart 1921, in der Fachgruppe für Brennstoffe und Mineralölchemie.)
(Eingeg. 30./6. 1921)

Die von Fischer und Schrader¹⁾ vertretene Ansicht, nach welcher die Kohlen hauptsächlich aus dem Lignin und nicht aus der Cellulose der Pflanzen entstehen, geht von der bisher nirgends einwandfrei bewiesenen Voraussetzung aus, daß dem Lignin aromatische Natur zukommt. Insbesondere fehlt jeder Beweis für die aromatische Natur des nach dem Verfahren von Willstätter und Zechmeister mit hochkonzentrierter Salzsäure gewonnenen „isolierten Lignins“, in dessen Molekül, soweit man davon überhaupt sprechen kann, das Kohlenstoffgerüst des ursprünglichen Lignins des Holzes kaum wesentlich verändert sein dürfte, während alle anderen Isolierungsverfahren das Lignin mehr oder minder weitgehend verändern. Ich will nur kurz hervorheben, daß die Oxydation des „isolierten Lignins“ mit den verschiedensten Mitteln immer nur zur Oxalsäure, niemals aber zu irgendeinem aromatischen Körper führte, daß ferner weder seine Nitrierung noch seine Sulfurierung möglich war.

Wenn auch Fischer und Schrader die Ergebnisse der Druckoxydation des Lignins als beweisend für seinen aromatischen Charakter ansehen, so kann man bei den erzielten Ausbeuten — aus 100 g Lignin entstanden nach ihren Angaben etwas Benzoesäure und mehrere Gramm Isophthalsäure, aus Cellulose jedoch nur Spuren von Benzol-, Karbonsäuren und Furan — diesen Beweis kaum als gelungen bezeichnen, zumal bei der angewandten hohen Versuchstemperatur von 400° die Bildung von aromatischen Körpern aus aliphatischen recht wohl denkbar erscheint. Außerdem kann man bei dieser Arbeitsweise Lignin und Cellulose kaum in Vergleich setzen, ebensowenig wie etwa die Cellulose mit den aus ihr durch Abbau und folgende Anhydrierung und Aneisensäureabspaltung künstlich erhaltenen Huminsubstanzen, die mit Cellulose gar nichts mehr zu tun haben.

Nach der Ansicht von Fischer und Schrader geht das Lignin der Pflanze in Humin und dieses durch Inkohlung in Braunkohle und Steinkohle über, wobei die von ihm angenommene aromatische Struktur des Lignins „selbst noch in der Steinkohle“ erhalten bleiben soll. Im Gegensatz hierzu vertrete ich die Ansicht, daß die Kohle aromatischen Charakter besitzt, obwohl das pflanzliche Material, aus dem sie entstanden ist, im wesentlichen nicht aromatischer Natur ist. Vielmehr vollzieht sich bei der Bildung der Kohlen unter dem Einfluß von erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur in langen Zeiträumen augenscheinlich die Umwandlung ursprünglich nicht aromatischer Substanz in aromatische Körper.

Ebensowenig kann ich irgendeinen Beweis für den aromatischen Charakter der nach Fischer und Schrader aus dem aromatischen Lignin entstandenen Humussubstanz darin sehen, daß sich Bakterien auf ihr nicht entwickeln können, was nach ihrer Ansicht der Fall sein müßte, wenn sie aus der Cellulose stammte; geben doch auch die aus der Cellulose künstlich erhaltenen Huminstoffe keine Nährböden für Bakterien mehr ab, weil sie eben keine Kohlehydrate mehr sind. Auch die Bildung des Humins aus dem Lignin erscheint mir wenig wahrscheinlich.

²⁾ Kristalle wurden vorgezeigt.

¹⁾ In meinem Vortrag „Zur Kenntnis der Lignin- und Huminsubstanzen“, Zeitschr. f. angew. Chemie, laufender Jahrgang, S. 290, habe ich versehentlich unterlassen, den Namen des an der von mir zitierten Arbeit (Anmerkung 13) Brennstoffchemie 2, 37 [1921] beteiligten Mitarbeiters von Herrn Geh.-Rat Fischer, Herrn Dr. Schrader, zu erwähnen. Herr Dr. Schrader legt besonderen Wert auf die Feststellung, daß die Entstehungstheorie der Kohlen aus dem Lignin auch gedanklich in durchaus gemeinsamer Arbeit mit Herrn Geh.-Rat Fischer entstanden ist.

Jonas.

Nachdem ich mich seit mehreren Jahren mit der Untersuchung der Lignin- und Huminsubstanzen befaßt habe, möchte ich die Ergebnisse meiner Arbeiten, über die ich in der Fachgruppe für organische Chemie noch eingehender sprechen werde²⁾, kurz dahin zusammenfassen, daß die Vorgänge der Lignin- und Huminbildung gewisse Ähnlichkeiten miteinander haben. Der Ligninbildung im lebenden Organismus der Pflanze entspricht die Huminbildung aus abgestorbenem pflanzlichem Material bei der Verrottung. Lignin und Humin entstehen ebenso wie die Cellulose im wesentlichen aus den Kohlehydraten der Pflanze. Diese an und für sich durchaus naheliegende Annahme hat sich offenbar deshalb nicht durchsetzen können, weil dem Lignin in der Literatur — nach meiner Meinung mit durchaus unzureichender Begründung — immer wieder aromatische Natur zugeschrieben wird. Wirft man nämlich die Frage auf, in welcher Weise sich wohl die Bildung des Lignins in der Pflanze abspielt, so wird man annehmen müssen, daß es aus den löslichen Kohlehydraten entsteht, welche der Pflanze als erste Assimilationsprodukte in reichem Maße zur Verfügung stehen, und nicht aus aromatischen Stoffen, die bekanntlich — von einigen wenigen, hier belanglosen Ausnahmen abgesehen — nur in äußerst geringen, häufig geradezu verschwindenden Mengen im pflanzlichen Organismus auftreten.

Während jedoch die Cellulose lediglich ein Anhydrierungsprodukt dieser Kohlehydrate darstellt, sind Lignin und Humin Stoffe, die zwar auch unter — hier allerdings ganz anders verlaufender, viel weitgehenderer — Anhydrierung aus den Pentosen und Hexosen entstehen, aber gleichzeitig Reduktionsprodukte derselben sind. Denn während in den Kohlehydraten das Verhältnis von Wasserstoff zu Sauerstoff 2:1 ist, ist dieses Verhältnis beim Lignin etwa 2:0,6 und beim Humin etwa 2:0,8. Bei dieser Sachlage sind die Humussubstanzen keinesfalls als Oxydationsprodukte der Kohlehydrate aufzufassen, wie Eller und Koch³⁾ annehmen, die aus Phenolen durch Oxydation mit den natürlichen Huminstoffen identische Produkte erhalten haben wollen, in denen aber Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältnis von 4:3 stehen.

Die Bildung des Humins aus dem Lignin müßte jedoch ein Oxydationsvorgang sein, der unter den Bedingungen der Verrottung kaum anzunehmen und auch schon aus dem Grunde um so weniger wahrscheinlich ist, als die Oxydation des Lignins sehr leicht vonstatten geht und glatt zur Oxalsäure führt, ohne daß mir bisher, selbst bei ganz milder Oxydation die Fassung eines anderen Oxydationsproduktes gelungen wäre.

Aus dieser Überlegung heraus halte ich die Bezeichnung „Huminsäure“ für das aus Lignin von Fischer und Schrader durch Erhitzen mit Kalilauge unter Druck erhaltene Produkt und ebenso für die aus den Ablaugen des alkalischen Holzaufschlusses mit Mineralsäuren fällbare Substanz für unzutreffend. Beide wären richtiger mit „Ligninsäure“ zu bezeichnen, in der nach meinen Untersuchungen ein sehr weitgehend verändertes und abgebautes Lignin vorliegt. Huminsäure und Ligninsäure unterscheiden sich unter andern ganz wesentlich durch den Methoxylgehalt. Letztere enthält Methoxyl, die Huminsäure dagegen nicht. Damit erklärt sich auch der von Fischer und Schrader im Gegensatz zu den künstlichen methoxylfreien Huminen bei den natürlichen Huminsäuren gefundene Methoxylgehalt. Die natürlichen Humussäuren sind eben keine reinen Huminstoffe, sondern ein Gemenge von Lignin und Humin, in welchem ohne Zweifel der Huminanteil überwiegt, wie sich aus dem von Fischer angeführten Beobachtungsmaterial ohne weiteres ergibt.

Die von Fischer und Schrader entwickelten Ansichten über die Anreicherung des Lignins mit dem zunehmenden Alter des Torfes lassen sich unschwer aus ihren eigenen Angaben widerlegen. Als Beweis der Richtigkeit ihrer Anschauungen führen sie einerseits den mit zunehmender Tiefe des Torfes steigenden Methoxylgehalt an, der in tieferen Schichten allerdings wieder zurückgeht, andererseits die dauernde Zunahme der in hochprozentiger Salzsäure unlöslichen Anteile des Torfes. Nun steht jedoch der Methoxylgehalt des Torfes in einem augenfälligen Mißverhältnis zu der Menge des Salzsäureunlöslichen, wenn letzteres lediglich, wie Fischer und Schrader annehmen, aus dem Lignin entstanden sein soll. Das Lignin der pflanzlichen verholzten Substanz enthält etwa 15% OCH_3 , so daß in der obersten Torfschicht der Oxyethylzahl von 0,49% entsprechend nur etwa 3,3% Lignin enthalten sein können. Aber selbst wenn wir die Annahme machen, daß die eine der beiden von mir im Lignin festgestellten zwei Methoxylgruppen bei der Verrottung verseift wird, würde die gefundene Methoxylzahl immer erst einem Gehalt von etwa 7% Lignin in der obersten Torfschicht entsprechen. Die Behandlung mit hochkonzentrierter Salzsäure ergibt jedoch 29,5% Unlösliches, so daß rund 75% des Unlöslichen aus einem anderen Bestandteil der Pflanze gebildet sein müssen. Denn eine weitgehendere Entmethylierung des Lignins ist, auch nach den im Fischerschen Institut ausgeführten Abspaltungsversuchen des Methyls, unter den Bedingungen der Verrottung nicht anzunehmen.

Esgelngt allerdings, die eine esterartig gebundene Methoxylgruppe des Lignins zu verseifen, jedoch geht diese Verseifung nicht so leicht vonstatten, daß man sie schon in den oberen Schichten des Torfes ohne weiteres annehmen könnte. Dagegen läßt sich das Fallen des Methoxylgehaltes in den tieferen Torfschichten mit der Abspaltung

²⁾ Zeitschr. f. angew. Chem., laufender Jahrg., S. 289.

³⁾ Ber. 53, 1469 [1920].

dieser einen Methylgruppe des Lignins erklären. Als huminliefernde Substanz kann unter diesen Verhältnissen wohl nur die Cellulose in Frage kommen, die allerdings vor Eintritt der Humifizierung unter irgendwelchen hydrolysierenden Einflüssen zu löslichen Kohlehydraten abgebaut wird.

Die Bildung von Huminstoffen aus den Hexosen und Pentosen läßt sich im Laboratorium schon unter recht milden Bedingungen ausführen, sie gelingt z. B. schon mit 0,3%iger Oxalsäure, ja sogar mit Wasser allein bei Temperaturen unter 150°. Die Huminbildung hat sich bei diesen Versuchen mit dem Ergebnis quantitativ verfolgen lassen, daß das erste Stadium des Prozesses eine reine Anhydrierung ist, der dann eine je nach den Versuchsbedingungen mehr oder weniger erhebliche Abspaltung von Ameisensäure oder Kohlensäure folgt.

Bedenkt man, daß sich die Verrottung in saurem Milieu abspielt und weiter, daß dabei exotherme Vorgänge statthaben, so erscheint die im Laboratorium unter Wärmezufuhr verlaufende Huminbildung aus löslichen Kohlehydraten auch in der Natur unter den ähnlichen Bedingungen der Verrottung in längeren Zeiträumen bei gewöhnlicher Temperatur denkbar. Gegen diese Ansicht spricht auch nicht der von Fischer und Schrader für die Erhaltung des Lignins und das Verschwinden der Cellulose beim Vermodern des Holzes angeführte Beweis, denn hier handelt es sich um den sich unter ganz anderen Verhältnissen abspielenden Vorgang der Vermoderung, der mit der Verrottung nicht verglichen werden darf.

Wir können uns auch kaum vorstellen, daß die Cellulose durch bakterielle Tätigkeit restlos verschwindet, zumal letztere unter den Bedingungen der Verrottung ohnehin nicht allzu rege sein und mit zunehmender Tiefe rasch abnehmen dürfte. Vielmehr wird die abgebaute Cellulose in Huminstoffe umgewandelt, und zwar in den oberen Schichten des Torfes sichtlich weniger vollständig als in den tieferen, und liefert nun zusammen mit dem ursprünglichen Lignin der Pflanze die in Salzsäure unlösliche, mit Humussubstanz bezeichnete schwarze Masse.

Die Bildung des Torfes ist mit einer wesentlichen Verminderung der ursprünglichen organischen pflanzlichen Substanz verknüpft. Das Lignin der Pflanze bleibt bei der Verrottung erhalten und reichert sich in dem Maße an, in welchem die Kohlehydratanteile des Holzes der Zerstörung anheimfallen. Der Ligninanteil des Torfes übersteigt jedoch nach den Fischerschen Versuchsergebnissen niemals 36%, der in Salzsäure unlöslichen Bestandteile, selbst wenn wir annehmen, daß das Lignin bereits zum Teil entmethyliert ist. Den Hauptanteil des Torfes muß also sichtlich die Cellulose liefern, die allerdings nur insoweit über die Glukose in Humin übergeführt wird, als sie nicht nach erfolgter Hydrolyse eine andersartige Spaltung, etwa zur Lävulinsäure, erleidet oder durch bakterielle Tätigkeit zerstört wird.

Nimmt man einen quantitativen Verlauf der Huminbildung aus der Glukose an, wie ich ihn bei der künstlichen Humindarstellung durchführen konnte, müssten aus hundert Teilen Cellulose etwa sechzig Teile Humin entstehen. Bei der Verrottung werden wir aber aus den soeben kurz gestreiften Gründen wohl mit einer geringeren Huminbildung zu rechnen haben. Unter diesen Verhältnissen ist es durchaus natürlich, wenn sich auch die bituminösen Substanzen des Torfes mit seinem zunehmenden Alter auf Kosten der verschwindenden Kohlehydrate ebenso anreichern, wie das Lignin. Aus diesem Grunde kann also auch die Zunahme des Bitumens ebenfalls nicht als beweisend für die Bildung des Humins aus dem Lignin und für das Verschwinden der Cellulose angesehen werden.

Ich glaube an Hand dieser Darlegungen der von Fischer und Schrader entwickelten Theorie über die Entstehung der Kohle aus dem aromatischen Lignin nicht bestimmen zu können. Das Lignin, dessen aromatische Natur bisher nicht erwiesen ist, ist allerdings an der Bildung des Torfes und damit der Kohlen, beteiligt, von größerer Bedeutung für die Bildung des Torfes und der Kohle ist jedoch das Humin, das nur aus der Cellulose und ihren Abbauprodukten entstehen kann.

Unter welchen Umständen bei der Bildung der Kohle aus ursprünglich — in der Hauptsache wenigstens — nicht aromatischer pflanzlicher Substanz Stoffe von aromatischen Eigenschaften entstehen, ist eine Frage, die sich auf Grund der bisherigen Forschungsergebnisse noch nicht befriedigend beantworten läßt.

Anmerkung zu Aufsatz 131 von Dr. K. G. Jonas: „Zur Kenntnis der Lignin- und Huminsubstanzen“ (s. S. 289). In Zeile 18 und 19 von oben, S. 290, muß es richtig heißen: . . . „Kohlensäure abgespalten werden, niemals aber treten tatsächlich soviel Moleküle Wasser und Aldehydgruppen aus, als Furfurolmoleküle bei der Bildung von Huminstoffen in Reaktion treten.“ — [A. 152.]

Die Entstehung und die chemische Struktur der Kohle.

Bemerkungen zu dem Vortrag von Geheimrat Prof. Dr. FRANZ FISCHER¹⁾ von Professor KEPPELER, Hannover.
(Eingeg. 30. 6. 1921.)

Wir müssen Herrn Geheimrat Fischer für die Aufstellung seiner neuen Theorie über die Entstehung der Kohle sehr dankbar sein, weil sie neben der bisher einzig ins Auge gefaßten Cellulose dem Lignin

größere Beachtung verschafft. Die bisher in der Literatur verbreiteten Angaben über die Kohlenentstehung, bei denen häufig die Zusammensetzung der kohlebildenden Pflanzenreste mit der Cellulose gleichgesetzt wurde, entspricht nicht dem allgemeinen Fortschritt unserer Wissenschaft.

Ich möchte aber doch den Standpunkt von Herrn Fischer, der nun einzig das Lignin für kohlebildend gelten lassen will, für zu einseitig halten. Die Natur arbeitet nicht nach einfachen, einseitigen Rezepten. Wir müssen mit vielgestaltigen Formen der in Frage kommenden Erscheinungen rechnen. So ist es auch nicht richtig, wenn vom Vortragenden und von den Diskussionsrednern immer nur von „Vermoderung“ gesprochen wurde. Bei den Veränderungen, denen abgestorbene Pflanzenmassen anheimfallen, muß man vier Arten unterscheiden: Fäulnis, Vermoderung, Verwesung und Verrottung.

Ich sehe von der Besprechung der Fäulnis und der Verwesung ab, muß aber darauf hinweisen, daß nach unseren bisherigen Kenntnissen Vermoderung und Verrottung im gewissen Sinne gegensätzliche Begriffe sind. Die Vermoderung vollzieht sich unter Sauerstoffzufuhr, die allerdings beschränkt sein kann. Die Verrottung geschieht unter Ausschluß von Sauerstoff unter der verdeckenden Wasseroberfläche. In der Tat führen die Vermoderung und die Verrottung zu Produkten, die physikalisch — über die chemische Seite wissen wir noch zu wenig — sich verschieden verhalten. Der Torfhumus ist in Wasser aufgequollen, besitzt in frischem Zustande die Konsistenz eines sehr fetten Tones oder einer weichen Seife. Er trocknet unter starker Schrumpfung zu festen, hornartigen Massen zusammen, die, erneut mit Wasser vermengt, nicht mehr aufquellen. Die Humusform, die wir im Moder finden (Waldmoder, Inhalt hohler, moderner Bäume), ist pulverig, sie kann mit Wasser zu einer schwach plastischen Masse angemacht werden, die aber beim Trocknen wieder in Pulver auseinanderfällt. Dieser Gegensatz tritt uns auch praktisch entgegen. Der echte Torf trocknet zu harten, wasserabstoßenden Stücken zusammen. Dagegen geben gewisse Torfsorten, bei deren Entstehung die Vermoderung in den Vordergrund tritt, Walddorfsorten, die im seichten, oft eintrocknenden Gewässer entstanden sind, oder flachgründige Niedermoore, die im Sommer bis zu gewisser Tiefe austrocknen, Torf von schlechtem Zusammenhalt, der leicht krümelt und infolgedessen schwer verarbeitbar ist. Auf Grund dieser Beobachtungen darf man wohl vorläufig „Verrottung“ und „Vermoderung“ nicht einander gleichsetzen.

In den Fischerschen Darlegungen spielt das Leben der Bakterien eine große Rolle. Seine Anschauungen bauen sich in erster Linie auf die anaerobe Zersetzung von Cellulose auf. Aber auch das erscheint einseitig. Bei der Zersetzung von Pflanzenmassen spielen nicht nur Cellulose abbauende Lebewesen, sondern auch andere eine Rolle. Die Biologen kennen auch Lignin verzehrende Organismen. Es ist deshalb nicht anzunehmen, daß einzig nur die Cellulose angegriffen wird. Es ist für uns Chemiker überhaupt ungemein schwer, auf diesen Gebieten ein Urteil zu fällen, weil die Vielgestaltigkeit der Erscheinungen, der Arten und Lebensbedingungen, die uns bei diesen Mikroorganismen entgegentreten, sehr schwer übersehbar sind. Aus diesem Grunde möchte ich das, was ich hier vorbringe, mit dem notwendigen Vorbehalt aussprechen.

Wenn wir speziell die Cellulosebakterien betrachten, so ist wegen der Schwierigkeit, ein lösungsartig zerteilbares Nährsubstrat zu schaffen, die Reinzucht der verschiedenen Arten noch nicht gelungen. Soviel wissen wir aber, daß es eine ganze Anzahl von Arten gibt, sowohl bei den Aëroben wie bei den Anaëroben. Es ist aber zu bezweifeln, ob in den tieferen Schichten des Moores das Leben der Bakterien eine Rolle spielt. Alle Literaturstellen stimmen darin überein, daß mit fortschreitender Tiefe die Anzahl der auftretenden Bakterien immer geringer wird und schließlich bakterielles Leben verschwindet. Es ist bekannt, daß, wenn man eine Nährlösung mit Bakterien impft, sogleich ein reges Wachstum der Individuen einsetzt. Zu Millionen und Abermillionen wächst ihre Anzahl in kurzer Zeit an, aber auch sehr bald hat die Vermehrung ihr Ende erreicht, die Lebenskraft scheint abzusterben, und die Vorgänge, die uns das Bakterienleben kundtun, finden ihr Ende. Ähnlich dürften im Moore die Verhältnisse sein. Die Bakterien brauchen ja neben den Stoffen, auf die einzelnen Arten spezifisch eingestellt sind, weitere Nährstoffe, wie Salze, Eiweiß usw. zu ihrer Vermehrung. Diese sind im Moore aber teils zersetzt, teils ausgewaschen. Ferner wirken die Stoffwechselprodukte der Bakterien hemmend auf sie selbst ein. Es wäre möglich, daß die geringe Diffusion die Abfuhr dieser Stoffwechselprodukte verhindert.

In Übereinstimmung mit diesen Erscheinungen geben alle Kenner des Moores an, daß in den tieferen Lagen, wie schon gesagt, keine Bakterien zu finden sind. Die eine amerikanische Literaturstelle, die Herr Fischer anführt, scheint mir nicht genügend beweiskräftig. Die Arbeit mit anaëroben Bakterien ist an sich schwierig und bei der Entnahme von steril sein sollenden Proben aus 9 m Tiefe ist die Gewähr, daß das, was man später im Kolben findet, wirklich von der betreffenden Stelle im Moore stammt, nicht vollkommen. Deshalb scheint es mir gewagt, eine wissenschaftliche Hypothese auf eine solche einzelne Literaturstelle zu gründen.

Nun bleibt aber, ganz einerlei, ob und wie eine Hemmung des Bakterienlebens im Moore stattfindet, die Tatsache bestehen, daß man bis in die tiefsten Lagen Kohlehydrate findet, und zwar sowohl Hexosan wie Pentosan. Dies hat schon von Feilitzen nachgewiesen. Besonders leicht kann dies durch den Aufschluß mit etwa 70% iger Schwefelsäure gezeigt werden. Selbst bei den bestzersetzten Torf-

¹⁾ Ztschr. f. angew. Chem. 34, 217 [1921].