

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 Anhydrisierung ist, der dann eine je nach den Versuchsbedingungen mehr oder weniger erhebliche Abspaltung von Ameisensäure oder Kohlensäure folgt.

Bedenkt man, daß sich die Vertorfung in saurem Milieu abspielt und weiter, daß dabei exotherme Vorgänge stattfinden, so erscheint die im Laboratorium unter Wärmezufuhr verlaufende Huminbildung aus löslichen Kohlehydraten auch in der Natur unter den ähnlichen Bedingungen der Vertorfung 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 Vermöden des Holzes angeführte Beweis, denn hier handelt es sich um den sich unter ganz anderen Verhältnissen abspielenden Vorgang der Vermöderung, der mit der Vertorfung nicht verglichen werden darf.

Wir können uns auch kaum vorstellen, daß die Cellulose durch bakterielle Tätigkeit restlos verschwindet, zumal letztere unter den Bedingungen der Vertorfung ohnehin nicht allzu rege sein und mit zunehmender Tiefe rasch abnehmen dürfte. Vielmehr wird die abgebauten 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 Vertorfung 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 Vertorfung 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 FISCHER<sup>1)</sup> 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 einzigen 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 „Vermöderung“ gesprochen wurde. Bei den Veränderungen, denen abgestorbene Pflanzenmassen anheimfallen, muß man vier Arten unterscheiden: Fäulnis, Vermöderung, Verwesung und Vertorfung.

Ich sehe von der Besprechung der Fäulnis und der Verwesung ab, muß aber darauf hinweisen, daß nach unseren bisherigen Kenntnissen Vermöderung und Vertorfung im gewissen Sinne gegensätzliche Begriffe sind. Die Vermöderung vollzieht sich unter Sauerstoffzufuhr, die allerdings beschränkt sein kann. Die Vertorfung geschieht unter Ausschluß von Sauerstoff unter der verdeckenden Wasseroberfläche. In der Tat führen die Vermöderung und die Vertorfung 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 Tonens 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, modernder Bäume), ist pulvrig, 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 Vermöderung in den Vordergrund tritt, Waldtorfsorten, 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 „Vertorfung“ und „Vermöderung“ 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 Aërobien wie bei den Anaërobien. 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 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 anaeroben Bakterien ist an sich schwierig und bei der Entnahme von steril sein sollgenden 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 bestzersetzenen Torf-

<sup>1)</sup> Ztschr. f. angew. Chem. 34, 217 [1921].

arten findet man noch 20–30% des ursprünglich in der Pflanze enthaltenen Gehaltes an Kohlehydraten in beiden Fällen als Dextrose berechnet.

Nun muß zugegeben werden, daß, wenn man der Bakterientätigkeit eine Bedeutung bei der Torfbildung zukommen lassen will, dann eine gewisse Stütze für die Fischersche Theorie in folgender Erscheinung liegt:

Es ist nämlich beobachtet worden, daß bei der Vergärung von reiner Cellulose (Filtrerpapier) keine beachtenswerten Mengen von Humus gebildet werden. Hoppe-Seiler fand keinerlei Verfärbung bei anaeroben Vergärung von Filtrerpapier. Bei Versuchen, Cellulose aerob zu zersetzen, haben wir gelegentlich braune Färbung beobachtet und konnten dann auch wieder durch Weglösen der übriggebliebenen Cellulosereste geringe Mengen brauner Substanzen erhalten, die sich in Alkali lösten und mit Säure ausfielen. Wir möchten aber nicht so weit gehen, wie das vielfach geschieht, jede braune Substanz, die sich in Alkali löst und mit Säure fällt, als Humussäure anzusprechen. Für eine genauere Untersuchung waren die Mengen zu klein.

Wenn es also nun nicht erwiesen ist, daß biologische Vorgänge bei der eigentlichen Vertorfung (die Vermoderung ist ein ausgesprochen biologischer Vorgang) eine wesentliche Rolle spielen, und wenn ferner unbestreitbar erwiesen ist, daß bis in die tiefsten Lagen des Torfs Kohlehydratreste gefunden werden, so ist der Schluß berechtigt, daß die Cellulose oder richtiger gesagt Cellulineinheiten von Polysaccharidcharakter bei der Torfbildung eine Rolle spielen müssen und daß für die Umwandlung, die diese Körper erleiden, wohl auch rein chemische Vorgänge angenommen werden müssen. Die Abnahme der Löslichkeit in starker Schwefelsäure, die Fischer nur durch die Zunahme des Ligningehaltes erklärt, fasst ich auch als durch die Entstehung von Kondensationsprodukten der Polysaccharide verursacht auf. Diese Kondensation vollzieht sich unter Austritt einfacher Verbindungen, wie Wasser, Kohlensäure, Methan usw. So nähere ich mich in dieser Hinsicht der Auffassung, die Bergius auf Grund seiner Versuche einer künstlichen Inkohlung gewonnen hat.

Ich habe schon angedeutet, daß man für die Membranstoffe von Polysaccharidcharakter nicht einfach die Bezeichnung Cellulose wählen soll. Das Torfmoos enthält bei einem Gesamtgehalt von annähernd 70% polysaccharidartigen Verbindungen nur wenig über 20% eigentlicher Cellulose. So ist es vielleicht richtig, auch den anderen Teil der Baustoffe der Zellmembranen nicht einheitlich als Lignin zu bezeichnen, sondern dafür einen Sammelnamen, z. B. lignoide Membranstoffe zu nehmen. Während Fischer auf Grund der Methoxylbestimmungen nur geringen Gehalt an eigentlichem Lignin errechnet, gibt der Aufschluß in starker Schwefelsäure 9–13%. Rückstand der ursprünglichen Substanz des Torfmooses. Diese Ermittelungen weisen darauf hin, daß es doch eine recht große Anzahl verschiedener chemischer Individuen ist, welche die Pflanze aufbaut, und daß Vermoderung und Vertorfung aus ihnen wieder verschiedene Produkte erzeugen können. Und das führt weiter zur Annahme, daß Torf, Braunkohle und Kohle ebenfalls eine größere Anzahl chemischer Individuen enthalten. Eine Stütze für diese Auffassungen bieten unter anderem die schönen Versuchsergebnisse, über die uns Prof. Fr. Hofmann berichtet hat<sup>2)</sup>.

Wenn ich so gegenüber den von Herrn Geheimrat Fischer vorgetragenen Anschauungen eine teilweise ablehnende Stellung einnehme, so begrüße ich die Aufstellung der Theorie doch als wertvolle Arbeitshypothese, die uns bei der Anstellung von weiteren aufklärenden Versuchen leiten kann.

[A. 153.]

## Über die Verwendung des Kautschuks bei der Herstellung von Gummiwaren.

(Vortrag gehalten von Dr. Baumann bei der Besichtigung der Peters Union, Gummiwarenfabrik in Frankfurt a. M., durch den Frankfurter Bezirksverein.

(Eingeg. 27. 6. 1921.)

Der Rohstoff, der Kautschuk, der bei der Herstellung von Gummiwaren zur Verarbeitung gelangt, ist bekanntlich ein Produkt der Tropen. Er wird aus dem Milchsaft bestimmter Pflanzen durch Koagulation abgeschieden. Wir unterscheiden zwei Gruppen: Wildkautschuk und Pflanzungskautschuk. Die Produktion des letzteren hat sich in den letzten Jahren in gigantischer Weise vermehrt. Die ersten nennenswerten Mengen kamen gegen 1910 auf den Markt, während damals die Wildkautschukproduktion, die zum überwiegenden Teil in Brasilien — am Amazonenstrom und dessen Nebenflüssen — betrieben wird, sich auf 70–90000 t belief. Inzwischen haben sich die Verhältnisse sehr geändert. Die Pflanzungsgummierzeugung in Britisch Malayan, Ceylon, den Straits-Settlements, Niederländisch-Ostindien usw. hat 1920 die Höhe von 330000 t erreicht, während Brasilien nur noch 31000 t lieferte; andere Wildkautschukgebiete erzeugten etwa 7000 t, diese befinden sich in der Hauptsache in Afrika, am Kongo usw. Durch die gewaltige Entwicklung der Kraftwagenindustrie hat der Weltmarkt bis vor kurzem die ungeheuer steigenden Mengen Kautschuk aufnehmen und absetzen können. Infolge des wirtschaftlichen Rückschlags, der seit etwa einem Jahr auf dem Weltmarkt in Erscheinung getreten ist, stehen wir jetzt einer gewissen Überproduktion gegenüber, der man durch künstliche Einschränkung der Zapfung zu begegnen sucht, während andererseits der

Ertrag infolge des Älterwerdens der Bäume fortgesetzt noch gesteigert werden könnte. Der Preis des Kautschuks hat infolgedessen einen Tiefstand wie nie zuvor erreicht, was uns immerhin nur recht sein kann. Gegenüber M 100,— für 1 Kilo in der Mitte des vergangenen Jahres beläuft sich der Preis zurzeit für die besseren Sorten auf etwa M 25,—, was einem Vorkriegswert von M 2,— bis M 2,50 entspricht, während damals das Kilo je nach Sorte M 7,— bis M 9,— kostete<sup>1)</sup>.

Wenn die Pflanzungsgummierzeugung durch diese Entwicklung der Dinge schon mit schlechten Verdiensten rechnen muß, so gilt dies noch viel mehr für die Wildkautschukproduktion, die viel weniger rationell arbeitet und sich arg in Bedrängnis befindet. Man wird daher leider mit einem weiteren Absterben dieses Produktionsgebietes rechnen müssen, was sehr zu bedauern ist, denn der bis vor kurzen hochwertigste Kautschuk, der Para, wird dort gewonnen. Die Gewinnung hochwertigen Pflanzungsgummis hat mit der Quantität Schritt gehalten, er ist von Jahr zu Jahr besser geworden und kann jetzt vielfach dem Para ohne Einschränkung an die Seite gestellt werden, er besitzt sogar noch den Vorteil, daß er in den besseren Sorten, und diese stellen etwa drei Viertel der Gesamterzeugung dar, vollkommen rein und trocken, somit verwendungsfertig geliefert wird, während Para und die geringeren Wildkautschuksorten erst gewaschen werden müssen, wobei bei Para ein Verlust von 15–20%, bei geringeren Sorten, wie Peruvianbällen, Negerköpfen u. dgl. sogar ein Verlust von 30% und darüber eintritt. Das gleiche gilt für die Afrikanersorten. Die Verunreinigungen bestehen aus Sand, Rindenstückchen und Wasser.

Die Verarbeitung des Kautschuks zu Fertigfabrikaten besteht nun in einer Reihe rein mechanischer Prozesse. Derselbe wird zwischen Doppelwalzen, die wegen der auftretenden erheblichen Reibungshitze mit Wasser gekühlt werden müssen, geknetet, wobei er aus einem starren, äußerst zähnen Zustand in eine plastische, fast teigartige Masse übergeht, so daß er dann befähigt ist, mit anderen Stoffen pulveriger oder öliger Natur vermischt zu werden. Die Mischung ist je nach Verwendungszweck ganz verschieden zusammengestellt. An einen Autoschlauch werden die höchsten Anforderungen in bezug auf Elastizität und Zähigkeit gestellt, hier kommt nur ein Zusatzstoff in Frage, der die günstigen Eigenschaften des Kautschuks noch unterstützt und außerdem den Schlauch nicht nur gegen die mechanische Beanspruchung möglichst haltbar macht, sondern auch gegen die beim schnellen Fahren namentlich im Sommer auftretende Erhitzung weitgehend schützt.

An die Lauffläche des Autoreifens werden wieder andere Anforderungen gestellt, dieselbe soll gegenüber Verletzungen und Abnutzung möglichst indifferent sein. Fast jeder Artikel benötigt eine besondere Mischung, die ihm die jeweils gewünschten Eigenschaften in möglichst vollkommener Weise übermitteln soll. Es ist die Aufgabe des Chemikers, alle Zusatzstoffe — Zinkweiß, Goldschwefel, Lithopone, Kreide, kohlensaure Magnesia, Bleiglätte, Schwerspat, Kaolin, Ruß, Faktis, Mineralöl, um nur die wichtigsten zu nennen — in ihrer Wirkung auf den Kautschuk genau zu kennen und durch fortgesetztes systematisches Probieren Verbesserungen zu finden. Die Beschaffenheit der Mineralstoffe und ihre Untersuchung sind von besonderer Bedeutung. Hier hat das analytische Laboratorium seine laufende Aufgabe.

Für die Beurteilung der richtigen Zusammensetzungen der Mischungen kann uns die Chemie leider nur wenig helfen. Hier werden mechanische Methoden angewandt. Es werden Probevulkanisate angefertigt und deren Festigkeit auf Spezialmaschinen ermittelt. Abschleifversuche werden gegebenenfalls angestellt, ebenso, wenn nötig, Zermürbungsversuche. Die Vulkanisate müssen ferner auf ihr Verhalten beim längeren Lagern überwacht werden, da bekanntlich Kautschukfabrikate durch die Einwirkung von Licht, Luft und Wärme fortgesetzt verändert werden. Bei richtiger Wahl der Mischung und richtig ausgeführter Vulkanisation darf sich während der normalen Beobachtungszeit nichts Verdächtiges einstellen, andernfalls muß für Abstellung des Übelstandes gesorgt werden. Durch eine zwangsläufig arbeitende Kontrolle ist dafür gesorgt, daß etwaige Unregelmäßigkeiten sofort erkannt werden. Sie werden im Laboratorium die verschiedenen Prüfmaschinen im Betrieb sehen. Neben dem Kautschukprüfer steht als ebenso wichtiger Bestandteil des Kautschuklaboratoriums der Gewebeprüfer, von dem wir sogar mehrere in verschiedenen Größen besitzen, um für alle vorkommenden Prüfungsfälle gerüstet zu sein. Denn ebenso wichtig für die Haltbarkeit eines Autoreifens wie der Gummi ist die richtige Wahl und Beschaffenheit der Baumwolleinlagen, wofür nur bestes ägyptisches Mako verwendet werden kann.

Meine Herren! Sie werden also in der Wäscherei und Trocknerei die Vorbereitung des Kautschuks für die Fabrikation sehen. Die Waschmaschinen befreien den Rohkautschuk von allen mechanischen Verunreinigungen, in den Trockenkammern wird er getrocknet. Auch der an sich saubere und trockene Plantagengummi passiert doch der Sicherheit halber erst noch die Trockenkammern. Der getrocknete und teilweise auch schon vorgeknetete Reinkautschuk wandert nach der Mischkammer und wird dort zusammen mit den übrigen Mischungsbestandteilen abgewogen. Die Mischerei geht dann im Walzwerk vor sich, es ist hierzu eine ganz gewaltige Kraftleistung nötig, man kann bei einer 2 m-Mischwalze mit 40–80 Pferdekräften rechnen. Die fertige Mischung wird auf die Richtigkeit des Gewichtes kontrolliert und auf Lager genommen. Die etwas abgelagerten Mischungen gehen

<sup>2)</sup> Ztschr. f. angew. Chem. 34, 217 [1921].

<sup>1)</sup> Die Preise sind inzwischen noch weiter erheblich gefallen.