

# Zeitschrift für angewandte Chemie

34. Jahrgang S. 49—56

Aufsatzteil und Vereinsnachrichten

15. Februar 1921

## Dr. Albert Herrmann †.

Eing. 5./2. 1921.

Am 9. Januar starb in Frankfurt a./Main Dr. Albert Herrmann, dessen Name mit der Geschichte der Höchster Farbwerke und der Entwicklung der deutschen Farbenindustrie aufs engste verknüpft ist.

Am 9. April 1859 in Veningen in der Pfalz geboren, studierte er in Zürich und München und trat 1884 als Chemiker in die Höchster Farbwerke ein. Er arbeitete auf dem Gebiete der Triphenylmethanfarbstoffe mit wissenschaftlich und technisch gleich großem Erfolge, erfand im Jahre 1888 das Patentblau, 1898 das Naphthalingrün, Farbstoffe von so erheblicher Bedeutung, daß Herrmanns Name auf der Erfindertafel des Deutschen Museums in München verewigt wurde. Herrmanns Erfolge waren keine Zufallsentdeckungen, sie gingen aus planmäßiger Forschung hervor. Der Wert der Patentblaufarbstoffe beruht auf ihrem reinen grünblauen Ton und vor allem auf ihrer guten Alkaliechtheit und dem guten Egalisierungsvermögen, Eigenschaften, die man bisher in dieser Gruppe nicht kannte. So war denn der technische Erfolg des Patentblaus durchschlagend; der neue Farbstoff verdrängte bald den Indigokarmin und eroberte sich ein sehr bedeutendes Absatzgebiet. Andere Farbenfabriken brachten ähnliche Farbstoffe wie Erioglaucin, Xylenblau, Neupatentblau. Nach Ablauf des Patentes (1903) nahmen fast alle größeren Firmen die Fabrikation des Patentblaus auf, das auch heute noch seinen Platz in der Wollfärberei, namentlich für Damenkonfektion, behauptet. Das Naphthalingrün ist dem Patentblau chemisch und färberisch verwandt. Auch hier werden die guten Eigenschaften des Farbstoffs durch eine in ortho-Stellung zum Methankohlenstoff stehende Sulfogruppe bedingt.

Rastlos im Schaffen, voll tiefsten Pflichtgefühls und von eisernem Fleiße beseelt riß Herrmann seine Mitarbeiter zu gemeinsamer nutzbringender Tätigkeit mit sich fort. Sein tiefes Wissen verband sich mit hervorragendem Gedächtnis. Dabei war er persönlich äußerst bescheiden, liebte es nicht, irgendwie hervorzu treten und war seinen jüngeren Mitarbeitern gegenüber ein liebenswürdiger Vorgesetzter. Leider entsprach seinem lebhaften Geiste und seinem scharfen Verstande nicht ein genügend widerstandsfähiger Körper, so daß sich Alterserscheinungen des Herzens schon verhältnismäßig früh einstellten; 1917 mußte er seine erfolg- und segensreiche Tätigkeit in Höchst aufgeben und lebte im Kreise seiner Familie in Frankfurt, bis ein Herzschlag seinem reichen Leben ein Ende setzte. *B. F.*

[A. 19.]

## Über den Aufbau der Cellulose.

Von Professor Dr. K. HESS, Karlsruhe.

(Vortrag gehalten im Bezirksver. in Hamburg am Sonntag, den 12. Dezember 1920.)  
Eing. 24./1. 1921.

Meine Damen und Herren!

Die wirtschaftliche Notlage hat den wissenschaftlich forschenden Chemiker vor eine Situation gestellt, die in der Vorkriegszeit unmöglich schien. Vor dem Kriege gab es keine Begrenzung der Forschungsmöglichkeit. Waren die wissenschaftlichen Voraussetzungen erfüllt, so gab es keine Einschränkung durch materielle Schwierigkeiten. Die Pflege von Arbeitsgebieten, die die größten Anforderungen an Inventar, Mitarbeiterschaft und Hilfskräfte einer Forschungsstätte stellten, stand in Deutschland vor dem Kriege in Blüte. — Als um die Mitte dieses Jahres die Kunde von der Erforschung des physiologisch wesentlichen Anteiles der Schilddrüse von Amerika herüberdrang, da hat manchem organischen Chemiker in Deutschland das Herz gebrochen. Die Durchführung derartiger Arbeiten, die heute mit im Vordergrunde des Interesses naturwissenschaftlicher Forschung stehen, sind in Deutschland zur absoluten Unmöglichkeit geworden. Wir haben keine Schlachthäuser, die uns das Drüsennmaterial tausender von Schlachttieren zur Verfügung stellen, ja wir können die materiellen Mittel, die zur Bewältigung derartiger Versuchsreihen erforderlich sind, heute nicht mehr in unsern Forschungsstätten aufbringen. Wir erkennen eine beängstigende Beschränkung deutscher Forschung auch auf anderen Gebieten. Die Wahl des Arbeitsgebietes und das Ausmaß der Arbeitsintensität wird durch unsere materielle Not bestimmt.

Aber auch eine andere Art der Beschränkung wissenschaftlicher Forschung ist in den Vordergrund getreten, eine Beschränkung, die zunächst freiwilliger Natur erscheint, die auch in der Vorkriegszeit bis zu einem bestimmten Maß gepflegt wurde, die aber heute ein heiligtes Gebot der Stunde darstellt: Die Auswahl des Forschungsgebietes nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Wir haben die Forschung in den Dienst unserer wirtschaftlichen Not zu stellen, wir haben die Forschungsgebiete der reinen Wissenschaft zu bevorzugen, die mit unserm bedrängten Wirtschaftsleben Berührungs punkte haben, so daß unsre Wirtschaft gegebenenfalls aus den wissenschaftlichen Erfolgen Vorteile ziehen kann, um neue Möglichkeiten für unsren Wiederaufbau zu entwickeln.

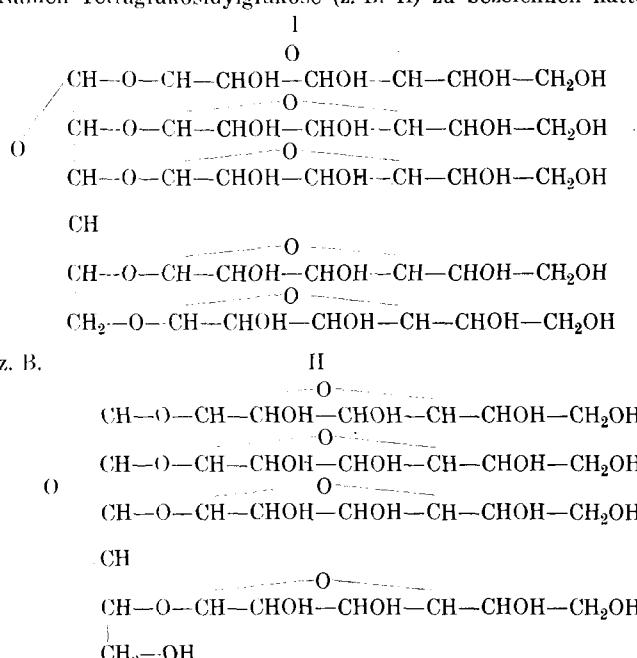
Wir werden als die Grundbedingung für die Hebung unserer Wirtschaftslage zuerst die Wiederbelebung und Erstärkung der sittlichen Kräfte unseres Volkes zu betrachten haben. Ist aber diese Bedingung erfüllt, so können wir mit einer dauernden Entwicklungsfähigkeit unserer Wirtschaft unter den gegebenen Verhältnissen nur rechnen, wenn wir vor allem die Veredelung unserer Rohstoffe noch weiter betreiben, wie bisher, wenn wir es verstehen, die für unsren Bedarf nötigen Einfuhrartikel aus heimischen Rohstoffen zu bereiten. Nur die Chemie mit ihren Schwesterwissenschaften ist in der Lage, die Grundlagen für diese notwendig werdenden Umgestaltungen zu schaffen. Nur wenn wir wissen, was im wissenschaftlichen Sinne das Urmaß aller Wirtschaft, die Kohle ist, können wir überblicken, mit welchen Möglichkeiten ihrer vollständigen wirtschaftlichen Ausnutzung wir rechnen können. Nur wenn wir wissen, was Holz ist, was seine Hauptbestandteile, Cellulose und Lignin, in chemischem Sinne sind, können wir an eine intensive Veredelung dieser Stoffe denken. So sind unsren Forschungen nach mancherlei Seiten hin die Wege gewiesen. Wir müssen in Zukunft die Forschung dieser und ähnlicher Gebiete bevorzugen, und diejenigen, die für unsre Wirtschaft weniger dringlich sind, die keine Berührungsgebiete bieten, zurückstellen.

Die wissenschaftliche Erforschung der Kohle ist seit geraumer Zeit auch in Deutschland in Angriff genommen worden, und wir dürfen sagen, daß wir durch das Mülheimer Kohleforschungsinstitut in Deutschland mit an die Spitze für Kohleforschung getreten sind. Nicht minder wichtig ist die Erforschung des Holzes und seiner Hauptbestandteile — Cellulose und Lignin. Die Cellulose ist schon seit langer Zeit ein Ausgangsmaterial allerersten Ranges zur Herstellung technisch wichtiger Produkte. Einen Veredelungsprozeß der Cellulose haben wir in der Papierfabrikation vor uns. Seit langem ist die Cellulose Ausgangsmaterial für die Herstellung der Schießbaumwolle, und in neuerer Zeit ist sie ein beliebtes Material zur Bereitung für Gebrauchsgegenstände aller Art geworden. Man hat zunächst die reinsten Form ihres Vorkommens, die Baumwolle, vor allem für die Herstellung von Nitrocellulose benutzt, wie sie uns aus den Kolonialländern zur Verfügung gestellt wird. Als wir aber durch die Blockade des Krieges von allen Einfuhrmitteln abgeschnitten waren, haben wir in Deutschland ausschließlich die Cellulose des Holzes für die Herstellung der Schießbaumwolle nutzbar machen müssen. In ungeheuren Quantitäten wurde das Material bei uns fabriziert, und ungeahnte Riesebetriebe für den Heeresbedarf geschaffen. Als dann der Zusammenbruch mit seinen Folgen kam, standen die Sprengstofffabriken vor einem trostlosen Chaos, es galt die Betriebe für Friedenszwecke schleunigst nutzbringend verwerten zu können, oder laut Friedensvertrag Paragraph so und so viel abzureißen, d. h. Milliardenwerte zu vernichten. Die Technik hat begonnen, die Aufgabe zu lösen, und durch Umwandlung der Holzcellulose in verspinnbare Faser ein Material für Bekleidungszwecke zu bereiten, das berufen sein soll, einmal die auswärtige Baumwolle vollwertig zu ersetzen. Auch andere Umwandlungen sind mit dem Zellstoff vorgenommen worden, und haben zur fabrikmäßigen Darstellung von Präparaten geführt, die sich einer großen Anwendung als Filmmaterial und Gebrauchsgegenständen aller Art erfreuen. Während so die Technik bahnbrechend voranschritt, blieb die Wissenschaft vorläufig zurück. Die Situation war etwas eigenartig geworden, die Technik bearbeitete ein Material, führte dieses durch komplizierte Phasen in brauchbare Umwandlungsprodukte über, — es erwuchs eine Riesindustrie — aber man wußte noch nicht, welche Konstitution, welchen Aufbau die Cellulose hatte. Die Wissenschaft hatte die Antwort auf die wichtige Frage noch nicht gegeben. Das könnte nun der Anschein haben, als ob die Technik die chemische Forschung hier nicht mehr nötig habe. Das ist nun keineswegs der Fall. Man ist gerade jetzt in einem Punkte in der Veredelung der Cellulose angelangt, wo man nicht mehr ohne Kenntnis der bisher geheimnisvollen Struktur des Ausgangsmaterials weiterkommen wird. Die Umwandlungsprodukte der Cellulose, die zur Herstellung der Kleidungsstoffe dienen, haben noch überaus unliebsame Eigenschaften, die ihre dauernde Verwendung als Bekleidungsmaterial in Frage stellen. Als ich vor einiger Zeit gebeten wurde, hier zu helfen, wurde bald klar, daß nur unter Erweiterung der wissenschaftlichen Grundlagen der Cellulosechemie ein erfolgreicher Ausbau dieser technischen Probleme möglich werden würde, und so haben wir uns entschlossen, zunächst der Frage nach der Konstitution der Cellulose näher zu treten. Für diese wurde ein Aufbauprinzip erkannt, das ich Ihnen in kurzen Zügen entwickeln möchte, und das uns im Zusammenhang mit der Frage nach der Molekulargröße der Cellulose zu einer, wie wir sehen werden, vollkommen neuen Auffassung der Cellulose geführt hat.

Es ist bekannt, und darf als durch deutsche Forscher erwiesen angesehen werden, daß die Cellulose ausschließlich aus Molekülen der Glukose, des Traubenzuckers, zusammengesetzt ist, so daß letzten Endes die Frage nach der Konstitution der Cellulose in der Frage nach der Vereinigung der Glukosereste gipfelt. Wir müssen uns vorstellen, daß durch Wasseraustritt Traubenzuckermoleküle zu Cellulose vereinigt sind. Daß dabei viele, sehr viele Moleküle des Zuckers zu-

sammentreten, hat man schon frühzeitig angenommen. Versuche, das Molekulargewicht der Cellulose zu bestimmen, sowie die unlöslichen Eigenschaften der Cellulose, haben die Vorstellungen eines sehr hohen Molekulargewichtes verstärkt. Man mußte also eine sehr weitgehende Kondensation annehmen, und die Celluloseformeln von Töllens, Cross und Bevan, Green, Pictet u. a. zeigen Versuche, einer solchen Forderung zu entsprechen. Diese Celluloseformulierungen versuchen dem hohen Molekulargewicht der Cellulose durch Kettenformeln gerecht zu werden, in dem die Vereinigung der Zuckermoleküle nach dem Prinzip des Wasseraustrittes solange fortgesetzt gedacht wird, bis die der Cellulose entsprechende Molekulargröße erreicht ist. Die Formulierungen versuchen ferner die Tatsache zu berücksichtigen, daß die Cellulose freie Hydroxylgruppen besitzt, die sich verestern lassen, und dabei jene Produkte liefern, die technisch so wichtige Materialien geworden sind: Nitrocellulose, Acetylcellulose, Alkylcellulose u. a. Die Formulierungen berücksichtigen aber nicht, daß bei den Veresterungsreaktionen, die zu diesen Materialien führen, Vorgänge sich vollziehen, die die Cellulose weitergehend verändern, als dies durch eine einfache Veresterung nach unsrern bisherigen Erfahrungen gerechtfertigt wäre. Spaltet man aus den Celluloseestern die Estergruppen wieder ab, so erhält man bekanntlich keineswegs Cellulose zurück, sondern ein Material (Hydratcellulose), das sich zwar in der Zusammensetzung nicht, in seinen physikalischen Eigenschaften aber erheblich von Cellulose unterscheidet. Mit den Kettenformulierungen der bekannten Forscher schienen mir weiterhin die physikalischen Eigenschaften der Cellulosefaser in Widerspruch zu stehen, indem allein schon durch die Tetraederform des Kohlenstoffatoms eine Kettenformulierung im sterischen Sinne etwa einen spiraligen Aufbau ergibt, der z. B. mit den Reißfestigkeiten der Cellulosefaser nur schwer zu vereinigen schien.

Wir haben uns zunächst überlegt, welche Möglichkeit für eine massierte Anhäufung der Glukosereste in Frage kommen kann, wobei gleichzeitig die bevorzugte Bildung in der Natur verständlich erscheinen mußte. Wir sind dabei von Arbeiten Emil Fischers ausgegangen, die wir seiner letzten Arbeitsperiode verdanken. Fischer hat gezeigt, daß die Natur nicht allein von der Kondensationsmöglichkeit der halbacetalen Hydroxylgruppe Gebrauch macht, wie sich aus den zahlreichen natürlichen Glukosiden ergibt, wie ferner auch die zusammengesetzten Zucker zu erkennen geben, sondern daß in weit verzweigt vorkommenden pflanzlichen Stoffwechselprodukten, den Gerbstoffen der Tanninklasse, die Natur von der Kondensation sämtlicher OH-Gruppen des Zuckermoleküles Gebrauch macht. Es schien uns möglich, daß auch bei dem Celluloseaufbau die Beteiligung sämtlicher oder fast sämtlicher Hydroxylgruppen des Glukosemoleküls erfolgt ist, und daß die massierte Anhäufung von Zuckermolekülen in der Cellulose durch Kondensationsysteme wiederzugeben ist, die wir mit dem Namen Pentaglukosidylglukose (I) oder falls nur 4 Hydroxylgruppen eines Zuckermoleküls besetzt sind mit dem Namen Tetraglukosidylglukose (z. B. II) zu bezeichnen hätten.



$\text{CH}_2-\text{OH}$

Es hat sich herausgestellt, daß eine solche Formulierung für die Cellulose außerordentliche Wahrscheinlichkeiten besitzt. Bei bestimmten Abbaureaktionen der Cellulose tritt neben Glukose eine Biose, die Cellobiose, als Spaltprodukt auf, und zwar ist, wie wir<sup>1)</sup> an Hand der Arbeiten von H. Ost und seinen Schülern zeigen konnten, das Verhältnis von Glukose zu Cellobiose ein bei einer großen Anzahl von Versuchen stets konstant gefundenes, so daß auf 1 Cellobiosemoleköl nahezu 4 Glukosereste kommen. Die Formulierung sieht weiter, wie wir vorausgesehen haben<sup>2)</sup>, die Bildung von isomeren Cello-

<sup>1)</sup> Z. El. Ch. **26** 240 (1920).

2) l. c. 244.

biosen vor, und in der Tat konnte Ost<sup>3)</sup> fast gleichzeitig und unabhängig von uns den Nachweis einer Isocellobiose unter den Hydrolysenprodukten der Cellulose bekannt geben. Wir selber haben eine Stütze unserer Auffassung beizubringen versucht, durch die Verfolgung der Acetylolyse der Aethylcellulose, und haben hier durch die Hydrolyse durch ein von uns neuerdings dargestelltes hochwertiges Aethylierungsprodukt der Cellulose Aethylzucker verschiedener Aethylierungsstufen erhalten<sup>4)</sup>, die uns erlauben, weitergehende Schlüsse für die in Frage stehenden Celluloseformulierungen zu ziehen, aus denen — und dies sei hier hervorgehoben — der gerbstoffartige Aufbau der Cellulose weiterhin hervorgeht. Die Formulierung I und II wird von uns auf eine Substanz bezogen, die aus gleich näher zu erörternden Gründen als Cellulose bezeichnet wird, indem durch sie nicht das Cellulosemolekül sondern ein zur Cellulose in einem bestimmten Verhältnis stehendes Abwandlungsprodukt wiedergegeben ist.

Für den Aufbau der Cellulose schien ihr Verhalten dem polarisierten Lichtstrahl gegenüber maßgebend. Aus einem vor ca. 35 Jahren ausgetragenen Streit zweier französischer Chemiker Béchamp und Levallois über die optische Aktivität der Cellulose ist uns überliefert worden, daß die Cellulose keine Wirkung auf den polarisierten Lichtstrahl ausübt. Es könnte aus dieser Tatsache der Schluß gezogen werden, daß die an und für sich optisch aktiven Glukosemoleküle in der Cellulose so vereinigt sind, daß eine mathematische Kompensation des Glukosedrehwertes erfolgt ist. Ein solcher Schluß ist nicht eindeutig, denn er berücksichtigt nicht die Möglichkeit, daß in der Cellulose ein Gebilde vorliegen kann, das asymmetrisch aufgebaut ist, und dessen Wirkung auf den polarisierten Lichtstrahl wir mit unserer heutigen Methodik nicht direkt nachweisen können. Wir haben gefunden, daß für die Cellulose eine mathematische Kompensation nicht in Frage kommt, sondern daß die scheinbare optische Inaktivität der Cellulose eine Erscheinung darstellt, die uns beim Mannit schon lange bekannt ist, dessen asymmetrischer Aufbau bewiesen und dessen Beeinflussung des polarisierten Lichtstrahles mit unsren Mitteln nicht nachgewiesen werden kann. Diese Beeinflussung tritt aber sofort in die Erscheinung, wenn bei Gegenwart von Borax polarisiert wird. Als Derivat der  $\beta$ -Glukose zeigt die Cellulose an und für sich einen kleinen Drehwert, der durch die Größe des Moleküls noch herunter gesetzt wird, wie aus den unten zu beschreibenden Versuchen hervorgeht. Auch der Drehwert der Cellulose tritt in die Erscheinung, wenn wir in bestimmten Lösungsmitteln arbeiten. Meine Celluloseformel steht mit der scheinbaren Indifferenz der Cellulose im polarisierten Licht keineswegs in Widerspruch. Sie erklärt, wie wir im Zusammenhang eines Studiums der Beeinflussung des Drehwertes einfacher Zuckerarten durch Kupferoxydammoniak nächstens<sup>5)</sup> zeigen werden, den hohen Drehwert von  $[\alpha]_D = -1000^\circ$  einer Auflösung von Cellulose in Kupferoxyd-Ammoniak.

Wir wenden uns nunmehr der Frage nach dem Molekulargewicht der Cellulose zu. Sie steht in engem Zusammenhang mit der Frage nach den Reaktionen, die sich bei der Veresterung der Cellulose noch gleichzeitig abspielen, und sie wird durch die Frage eingeleitet, ob wir uns in dem Cellulosemolekül das ganze Cellulosemolekül vorzustellen haben oder nicht. Ich versuchte die Verhältnisse durch Vergleich der Cellulose mit einem Kristall zu überblicken. Ähnlich wie im Kristallverband die Materie durch Haupt- und Nebenvalenzen zusammengehalten ist, z. B. im oxalsauren Kalk, — in der Molekel C, H und O durch Hauptvalenzen und die Oxalsäuremolekel dann am Kristall durch Nebenvalenzen<sup>6)</sup> nehme ich den Aufbau der Cellulose in der Cellulosefaser durch Haupt- und Nebenvalenzen an, indem sich beim Aufbau der Cellulose in dem eben entwickelten Sinne CH O durch normale Hauptvalenzen zusammenschließen, und die Vereinigung der Cellulose zu dem großen Molekül der Cellulose durch Nebenvalenzen erfolgt. Entsprechend unsrern Erfahrungen an Kristallen ist zu folgern, daß diese Vereinigung der Cellulose zur Cellulosefaser nach bestimmten Symmetriegesetzen erfolgt. Wir haben also in der Cellulose einen kristallartigen Aufbau, der höchstwahrscheinlich für die symmetrische Lagerung der Cellulosebausteine in der biologischen Bildungsweise seine Begründung findet. Und was nun die Größe des Cellulosemoleküls betrifft, so haben wir in der einzelnen Cellulosefaser letzten Endes ein einziges Cellulosemolekül zu erkennen, entsprechend der Vorstellung, daß z. B. ein Kristall von oxalsaurem Kalk ein einziges Molekül fester Substanz darstellt. Diese Vorstellungen haben inzwischen<sup>7)</sup> eine weitgehende Bestätigung gefunden durch die Bekanntgabe der Arbeiten Scherrers über das Lauediagramm der Cellulose.

Die Cellulose liegt nach meiner Auffassung in einem Material vor, daß Ihnen als Hydratcellulose bekannt ist, und daß durch Zertrümmerung der Cellulose während der Veresterungsreaktionen hervor-

<sup>3)</sup> Zeitschr. f. angew. Chemie 33, 100 (1920) R. Prosiegel: Acetylische Abbauprodukte der Cellulose S. 1 Bd. I der „zellstoffchemischen Abhandlungen“ G. Schwalbes.

<sup>4)</sup> unveröffentlicht.

<sup>5)</sup> Vgl. die demnächst erscheinende Abhandlung von K. Hess und E. Meßmer in den Berichten d. Deutschen Chem. Gesellschaft.

<sup>6)</sup> vergl. P. Pfeiffer Z. an. Ch. 92 376 (1915) 97 161 (1916) 105 26 (1918).

7) vergl. P. Scherrer in Zsigmondys Kollo S. 408. Vgl. auch R. Herzog B. 53 2162 (1920).

gegangen ist. Während die freien Hydroxylgruppen der Cellulose in koordinations-chemischen Sinne durch Betätigung von Nebenvalenzen den Zusammenhalt der Cellulosebausteine in der Cellulose zu bewirken vermögen, hat die durch Veresterung „abgesättigte“ Hydroxylgruppe diese Fähigkeit verloren: der Cellulosekomplex fällt weitgehend d. h. nach Maßgabe der Veresterung auseinander.

Die Vorstellung von der Vereinigung der Cellulose zum Cellulosemolekül durch Nebenvalenzen berührt die Frage nach der Unlöslichkeit der Cellulose und der Cellulose, die, wie eben erwähnt, ein wesentlicher Bestandteil des früher als Hydratcellulose bezeichneten Abbauproduktes der Cellulose ist. Übersteigt die Anzahl von Hydroxylgruppen eine bestimmte Grenze, so erfolgt eine teilweise innermolekulare Absättigung im koordinationstheoretischen Sinne, so daß das Löslichkeitsvermögen in Wasser abnimmt. Diese allen bisherigen präparativen Erfahrungen überraschend kommende Forderung wird von uns zur Zeit an synthetischen Modellen studiert.

Die Aufstellung unserer Celluloseformel erlaubt nun, noch von einer anderen Seite in das Celluloseproblem einzudringen. Es ist die Möglichkeit gegeben, auf synthetischem Wege Substanzen aufzubauen, die der Cellulose analog sind. Da es uns methodisch zur Zeit noch nicht möglich ist, mehrere Hydroxylgruppen eines mehrwertigen Alkohols oder eines Zuckers durch Zuckermoleküle glukosidartig zu substituieren, so haben wir zunächst Säuren herangezogen, die in Form ihrer Chloride leicht mit Zucker in Reaktion zu bringen sind. Da nun Oxysäuren, die hier in erster Linie in Frage kommen, zunächst aus methodischen Gründen zurückgestellt werden mußten, haben wir Fettsäuren mit Zucker, z. B. mit Glukose vereinigt, und so Gebilde aufgebaut, die in ihren Symmetrieverhältnissen analog einer Celluloseformulierung sind. Wir haben so in recht glatter Reaktion die Pentapropionylglukose, Pentabutyrylglukose, Pentavalerylglukose, Pentacaprynylglukose, Pentapalmitylglukose, Pentastearylglukose u. v. a. aufgebaut und in den letzteren Vertretern interessante Körper erhalten, die sich in ihrem Aufbau auch eng an die Fette anlehnen. So stehen diese Substanzen in ihren physikalischen Eigenschaften den Fetten sehr nahe. Sie sind geeignet, kolloidale Lösungen z. B. in Alkohol zu geben, und unter Umständen daraus gelatinös zu erstarrn. Von Bedeutung in unserm Zusammenhang waren die optischen Bestimmungen im polarisierten Licht. Es zeigte sich, daß mit der Größe des Moleküls der Drehwert abnimmt. Die erhaltenen Präparate waren entsprechend ihrer Herstellung Derivate der  $\alpha$ -Reihe der Glukose. Bekannte Derivate der  $\beta$ -Reihe drehen erheblich niedriger als die der  $\alpha$ -Reihe und es war unter der Voraussetzung, daß in der  $\beta$ -Reihe eine ähnliche Gesetzmäßigkeit waltet, möglich zu schätzen, daß der Drehwert entsprechender  $\beta$ -Verbindungen innerhalb der Fehlgrenze unserer üblichen Methodik fällt. Die Cellulose besteht nun aus  $\beta$ -Glukosemolekülen, und die von uns aufgebaute synthetische Reihe deutet eine Erklärung des niederen oder nicht nachzuweisenden Drehwertes der Glukose an.

Wir sind zur Zeit damit beschäftigt, diese entsprechenden  $\beta$ -Derivate zu synthetisieren und zu untersuchen, ob die Abnahme des Drehwertes entsprechend dem Molekulargewicht eine ebensolche Gesetzmäßigkeit darstellt, wie wir für die  $\alpha$ -Reihe gefunden haben. Wir sind ferner damit beschäftigt, analoge Oxysäureester aufzubauen, nachdem an den Fettsäureestern die Methodik durchgeprobpt war, und haben hier bereits Stoffe erhalten, die von überaus interessanten Löslichkeiteigenschaften sind und die, je mehr OH-Gruppen sie enthalten, in ihren Eigenschaften von den Fetten abrücken und Celluloseeigenschaften erwerben<sup>8)</sup>.

Ich habe mir erlaubt, Ihnen hier in großen Zügen einen Beitrag für die Aufrollung des Celluloseproblems zu geben. Es soll dabei noch nicht erörtert werden, ob die zunächst aufgestellte Formulierung der Cellulose Formel I oder II oder eine ähnliche in allen Einzelheiten richtig ist. Hierauf kommt es in erster Linie noch nicht an. Wer glaubt, an diesem Punkte mit seiner Kritik einsetzen zu müssen, verkennt die gegebene Situation auf dem Cellulosegebiet. Es mußte zuerst überhaupt einmal ein Fundament geschaffen werden, von dem aus feinere Einzelheiten der Konstitution angefaßt werden können. Die Möglichkeit des Eindringens von zwei Seiten, der analytischen und nunmehr der synthetischen, rechtfertigen die Hoffnung, daß es vielleicht gelingen wird, die Lösung des Problems zu Ende zu führen. Erst wenn dies aber der Fall sein wird, werden wir die technischen Probleme zu fördern imstande sein. Erst wenn uns der Aufbau der Cellulose oder ähnlicher Körper gelungen ist, werden wir die technisch wichtigen Reaktionen überblicken können, die durch die Veresterung und der damit zusammenhängenden Auflösung des Cellulosefaserkomplexes als die grundlegenden Umwandlungen zur Herstellung der Stapelfaser in Betracht kommen. Möchten darum die Forschungen über die Aufklärung der Konstitution der Cellulose, des organischen Stoffes, der auf unserer Erde am weitesten verbreitet ist, und der uns auch in unserem Vaterlande reichlich zur Verfügung steht, auch zu einer weiteren Veredlung im wirtschaftlichen Sinne führen!

[A. 14.]

<sup>8)</sup> Vgl. die demnächst in den Berichten erscheinende Arbeit von Hess, Meßmer u. Kletyl.

## Die Entgasung von Torf und Holz.

Von Dr.-Ing. B. WAESE.

Eing. 17.1. 1921.

Wenn an dieser Stelle von den Verfahren zur Entgasung von Torf und Holz die Rede sein soll, so muß vorausgeschickt werden, daß an eine erschöpfende Behandlung des Themas keineswegs gedacht ist. Es wird nur beabsichtigt, an Hand von einigen der neuesten Veröffentlichungen einen kleinen Überblick über das in Frage kommende Gebiet zu geben, das ja im übrigen auch in den Fortschrittsberichten dieser Zeitschrift gestreift wird und zudem den Gegenstand zahlreicher Sonderveröffentlichungen<sup>1)</sup> bildet.

Wir unterscheiden mit G. Keppeler<sup>2)</sup> eine Vergasung des Torfes z. B. in Mondgeneratoren unter Gewinnung aller Nebenprodukte und eine Entgasung z. B. in geeigneten Schachtöfen, in Retorten usw., deren wichtigstes Erzeugnis einerseits Torfkoks und andererseits Heizgas ist. Die sicherlich sehr wertvollen Vergasungsverfahren haben vorerst nur geringe Bedeutung, während die Entgasung z. B. in manchen Leuchtgasanstalten als wichtigstes Aushilfsmittel in Zeiten der Steinkohleknappheit benutzt wird. In dem vorliegenden Beitrag sollen lediglich die Entgasungsmethoden berücksichtigt werden.

Nach Philippi<sup>3)</sup> würde der Energieinhalt der deutschen Hochmoore in den heutigen großen Dampfkraftwerken 1790 Milliarden Kilowattstunden äquivalent sein. Die Moorflächen könnten nach Urbarmachung etwa dreiviertel Millionen Menschen ernähren. Unsere Torfvorräte<sup>4)</sup> entsprechen im ganzen rund 3 Milliarden Tonnen Stein- oder 7 Milliarden Tonnen Braunkohle, so daß sie einen ansehnlichen Energievorrat repräsentieren.

Die oldenburgische Staatsregierung<sup>5)</sup> plant eine großzügige Ausnutzung der Torfmoore zur Verminderung der Brennstoffnot. Unter Beteiligung von Handwerk und Industrie ist die Gründung einer „Torfmoor A. G.“ in Aussicht genommen, welche drei staatliche Torfmoore in einer Größe von 1600 Hektar planmäßig erschließen und ausnutzen wird. Der Staat nimmt als Großaktionär das Interesse der gesamten Bevölkerung wahr. In Bayern<sup>6)</sup> befinden sich 9295 Hektar Moor im Besitz der Forst- und 790 Hektar in jenem der Salinenbehörde. Diese beiden Verwaltungszweige haben sich nun 1920 zu einer Betriebsgemeinschaft „Landestorfwerke G. m. b. H.“ zusammengeschlossen, die Torfgroßbetriebe auf forstfiskalischen Mooren ins Leben rufen will. An Kapitalien sind insgesamt 27 Millionen Mark erforderlich, die aus allgemeinen Staatsmitteln sichergestellt werden sollen. Es wird mit einem Gestehungspreis von mindestens M 11,— und einem Verkaufspreis von M 12,— je Zentner gerechnet. Die Ausbeute soll 1920: 400 000 Ztr., 1921: 800 000 Ztr. und 1922 bei Vollbetrieb 1,5 Mill. Ztr. betragen. Die bayrischen Torfstreu- und Torfmullfabriken sind übrigens seit 1920 zu einem Syndikat vereinigt<sup>7)</sup>. Die norddeutschen Moore (Mecklenburg, Ostpreußen usw.) haben in großem Umfang zur Linderung der Brennstoffnot beigetragen und sind vielerorts aufgeschlossen worden. Man hat sie häufig zum Gegenstand wilder Spekulationen gemacht und entsprechende Anzeigen bilden einen nie fehlenden Beitrag in den Annoncen teilen der führenden Tageszeitungen. Die Nutzbarmachung der Moore im großen ist im wesentlichen auch eine Arbeiterfrage<sup>8)</sup>: so erscheint die Verbindung des Moorproblems mit der produktiven Erwerbslosenfürsorge hervorragend wichtig.

Die Verbesserung und Mechanisierung der Torfgewinnungsmethoden bildet den Gegenstand zahlreicher Patente und Arbeiten. Insbesondere haben die Vorträge von Tacke und Keppeler auf der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Chemiker in Hannover 1920 einen guten Überblick über die in Rede stehenden Fragen gegeben. Noch eingehender hat sich J. Birk<sup>9)</sup>, der Leiter der technischen Abteilung des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche, auf

<sup>1)</sup> Vgl. z. B. Kraft und Betrieb, Bd. III, 138 (1919); Z. f. Dampfk. u. Maschinenbetr. 42, 369 (1919); Braunkohlen- und Brikettindustrie 1919, 233; Teknik Tidskrift, Wochenausgabe, 50, 181 (1920) und die „Monographien zur Torfindustrie“, Verlag Alb. Seydel, Berlin 1920, mit bisher folgenden Bänden:

R. Tern, Der heutige Stand der Torfverwertung;  
K. Birchler, Der Torf und seine Verwendung als Brennstoff;  
E. v. Odelstierna, Schutzmaßnahmen beim Trocknen von pulverförmigem Torf;  
Verwendung von Torf als Zugabe zu Kohle (aus dem Französischen).  
H. Hellinger, Ein Mittel zur Linderung der Kohleknappheit.  
A. Molin, Die Selbstentzündung von gelagertem Torf;  
E. v. Feilitzen, Lokomotivheizung mit Torfpulver auf der Strecke Falköping—Naßjö in Schweden;  
Die Bobstsche Torfstechmaschine; usw.

<sup>2)</sup> Z. Angew. Chem. 1920, I, 281, s. a. Chem. Zentralbl. 1920 IV 233, 329, 375. Braunkohle 1920, 607.

<sup>3)</sup> Elektrotechn. Ztschr. 40, 422 (1919).

<sup>4)</sup> Die Technik in der Landwirtschaft 1920, 585/6.

<sup>5)</sup> ebenda 1920, 439; über mecklenburgische Moore s. ebenda 1920, Bd. II, 49 ff.; Torfgroßkraftwerk in Ostpreußen, ebenda 52.

<sup>6)</sup> Südd. Industrieblatt 1920, 789.

<sup>7)</sup> Chem. Ztg. 1920, 575.

<sup>8)</sup> Die Technik in der Landwirtschaft 1919/1920, 112, 438, 492.

<sup>9)</sup> Ebenda 1920, 438, 491 — s. a. H. Hellinger, Umschau 1919, 868; O. Brand, Süddeutsch. Industrieblatt 1920, 1063.