

anderen Weise ungleich sind als durch die in dem einen im voraus eingeschmolzene, während der Reaktion sich bildende Verbindung  $BaCl_2$ , so muß der erhaltene Effekt auch

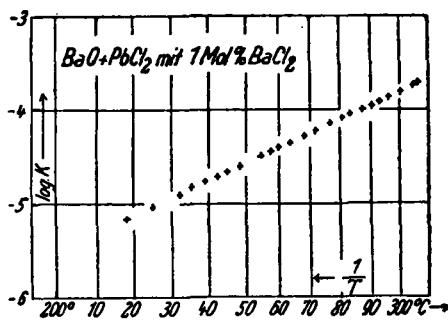


Abb. 11.

in der Tat der erwartete sein. Eine Schmelze wird, wie vorstehende Kurve zeigt, nicht gebildet, und diese würde übrigens widrigenfalls in beiden Fällen gebildet werden.

Durch Entdeckungen, die wir in erster Linie Röntgen und v. Laue verdanken, erhielten wir ein Mittel, in das Gefüge der Kristalle hineinzuschauen. Dadurch und übrigens schon durch das allgemeine thermische Verhalten mancher kristallisierter Stoffe wurde es wahrscheinlich, daß auch dem kristallisierten Zustand der Materie Reaktionsfähigkeit zugeschrieben werden mußte. Wir haben jetzt gesehen, daß diese Annahme in höchstem Grad berechtigt war, da die Umsetzungen in pulverförmigen Gemischen unter Umständen schon bei verblüffend niedrigen Temperaturen lebhaft und vollständig sein können. Wie ich in aller Kürze angedeutet habe, breitet sich hier ein Forschungsgebiet aus, das nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch eine große Bedeutung besitzen wird. Für sämtliche Zweige der Technik, die mit Brennen, Sintern oder Abrösten fester Stoffe zu tun haben, sind manche dieser Prozesse einfach von grundlegender Bedeutung. [A. 91.]

## Über neuere Versuche zur Trennung von Cellulose und Inkrusten verschiedener Hölzer.

Von Dr.-Ing. Th. KLEINERT und Dr.-Ing. K. v. TAYENTHAL, Wien.

Vorgetragen von Th. Kleinert am 30. Mai 1931 in der Fachgruppe für organische Chemie auf der Hauptversammlung in Wien.

(Eingeg. 30. Mai 1931.)

Die Zellwandbestandteile liegen in den natürlichen Hölzern in intensiver Vergesellschaftung vor. Es bestehen darüber verschiedene Ansichten, und zwar die eine, wonach es sich um mechanische, durch das Wachstum bedingte Gemenge handelt, wobei Adsorptionserscheinungen eine Rolle spielen, während nach einer anderen Auffassung zwischen einzelnen Zellwandbestandteilen bestimmte chemische Bindungen und stöchiometrische Verhältnisse bestehen. Tatsache ist, daß eine Zerlegung der Holzsubstanz durch rein physikalische Lösevorgänge nur zum geringsten Teil möglich ist, und daß auch die chemische Isolierung der Cellulose sich nicht einfach gestaltet. Bei allen bekannten, wissenschaftlichen wie praktischen Abtrennungsverfahren werden zur Löslichmachung der sogenannten Inkrusten chemisch energisch wirkende Stoffe angewendet, welche weitgehende Veränderungen der in Lösung gehenden Holzbestandteile bewirken und damit die Erkennung der sich bei der Abtrennung abspielenden Vorgänge erschweren. Demgegenüber erscheint es von mehrfachem Interesse, eine Zerlegung der Holzsubstanz durch Einwirkung neutraler, chemisch möglichst indifferenter Flüssigkeiten so herbeizuführen, daß bei der Isolierung der Cellulose chemische Umsetzungen und Zerstörungen des Lignins und anderer Holzbestandteile tunlichst vermieden werden. Zweck der vorliegenden Versuchsarbeiten war es, nach solchen Möglichkeiten zu suchen und damit zur Kenntnis der Chemie des Holzes beizutragen. Es sind von verschiedenen Forschern in ähnlicher Absicht bereits Untersuchungen angestellt worden, eine Abtrennung der Inkrusten aus Holzsubstanz konnte auf diesem Wege aber nur zum Teil erreicht werden. Dagegen ist es uns gelungen, eine solche Trennung fast völlig zu bewirken, und zwar durch Einwirkung von Alkohol-Wasser-Gemischen mittlerer Zusammensetzung bei bestimmten Temperaturen. Das Verhalten von Wasser gegenüber Holz war bereits Gegenstand eingehender Untersuchungen. Es liegen diesbezüglich Arbeiten von Klasen<sup>1)</sup>, Heuser<sup>2)</sup>, Hägglund<sup>3)</sup>, Franck<sup>4)</sup>, Wehner<sup>5)</sup> und anderen Forschern sowie neuere Versuchsarbeiten der Ameri-

kaner Aronovsky und Gortner<sup>6)</sup> vor. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß die Einwirkung von Wasser auf Holz bei höheren Temperaturen nicht als Extraktionsvorgang betrachtet werden darf, und daß das Ergebnis von den dabei eingehaltenen Bedingungen abhängig ist. Klasen und Fagerlind<sup>7)</sup> machten die interessante Beobachtung, daß beim aufeinanderfolgenden Behandeln von Holzmehl mit Wasser und Alkohol im Alkoholextrakt geringe Mengen Ligninsubstanzen erhalten werden (etwa 2% des Holzgewichtes). Der eine von uns (Kleinert) wiederholte diese Versuche bei höheren Temperaturen und Drücken, konnte aber durch aufeinanderfolgendes Behandeln von Holz mit Wasser und Alkohol nur eine geringe Erhöhung der Ligninausbeute erzielen, dagegen fand er bei weiteren Aufschlußversuchen, daß fast völlige Zerlegung des Holzes bewirkt werden kann, wenn ein Gemisch von etwa gleichen Teilen Wasser und Alkohol zur Einwirkung gelangt. Der größte Teil des Lignins und der die Cellulose begleitenden Kohlehydrate geht in Lösung, während die Cellulose nur wenig verunreinigt zurückbleibt. Die von uns systematisch durchgeführten Untersuchungen, deren Beginn in das erste Quartal 1929 zurückreicht, zeigten, daß bei Temperaturen um 180° diese Zerlegung des Holzes sehr rasch verläuft, und daß eine Schädigung der Cellulose dabei nicht eintritt. Unter denselben Bedingungen durchgeführte Vergleichsversuche, bei welchen Wasser bzw. absoluter Alkohol für sich allein angewendet wurden, hatten ein wesentlich

<sup>1)</sup> P. Klasen, Schriften d. Ver. d. Zell.- u. Pap.-Chem. u. -Ing., Heft 2, S. 31 [1911].

<sup>2)</sup> E. Heuser, Ztschr. angew. Chem. 27, 654 [1914]; Chem.-Ztg. 38, 126 [1914].

<sup>3)</sup> E. Hägglund, Die Hydrolyse der Cellulose und des Holzes, S. 36, F. Enke, Stuttgart 1915.

<sup>4)</sup> Franck, Papierfabrikant 17, 1019 [1919].

<sup>5)</sup> C. Wehner, Brennstoff-Chem. 6, Heft 7 [1925].

<sup>6)</sup> S. I. Aronovsky u. R. A. Gortner, Ind. Engin. Chem. 22, 264 [1930]; siehe Chem. Ztrbl. 1930, I, 3262.

<sup>7)</sup> P. Klasen u. O. Fagerlind, Arkiv für kemi 3, Nr. 6 [1908]; siehe E. Hägglund, Holzchemie, S. 127.

anderes Ergebnis. So löst reines Wasser aus Nadelholz fast kein Lignin, vermindert die Cellulose und bewirkt kräftige Hydrolyse der begleitenden Kohlehydrate; absoluter Alkohol löst nur wenig Lignin und fast keine Kohlehydrate. Nachdem wir in Versuchen mit Baumwollinters feststellen konnten, daß beim Erhitzen derselben mit 50%igem Äthylalkohol unter den Versuchsbedingungen, im Gegensatz zum Erhitzen in Wasser, keine Celluloseschädigung erfolgt, entschlossen wir uns, die Zerlegung verschiedener Hölzer mit Gemischen von Alkohol und Wasser bei höheren Temperaturen in Abhängigkeit von der Gemischzusammensetzung zu studieren. Zu diesem Zwecke führten wir Serienversuche bei konstanten Temperaturen durch, wobei wir in jeder Versuchsreihe die Versuchsdauer und bei den Einzelversuchen die Gemischzusammensetzung veränderten. Es wurden Bombenrohr- und Autoklavversuche zur Durchführung gebracht. Als Versuchsmaterial diente Fichten- und Buchensägemehl, und zwar unvorbehandeltes, entharztes sowie solches, welches entharzt und entgummiert worden war. Die Versuchsdauer betrug 2, 3, 4 und 6 h. Das Verhältnis von Holz zu Flüssigkeit war konstant und betrug bei den Bombenrohrversuchen 5 g lufttrockenes Holzmehl auf 100 cm<sup>3</sup> Flüssigkeitsgemisch. Nach dem Aufschluß wurde der Holzrückstand nach Entfernen der Extraktflüssigkeit mit siedendem Alkohol erschöpfend extrahiert. Das Gewicht desselben wurde bestimmt und durch kurze Behandlung mit Chlor und Natriumsulfit die Menge der durch Chlor entfernbaren Verunreinigungen festgestellt. Zur Kennzeichnung der Cellulose wurden Kupfer- und Alphazahl bestimmt und bei einzelnen Proben Ligningehalt und Menge der Furfurol bildenden Substanzen festgestellt. Die Serienversuche ergaben eine starke Abhängigkeit der Aufschlußwirkung vom Mischungsverhältnis von Al-

bei den Bombenrohrversuchen beim Abkühlen der alkoholischen Inkrustenlösungen kolloidgelöstes Lignin zum Teil ausgeschieden, das beim Extrahieren mit heißem Alkohol nicht mehr völlig in Lösung gebracht werden kann, bei der Cellulose verbleibt und einen höheren Ligningehalt derselben vortäuscht. Bei den Autoklavversuchen, bei welchen die Extraktflüssigkeit sofort nach dem Aufschluß entfernt werden konnte, wurde dieser

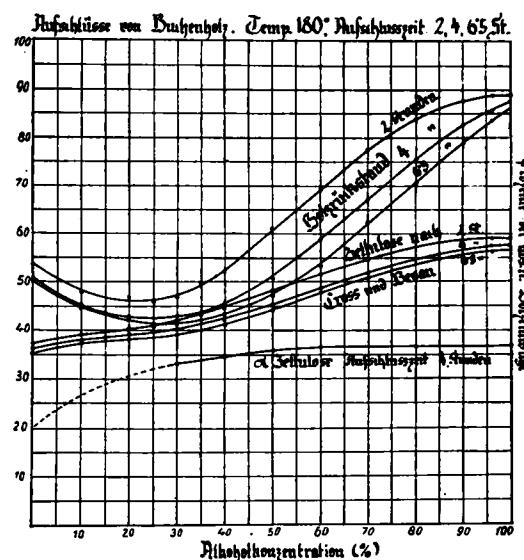


Abb. 2.

Übelstand vermieden. Die Cellulose ist auch bei längerem Aufschluß nur wenig angegriffen. Es ergeben sich bei den Bombenrohrversuchen Kupferzahlen, bestimmt nach Schwalbe-Häggel und von 2,1 bis 2,7

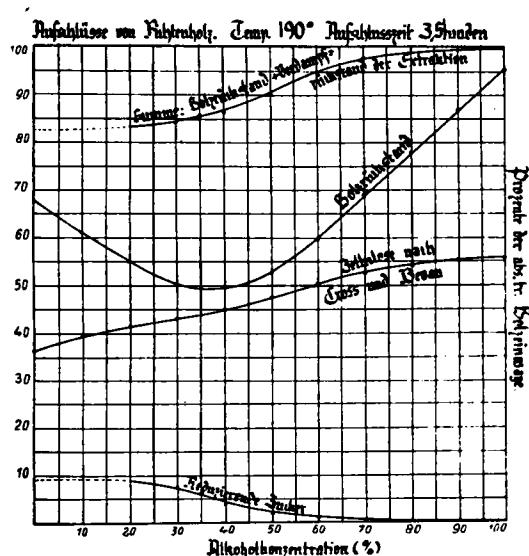


Abb. 1.

kohol und Wasser sowie das Bestehen von Gemischen optimaler Wirkung. Die Gemische, bestehend aus etwa gleichen Teilen Alkohol und Wasser, weisen die günstigste Aufschlußwirkung bei Laub- und Nadelhölzern wie bei Gräsern auf. Abb. 1 zeigt den Verlauf des Aufschlusses von unvorbehandeltem Fichtenholz mit Alkohol-Wasser-Gemischen verschiedener Zusammensetzung. Temperatur 190°, Dauer 3 h. Maximale Aufschlußwirkung ergibt sich bei einem Alkoholgehalt von 45—50%. Die Cellulose ist wenig verunreinigt, enthält jedoch geringe Mengen Lignin und Pentosan. Es wird

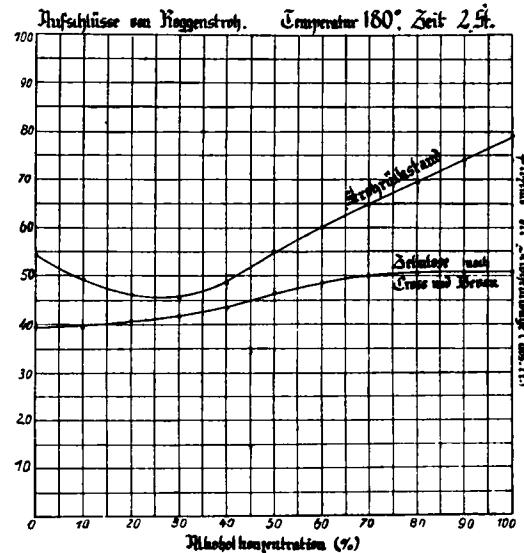


Abb. 3.

für Fichte und von 1,6 bis 1,9 für Buche. Mit steigendem Wassergehalt des Aufschlußmittels beobachteten wir zunehmende Bildung einfacher reduzierender Zucker, gesteigerte Abspaltung organischer Säuren und verstärkte Bildung von Furfurol und anderen flüchtigen Stoffen. Abb. 2 zeigt den Kurvenverlauf bei Buchenholzaufschlüssen; Temperatur 180°, Aufschlußzeit 2, 4, 6,5 h. Beim Erhitzen von Buchenholz mit Wasser allein zeigt sich, daß im Gegensatz zum Verhalten von Fichtenholz ein größerer Teil des Lignins in einen bei der folgenden Alkoholextraktion löslichen Zustand übergeführt

wird. Mit zunehmendem Wassergehalt des Aufschlußmittels sinkt bei Laub- und Nadelhölzern der nach Croß und Bevan bestimmte Cellulosewert, in weit aus stärkerem Maße aber die Alphazahl. Es geht daraus hervor, daß die Verminderung der Alphacellulose im vorliegenden Falle weniger eine Folge erhöhter Temperatur als vielmehr der Einwirkung des Wassers ist, und daß der Alkohol den Angriff desselben hemmt. Es handelt sich dabei anscheinend um physikalische Zustandsänderungen und um hydrolytische Vorgänge. Abb. 3 zeigt das Verhalten von Roggenstroh bei Aufschlüssen mit Alkohol-Wasser-Gemischen, Temperatur

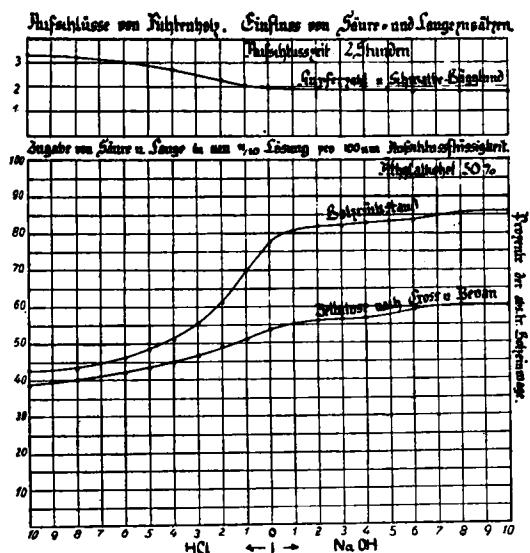


Abb. 4.

180°, Aufschlußdauer 2 h. Die weiteren Versuche zeigten, daß der Aufschlußvorgang durch Änderung der H-Ionenkonzentration beeinflußt werden kann (Abb. 4). Es wirkt eine Erhöhung derselben stark beschleunigend, eine Verminderung nur wenig verzögernd. Eine Beschleunigung durch Säurezusatz ist insofern beschränkt, als ein Säuregehalt des Aufschlußmittels entsprechend einer etwa  $n_{250}$  Säure nicht überschritten werden kann, ohne daß die Cellulose merkbar angegriffen wird. Organische Säuren verhalten sich, in äquivalenten Mengen angewendet, weniger angreifend als anorganische. Die Beschleunigung des Aufschlusses durch H-Ionen, die beobachtete Zucker- und Furfurolbildung, die Abspaltung organischer Säuren aus Holzsubstanz zeigen deutlich, daß es sich nicht um bloße Extraktionsvorgänge, sondern vielmehr um den gleichzeitigen Ablauf verschiedenartiger Reaktionen und Vorgänge handelt, von welchen einige offensichtlich durch H-Ionen katalysiert werden. Darunter sind solche, die auch beim Erhitzen von Holz mit Wasser allein auftreten, durch die Gegenwart des Alkohols jedoch zum Teil gehemmt erscheinen. Während im reinen Wasser die Hydrolyse von Kohlehydraten vorherrscht, zeigt der Reaktionsverlauf im 50%igen Äthylalkohol einen auffallenden Lösungsvorgang des Lignins und eine Beschränkung der Kohlehydrat hydrolyse auf die Begleiter der Cellulose. Zieht man in Betracht, daß es unmöglich ist, mit absolutem Alkohol größere Ligninmengen auch bei höheren Temperaturen aus Holz zu extrahieren, so erscheint die Wirkung des 50%igen Alkohols als eine besondere. Springer und Roth<sup>8)</sup> haben bei Untersuchung der Turbulenzreibung von Alkohol-Wasser-Gemischen bei

<sup>8)</sup> R. Springer u. H. Roth, Monatsh. Chem. 56, Heft 1/2, S. 1.

gewöhnlichen Temperaturen die Bildung von Assoziationen der Komponenten, besonders bei einem Mischungsverhältnis von 1:1 wahrscheinlich gemacht. Daß solche Assoziationen auch bei höheren Temperaturen anzunehmen sind, und daß ihnen ein Einfluß auf den Aufschluß zukommen könnte, ist aber nicht wahrscheinlich. Der Gesamtdampfdruck des 50%igen Äthylalkohols weist bei der Aufschlußtemperatur einen höheren Wert auf, als sich aus den Partialdampfdrücken einer reinen Lösung der Komponenten nach der Planck'schen Formel berechnet, woraus eine Molekülvermehrung und damit eher eine Spaltung assoziierter Moleküle wahrscheinlich gemacht wird. Für die Deutung der Aufschlußwirkung stehen mehrere Möglichkeiten offen. Es kann sich dabei um ein durch die Art des binären Gemisches bedingtes gleichzeitiges In Lösung-Gehen mechanisch vergesellschafteter Kohlehydrat- und Ligninsubstanzen handeln, wobei durch eine Hydrolyse des Kohlehydratanteiles der Lösungsvorgang des Lignins begünstigt wird oder um eine hydrolytische Aufhebung chemischer Bindungen zwischen Lignin und Kohlehydraten oder schließlich um den Ablauf einer chemischen Reaktion zwischen Lignin und dem Lösungsmittel. Holmberg und Runius<sup>9)</sup> haben bei der Fichtenholzalkoholyse mit salzsäurehaltigem Alkohol größere Mengen Ligninsubstanzen in Lösung gebracht, welche Äthoxygruppen aufgenommen hatten. Holmberg hat für diese Äthoxylaufnahme eine Acetalbildung angenommen und die Vermutung ausgesprochen, daß zwischen Lignin und Kohlehydraten des natürlichen Holzes acetalartige Bindungen bestehen könnten. Häggland<sup>10)</sup> und Mitarbeiter fanden, daß die bekanntgewordenen Alkohollignine aus dem angewandten Alkohol stammendes Alkoxyl enthalten, und diese Forscher betrachten die Alkohollignine als echte Acetale. Es erschien uns demnach für die Erkenntnis der Art unseres Aufschlusses wichtig, zu entscheiden, ob das dabei gelöste Lignin Äthoxygruppen aufgenommen hat, d. h. ob der Übergang des natürlichen Lignins in eine alkohollösliche Form stets mit einer Umsetzung des Lignins mit Alkohol verbunden ist. Wir haben zu diesem Zwecke Ligninpräparate aus den alkoholischen Inkrustenlösungen abgeschieden, durch mehrmaliges Umfällen gereinigt und näheren Untersuchungen unterzogen. Die Lignine sind im frischen Zustand hellgefärbt, erweichen in siedendem Wasser zu harzartig schmelzenden Massen, die beim Erkalten hart und spröde werden, und weisen in Löslichkeit, Farbenreaktionen, chemischem Verhalten und Alterungserscheinungen große Ähnlichkeit mit bekannten Alkoholligninen<sup>11)</sup> auf. Die Lösungen in organischen Lösungsmitteln zeigen bei scharfer Durchleuchtung zum Teil den Tyndall-Effekt; auch macht es ihr Verhalten bei der Ultrafiltration wahrscheinlich, daß es sich um Lösungen kolloider Natur handelt. Aus entharztem Fichtenholzmehl durch Erhitzen mit 50%igem Äthylalkohol gewonnenes, pentosafreies Lignin wies folgende Kennzahlen auf: C 65,77%, H 5,84%, Methoxyl nach Willstätter und Utzinger<sup>12)</sup> 15,6%, Gesamtalkoxyl als Methoxyl 15,9%.

<sup>9)</sup> B. Holmberg u. St. Runius, Svensk Kemisk Tidskrift, S. 189 [1925].

<sup>10)</sup> Häggland u. Rosénquist, Biochem. Ztschr. 1926, 376. E. Häggland u. H. Urban, Cell.-Chem. VIII, 69 [1927]; IX, 49 [1928].

<sup>11)</sup> A. Friedrich u. J. Diwald, Monatsh. Chem. 46, 30 [1925].

<sup>12)</sup> R. Willstätter u. M. Utzinger, LIEBIGS Ann. 382, 149 [1911]; siehe auch W. Küster u. M. Maag, Hoppe-Seylers Ztschr. 127, 190.

Alkoxybestimmungen nach der Methode von Friedrich<sup>13)</sup> ergaben ein genaues Verhältnis von Alkoxykohlenstoff und Alkoxylsauerstoff wie 1:1. Das untersuchte Lignin enthält demnach keine merkbaren Mengen Äthoxyl, und die Abtrennung von Lignin aus natürlicher Holzsubstanz mittels 50%igem Äthylalkohol ist offenbar mit keiner Aufnahme von Äthoxyl verbunden. Die stets festgestellte Alkoxyaufnahme bei der Holzalkoholyse mit säurehaltigen Alkoholen, die kein oder nur wenig Wasser enthalten, dürfte auf eine sekundäre Reaktion mit dem durch Hydrolyse freigelegten Lignin zurückzuführen sein. Diese Annahme findet eine Stütze darin, daß es Hägg lund und Urban<sup>14)</sup> gelungen ist, auch isoliertes Lignin, z. B. Salzsäurelignin, durch Erhitzen mit salzsäurehaltigem Alkohol in äthoxylhaltiges Lignin überzuführen, sowie daß nach Friedrich<sup>15)</sup> die Äthoxylaufnahme bei der Alkoholyse eine zeitabhängige Reaktion ist. Die Abwesenheit von Äthoxyl in dem von uns isolierten Lignin zeigt, daß die Überführung des natürlichen Lignins in einen in Alkohol löslichen Zustand ein von der Bildung von Ligninacetalen unabhängiger Vorgang ist, und es scheint ganz von den dabei eingehaltenen Bedingungen abzuhängen, ob und in welcher Menge Äthoxylgruppen aufgenommen werden. Solche Bedingungen sind zweifellos bei Anwendung wasserarmen Alkohols und bei höheren H-Ionenkonzentrationen gegeben. Es erscheint demnach nicht als zwingend, aus einer Alkoxyaufnahme bei der Holzalkoholyse auf das Bestehen acetalartiger Bindungen zwischen den Bestandteilen des nativen Holzes zu schließen. Wir haben uns die Frage vorgelegt, ob aus dem Verhalten der mittleren Alkohol-Wasser-Gemische bei der Zerlegung der Holzsubstanz Folgerungen hinsichtlich der Art der Vergesellschaftung der Zellwandbestandteile abgeleitet werden können. Feststehend und nicht zufällig erscheint es, daß beim Übergang des natürlichen Lignins in kolloidlösliche Form stets Kohlehydrate mitgelöst werden. Die Beeinflußbarkeit des Aufschlusses durch H-Ionen kann aber, nachdem zu folge unserer Untersuchungen eine Ligninacetalbildung als typische Reaktion nicht in Betracht kommt, wohl bloß als allgemeiner Hinweis auf hydrolytische Vorgänge gedeutet werden, nicht aber zu sicheren Rückschlüssen auf das Bestehen von chemischen Bindungen zwischen Kohlehydraten und Lignin in der Holzsubstanz dienen. Es ist wahrscheinlich, daß zwischen den Bestandteilen des natürlichen Holzes chemische Bindungen nicht bestehen, und daß das Lignin, dem nach Wedekind und Katz<sup>16)</sup> lamellarer Aufbau zukommt, mit locker gebauten Micellen leicht hydrolysierbarer Kohlehydrate bloß in mechanischer Vergesellschaftung vorliegt. Es wäre anzunehmen, daß durch eine Hydrolyse dieser Kohlehydrate eine Freilegung des Lignins erfolgt, wobei in Gegenwart von Lösungsmitteln, durch Verteilungszustand und Oberflächengröße begünstigt, der Übergang in kolloide Lösung erfolgen könnte. Die Wirkung der mittleren Alkohol-Wasser-Gemische könnte dann so aufgefaßt werden, daß der wässrige Anteil die Hydrolysenwirkung hervorbringt, während der Alkohol Quellung und Lösung des Lignins bewirkt. Das Lignin wird beim Aufschluß, ähnlich dem thermischen Verhalten anderer hochpolymerer Stoffe in indifferenten Medien, anscheinend bloß desaggregiert, ohne daß weitgehende chemi-

sche Veränderungen damit verbunden wären. Das zeigen die Eigenschaften und die Ergebnisse der Untersuchung der von uns isolierten Lignine, die, wie bekannt, schonend isolierte Lignine ein Verhältnis von Alkoxykohlenstoff zu übrigem Kohlenstoff wie annähernd 1:10 aufweisen.

Um die Abhängigkeit unseres Aufschlusses von der Materialgröße kennenzulernen, haben wir eine große Anzahl von Autoklavenversuchen mit normalem Hackspanmaterial zur Durchführung gebracht. Es zeigt sich, daß Holz auch in dieser Form gut und rasch aufgeschlossen werden kann. Die Versuche, die noch im

Kennzahlen von Zellstoffen aus unvorbehandelten normalen Hackspänen. Die Zellstoffe wurden bloß aufgefaser, aber nicht nachbehandelt.

v. Num.	Holzart	Alpha-zahl	Kupfer-zahl	Lignin	Pento-san	Asche	Chlorvbr. z. Bleiche
241	Fichte	87,2	2,84	4,2	—	0,60	—
294	Fichte	84,0	3,01	2,0	4,6	0,52	5,0
295	Fichte	82,6	3,21	1,4	4,1	0,48	3,2
252	Kiefer	82,3	2,91	5,6	4,5	0,57	—
296	Kiefer	83,5	2,95	1,4	4,0	0,52	3,3
297	Kiefer	81,0	2,90	1,3	—	0,56	3,0
142	Buche	88,7	1,94	3,1	8,7	0,55	4,1
290	Buche	88,6	2,56	1,2	8,4	0,44	1,8
291	Buche	87,7	2,90	0,98	8,2	0,45	2,5
246	Aspe	88,4	2,09	0,98	6,7	0,30	1,1
246a	Aspe Edelkastanie Rückstand von Gerbstoffextr.	88,3	2,11	1,00	—	0,31	1,0
253		83,9	3,24	2,4	—	—	—

Abb. 5.

Gänge sind, zeigen, daß sich zwischen den Holzarten nur geringe Unterschiede hinsichtlich Versuchsdauer und Temperatur ergeben, und zwar in Abhängigkeit von der Zusammensetzung und dem morphologischen Aufbau der Hölzer. Laubhölzer lassen sich leichter zerlegen als Nadelhölzer. Bei den Hackspanaufschlüssen wurden zumindest 90% des Gesamtligins und gegen 80% des Gesamtpentosans gelöst. Das aufgeschlossene Material ließ sich im Opener leicht auffasern. Zellstoffe, die aus normalem Hackspanmaterial erhalten und keiner Nachbehandlung unterzogen wurden, zeigten die in Tabelle Abb. 5 angegebenen Kennzahlen<sup>17)</sup>. Nach der Bleiche ergeben sich Ausbeuten an Cellulose von 42 bis 46%, bezogen auf das ursprüngliche, absolut trockene Holz.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß verschiedene Hölzer durch thermische Einwirkung von mittleren Alkohol-Wasser-Gemischen einer weitgehenden Zerlegung zugeführt werden können, wobei eine wenig verunreinigte und nicht angegriffene Cellulose und ein chemisch wenig verändertes Lignin erhalten werden. Inwieweit die Trennungsmöglichkeit der Holzbestandteile mit solchen und anderen binären Gemischen einen tieferen Einblick in die Chemie des Holzes gewährt und einen neuen Weg des Holzaufschlusses eröffnet, wird durch weitere Experimentaluntersuchungen ermittelt werden.

[A. 74.]

<sup>13)</sup> A. Friedrich, Mikrochemie VII [1929].  
<sup>14)</sup> E. Hägg lund u. Urban, siehe oben.  
<sup>15)</sup> A. Friedrich, Ztschr. physiol. Chem. 176, 127 [1928].  
<sup>16)</sup> E. Wedekind u. J. R. Katz, Ber. Dtsch. chem. Ges. 62, 1172 [1929].  
<sup>17)</sup> Alphazahl nach H. Bubeck, Papierfabrikant, Festheft 1926, S. 66; Kupferzahl nach Schwalbe-Hägg lund; Lignin nach J. König, siehe bei Schwalbe-Sieber.