

Die Nutzbarmachung minderwertiger Hölzer und des Abfallholzes.

Von Prof. Dr. CARL G. SCHWALBE, Eberswalde.

Nach dem am 26. Juni in Königsberg vor dem Deutschen Forstverein gehaltenen Vortrag.

(Eingeg. 7. Juli 1929.)

Auf dem Brennholzmarkt haben sich in den letzten Jahren ernste Absatzschwierigkeiten ergeben, die einerseits auf den scharfen Wettbewerb von Steinkohle, Braunkohle und „Fergas“, andererseits darauf zurückzuführen sind, daß sich die Holzverkohlungsindustrie in einem Niedergang befindet. Die Betriebseinschränkungen in der Holzverkohlungsindustrie müssen auf den Wettbewerb des synthetischen Methanols und der synthetischen Essigsäure zurückgeführt werden, welche Stoffe von der I. G. Farbenindustrie-A.-G. aus Wassergas bzw. aus Calciumcarbid erzeugt werden. Es erscheint deshalb notwendig, neue Absatzmöglichkeiten für Brennholz und andere minderwertige Holzsortimente zu ersinnen. Es ist die Aufgabe der forstchemischen Technologie, derartige technische Probleme wissenschaftlich unter steter Wahrung wirtschaftlicher Gesichtspunkte zu bearbeiten. Einschlägige Versuche sind pflichtgemäß in der Versuchsstation für Holz- und Zellstoffchemie in Eberswalde durchgeführt worden. Über die Ergebnisse soll nachstehend berichtet werden. Es ist jedoch vorher notwendig, eine Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Technik auf dem Arbeitsgebiet der forstchemischen Technologie zu geben, bevor die Möglichkeiten neuer Nutzungen der minderwertigen Hölzer erörtert werden können; auch ist es erforderlich, den Begriff der minderwertigen Hölzer etwas schärfer zu umreißen. Je nach dem Standpunkt des Erzeugers oder Verbrauchers wird dieser Begriff schwanken müssen. So ist beispielsweise für die Holzstoff- und Zellstoffindustrie der Begriff ein anderer als für die Sägewerke oder die Holzverkohlungsindustrie. Bei den nachstehenden Betrachtungen sollen als minderwertiges Holz angesehen werden das Brennholz, die Knüppel (Prügel) und das Reisig. Als Abfallholz sollen alle Abfälle bezeichnet werden, welche die Holzverarbeitenden Industrien liefern, also etwa Säumlinge, Schwarten, Sägemehl und dergleichen.

Die Industrien, welche das Holz chemisch-technisch verarbeiten, können in zwei Gruppen geteilt werden: Die erste, bei welcher der mechanische Prozeß die Hauptrolle spielt, die chemischen Vorgänge eine Nebenrolle; die zweite, bei welcher tiefgreifende chemische Eingriffe in die Holzsubstanz vorgenommen werden. Wichtige Industrien der ersten Gruppe sind die Kunstholzindustrie und die Holzstoffindustrie. Die **Kunstholzindustrie** beschäftigt sich damit, die kleinstückigen Industrieabfälle durch Druck und durch Bindemittel wieder zu größeren Gebilden zu vereinigen und als Kunstbretter oder Kunststein zu verwerten. Man kann die Holzabfälle, etwa das Sägemehl, unter starkem Druck und Beigabe von Harzen, Leinöl und anderen Klebemitteln zu sehr festen und dichten Körpern zusammenpressen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, anstelle der organischen Bindemittel mineralische anzuwenden und durch Zemente aller Art eine Bindung der Holzteilchen zu erreichen. Die **Holz-zementindustrie** hat in den letzten Jahren auch in Deutschland einen gewissen Aufschwung genommen, nachdem diese Verfahren schon vorher in den Vereinigten Staaten entwickelt worden sind, die auch solches Kunstmaterial nach Deutschland einführen. Die Holz-zementplatten sind allem Anschein nach für den Innen-

ausbau von Häusern vorzüglich geeignet, schallsicher, schlechte Wärmeleiter, leicht bearbeitbar und genügend widerstandsfähig bei verhältnismäßig geringem spezifischen Gewicht. Hoffentlich wird diese Industrie sich weiter ausbreiten und so erhebliche Mengen von Abfallholz einer sehr nützlichen Verwendung zuführen.

Weit bedeutender als diese noch in der Entwicklung begriffene Kunststein- und Kunstholzindustrie ist die seit etwa 80 Jahren bestehende **Holzstoffindustrie**, welche Holz in einen für die Papierherstellung brauchbaren Faserbrei verwandelt. Bekanntlich werden gradwüchsige Holzstempel vorzugsweise von Fichte, in sehr geringem Ausmaß von Kiefer, Aspe oder Pappel an Schleifsteine aus Sandstein angedrückt. Die scharfen Quarzkörner dieser Steine reißen Fasern aber auch Fasertrümmer vom Holzkörper los, die in ihrer Gesamtheit dann den sogen. Holzstoff oder Holzschliff ausmachen. Das Zeitungspapier besteht zu 75–80 % aus solchem zerfaserten Holz. Der Prozeß der Zerfaserung muß sich in Gegenwart von Wasser vollziehen, um zu weitgehende Erhitzung und Verbrennung des Holzes zu vermeiden. Der Umsatz mechanischer Kraft in Wärme ist so bedeutend, daß Temperaturen von 50–60° und darüber erhalten werden. Bei diesen Temperaturen vollzieht sich neben einer erheblichen Erweichung schon eine gewisse Lösung der Bestandteile des Holzes. Es werden Spuren von organischen Säuren, von Ameisensäure und Essigsäure, abgespalten, wodurch das im Schleifprozeß befindliche Holz eine günstige Quellung erfährt, welche die Loßbreiung der Fasern erleichtert. Das gradwüchsige Holz ist begreiflicherweise notwendig, wenn man die Zerfaserung an einem Schleifstein vornehmen will. Erforderlich ist auch eine sorgfältige Entrindung, da die braunen Rindenteilechen in dem Holzstoff diesen unverkäuflich machen würden. Infolgedessen kann man krummwüchsiges Holz nicht verwenden, obwohl eine solche Verwendung im Interesse der Nutzbarmachung minderwertiger Hölzer, etwa Brennholz, Knüppel und Reisig sehr wünschenswert wäre. Man wird ganz neue Wege gehen müssen, um krummwüchsiges Holz und die genannten Holzsortimente zu verwerten. An Stelle der Verarbeitung der Holzstempel am Schleifstein muß die Verarbeitung von kleinstückigem Holz treten. Man hat die Zerfaserung von kleinstückigem Holz in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts versucht. Die Ingenieure Kirchner und Rasch haben ein Quetschverfahren ausgebildet, bei welchem das durch Kochen in Wasser erweichte kleinstückige Holz (Hackspäne) in schweren Kollergängen zermalmte wurde, und durch eine ausgiebige Sortierung brauchbare Fasermassen erhalten wurden. Das Verfahren hat sich jedoch in Schweden, wo man es auszubilden bemüht war, nicht gegen den Wettbewerb der üblichen Holzschleiferei mittels Schleifsteinen behaupten können. — Gegenwärtig macht man in den Vereinigten Staaten große Anstrengungen, um in einer Maschine, welche im Gegensatz zum Kollergang kontinuierlich arbeitet, in der „Stabmühle“ die Zerfaserung kleinstückigen Holzes, welches zuvor einer Erweichung unterzogen war, zu bewerkstelligen. Die Stab-

mühle besteht aus einer Eisentrommel, in welcher schwere Stahlstäbe, welche so lang sind wie die Trommel, durch Umdrehung der Trommel¹⁾ übereinanderrollen und das dazwischen gebrachte kleinstückige Holzmaterial zerquetschen, ohne es zu zerreiben, wie dies bis zu einem gewissen Anteil bei der Arbeit des Schleifsteines unvermeidlich ist. An Stelle der mechanischen Arbeit im Kollergang oder der Stabmühle hat man auch die Zerkleinerung durch explosionsartige Auflockerung mittels Dampf versucht. In den Vereinigten Staaten wird sehr weitgehend zerkleinertes Holz, jedoch nicht Sägemehl, in Druckgefäßen während kurzer Bruchteile von Minuten auf einen Druck von 100 at gebracht. Der Druck wird plötzlich von 100 auf 0 at herabgesetzt, wo durch eine explosionsartige Ausdehnung des in den Holzmembranen eingeschlossenen Dampfes sich vollzieht, was eine Zersprengung der Faserbündel zur Folge hat. Die Masonit Company in Laurel, Mississippi, U. S. A., stellt nach diesem Verfahren einen recht brauchbaren Rohstoff für die Pappenfabrikation dar.

Von der lockernden Wirkung des Dampfes ist übrigens schon in einer älteren Industrie Gebrauch gemacht worden. In der sogenannten **Braunholzstoff-Industrie** unterzieht man zunächst die Holzstempel einer ausgiebigen Dämpfung mit Wasserdampf unter Druck, worauf eine Zerkleinerung an Schleifsteinen erfolgt. Bei dieser Dämpfung ist unvermeidlich eine Gelb- bis Braunfärbung der Holzfaser, so daß dieses Material nur für die Pappenfabrikation (Lederpappen) brauchbar ist. In neuester Zeit soll man in der Tschechoslowakei (Lignocell-Verfahren) durch eine Kombination von Dämpfung und Auskochung mit Wasser unter Druck die Braunfärbung vermeiden können, so daß derart vorbereitete Holzstempel in der Schleifarbeit nahezu weiße Fasermassen ergeben. — Man könnte die oben erwähnte Arbeitsweise der Masonit-Company in gewissem Sinne als eine Fortentwicklung der Braunholzindustrie betrachten. Wesentlich für die Lösung des hier vorliegenden Problems sind Verfahren zur Erweichung von kleinstückigem Holz und brauchbare Maschinen zur nachträglichen Zerkleinerung der erweichten Holzstücke.

Eine Voraussetzung für eine solche kommende Industrie, wenn sie sich nicht auf das Industrie-Abfallholz beschränkt, ist die Entrindung der minderwertigen Hölzer. Diese Entrindung wird gegenwärtig sowohl bei der Holzstoffindustrie als auch bei der Holz Zellstoffindustrie durchgeführt, indem man entweder die geraden Holzstempel in Schälmaschinen von den Rinden- und Bastresten befreit, oder durch Reibung der Holzstempel aneinander in geeigneten Maschinen, neuestens in der Thorne-Maschine, die Rinde entfernt. Während die Schälmaschinen die Rinde sowohl bei frischem wie bei lange gelagertem Holz selbstverständlich gleich gut entfernen, kommt es bei der Entrindung durch Abreibung sehr auf das Lageralter des Holzes an. Ist die Rinde sehr zusammengetrocknet, so läßt sie sich schwieriger abreiben als Rinde von kurz gelagertem Holz. Man hat die Entrindung durch Dämpfung und Kochen mit Wasser schon seit langem versucht. Es sind z. B. von forstlicher Seite fahrbare Apparaturen ersonnen worden, welche die Entrindung im Walde durch Dampf vorzunehmen gestatten. Es hat sich nun gezeigt, daß man die Rinde durch Zusätze von Chemikalien, welche je nach der Holzart sauren oder basi-

schen Charakter tragen können, weitgehend erweichen kann, so daß sie sich nachträglich viel leichter abreiben läßt, als wenn man nur mit Dampf oder Wasser allein eine Erweichung anstrebt²⁾. Es wird demnach möglich, auch minderwertige Hölzer, welche nicht grade gewachsen sein brauchen, von der Rinde zu befreien, indem man die durch Chemikalien und Wasser oder Dampf erweichte Rinde in Trommeln, welche mit den groben Klötzen von minderwertigem Holz oder Stücken von Holzprügeln oder stärkerem Reisig gefüllt sind, durch Umdrehung der Trommel abreiben läßt.

Diese Entrindung ist, wie schon erwähnt, auch für die **Holzzellstoff-Industrie** eine Vorbedingung. Bei der Holzzellstoffherstellung wird das Holz entweder mit Alkalien unter Druck oder mit Calciumbisulfatlösung unter Druck behandelt. Hierdurch geht die verholzende Materie, insbesondere das Lignin, in Lösung, während die faserige Cellulose zurückbleibt. Bei der sogenannten alkalischen Kochung können geringe Verunreinigungen des in Hackspanform angewendeten Holzes durch Rindenteile in den Kauf genommen werden, weil sie im Kochprozeß verschwinden. Bei der sogenannten sauren Sulfatkochung aber dürfen solche Rindenteile nicht vorhanden sein, weil sie den Kochprozeß überstehen und den fertigen Zellstoff unverkäuflich machen. Nun hat sich die alkalische Kochung nur in dem wenig dicht bevölkerten Skandinavien und neuerdings auch in den Südstaaten von Nordamerika entwickeln können, weil mit der Herstellung des Holzzellstoffes mit Hilfe von Alkalien und Schwefelnatrium — welches letzteres qualitäts- und ausbeuteverbessernd wirkt — sehr unangenehme Gerüche verbunden sind oder doch waren. In Deutschland dagegen sind dieser Industrie große Konzessionsschwierigkeiten entstanden. Die Mehrzahl aller Fabriken, welche Holzzellstoff herstellen, arbeiten nach dem Sulfatverfahren, müssen also die Rinde auf das sorgfältigste und vollständigste entfernen, was bisher nur bei gradwüchsigem Holze möglich ist³⁾. Krummwüchsiges Holz und mindere Holzsortimente sind bislang von der Verwendung für Holzzellstoff ausgeschlossen, wenn nicht eine völlige Entrindung gewährleistet werden kann. Dies ist nach den in Eberswalde durchgeführten Versuchen wohl möglich, wie in der „Lehrschau Holz“ in Königsberg an ausgestellten Probestücken gezeigt wurde. Die angedeutete Methode der Entrindung läßt sich auch auf ganz junge Durchforstungshölzer anwenden, die man bisher im Forstbetriebe nicht gewinnen kann, weil die Hauungskosten höher sind als der Wert des bei der Durchforstung gewonnenen Holzes. Unterwirft man diese ganz jungen Stangen der Entrindung, so bekommt man ein stark ästiges Holzmaterial, welches sich aber überraschenderweise in dem gewöhnlichen Sulfatkochprozeß zu einem blendend weißen Zellstoff verkochen läßt, wobei die Äste bis auf geringe Spuren vollständig verschwinden. Es bietet sich also nunmehr die Möglichkeit, eine gründlichere Durchforstung in jüngeren Lebensaltern des Bestandes durchzuführen zum Nutzen der Forstwirtschaft. Aber auch die Gewinnung eines Zellstoffes, der nicht mehr der Bleiche bedarf, aus solchen Durchforstungshölzern ist bemerkenswert.

²⁾ Ausstellung auf der Lehrschau Holz in Königsberg.

³⁾ Neustens werden Sägewerkabfälle nach möglichst sorgfältiger Aussortierung der Rindenteile auf Zellstoff minderer Qualität verkocht.

¹⁾ Vgl. Ztschr. angew. Chem. 42, 716 [1929].

Für Holzmaterial, bei welchem die Entrindung aus irgendwelchen Gründen eine nicht vollständige gewesen ist, kann man jetzt nach dem Sulfilverfahren einen Zellstoff erzeugen, bei welchem die Rindenreste in dem fertigen Zellstoff nicht mehr sichtbar sind. Durch gewisse Abänderungen des üblichen Sulfikochprozesses hat es sich ermöglichen lassen, daß auch die Rindenteile aufgeschlossen werden und Fasermaterial ergeben⁴⁾. Die Farbe derartiger Zellstoffe ist ein gelbliches Braun, so daß sie nur für Packpapier und dergl. verwendbar sind.

Einen sehr kräftigen Eingriff in die Holzsubstanz bedeutet auch das Verfahren der **Holzverzuckerung**, welches sich gegenwärtig Bergius in Deutschland einzuführen bemüht. Durch sogenannte überkonzentrierte Salzsäure (40–42% Chlorwasserstoff) kann man nach Willstätter die im Holz enthaltene Cellulose zur Quellung und Lösung bringen und in Traubenzucker verwandeln, während das Lignin in der Säure unlöslich ist. Die Traubenzuckerlösung kann nach Bergius mit Hilfe von zerstäubten heißen Heizölen von dem Wasser und der Salzsäure befreit werden, so daß man einen pulverförmigen Holzzucker erhält. Dieser Holzzucker soll als Futtermittel, insbesondere bei der Schweinemast Verwendung finden. Nach Angaben der Hydrolyse A.-G., welche Bergius zur Ausarbeitung des Verfahrens gegründet hat, soll man die Wirtschaftlichkeit dadurch erreichen, daß man von minderwertigem Holz, nämlich von Knüppel und Reisig, trotz der hohen Rindenprocente ausgehen kann. Es wird erhofft, daß der Holzzucker bei der Schweinemast die von dem Ausland eingeführten Mais und Gerste ersetzen kann. Bezüglich der Holzart muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß die Holzverzuckerung für den Westen ein Buchenproblem, für den Osten die Verwertung von Fichte und Kiefer bedeutet. Neben diesem Verfahren, welches in einer Versuchsfabrik in Genf technisch gut durchgearbeitet ist, taucht neustens ein weiteres Verfahren der Spritbrennerei Tornesch in Holstein auf. Bei diesem Verfahren sind größere Mengen Säure nicht nötig; es wird nur mit Spuren von Säure gearbeitet. Dennoch soll die gesamte Cellulose, wie bei dem Bergiusverfahren, verzuckert werden. Genauere Angaben über das Verfahren⁵⁾ können aus patentrechtlichen Gründen noch nicht gemacht werden, so daß man abwarten muß, wie sich der Wettbewerb zwischen diesen beiden Verfahren gestaltet und welches als wirtschaftlich bei der Verwertung minderwertiger Hölzer angewendet werden kann.

Das bei der Holzzellstoffgewinnung abfallende Lignin geht in die sogenannte **Sulfitablauge**, welche gegenwärtig den Flüssen zugeführt wird. Auf diese Weise werden ungeheure Mengen organischer Substanz vergeudet, und zum Teil die Flüsse stark überlastet. Man hat außerordentlich viel Arbeit darauf verwendet, die Sulfitablauge in irgendwelcher Weise zu verwerten. Das Problem ist dadurch so schwierig, daß es sich um ganz gewaltige Mengen handelt. Deutschland erzeugt im Jahre 1 Million Tonnen Zellstoff, der mindestens 1 Million Tonnen organischer Substanz in Gestalt von Sulfitablauge entspricht. Man hat den in der Sulfitablauge enthaltenen Zucker durch Vergärung nutzbar gemacht, wodurch aber der Sulfitablauge nur 10% der vorhandenen organischen Substanz entzogen

wurden. Die Herstellung von Gerbstoff und Klebstoff kann sich niemals zu großen Dimensionen entwickeln, weil der Weltmarkt für diese Stoffe nicht genügend aufnahmefähig ist. Abgesehen von den anscheinend nicht dauernd erfolgreichen Versuchen, die Sulfitablauge unter dem Dampfkessel nach gehöriger Eindickung durch Zerstäubung zu verbrennen, ist es in neuester Zeit möglich geworden, eine pulvrige gut filtrierbare Kohle aus der rohen, nicht eingedickten Sulfitablauge abzuscheiden. Nach dem in Eberswalde ausgearbeiteten Verfahren⁶⁾ wird die Sulfitablauge nach Zusatz kleiner Mengen von Schwefelsäure unter Druck erhitzt, wobei 80% der organischen Substanz in Gestalt von Kohle erhalten werden, welche auf besonderen Rosten, ähnlich wie die 40–60% Wasser enthaltende Rohbraunkohle verbrannt oder durch Brikettierung in eine Form gebracht werden kann, welche auf den gewöhnlichen Rostsystemen verbrennbar ist.

Bei der Holzverzuckerung fällt das Lignin als trockene Masse von Holzfaserstruktur an. Es ist gegenwärtig noch nicht gelungen, hieraus durch weitere chemische Eingriffe oder durch Trockendestillation wertvolle Erzeugnisse zu gewinnen, so daß man dieses Lignin ebenfalls vorläufig nur durch Verbrennung nutzbar machen kann. Die Aussicht zur Verkohlung in Zukunft nur das Lignin zu verwenden, ist gegenwärtig also noch in sehr weiter Ferne. Zur Zeit muß man noch, wenn es sich um die Gewinnung von Verkohlungsprodukten handelt, mit der Verkohlung des gesamten Holzes, also von dessen drei Hauptbestandteilen: Cellulose, Holzgummi und Lignin rechnen. Die gegenwärtige **Verkohlung in Retorten** leidet unter dem Übelstand, daß die Wärmeübertragung von der Eisenwand durch Lufthüllen zum Holzkörper eine sehr schlechte ist. Da auch die Holzsubstanz ein schlechter Wärmeleiter ist, erfolgt bei der großen Zahl von Lufthüllen im porösen Holzkörper selbst der Wärmeaustausch außerordentlich langsam, was die lange Zeitdauer der Verkohlung (etwa 72 Stunden) zur Folge hat. Man kann die Wärmeübertragung durch einen Ersatz der Luft als Wärmeüberträger durch konzentrierte Salzlösung außerordentlich beschleunigen. Da man ferner in konzentrierten Salzlösungen die Holzsubstanz zur starken Quellung bringen kann, ergibt sich die Möglichkeit, chemische Eingriffe, welche schließlich zur Verkohlung führen können, an dieser stark gequollenen Holzsubstanz sehr rasch durchzuführen. Wie sich in Eberswalde⁷⁾ herausgestellt hat, kann man durch Zugabe kleiner Säuremengen zur Salzlösung oder durch Anwendung einer Salzlösung, welche verhältnismäßig leicht eine Säure abspaltet (Magnesiumchlorid, Salzsäure) zu einer Naßverkohlung gelangen, wenn man Temperaturen von 180° und einen Druck von 5–10 at obwalten läßt. Es vollzieht sich dann innerhalb von etwa 8 Stunden eine weitgehende Verkohlung, indem die Cellulose des Holzes zunächst in Zucker übergeht, der unter der Wirkung der Säure und verhältnismäßig hoher Temperatur verkohlt und dann die weiteren Holzbestandteile zersetzt und in Mitleidenschaft zieht. Der Hauptvorteil dieser Naßverkohlung ist aber, daß die abgespaltene Menge von Holzgeist und Essigsäure nicht längere Zeit mit hoch erhitzten Gefäßwandungen in Berührung kommen, wobei sie Zersetzung erleiden kön-

⁶⁾ Auf der „Lehrschau Holz“ in Königsberg ausgestellt. Vgl. auch Schwalbe, Die Naßverkohlung von Holz und Sulfitzellstoffablauge, Papierfabrikant 27, 309–311 [1929].

⁷⁾ Präparate, ausgestellt auf der „Lehrschau Holz“ in Königsberg.

⁴⁾ Ausstellung auf der „Lehrschau Holz“ in Königsberg.

⁵⁾ Vgl. H. Bausch, Ztschr. angew. Chem. 42, 790 [1929].

nen, sondern bei sehr mäßigen Temperaturen (180°) sofort abdestilliert werden. Die Ausbeuten an Essigsäure sind um die Hälfte höher, und Ähnliches gilt von der Holzgeist-Ausbeute, wie durch Versuche in halotechnischem Maßstabe in einer Versuchsanlage in Pirna bei der Firma Hoesch & Co., Sulfitcellulosefabriken, durch eine größere Reihe von Versuchen bewiesen worden ist⁸⁾.

Es ist zu hoffen, daß durch diese neue Modifikation der Verkohlung die in ihrer Wirtschaftlichkeit schwer bedrohte Holzverkohlungsindustrie wieder lebensfähig gemacht werden kann, um so mehr, als die Holzverkohlung nun nicht mehr auf Scheitholz als Rohstoff angewiesen ist, sondern auch Knüppel und Reisig verarbeiten kann; denn, um eine Naßverkohlung durchführen zu können, muß man ja das Holz so weit zerkleinern, daß es völlig von der Salzlösung durchdrungen werden kann. — Neben der Retortenverkohlung hat man für Holzabfälle, also minderwertiges Holz, versucht, das Schwelverfahren von der Braunkohle auf Holz zu übertragen, und hat transportable Apparatypen ersonnen, mit deren Hilfe es möglich sein soll, den Holzabfall im Walde schon zu erfassen und zur Verkohlung heranzuziehen.

Für die Nutzung von Industrieabfällen muß endlich der Verbrennung des Holzes gedacht werden⁹⁾. Man versucht angeblich gegenwärtig in Schweden mit Erfolg aus Sägemehl Briketts zu pressen, welche im Feuer beständig sind, also nicht zerfallen, und die sich in ihrem Preise billiger stellen als die Braunkohlenbriketts, die auf dem schwedischen Markte von Deutschland angeboten werden.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß die endgültige Lösung einer Reihe von Problemen neue Zukunftsaussichten für eine Nutzbarmachung der minderwertigen Hölzer eröffnet. Es sind dies, um sie noch einmal zusammenzufassen: die Entrindung, die Erwei-

⁸⁾ Vgl. auch Schwalbe, Papierfabrikant 27, 309—311 [1929].

⁹⁾ Für die Verbrennung von Holzabfällen sind Dauerrostkonstruktionen, insbesondere in Sowjet-Rußland, entwickelt worden, neben den schon älteren Tiepenrostkonstruktionen.

chung des Holzes durch chemische Mittel und seine mechanische Zerfaserung, während bei anderen Verfahren: Holzverzuckerung, Naßverkohlung, Sulfitlaugenverkohlung, wesentliche technische Schwierigkeiten nicht mehr bestehen.

Es soll nun noch schließlich zusammengestellt werden, in welcher Weise die wichtigsten deutschen Holzarten: Fichte, Kiefer, Buche, am zweckmäßigsten verwertet werden. Von der Buche ist zu sagen, daß sie für die Herstellung von Holzstoff wegen ihrer Kurzfasrigkeit und in Rücksicht auf andere Umstände nicht geeignet erscheint, daß sie aber sehr wohl für die Gewinnung von Zellstoff für die Verzuckerung und Naßverkohlung in Frage kommt. — Von der Fichte ist festzustellen, daß sie in erster Linie für Holzstoff und Zellstoff Verwendung finden könnte, weil sich in viel Jahrzehnte langer Erfahrung der ganzen Welt herausgestellt hat, daß keine andere Holzart so vorzüglich für die Fasergewinnung geeignet ist wie gerade die Fichte. Man sollte also diese schon in den jugendlichen Stadien als ganz junge Durchforstungshölzer nach Entrindung auf Faserstoff verarbeiten, auch alles krummwüchsige Holz einer solchen Verwendung nach gehöriger Entrindung zuführen.

Die Kiefer könnte in ähnlicher Weise in erster Linie für Faserrohstoff genutzt werden, wenn es gelingt, sie in dem sogenannten Sulfitverfahren auf Faserstoff zu verarbeiten. Für Holzstoff erscheint sie in Rücksicht auf ihren Harzgehalt nicht so geeignet wie die Fichte. Selbstverständlich kann man sie zur Verkohlung und zur Verzuckerung ohne Schwierigkeit heranziehen. Die Aussichten für eine baldige bessere Verwertung der Brennholzknüppel und Reisisortimente sind also durchaus günstig. Gelingt es, diese minderwertigen Hölzer den gekennzeichneten Verwendungen zuzuführen, so wird damit gleichzeitig erreicht, daß der schon jetzt bestehende Mangel an Papierholz (Fichte) gemildert werden kann. Dies würde eine erhebliche Verminderung der Papierholzeinfuhr und damit eine Besserung der Handelsbilanz bewirken können, zum Nutzen der deutschen Forstwirtschaft, der Holzstoff- und Zellstoffindustrie und so auch zum Nutzen für die deutsche Volkswirtschaft. [A. 126.]

Über die Kompressibilität des Äthylens.

Von H. DANNEEL, Münster, und HUGO STOLTZENBERG, Hamburg.

(Eingeg. 18. Juni 1929.)

Auf Anregung der Firma Stoltzenberg wurden von Prof. Hermann Richter in Hamburg eingehende und vielseitige Versuche über den Wert des Äthylens im Vergleich mit Acetylen für das Schweißen und Schneiden von Metallen angestellt. Das Ergebnis war in großen Zügen, daß sich Äthylen zum Schweißen von Leichtmetallen besser eignet als Acetylen, hauptsächlich, weil es eine sogenannte weichere Flamme gibt. Voraussetzung dafür ist die Verwendung geeigneter Brenner. Beim Schneiden bietet es gegenüber Acetylen gewisse wirtschaftliche Vorteile. Daher ist die Einführung des Äthylens in die Schweißindustrie als ein wertvoller Fortschritt zu buchen. Ein Vorteil ist, daß die Gasflaschen mehr Äthylen aufnehmen als Acetylen, auf Calorien berechnet.

Es zeigte sich nämlich bei den technischen Füllungen der Gasflaschen, daß das Äthylen sich in den in

Frage kommenden Druckgebieten weit leichter komprimieren läßt, als die Gastheorie es voraussehen läßt. Man kann 14—15 kg Äthylen in eine normale Gasflasche von etwa 40 l einfüllen, ohne die vorgeschriebene Druckgrenze von 190 at bei 40° zu überschreiten. Das sind etwa 5000 Mol, d. h. 12,5 Mol pro Liter, die nach dem Gasgesetz $p \cdot v = R \cdot T \cdot n$ bei 15° etwa 300, bei 40° einen Druck von 320 at haben sollten. Es tritt also bei der Kompression neben den in der Nähe des kritischen Punktes üblichen Abweichungen von normalem Verhalten noch eine weitere durch eine reversible Assoziation der Äthylenmolekeln verursachte Abweichung ein. Das wurde schon von A m a g a t in seinen klassischen Messungen¹⁾ festgestellt. Die dort und auch sonst viel gebrauchte Form der tabellarischen Niederlegung, die Werte von $p \cdot v$ als Funktion von p angibt,

¹⁾ Ann. Chim. Phys. (6) 29, 68 [1893].