

teilten und so deren Zersetzung bewirkten. Durch diese, man kann wohl sagen verfehlte Theorie, auf deren Schwächen er schon durch seinen Freund Wöhler hingewiesen wurde, an der er aber hartnäckig festhielt, hat Liebig bewirkt, daß eine systematische Durchforschung des Wesens der Katalyse sehr weit hinausgeschoben wurde. Schönbein ist wohl der einzige gewesen, der sich durch die ablehnende Haltung des Großmeisters der Chemie nicht stören ließ, umfangreiche Untersuchungen über katalytische Vorgänge auszuführen. Doch sind seine Forschungsergebnisse erst Jahrzehnte später wieder ans Tageslicht gezogen, als die Liebigsche Theorie längst aufgegeben war, und eine vorurteilsfreie experimentelle Bearbeitung der Katalyse einsetzte.

In den vorstehenden Verzeichnissen der Praktiker und Theoretiker wird man den Namen eines Mannes vermissen, der für die Entwicklung der Chemie in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts von außerordentlicher Bedeutung gewesen ist, der zeitweilig wie ein König im Reiche der Chemie auf europäischem Boden geherrscht hat: Jöns Jacob Berzelius (1779—1848) hat auf experimentellem Gebiete sehr viel und außerordentlich Tüchtiges geleistet, und gleichzeitig ist er in der Ausgestaltung der theoretischen Chemie mit größtem Erfolge tätig gewesen. Dabei hat er aber eigentlich keine eigenen neuen, grundlegenden Theorien entwickelt, sondern er hat unablässig und, man muß sagen, an führender Stelle den Ausbau des neu aufzuführenden Gebäudes „Chemie“ in verschiedenster Beziehung, wie kein anderer, gefördert. Liebig schreibt von ihm: „Die Ansichten und Theorien von Berzelius waren ein klar formulierter Ausdruck der Ideen seiner Zeit und darum von großem Werte; sie gingen aber keinen Schritt darüber hinaus. Ich will nicht sagen, daß dies ein Fehler ist, aber es würde ein Vorzug gewesen sein, wenn er etwas empfänglicher gewesen wäre für das Schaffen durch den Gedanken, was ich die Poesie des Naturforschers nenne.“

Berzelius steht eigentlich zwischen den beiden genannten Haupttypen der Praktiker und Theoretiker. Wir können ihn kurz als Systematiker oder Organisator bezeichnen. Auch diese Naturen sind für die Wissenschaft außerordentlich nützlich. Es sind die Männer, die für Ordnung sorgen. Die geborenen Verfasser von Lehrbüchern, in denen sie das gesamte Wissen ihrer Wissenschaften, die verwirrende Fülle der Einzeltatsachen systematisch geordnet darzulegen verstehen, dadurch den Überblick ermöglichen und ihre Forschungsgenossen fördern.

Derartige Einteilungen könnten leicht als eine Art Gedankenspielerlei aufgefaßt werden. Es ist ohne weiteres zuzugeben, daß wir auf diese Weise dem Geheimnis des Genies nicht wesentlich näher kommen. Wir können nicht angeben, warum dieser oder jener Forscher etwa als Theoretiker die von ihm gefundenen neuen Gedanken hervorbringen mußte. Solche naiven Forderungen wird man an den Versuch einer Gruppierung der hervorragendsten Naturforscher nicht stellen wollen. Auch gilt hier, und vielleicht mehr als in anderen Fällen, für den einzelnen das Wort Konrad Ferdinand Meyers: „Ich bin kein ausgeklügeltes Buch, ich bin ein Mensch mit seinem Widerspruch.“

Wahrhaft originelle Menschen wird man nie schematisch als ganze Persönlichkeiten in ein System einordnen können. Hat man jedoch in einem hervorragenden Forscher einmal die besondere Art seiner Begabung erkannt, so wird man seinen Leistungen mehr Verständnis entgegenbringen, nach der positiven und nach der negativen Seite hin. Mit anderen Worten, man wird dafür Verständnis gewinnen, daß er vielleicht manches, was ihm anscheinend nahe lag, nicht geleistet hat, eben weil es seiner eigentlichen Forscherbegabung tatsächlich fremd war. Wir wollen einen jeden in seiner Eigenart anerkennen und wollen für das dankbar sein, was er der Wissenschaft geschenkt hat, ohne aber Unmögliches von ihm zu verlangen. Auch der größte Forschergeist hat seine individuellen Grenzen. Ultra posse nemo obligatur!

Zum Schluß sei noch auf ein Beispiel aus der Geschichte der Entdeckungen hingewiesen, das besonders deutlich ersichtlich macht, wie der Anteil an einer einzigen Entdeckung unter Forschern verschiedener Begabung verteilt sein kann. Es ist die Entdeckung des Sauerstoffs, auf deren Geschichte ich kürzlich in dieser Zeitschrift<sup>2)</sup> etwas näher eingegangen bin.

Die beiden eigentlichen „Entdecker“ des Sauerstoffs, C. W. Scheele und Jos. Priestley, waren in den Anschauungen der ihre Zeit beherrschenden Phlogistontheorie so befangen, daß sie nicht nur außerstande waren, die richtige einfache Deutung für die von ihnen beobachteten Erscheinungen zu finden, sondern auch, als diese von anderer Seite gegeben war, sie ablehnten.

Lavoisier seinerseits hatte sich trotz aller ihm in reichlichstem Maße zur Verfügung stehenden äußeren Mittel jahrelang vergeblich bemüht, den Sauerstoff, dem er auf der Spur war, experimentell zu

fassen. Seine Versuche bestanden vorzugsweise in Wägen und Messen, er arbeitete als Physiker. Ihm ist kaum eine einzige grundlegende neue Beobachtung chemischer Art gelungen. Er soll z. B. mehrere tausend Frank aufgewendet haben, allein um die Zusammensetzung des Wassers aus Wasserstoff und Sauerstoff experimentell zu beweisen, ohne damit zustande zu kommen. Cavendish war es, der diesen Versuch zuerst ausführte.

Im Gegensatz zu dem Theoretiker Lavoisier gelang es Scheele scheinbar mühelos, unter den einfachsten Bedingungen eine außerordentlich große Anzahl von Entdeckungen zu machen. Kaum ein anderer hat der Chemie so viel Neues erobert wie Scheele — aber bei der theoretischen Deutung versagte er. Ebenso wie Cavendish, der Entdecker des Wasserstoffs, blieb er zeitlebens Anhänger der Phlogistontheorie. Und geradezu erschütternd muß es wirken, wenn man sieht, wie der andere experimentelle Entdecker des Sauerstoffs, Priestley, noch als alter Mann im Jahre 1800 für die von den übrigen Chemikern längst aufgegebene Phlogistontheorie, der er selbst durch seine Entdeckung die Wurzel abgegraben hatte, eine große Verteidigungsschrift verfaßt und sich mit aller Macht gegen die neue Lehre wehrt.

Erst durch das Zusammenwirken von Praktiker und Theoretiker kommt hier die vollgültige Entdeckung zustande. Man könnte von einer Entdeckungssynthese sprechen. Dabei hat es wenig Zweck, darüber zu streiten, wem das größere Verdienst an der Sache zukommt. Jeder der Beteiligten hat nach bestem Können und Vermögen dazu beigetragen. Wie bei dem Streit darüber, wer der größere Dichter sei, Goethe oder Schiller, können auch wir bei Betrachtung unserer großen Naturforscher sagen: Wir wollen froh und dankbar sein, daß wir ein paar solcher Kerle haben. [A. 40.]

## Die chemische Aufschließung pflanzlicher Rohfaserstoffe: Spinnfaser- und Zellstoffgewinnung.

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

(Schluß v. S. 176.)

Für harzarmes Fichten- und Tannenholz und für die Aspe ist ein weiteres Aufschlußverfahren in Übung, die Aufschließung mit Calciumbisulfitlösung unter Druck. Läßt man in einen Turm, der mit stückigem Kalkstein gefüllt ist, von oben Wasser herunterrieseln und leitet von unten Röstfengase, also schweflige Säure, hinzu, so gelingt es leicht, eine Lösung von Calciumbisulfit zu erzeugen, die noch überschüssige schweflige Säure enthält, eine Flüssigkeit, die geeignet ist, bei einem Druck von 3—5 Atmosphären bei einer Temperatur von 135—150° das Holz aufzuschließen. Die Aufschließoperation vollzieht sich in stehenden, mit säurefesten Steinen ausgemauerten Kochern von sehr bedeutenden Abmessungen. In Redenfelden in Bayern ist ein Kocher im Betrieb, der in einem Arbeitsgange 30 t trocken gedachten Zellstoff zu liefern vermag<sup>18)</sup>.

Bei einer derartigen Kochung entsteht eine Ablauge, die infolge der verhältnismäßig billigen Chemikalien, nämlich Schwefel und Kalk, nicht regeneriert zu werden braucht, deren Beseitigung oder Verwendung aber in Rücksicht auf die ungeheuerliche Menge des Abfallmaterials (mindestens 50% des Holzgewichtes) große Schwierigkeiten bereitet. In Deutschland werden aus 3,5 Mill. Festmeter Holz jährlich 760 000 t Holz Zellstoff nach dem Sulfitzellstoffverfahren erzeugt. Man kann rechnen, daß 800 000 t organische Substanz als Abfall in Form von Sulfitlauge bei dieser Aufschließung erhalten werden. Der größte Teil der Ablauge wird den Flüssen zugeleitet, die ja nach der Wasserführung imstande sind, erhebliche Mengen von organischer Substanz zu verarbeiten. Wird aber die Menge der organischen Substanz zu groß für den sogenannten Vorfluter, so treten Schwierigkeiten auf. Man hat deshalb neuere Zellstoffabriken in der Nähe größerer Ströme oder des Meeres (Waldhof bei Mannheim, Odermünde am Stettiner Haff, Norddeutsche Cellulosefabrik am Königsberger Haff) angelegt. Es ist außerordentlich viel Arbeit auf die Nutzbarmachung der Sulfitablauge verwendet worden, und man hat eine sehr große Zahl von Verwendungszwecken vorgeschlagen und auch praktisch durchgeführt. Aber sei es nun, daß man die Lauge als Klebstoff oder als Gerbstoff als Zusatz zu Färbepulvern bei alkalischer Behandlung von Halbwolle zur Schonung der Tierfasern zugesetzt hat<sup>19)</sup> (D. R. P. 357 831), keine der genannten und fast unzähliger anderer Verwendungszwecke vermögen derartig gewaltige Massen organischer Substanz aufzunehmen. Nachdem die Hoffnungen, die Ablauge als Futter- oder Düngemittel verwerten zu können, immer wieder enttäuscht worden sind, ist es gegen-

<sup>18)</sup> Wochenblatt f. Papierfabrikation, 52, 1936 [1921].

<sup>19)</sup> Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation, Goldberg & Onertz.

<sup>2)</sup> Ztschr. f. angewandte Chemie 35, 645 [1922].

wärtig nur die Verarbeitung auf Brennstoffe, von der eine Beseitigung der Riesenmengen erhofft werden kann. Aber die sparsamste Eindampfung der Lauge mit Hilfe der Wärmepumpe bis zur Sirupkonsistenz und die Verstäubung der Dicklauge als Brennstoff unter den Dampfkesseln ist eine Verwertung, deren Rentabilität noch etwas zweifelhaft erscheint. Jedenfalls ist es zu bedauern, daß die organische Substanz nicht zur Herstellung höherwertiger Stoffe nutzbar gemacht werden kann. Rinman (D.R.P. 285752) hat unter Benutzung eines alten Verfahrens von Drewsen mit Kalk die Schwefelbestandteile durch Erhitzung der Ablauge unter Druck entfernt und die rückbleibende Masse nach Abtrennung des Calciumsulfits einer Trockendestillation unter Zusatz von Ätznatron unterworfen, wobei Aceton und verwandte Öle erhalten worden sind. Der Weltkrieg hat wohl verschuldet, daß diese theoretisch aussichtsreiche Idee der Nutzbarmachung der Ablauge durch Trockendestillation noch nicht in fabrikatorischem Maßstabe erprobt zu sein scheint.

Erfolgreicher ist derselbe schwedische Cellulosefachmann bei der Aufarbeitung der Natronzellstoffabläugen gewesen. Wie erwähnt, werden bisher im Fabrikbetriebe diese Laugen eingedickt und schließlich verbrannt. Rinman (D.R.P. 270929) hat schwefelnatriumfreie Ablaugen zur Trockne gebracht und nach Zusatz von Kalk und Ätznatron destilliert und dabei Methylalkohol und Aceton sowie Acetonöle erhalten. Eine große Fabrik in Regensburg arbeitet gegenwärtig nach diesem Verfahren. Das Verfahren setzt voraus, daß man auch ohne Schwefelnatrium durch Kochung mit Ätznatron allein einen gut brauchbaren Faserstoff erlangt. Es soll dies nach Angaben von Rinman dadurch gelingen, daß der Kochung mit scharfen Alkalien eine solche mit schwachen Alkalien vorgeschaltet wird.

Viele Fachleute stehen im allgemeinen den Stufenkochungen skeptisch gegenüber, indem sie darauf hinweisen, daß eine zweimalige Kochung auch einen mehrfachen Aufwand an Dampf und damit an Heizmaterial bedingt und naturgemäß auch die Arbeitskosten durch eine Doppelkochung wachsen müssen. Andererseits ist nicht zu verkennen, daß eine Schonung des Materials durch solche Vorkochungen möglich ist. Man hat in dieser Beziehung im Versuchsbetriebe günstige Erfahrungen bei der Vorkochung von Esparto und Bambus gemacht, aber in die Fabrikation sind solche Verfahren nicht dauernd eingeführt worden. Um so interessanter werden die in Bälde zu erwartenden Ergebnisse der vorerwähnten Fabrik in Regensburg, welche nach dem Rinman-Verfahren arbeitet, sein.

Die Stufenkochung hat man auch bei den empfindlichen Bastfasern zur Anwendung gebracht. Nach v. Possanner (D.R.P. 297559) ist es zweckmäßig, auf eine saure Kochung, d. h. eine solche mit Calciumbisulfit beim Leinstroh, eine zweite Kochung mit dünnem Alkali folgen zu lassen. Nach Schacht (D.R.P. 306366) erhält man völlig reinen Holzzellstoff, wenn man bei Natronzellstoff, der also alkalisch gekocht worden ist, eine zweite, saure Calciumbisulfitkochung folgen läßt. Verfahren, bei welchen sowohl Säuren wie Alkalien zur Aufschließung pflanzlicher Rohfaserstoffe angewendet werden, sind in neuerer Zeit noch mehrfach in Vorschlag gebracht worden. Erwähnt sei z. B. das Verfahren von Rosenblum (D.R.P. 257544), der mit Ammoniumsulfid, dasjenige der Badischen Anilin- und Sodafabrik (D.R.P. 331950), die abwechselnd mit Ammoniak und Kohlensäure aufschließen will. Bezüglich des ersteren Verfahrens, das theoretisch außerordentlich große Vorzüge zu haben scheint, sei bemerkt, daß Ammoniak und schweflige Säure vereint die Armaturen der Kocher außerordentlich angreifen. Es scheint Ammoniumsulfid geradezu ein gutes Lösungsmittel für Bronze zu sein.

In eigenartiger Weise hat Odlich (D.R.P. 327912) die Veränderung der Acidität der Kochlauge erreicht. Es ist eine in den Sulfitzellstofffabriken längst geübte Technik, nach Erreichung der Reaktionstemperatur von 125° und darüber, einen Teil der freien schwefligen Säure als Gas abzustößen, damit nicht der Druck eine schädliche Höhe erreicht. Man könnte selbstverständlich mit diesem Abstoßen so weit gehen, daß neutrale Sulfite entstehen. Bei Calciumbisulfit würde dies jedoch zur Entstehung unlöslichen Calciumsulfits führen. Nach dem von Odlich vorgeschlagenen Verfahren verwendet man Laugen, wie solche in den Anfängen der Sulfitzellstofffabrikation vielfach in Gebrauch waren, nämlich Gemenge von Calcium- und Magnesiumsulfid, bei dem man von vornherein die Menge der freien schwefligen Säure erheblich geringer halten kann als bei reinen Calciumbisulfitlösungen. Nach einigen Stunden Kochdauer kann aus solchen Lösungen noch schweflige Säure abgeblasen werden, so daß in den Schlußstadien der Kochungen fast neutrale Chemikalien die Aufschließung vollziehen.

Zahlreich sind die Versuche, durch Zusätze zu den üblichen Kochflüssigkeiten eine verstärkte Auslösung von Inkrusten zu erreichen. Immer kehren die Vorschläge wieder, Kohlenwasserstoffe, neuerdings Chlorkohlenwasserstoffe neben Seifenlösungen offenbar zum Zwecke

der Emulgierung von Fett, Wachs und Harz hinzuzusetzen (Peuffaillit, D.R.P. 323668). Theoretisch interessant ist, daß die Salze organischer Säuren eine lösende Wirkung auf die Pentosane oder, allgemeiner gesprochen, die Hemicellulosen, ausüben sollen (Müller und Heigis, D.R.P. 284681). Neben den organischen Säuren hat Max Müller (D.R.P. 323743) auch noch die Phenolate zu gleichem Zwecke empfohlen, und Rinman (D.R.P. 301587) will Salze von Oxy-säuren anwenden.

Zusätze zur Kochflüssigkeit werden auch während des Kochbetriebes gemacht zu dem Zwecke, die Anfangskonzentration der Lauge niedriger halten zu können. Bei der Natronzellstoffkochung muß z. B. mit einem erheblichen Überschuß an Ätznatron gekocht werden. Man macht für die verhältnismäßig geringe Ausbeute des Verfahrens (etwa 30–35%) die lösende Wirkung des Ätznatrons auf bloßgelegte Zellstofffasern verantwortlich. Man hat nun versucht, die zur Aufschließung erforderliche Laugenmenge allmählich während der Kochung in die unter Druck stehenden Kocher einzuspritzen und so dafür zu sorgen, daß Ätznatron nur in den Mengen vorhanden ist, wie es für fortschreitende Aufschließung verbraucht wird. In ähnlicher Weise ist auch versucht worden, bei der Aufschließung von Schilf (D.R.P. 356752) eine Sodaauslösung durch beständiges Durchpumpen durch ein mit gelöschtem Kalk beschicktes Reservoir allmählich ätzend zu machen. Ob die vorgenannten Vorschläge sich bewährt haben, ist noch nicht bekannt geworden.

Bei der Aufschließung unter Hochdruck ist die verhältnismäßig lange Zeit, während welcher in einem allmählich verlaufenden Diffusionsprozeß die schon freigelegte Cellulose den Einwirkungen der Kochflüssigkeit ausgesetzt bleibt, höchst schädlich für deren Festigkeit. Eine Abkürzung der Hochdruckzeit ist daher ein erstrebenswertes Ziel für den Zellstofftechniker. Diesem Ziele läßt sich näherkommen, wenn man mit den chemischen Agzien, welche die Aufschließung bewerkstelligen sollen, die Rohfasern innigst durchtränkt und hierauf in einem rasch verlaufenden Dämpfprozeß bei der erforderlichen Reaktionstemperatur den Aufschluß hervorruft. In dem „Dämpfkochverfahren“ verläuft unter den gekennzeichneten Umständen die Aufschließung äußerst rasch in  $\frac{1}{2}$  bis höchstens 2 Stunden, so daß die Hochdruckperiode ganz erheblich abgekürzt werden kann. Schwalbe<sup>20)</sup> hat dieses Prinzip der Dämpfkochung (D.R.P. 282050) schon vor dem Weltkriege für Sulfitzellstoffkochung angewendet. Kress<sup>21)</sup> hat in den Vereinigten Staaten diese Idee auf den Natronzellstoffprozeß übertragen. Bei dem erwähnten Verfahren ist nicht nur die Zeit, während welcher die Fasern dem hohen Druck ausgesetzt sind, kürzer, sondern damit auch die Gesamtdauer des Aufschließprozesses.

Klason<sup>22)</sup> hat vor längeren Jahren gezeigt, daß man schon bei 110° das Holz mit einer Sulfidlauge aufschließen kann, wenn nur genügend lange Zeit gekocht und von Zeit zu Zeit die Kochflüssigkeit erneuert wird. Willstätter hat in Gemeinschaft mit Clemm und mit der Zellstoffabrik Waldhof (D.R.P. 304215) die Aufschließung bei niederen Temperaturen durch hydraulischen Druck zu beschleunigen gesucht, wodurch größtmögliche Schonung des Fasermaterials erreicht werden kann, da der Hochdruck vermieden wird. Nach Edwards<sup>23)</sup> kann man auch durch eine Tränkung unter starker Luftpressung bei einer gewöhnlichen Sulfidkochung eine Beschleunigung der Kochung erreichen. — Solche Durchtränkungen haben in etwas abgeänderter Form auch schon Eingang in die Praxis gefunden. In der Holzschleiferei ist es nach Enge (D.R.P. 296949) für die Gewinnung eines guten langfaserigen Schlifses außerordentlich vorteilhaft, wenn man mit einer Sulfidlauge unter hydraulischem Druck das zu schleifende Holz vorbehandelt.

Bei den bisher geschilderten Abänderungsvorschlägen ist man bewußt bei der Verwendung altbewährter Chemikalien stehengeblieben, Ätznatron und Schwefelnatrium einerseits, schweflige Säure und Kalk andererseits sind diese Reagenzien. Man hat jedoch auch versucht, vollständig neue Lösungsmittel für das Lignin zu finden und anzuwenden. So löst z. B. nach Pauly (D.R.P. 309551) Ameisensäure oder Essigsäure in Verbindung mit Mineralsäure das Lignin überraschend gut. Nach Schwarzkopf (D.R.P. 318730) sind Säurechloride, nach Schlosser (D.R.P. 328729) sind Amine, nach Hartmuth<sup>24)</sup> (D.R.P. 328783) sind Phenole in Verbindung mit Säuren ausgezeichnete Lösungsmittel für das Lignin. Alle diese vorgeschlagenen Chemikalien sind infolge ihres verhältnismäßig hohen Preises für die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens bedenklich, da sehr erhebliche Wärmemengen aufzuwenden sind, um das Lösungsmittel von dem ausgelösten Lignin durch Destillation zu

<sup>20)</sup> Zellstoff und Papier 1, 11 [1921].

<sup>21)</sup> Wochenbl. f. Papierfabr. 50, 310 [1919] Nr. 6.

<sup>22)</sup> Zellstoffchem. Abhandlungen 1, 105 [1920].

<sup>23)</sup> Papierfabrikant 19, 1000 [1921].

<sup>24)</sup> Die lösende Kraft der Phenole allein für Lignin hat schon Bühler vor langen Jahren festgestellt.

trennen. Weitere nicht unerhebliche Wärmemengen werden erforderlich sein, um den erzeugten Zellstoff von Lösungsmittelresten, die ja loch möglichst quantitativ wiedergewonnen werden müssen, durch Ausdampfen zu befreien. Es ist daher kaum anzunehmen, daß bei der Kostspieligkeit der genannten Stoffe die neuen Lösungsmittel, so interessant sie in wissenschaftlicher Hinsicht auch sind, Eingang in die Praxis finden werden.

Verhältnismäßig leicht zugänglich und in wirtschaftlicher Hinsicht nicht zu kostspielig ist das neuerdings außerordentlich eifrig bearbeitete Chlor. Die Anwendung der Halogene zur Aufschließung von pflanzlichen Rohfaserstoffen ist schon in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts vorgenommen worden. Hugo Müller hat zahlreiche Analysen von pflanzlichen Rohfasern veröffentlicht, bei welchen er mit Bromwasser die Inkrusten hinweggenommen hat. Bei der bekannten Cellulosebestimmungsmethode von Cross und Bevan verwendet man Chlor als das wirksame Agens. Es ist eingangs schon davon gesprochen worden, in welcher Weise wohl das Chlor auf die Inkrusten zu wirken vermag. Die Hauptschwierigkeit bei seiner Anwendung in der Technik liegt in der außerordentlich geringen Tiefenwirkung, welche dieses Agens, sei es in der Form von Chlorwasser oder Gas, auf Rohfaserstoffe ausübt. Holzstückchen zeigen z. B. in einer Chloratmosphäre eine orangegelbe Schicht, die nur Bruchteile eines Millimeters stark ist. Wenn man nun in einem technischen Verfahren einen Aufschluß erzielen will, so muß man entweder das aufzuschließende Material genügend weit zerteilen oder die Tiefenwirkung des Chlors erhöhen. Der erstere Weg ist beschritten worden durch Anwendung der Rohfasern in stark zerkleinertem Zustande, etwa in Hobelspanform, aber es hat sich herausgestellt, daß mit dem Grade der Zerkleinerung die Ausbeute stark absinkt. Durch die Zerkleinerung zu Hobelspänen werden zahlreiche Fasern durchschnitten und alle verletzten Fasern unterliegen einem gesteigerten Angriff des Reagens, wie Waentig<sup>25)</sup> in einer Untersuchung über die Einwirkung verdünnter Schwefelsäure auf Holzstücke und Hobelspäne mit nachfolgender Sulfitkochen nach dem Patent von Bronnert<sup>26)</sup> (D.R.P. 363997) oder König (D.R.P. 284715) nachgewiesen hat. In der Praxis hat man auch Erfahrungen gesammelt über die Verwendung von Holz in Sägemehlform. Es hat sich stets gezeigt, daß mit zunehmender Zerkleinerung die Ausbeuten außerordentlich schlecht werden und nicht, wie man annehmen sollte, das Material, weil mutmaßlich leicht durchtränkbar, leichter aufschließbar wird. Vielleicht ist die innige Imprägnierung mit Fett und Harz, das durch die beim Sägen erzeugte Wärme verflüssigt wird, die Ursache der schlechten Durchtränkbarkeit. Angesichts dieser Tatsache muß man wohl auf weitgehende Zerkleinerung verzichten und versuchen, die Zellmembranen aufzulockern, damit sie der Wirkung des Chlors zugänglich werden. Es ist dies durch alkalische Vorkochen von Pomilio<sup>27)</sup> und Cataldi (F.P. 492222), durch Einweichung in dünnen Alkalilösungen von Waentig<sup>28)</sup> versucht worden. Nach de Vains (Österr. P. 82234) ist es sogar zweckmäßig, eine alkalische Druckkochen anzuwenden, um das pflanzliche Rohfasermaterial in einen Zustand zu versetzen, in dem es leicht von Chlorwasser angegriffen wird. Diese Vorkochen ohne Druck nach Pomilio und Cataldi, mit Druck nach de Vains oder Einweichung nach Waentig bedeutet eine Hydrolyse, wie sie auch bei der oben erwähnten Stufenkochen, der eigentlichen Hauptkochen, unter höherem Druck vorgeschaltet wird. Es ist noch nicht geklärt, ob es zweckmäßiger ist, mit Chlorgas oder mit Chlorwasser zu arbeiten. Für Verwendung des Chlorwassers macht de Vains geltend, daß die bei der Berührung von Chlorgas mit feuchtem Fasermaterial und Wasser auftretende Wärme insofern schädlich wirkt, als die entstehende Salzsäure die Faser korrodiert. Man könnte sich auch vorstellen, daß diese Salzsäure humifizierend auf gelöste Kohlehydrate (Zucker) wirkt. Andererseits ist von Waentig darauf hingewiesen worden, daß man durch Verdünnung des Chlors mit Luft die Erwärmung in mäßigen Grenzen halten kann. — Auf die Behandlung mit Chlorwasser oder Chlorgas in unverdünntem oder verdünntem Zustande muß eine Nachbehandlung folgen, denn die sich bildenden gechlorten Ligninverbindungen sind anscheinend in Wasser nicht genügend löslich. Es bedarf der Alkalien, um sie vollständig aus den Membranen zu entfernen. Es ist dies unbedingt erforderlich, wenn die nachfolgende Chlorkalkbleiche erfolgreich verlaufen soll. Aus der Skizzierung der einzelnen Arbeitsvorgänge: alkalische Vorkochen oder Einweichung, Wäsche, Behandlung mit Chlorgas oder Chlorwasser, Wäsche, alkalische Nachbehandlung, Chlorkalkbleiche ersieht man, daß hier ein typisches Stufenverfahren vorliegt. Bei diesem Verfahren werden als Ablaugen alkalisch reagierende Kochflüssigkeiten bei der Vorkochen einerseits,

verdünntes, sauer reagierendes salzsäurehaltiges Waschwasser andererseits bei der Wäsche des gechlorten Materials erhalten, für deren Unschädlichmachung gegenseitige Neutralisation in Vorschlag gebracht worden ist. Für die Chlorverfahren scheinen die Gräser das beste Rohmaterial darzustellen. Allenfalls ist auch noch das sehr schwammige Pappelholz (Aspe) geeignet, während bei der Aufschließung der dichteren Nadelhölzer die schon betonte geringere Tiefenwirkung des Chlors vorläufig noch hinderlich erscheint. Zwar hat Waentig vorgeschlagen, das Chlorgas unter Druck anzuwenden, aber es muß befürchtet werden, daß unter diesen Umständen die erforderliche Temperaturregulierung große Schwierigkeiten macht. Für alle Chlorverfahren kommen endlich psychologische und physiologische Momente in Frage. Die Arbeit mit Chlor ist äußerst unangenehm. Immerhin verdienen diese Chlorverfahren eingehende Berücksichtigung, weil das chemische Agens der Industrie in sehr großen Mengen zur Verfügung steht.

Wirft man nun die Frage auf, ob es möglich sein wird, mit Hilfe der wenigen wirtschaftlich zugänglichen Chemikalien, wie Alkali, Schwefelnatrium, Schwefeldioxyd, Kalk und Chlor, noch weitere Erfolge bei der Aufschließung zu erzielen, so muß diese Frage unbedingt bejaht werden, wenn systematische wissenschaftlich-technische Studien, insbesondere unter kolloid-chemischen und morphologischen Gesichtspunkten vorgenommen werden. Es wurde eingangs schon betont, daß die kolloide Natur der Fasern bei der Ausarbeitung der technischen Aufschließverfahren berücksichtigt werden muß. Es fehlt aber noch vollständig ein systematisches Studium der wichtigsten kolloid-chemischen Eigenschaften der pflanzlichen Rohfaserstoffe. Die Netzung und Durchtränkung der Fasern mit den Kochflüssigkeiten, die Quellung, welche diese Fasern bei der Durchtränkung erfahren, die Adsorptions- und Diffusionserscheinungen, welche gleichzeitig auftreten, sind durchaus noch nicht genügend studiert. Es liegt so gut wie keine wissenschaftliche Untersuchung über das Verhalten der wichtigsten pflanzlichen Rohfaserstoffe bei den gekennzeichneten physikalischen Vorgängen vor<sup>29)</sup>. Derartige Studien sind Vorbedingung für die Lösung eines der größten Probleme der Aufschließtechnik. Die Lösung der Intercellularsubstanz, damit die Trennung der Einzelfasern voneinander, ist ein besonders erstrebenswertes Ziel. Wie schon hervorgehoben worden ist, haben weder die Textil- noch die Papierfabrikanten Interesse an völlig reinen Cellulosen. Für viele Anwendungszwecke von Textilmaterialien und von Papier würde es vollauf genügen, schmiegsame Fasern zur Verfügung zu haben, wenn sie auch noch in gewissem Grade verholzt sind. Derartig schmiegsame aber noch verholzte Fasern würden die wahren „Halbzellstoffe“ darstellen, die man seit Beginn der Zellstoffindustrie anstrebt, und die in den vorhergehenden Ausführungen flüchtig erwähnt worden sind: Gelbstrahstoff, Kraftzellstoff und Braunschiff. Die Gewinnung derartiger Halbzellstoffe würde gleichzeitig eine teilweise Lösung des Ablaugenproblems bedeuten. Gelingt es, schmiegsame Fasern, etwa in einer Ausbeute von 75% aus Holz zu erhalten (an Stelle von 40–45% jetzt), so ist die Menge der sich ergebenden abfallenden organischen Substanz zum mindesten um 25% geringer als derzeit.

Als ein weiteres außerordentlich wichtiges Problem bei der Verbesserung bestehender Kochverfahren muß es erscheinen, diese für Holzabfall, wie er sich bei der Herrichtung des Nutzholzes in den verschiedensten Teilchengrößen ergibt, nutzbar zu machen. Eng verknüpft mit diesem Problem der Verwertung aller Sägewerksabfälle (bis zu 50% des Rohholzgewichtes) ist dasjenige der Entrindung. Bei der Sulfitzellstofffabrikation kann nur sorgfältig geschältes Holz Verwendung finden, weil Rinden- und Bastteilchen von der Sulfidlauge nicht aufgeschlossen werden. Bei der Natronzellstoffkochen ist eine so sorgfältige Reinigung des Holzes von Rinde und Bast nicht erforderlich, immerhin aber doch für feinere Sorten von Zellstoffen wünschenswert. Gelänge es, das Holz vor der Verarbeitung durch irgendwelche biologische oder chemische Verfahren restlos von der Rinde zu befreien, so würden außerordentlich große Mengen von gutem Holz für die Verarbeitung von Zellstoffen gewonnen werden. Rechnet man doch allein mit 10–20% Schälverlust bei der Sulfitzellstofffabrikation.

Im vorstehenden ist nur derjenigen Rohfaserstoffe gedacht worden, welche in der Weltwirtschaft in allgemeiner Anwendung stehen. Stets ist der Wunsch rege gewesen, den Kreis solcher Rohfaserstoffe noch zu erweitern. Bei der Beurteilung der Brauchbarkeit eines neuen Rohfaserstoffes für Textil- und vor allem für Papierfaserherstellung muß besonders berücksichtigt werden die Menge Zellstoffasern, die in diesem Rohmaterial enthalten ist. Die Erfahrung hat gelehrt, daß 30% Cellulose etwa die untere Grenze darstellen, bei welcher allenfalls noch Aufschließverfahren wirtschaftlich

<sup>25)</sup> Zellstoff und Papier 2, 152 [1922].

<sup>26)</sup> Papierfabrikant 20, 585 [1922].

<sup>27)</sup> Textile Forschung 2, 69 [1920].

<sup>28)</sup> Papierfabrikant 20, 742 [1922].

<sup>29)</sup> Vergl. Schwalbe, Zellstoff und Papier 1, 11 [1921].

sein können. Aber nicht der Zellstoffgehalt des Rohmaterials ist für seine Brauchbarkeit allein entscheidend; mindestens ebenso wichtig, ja sogar noch wichtiger ist die Sperrigkeit des Materials. Je sperriger das Rohmaterial, um so schwieriger, ja unmöglich wird sein Versand zu der Aufschleißstätte, zur Zellstofffabrik. Man muß bedenken, daß beispielsweise in 1 rm Holz etwa 500 kg Holzsubstanz enthalten sind, daß 1 rm gepreßtes Stroh aber nur etwa 150 kg wiegt. Die Sperrigkeit ist demnach von ausschlagender Bedeutung für die Versendung der Rohmaterialien auf weite Strecken, ebenso auch für ihre Stapelung. Auch die Kosten des Sammelns von Rohmaterial müssen beachtet werden; sie können unter Umständen außerordentlich hoch sein. Wenn man unter Berücksichtigung aller dieser Momente die Rohfaserstoffe durchmustert, welche in unserem deutschen Vaterlande etwa noch zur Verfügung stehen, so findet man, daß von Kulturgewächsen neben dem schon verwendeten Stroh noch Flachs und Hanf in Frage kommen. Die Verwendbarkeit des Strohes ist dadurch begrenzt, daß die Landwirtschaft selbst des Strohes als Futtermittel und Streu bedarf. Wenn man auch sagen muß, daß noch größere Mengen von Stroh für die Industrie verfügbar gemacht werden könnten, wenn man als Streu mehr den Torf und weniger das Stroh anwendete, so muß doch auch berücksichtigt werden, daß die Strohernten alljährlich außerordentlich schwanken, so daß die Industrie auf ein in sehr wechselnden Mengen anfallendes und zu sehr verschiedenen Preisen erhältliches Rohmaterial angewiesen ist.

Bezüglich der Flachs- und Hanf-Faserpflanzen scheint es leider als ob die Zunahme des Anbaues wieder zum Stillstand kommt, was außerordentlich bedauert werden muß. Flachs und Hanf liefern außer den Spinnfasern auch noch sehr große Mengen von Holzsubstanz. Man hat berechnet, daß 1 ha Hanf sechsmal soviel Holzsubstanz erzeugt als auf 1 ha Fichtenwald in einem Jahre an Holz zuwächst. Aber diese Holzsubstanz wird nach der Rüste in der Form der kleinen kurzen „Scheben“, erhalten die bei der Aufschleißung einen sehr kurzfasrigen Zellstoff ergeben. Eine Eigenschaft, die nicht etwa durch die Gewinnung hervorgerufen wird; die Fasern sind schon im Holzanteil des frischen Leinstrohes von Natur so kurz. Man wird also nicht erwarten dürfen, einen hochwertigen Zellstoff aus den holzigen Bestandteilen der Flachs- und Hanfpflanzen gewinnen zu können, aber als Zusatzstoffe zu längeren Fasern werden aller Wahrscheinlichkeit nach doch die so reichlich vorhandenen Scheben brauchbar sein. Bis jetzt finden diese nur als Brennmaterial in den Röstanstalten Verwendung. Ein Problem von besonderer Bedeutung ist deshalb der Versuch, die Flachs- und Hanfpflanzen in einem Arbeitsgange auf Spinnfaser und Papierfaser zu verarbeiten und womöglich eine Aufschleißung bei demjenigen Flachs zur Anwendung zu bringen, der zur Herstellung von Leinsamen für Leinölgewinnung angebaut wird. Bei diesem Flachs sind die Fasern zwar nicht so hochwertig wie bei den für die Fasergewinnung angebauten Sorten, aber es ist doch verlockend, die ganze Pflanze mit Umgehung der umständlichen Rüste verarbeiten zu können. Durch Anwendung der erwähnten sauren und alkalischen Aufschleißung nacheinander hoffen v. Possanner und Odlich, dieses Problem zu lösen. Waentig, Kraus und Gierisch (D.R.P. 328034) bezeichnen das Chlor als ein geeignetes Mittel, den Leinstengel in einem Arbeitsgange auf Spinnfaser und Zellstoff zu verarbeiten. Die gleichen Autoren haben schon erfolgreich das Chlor zur „Kotonisierung“ („Verbaumwollung“) von Flachs- und Hanfabfällen angewendet und so bisher nicht verspinbares Material verspinbar machen können.

Von Kulturgewächsen sind die Hopfenranken, das Erbsenstroh, das Bohnenstroh, ja sogar die beim Spargel einmachen in der Braunschweiger Gegend abfallenden Schälspäne für Zellstoffherstellung empfohlen worden. Aber man sollte sich doch darüber klar werden, daß die verfügbaren Mengen nicht einmal ausreichen, um eine kleine Zellstofffabrik während eines Monats mit Rohstoff zu versehen. Man wird dem Zellstofffabrikanten aber auch nicht zumuten dürfen, daß er mehrfach im Jahre die Fabrikation auf einen anderen Rohstoff umstellt. Für den Laien erscheint es fast unverständlich, daß man nicht die zahlreichen wildwachsenden Pflanzen (neben den Abfällen der Kulturpflanzen), die eine Nutzung in der Landwirtschaft nicht finden, wenigstens zur Herstellung von Zellstofffasern heranzieht. In Deutschland hat man während des Weltkrieges den wildwachsenden Pflanzen große Aufmerksamkeit geschenkt und sogar versucht, zu einer Kultur solcher zu schreiten. Neben dem Ginster ist es die Brennessel gewesen, auf die außerordentlich große Hoffnungen gesetzt worden sind. Überlegt man aber, daß für die wildwachsenden Pflanzen die Kosten des Sammelns und diejenigen des Transportes des sperrigen Rohmaterials außerordentlich hohe sind, berücksichtigt man ferner, daß erfahrungsgemäß derartige Materialien einen überraschend hohen Chemikalienverbrauch bei der Aufschleißung zeigen, so vermindern sich die Aussichten für erfolgreiche Einführung neuer, wildwachsender

Faserpflanzen ganz erheblich. Nun hat man freilich die Brennessel in den Niedermoores kultivieren wollen, aber die Brennessel ist eine verhältnismäßig anspruchsvolle Pflanze, wie ihr Gedeihen auf dem Komposthaufen und an anderen stickstoffreichen Örtlichkeiten zeigt. Sie kann ferner auch nicht einmal so viel Fasern liefern als der Flachs, über dessen Kultur zu Beginn des Weltkrieges man reiche Erfahrungen gesammelt hatte, während solche für Brennessel weder in landwirtschaftlicher noch in spinntechnischer Beziehung in ausreichendem Maße zur Verfügung standen. Es ist daher zu bedauern, daß Arbeit, Geld und Zeit nicht mehr dem Flachs- und Hanfbau zugute gekommen sind. Es wäre wohl besser gewesen, die Brennessel da zu belassen, wo man früher allein von ihr zu hören pflegte: in dem schönen deutschen Märchen von den sieben Raben.

Aber Deutschland hat noch andere Faservorräte, auf die von mancher Seite Hoffnungen gesetzt werden. Da ist z. B. der Torf, der zwischen 3–25% Fasermaterial enthalten kann. Immer wieder hat man versucht, diese Fasern für die Papierherstellung nutzbar zu machen. Aber wenn die Torfpapiere gut waren, so stellte es sich heraus, daß sie recht erhebliche Zusätze anderer Fasern erhalten hatten. Bei einer Fabrikation von Torfpapieren mußten mindestens 75% des Torfes als unbrauchbar für die Fabrikation ausgeschieden werden, und zwar im nassen Zustande, so daß eine Verwertung als Brennmaterial außerordentlich erschwert ist. Aber auch die gewonnene Faser genügt doch nur sehr bescheidenen Ansprüchen. Sie war in einem Verrottungsprozeß begriffen, daher ist sie mürbe und unansehnlich braungelb, auch nicht bleichbar, so daß sie nur für gröbere, geringwertige Papiere an und für sich in Frage käme. Es muß bedauert werden, daß man diesem wenig aussichtsvollen Problem der Fasergewinnung aus Torf von seiten der Kapitalisten und Erfinder eine nie ermüdende Aufmerksamkeit geschenkt hat.

Wir haben aber in Deutschland noch einen Rohstoff in so gewaltigen Massen, daß, wie berechnet worden ist, das gesamte Zellstoffbedürfnis Deutschlands aus diesen Vorräten an wild wachsendem Fasermaterial gedeckt werden könnte. Es ist das Schilf und die Binse, die an den Ufern unserer Teiche und Seen in außerordentlich großen Mengen wachsen und deren Beseitigung — bis zu einem gewissen Grade — sogar im Interesse der Fischbewirtschaftung der Gewässer liegt. Aber für die Beurteilung der Brauchbarkeit des Schilfes als Rohmaterial gelten ganz besonders die schon oben angeführten Kriterien: Sperrigkeit und Transport des Rohmaterials sind Schwierigkeiten, die naturgemäß auch beim Schilf im Vordergrund stehen. Hinzu kommt ein weiteres Problem, die Trocknung von Schilf und Binsen. Die „Hydrophyten“, wie diese Wasserpflanzen mit einem schön und geheimnisvoll klingenden Fremdwort in der Tagespresse so häufig benannt werden, müssen den Fabriken, wenn diese regelmäßig durcharbeiten sollen fortdauernd, mindestens aber in einem großen Teile des Jahres in getrocknetem Zustande zugeführt werden. Man kann sich nur schwer vorstellen, wie man bei unseren von Kulturland umgebenen Teichen und Seen das im Sommer oder Herbst geschnittene Schilf trocknen soll. Um so weniger als für die Trocknung nur etwa 100 Trockentage in Rücksicht auf die Witterung zur Verfügung stehen, wie die Erfahrungen der Torfwirtschaft gelehrt haben. Es sind einfach nicht genügend große Flächen dafür vorhanden. Würde man aber im Winter ernten, so ist es wiederum die unzuverlässige Witterung, welche das Einbringen trockenen, lagerfähigen Rohmaterials erschweren wird. Bezüglich der Aufschleißung der Schilfpflanzen bestehen auch noch viel Unklarheiten. Nach den Angaben der Tagespresse sind es bald biologische, bald chemische Prozesse, die zum Ziele geführt haben. Es unterliegt durchaus keinem Zweifel, daß man aus dem Schilf guten Zellstoff machen kann. Diese Erfahrung ist fabrikatorisch in Braila in Rumänien schon vor dem Weltkriege gewonnen worden. Ob aber diese Gewinnung von Schilfzellstoff wirtschaftlicher ist als die gegenwärtige Holz Zellstoffgewinnung, bleibt noch abzuwarten.

Außerordentlich zahlreich sind die Fasermaterialien, welche das Ausland sowohl in der gemäßigten wie in der subtropischen als auch in der tropischen Zone darzubieten vermag. In den Kulturländern, z. B. in den Vereinigten Staaten, hat man immer wieder versucht, die Baumwollstaude, das Leinstroh, den Maisstengel zu verarbeiten. Erfolgreich ist man bisher wohl eigentlich nur bei der Verarbeitung der kurzen Fasern, die an den Baumwollsamenschalen haften, oder in diesen Schalen selbst vorhanden sind, gewesen. Aus diesem Rohmaterial werden in den Vereinigten Staaten erhebliche Mengen von brauchbarer Faser gewonnen. In den Tropen hofft man durch Verarbeitung des Reis- oder Hirsestrohes, des Papyrus und des Bambus noch große Erfolge zu erzielen. Erwähnenswert ist auch das ausgepreßte Zuckerrohr, die Bagasse, das bisher nur als ein nahezu unentbehrliches Brennmaterial in der Zuckerindustrie verwendet wurde.

Bei der Verarbeitung der tropischen Faserschütze muß man besonders eingedenk sein des Umstandes, daß komplizierte Fabrikationen in der

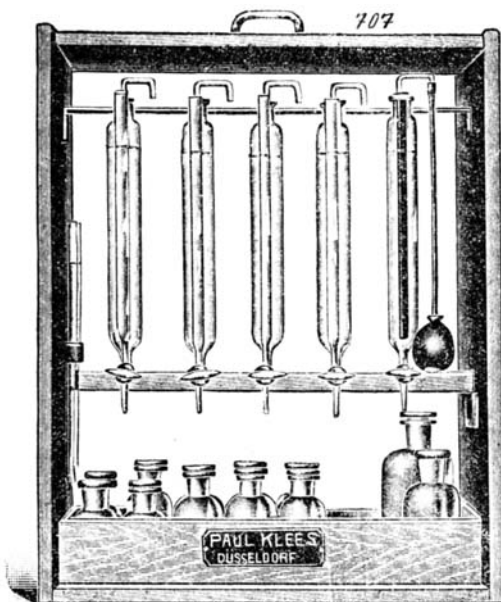


heißen Tropensonne nicht gut durchzuführen sind. Man darf an die Arbeitskraft der Menschen im Tropenklima nicht solche Anforderungen stellen wie in der gemäßigten Zone. Es liegt vielleicht an diesen klimatischen Schwierigkeiten, daß man so oft von der Gründung von Zellstoffabriken für die Verarbeitung von Bambus, Papyrus usw. in den Tropen liest, aber niemals von dem dauernden Betrieb solcher Fabriken. Unter diesen Umständen drängt sich der Gedanke auf, ob man nicht besser in den Tropen nur eine Konzentration der in den Rohfaserstoffen allein wertvollen faserigen Cellulose versuchen sollte. Ist es doch in einer ganz anderen Industrie, der Hüttenindustrie, gelungen, sehr arme Erze durch sinnreiche Aufbereitungsverfahren so weit anzureichern, daß Halden, die aus dem Mittelalter, ja aus der Römerzeit liegen geblieben waren, jetzt mit Nutzen haben verarbeitet werden können. Es sollte auch möglich sein, Verfahren der Konzentration für Rohfaserstoffe zu finden. Wäre es möglich, diese durch einfache Verfahren derart von Inkrusten zu befreien, daß sie mit einem Gehalt an nutzbarer Faser von mindestens 50 % oder besser 70–80 % versendet werden könnten, so wäre die richtige Arbeitsteilung zwischen den Tropen und der gemäßigten Zone gefunden. Welche Arbeitsverfahren hier zum Ziele führen werden, liegt noch völlig im Dunkel. Viele Chemiker werden dem naheliegenden Gedanken biologischer Konzentrationsprozesse mit einiger Zurückhaltung gegenüberstehen. Die Geschichte der biologischen Arbeitsverfahren, sei es die Alkoholgärung oder die Flachs- und Leinwandverarbeitung, zeigt, daß es außerordentlich schwer ist, die kleinen Lebewesen zu einer gleichmäßigen Arbeitsleistung anzuhalten. Unter Berücksichtigung kolloid-chemischer Studien erscheint auch gar nicht aussichtslos, daß rein chemische Verfahren zur Faserkonzentration gefunden werden. Die Faserkonzentration in den Tropen, die Verschiffung der „Faserkonzentrate“ nach der gemäßigten Zone, das Schreckgespenst der Erschöpfung unserer Holzbestände zu verjagen, die gegenwärtig das Hauptfaserreservoir für die gemäßigte Zone darstellen. Die Faserkonzentration ist nicht nur für die Tropen eine schöne und aussichtsreiche Aufgabe, sondern auch für unser Heimatland insofern, als es vielleicht gelingt, aus den Faserabfällen unserer Kulturpflanzen oder wildwachsenden Pflanzen (Schilf) Faserkonzentrate herzustellen. Deutscher chemisch-technologischer Erforschung der Rohfaserstoffe, d. h. wissenschaftlicher Bearbeitung dieser, unter steter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte, bietet sich hier ein noch wenig bebautes, zwar schwieriges, aber auch dankbares Arbeitsfeld. [A. 36.]

## Neue Apparate.

### Wasserprüfer nach Dr. Kattwinkel.

Für die chemische Überwachung von Dampfkesselanlagen sind verschiedene Apparate — beispielsweise von Blacher, Wehrenfennig,



Weißberger, Seldis, Otte — konstruiert worden, mit deren Hilfe an Ort und Stelle Untersuchungen von gereinigtem Kesselspeisewasser vorgenommen werden können. Der Verwendbarkeitsbereich dieser Apparate ist insofern ein beschränkter, als er nur die Kontrolle der

technischen Wasser auf Kesselsteinbildner gestattet, während die Korrosionsbildner nicht bestimmt und kontrolliert werden können. Da es kaum eine chemische Wasserreinigung gibt, die volle Gewähr gegen Korrosionen bietet, sollte die chemische Überwachung sich nicht allein auf Härte und Alkalität erstrecken, sondern auch auf Sauerstoff und Kohlensäure, denn diese Gase sind die Ursache zu den gefährdeten pockennarbigem Anfrassungen der Kesselbleche. Insbesondere bringt beim Oberflächenkondensat der Dampfturbinen und Zentral-kondensation das Vorhandensein von Sauerstoff und Kohlensäure, welche vom Kondensat begierig aufgenommen werden, große Gefahren für das System mit sich, denn Wasser, welches an Null-Härtegrad herankommt, neigt unter dem Einfluß von Luftsauerstoff und Kohlensäure wesentlich mehr zu Anfrassungen als Wasser mit mehreren Härtegraden, weil die Dissoziation schwacher Säuren durch das Fehlen ihrer Salze stark vergrößert wird, wodurch die volle Menge der Wasserstoffen zur Geltung kommt.

Vorrichtungen zur Prüfung des Gebrauchswassers auf Korrosionsbildner sind in den meisten Betrieben nicht anzutreffen. Die Firma Paul Klees, Düsseldorf, hat daher einen Wasserprüfer konstruiert, der sowohl Kesselsteinbildner als auch Korrosionsbildner nach bewährten Schnellmethoden ermittelt. Die Handhabung des Apparates ist so gestaltet, daß jeder intelligente Arbeiter an Hand einer Gebrauchsanweisung die Messungen vornehmen kann. Mit diesem Wasserprüfer kann der Dampfkesselbesitzer sich jederzeit ein vollkommenes Bild über den Zustand des Roh-, gereinigten und Kesselwassers machen.

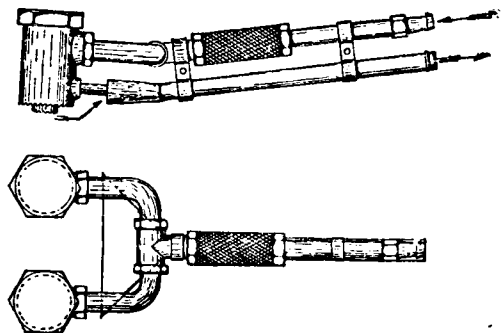
Der Wasserprüfer enthält die Einrichtungen zur Ermittlung von Härtegraden, Alkalität, Chlor oder Chloriden, Sauerstoff, Kohlensäure, Eisen, Dichte, Temperatur. Diese sind in einem tragbaren Kasten untergebracht, dessen Vorder- und Hinterwand abnehmbar ist. Gewicht der gebrauchsfertigen Prüfvorrichtung etwa 10 kg.

Das Wesentliche des Wasserprüfers bilden die fünf Trichtereinrichtungen und die Chemikalien. Letztere befinden sich in einem besonderen, in Fächer eingeteilten, herausnehmbaren Kasten. Der Boden des Wasserprüfers ist mit einer Milchglasplatte ausgelegt, welche ein scharfes Erkennen des Farbumschlages beim Titrieren ermöglicht. Die Titriereinrichtung ist eine automatische Bürette, die so konstruiert ist, daß sie wenig Raum beansprucht. Sie besteht aus der Vorratsflasche (250 ccm fassend) und dem Meßrohr (20 ccm in  $\frac{1}{10}$  eingeteilt). Beide Teile sind durch einen Zweiweghahn miteinander verbunden. Im Hals der Vorratsflasche ist ein Hohlstopfen eingeschliffen, der in eine Brücke ausläuft, an dem ein Druckball befestigt wird.

### Ein neues Werkzeug zum schnellen Kesselsteinentfernen.

Bisher bedeutete das Entfernen von Kesselstein, alter Farbe usw. in stationären Kesseln, Lokomotivkesseln und an Schiffskörpern u. dgl. eine langwierige und entsprechend kostspielige Arbeit. Die Arbeiten wurden mit Pickelhämmern u. dgl. dermaßen ausgeführt, daß die Kesselbleche und Nietköpfe angegriffen wurden. Diese Schädigungen führten oft zu Beanstandungen durch die Kesselrevisionsbeamten, und mit Recht, denn nicht selten wurden Kesselexplosionen durch derartige Materialschwächungen hervorgerufen. Nun gibt es zwar Apparate zum Abklopfen des Kesselsteins, doch versagen diese häufig, besonders bei hartem und starkem Kesselstein. Ganz abgesehen davon waren die Arbeiten infolge der Staubentwicklung im Innern eines Kessels auch gesundheitsschädlich.

Im folgenden ist an Hand der Abbildung ein einfacher Apparat D.R.P. der Preßluftwerkzeugfabrik J. Pätzold, Gera (R.), beschrieben,



der diesen Mängeln abhilft. Dieser Hochleistungsabklopfer, der sich für alle Betriebe eignet, wo Preßluft vorhanden ist, zeigt zwei äußerst rapid wirkende, sich selbst steuernde Hämmer, die mit Doppelzahnungen versehen sind. Durch deren Wirkung werden Druck- und Biegungsspannungen in der Kesselsteinschicht erzeugt, so daß dieselbe in ganzen Schalen losspringt, ohne daß die Bleche angegriffen werden. Dabei läßt sich das Werkzeug durch seine Gelenke für alle unebenen Flächen einstellen, so daß man z. B. ausgebaute Lokomotivkesselrohre von zwei Seiten bearbeiten kann.

Der Luftverbrauch ist äußerst gering, ja die Luft leistet insofern doppelte Arbeit, indem sie nach ihrer Kolbenarbeit injektorartig in einen Trichter wirkt, der mit angeschlossenem Schlauch den Staub abführt, so daß die Arbeit keine gesundheitsschädliche, anstrengende mehr ist.