

Tabelle 3. Sprengtechnische Werte fester und flüssiger Sprengstoffe.

Sprengstoff	Dichte kg/L $\Delta$	Explosions- temperatur $T^\circ$ abs.	Spezifisches Volumen $V_0$ L/kg	Explosionsdruck $P = \frac{1,083 \cdot V_0 \cdot T \cdot \Delta}{273}$ kg'ccm	Detonations- geschwindig- keit D m/sec.	Brisanzwert nach Kast $P \cdot D \cdot 10^{-6}$
1. Ammonitrat . . . . .	1,0	1500	980	5600	3000	17
2. Flüssiger Sauerstoff-Ruß (Flüssigluft-Sprengstoff) . .	0,9	6800	540	12000	4700	56
3. Nitroglycerin . . . . .	1,6	4500	710	18700	7450	140

Für die Ermittlung der Brisanzwerte stehen hier keine experimentellen Daten über die Detonationsgeschwindigkeit hochkomprimierter Gasgemische zur Verfügung. Die Ergebnisse von Messungen in einem Druckbereich von 0,25–15 Atm. sowie theoretisch-physikalische Überlegungen<sup>1)</sup> machen ein wenn auch mäßiges Ansteigen der Detonationsgeschwindigkeit mit dem Druck wahrscheinlich.

Wir haben in die Kastsche Brisanzformel Werte für die Detonationsgeschwindigkeiten eingesetzt, die bei Normaldruck experimentell gemessenen um die Hälfte übersteigen und unseres Erachtens als obere Grenzwerte anzusehen sind.

Um nun einen Vergleich mit festen und flüssigen Sprengstoffen zu haben, sind in Tabelle 3 die für die sprengtechnischen Eigenschaften maßgebenden Zahlen für einige gebräuchliche Sprengstoffe gebracht worden. Ein solcher Vergleich zeigt nun folgendes:

1. Die Brisanz stark komprimierter, explosibler Gasgemische erreicht Werte, die denen der festen Sprengstoffe nahe kommen oder ihnen etwa gleich sind. Die wirksamsten Gasgemische dürften in ihrer Sprengwirkung etwa den Flüssigluftsprengstoffen zu vergleichen sein. Ihrer technischen Nutzung als Sprengmittel steht ihre Unhandlichkeit und die mit ihrer Handhabung verbundene Gefahr im Wege. Zur Einleitung der Explosion genügt bereits ein Funke oder eine kleine Flamme. Zu berücksichtigen ist hierbei noch,

<sup>1)</sup> Jougnet, Mécanique des explosifs. Paris 1917.

daß die in Tabelle 3 angegebenen Druckwerte auch unter der Voraussetzung — wie wir sie bei den Gasgemischen gemacht haben — berechnet sind, daß wir es mit einer gleichzeitig im ganzen Explosionsraum vor sich gehenden Verbrennung zu tun haben. Bei den Gasgemischen trifft dies angenähert zu, da die Verbrennung erst über längere Strecken in Detonation übergeht, für die dann die Beckersche Formel für den Druck gelten würde. Bei den festen und flüssigen Sprengstoffen jedoch tritt, bei genügendem Initialimpuls, praktisch gleich regelrechte Detonation ein, die erheblich höhere Drucke bedingt, als sie Tabelle 3 angibt.

2. Die Brisanz der nicht komprimierten Gase ist infolge ihrer sehr geringen Dichte verhältnismäßig klein und bleibt weit hinter der der üblichen Sprengmittel zurück. Wenn, wie bekannt, die Wirkung von Gasexplosionen trotzdem so verheerend ist, so beruht dies auf der leichten Ausdehnung des explosiven Gemisches auf große Räume (in Wohnhäusern z. B. durch Ausströmen von Leuchtgas) und der daraus sich ergebenden Beanspruchung großer Flächen durch den Explosionsdruck, der, wenn er auch nur wenige Atmosphären beträgt, ausreicht, um Mauerwerk einzureißen, Decken zu durchschlagen und Balken zu brechen. Im Vergleich hierzu ist die Wirkung der üblichen festen Sprengmittel an der betroffenen Stelle ungleich größer. Aber die Angriffsfläche des Explosionsdruckes ist eine meist viel kleinere und die zerstörende Wirkung deshalb örtlich mehr begrenzt. [A. 168.]

## Über Probleme der stofflichen Holzforschung. I.

(Im Anschluß an die Waldernte und die Holstechnik.)

Von Prof. Dr. H. WISLICENUS, Tharandt.

Nach einem Vortrag bei der Tagung des Deutschen Forstvereins in Dresden, August 1928.

(Eingeg. 30. August 1928.)

Den Ausdruck „stoffliche“ Holzforschung benutze ich für die Ergründung chemischer und (mit diesen verbundener physikalischer, also) physikochemischer Zustandseigenschaften und Wandlungsfähigkeiten des Holzes, einerseits für die theoretische Erkenntnis, andererseits für die praktische Nutzung des Holzes.

Der forstliche Pflanzenbau darf nicht vorwiegend die (abnehmenden) störenden Beziehungen zur (mechanischen und chemischen) Industrie, die Industrierauschäden, im Auge haben. Die Forstwirtschaft sollte mehr und mehr die förderlichen Beziehungen zur Holzverarbeitenden chemischen Technik beachten und pflegen.

Das praktische Ziel der außerordentlich vielseitigen forstlichen Arbeit im Kulturwald ist die nachhaltige Stoffherzeugung, und zwar ist das gegenständliche Endziel fast nur das Starkholz, d. h. das Stammholz oder das „Derbholz“ über 7 cm Stärke sehr verschiedenartiger und verschiedenwertiger Holzarten, und

theoretisch eigentlich nur nebenbei, als „Nebennutzung“, das Abfall-Brennholz und andere Nebenerzeugnisse.

Nach dem praktischen Ziel betrachtet, kann die Forstwirtschaft ohne weiteres als „großtechnische (Holz-) Pflanzenproduktion“ bezeichnet und demnach als chemische Großindustrie gekennzeichnet werden. Es ist nicht nur bildlich zu verstehen, wenn man sagt: Des Forstmanns chemische Großfabrik ist der Wald; der Rohstoff: die Kohlensäure der Luft; ihre Hilfsstoffe: das Wasser und die darin gelösten mineralischen Nährstoffe des Bodens; ihre eigentümlichen Großapparate: Boden und Pflanze mit deren katalytischen Hilfsmitteln, den Fermenten und den großen, annähernd meßbaren äußeren Flächen und zahllosen Einzelapparaten; schließlich, aber vor allem, der unmeßbar ausgedehnten „inneren Oberfläche“, namentlich in den arbeitenden grünen Pflanzenteilen; ihr Erzeugnis: nicht eigentlich diese lebenden grünen Arbeitsmaschinen, sondern das sterbende und tote Stammholz, der Speicher für die Sonnenenergie und die organischen Stoffe.

Die Walderzeugnisse fügen sich wieder als Rohstoffe in ein sehr vielgestaltiges System der Holztechnik oder der Holzverarbeitenden Gewerbe und Industrien, aber mehr und mehr auch in die chemische Technik als Rohstoff ein. Die mechanisch technische Verwertung des Holzes ist in rückläufiger Bewegung, die chemische auf dem Vormarsch.

Dieser Rohstoff Holz ist einer der bedeutungsvollsten, vielseitigsten (organischen) Rohstoffe der Technik überhaupt. Theoretisch und im allgemeinen weit bedeutungsvoller als die Kohlearten, die zwar chemisch vorläufig noch eine unerschöpfliche tausendfältige Rohstoffquelle für Energiegewinnung und, über den Kohlenteer, für die Erzeugung organischer Stoffe sind, gegenüber dem Holz jedoch nur recht einseitig nutzbar. Man kann sie als Baustoff und Gerätematerial nicht nutzen. Das Eisen ist dagegen fast nur mechanisch nutzbar. Es gibt sich den Anschein, als wolle es das Bauholz, besonders in Gestalt der riesigen Eisenbetonbauten, aber sogar das Möbelbauholz, zurückdrängen. Es ist aber mit Bestimmtheit anzunehmen, daß dies ebensowenig geschehen wird, wie bekanntlich die Eisenschwelle im Eisenbahnbau die Holzschwelle nicht verdrängen konnte. Es ist sogar durch die chemische und mechanische Technik der Teerimprägnierung das schlichte, und unpräpariert nur zwei Jahre im Freien ausdauernde Buchenholz mit acht- bis zehnmal vervielfachter Dauer zur Herrschaft gelangt. Selbst die Fortschritte in der Chemie des Eisens, die Kruppschen nicht rostenden Chromstahlsorten und der große chemische Erfolg der I. G. Farbenindustrie mit dem Eisencarbonyl oder Kohlenoxydeisen ist hauptsächlich wieder auf neue mechanisch nutzbare Gebrauchsformen des Eisens, auf Bleche aus chemisch reinem Eisen, Eisenflocken als Oberflächenkörper usw. selbst gerichtet. Auch die Eisenproduktion ist von der Kohle und daher mittelbar von ehemaliger Holzsubstanz abhängig. Kohle und Eisen nehmen dereinst bedenklich ab, wenn sie auch auf der ganzen Erde vielleicht erst nach zehn oder mehr Menschenaltern oder drei bis vier forstlichen Altholz-Umtriebszeiten ganz erschöpft sein werden, lange vorher aber schon empfindlich zu versagen drohen und in den Kulturstaaten schon jetzt knapp werden.

Die ewige Stoffquelle Holz nimmt nur im unverständigen Raubbau ab, im wissenschaftlich begründeten, nachhaltigen Kulturwaldbetrieb niemals.

Weder der historische Fortschritt noch der Stand der gesamten Literatur kann hier besprochen werden. Es ist vielmehr Zweck dieser Ausführungen, zu den hervortretenden wichtigeren Problemen der Holzchemie Stellung zu nehmen, und sie namentlich nach eigenen Versuchen, Erfahrungen und Anschauungen zu erörtern, die seit einigen Jahrzehnten in einem erst allmählich gewordenen kleinen holzchemischen Hochschulforschungsinstitut mit allerdings sehr bescheidenen Arbeitsmitteln gewonnen wurden.

Es sind drei Hauptgruppen der systematischen Holzforschung zu trennen:

I. Wissenschaftliche Erkenntnis der stofflichen Eigenschaften von Holzarten, sowie ihrer Aufbau- und Abbaumöglichkeiten.

II. Holzbenutzung und Möglichkeiten des Fortschrittes der technischen „Veredelung“ und Verarbeitung der verschiedenen Hölzer und Holzabfälle, der Rinden oder im ganzen des Holzes im weitesten Sinn.

III. Grundprobleme der Holzforschung und Holztechnik.

I. Die rein wissenschaftlichen Probleme führen ohne weiteres zu den technischen Problemen hinüber, und beide sind nicht ganz voneinander zu trennen.

Trotz seiner Wichtigkeit ist der technische Rohstoff Holz chemisch noch sehr unvollkommen bekannt. Die Chemie der Cellulose ist praktisch-technisch und theoretisch viel weiter entwickelt als die Chemie des „Lignins“, die noch in den allerersten Anfängen steckt.

1. In der Celluloseforschung ist zuerst die in neuester Zeit von Erich Schmidt<sup>1)</sup> mit dem Holzaufschluß durch sein Verfahren mit 2%igem Chlordioxyd erzielte Aufklärung der chemischen Natur der „Skelettsubstanz“ zu erwähnen. Hiernach ist die Skelettsubstanz der Holzgewebe als chemische esterartige Vereinigung (also nach stöchiometrischen Gesetzen) von Cellulose einerseits mit Pentosan (bei Laubholz bzw. Buche) und Hexosan (Hemicellulose, bei dem Nadelholztyp Fichte) und mit einer Zuckersäure (Glykuronsäure) anzusehen, und zwar für verschiedene Holzarten nach verschiedenen, aber jeweils konstanten Verbindungsverhältnissen.

Ferner haben die zahlreichen Forschungen auf dem Gebiete der scheinbar hochmolekularen Kohlehydrate (Cellulose, Stärke usw.) mit Sicherheit neuerdings erkennen lassen, daß die gespeicherten Kohlehydrate sämtlich wohl weniger durch chemische Hauptvalenzen oder Polymerisation und Kondensation, als vielmehr durch Assoziation, also durch die letzte Restvalenz der Molekülgitter aufgebaut (komoliert) sind und physikalisch bis zum kolloidlöslichen Zustand „demoliert“ werden können, ohne, oder mit nur geringfügiger Änderung der rein chemischen Natur und Reaktionen<sup>2)</sup>. Damit hängen mancherlei Erscheinungen zusammen, welche in der Cellulose- und Papiertechnik, namentlich bei der Bildung von Zellstoffschleimen, deren Art und Bedeutung hauptsächlich von Schwalbe erkannt und bearbeitet worden sind, und für die sogenannte „autogene“ oder auch „homogene Leimung“ von Papieren oder für Papiere aus Zellstoff höheren Mahlungsgrades eine Rolle spielen.

2. Die „Lignin“-Forschung gibt trotz eifriger Arbeit zahlreicher Forscher noch nicht die von der klassischen organischen Chemie erwartete eindeutige Aufklärung. Noch mehr wie die Skelettsubstanz verschieden ist, gibt es zweifellos verschiedene „Lignine“ in verschiedenen Holzarten, namentlich deutlich unterschieden bei Laub- und Nadelhölzern. Wie sich schon zahlreiche theoretische Möglichkeiten der Entstehung cyclischer oder aromatischer Kondensations- und Oxydationsprodukte aus Zuckerarten (Pentosen und Hexosen) ergeben haben, so ist durch die Arbeiten besonders von Schrauth und daran anknüpfende Spekulationen von Jonas<sup>3)</sup>, der genetische Zusammenhang von zuckerartigen Kohlehydraten und cyclischen Ligninstoffen sehr wahrscheinlich geworden, in dem Sinn, daß die Cyclopentan-Furan- und Cyclohexanderivate oder Hydrobenzolderivate, auch Propyl-Hydrobenzol- oder Terpanderivate, schließlich Benzol-, Cumol- und Cymolderivate, zu welchen

<sup>1)</sup> Papierfabrikant 1928, 379.

<sup>2)</sup> Vgl. die Monographien und Arbeiten von Karrer, Pringsheim, Heuser, Heß u. a. über Polysaccharide, Stärke und Cellulose. Vgl. auch „Textile Forschung“ III [1921]; Papier-Ztg. 1910, Ber. über die Tagung des Zellstoffchemikervereins; Kolloid-Ztschr. 34, 169–184 [1924]; Cellulosechemie VI, 55 [1925] und Tharandter Diplomsh. Rollet, 1925.

<sup>3)</sup> Jahresber. des Vereins d. Zellstoff- u. Papierchemiker u. -Ingenieure 1927, 98–109.

auch der Coniferylalkohol als unmittelbare Stammsubstanz von Ligninstoffen zählt, durch verwickelte Ringschlußreaktionen, sämtlich durch Oxydation und Kondensation aus den Zuckern der Pentose- (Xylose bzw. Xylane usw. und Hexosereihe (z. B. Laevulose usw. oder Hexane) entstehen.

Aus meinen Beobachtungen an den Stoffen der Holzbildungssäfte schließe ich, daß die Ligninmassen vorwiegend aus Laevulose, welche auch der Oxydation und Veratmung leichter verfällt<sup>4)</sup>, entstehen, während die Dextrose bekanntlich der einzige Baustein der Cellulose ist, mit welcher nach Erich Schmidt also in der Skelettsubstanz noch Pentosen oder Hexosen durch die Glykuronsäure chemisch verbunden wären. Diese könnten aber nach der kolloidchemischen Holzbildungstheorie<sup>5a)</sup> als Pentosane und Hexosane auch rein kolloidchemisch der Cellulose angeglichen und gesetzmäßig adsorptiv mit der Cellulose der Gerüstsubstanz vereinigt sein.

Aber das „Lignin“ und die „Lignocellulose“, d. i. das Holz, werden entsprechend dem ursprünglichen physiologischen Begriff der verholzenden Ligninsubstanz ganz zweifellos nicht nur nach rein organisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten aufgebaut, sondern im wesentlichen nach Aufbauvorgängen, die zunächst den Gesetzen der kolloidchemischen Adsorptionsreaktionen folgen<sup>5)</sup>. Denn die Cellulose wird zuerst in der Pflanze durch fermentative Reaktion des Plasmas aus kondensierter und polymerisierter und schließlich komolierter Dextrose und Pentose aufgebaut, und erscheint zuerst als feste, aus dem chemischen Reaktionssystem ausgeschaltete, aber um so mehr oberflächenaktive Masse der Zellmembran, gefolgt von der „Verholzung“ der Zellhäute durch die kolloiden Baustoffe der physiologischen Holzbildungssäfte. In diesem verholzenden Stoffgemenge „Lignin“ finden sich auch tatsächlich alle „hochmolekularen“ kolloidgelösten Bestandteile der physiologischen Bildungssäfte abgelagert: Pentosane, Hexosane und ihre Oxydationsprodukte (Pektinstoffe); Phenole und Polyphenole, Gerbstoffe und Phlobaphene, Terpanabkömmlinge, selbst etwas Eiweiß. Die Zellstoffchemiker betrachten jetzt als „Lignin“ eine mehr oder weniger humifizierte oder ganz gelöste, gewaltsam aus dem Holz herauspräparierte Masse, welche sie im wesentlichen als eine einheitliche Substanz ansehen. Aber dieses ursprüngliche „genuine“ oder „native“ Lignin ist zweifellos ganz anders beschaffen, als das präparative Lignin, das man durch Verzuckerung der Cellulose mit ganz hochkonzentrierten Mineralsäuren, Salzsäure und Schwefelsäure, gewinnt. Namentlich die bei der Celluloseverzuckerung nach Willstätter mit übersättigter, wässriger oder selbst mit gasförmiger Salzsäure anfallenden Ligninmassen, weniger die mit konzentrierter Schwefelsäure gewonnenen Ligninmassen sind dunkel- bis schwarzbraunestark humifizierte Massen, die tatsächlich schon den jüngsten Kohlearten, den Ligniten und Braunkohlen nahestehen, wie das auch der Kohlebildungstheorie von Franz Fischer in Mülheim und anderen Forschern entspricht.

<sup>4)</sup> Ebenda 1927, 106. <sup>5a)</sup> Kolloid-Ztschr. 27, 209 [1920].

<sup>5)</sup> Tharandter Jahrbuch, Jubiläumsband 60, 313–358 [1909]; Kolloid-Ztschr. 6, 17–23 [1910], u. 27, 209–223 [1920]; „Der Deutsche Forstwirt“ 1912; Papier-Ztg. 1910; „Cellulosechemie“ VI, 48–55 [1925]; Dissertationen K. Richter; Mitt. d. Sächs. Forstl. Versuchsanstalt 1924 u. Tharandter Diplomatschriften Baerthel 1922; Kraess 1922; Binder 1923. (Noch unvollständig veröffentlicht.)

Wir haben mancherlei neue Versuche mit solchen Ligninmassen angestellt. So konnten wir daraus durch gewöhnliche Trockendestillation einen „Holzteer“ oder Ligninteer erhalten, der schon dem Braunkohlenteer oder dem Steinkohlenurteer ähnelt. Bei der trockenen Destillation dieser humifizierten Ligninpräparate mit erhitztem Wasserdampf erhielten wir dagegen außer Kohle rein wasserlösliche, eigentümliche, nicht saure, syrupartig eindampfende Destillate, ähnlich, wie aus Holz, aber meist mit ein wenig Primärteer, der beim Holz ganz wegfällt.

Bei besonderen Versuchen, die konzentrierte Schwefelsäure auf Holz äußerst schonend einwirken zu lassen, erhielt dagegen in meinem Laboratorium der Dipl.-Ing. Friederici ganz hellbräunliche Ligninmassen in verbesserter Ausbeute. Diese zeigten uns bei den Studien über die Bestrahlung des Holzes mit ultraviolettem Licht (auf die ich weiter unten noch zu sprechen komme), daß sie in der Tat dem ursprünglichen Lignin weit näherstehen, denn die Präparate von schonendster Herstellung erscheinen in ultravioletter Bestrahlung noch heller in ihrer schwach hellbräunlichen Farbe, während etwas mehr humifizierte Präparate noch dunkler braun als im gewöhnlichen Licht, das technische Willstätter-Bergius-Lignin sogar tief schwarzbraun bis rein schwarz wie Kohle erscheint. Für Lignin-, Kohle- und Holzforschungsstudien wird dieser Weg der Beobachtung stets in einfachster Weise sichere Entscheidungen ermöglichen, wobei allerdings zu bedenken ist, daß das Altwerden des Holzes das Absorptionsspektrum der ultravioletten Reflexionsfarben ändert.

3. Das Holz und die holzbildenden Stoffe unter der ultravioletten Bestrahlung haben mich auch schon seit langer Zeit beschäftigt, und zwar ursprünglich mit Studien über die Oberflächenbräunung des Holzes, die an dem hochalpinen Holzhaus nur auf den besonnten Seiten eine so wunderbar rotbraun leuchtende Farbe im Laufe einiger Jahre hervorbringt, während auf der Wetterseite durch Mitwirkung von Wasser, Schnee usw. stets die bekannte, von Wiesner<sup>6)</sup> und von Schramm<sup>7)</sup> studierte Oberflächenvergrauung des Holzes erscheint. Andere auffallende Verfärbungen durch ammoniakhaltige Luft sind über den Stalltüren und Abortfenstern bis zur Freilegung schneeweißer Cellulosefasern an der Oberfläche und schließlich eine besondere Altersverfärbung (offenbar infolge langsamer Oxydation des Lignins) in der inneren Holzmasse zu beobachten. (Demonstration.)

Die unmittelbare Wirkung des ultravioletten Lichtes vollzieht sich jedoch nur auf der Oberfläche. In besonderen Versuchen mit v. Loeben<sup>8)</sup> habe ich diese Oberflächenwirkung des ultravioletten Lichtes untersucht, und das, was in der Natur in sehr langer Zeit vor sich geht, nach kurzen Bestrahlungen mit einer Quecksilberquarzlampe oder „künstlichen Höhensonne“ in der ersten Gelbfärbung der Holzoberfläche messend verfolgt. Wo einmal die Oberfläche nur schwach gelb verfärbt ist, leuchtet sie bei der Bestrahlung nicht mehr blau wie die unbestrahlte Holzoberfläche, sondern nur heller in der gelben Farbe. Das ist als Folge der ersten durch ultraviolette Bestrahlung beschleunigten Oxydation des Lignins erkennbar. Es entstehen dabei Gerbstoffe und

<sup>6)</sup> Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss., Wien, Bd. 49.

<sup>7)</sup> Jahresbericht d. Vereinigung f. angew. Botanik 1906.

<sup>8)</sup> Tharandter Diplomatschrift v. Loeben 1923 (noch unvollständig veröffentlicht).

Gerbstoffrote (Phlobaphene), wie im Kernholz, das niemals blau fluoresciert.

Aber erst die Hanauer Analysen-Quarzglaslampe, die auch in der Holzforschung sich als ein vortreffliches Hilfsmittel erweist, hat uns nähere Aufschlüsse gebracht. Wenn man nur kurze Zeit mit abgedeckten Teilflächen bestrahlte Holzflächen von Splinthölzern, z. B. Ahorn, Buche, auch Fichte usw. nunmehr nach Aufdeckung in der Quarzglaslampe beleuchtet, so zeigt sich ein starker Gegensatz: die vorbestrahlte Fläche leuchtet hellgelb; nach längerer Bestrahlung, wie bei den besten Schwefelsäureligninen in hellbräunlicher Farbe, während die noch unbestrahlten Flächenteile die rein blaue oder schwach graublaue Fluoreszenzfarbe des frischen Splintholzes, die auch ungefähr der rein bläulichen Fluoreszenz reiner Cellulose sich nähert, zeigen.

Die Hanauer Analysen-Quarzglaslampe läßt sich übrigens auch zur Erkennung von Hölzern und Holzzuständen benutzen. Hiertüber habe ich bei der Tagung der Forstlichen Versuchsanstalt des Freistaates Sachsen im Dezember 1927 mit Demonstrationen vorgetragen, und zwar besonders im Hinblick auf die Prüfung der unzähligen verschiedenartigen Tropenhölzer, die wir im Auftrage der Forstkommission des Kolonial-Wirtschaftlichen Komitees und mit Mitteln des Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft und der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft untersucht haben.

Es treten bei manchen solchen und auch einheimischen Hölzern so auffallende Farbstrahlungen auf, daß sich einzelne Arten und Gruppen durch auffallende Fluoreszenzfarben im Kern auszeichnen und im Splint und Cambium besondere Zustände näher erkennbar werden. So leuchtet z. B. stets der Splint der meisten Holzarten schwach bläulich oder grünlichblau oder graublau (namentlich bei älteren Holzstücken). Bei typischen Splinthölzern sind es zumeist über die ganze Fläche blaugraue oder grünlichblaue oder auch gelbe und braungüne Farbtöne. Und ebenso fluoresciert ihr isolierter Kambialsaft blaugrau, an den Stellen des Luftzutrittes aber erst gelb, dann hellbräunlich. Ausgezeichnet hell schwefelgelb leuchtet dagegen der in gewöhnlichem Licht ungefärbte Kern von Akazienarten auf. Der Kern typischer Kernholzarten, namentlich solcher mit Gerbstoffgehalt oder Phlobaphengehalt, erscheint dagegen einfach in der ein wenig verstärkt leuchtenden ursprünglichen oder nur wenig verschobenen Kernfarbe. Splint und Kern sind daher allenthalben außerordentlich stark getrennt zu sehen. Auch die Spätholzzonen heben sich oft dunkler vom blauleuchtenden Frühholz ab. Das läßt darauf schließen, daß dann das im Spätholz dichtere Lignin bereits oxydiert ist.

Am auffallendsten ist die wirkliche strahlend blaue Fluoreszenz der holzbildenden, frischen (und weniger selbst der trockenen) Kambialschicht. Es sind überhaupt vorwiegend die hochmolekularen und reduzierten Baustoffe, auch in isolierten Säften, welche blau fluorescieren, in ähnlicher Stärke fast wie z. B. das reine Anthracen fluoresciert und wie viele, merkwürdigerweise meist stark reduzierte bzw. reduzierende organische Stoffe, in schwächerem Grade auch die Zuckerarten, namentlich die Bisaccharide und die Polysaccharide, sämtlich bis hinauf zur Stärke und Cellulose. Die Aufbaustoffe der Phytosynthese sind sämtlich stark reduzierende oder wenigstens reduzierte und meist blau fluorescierende Stoffe, die (oxydierten) Abbaustoffe der Veratmung und die (oxydierten) Kernstoffe leuchten gelb oder erscheinen grün, braungrün oder braun bis schwarz. Man muß aus dieser Verschiebung der kurzwelligen ultravioletten Lichtstrahlung nach Blau und schließlich bis zum Gelb geradezu auf eine Molekularvergrößerung schließen. Die trägeren Mole verzögern die Lichtschwingungen.

Auffallend ist auch das intensiv gelbe Aufleuchten der sehr gleichmäßig verteilten Harzgänge, besonders im Längsschnitt des alten trockenen Kiefernholzes. Und noch auffallender ist die blaue Farbe frisch gewonnener Rohharze und des Kolophoniums in größeren Stücken, während fein verteiltes und deshalb leicht oxydiertes Kolophonium hellgelb leuchtet.

Je weniger wasserhaltig die Holzart, desto mehr neigt der Kern zum gelben Aufleuchten im ultravioletten Licht, was wohl auf höhere Durchlüftung des Kernes und damit auf Oxydationswirkung zurückzuführen ist.

Die Ultraviolettbestrahlung könnte auch praktisch zur Oberflächenveredelung des Holzes, beispielsweise im Geigenbau, Anwendung finden.

4. Zur Kernholzfrage, die ja auch für den technischen Wert der Hölzer nebst dem Sommerholz der Jahresringe entscheidend ist, hatten unsere Versuchsarbeiten, namentlich mit meinem Mitarbeiter Kraess<sup>9)</sup>, einige wichtige Erfolge. Man kann die lignin- und gerbstoffreicheren Jahresring- und Kernholzzonen mittels gasförmiger Reagenzien, wie Ammoniak, so stark durch Verfärbungen hervortreten lassen, daß z. B. die forstliche Stammscheibenanalyse bei undeutlichem Naturzustand äußerst scharfe Jahresring- oder Kernholzzonen gewinnen kann. Am einfachsten ist aber die Schichtenzeichnung hervorzubringen nach einem Brennverfahren, das Herr Kraess dabei fand, ausgehend von dem Gedanken, daß der Kern und auch das Sommerholz der Jahresringe stets viel weniger wasserhaltig sind als die sehr wasserhaltigen lebenden Schichten, so daß eine Gebläseflamme (z. B. eine Lötlampe) die Kern- und Spätholzzonen rasch braun brennt, während die stärker wassergefüllten Schichten die Flamme eine Zeitlang unverändert aushalten. Man kann durch dieses Brennen beweisen, daß nahezu alle Holzarten, d. h. außer den Kernhölzern nicht nur die sogenannten Reifhölzer, sondern auch die Splinthölzer zumeist einen etwas trockenen Kern oder einen gewissen rudimentären Kern mehr oder weniger deutlich abgegrenzt gegen eine lebend frische Splintschicht haben.

Bei meinen weiteren Versuchen hat sich aber noch herausgestellt, daß auf Längsschnittflächen diese Brennzeichnungen an trockenem Holz bei vorsichtiger Behandlung noch besser hervorkommen als an frischem. Mit der gleichen Behandlung auf der Längsschnittfläche von Brettern, Balken usw. läßt sich eine neue kunstgewerbliche Holzoberflächenbehandlung begründen<sup>10)</sup>, die nicht durchaus wie andere Oberflächenbehandlungen ein nachträgliches „Fixieren“ der gebrannten Maserzeichnung durch Lacke usw. oder andere Nachbehandlungen notwendig macht, aber als weitere Oberflächenveredelung zuläßt. Werden aus einem Stamm die Bretter nicht genau in der Längsrichtung geschnitten, sondern wie es die Japaner zu machen pflegen, ein klein wenig schräg zur Längsrichtung, so kommen schöne Maserzeichnungen hervor. Das Brennen geschieht mittels breiter, lockerer, nicht übermäßig heißer Gebläseflamme (nicht Stichflamme). Durch Verfeinerung der Technik, wie z. B. Anfeuchten und wieder rasches Abtrocknen der Oberfläche vor dem Brennen, oder übermäßiges Brennen mit Wegnahme der zu stark verkohlten äußersten Schichten, oder Nachbehandlung mit Farbbeizen oder Ammoniakräucherbeize, mit Lacken und Politur usw. lassen sich noch andere schöne und dauerhafte kunstgewerbliche Wirkungen in sehr einfacher Weise erzielen.

Die Ursache der Erscheinung ist vorwiegend die erheblich leichtere Oxydierbarkeit der Ligninsubstanzen gegenüber dem cellulosereichen Gerüstmaterial der Frühholzzonen, die in gründlich lufttrockenem, altem Zustand kaum wasserhaltiger sind als das Spätholz und als lockere Schichten leichter braun brennen müßten, während das überraschenderweise umgekehrt ist.

<sup>9)</sup> Tharandter Diplomschrift 1922.

<sup>10)</sup> D. R. P. a.

5. Das Problem der Holzbildung deckt sich inhaltlich größtenteils mit der Ligninfrage und Gerüstcellulosefrage, kann aber in der Bearbeitung von einem neuen pflanzenchemischen Standpunkt angefaßt werden und wurde von uns mit der chemischen und kolloidchemischen Untersuchung der typisch unterscheidbaren Holzsäfte angefaßt. Stofflich entgegengesetzte Typen sind die absteigenden und aufsteigenden Holzsäfte, und zwar einerseits der von dem Laboratorium der Pflanze, den Blattorganen, herabkommende Siebröhrensaft, der nach dem kürzlich von Münch<sup>11)</sup> physiologisch ergründeten Kreisstromsystem in die Kambialschichten für Holz und Rinde eintritt, wo sich die kolloiden Holzbildungstoffe hauptsächlich aus den Zuckern des Siebröhrensafte aufbauen. Der nur schwierig und tropfenweise in wenigen Kubikzentimetern gewinnbare Siebröhrensaft enthält vorwiegend kristalline Zucker in Gestalt von Invertzucker, meist aber noch in der bisacchariden Form des Rohrzuckers, nebst Pentosen, außerdem kann man hier schon Gerbstoffe oder wenigstens ihre Vorstufen feststellen. Der aus den Kambialschichten vom Innern der Rinde und von der freigelegten Holzoberfläche durch Abschaben mit Porzellanscherben gewinnbare „Kambialsaft“ hat bereits die Eigenschaften einer schon mit mehr oder weniger kolloiden Aufbaustoffen versehenen milchigen Flüssigkeit mit noch viel Rohrzucker. Der Kolloidgehalt schwankt je nach Jahreszeit, Holzart und Vegetationszustand zwischen 5 bis 40% und befindet sich hier am Orte der Bildung des jüngsten Jahresringes. Das interessanteste an den Eigenschaften dieser absteigenden Holzbildungssäfte ist aber die Tatsache, daß hier außer der Dextrose des Rohr- und Invertzuckers auch die anderen typischen Baustoffe des Gesamtlignins, teils als fertige, teils als halbfertige Stufen der Ligninentstehung sich mit aller Sicherheit nachweisen lassen, nämlich Pentosane und Hexosane, sowie Pektinstoffe mit kolloiden Klebstoffeigenschaften, ferner stark reduzierend wirkende Polyxybenzolcarbonsäuren und weitere Stufen zur Gerbstoff- und Phlobaphenbildung, auch verschiedene Abkömmlinge des Cymols und Cumols, der Terpene usw., schließlich auch etwas Eiweiß. Sowie die Kambialsäfte mit Luft in Berührung kommen, zeigt sich die Autoxydation der Phenole, anfangs zu wenig adsorbierbaren, nach und nach zu stark adsorbierbaren richtigen Gerbstoffen und weiter zu den bekannten Holzroten oder Phlobaphenen. Alles das, was zum Aufbau der ver-

<sup>11)</sup> Vgl. Büsgen, Bau und Leben der Wildbäume, neu bearbeitet von E. Münch.

holzenden Substanz gehört. Am auffallendsten färbt sich der freigelegte Kambialsaft bei der Erlenrinde sehr rasch blutrot, wie das in viel schwächerem Maße beim frischgeschnittenen Erlenholz, offenbar infolge diffuser Verteilung dieses Holzbildungssafte als Fleischrotfärbung des Schwarzerlenholzes bekannt ist. (Ähnlich, aber schwächer bei Buche und Birke.) Eigentümliche besondere Eigenschaften zeigen die Kambialsäfte der Koniferen<sup>12)</sup>. Der Fichtenkambialsaft, den man beim Sommerfällungsbetrieb von einem erwachsenen Baum in einer Menge von etwa einigen 100 ccm bis zu 1 Liter gewinnen kann, gibt nach dem Kolieren durch ein Leinentuch eine weiße, höchst klebrige milchige Flüssigkeit mit etwa 10–12% Trockensubstanz. Er färbt sich in geschlossenem Gefäß nur sehr allmählich gelb und gärt nur sehr langsam, wird aber an der Luft schließlich braunrot; die abkolierte Faser-masse wird an der Luft schnell fast schwarzbraun, wie humifiziertes Lignin. Dieser schwach nach Terpen riechende Kambialsaft der Fichte enthält eine höchst merkwürdige, zur Hautbildung neigende emulsoide Substanz. Versucht man, in der Meinung, wegen des Terpengeruches eine harzartige Substanz vor sich zu haben, diese Substanz mit Äther auszuschütteln, so entsteht mit dem Äther eine glasige Gallerte, die wir näher zu untersuchen im Begriff sind und die entweder als ein Gummiharz oder als eine hochkomolierte Hemicellulose oder als Pektin erscheint und stark zur Membranbildung neigt. Die größte Menge der im Kambialsaft gelösten Substanzen ist aber der beim Eindampfen einen richtigen Honig bildende Invertzucker, also das Hydrolyseprodukt des ursprünglichen Rohrzuckers aus dem Siebröhrensaft. Aus seinem Dextroseanteil muß die bekanntlich nur aus Dextrose aufgebaute Cellulose entstehen. Aus der Laevulose, deren leichtere Oxydationsfähigkeit bekannt ist, entstehen offenbar durch die pflanzliche Atmung die zahlreichen Ligninsubstanzen, auch die Pektinstoffe, Pflanzensäuren, und in weiterer Folge und weiteren Oxydationsstufen die Kernholzstoffe (Gerbstoffe usw.). Diese Zusammenhänge lassen sich chemisch viel weiter begründen und geben ein neues Bild der Holzentstehung.

Da alle diese ligninbildenden Stoffe leicht oxydabel sind, so ist es auch verständlich, daß die stärker mit Lignin versehenen Schichten des Holzes, die Kernschichten und die Spätholzzonen bei dem erwähnten Oberflächenbrennen, auch bei ganz trockenem Holz rascher verbrennen. [A. 197.]

<sup>12)</sup> Tharandter Diplomschrift, Binder 1923.

## Zur Frage der psychotechnischen Eignungsprüfung für den Chemikerberuf.

Von Dr. MAJA SLOTTA, Breslau.

Psychotechnisches Institut beim Berufsamt der Stadt Breslau.

Vorgetragen in der Fachgruppe für Unterrichtsfragen und Wirtschaftschemie auf der 41. Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker am 1. Juni 1928 in Dresden.

(Eingeg. 22. Juni 1928.)

Wenn man an die Ausarbeitung einer neuen Eignungsprüfung herangeht, muß man sich zuerst darüber klar werden, welche Eigenschaften als berufswichtig anzusehen sind. Diese Berufsanalyse wird am zweckmäßigsten vom Psychologen Hand in Hand mit dem betreffenden Fachmann ausgearbeitet. In unserem Falle standen hierzu die Herren des Chemischen Instituts der Universität Breslau und vor allem Prof. Julius Meyer in freundlicher Weise zur Verfügung, von dem ja auch die Anregung, eine Chemikereignungsprüfung auszu-

arbeiten, ausging, und der uns manchen wertvollen Beitrag zur Prüfungsanordnung lieferte. Wir sagen ihm auch an dieser Stelle für seine hilfreiche Mitarbeit unseren besten Dank.

Den Chemikerberuf in diesem Rahmen eingehend zu analysieren, ist wohl überflüssig. Als wichtigste Erfordernisse erscheinen uns: Intelligenz (besonders praktische Intelligenz), gutes Gedächtnis, sehr zuverlässige Beobachtungsgabe, Handgeschick und gutes Auge. Es soll nun im einzelnen beschrieben werden, in welcher