Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 117 (1966)

Heft: 2

Artikel: Die technische und wirtschaftliche Bedeutung der Holzforschung für die Holzindustrie

Autor: Kollmann, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766310

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen
Journal forestier suisse

117. Jahrgang Februar 1966 Nummer 2

Die technische und wirtschaftliche Bedeutung der Holzforschung für die Holzindustrie

Von *F. Kollmann*, München Oxf. 791:8 - - 01

Unser Zeitalter und sicher noch mehr die Zukunft sind gekennzeichnet durch das Anwachsen der Industriegesellschaft, durch zunehmende Mechanisierung und Automation in allen produktiven Betrieben, durch Vermehrung des Schnellverkehrs und der Nachrichtenübermittlung, durch die friedliche Ausnutzung der Atomenergie — neben der freilich noch immer die drohende Apokalypse des Atomkrieges steht — und durch kaum vorstellbare Erweiterung, Vertiefung und Verfeinerung der Forschungsmöglichkeiten mit Hilfe von Höchstpräzisions-Prüf- und -Meßgeräten unter Einschaltung elektronischer Rechenanlagen, durch steigende Lebenserwartung der Menschen infolge neuer Erkenntnisse in Biochemie und Medizin. Obwohl diese Liste der Fortschritte sicher nicht vollständig ist, zeigt sie doch, in welch stürmischen Entwicklungszeiten wir stehen und stehen werden.

Ruhig ist unsere Umwelt nicht, und dies bringt Unruhe und Sorgen unter die Menschen. Fast schicksalhaft ist zunehmende Lebensangst die Begleiterin der steigenden Lebenserwartung geworden. Die Ursachen dafür sind vielschichtig. Das Leben mit der Atombombe, mit dem sich Jaspers so eindringlich befaßt hat, aus dem sieben führende deutsche Physiker so weitreichende Folgerungen und Forderungen in einem Aufruf gezogen haben und das auch Mittelpunkt von Beratungen des Konzils in Rom war — ist nur eine Ursache, der harte Gegensatz zwischen zwei Weltanschauungen und Gesellschaftssystemen in West und Ost eine weitere, das progressive Anwachsen der Menschheit — im Jahre 2000 werden etwa 6 Milliarden Menschen auf unserer Erde leben, davon aber nur mehr etwa 1,5 Milliarden weiße Menschen aus den alten Kulturländern — die Flucht vom Lande und die Zusammenballung in gigantischen Städten, in denen ungeheure Elendsviertel sich ausbreiten werden — Kalkutta beispielsweise, schon heute für Millionen eine Hölle auf Erden, wird dann über 60 Millionen Einwohner haben —, der Verlust religiöser, sittlicher, familiärer Bindungen, die Abkehr von der Natur und vom Natürlichen, all das wird zusammenwirken und die Menschheit vor noch nie dagewesene Aufgaben stellen.

Unter diesen Aufgaben wird eine besonders dringende die Erhaltung der Wälder sein, da ihre Wohlfahrtswirkungen ganz und gar unentbehrlich sind

und immer wichtiger werden, je größer die Erdbevölkerung wird und je weiter die Industrialisierung zunimmt. Der Weltfrieden kann auf die Dauer nur erhalten werden, wenn die Hungrigen nicht mehr, sondern weniger werden. Die Produktion an Nahrungsmitteln läßt sich aber nur vermehren, wenn sich das Klima nicht verschlechtert. Die engen Zusammenhänge zwischen geregeltem Wasserhaushalt und Bewaldung sind bekannt. Wo in der Welt Waldschlächterei im Großen betrieben wurde, im Karst, in Süditalien, in Anatolien, in Spanien, in Teilen von Nordamerika, im Norden von Westpakistan, wurde das Land verwüstet. Jäher Wechsel von Dürre und Gewitterfluten stellte sich ein, nicht mehr das satte Grün der Forsten und Felder, die graubraunen Narben der Erosion prägten das Bild einer trostlos gewordenen Landschaft. Die ehedem einheimische Tierwelt verendete, starb aus, die Reinigung der Luft durch die Assimilationstätigkeit der Blätter und Nadeln des Waldes hörte auf, die ruhevollen Erholungsstätten für die Menschen verschwanden, und die reiche, sich erneuernde Gabe der Wälder, das Holz, stand nicht mehr zur Verfügung.

Die reiche Gabe der Wälder, das Holz, ist aus der Geschichte der Kultur und Zivilisation der Menschheit nicht wegzudenken. Ich kann mich kurz fassen und aus einem anderen Vortrag von mir mit dem Titel «Wald und Holz bedeuten Wohlfahrt und Wohlstand für die Industriegesellschaft», der vor zwei Jahren in der «Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen» gedruckt wurde, zitieren, was alles aus dem Holze stammt: «Wiegen und Betten, Kisten und Truhen, Stühle und Bänke, Hütten und Häuser, Flöten und Geigen, Wagen und Schiffe, Waffen und Schilder, Werkzeuge und Pflüge, Fackeln und Feuer, Scheiterhaufen und Schießpulver, Särge und Kreuzesholz.» Mit dem Anbruch des Industriezeitalters kamen dann neue Verwendungszwecke: Schwellen und Masten, Grubenstempel und Bauholz für Ingenieurbauten und Brücken.

Zwar mag Holz da und dort durch Metalle, Beton und Kunststoff verdrängt werden, aber es tauchten die plattenförmigen Holzwerkstoffe, Sperrholz, Faserplatten und Spanplatten auf, die in ständig steigendem Umfang verwendet werden, und es entwickelte sich die Zellstoff- und Papierindustrie stürmisch.

Untersuchungen der FAO, des U.S. Forest Service und der Weyerhaeuser Corporation, die unabhängig und getrennt durchgeführt wurden, kamen zu dem übereinstimmenden Ergebnis, daß in Industriestaaten, aber auch in Entwicklungsländern, der Holzverbrauch je Kopf der Bevölkerung und Jahr bis zum Jahre 2000 langsam aber gleichmäßig zunehmen wird. Aus diesem Grunde sind nachhaltige Forstwirtschaft – das heißt, ausgeglichene Bilanz von Zuwachs und Einschlag – und sparsame, zweckmäßige Holzverwendung unerläßlich. Nicht minder unerläßlich aber ist es, daß Holz- und Holzwerkstoffindustrien sich dem allgemeinen Trend zur technischen Vervollkommnung anschließen. Dies allerdings ist nicht leicht, da die Holz-

industrien sich in ihrer durchschnittlichen Struktur erheblich von den Großindustrien der Metallverhüttung, der Chemie, des Maschinenbaues unterscheiden. Kennzeichnend sind für die Werke zur Holzbearbeitung und Holzverarbeitung Kleinst-, Klein- und Mittelbetriebe. Solche Betriebe sind für das optische Bild der Industrialisierung nahezu ohne Bedeutung. Sie fallen nicht ins Auge wie Bergwerksanlagen und Zechen, Stahlwerke und Raffinerien, wie die gewaltigen Anlagen der chemischen Großindustrie und der Kraftwagenherstellung. Sozialpolitisch aber sind sie von größter Bedeutung, da sie vielen Menschen den Erwerb liefern, da sie krisenfest sind und da ihre Erzeugnisse für das behagliche Leben der Menschen unentbehrlich sind. Allerdings steht Holz mit anderen Bau- und Werkstoffen in einem sehr scharfen Wettbewerb, und seine Stellung in der Technik und Wirtschaft läßt sich nur behaupten oder neue Märkte lassen sich nur erschließen, wenn es wirtschaftlich erzeugt, verarbeitet und veredelt wird und wenn gewisse Nachteile wie Schwinden und Quellen, Brennbarkeit und Anfälligkeit für holzzerstörende Pilze und Insekten eingedämmt oder beseitigt werden. Hiezu bedarf es ohne jeden Zweifel einer regen und umfassenden Forschungs- und Entwicklungstätigkeit. Die Industriegesellschaft lebt in einer verwissenschaftlichten Welt. Alle eingangs erwähnten großen technischen Fortschritte beruhen auf den Ergebnissen planmäßiger Grundlagenforschung, an die sich angewandte und Zweckforschungen anschließen.

In der Bundesrepublik Deutschland gibt es Betriebe zur Herstellung elektronischer Geräte, die etwa 8 bis 10% ihres Jahresumsatzes für Forschungen ausgeben. Für die chemische Industrie liegt die entsprechende Zahl bei 4 bis 5%. Im Gesamtdurchschnitt werden zurzeit in der Bundesrepublik Deutschland vom Bruttosozialprodukt nur 1,9% für Forschung und Entwicklung ausgegeben. In den USA fließen schon jetzt alljährlich 3 bis 4% vom gesamten industriellen Umsatz in die Forschung. Für die Holz- und Holzwerkstoffindustrien fehlen entsprechende statistische Zahlen, aber man kann mit guten Gründen schätzen, daß sie sich nur auf winzige Bruchteile belaufen. Dies ist bedauerlich und gefährlich, denn die Holzindustrien sind in ihrem Bestand bedroht, wenn sie nicht mit der Zeit gehen, das heißt, forschungsfreudig werden. Bei ihrer erwähnten Struktur bedarf es dabei aber des Zusammenschlusses, der Förderung von Forschungsgesellschaften, der Vertrags- und Auftragsforschung, aber natürlich auch der staatlichen Förderung, wie sie der Landwirtschaft schon reichlich zuteil wird.

Einige Beispiele sollen nun die technische und wirtschaftliche Bedeutung der Holzforschung für die Holzindustrien beleuchten. Die Holzforschung umfaßt drei Bereiche, die biologische Holzforschung, die physikalisch-mechanisch-technologische Holzforschung und die chemische Holzforschung. Die biologische Holzforschung wird zusammen mit der Forstgenetik in Zukunft immer größeres Gewicht erlangen, da sie der Wirtschaft rascherwüchsige und bessere Hölzer oder solche mit bestimmten hochgezüchteten

Eigenschaften zur Verfügung stellen wird. Erinnert sei nur an die schnellwüchsigen, zellulosereichen Pappelhybriden oder an die Nachkommen von besonders nach ihrer Güte ausgewählten Mutterstämmen. Vor der chemischen Holzforschung stehen noch ungelöste Probleme von größter Tragweite, so die Ligninverwertung, die Erzeugung hochwertiger Zellstoffe aus Laubhölzern, darunter vielen Tropenhölzern, die Verbesserung von Holzschutz und Schwerentflammbarkeit durch die Anlagerung von geeigneten Chemikalien an die Holzbestandteile und dergleichen mehr. Meine weiteren Ausführungen sollen sich aber auf die physikalisch-mechanisch-technologische Holzforschung beschränken, da sie in erster Linie für die Holzindustrien wirkt.

Die Holzforschung als Selbstzweck ist jungen Datums. Zwar beschäftigte sich schon vor rund 200 Jahren Henry Louis du Hamel du Monceau (1700 bis 1781) mit Fragen der richtigen Fällzeit der Bäume und mit dem Holzschutz, zwar hatte George Louis Leclerc, Graf von Buffon (1707 bis 1788) zur gleichen Zeit in seinen zahlreichen Werken darauf aufmerksam gemacht, daß die gewerbliche Güte des Holzes am klarsten in seinem Volumengewicht beurteilt werden kann, aber bei beiden Forschern war das Holz nur ein Forschungsobjekt unter vielen. Rund hundert Jahre später widmeten sich dann Chevandier und Wertheim sowie ihrer Zeit vorauseilende Forstwissenschafter wie Nördlinger und nach ihm Robert Hartig und Janka dem Holz und seinen physikalischen Eigenschaften. Das erste Holzforschungsinstitut der Welt wurde aber erst 1910 in Madison/USA gegründet mit dem klaren Ziel, der Technik und Wirtschaft zu dienen.

Dort und in der Folge in allen neu entstehenden Holzforschungsinstituten wurden zunächst die wichtigsten physikalischen und mechanischen Eigenschaften der einheimischen Nutzhölzer im grünen und lufttrocknen Zustand planmäßig bestimmt. Da die Eigenschaften des Holzes wie die jedes organisch gebildeten Körpers starken Streuungen unterliegen, mußten Großzahlmessungen durchgeführt werden, um sichere Aufschlüsse über die Grenz- und Mittelwerte zu erlangen. Geprüft wurden dabei kleine fehlerfreie Proben. Es entstand auf diese Weise in vielen Ländern ein umfangreicher Zahlenschatz über die mechanischen Eigenschaften der wichtigsten Nutzhölzer. Vorbilder waren in dieser Hinsicht die Veröffentlichungen von Newlin und Wilson (1919) über die Abhängigkeit der Schwindung und der Festigkeit von der Rohdichte, von Wilson (1932) über die Beziehungen zwischen Festigkeit und Holzfeuchtigkeit sowie von Markwardt und Wilson (1935) über Festigkeit und verwandte Eigenschaften der amerikanischen Hölzer. So wertvoll diese Arbeiten für die Holzindustrie und das Baugewerbe waren, da sie die sachgemäße Auswahl bestimmter Hölzer für bestimmte Zwecke und Beanspruchungen ermöglichten und da sich aus ihnen Regeln für die Sollfeuchtigkeit von Holzteilen im Gebrauch und für eine Bewertung der Güte nach der Rohdichte ableiten ließen, so bleiben doch noch wesent-

liche Fragen offen. Vielleicht die wichtigste war die Festlegung angemessener zulässiger Spannungen für Holz. Kleine fehlerfreie Proben liefern immer optimale Werte für Festigkeit und Steifigkeit. Balken mit größeren Querschnitten ergeben stets erheblich niedrigere Festigkeitszahlen bei Prüfungen, da die Faserorientierung nicht mehr so scharf gehalten werden kann und da Fehler (Äste, Drehwuchs, Druckholzanteil, Risse, unter Umständen auch Waldkante usw.) unvermeidbar sind. In enger Zusammenarbeit der Holzforschungsinstitute mit den für Baunormen und Bemessungsvorschriften zuständigen Ausschüssen und Behörden wurden Regeln entwickelt, um aus den Zahlen für kleine fehlerfreie Proben brauchbare zulässige Spannungen abzuleiten. Es war ein weiterer großer Fortschritt, daß – ebenfalls fußend auf den Ergebnissen der Holzforschung – Berechnungsunterlagen für Leim- und Nagelverbindungen in die Baunormen aufgenommen werden konnten.

In den letzten Jahren wurden aber völlig neue Wege bei der Festigkeitssortierung von Holz beschritten, und zwar durch Schaffung von Maschinen, die mechanisch aus der Verformung eines Balkens unter Biegebeanspruchung seine Biegefestigkeit bestimmen. Die Berechtigung zu diesem Verfahren liegt darin, daß mit Hilfe der mathematischen Statistik eine sehr straffe Korrelation zwischen Elastizitätsmodul und Biegefestigkeit nachgewiesen wurde. In den Vereinigten Staaten, in Kanada und in Großbritannien sind solche Maschinen bereits praktisch eingesetzt. Sie gestatten eine weit bessere Holzausnutzung als bisher, und sie erlangen besondere Bedeutung für jene Holzindustrien, die fertige Konstruktionsteile, wie Dachträger, Balken, Säulen usw., aus Vollholz und Schichtholz erzeugen. Die Maschinen zur mechanischen Festigkeitssortierung gehören in den immer wichtiger werdenden Bereich der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung. Die Holzforschung im Verein mit vielen benachbarten Wissenschaften – und gerade dieses Teamwork ist kennzeichnend für die Holzforschung von heute – hat hier der Industrie in den letzten 30 Jahren außerordentliche Dienste geleistet. An erster Stelle sind die Geräte zur elektrischen Messung der Holzfeuchtigkeit entweder über den Ohmschen Widerstand oder über kapazitive Eigenschaften zu nennen. Im Bereich von etwa 5 bis 25 % Holzfeuchtigkeit sind sie hinreichend genau und erlauben eine rasche, einfache, zerstörungsfreie Messung. Durch Zusatzgeräte oder besondere Schaltungen kann man auch Holzfeuchtigkeiten über dem Fasersättigungspunkt einigermaßen bestimmen. Die Geräte können mit automatischen Sortierwippen verbunden sein, so daß zu feuchte Stücke aus einem Fließband entfernt werden. Fäulnisstellen, Hohlräume und Fremdkörper lassen sich in stehenden Stämmen, in geschlagenem Rundholz, zum Beispiel Masten und Stangen, aber auch in Schnittholz und Bohlen, beispielsweise mit Röntgenstrahlen, γ-Strahlen oder β-Strahlen nachweisen. Die Intensität der Strahlen muß dabei so niedrig und die Bestrahlungsdauer des Holzes so kurz sein, daß sich seine Eigenschaften nicht verändern. Nachteile der Anwendung von Röntgenstrahlen sind der hohe Preis und die Empfindlichkeit der Generatoren sowie die Notwendigkeit einer

besonderen Stromquelle. Auch die Aufnahme von Filmbildern ist umständlich. Einen gewissen Wandel brachte kürzlich der im kanadischen Holzforschungsinstitut gelungene Übergang von der Radiographie zur Fluoroskopie, bei der sofort ein Bild der Faulstelle auf einem Leuchtschirm entsteht. Immerhin kostet eine derartige Einrichtung noch etwa 110 000 DM. Einfacher anzuwenden sind Geräte, bei denen ein Geigerzähler die Strahlung von Radioisotopen mißt. Die Absorption der Strahlung hängt von der Dicke des bestrahlten Stoffs und seinem Absorptionskoeffizienten ab. Letzterer wird von der Dichte und Feuchtigkeit des Holzes sowie vom Fäulnisgrad beeinflußt. Leider können die unbekannte Höhe der Holzfeuchtigkeit und anwesende Äste die Deutung der Befunde sehr erschweren. Es erscheint sehr schwierig, Fäulnis im Anfangsstadium nachzuweisen, aber Feldversuche in verschiedenen Ländern berechtigen doch zu optimistischen Schlüssen auf die Einsatzmöglichkeiten der Durchstrahlungsverfahren. Sicher ist, daß sich mit den Durchstrahlungsverfahren auch Dichtemessungen an Hölzern durchführen lassen.

Vibrationsverfahren zur zerstörungsfreien Prüfung wurden bisher vorwiegend in den Forschungsinstituten angewendet. Im Unterschallbereich (weniger als 50 Hz) kann man sehr einfach den Elastizitätsmodul bzw. Schubmodul eingespannter, in Biege- bzw. Torsionsschwingungen versetzter Stäbe messen, an deren oberem freien Ende eine Masse festgeklemmt ist. Im Schallbereich zwischen 50 und 20 000 Hz gibt es heute handliche Geräte zur Bestimmung der elastischen Konstanten, der Schallgeschwindigkeit und der Dämpfung. Der Preis solcher Geräte, deren Bedienung jedem jungen Ingenieur oder sogar Techniker anvertraut werden kann, liegt bei etwa 20 000 DM. Die Geräte können zum Beispiel in Fabriken, die Sportgeräte herstellen, gute Dienste leisten. Stichprobenprüfungen können aber auch als Forschungsaufträge an Institute vergeben werden. In Kanada wurde ein weiteres bemerkenswertes Gerät entwickelt und zum Patent angemeldet, mit dessen Hilfe Fehlverleimungen in Sperrholzplatten nachgewiesen werden können. Gemessen wird der Unterschied der Schallintensität, der beim kontrollierten Bürsten der Platten auftritt. Einwandfreie Leimfugen und Stellen, die nicht abgebunden haben, verhalten sich akustisch verschieden. Zu erwähnen sind noch Überschallgeräte, bei denen das Fortschreiten von Wellenimpulsen im Werkstoff beobachtet wird. Die Schallgeschwindigkeit und -dämpfung läßt sich daraus ableiten. Schließlich sind als wichtige Hilfsmittel vieler Holzindustrien Metalldetektoren hervorzuheben.

Die bisher geschilderten Fortschritte der Holzforschung haben schon gezeigt, daß reine Grundlagenforschungen früher oder später praktische Anwendung finden. Man kann mit guten Gründen sagen, daß die Grundlagenforschungen mit fließenden Grenzen in angewandte und Zweckforschungen übergehen. Angewandte oder Zweckforschungen, die sich nicht der Erkenntnisse, Verfahren und Auswertungsmethoden der Grundlagenforschungen gewissenhaft bedienen, sind fast immer zum Scheitern verurteilt. Die ver-

antwortlichen Leiter in der Holzindustrie müssen diese Tatsache wissen und richtig einschätzen. Es ist weder im eigenen Betrieb noch durch Auftragsforschung möglich, bestimmte schwierige Entwicklungsprobleme mit kurz gestellten Terminen oder mit der Auflage «billigst» zu lösen. Die naturwissenschaftlich-technische Forschung von heute ist aufwendig, und zwar sowohl hinsichtlich Personal als auch hinsichtlich der einzusetzenden Hilfsmittel. Ein gutes Lichtmikroskop kostet 1500 DM, ein Elektronenmikroskop mit Zubehör etwa 180 000 DM. Eine von Hand betriebene, seinerzeit fast klassische Universal-Prüfmaschine von Amsler für Holz (Meßbereich 4000 kp) war für 3600 DM zu kaufen. Eine moderne elektronische Universal-Prüfmaschine, Meßbereich 10 000 kp, kostet rund 130 000 DM. Holzforschungsinstitute, in denen in großem Umfang statistische Untersuchungen an Meßzahlen (zum Beispiel mittels des Student-Tests) durchzuführen sind, können mit gutem Wirkungsgrad nicht mehr ohne Digitalrechner arbeiten. Solche Rechner kosten aber je nach ihrer Größe und Leistungsfähigkeit in Typen, die für Holzforschungsinstitute in Frage kommen, zwischen 200 000 und 700 000 DM. Einmal mehr wird daraus klar, daß sich die meisten Holzindustriebetriebe hauptsächlich der bestehenden, vornehmlich vom Staat finanzierten Institute bedienen sollen. Freilich werden sie dabei stets die Frage nach der Praxisnähe und damit nach dem technischen und wirtschaftlichen Wert der Forschungsergebnisse stellen. Wie hoch dieser zu veranschlagen ist, sei anhand einiger Beispiele erläutert, wobei es gestattet sei, sie teilweise aus der Tätigkeit des Instituts für Holzforschung und Holztechnik an der Universität München zu entnehmen.

Der enge Zusammenhang zwischen den Eigenschaften des Holzes und seiner Struktur, seinem anatomischen Aufbau aus Zellen, die unter dem Mikroskop erkenntlich, meßbar, beschreibbar sind, ist bekannt. Auch die physiologische Bedeutung dieser Zellen als Elemente der Festigkeitsbildung, der Leitfähigkeit und der Speicherung von Reservestoffen ist bekannt. Wichtig für Holzhandel, Holzwirtschaft, Holzindustrien und Holzwerkstoffindustrien aber ist die Tatsache, daß Art, Verteilung und Größe dieser anatomischen Elemente die Aufstellung von Bestimmungsschlüsseln für die Holzarten ermöglichten. Wir wissen immer noch nicht genau, wie viele Holzarten es eigentlich auf der ganzen Welt gibt. Die zuverlässigsten Schätzungen beziffern den Artenreichtum auf 20 000 bis 25 000. Sicher ist nur ein Bruchteil, vielleicht 10 %, bisher im engeren oder weiteren Sinn global oder lokal genutzt worden, sicher aber ist auch, daß das Angebot an fremden Hölzern, auch solcher, die bisher im Weltholzhandel — der übrigens einschließlich Holzprodukten wertmäßig an zweiter Stelle steht — kaum eine Rolle spielten, immer größer werden wird. Auf die eingangs geschilderten Gründe, zunehmenden spezifischen Holzverbrauch und den Zwang, auf bisher unerschlossene Rohstoffquellen zurückzugreifen, ist diese Zunahme des Angebots zurückzuführen. Die oft unbekannten oder kaum bekannten Höl-

zer tragen Phantasienamen oder ihre Namen sind verballhornte einheimische Bezeichnungen oder sie werden unter falscher Flagge angepriesen. Teakholz, Mahagoni, Eiche sind gerade durch den letztgenannten Mißstand oft geschädigt. In einem Holzforschungsinstitut kommt deshalb der anatomischen Abteilung besondere Bedeutung zu. Ihre verantwortungsvolle Aufgabe besteht nicht nur darin, die laufend eingesandten Holzproben einwandfrei zu identifizieren, sondern zugleich nach Möglichkeit Auskunft zu geben, wo diese Hölzer vorkommen, in welchen mutmaßlichen Mengen sie verfügbar sind, ob zu erwarten ist, daß Exploitation und Handel auf absehbare Zeit gleichbleibende oder zunehmende Mengen liefern können, mit welchen gut bekannten Hölzern sie in ihren physikalischen und technologischen Eigenschaften annähernd vergleichbar sind. Es leuchtet ein, welcher Nutzen aus derartigen Informationen zu ziehen ist. Es bedarf dazu allerdings eines komplizierten Apparats, einer umfangreichen Holzsammlung, einer Sammlung mikroskopischer Dauerpräparate von Hölzern in den drei Hauptschnitten (Hirnschnitt, Tangentialschnitt und Radialschnitt) sowie Lochkarten, um den Klassifizierungsvorgang zu rationalisieren. Erfahrene Spezialisten auf dem Gebiete der Holzanatomie können allerdings eine Bestimmung oft in wenigen Minuten, gestützt auf ihre Erfahrungen, durchführen.

Die Abteilung für Holzanatomie eines modernen Holzforschungsinstitutes muß auch über ein leistungsfähiges Elektronenmikroskop verfügen. Mit seiner Hilfe werden ohne Zweifel zunächst reine Grundlagenforschungen betrieben. Aber die gewonnenen Einblicke: Orientierung der Mikrofibrillen in den Zellwandschichten, Aufbau der Hoftüpfel, Vorgang des enzymatischen Abbaus einer Gefäßwand durch holzzerstörende Pilze sind von größter praktischer Bedeutung. Holztrocknung, Holztränkung und Holzschutz bekommen dadurch kräftige Impulse.

Der amerikanische Physiko-Chemiker Stamm konnte vor 19 Jahren in seiner glänzenden Schrift «Passage of Liquids, Vapors and Dissolved Materials Through Softwoods» den Nachweis erbringen, daß man die Wanderung von Flüssigkeiten und Dämpfen durch Holz mit überraschend hoher Zuverlässigkeit theoretisch berechnen kann, wenn man das Holzgewebe als ein System teils parallel, teils in Serie geschalteter, verschieden großer Widerstände betrachtet. Man kann dann eine Analogie zu einem komplizierten elektrischen Leitungsnetz annehmen, in dem sich der Stromfluß mittels der Kirchhoffschen Gleichung berechnen läßt. An Stelle der Widerstände sind statistisch gesicherte Mittelwerte der Abmessungen von den in Frage kommenden Kanalsystemen im Holz in die Rechnung einzusetzen. Bekannt müssen noch die Diffusionszahlen für Wasserdampf und gebundenes Wasser sein. Die Stamm'sche Theorie ist inzwischen weiter verfeinert worden, und sie erwies sich als ungemein fruchtbar und anregend. Die moderne Holzphysik beschäftigt sich bevorzugt mit den Beziehungen zwischen Holz und Wasser, da sie nicht nur für die Trocknung, sondern für die spätere Bewährung von Holzteilen im Dienst von entscheidender Bedeutung sind.

Beispielsweise gelang es Kollmann, eine statistisch begründete, den physikalisch-chemischen Vorstellungen bei der Sorption entsprechende Gleichung für die Sorptionsisothermen zu entwickeln. Sie läßt sich nicht nur auf normale Vollhölzer bei Raumtemperatur anwenden, sondern auf beliebige Temperaturen unterhalb des Siedepunkts von Wasser sowie bei Hölzern, die einer besonderen Vorbehandlung unterworfen wurden, um ihre Sorptionseigenschaften zu beeinflussen. Auf diese Weise gelangen wichtige Einblicke in das Sorptionsvermögen von Hölzern, die verschieden lange und verschieden hoch erwärmt wurden oder die mit energiereichen Strahlen bestrahlt worden waren. Mag es sich hierbei zunächst um reine Grundlagenforschungen handeln, so sind es doch Beiträge zur Lösung des so überaus wichtigen Problems der Dimensionsstabilisierung von Holz.

In den letzten 25 Jahren wurden dazu sehr viele Vorschläge gemacht. Sieht man von der Verringerung der Hygroskopizität durch die Anwendung hoher Temperaturen bei der Heißdampftrocknung ab, so konnte die Holzindustrie aus den meisten Verfahren bisher keinen praktischen Gewinn ziehen. Entweder konnten nur Furniere einwandfrei behandelt werden oder die mechanischen Holzeigenschaften änderten sich in unerwünschter Weise oder die Kosten sind viel zu hoch. Trotzdem hat eine Methode in den USA und in Schweden schon in einem beträchtlichen Umfang Anwendung gefunden, die Tränkung von feuchtem Holz mit Polyäthylenglykol (PEG). Mit diesem Stoff wird zuerst das Wasser im Holz verdrängt, dann kommt es zu einer Kondensation des PEG. Dadurch werden die Micelle im Holz im Quellungsmaximum fixiert, das Holz kann nicht mehr schwinden und damit auch nicht mehr reißen. Beispielsweise wird es so möglich, ganze Holzscheiben zu trocknen, ohne daß sich sternförmige Risse längs der Markstrahlen ausbilden können, wie sie sonst bei der Trocknung von grünem, unbehandeltem Rundholz unvermeidlich sind. Man kann mit dem PEG-Verfahren Holzscheiben für kunstgewerbliche Zwecke, Holzschnitzereien, Gewehrschäfte usw. völlig dimensionsstabil machen, man kann aber auch aus dem Meere geborgene historische Schiffe aus Holz konservieren, zum Beispiel die «Wasa» in Stockholm. Verbessert wurde auch seit etwa 20 Jahren in erheblichem Ausmaße die künstliche Holztrocknung. So gelang es, die Einflüsse der Temperatur und der Belüftungsgeschwindigkeit auf die Trocknungszeit sehr genau experimentell und theoretisch zu erfassen. Die Trocknung wurde damit viel besser beherrschbar. Durch die Heißdampftrocknung wurden die Trocknungszeiten für Nadelhölzer auf etwa ein Drittel der Zeiten bei Anwendung konventioneller Verfahren gesenkt. Steigert man in den Heißdampftrocknern die Umlaufgeschwindigkeit des Trocknungsmediums von 3 auf 11 m/s, so verringert sich die Trocknungszeit bei Trocknung von grünem Kiefernsplintholz auf 10 % Feuchtigkeit um weitere 40 %. Dies heißt, daß man, fußend auf den Ergebnissen der Holzforschung, im Grenzfall Trocknungszeiten erreichen kann, die nur mehr ein Fünftel der früher üblichen sind. Was bedeutet dies wirtschaftlich? Diese Frage ist nicht

leicht zu beantworten, vor allem deswegen, weil betriebswirtschaftliche Aufzeichnungen in der Holzindustrie im allgemeinen sehr zu wünschen übrig lassen. Es fehlen oft klare Kontenrahmen und es werden keine Betriebsabrechnungsbögen benutzt. Daher besteht meist ziemliche Unklarheit, was eine Bearbeitungsstufe wirklich kostet und wie die Rentabilität verbessert werden kann. Besonders bemerkenswert ist, daß über die Kosten und Wirtschaftlichkeit der künstlichen Holztrocknung höchst mangelhafte Vorstellungen vorhanden sind. Vielfach werden echte Kostenanteile an den Gesamttrocknungskosten nicht richtig erfaßt, und die künstliche Holztrocknung wird deshalb geldlich falsch bewertet. Fest steht, daß sich die Kosten für die künstliche Holztrocknung von Nadelschnittholz mit 25 mm Dicke vom Fasersättigungspunkt auf rund 8 % Endfeuchtigkeit auf etwa 50 % des Preises des ungetrockneten Schnittholzes belaufen. Bei 40 mm dicker Ware kommt man schon auf etwa 67 %, bei Harthölzern ergeben sich trotz längeren Trocknungszeiten infolge des höhern Holzwertes ähnliche Verhältniszahlen. Es ist nun zu untersuchen, welche Ersparnisse sich durch die oben erwähnte Verkürzung der Trocknungszeiten erzielen lassen. Von den Gesamttrocknungskosten entfallen im Durchschnitt verschiedener Untersuchungen etwa 22 % auf Amortisation und Verzinsung der Trocknungsanlagen, weitere 22 % auf Stapelkosten, etwa 18 % auf Überwachungskosten, 30 % auf Betriebskosten, die restlichen 8 % auf Raum- und sonstige Kosten. Man kann also sagen, daß im Durchschnitt 50 % der Trocknungskosten der Trocknungszeit proportional sind. Die zahlenmäßige Schlußfolgerung ist einfach: kostet beispielsweise die konventionelle Trocknung von 1 m³ Schnittholz DM 30,–, dann verringert sich die Trocknungszeit in dem beschriebenen günstigsten Fall bei Anwendung der Heißdampftrocknung auf 20 %. Die von der Trocknungszeit abhängigen Kosten sind die Hälfte von DM 30,–, also DM 15,–; sie sinken bei der Heißdampftrocknung auf DM 3,–, so daß – roh überschlagen – die Trocknungskosten von DM 30,– auf DM 18,– abnehmen. Man könnte dagegen einwenden, daß wahrscheinlich infolge der höheren Anlagekosten die Anteile von Amortisation und Verzinsung höher werden, aber dafür werden mit gleicher Wahrscheinlichkeit die Stapelkosten und Raumkosten etwas niedriger. Es ist also anzunehmen, daß sich durch die Hochtemperaturtrocknung, einem Ergebnis der modernen Holzforschung, von Fall zu Fall bis zu etwa 40 % der gesamten Trocknungskosten einsparen lassen.

Für viele Zwecke ist künstlich getrocknetes Holz ganz unentbehrlich, etwa für Furniere, Sperrholz und Schnittholz zu Möbeln, Böden und anderen Einbauteilen, die in zentralbeheizte Gebäude kommen. Davon ganz abgesehen, sind nach genauen Untersuchungen die Qualitätseinbußen bei der künstlichen Holztrocknung geringer als bei der Freilufttrocknung. In jedem Fall bedeutet Holztrocknung auch Holzschutz. Die Holzschutzforschung ist ein wesentlicher Teil der Holzforschung, und sie hat außerordentliche technische und wirtschaftliche Bedeutung erlangt. Unbehandeltes Holz – wenn

man von gewissen seltenen, von Natur aus sehr dauerhaften Hölzern absieht – ist im Freien anfällig für holzzerstörende Pilze, tierische Holzschädlinge, und es ist außerdem entflammbar. Chemische Holzschutzmaßnahmen sind deshalb wirtschaftlich von größter Wichtigkeit. In vielen Fällen ist ein Verzicht darauf nicht möglich oder es entsteht die Gefahr hoher Verluste und großer Instandsetzungskosten. Wie teuer aber stellt sich ein einwandfreier Holzschutz im Bauwesen? Nach Gieseking erhöhen die Holzschutzkosten für einen Dachstuhl aus Holz die Gesamtbaukosten nur um 0,4 %, zusätzlicher Schutz der Holzbalkendecke und des Fußbodens um 0,9 %. Der durch Forschungsergebnisse gestützte und verbesserte Holzschutz ist aber nicht nur privatwirtschaftlich, sondern auch volkswirtschaftlich sehr bedeutungsvoll. Besonders beeindruckend ist eine Zahl aus den USA: Dort wurde im 40jährigen Durchschnitt (1909 bis 1949) jährlich etwa ein Drittel des Holzverbrauchs durch Schutzmaßnahmen eingespart. Bei Buchenschwellen der Deutschen Bundesbahn kommt man durch Holzschutz auf rund 92 % Ersparnis an Unterhaltskosten.

Holzschutz ist aber nicht nur bei Vollholz erforderlich, sondern auch bei Holzwerkstoffen, insbesondere wenn sie – zum Beispiel Spanplatten – im Freien verwendet werden sollen. Noch vor wenigen Jahren hätte man den Einsatz von Spanplatten zu Außenverkleidungen von Gebäuden für unmöglich gehalten. Heute ist er möglich, wenn die Spanplatten eine feuchtigkeitsabweisende Deckschicht und einwandfreien Kantenschutz erhalten und wenn sie mit Phenolharzen verleimt wurden. Wenn man über die technische und wirtschaftliche Bedeutung der Holzforschung berichtet, dann bietet die kaum glaubliche stürmische Entwicklung der Spanplattenindustrie seit 1950 in der Bundesrepublik Deutschland und etwas später in der ganzen Welt ein hervorragendes Beispiel, wie eine neue holzverbrauchende Industrie durch Forschungs- und Entwicklungsarbeiten außerordentlich gefördert wurde. Die großen Pioniere der Spanplattenindustrie, von denen einer der hervorragendsten Schweizer Bürger ist, haben ihre erstaunlichen Erfolge nur dadurch erzielen können, daß sie ausgesprochen forschungsaufgeschlossen waren. Spanplatten sind heute ein Erzeugnis von großen Industriewerken, sie werden zu den verschiedensten Zwecken verarbeitet, sie dringen ständig in neue Gebiete ein, die Nachfrage ist trotz stürmisch steigender Produktion durchschnittlich noch etwas größer als das Angebot. Wie konnte es zu dieser einmaligen Entwicklung einer neuen Industrie auf dem Holzsektor in knapp 15 Jahren kommen? Es läßt sich leicht nachweisen und einsehen, daß hier Forschung, Entwicklung und Produktion wie selten harmonisiert waren. Folgendes wurde geklärt und war Voraussetzung für den technischen und wirtschaftlichen Erfolg: Vorbehandlung des Rohholzes, insbesondere sein zweckmäßiger Feuchtigkeitsgehalt, Zerspanung durch Spezialmaschinen, die das für die Festigkeitsausbildung entscheidende Verhältnis von Spanlänge zu Spandicke (etwa 140:1) sicherstellten, Pufferung in Silos, in denen es zu keiner Brückenbildung kommt, Trocknung in brandsicheren Anlagen, die

neuerdings zugleich die Späne sichten, Beleimen in kontinuierlich arbeitenden Maschinen mit einem Minimum an Bindemitteln und einem Maximum an gleichmäßiger Verteilung auf der Spanoberfläche, Feuchterhaltung der Außenlagen vor dem Verpressen zwecks Erzielung eines «Dampfstoßes», Steigerung der Preßtemperaturen. Ein weiter Weg, den aber Forscher und Praktiker der Industrie in großartiger Zusammenarbeit nicht durchschritten, sondern durchlaufen haben. Daneben ging man dazu über, einen immer größer werdenden Anteil der Spanplattenproduktion schon in den Erzeugungswerken zu veredeln durch Furnieren oder Beschichten mit Folien oder Hartpapieren. Für die Prüfung der technologischen Eigenschaften solcher beschichteter Platten mußten erst viele neue Verfahren entwickelt werden. Ihre Ergebnisse kommen gleichermaßen den Herstellern wie den Verbrauchern der Platten zugute. Ein Kardinalproblem für alle Holzwerkstoffindustrien, aber auch für weitere Gebiete der Holzverarbeitung, ist der Einsatz hochwertiger Leime und die Anwendung zweckmäßiger Verleimungsverfahren. Historisch betrachtet schufen in den dreißiger Jahren die ersten thermohärtenden Kunstharzleime eine völlig neue Grundlage für die Holzindustrien. Ohne diese Leime, die in großen Mengen und billig zur Verfügung standen, und feste, feuchtigkeitsbeständige, ja unter gewissen Voraussetzungen kochfeste, gegen Bakterien und Pilze widerstandsfähige Verbindungen lieferten, wären Holzteile im Bauwesen, bei Fahrzeugaufbauten, Flugzeugen, Sportgeräten usw. rasch und endgültig verdrängt worden. In der Folge kamen dann viele neue Leime mit bemerkenswerten Eigenschaften hinzu, und der Verlust an Festigkeit mit zunehmender Fugendicke wurde durch geeignete Maßnahmen bekämpft, der Einfluß der Vorgeschichte des Holzes auf seine Verleimbarkeit geklärt usw. Heute stehen viele Kunstharzleime, teils thermohärtend, teils thermoplastisch, gestreckt, gefüllt, verstärkt zur Verfügung. Trotzdem liegen vor Forschung und Entwicklung noch große Aufgaben. Vor allem sollten Leime geschaffen werden, die beim Abbinden nicht schwinden. Die Epoxydharze, die diese Eigenschaft besitzen, eignen sich nur bedingt zur Holzverleimung. Durch Schwindung der Leimfugen entstehen erhebliche Spannungen, welche die Fugenfestigkeit herabsetzen. Durch spannungsoptische Modellversuche gewann man Einblicke in die Spannungsverhältnisse. Mit der gleichen Technik konnte man auch die Spannungssprünge beim Übergang von Frühholz zu Spätholz quantitativ nachweisen und damit die theoretischen Untersuchungen von Ylinen zur gleichen Frage bestätigen.

Der Ersatz des Holzes durch geeignete Denkmodelle – der, wie schon erwähnt wurde, für die Trocknungsphysik und Sorptionstheorie so fruchtbar war – führte die moderne Holzforschung auf vielen Gebieten zu beachtlichen Erfolgen. Kollmann und Malmquist deuteten beispielsweise die Struktur von Holz und Holzwerkstoffen als eine Verteilung von röhrenförmigen Elementen, die teils parallel, teils senkrecht, teils schräg zueinander angeordnet sind. Darauf konnte ein Rechenverfahren aufgebaut werden,

das die lange Zeit allein verfügbaren und nur bedingt brauchbaren empirischen Formeln für die Zusammenhänge zwischen der Wärmeleitzahl, der Rohdichte und der Feuchtigkeit der Hölzer und Holzwerkstoffe ersetzte. Bei der ausgedehnten Anwendung von Hölzern und Holzwerkstoffen zum Wärmeschutz liegt die Wichtigkeit der Theorie auf der Hand, zumal sie auch Anregungen gibt, wie sich die Wärmeleitzahlen herabsetzen lassen.

Eine Schwerpunktaufgabe der Holzforschung wurde die Brandprüfung. Als organisch gewachsener Stoff, der, elementar betrachtet, hauptsächlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht, ist Holz brennbar. Völlig nehmen kann man ihm diese Eigenschaft nicht, jedoch gelingt es einwandfrei, Holz und Holzwerkstoffen die Eigenschaft «schwer entflammbar» zu verleihen und holzhaltige Bauteile, zum Beispiel Decken oder Türen, «feuerhemmend» zu gestalten. Die technische und wirtschaftliche Bedeutung dieser Erfolge läßt sich zwar nicht mit Zahlen belegen, aber man kann ohne Übertreibung sagen, daß sich nur dadurch holzhaltige Bauteile auf weiten Gebieten des Bauwesens behaupten konnten und behaupten werden. Es ist viel zu wenig bekannt, wie vorzüglich sich massive Holzkonstruktionen bei Bränden verhalten. Die Balken und Träger mit großen Querschnitten aus Vollholz oder Schichtholz verkohlen oberflächlich; die Kohleschicht wirkt als ausgezeichneter Wärmeschutzstoff, so daß die gefährlich hohen Temperaturen nicht mehr nach innen weitergeleitet werden. Die geringfügige Schwächung des Querschnitts durch die Verkohlung verringert zwar theoretisch die Biegefestigkeit, aber die mit der Erwärmung verknüpfte Trocknung wirkt im entgegengesetzten Sinne. Holzbauten sind nach schweren Bränden oft nahezu intakt, während unisolierte Stahlskelett- und Betonbauten einstürzen. Es verdient Erwähnung, daß die Bauvorschriften in den USA für besonders brandgefährdete Industrieanlagen und Treibstoff-Tankstellen in Lufthäfen entweder schwere Holzkonstruktionen oder Bauweisen aus unbrennbaren Baustoffen mit Wärmeisolierung vorschreiben. Brandverhütung in gefährdeten Industriebauten ist von größter wirtschaftlicher Bedeutung, aber die zuständigen Baupolizeibehörden müssen auch vertraut sein mit den Vorzügen des Holzbaus, insbesondere nach Anwendung geeigneter Feuerschutzmittel. In Europa und in der Bundesrepublik Deutschland sind die Kenntnisse auf diesem Gebiet leider nicht so weit verbreitet, wie sie es sein sollten.

Man könnte über das Thema «Die technische und wirtschaftliche Bedeutung der Holzforschung für die Holzindustrie» noch sehr viel sagen; man müßte aus den erwähnten Bereichen der Holzforschung noch viele weitere Beispiele anführen. Es ist aber erforderlich, zu einem Ende zu kommen. Bei der mechanisch-technologischen Holzforschung sind noch jene Arbeiten zu erwähnen, die zu einer Verbesserung der Schneidegeometrie führten (wodurch sich die Schnittgüte verbesserte und die Standzeit der Werkzeuge erhöhte) und die höhere Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten ermög-

lichten. Die Zerspanungsforschung auf dem Holzgebiet wurde lange stiefmütterlich behandelt. Zwar gab es einzelne Arbeiten wie die von Bues, der Schule Sachsenberg, die richtungweisenden neueren Untersuchungen von Kivimaa, Thunell, Hvamb, Reinecke, Koch und anderen, eine Systematik brachte aber erst seit etwa 10 Jahren Pahlitzsch in diesen Bereich der wissenschaftlichen Tätigkeit, erfreulicherweise lebhaft unterstützt von den Herstellern der Holzbearbeitungsmaschinen sowie von Maschinen für die Holzwerkstoffindustrien. Die technischen und wirtschaftlichen Erfolge dieser Arbeiten wie aller Holzforschungen liegen auf der Hand, wenn man sie nur sehen will. Es war einleitend von den Schwierigkeiten, die sich für die Holzindustrien aus ihrer Struktur, aus ihren Tagessorgen, aus dem zu konservativen Geist ergeben, die Rede. Es ist aber nötig, dieser Lethargie entgegenzuwirken, denn – und damit schließt sich der Ring meiner Betrachtungen – der Mensch von heute und von morgen bedarf der Wälder und des Lebens in einer Häuslichkeit, deren Atmosphäre durch Holz physische und seelische Wärme erhält. Die Holzforschung liefert dabei den Schlüssel zu technischem und wirtschaftlichem Fortschritt. Allerdings befindet sie sich insofern in einer schwierigen Lage, als die Wissenschaft vom Holz jungen Datums und dabei sehr kompliziert ist. Die klassischen Wissenschaften sind jedermann bekannt und allgemein geachtet. Forstwissenschaft und die Wissenschaft vom Holz sind kaum mehr als 100 oder 50 Jahre alt. Die moderne Holzphysik und die Mikrotechnologie sind jüngsten Datums. Das Ansehen der Wissenschaften war schon verteilt, als man mit der Holzforschung begann. Diesem unerfreulichen Zustand kann und muß man entgegenwirken, denn es ist sicher nicht weniger wichtig, die Wälder zu erhalten und den Menschen durch die Berührung mit dem Holz das Gefühl der Geborgenheit und des Behagens zu vermitteln als mit Raumschiffen die Erde zu umkreisen und anzustreben, auf den unwirtlichen Gründen des Mondes zu landen. Die Holzforschung hat eine große technische und wirtschaftliche Bedeutung, wofür Beispiele angegeben wurden, aber sie hat eine noch größere Bedeutung als unentbehrliches Mittel im Streben nach der Stabilisierung einer von Natur aus harmonischen Welt.

Résumé

L'importance technique et économique de la recherche scientifique pour l'industrie du bois

La conservation des forêts est une tâche de première importance de la société industrielle en plein développement, car leurs fonctions sociales lui sont absolument indispensables. Il en est de même du bois, ce don inestimable des forêts, qu'il n'est pas possible d'ignorer dans l'histoire de la culture et de la civilisation de l'humanité. Il est possible que par place le bois soit remplacé par des métaux, du béton ou des matières synthétiques, mais d'autre part les panneaux ligneux, tels que les contre-

plaques, les panneaux de fibres et les panneaux de particules, firent leur apparition et ils sont utilisés en quantités croissantes. Des études indépendantes les unes des autres arrivèrent à la conclusion commune que la consommation de bois par tête d'habitant augmentera lentement mais régulièrement jusqu'en l'an 2000 dans presque tous les pays. Les industries du bois se distinguent nettement par leur structure moyenne des grosses entreprises industrielles de la métallurgie, de la chimie et de la construction mécanique. Ce sont de minuscules, petites et moyennes entreprises qui caractérisent l'industrie travaillant et transformant le bois; cependant, elles résistent mieux aux crises économiques et elles livrent des produits indispensables à une vie confortable de l'homme. Tous les grands progrès techniques de la société industrielle reposent sur des travaux de recherches planifiés. Malheureusement, les sommes consacrées à la recherche par l'industrie du bois et des produits ligneux sont minimes. Ce fait est regrettable et dangereux. A l'avenir, les industries du bois devront se montrer plus entreprenantes dans le domaine de la recherche scientifique. En raison de leur structure, une action dans ce domaine ne leur est possible qu'en s'associant, en soutenant des sociétés d'études et en concluant des contrats de recherche.

La recherche dans le domaine du bois comprend trois directions: la recherche biologique, la recherche physico-mécanico-technologique et la recherche chimique. L'auteur illustre l'importance de la recherche dans le domaine du bois à l'aide de quelques exemples, qui sont: la détermination des tensions tolérables pour le bois, la classification mécanique des bois d'après leur résistance, l'étude d'arbres sur pied, de poteaux et de perches à l'aide des rayons X, des rayons gamma ou des rayons bêta pour y déterminer des centres de pourriture, le développement de procédés de vibration destinés à des essais de résistance non destructifs. Il faut insister sur le fait que la recherche de base a tôt ou tard des applications pratiques, c'est-à-dire que ses limites par rapport à la recherche appliquée ne sont pas nettement définies. La recherche scientifique et technique dans le domaine du bois est de nos jours une opération coûteuse, aussi bien au point de vue du personnel nécessaire qu'au point de vue des moyens exigés; parmi ces derniers, il faut nommer le microscope électronique, les machines électroniques et aux emplois multiples destinées à des essais de résistance et les calculatrices digitales. L'exposé met en évidence l'importance de l'anatomie du bois pour la détermination des essences forestières ainsi que pour l'estimation de la valeur de plusieurs procédés appliqués lors du séchage, de l'imprégnation et de la protection des bois. La physique du bois fournit les bases nécessaires à la stabilisation des dimensions de ce matériau et au développement de procédés de séchage accéléré. Dans ces domaines, on touche aussi à des questions économiques. L'exposé donne des chiffres indiquant la faible renchérissement des frais de construction qu'entraînent des mesures de protection appropriées des bois. L'extension rapide de l'industrie des panneaux de particules est le résultat d'une étroite collaboration entre la recherche et le développement industriel. Un point important de la recherche dans le domaine du bois a été l'étude de la résistance au feu. D'une façon générale, la science du bois est de date récente et de plus elle est très compliquée. L'importance déterminante de la recherche scientifique dans le domaine du bois provient du fait qu'elle constitue un moyen indispensable à l'effort de stabilisation d'un monde qui par nature est harmonieux.

Traduction: Farron