

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 115 (1964)
Heft: 6-7

Artikel: Vom Holz zum Holzwerkstoff
Autor: Bosshard, H.H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-765518>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

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

Vom Holz zum Holzwerkstoff¹

Von *H. H. Bosshard*

Institut für mikrotechnologische Holzforschung der ETH, Zürich

Holz ist ein Baumaterial von eigenartiger Schönheit. Es strahlt Wärme und Wohlbehagen aus und wird deswegen seit Generationen für die vielfältigsten Verwendungszwecke sehr geschätzt. Holz gehört tatsächlich zu den Methusalems unter den Baustoffen; es ist faszinierend, zu verfolgen, wie es vom urwüchsigen Rohstoff zum ewig wandelbaren Holz wurde. Jede Generation vermag ihm dank neu entwickelter Technik Neues abzugewinnen, es neuen Verwendungszwecken zuzuführen und seine Bearbeitbarkeit neu zu modifizieren. Die Entwicklung vom Holz als Massivbaustoff zu den Holzwerkstoffen muß ganz in diesem Lichte gesehen werden. Zu den Holzwerkstoffen könnte man zwar alles aus Holz Geformte rechnen, es ist hingegen üblich, nur diejenigen Baumaterialien als Holzwerkstoffe zu bezeichnen, welche aus Holz durch Zerspannung oder Zerfaserung und anschließender Integration der einzelnen Bestandteile gewonnen werden. Die Holzwerkstoffe, zu denen wir unter anderem die Tischlerplatten, Sperrplatten, Span- und Faserplatten rechnen, sind flächige, homogene Elemente, Materialien, die sich meist serienmäßig herstellen lassen, leicht zu bearbeiten sind und sich deswegen auch für eine serienmäßige Verarbeitung eignen.

Die Entwicklung vom Holz zu den Holzwerkstoffen bleibt von manchen Komponenten abhängig: von der wirtschaftlichen Seite her spielen Holzpreise und Holzqualität eine Rolle, von der technischen vor allem die Nachfrage nach einem leichten, homogenen Baustoff, der die wesentlichsten Nachteile des Holzes, wie Schwinden und Quellen, nur in einem Mindestmaß aufzeigt und damit den hohen Ansprüchen der serienmäßigen Verarbeitung sowie der Verwendung in für das Holz ungünstigen Raumklimata genügt. Diese hohen technischen Ansprüche können nur erreicht werden, wenn auf andere charakteristische Holzeigenschaften weitgehend verzichtet wird. — Die Integration der Holzeinzelteile zu Holzwerkstoffen wird aber nicht allein zu einem *holztechnischen* Problem, sondern hängt ebenso eindeutig von der Entwicklung der Kunststoffe ab. Gewöhnlich betrachtet der dem Holz freundlich Gesinnte Kunstharze und die daraus gewonnenen Materialien als scharfe Konkurrenten des Holzes. Dies ist vorerst in gewissem Sinne richtig. Andererseits wäre der ungeahnte Aufschwung in der Spanplatten-

¹ Vortrag, gehalten am 5. Mai 1964 vor dem Kuratorium zur Förderung der Wald- und Holzforschung, Entlebuch

produktion ohne Kunstharze vollständig undenkbar, braucht es doch zur Verleimung der Späne einen respektablen Teil des Füllgewichtes an Bindemittel, welches in geeigneter Form auf die Holzteile aufgebracht werden muß, ohne sofort verklebend zu wirken. Ähnliche Beobachtungen gelten für die Herstellung von wasserfestem Sperrholz mit Phenolharzen, dem eine große Zukunft vorausgesagt wird.

Vom Holz zum Holzwerkstoff: In diesem Referat wird es gegeben sein, vom Holz und seinen guten wie schlechten Eigenschaften zu sprechen und anzudeuten, wie die Technik versucht hat, die unerwünschten Merkmale in ihrer Wirkung zu reduzieren. Es ist mir eine große Freude, in Ihrem Kuratorium zur Förderung der Wald- und Holzforschung darzulegen, daß der enge Zusammenhang zwischen technischem Fortschritt und wissenschaftlicher Forschung nicht nur für weltbekannte Beispiele wie Chemie, Metallurgie oder Maschinenbau Gültigkeit hat, sondern auch Grundlage der technischen Vervollkommnung in der Veredlung von Holz und Holzwerkstoffen ist.

Was ist Holz?

Holz ist ein außerordentlich heterogenes Material mit einer vielseitigen Textur, einer mikroskopisch sichtbaren Struktur, einer submikroskopisch erfaßbaren Feinstruktur sowie eines mit optischen Mitteln nicht mehr erkennbaren und somit amikroskopischen chemischen Aufbaues. Die Textur des Holzes ist allen bekannt. Jedermann freut sich bei der Beobachtung eines Holztäfers über den ruhigen oder geflammten Verlauf der Jahrringe, der durch das Wechselspiel von Früh- und Spätholz noch bereichert wird. Die Textur des Holzes gibt ihm den Anschein, etwas Lebendiges zu sein; die Textur bringt uns das Holz näher. Ähnlich wie die Gliederung eine Landschaft für den Beschauer oder den Wanderer spannend, abwechslungsreich und lebensnah gestaltet, verhilft die Textur des Holzes diesem zu einem Charakter. Nimmt man dem Holz diese Textur, sei es, indem es mit Farbe überpinselt oder mit Kunststoffen beklebt wird oder indem man aus ihm einen Holzwerkstoff herstellt, so ist eine wesentliche, hauptsächlich im Ästhetischen gelegene Charaktereigenschaft des Holzes verlorengegangen.

Die Struktur des Holzes, sein Feinbau, ist nur mikroskopisch erfaßbar. Dem Beschauer dieser Feinheiten werden aber eigenartige Naturschönheiten vor Augen geführt; er blickt mitten in die biologische Aktivität des aufbauenden Plasmas und erlebt etwas von der Gewalt der synthetisierenden Kraft, welche aus Sonnenenergie und Kohlensäure bei Gegenwart von Chlorophyll zunächst Traubenzucker und aus dem Traubenzucker Cellulose, Lignin, Hemicellulose und alle anderen Bestandteile der Holzzellwand zu formen vermag. Im mikroskopischen Strukturbereich sind auch viele Anhaltspunkte für das Verständnis von technologischen Eigenschaften aufzufinden: So bedeuten die ausgeprägten Unterschiede zwischen Früh- und Spätholz der Tanne Raumgewichtsdifferenzen, die zu Wachstumsspannun-

gen führen können. Mit dem Raumgewicht ändern auch alle Festigkeitseigenschaften; es darf deshalb mit Fug von zwei verschiedenen Holzqualitäten in ein und demselben Jahrring gesprochen werden. — Die harzführenden Nadelhölzer wie Föhren, Lärchen, Fichten und andere, sind bekannt durch ihre Neigung zur Bildung von Harztaschen, welche im Kambium entstehen, wenn im überbeanspruchten Holz die feinen Epithelzellen der Harzkanäle reißen, so daß sich das Harz in die dabei entstandenen Haarrisse ergießen kann. — Die wichtigste Eigenschaft des Holzes, sein Schwinden und Quellen, liegt in der cellulosischen Natur der Zellwände begründet. Die mächtigen Membranen vermögen Wasser in ihr Porensystem aufzunehmen und dieses teilweise chemisch, teilweise physikalisch zu binden; dabei weiten sich die Maschen des Zellwandgeflechtes auf, und zwar in tangentialer Richtung etwa doppelt soviel wie in radialer. Schuld an dieser Anisotropie sind nicht zuletzt die Markstrahlen, welche durch ihr radial orientiertes Röhrensystem das Holzgefüge nur längs der Hauptachse versteifen, quer dazu aber selber sehr stark an der Schwindbewegung beteiligt sind. — Bei all diesen Betrachtungen über spezifische Holzeigenschaften darf nicht außer acht gelassen werden, daß das Holz ein lebendes Material ist, mit aktiven Zellkernen und einem zum Aufbau befähigten Protoplasten: Holz ist nicht nur ewig wandelbar, Holz ist aus lebender Substanz entstanden und deshalb so rätselhaft wie alles Leben selbst.

Was ist Holz? — Diese Frage ist nur einseitig beantwortet worden mit einigen Hinweisen auf Struktur und Eigenschaften des Materials. Die meisten der unerwünschten Holzeigenschaften sind zurückzuführen auf den heterogenen Aufbau und die nach Richtungen verschiedene Strukturentwicklung des Holzes. Um diesen Schwierigkeiten zu begegnen, hat man schon früh damit begonnen, Holz in Bretter und dann in Lamellen aufzuteilen, diese Bretter und Lamellen wieder zu verkleben und sie im einen Falle zu Tischlerplatten, im anderen Falle zu Sperrplatten weiter aufzuarbeiten. — Massivholz gleich einer gerichteten Größe: es schwindet und quillt in tangentialer Richtung stärker als in radialer. Vervielfacht man nun Holz mit sich selbst, so verliert es weitgehend diese Richtungsabhängigkeit, ähnlich, wie mathematisch formuliert, jede Größe durch das Quadrieren ihre Richtung verliert: Irgendeine mathematische Größe, zum Beispiel 5, ist entweder +5 oder -5 und besitzt damit eine Richtung. Vervielfacht man diese Größe mit sich selbst, so verliert sie die Richtung, indem $\sqrt{25}$ immer ± 5 ergibt. Sie merken, ich habe Freude an Analogien. Tatsächlich sind diese Zusammenhänge mehr als ein Spiel; sie sind Deutungsversuche für die eigenartigen Phänomene, die wir bei der Verarbeitung von Holz zu Holzwerkstoffen erhalten. — Lange Zeit waren Tischler- und Sperrplatten die einzigen verleimten Holzwerkstoffe, die man herstellen konnte, und zwar sind sie in den Anfängen mit Glutinleimen, mit Caseinleimen oder anderen natürlichen Bindemitteln verklebt worden. Ich bin überzeugt, daß von der holztechnischen Seite her die Entwicklung bei dieser Verleimungsmethode still-

gestanden wäre, wenn nicht die Chemie Kunstharze auf den Markt gebracht hätte. Die Kunstharzleime haben erst die Herstellung von Spanplatten ermöglicht; sie sind aber auch in verschiedene andere Gebiete der Verleimungstechnik eingeführt worden, und zwar durchweg mit großem Erfolg. So zeichnet sich als neue Anwendung die Verleimung von Furnieren und ihre Beschichtung mit Kunstharzen zu wasserfestem Sperrholz ab.

Kunstharz und Holz

Das Verkleben von zwei Materialteilen ist ein Vorgang, der sich in erster Linie zwischen den beiden Oberflächen abspielt, die zusammengebracht werden sollen. Wenn diese Oberflächen theoretisch so glatt wären, daß ein inniger Kontakt in deren molekularen Bereichen möglich wäre, so würden sie dank den intermolekularen Kräften ohne jedes Bindemittel zusammenhalten. Holzoberflächen können nie derart glatt sein. Man braucht deshalb als Bindeglied ein Klebemittel, das sich gut im Holz verankern läßt. Die natürlichen Leime wie Haut- und Knochenleime und andere vermögen dank ihrer gelierenden Eigenschaft Holzoberflächen zusammenzuhalten. Allerdings sind bei der Verarbeitung genaue Maßnahmen einzuhalten, weil der einmal einsetzende Abbindeprozeß kaum mehr aufgehoben werden kann.

Die synthetischen Leime oder Kunstharze reagieren grundsätzlich verschieden. Es sind meist heteromolekulare Lösungen, welche entweder durch Beimischungen von Zusätzen oder erst bei Anwendung von hohen Temperaturen reaktionsbereit werden. Dann vernetzen sich die in der Leimlösung noch frei beweglichen Moleküle zu kleineren und größeren Molekülkomplexen. Der Chemiker nennt diesen Vorgang polymerisieren oder kondensieren. Für die Anwendung der Kunstharzleime ist es bedeutungsvoll, daß der Vernetzungsvorgang gesteuert werden kann. So ist es beispielsweise möglich, Papierbahnen in Lösungen von Kunstharzleimen einzutauchen, den haftenden Leim eintrocknen zu lassen und auf diese Weise Leimfolien zu gewinnen. Legt man derartige Folien zwischen zu verklebende Furniere und wendet man gleichzeitig hohe Temperaturen und Drucke an, so wird der auf dem Papier eingetrocknete Leim vorerst wieder verflüssigt; er kann somit in die feinen Holzporen eindringen und sich dort verankern. Erst zu einem späteren Zeitpunkt setzt im plastifizierten Leim die weitere Vernetzung der Molekülgruppen ein: der Leim wird dabei hart, und die Leimverbindung erreicht eine höhere Festigkeit als das Holz selber. — Diese Eigenschaften der Kunstharzleime sind sehr erwünscht bei der Herstellung von Spanplatten. Der Leim kann auf die Hackspäne gedüst werden, trocknet dort leicht an, haftet auf der Spanoberfläche in Tropfenform, ohne beim Zusammenschütten von derart beleimten Spänen zu verkleben. Die mit Leim versehenen Späne können deshalb ohne Schaden in große Spansilos geführt und dort für die mechanisierte Aufarbeitung von Spanplatten ge-

lagert werden. Erst wenn der Spanplattenkuchen unter hohem Druck und bei hoher Temperatur verpreßt wird, beginnen sich die Leimtröpfchen plastisch zu verformen, der Leim beginnt zu fließen, das heißt seine Viskosität wird für kurze Zeit geringer; der Abbindeprozeß findet statt, wenn die Polymerisation eingeleitet wird. Die Leimbindefestigkeit in Spanplatten ist außerordentlich hoch, das heißt die punktförmige Auftragung von Klebemittel sowie die Dosierung des Leimes kann weitgehend als gelöstes Problem betrachtet werden. Um die Leimverteilung in Spanplatten studieren zu können, müssen dem Leim vor der Verwendung bestimmte Farbstoffe beigegeben werden. Man wählt dazu mit Vorteil Farbstoffe, die im normalen Licht unsichtbar sind und nur bei Bestrahlung mit Ultraviolettlicht aufleuchten. Bei diesen mikroskopischen Untersuchungen ist eine außergewöhnlich gute Verteilung von Bindemittel in den serienmäßigen Spanplatten festzustellen, ebenso wie eine nahezu ideale Verteilung der verschiedenen Spanrichtungen.

Die Verwendung von Sperrholz als Außenelement ist in den USA und in Kanada schon lange üblich; in den letzten Jahren hat man auch in Europa begonnen, in größeren Bauten Fassadenteile mit Sperrholz zu verkleiden. In der modernen Skelettbauweise sucht der Architekt für die Fassadenverkleidung leichtes, gut bearbeitbares, wärmeisolierendes, aber vor allem dauerhaftes Material. Sperrholz ist dazu außerordentlich gut geeignet, wenn es wasserfest verleimt werden kann, wenn es dauerhaft bleibt und wenn sich seine Oberfläche gegen die mannigfaltigsten Witterungseinflüsse vergüten läßt. Die drei großen «Wenn» stehen vorderhand dieser wichtigen Anwendung von Holz als Bauelement noch im Wege; es ist jedoch sicher, daß die damit zusammenhängenden Fragen zufriedenstellend gelöst werden können. — Es sind in dieser Hinsicht während Jahren Versuche über die Beschichtung und Verleimung von Furnieren mit Phenolharzen durchgeführt worden, um einerseits die rein technischen Eigenschaften wie Leimbindefestigkeit und Oberflächengüte zu prüfen, und andererseits zu untersuchen, ob die an sich pilzhemmenden oder gar pilztötenden Phenolharze die Dauerhaftigkeit des Holzes zu erhöhen vermögen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind von der technischen Seite her sehr zufriedenstellend und ermutigend. Es ist wahrscheinlich, daß bald ein Verfahren gefunden werden kann, um die Produktion von wasser- und witterungsfestem Sperrholz wirtschaftlich zu gestalten.

Der Weg vom Holz zum Holzwerkstoff ist seit Jahrzehnten mit Erfolg beschritten worden. Aus dem Naturstoff ist ein Werkstoff geworden, dessen technische Eigenschaften leicht zu überblicken sind, der homogen ist und den man nahezu nach Belieben zu den verschiedensten Zwecken verarbeiten kann. Für das Holz ist damit zweifellos viel gewonnen worden, wenn man es als wirtschaftlichen Faktor betrachtet. Man mag Vergleiche ziehen und das Holz einem naturnahen Wald gleichsetzen, den Holzwerkstoff dagegen einer Baumplantage.

Der scharfe technische Eingriff in den Naturstoff Holz kann ebensowenig übersehen werden wie die einseitige Bewirtschaftung eines Waldes. Hier wie dort stehen sich Natur und Technik gegenüber. Holz und Holzwerkstoff müssen deshalb unter zwei verschiedenen Gesichtswinkeln betrachtet werden: Wenn auch die Winkelmaße verschieden sein mögen, sie bleiben doch beide Teile des Kreises, dessen Quadratur es noch immer aufzulösen gilt.

Zusammenfassung

Holz ist ein vielschichtiges Material; seine Heterogenität beruht auf Unterschieden im chemischen Aufbau ebenso wie auf Feinheiten im submikroskopischen und mikroskopischen Gefüge: Zellwände sind nicht nur Agglomerationen von Cellulose und Lignin, sondern sie tragen in vielseitiger Lamellierung die eigenartige Musterung von primären, sekundären und tertiären Membranen. Im Mikrostrukturbereich sind ähnliche Differenzierungen anzutreffen, und im makroskopischen Dimensionsraum der Textur sind Jahrringbau mit Spät- und Frühholzzonen maßgebende Elemente. Die vielfältige Einheit Holz besitzt vom technologischen Standpunkt aus gesehen gewisse Nachteile: übermäßiges und nach Richtungen verschiedenes Schwinden und Quellen, Unterschiede im Jahrringbau, Abnormitäten wie Drehwuchs und Reaktionsholz, um die wichtigsten zu nennen, beeinträchtigen die Verwendung des Holzes im serienmäßigen Einsatz auf dem Fließband. Aus diesen Gründen sucht man in der Herstellung von Holzwerkstoffen (Furniere und Sperrhölzer, Tischler- und Spanplatten, Faserplatten) nach einem vorwiegend zweidimensionalen, flächigen Material von guter Bearbeitbarkeit und gleichmäßiger Struktur. Diese Entwicklung ist durch die Kunstharzleime wesentlich gefördert und in einigen Phasen überhaupt erst ermöglicht worden. Die besonderen Vorzüge dieser künstlichen Bindemittel wie lange Lagerfähigkeit, Regulierbarkeit des Abbindeprozesses und hohe Bindequalität lassen sie wirklich als ideale Hilfsmittel in der Holzveredlung einsetzen.

Ein Holzwerkstoff ist «technisiertes» Holz, ein vom Menschen veränderter Naturstoff, der besonderen Wünschen entsprechend, in einzelnen Fällen umgeschichtet, in anderen noch weitgehender homogenisiert worden ist. Damit verliert das Holz vielfach seine Textur, eine Qualität also, die den eigentlichen Charakter des Materials bestimmt. Dafür ist ein wertvoller Werkstoff gewonnen, der im regen Wettstreit der Materialien mithilft, dem Holz auch weiterhin eine wichtige Position zu sichern.

Résumé

Du bois aux panneaux ligneux

Le bois est un matériau très stratifié ; son hétérogénéité est due à des différences dans sa composition chimique ainsi qu'à des finesses dans sa constitution microscopique et submicroscopique. Les parois cellulaires ne sont pas seulement des agglomérations de cellulose et de lignine ; au contraire, elles contiennent sous la forme d'une singulière composition très lamellée des membranes primaires, secondaires et tertiaires. On rencontre des différences semblables dans la microstructure ; et dans les dimensions macroscopiques de la texture, la constitution des couches annuelles avec leurs zones de bois final et de bois initial représente un élément essentiel. Le bois, unité très diverse, possède du point de vue technologique certains défauts : un gonflement et un retrait excessifs et variables selon les directions, des différences dans la constitution des couches annuelles, des anomalies tels que les fibres torsées et le bois de compression, pour ne citer que les plus importants ; ces défauts rendent difficile l'utilisation du bois dans des procédés de fabrication en série sur une chaîne automatique. Pour ces raisons, on cherche par la fabrication de panneaux ligneux (placages et bois croisés, panneaux forts et panneaux de particules, panneaux de fibres) à produire un matériau à grandes surfaces, donc avant tout à deux dimensions, qui se laisse facilement travailler et qui possède une structure régulière. Ce développement a été favorisé dans une large mesure par les colles à base de résines synthétiques ; dans certains cas même, ces résines ont été la condition sine qua non de ce développement. Les avantages particuliers de ces colles synthétiques, tels que le stockage possible pendant une longue période, le réglage du processus de collage et la haute qualité du liage, en font véritablement un moyen idéal pour les différents procédés d'amélioration des bois.

Un panneau ligneux est du bois « imprégné de technique » ; c'est un matériau naturel qui a été transformé par l'homme conformément à ses vœux, dans certains cas par une nouvelle stratification, dans d'autres cas largement homogénéisé. Par ces transformations, le bois perd le plus souvent sa texture, c'est-à-dire une des qualités qui déterminent le véritable caractère de ce matériau naturel. On y gagne en revanche un matériau de construction de valeur qui, dans la lutte engagée entre les différents matériaux, permet à l'avenir également d'assurer au bois une position importante.

Traduction Farron