

# Über das Wesen des Holzschutzes

Autor(en): **Bosshard, H.H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal  
= Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **115 (1964)**

Heft 8

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-765520>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen Journal forestier suisse

115. Jahrgang

August 1964

Nummer 8

## Über das Wesen des Holzschutzes<sup>1</sup>

Von *H. H. Bosshard*

Institut für mikrotechnologische Holzforschung der ETH, Zürich

Soll und kann Holz geschützt werden? Die Frage in dieser Art zu stellen, scheint nicht ohne Bedenken möglich zu sein, weil der Schutzgedanke im weitesten Sinne des Wortes in unserer Zeit außergewöhnlich stark geprägt ist: Natur- und Heimatschutz, Gewässerschutz, Tierschutz befassen sich mit der organischen und anorganischen Umwelt, Zivilschutz und Familienschutz mit dem persönlichen Leben selbst. Dieser Wille zum Selbstschutz wird zum Beispiel deutlich an den steigenden Zahlen der Lebensversicherungsabschlüsse in der Schweiz, die sich von 684 Millionen Franken im Jahre 1900 auf 22 194 Millionen Franken im Jahre 1962 verändert haben. Diese Zahlen illustrieren besser als alle Aufzählungen Ursprung und Quelle der öffentlichen und privaten Schutzmaßnahmen als Freude am stetig steigenden Risiko, gemischt mit der Angst, dessen Konsequenzen allein, schutzlos und unversichert zu tragen. — Echter Holzschutz hat mit diesem allgemeinen Sicherheitsbedürfnis wenig zu tun, ebensowenig wie mit dem reinen Geschäftssinn, der als Promotor dahinter stehen mag: Vielfach werden aus einseitig geschäftlichen Überlegungen die Hinfälligkeit und Schutzbedürftigkeit des Holzes so drastisch dargestellt, daß man mit Fug kaum mehr wagt, es zu verwenden. Holzschutz wird damit leider oft zu einem kühnen Spiel der Geschäftsinteressen; kühn deshalb, weil in Anpreisungen und Empfehlungen Dinge behauptet und verfochten werden, die einer objektiven Basis entbehren. Damit wird aber das kühne Spiel des Holzschutzes zu einem gefährlichen Spiel für das Holz. — «Soll und kann Holz geschützt werden?» Diese Frage soll losgelöst werden vom Gefühlsmäßigen des allgemeinen Schutzgedankens und vom Materiellen des geschäftlichen Gewinnes, um die naturwissenschaftliche Seite des Problems rein sachlich darlegen zu können.

Im naturwissenschaftlichen Denken verbindet der Energiebegriff die scheinbar entferntesten Sachgebiete: Energie in irgendeiner Form ist schließlich mit ein Ausdruck von fließendem oder fixiertem Leben, Energie führt zurück zum Ursprung. — Holz ist ein morphologischer Ausdruck der Ener-

<sup>1</sup> Vortrag gehalten an der LIGNUM-Generalversammlung in Luzern.

gie; Holz ist im weitesten Sinne des Wortes Form einer potentiellen chemischen Energie. Leider ist dies dem forschenden Menschen nur allzu unheilvoll bekanntgeworden, indem er in der Nitrozellulose den brisantesten Sprengstoff des Ersten Weltkrieges dargestellt hat.

Von der energietechnischen Seite aus gesehen ist Holz, ähnlich wie viele andere Naturformen der schöpferischen Energie, ein faszinierendes Untersuchungsobjekt. Holz bietet viele Möglichkeiten, den Energiebegriff studieren zu können, und verallgemeinernd oder verfeinernd, zu neuen Erkenntnissen zu gelangen. Die Freude an derartigen Zusammenhängen ist zwar brotlos arm im Vergleich mit den kommerziellen und wirtschaftspolitischen Seiten des Problems. Da man sich jahrein, jahraus vor allem mit diesen beiden Aspekten des Holzes befaßt, soll für einmal ein anderer Weg eingeschlagen werden, um dem Gedanken nachzugehen, wie Holz als potentielle chemische Energie erkannt, begriffen und geschützt werden kann.

Holz gehört zu den wichtigsten Kohlenstoffquellen der Erde. Es hat den Kohlenstoff fixiert im Zellulose- und Ligningerüst. Zellulose als Hauptbaustein des Holzes kann chemisch auf die Glucose, das heißt den Traubenzucker, zurückgeführt werden, Lignin auf phenolische Alkohole, die sich aus dem Coniferin oder Syringin ableiten lassen. Die Grundbausteine der Zellulose entstehen bei der Kohlenstoff-Assimilation, wobei Kohlensäure unter Einfluß von Sonnenenergie und in Gegenwart von Chlorophyll zu Glucose, die Glucose zu Zellulose und anderen Kohlehydraten synthetisiert werden. Lignin, der eigentliche Holzstoff, läßt sich ebenfalls auf den Grundbaustein Glucose zurückführen, wobei allerdings erst komplizierte Umsetzungen im Kambialsaft über viele Vorstufen zum Endresultat führen. — Diese Vorgänge sind bis jetzt dem menschlichen Auge verschlossen. Sie können nur auf indirektem Wege erfaßt werden. Die aus ihnen resultierenden Agglomerationen hingegen liegen innerhalb des Auflösungsvermögens des Röntgenspektrographen und des Elektronenmikroskops, so daß beispielsweise die kristalline Struktur der Zellulose offensichtlich wird. Die Zellulose liegt in langen Ketten vor, gebunden im lockeren parakristallinen oder im stabilen kristallinen Bereich der Mikrofibrillen. In primären und sekundären Wänden verflechten sich die Fibrillen zu netzartigen oder parallelisierten Geweben entsprechend der formenden Kraft des Protoplasmas. Im Strukturbereich dieser Wandzonen entstehen an den Kontaktstellen benachbarter Zellen eigenartige Differenzierungen, die gleichzeitig Ausdruck und Symbol der Wechselwirkungen einzelner Zellen werden. Die Holzzelle als Grundbaustein ist an sich autonom und trotzdem nur in enger Berührung mit gleichartigen Elementen lebensfähig. Sie wird damit zum Wesensträger des mehrzellig organisierten Lebens und besitzt dieselbe Deutungskraft, wie sie jedem Individuum in der Gemeinschaft zukommt. Von dieser Warte aus gesehen wird Holz zu einem vielschichtigen Stoff im Bereich des organischen Lebens, dessen Formen eine zwar stille, aber beredte Sprache sprechen von der enormen Tragkraft der formenden Energie des Plasmas. — Die im sub-

mikroskopischen und mikroskopischen Dimensionsraum verborgenen Strukturmerkmale sind dem menschlichen Auge nur mühsam zugänglich, und trotzdem wirken sie in eigenartiger Strahlungskraft. Wenn man beim Betrachten des Holzes den Eindruck gewinnt, es sei warm und lebensnah, so empfindet man die in seltener Feinheit und Schönheit geformten Holzbau- steine als etwas Wesensgleiches, dem Unbewußten Zugängliches. Holz ist Leben und damit so rätselhaft wie alles Lebendige selbst, noch mehr: Holz ist naturnahes Leben, in der naturnahen Waldform dem Tier in freier Wild- bahn zu vergleichen, im kultivierten Wirtschaftswald dem Haustier ähnlich, das nur allzu deutlich den nahen Einfluß seines Nutznießers erkennen läßt. — Holz verdankt seine Wärme den unsichtbaren Feinheiten des Bau- systems. Wärme allein genügt aber nicht, um lebensnah zu wirken: es braucht noch das Spiel der Bewegung, das in der Textur des Holzes, das heißt an der lebhaften Maserung oder am gemessenen Muster der Jahrringe hervortritt. In der Textur, bereichert durch den jahreszeitlich bedingten Wechsel von Früh- und Spätholz wird die Zeit als weiteres Element zum Träger eines Bewegungsrhythmus, der alle fasziniert, weil er den eigenen Lebensablauf um Jahrtausende überdauern kann. In den Hochlagen von Arizona (USA) ist beispielsweise ein Föhrenurwald gefunden worden, dessen Bestockungseinheiten ein Alter von über 4000 Jahren nachweisen lassen. Der Wirtschaftswald lebt kurzatmiger, aber auch seine Individuen übertreffen unsere Lebenserwartung um Jahrzehnte. So wird das Holz zum Stunden- buch, in dem der Mensch sich wiederfindet: Weshalb wollen wir Holz schüt- zen und wovon es bewahren, wenn es uns überdauert? Holz überdauert uns nur im Baum, nicht im Brett; wir brauchen aber das Brett zur Wiege, zur Bahre, wir nutzen den Span zum Licht und zum Baustoff. Wir nützen das Holz außerhalb seines Lebensbereiches — deshalb Holzschutz.

Holz ist ein außerordentlich heterogenes Material mit einer vielseitigen Textur, einer mikroskopisch sichtbaren Mikrostruktur, einer submikro- skopisch erfaßbaren Feinstruktur sowie eines mit optischen Mitteln nicht mehr erkennbaren und somit amikroskopischen, chemischen Aufbaus.

Die Textur des Holzes belebt im ruhigen oder geflammten Verlauf der Jahrringe das Ebenmaß der Holzoberfläche. Dies wird in Holzarten mit einem ausgeprägten Jahrringbau noch deutlicher durch den jahreszeitlich bedingten Wechsel von Früh- und Spätholz.

Die Mikrostruktur des Holzes ist nur mikroskopisch erfaßbar, es lassen sich in diesem Bereich aber viele Anhaltspunkte für das Verständnis von technologischen Eigenschaften finden. So sind Unterschiede in der Durch- tränkbarkeit von Holz weitgehend auf Verschiedenheiten der Mikrostruktur zurückzuführen. Besonders eindrücklich kommt dies beim Vergleichen von Nadel- und Laubhölzern zur Geltung:

Das Nadelholz ist einfacher gebaut als das Holz der Laubbäume, es verfügt nicht wie jenes über ein spezialisiertes Wasserleitgewebe, aus weit- lumigen Gefäßelementen bestehend, sondern vereinigt im Tracheiden-

grundgewebe beide Funktionen der Festigung und Wasserleitung. Im querschnittenen Holz von Tanne oder Föhre tritt zwar der beträchtliche Unterschied zwischen Früh- und Spätholzzonen hervor; es ist anzunehmen, daß die Frühholzzellen im Splintbereich vorwiegend Wasser leiten, die Spätholztracheiden hingegen hauptsächlich festigen. Immerhin bleibt zu bedenken, daß die Tracheiden als beidseitig geschlossene Zellen nur einen langsamen Flüssigkeitstransport ermöglichen. Dies ist in den radialen und tangentialen Längsschnitten klar ersichtlich, wobei nicht nur die in radialen Zellwänden gehäuft auftretenden Hoftüpfel beachtet werden sollen, sondern ebenso die Zellwanddurchbrechungen in den Kreuzungsfeldern von Längstracheiden und Markstrahlen. Die schlanken Strahlen stellen radiale und quer zur Stammachse orientierte Verbindungswege von außen nach innen dar; sie leiten Wasser und Assimilate, enthalten meist Stärke oder andere Speicherstoffe und können in den einzelnen Nadelhölzern auch horizontale Harzkanäle umschließen.

Der mikroskopische Aufbau von Laubholz ist feiner und vielseitiger. In der Querschnittebene beobachtet man außer den radial-orientierten Markstrahlen und dem Fasergrundgewebe große Zellen in ringporiger oder zerstreutporiger Anordnung. Sie dienen der Wasserleitung und vermögen dank der besonderen Bauart im stehenden Stamm der Krone verhältnismäßig rasch große Mengen von Wasser zuzuführen. In den beiden Längsschnitten treten die Gefäße als eigentliche Leitbahnen in Erscheinung; sie durchziehen das Grundgewebe achsenparallel oder etwas abgewinkelt, stehen in engem Kontakt mit dem längsorientierten Speichergewebe und münden an ihren Enden immer wieder in neue Leitbahnen ein. Ähnlich wie im Nadelholz konzentriert sich die Wasserleitung in Laubbäumen auf die Splintzonen. Im angrenzenden Übergangsholz gegen innen des Stammes werden die Gefäße häufig durch Thyllen verschlossen und sind damit der eigentlichen Funktion enthoben. — Das Laubholz unterscheidet sich auch im Markstrahlensystem von den Koniferen, indem es meist größere Strahlen besitzt, die zwar denselben Funktionen dienen, aber in der Regel weniger differenziert sind.

Die Feinstruktur des Holzes kann mit dem gewöhnlichen Lichtmikroskop nicht mehr erfaßt werden, weil dessen Optik ihre Einzelheiten nicht zu Tage zu fördern vermag. Bis zur Entwicklung des Elektronenmikroskopes war man deshalb auf indirekte Beobachtungen angewiesen, um Strukturelemente des submikroskopischen Gebietes darzustellen. Die Einführung der Elektronenoptik in die Biologie hat mit einem Male weite Beobachtungsräume erschlossen, in denen sich wiederum Einzigartiges und kaum Vorstellbares zeigt. So weiß man, daß im Feinstrukturbereich die Wände der verholzten Zellen nicht einheitlich aufgebaut sind, sondern aus vielen lamellenartigen Schichten zusammengefügt werden, in denen als feine Bauelemente Zellulosefibrillen ungerichtet oder in bestimmten Richtungen verlaufen. Zwischen die Zellulosefibrillen hinein werden Lignin, in speziellen Fällen

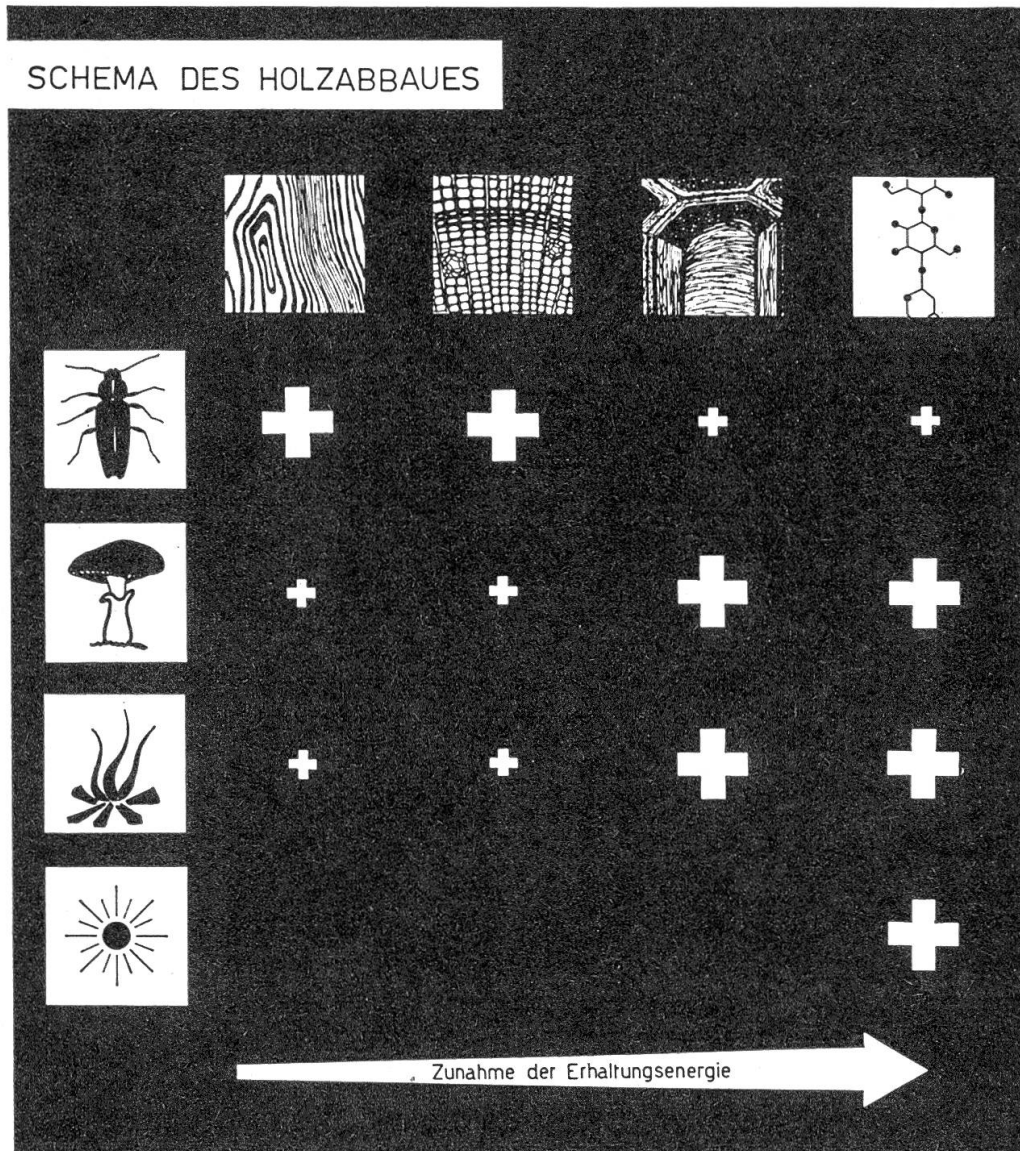
auch Farbkernstoffe oder andere Inkrusten gebettet. Die charakteristischen Unterschiede zwischen den netzartig verflochtenen Primärwänden, in denen die Fibrillen in allen Richtungen durch die Wandlamelle streichen, und den streng geordneten, parallelisierten Fibrillenbündeln in Sekundärwänden mögen Ausdruck eines spezifischen Alterungsvorganges sein, der im kambialen Bereich die Tochterzellen vom Mutterzellengewebe unterscheidet. — Besonders eindrucksvoll gestaltet sind die vielen Zellwanddurchbrechungen an den Kontaktstellen zwischen zwei benachbarten Elementen. Dabei ist eine strenge Hierarchie festgelegt, indem die Tracheiden nur in Berührung mit gleichartigen Elementen Hoftüpfel ausbilden, im Kontakt mit parenchymatischen Zellen hingegen nur einfache Tüpfel aufweisen. Alle diese Durchgänge sind in sich architektonische Meisterwerke von zeitloser Schönheit. Im Bewußtsein dieses Reichtumes an verborgener Form und gestalterischem Ausdruck werden Notwendigkeit und Aufgabe des Holzschutzes besonders lebendig: Schönheit und künstlerisches Ebenmaß bleiben kaum erhalten, es sei denn durch dauernde Pflege. Die Notwendigkeit des Holzschutzes wird schon von diesem Blickwinkel aus offensichtlich, ebenso wie die Aufgabe, diese feinsten Bereiche der Holzzellwand mit schützenden Maßnahmen zu erreichen.

Im Bereich der amikroskopischen Struktur, d. h. im Dimensionsraum der Moleküle gelingen Entdeckungen von Struktureinheiten nur noch auf indirektem Wege. Biochemiker und Biophysiker arbeiten seit Jahrzehnten an der Erforschung dieses außerordentlich weitläufigen und wichtigen Gebietes. Aus derartigen Untersuchungen kennt man die kristalline Natur der Zellulose und gewinnt eine Vorstellung über die Abmessungen ihrer Kettenmoleküle. Unterschiede in der Länge gleichartiger Molekülketten benutzt der Chemiker zur Abtrennung der kürzeren Hemizellulose von der Zellulose, die sich in einem Falle leicht, im anderen nur mühsam in die Glucose-Grundbausteine zerlegen lassen. Der Depolymerisierungsprozeß ist bei Normalbedingungen vor allem in Gegenwart von wirksamen Fermenten möglich. Fermente wirken wie Schlüssel, die in die Knotenstellen zwischen den einzelnen Glucosebauteilen passen und diese aufzuschließen vermögen. Liegt die Glucose frei, so kann sie als energieliefernder Stoff z. B. von Mikroorganismen verzehrt werden. — Komplizierter und vielseitiger als der Aufbau der Zellulose ist die chemische Struktur des Lignins. Man kennt wohl gute Anhaltspunkte für die Biogenese des eigentlichen Holzstoffes und weiß auch, daß er geschichtet zwischen der Zellulose vorkommt, ohne bedeutende Bindungen zu ihr. Man kennt aber trotzdem seine eigentliche Strukturformel noch nicht. Andererseits läßt sich mit Sicherheit annehmen, daß der Ligninabbau ebenfalls durch die spaltende Wirkung von spezifischen Fermenten gefördert wird und ähnlich wie beim Zellulose-Abbau energiereiche Grundkörper liefert, die entsprechend umgesetzt werden können.

Holz kann durch die Darstellung von Textur, Mikrostruktur, Feinstruktur und Amikrostruktur weitgehend beschrieben werden. Gleichzeitig

fördert diese Darstellung auch das Verständnis für die abbauende oder zerstörende Wirkung von Insekten, Pilzen, Feuer und Licht.

Insekten zerstören Holz meist im Larvenstadium der Entwicklung. Sie zernagen mit den stark kitinisierten Mandibeln das Holz und erreichen in dieser mechanischen Zerkleinerung Zutritt zu eiweißhaltigen Zellinhalt-



stoffen oder Zellwandbelägen. Dabei werden offensichtlich die Textur sowie die Mikrostruktur aufgelöst, nicht aber die Feinstruktur oder die Amikrostruktur. Ausgenommen von dieser Regel ist allerdings der äußerst wichtige Hausbock, dessen Larven auch Zellulose verdauen können, wenn die Eiweißreserven aufgezehrt sind. In diesem Falle dient das Holz als solches als Energieträger für die Ernährung der Hausbocklarven, so daß sein Abbau hinunter bis zum Molekularbereich erfolgt.

Pilze durchwuchern das Holz mit einem System von feinen Hyphen. Die Hyphen bahnen sich mittels mechanischen Druckes oder lokaler chemischer Zersetzung Wege durch die Zellwände und bauen bestimmte Stoffe ab, die zu ihrer Ernährung dienen: Bläue-Pilze vorwiegend Eiweißrückstände in den Speicherzellen, Braunfäule-Pilze vorwiegend Zellulose, Weißfäule-Pilze und Moderfäule-Pilze sind in der Lage, alle Substanzen der verholzten Zellwand zu zersetzen. In ihrer Wirkungsweise unterscheiden sich die verschiedenen Gruppen insofern nur wenig, als alle Pilze in den Hyphen Fermente erzeugen, diese außerhalb der Pilzfäden auf die abzubauende Substanz einwirken lassen und die Zersetzungsprodukte zur eigenen Verwendung wieder aufnehmen. Auch sie gewinnen durch Veratmung der Glucose-Bausteine oder der Ligninreste Energie, die zur eigenen Entwicklung umgesetzt wird. Die Zerstörung des Holzes durch Pilze oder Bakterien betrifft somit vorwiegend den Amikro-Bereich und die Feinstruktur. Da selten die Zellwand vollständig aufgezehrt wird, bleiben mindestens in einem wenig fortgeschrittenen Stadium die Mikrostruktur und die Textur erhalten. —

Für alle biologischen Holzzerstörer, die Bakterien oder die im Meerwasser wirksamen Krustentiere eingeschlossen, gilt ein wichtiger Hauptsatz: Holz kann durch sie nur dann abgebaut werden, wenn für sie günstige Lebensbedingungen geschaffen werden. Es ist betont worden, daß Holz außerhalb seines eigentlichen Lebensbereiches verwendet werde; da bieten aber nur nahezu vollständige Trockenheit oder Wassersättigung dem Kernholz Schutz vor biologischen Schädlingen.

Feuer verzehrt im Extremfall außer den mineralischen Bestandteilen die ganze Holzsubstanz. Hier soll aber weniger diese Endstufe betrachtet werden als vielmehr der Zustand der Verkohlung. Es findet dabei eine Trockendestillation des Holzes statt, indem sich bei den herrschenden hohen Temperaturen organisches Material zersetzt, verdunstet oder in der Gasphase verbrennt. Dadurch werden Amikrostruktur und Feinstruktur weitgehend verändert, während die Mikrostruktur und die Textur erhalten bleiben. Der Verbrennungs- und Verkohlungs Vorgang ist ein weiterer Hinweis dafür, wie potentielle Energie des Holzes umgesetzt werden kann in andere Energieformen.

Lichteinstrahlung verändert die natürliche Farbe des Holzes, was in einer modebewußten Zeit nahezu ebenso schlimm ist wie die übrigen Schädigungen. Meist finden durch die Zufuhr von UV-Licht Farbveränderungen im Ligninkomplex statt, indem z. B. Doppelbindungen gesprengt werden. Resultat ist eine andere Emission des eingestrahlten Lichtes, also eher eine quantitative Veränderung, die sich nur im Amikrobereich abspielt und alle anderen Gebiete unberührt läßt. — Feuer- und Lichtschäden können ebenfalls nur unter gewissen Bedingungen eintreten, wobei der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes eine geringere Rolle spielt als die Exposition für Sauerstoff oder Licht und die Gefahr einer lokalen Überhitzung.

Unter den beschriebenen Voraussetzungen läßt sich im Schema des Holz-



abbaues festhalten, daß alle Vorgänge im engen oder weiten Sinne eine Umsetzung der im Holz vorhandenen potentiellen chemischen Energie in eine andere Energieform darstellen. Zur besseren Illustration könnte man das Holz mit einem Stausee vergleichen, dessen Wasservolumen immer kleiner wird, je mehr gestautes Wasser durch die Druckleitungen abfließt, wobei potentielle Energie in kinetische umgewandelt wird. Der Abfluß der Wassermenge kommt dem Abbau der Holzsubstanz gleich. Wenn der Zustrom von Wasser des Stausees auf die Turbinen unterbunden werden soll, so müssen die Wasserklappen der Druckleitungen unter Kraftanstrengung geschlossen werden. Als wichtiger zweiter Hauptsatz des Holzschutzes muß deshalb gelten, daß der Abbau des Holzes ganz allgemein verhindert werden kann, wenn die nötige Energie aufgebracht wird zur Stabilisierung des Systems. Das Ausmaß der aufzuwendenden Energie zur Erhaltung des Holzes hängt ab von der Dimension der Zerstörung: Im Textur- und Mikrostrukturbereich ist der Energieaufwand geringer als im Feinstruktur- und im Amikrobereich. Es ist z. B. wesentlich einfacher, das mikroskopische Gefüge mit Schutzstoffen zu durchsetzen als das submikroskopische Porensystem; am schwierigsten sind aber Maßnahmen zur Stabilisierung im molekularen Dimensionsraum. Das Schema verdeutlicht eindrücklich, daß gerade hier der Kern aller Holzschutzmaßnahmen zu suchen ist, indem die meisten Schädigungen hier wirksam werden. Man sollte deshalb über die Zunahme der Erhaltungsenergie besser Bescheid wissen, um Rechenschaft ablegen zu können über das nützliche Maß von Aufwendungen und Wirkungen. Eines kann den Berechnungen vorweggenommen werden: Ein bloßer Schutz des Texturbereiches durch Streichen, Tauchen oder Spritzen hilft in den wenigsten Fällen und hält selten lange Zeit hin; es kann gar nicht anders sein, weil die eigentlichen Schädigungen viel tiefer gelegene Zonen erfassen. Es ist ferner auch unwahrscheinlich, daß ein wirksamer Holzschutz nur durch Anwendung von sehr giftigen Stoffen möglich ist. Es ist ebensogut denkbar, daß z. B. zum Schutz vor einem bestimmten biologischen Schädling durch ein wirksames Entwässerungsmittel dem Holz soviel Feuchtigkeit entzogen wird, bis die optimalen Lebensbedingungen für den Schädling unterschritten sind. Diese Maßnahme wird wiederum wenig Energie erfordern, wenn es sich darum handelt, nur tropfbare Flüssigkeit aus mikroskopischen Poren ausziehen, viel Energie-Aufwendungen hingegen, wenn kapillar- oder chemisch-gebundenes Wasser entfernt werden soll.

Die Betrachtungsweise der Erhaltung des Holzes als energietechnisches Problem ist ein Versuch zur quantitativen Voraussage von aufzuwendenden Mitteln. Wenn sich — um noch einmal auf das Bild des Stausees zurückzugreifen — die potentielle Energie des Wassers berechnen läßt, so erhält man Anhaltspunkte für die Kraft, mit der die Wasserklappe an der Druckleitung zugeschlossen werden muß. Berechnungen über die potentielle chemische Energie, die es im Holz unter den gegebenen Bedingungen zu erhalten gilt, müssen deshalb Schätzungen über die Größenordnung der Er-

haltungsenergie geben. Allerdings sind diese Probleme vom Standpunkt des Biophysikers und Biochemikers aus nur unter bestimmten Voraussetzungen lösbar. Da in der Biologie aber noch ähnliche Probleme einer exakten Lösung harren, ist zu hoffen, daß mit der Zeit auch für den Holzschutz zuverlässige Energiebilanzen aufgestellt werden können. Damit wären die wichtigsten Voraussetzungen gegeben, um den Holzschutz als rein naturwissenschaftliches Problem von aller Empirie und Leidenschaftlichkeit der Schutzmittel-Rezepturen zu lösen. Es ist wohl ein ungewohnter Weg, mit vielen Hindernissen und Dutzenden von Meilensteinen, es ist auch ein brotlos armer Weg, weil vorderhand noch keine Nutzenwendungen resultieren werden. Derart zielstrebige Arbeiten zur Erhaltung des ewig wandelbaren Holzes sind aber notwendig, weil die Zukunft des Holzes weitgehend von der Erhaltung seiner Dauerhaftigkeit abhängt.

### **Zusammenfassung**

Soll und kann Holz geschützt werden? — Diese Frage führt zum Wesen des Holzschutzes. Sie soll rein sachlich die naturwissenschaftliche Basis aufzeigen, d. h. von der Vorstellung des allgemeinen Schutz- und Sicherheitsbedürfnisses sowie von kommerziellen Überlegungen losgelöst werden. Dies gelingt am besten, wenn man sich über die Architektur des Holzes Rechenschaft gibt, die in der Textur, in der Mikrostruktur, in der Feinstruktur und der Amikrostruktur geprägt worden ist. — Vergleicht man die zerstörende Wirkung von Insekten, Pilzen, Feuer und Licht auf das Holz, so wird die unterschiedliche Verletzbarkeit der vier aufgezählten Dimensionsbereiche offensichtlich: Die Textur und Mikrostruktur werden vom Licht ebenso wenig verändert wie die Feinstruktur, Pilze- und Feuerschäden andererseits betreffen in erster Linie den Feinstruktur- und Amikrostrukturbereich, während (mit Ausnahme des Hausbockes) die meisten Insekten vorwiegend im Textur- und Mikrostrukturgebiet angreifen. Holzschutz verlangt somit differenzierte Maßnahmen, deren Wirksamkeit von vornherein abgeschätzt werden könnten, wenn die Kraft der Zerstörung bekannt wäre. Um dieses Problem lösen zu können, muß das Holz als Träger von potentieller chemischer Energie aufgefaßt werden, die von biologischen Schädlingen, von Feuer oder Licht in kinetische Energie umgewandelt werden kann. Das Maß dieser Umsetzung trägt die Größenordnung der Zerstörungskraft und bestimmt damit die Erhaltungsenergie. Darunter ist die Energie zu verstehen, die durch gezielte Maßnahmen in das System Holz eingebracht werden muß, um dieses zu schützen. Berechnungen dieser Art werden Sinn oder Widersinn von üblichen Vorkehrungen zur Erhaltung des Holzes klar aufzeigen und die Grundlage bilden zu systematischen Studien.

Holz muß erhalten werden, weil seine Dauerhaftigkeit zu den begehrtesten Eigenschaften zählt. Mit empirischen Lösungen kann der Holzschutz nicht mehr weiter gefördert werden. Es sind vielmehr für langwierige und komplexe Probleme neue Wege aufzufinden, die große Mittel und viel Zeit in Anspruch nehmen werden.

## Résumé

### La nature de la préservation du bois

Le bois doit-il et peut-il être préservé? Répondre à cette question conduit à étudier la nature de la préservation du bois. Cette étude cherchera à montrer uniquement la base scientifique de cette préservation, c'est-à-dire une opération faisant abstraction de tous les besoins courants de protection et de sécurité ainsi que de considérations commerciales. On y arrivera le mieux en considérant l'architecture du bois qui est donnée par sa texture, sa microstructure, sa structure submicroscopique et sa structure moléculaire. Si l'on compare l'effet destructeur qu'ont sur le bois les insectes, les champignons, le feu et la lumière, on remarque clairement la vulnérabilité particulière des quatre domaines de dimension cités. La texture et la microstructure ne sont pas plus modifiées par la lumière que la structure submicroscopique; les champignons et le feu en revanche s'en prennent en premier lieu à la structure submicroscopique et la structure moléculaire, alors que la plupart des insectes (le capricorne des maisons mis à part) s'attaquent surtout aux domaines de la texture et de la microstructure. La préservation du bois exige de ce fait des mesures différenciées et dont l'efficacité pourrait être estimée à l'avance si la virulence de la force de destruction était connue. Afin de résoudre ce problème, il faut considérer le bois comme un porteur d'énergie chimique potentielle qui peut être transformée en énergie cinétique par les agents destructeurs biologiques, par le feu ou par la lumière. La quantité d'énergie ainsi transformée indique l'ordre de grandeur de la force de destruction et détermine par ce fait l'énergie de conservation nécessaire. On entend par là, la quantité d'énergie qu'il est nécessaire d'introduire par des mesures dirigées dans le système bois afin de le protéger. Des calculs de ce genre montreront clairement le sens ou le non-sens des mesures usuelles prises jusqu'à présent dans le domaine de la préservation du bois et ils fourniront aussi les bases pour des études systématiques.

Le bois doit être conservé car sa durabilité constitue une de ses caractéristiques les plus recherchées. Dès maintenant, il n'est plus possible de développer la préservation du bois à l'aide de solutions empiriques. Au contraire, il faut trouver de nouvelles méthodes pour étudier ces problèmes complexes et de longue haleine, et elles exigeront de grands moyens et beaucoup de temps.

*Traduction Farron*