Sortierung und Qualität von Bauholz. Teil 1: Holzeigenschaften und Sortierung

Autor(en): **Meierhofer, Ulrich A. / Richter, Klaus**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 27-28

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85764

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Sortierung und Qualität von Bauholz

Teil 1: Holzeigenschaften und Sortierung

Im Rahmen eines vom Schweizer Nationalfonds finanzierten Projekts hat die EMPA - Abteilung Holz - die Frage untersucht, wie mit einfachen apparativen Hilfsmitteln die Sortierung von Konstruktionsholz verbessert werden kann. Ausserdem wurden die Zusammenhänge zwischen Holzsortierung und Holzqualität, der geschichtliche Hintergrund, die Möglichkeiten der Sortimentsbildung auf den verschiedenen Verarbeitungsstufen sowie technische Methoden zur Erfassung verschiedener Holzcharakteristika dargestellt. Schliesslich wurden noch einige Untersuchungen zur Abschätzung der Eignung bestimmter technischer Sortierverfahren durchgeführt.

Die Ergebnisse werden in einer Serie von Artikeln dargestellt. Der erste nachfolgende Artikel setzt sich mit charakteristischen Erscheinungsformen des Holzes, mit grundsätzlichen Fragen zur Sortierung und Qualität sowie mit den praktischen Auswirkungen einer verbesserten Sortierung auseinander.

Für die 150 000 bis 200 000 m³ Konstruktionsholz, die pro Jahr in der Schweiz verbaut werden und die einer jährlichen Wertschöpfung von 150 bis 200 Mio Fr. entsprechen, ist die Sortierung von grosser Bedeutung.

VON ULRICH A. MEIERHOFER UND KLAUS RICHTER, DÜBENDORF

Sortieren heisst Vereinheitlichen von Eigenschaften. Durch Sortieren werden Produktekategorien mit einem definierten Qualitätsspektrum geschaffen. Dies ist einerseits aus sicherheitstechnischen Gründen (d.h. in bezug auf die Stabilität eines Bauwerks) und andererseits aus wirtschaftlichen Erwägungen anzustreben (Ausschöpfen der Festigkeitsreserven unseres Holzes). Die Leistungsfähigkeit einer Sortierung misst sich zum einen am Grad der möglichen Differenzierung (Trennschärfe), zum andern aber auch am Aufwand, den sie erfordert. Bei der traditionellen Sortierung erfolgt die Beurteilung des Holzes aufgrund einer grösseren Anzahl visuell feststellbarer Merkmale. Dies gilt sowohl für die Sortierung nach der SIA Norm 164 (1981) als auch nach DIN 4074 oder nach der französischen Methode CTPA 124.

Dass die visuelle Sortiermethode immer noch eine grosse Aktualität besitzt, zeigt die Tatsache, dass kürzlich in der Arbeitsgruppe 124 des CEN (Comité Européen de Normalisation) ein Streit ausgebrochen ist, welche Art der visuellen Sortierung die geeignetste sei. Sowohl durch die SIA 164 als auch durch die DIN 4074 werden bei der visuellen Sortierung nicht nur tragende, sondern auch ästhetische Eigenschaften erfasst. Allerdings besteht bei der zur Zeit laufenden Revision der DIN 4074 die Absicht, die beiden Bereiche, d.h. Tragverhalten und ästhetische Eigenschaften, gänzlich voneinander zu trennen.

Die für die Tragfähigkeit und Steifigkeit des Konstruktionsholzes wichtigsten Parameter sind die Astigkeit und die Dichte des Holzes. Während die Astigkeit durch visuelle Methoden einigermassen abschätzbar ist, kann die Dichte auf diese Weise nicht ermittelt werden. Deshalb ist die heute übliche Festigkeitssortierung von beschränkter Trennschärfe.

Die Sortierung ist nur durch eine verbesserte Erfassung der Astigkeit und durch die Ermittlung und Berücksichtigung der Dichte des Holzes zu verbessern. Dies ist durch eine visuelle Sortierung alleine nicht möglich, d.h. der Einsatz von technischen Hilfsmitteln ist unerlässlich.

Im Rahmen eines vom Schweizer Nationalfonds finanzierten Projekts hat sich deshalb die EMPA-Abteilung Holz mit der Fragestellung auseinandergesetzt, welche Möglichkeiten bestehen, um mit einfachen apparativen Hilfsmitteln die Sortierung von Konstruktionsholz zu verbessern.

Im weiteren Umfeld dieser Untersuchung wurden auch die Zusammenhänge zwischen Holzsortierung und Holzqualität, der geschichtliche Hintergrund der Holzsortierung und dessen wissenschaftliche Basis, die Möglichkeiten der Sortimentsbildung auf den verschiedenen Verarbeitungsstufen sowie technische Methoden zur Erfassung verschiedener Holzcharakteristika dargestellt. Schliesslich wurden noch einige Untersuchungen zur Abschätzung der Eignung bestimmter technischer Sortierverfahren durchgeführt.

Die umfangreichen Ergebnisse dieser Arbeiten werden in einer Serie von Artikeln dargestellt. Der erste nachfolgende Artikel setzt sich mit charakteristischen Erscheinungsformen des Holzes, mit grundsätzlichen Fragen zur Sortierung und Qualität sowie mit den praktischen Auswirkungen einer verbesserten Sortierung auseinander.

Bei diesen Darstellungen geht es in erster Linie um die Gütesicherung von Konstruktionsholz für den Schweizer Baumarkt, das heisst, um die Gütesicherung von Kantholz und Brettern aus Fichte und Tanne. Brettschichtholz wird nur insofern tangiert, als auch die Brettschichtlamellen einem Ausleseverfahren zu unterziehen sind, während die Qualität des fertigen Brettschichtholzes durch verschiedene, hier nicht berücksichtigte Faktoren massgeblich beeinflusst wird.

Unberücksichtigt bleibt auch das (Fichten- und Tannen-)Holz, das im Bau primär für dekorativ-gestalterische Zwecke eingesetzt wird.

Holzeigenschaften - Holzqualität - Holzanwendung

Der natürlich gewachsene Roh- und Werkstoff Holz besitzt eine Vielzahl von Eigenschaften, die einzeln oder in Kombination seinen Wert als Baustoff bestimmen. Was auf der einen Seite vom Planer und Verbraucher oft als Vorteil angesehen wird, nämlich die Variabilität und Heterogenität der Eigenheiten, erschwert andererseits die im Bauwesen zunehmend geforderte Berechenbarkeit der Merkmalsausprägungen und somit die sichere und gleichzeitig wirtschaftliche Konstruktion.

Die grosse Schwankungsbreite der Sortierungsmerkmale und der Eigenschaften des Holzes ist zur Hauptsache auf sein Entstehen, d.h. auf das natürliche Wachstum zurückzuführen, bei dem die Holzzellen nach funktionalen Gesetzmässigkeiten gebildet und angeordnet werden. Sie müssen, um das Leben des Baumes zu garantieren, den drei

Hauptaufgaben dienen:

- Festigung des Stammes, Tragen der Baumkrone
- Leitung des Wassers und der Nährstoffe von den Wurzeln zur Krone
- Speicherung der Nährstoffe

Während die Laubhölzer hierfür drei verschiedene Zelltypen entwickelt haben, übernimmt bei den einfacher und regelmässiger aufgebauten Nadelhölzern eine einzige Zellart die Festigungs- und Leitungsfunktionen: die sog. Tracheiden. Sie sind zu über 90% parallel zur Stammachse angeordnet und bestimmen damit durch den richtungsgebundenen Aufbau das anisotrope Verhalten des Holzes. Die senkrecht zur Stammachse verlaufenden Zellen übernehmen den Quertransport und die Speicherung der Nährstoffe; sie machen aber nur ca. 5% der Holzmasse aus. Durch die funktionsbestimmte Zelldifferenzierung lassen sich die Längstracheiden innerhalb eines Jahreszuwachses in die dünnwandigen, weitlumigen Frühholzzellen (Leitungsfunktion) und die dickwandigen, englumigen Spätholzzellen (Festigungsfunktion) einteilen (Bild 1).

Der allein aus dem ungestörten anatomischen Aufbau erklärbaren Merkmalsstreuung in den physikalischen und mechanischen Eigenschaften überlagern sich bei jedem Baum weitere, natürliche oder umweltbedingte Einflüsse, z.B.

- Abweichungen der Faserrichtung im Bereich der Äste (Bilder 2a–c)
- Gewebeveränderungen durch Wund- und Reaktionsholzbildung (Bild 3)
- Unterschiede in den Eigenschaften zwischen:
  - Splint-/Kernholz
  - Jugend-/Altersholz
  - Stamm-/Kronenholz usw.

Dies alles macht deutlich, warum ein Stück Holz in seinem Eigenschaftsspektrum nie mit einem anderen identisch ist. Daher muss das Holz (durch Sortierung) in Klassen gruppiert werden, wofür es geeignete Kriterien zu finden gilt.

Eine Vereinfachung der Zielsetzung ergibt sich, ausgehend vom Standpunkt des Holzverarbeiters und des Holzverwenders, durch Beschränkung auf «technische» Holzeigenschaften, bei denen sich durch die Anwendung eine bestimmte Wertung des Holzes ergibt. Kriterien hierfür können sein:

- *Festigkeit, Tragfähigkeit* im Hinblick auf die Sicherheit von Holzkonstruktionen
- *Verformbarkeit* im Hinblick auf die Gebrauchstauglichkeit von Holzkonstruktionen
- *Dauerhaftigkeit* im Hinblick auf die Gebrauchstauglichkeit und Wirtschaftlichkeit von Holzkonstruktionen
- *«Schönheit»* im Hinblick auf die dekorative oder ästhetische Wirkung von Holzanwendung
- *«psychische/physische Affinität»* als Sammelbegriff für schwer objektivierbare Eigenheiten wie: Farbton, Geruch, Berührungsfreundlichkeit (Oberflächenwärme, Diffusionsdurchlässigkeit, nicht zu rauhe, nicht zu glatte Oberfläche), fehlender Anspruch auf Perfektion (Imperfektionismus).

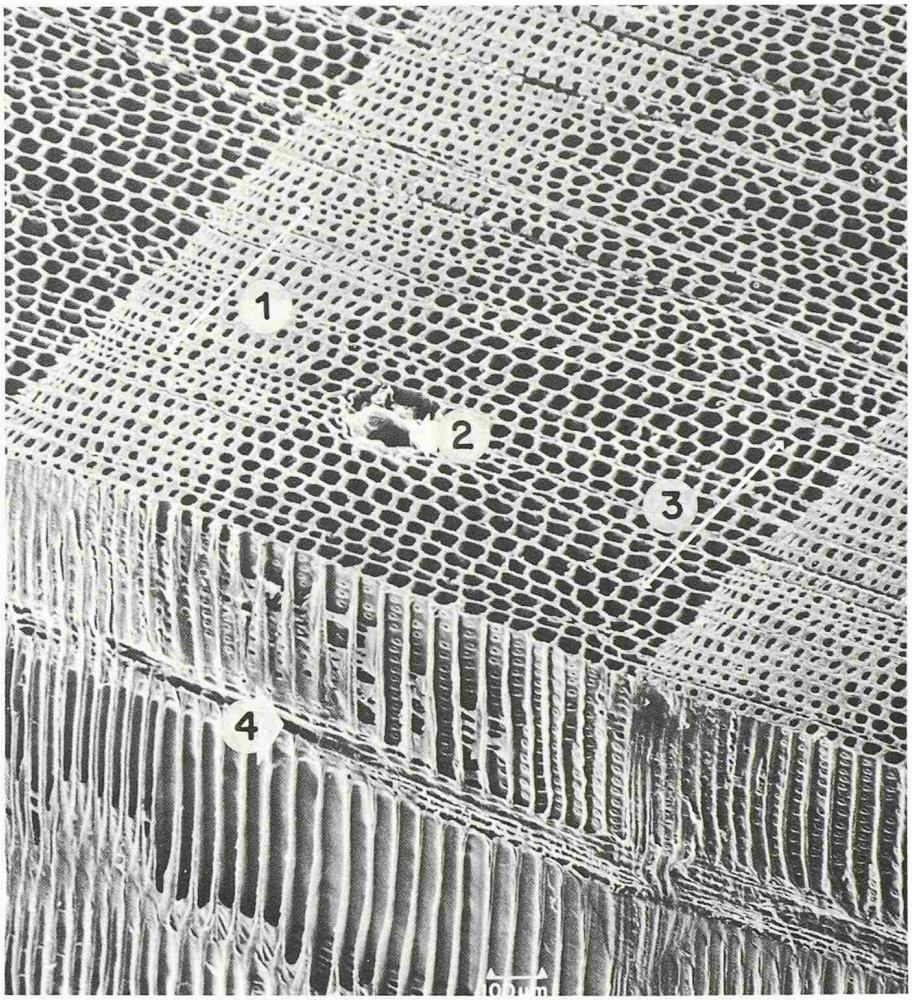
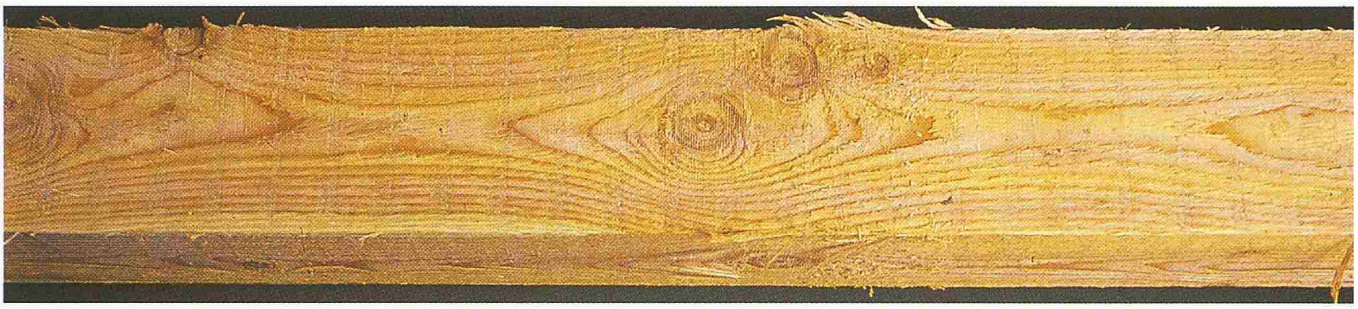


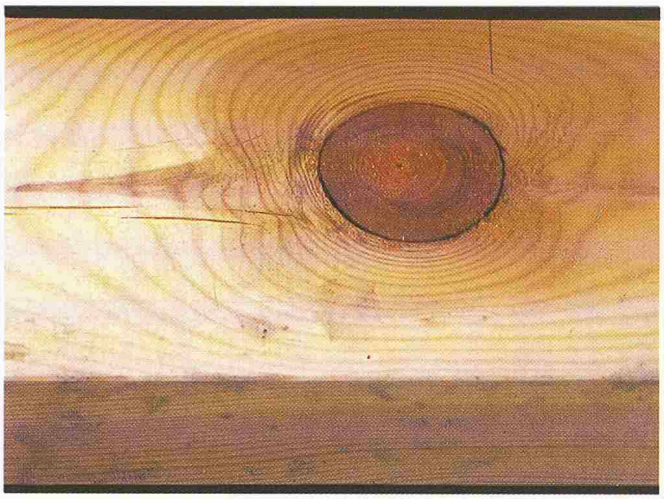
Bild 1. Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Nadelholzes. Deutlich ist die röhrenförmige Struktur des Holzes, die Jahrringgrenze sowie die Zunahme der Zellwanddicke im Spätholz des Jahrrings erkennbar. 1 Spätholz, 2 Harzkanal, 3 Frühholz, 4 Markstrahl

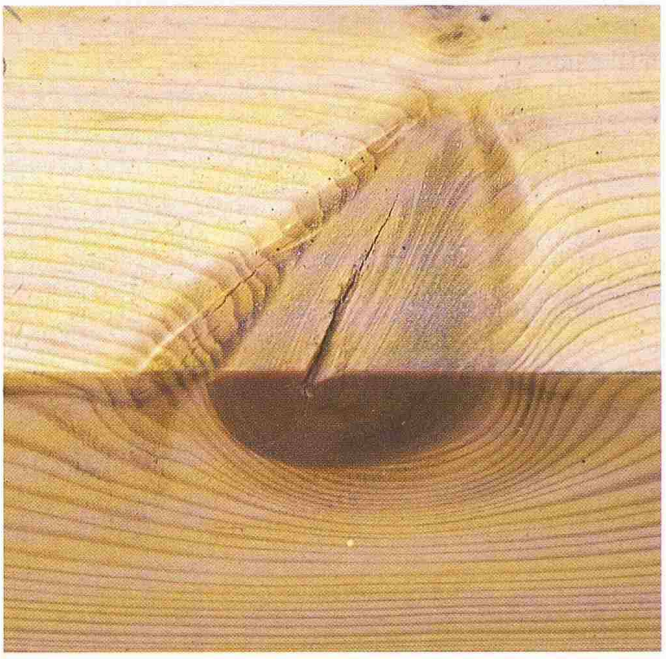
Es besteht kein Zweifel, dass gerade die beiden letzterwähnten Bereiche von ausserordentlicher Bedeutung für die Holzanwendung sind bzw. für einen Entscheid, den Werkstoff Holz in einem bestimmten Fall anderen Werkstoffen vorzuziehen [2]. Entsprechend bedauerlich ist die Tatsache, dass bislang kaum jemand versucht hat, die – zugegebenermassen schwierig objektivierbaren – Wirkungen und Zusammenhänge in diesem Bereich zu erfassen. Bis heute fehlt hierfür eine befriedigende Terminologie, so dass man sich nach wie vor mit den Bezeichnungen «dekorativ», «ästhetisch», «gestalterisch», «wohnlich», «heimelig», «gemütlich», «behaglich» etc. notdürftig behilft.

Zurückkommend auf die vorangehend aufgestellten Kriterien lassen sich somit *Holzcharakteristika* beschreiben, welche auf die Festigkeit, die Verformbarkeit, die Dauerhaftigkeit und die Schönheit des Holzes eine positive oder eine negative objektivierbare Wirkung ausüben. Es ist typisch für Holzkonstruktionen, dass das Holz üblicherweise *multifunktional* eingesetzt wird, d.h. es trägt, isoliert und hat gleichzeitig auch eine dekorative Funktion zu erfüllen. Diese Tatsache schlägt sich auch in der Formulierung der Sortiermerkmale nieder, so beispielsweise in der Norm SIA 164, Holzbau (1981), wo die Festigkeitssortierung eine Reihe von Elementen enthält, die sich eher auf die Ästhetik beziehen (kombinierte Sortierung).



Bilder 2a, 2b, 2c. Störung des Faserverlaufs bzw. der Holzstruktur durch Äste. Die Aststörzone kann um ein Vielfaches grösser sein als der eigentliche Ast.





Es wird nachfolgend notwendig sein, sich mit dieser Vielfalt auseinanderzusetzen. In der Tabelle 1 sind die für die erwähnten Kriterien wichtigsten Holzcharakteristika zusammengefasst.

Gemäss den Zielsetzungen dieser Arbeit sind in Tabelle 1 vor allem Holzcharakteristika aufgeführt, die auf die Festigkeit und die Steifigkeit einen Einfluss haben. Andere Faktoren wie beispielsweise das Erscheinungsbild, die

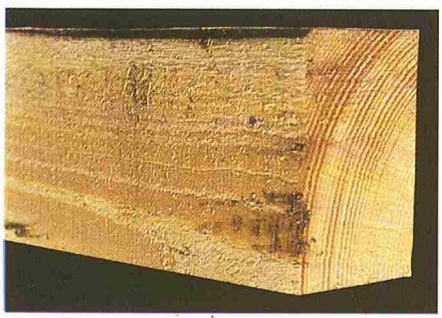


Bild 3. Schwächung des Holzes durch sog. Druckholz oder Buchs

Farbe, die Zeichnung, welche vor allem die dekorative Wirkung beeinflussen, sind nicht berücksichtigt. Das gleiche gilt für Holzcharakteristika wie Permeabilität und biologische Resistenz, welche vor allem die Dauerhaftigkeit des Holzes beeinflussen. Dabei ist zu beachten, dass auch die Festigkeit bzw. die Sicherheit in bestimmten Konstruktionen ganz ausgeprägt von der Dauerhaftigkeit und damit auch von deren Einflussgrössen abhängen, z.B. bei tragenden Konstruktionen im Bodenbereich oder bei Konstruktionen, die ungeschützt der Witterung ausgesetzt sind. Auch die Gebrauchstauglichkeit kann von scheinbaren Kleinigkeiten beeinflusst werden, z.B. wenn in einer Lagerhalle Güter durch herabtropfendes Harz verschmutzt werden.

Es ist erstaunlicherweise recht schwierig, die verschiedenen Holzcharakteristika unter bestimmten Begriffen zu kategorisieren.

Der in der Praxis leider oft gebrauchte Ausdruck «Holzfehler» umfasst die Charakteristika: Astigkeit (Bilder 2a–c), Schrägfasrigkeit, Reaktionsholz (Bild 3), Überwallung, Harzstellen, Harztaschen (Bild 4) und Risse. Es scheint aus verschiedenen Gründen als sehr wünschenswert, den Ausdruck «Holzfehler» aus der Fachterminologie zu entfernen und durch den präziseren und nicht wertenden Ausdruck «Strukturstörungen» zu ersetzen. Die Norm SIA 164 bezeichnet die erste Gruppe von Holzcharakteristika (gemäss Tabelle 1) unter Ausschluss der Dichte als Wuchsmerkmale und fasst dann im weiteren die Schädigungen, die Risse und Verformungen (trocknungsbedingte Veränderungen) und schliesslich die Schnittarten zusammen. Diese relevanten Charakteristika heissen in der Norm SIA 164 *«Sortiermerkmale»*, während die zulässigen Grenzwerte der Sortiermerkmale als *«Sortierkriterien»* bezeichnet werden. Im vorliegenden Rahmen scheint eine etwas differenziertere Terminologie zweckmässig, wie sie aus Tabelle 2 hervorgeht:

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei der Festigkeitssortierung nach Norm SIA 164 (1981) um eine *kombinierte* Sortierung, bei der – gemäss der üblichen Praxis – sowohl die Aspekte der Festigkeit wie auch die der Gebrauchstauglichkeit, Dauerhaftigkeit und Ästhetik berücksichtigt sind. Bei der Erarbeitung der Norm wurden diese Gegebenheiten nicht in Frage gestellt. Es lässt sich jedoch tatsächlich fragen, ob nicht eine konsequente Abkoppelung der ästhetischen Aspekte zu einer eindeutigeren und sauberen Reglementierung führen würde. Viele durch die EMPA behandelten Mängelrügen und Gerichtsexpertisen sind darauf zurückzuführen, dass «dort, wo es darauf ankommt», den ästhetischen Gesichtspunkten schliesslich doch wieder zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird (Bild 5). Dies ist allerdings auch oft der

Charakteristika	Kriterien			
	Festigkeit	Verformbarkeit	Dauerhaftigkeit	Schönheit
Dichte	+	+	−	−
Astigkeit (Faserverlauf im Astbereich)	+	±	−	+
Schrägfasrigkeit	+	−	−	−
Reaktionsholz	+	±	−	+
Jahrringstellung/-bild	(−)	(−)	(−)	+
Splint und Kern	−	−	+	+
Überwallung	+	−	−	+
Harzstellen	+	−	−	+
Harztaschen (Harzgallen)	(−)	−	−	+
Biologische Schädigung	(+)	(+)	+	+
Mechanische Schädigung	+	(−)	−	(−)
Risse	(+)	(+)	(+)	(−)
Verformungen	−	+	−	+
Holzfeuchte	+	(+)	+	−

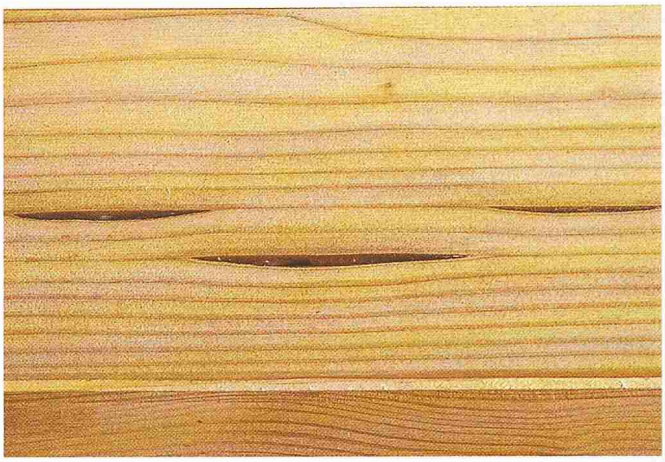


Bild 4. Harztaschen verursachen i.A. keine Schwächung des Holzes

Tabelle 1. Einfluss von ausgewählten Holzeigenschaften auf die Sortierkriterien

+ = starker Einfluss, (+) = bedeutsamer Einfluss, ± = mittlerer Einfluss, (−) = geringer Einfluss, − = kein Einfluss

Nachlässigkeit und/oder der mangelnden Erfahrung der Planer zuzuschreiben, die es versäumen, bei der Devisierung und Spezifikation auf die speziellen ästhetischen Erfordernisse einer Konstruktion hinzuweisen und diese in einer wirksamen Bauleitung auch durchzusetzen. Eine intensive Aufklärung bzw. Ausbildung hinsichtlich der Tatsache, dass Holz nicht a priori heimelig und schön ist, sondern auch einer entsprechenden (sorgfältigen) Verarbeitung bedarf, könnte vermutlich zusätzlich viele Missverständnisse aus dem Weg räumen und damit Misserfolge verhindern.

Tabelle 2. Makroskopisch bzw. apparativ erfassbare Holzeigenschaften

Holzcharakteristika	
Schnittholzeigenschaften	Verformung • Krümmung • Vorwölbung • Verwindung
Wuchseigenschaften	Dichte
Wuchsunregelmässigkeiten	Abholzigkeit Krummschäftigkeit unstetige Jahrringbreite
Strukturmerkmale	Astigkeit (Aststörzone) Schrägfasrigkeit Reaktionsholz Überwallung Jahrringbreite Harztaschen Splint/Kern-Anteil Schwindrisse
Verarbeitungsmerkmale	Jahrringstellung Splint-/Kernverhältnis Baumkante Holzverfärbungen • Bläue • Rotstreifigkeit (Schrägfasrigkeit)
Holzschäden	biologische Schädigung • holzzerstörende Pilze • holzzerstörende Insekten mechanische Schädigung • Stauchungen • Querrisse • Harzstellen (als Folge mechanischer Schädigung)
Zustandsgrösse	Holzfeuchte (Gleichgewichtsfeuchte)

Was die Festigkeit und Verformbarkeit (bzw. Steifigkeit) eines Holzteiles betrifft, werden diese – wie bereits erwähnt – vor allem durch die Wuchseigenschaft «Dichte» und das Strukturmerkmal «Astigkeit» bestimmt. Gemäss der Zielsetzung beschäftigt sich die vorliegende Arbeit vorwiegend mit diesen beiden Holzcharakteristika.

Es steht jedoch ausser Zweifel, dass die übrigen aufgeführten Struktur- und Verarbeitungsmerkmale sowie Holzschäden auch bei evtl. zukünftigen, revidierten Sortiernormen mitberücksichtigt werden, selbst wenn ihre Bedeutung – gemessen an der Häufigkeit des Auftretens – sehr klein ist.

Bevor jedoch konkrete Massnahmen zur Verbesserung der Sortierpraxis aufgezeigt und diskutiert werden, sollen zunächst die grundsätzlichen Anforderungen an eine Sortierung spezifiziert und mögliche Auswirkungen aufgezeigt werden.

Grundsätzliches zu Sortierung, Qualität und Gütesicherung

Sortierung hat zweifellos in erster Linie etwas mit Qualität zu tun. Beim Versuch, Sortierung und Qualität miteinander in Bezug zu setzen, ist zunächst festzustellen, dass der Begriff Qualität trotz (oder infolge) seiner Beliebtheit äusserst vage ist. Dasselbe gilt für den noch etwas weniger technischen Begriff «Güte», der über grosse Bereiche gleichbedeutend verwendet wird wie Qualität. In der landläufigen Meinung dürfte sich Qualität oder aber auch Güte als Anhäufung guter Eigenschaften eines Produktes darstellen lassen.

In der Praxis ist es meist so, dass nicht nur eine einzelne, sondern verschiedene Eigenschaften eines Produkts für dessen qualitative Beurteilung massgebend sind, wobei oft die Wertung der Eigenschaften gegenläufig ist (je höher z.B. die Festigkeit des Stahls, desto geringer die plastische Verformbarkeit). Damit dürfte es sich für den engeren technischen Bereich als zweckmässig erweisen, anstatt von Qualität von bestimmten Eigenschaften, Eigenschaftsbereichen oder Eigenschaftsbildern (als Kombination verschiedener Eigenschaften) zu sprechen.

Damit kann das Sortieren als das Vereinheitlichen von Eigenschaften, das Schaffen eines Eigenschaftsbereiches bezeichnet werden. Mit der Bildung von Sortimenten sollen Produktekategorien – innerhalb einer bestimmten Bandbreite – mit einheitlichen Eigenschaften bereitgestellt und gewährleistet werden (Gütesicherung). Produkte mit derartig spezifizierten Eigenschaften sind sowohl aus technischen wie aus kommerziellen Gründen in einer arbeitsteiligen Gesellschaft unerlässlich.

Für die Vereinheitlichung stehen verschiedene Wege zur Verfügung. Während bei fabrizierten Produkten (Stahl, Spanplatten, Spaghetti) die Qualität primär eine Frage der Herstellung ist,

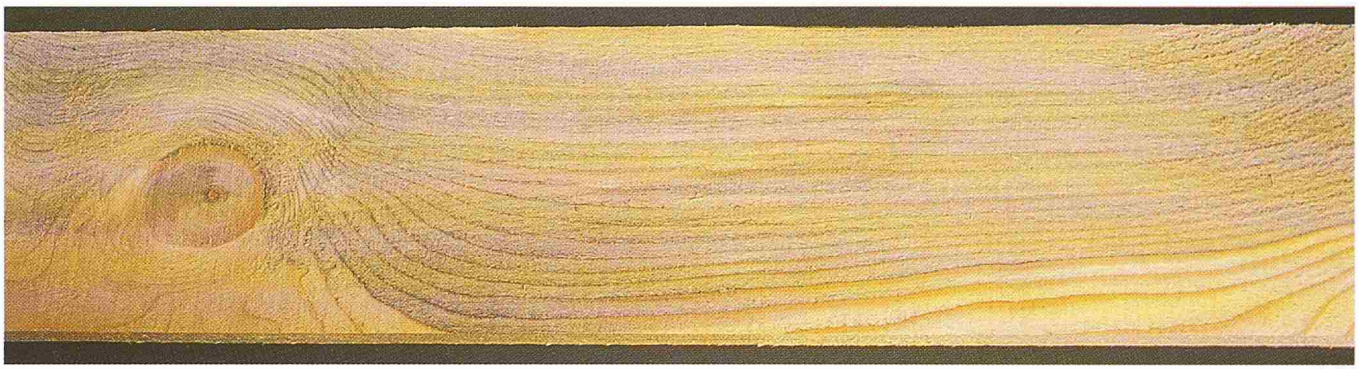


Bild 5. Durch «Bläue» wird das Holz nur in seiner ästhetischen Wirkung verändert

kann bei Naturprodukten eine Qualitätssicherung im wesentlichen nur durch Auswahl, Selektionierung, Sortierung erfolgen. Dies trifft auf Früchte gleichermassen zu wie für Natursteine oder, wie in unserem Fall, auf Holz. Eine bestimmte Qualität des Holzmaterials ist demnach nur durch Auslese zu erreichen. Dies gilt ausdrücklich nur für das Holzmaterial, da bei Verarbeitungsprodukten aus Holz (z. B. Spanplatten, Möbel, Fenster etc.) zusätzliche Qualitätsgesichtspunkte dazukommen, die zweifellos sehr wichtig sind, hier aber nicht behandelt werden.

Eine besondere, durch eine ausgeprägt unterschiedliche Erfassbarkeit geprägte Beziehung besteht zwischen Qualität und Preis. Der Preis eines Produkts ist im grossen ganzen unmittelbar, die Qualität jedoch im allgemeinen schwierig festzustellen; ein teures Produkt muss nicht unbedingt von guter Qualität sein, sowenig wie ein niedriger Preis eine schlechte Qualität bedeutet.

Der Erfassbarkeit der Qualität durch eine sachgerechte Sortierung kommt deshalb (bei der Vermarktung eines Produkts) grosse Bedeutung zu. Neben ihren Nachteilen weist die zur Zeit übliche visuelle Sortierung den offensichtlichen und nicht zu unterschätzenden Vorteil auf, diese Qualitätsbeurteilung jederzeit und an jedem Ort, wo die Oberfläche des Holzes betrachtet werden kann, zu ermöglichen. Wenn auch entsprechende Vorschriften aus praktischer Sicht von einer gewissen Umständlichkeit sind, so sind jedoch keine technischen Hilfsgeräte für die Qualitätsermittlung notwendig.

Es kann davon ausgegangen werden, dass durch eine differenziertere visuelle Sortierung deren Wirksamkeit erhöht werden kann, beispielsweise durch eine gesonderte Beurteilung der (höher beanspruchten) Randzonen und der (weniger beanspruchten) Mittelzonen. Eine solche Differenzierung macht jedoch die Sortierung naheliegenderweise nicht einfacher!

Im Gegensatz zur Astigkeit kann, wie bereits erwähnt, die Dichte als weitere massgebende Holzeigenschaft nur mit apparativen Mitteln festgestellt werden. Der Einsatz von solchen Geräten ist je nach der Art mit sehr weitreichenden Folgen verbunden, die sich im folgenden Rahmen bewegen können:

Auf der einen Seite des Spektrums stehen billige, leicht anwendbare Hilfsgeräte, welche leicht interpretierbare Resultate liefern. In diesem Fall wird sich die Sortierung nicht wesentlich von der heutigen Praxis unterscheiden. Nach der für jeden Fachmann zumutbaren Beschaffung des Hilfsgeräts kann die Sortierung jederzeit und überall vollzogen und nachvollzogen werden.

Auf der anderen Seite des Spektrums stehen Hilfsgeräte, die verhältnismässig teuer sind und erhebliche Erfahrung verlangen, sowohl in der Anwendung als auch in der Interpretation der Ergebnisse.

Für einen zweckmässigen Einsatz solcher Geräte muss die Sortierung «institutionalisiert» werden. D.h. es wird eine Stelle geschaffen (in der Sägerei oder in der Zimmerwerkstatt), wo ein Fachmann die Sortierung durchführt, die dann nicht mehr ohne weiteres nachvollzogen werden kann. Dies wiederum bedingt eine Reihe von Kontrollmechanismen, die neben einem gewissen Aufwand auch die Gefahr des Missbrauchs und der Fehlanwendung in sich bergen:

- Die Funktionstüchtigkeit der Hilfsgeräte muss periodisch (evtl. von neutraler Stelle) nachgeprüft werden. Evtl. Eichung.
- Die Arbeit des Sortierens erfordert eine strengere Reglementierung.
- Das geprüfte Holz muss gekennzeichnet werden, wie dies in der Norm SIA 163 (1953) vorgesehen war, wobei dann die Kennzeichnung, das Gütesiegel, vor allem die Funktion des «Qualitätsträgers» übernimmt.

Gerade der letzte Punkt hat sich im Hinblick auf die damit verbundenen Verfahren (Bewertungsverfahren, Überwachungsverfahren, Anerkennung usw.) in der Praxis bei anderen Gelegenheiten als sehr heikel erwiesen. Viele Länder – insbesondere die «holzaktiven» in Nordeuropa und Nordamerika – kennen jedoch solche Verfahren schon seit Jahrzehnten; die Schwierigkeiten dürften demnach auch für die Schweiz nicht prohibitiv sein.

Um die organisatorischen und technischen Massnahmen zur Umgestaltung der bestehenden Sortierverfahren beurteilen und aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen auch bewerten zu können, sollen zunächst verschiedene Auswirkungen einer verbesserten Sortierpraxis vorgestellt werden.

Auswirkungen einer verbesserten Sortierung

Zunächst ist hier auf die *Verbesserung der Ausbeute* hinzuweisen. Die ausländische Praxis hat gezeigt, dass bei maschineller Sortierung teilweise erheblich besser klassiert, d.h. höheren Festigkeitsklassen zugeordnet werden kann [3]. Auch beim Einsatz von Handgeräten kann, trotz einer geringeren Wirksamkeit, mit einer Wertsteigerung gerechnet werden.

Allerdings weist *Kufner* [3] im Hinblick auf deutsche Verhältnisse – die den schweizerischen sehr ähnlich sind – darauf hin, dass sich die Güteklassen I und III heute durch eine weitgehende Marktabsenz auszeichnen. Eine entsprechende Marktaktivierung sei allerdings erst aufgrund einer verbesserten Sortierung denkbar.

Um die finanziellen Auswirkungen einer stärkeren Aufspaltung des Qualitätsspektrums abzuschätzen, wurde bei einer telefonischen Umfrage zum Preisunterschied zwischen FK I und FK II bei rd. einem Dutzend Holzverarbeitern eine erstaunliche Bandbreite festgestellt: von 2% bis ca. 25% (!), jedoch mehrheitlich im unteren Drittel dieser Spanne. In jedem Fall, d.h. sowohl bei grossem als auch bei kleinem Preisunterschied, ist der Anteil von bestelltem

FK I verschwindend klein. Ähnliches gilt für die FK III. Dabei wären zwischen einer FK III (wenn diese gehandelt würde) und «Kistenholz» und Schalbrettern noch grössere Preisunterschiede zu erwarten. Es ist anzunehmen, dass gesamthaft gesehen der ökonomische Gewinn durch die Ausschöpfung des unteren Qualitätsbereiches einiges grösser wäre, als er durch eine Qualitätsdifferenzierung in den oberen Bereichen erzielt werden könnte. Nur der Vollständigkeit halber sei hier auf die interessanten Möglichkeiten von Schichtholz hingewiesen, bei dem die Holzqualität den Anforderungen angepasst werden kann (wenig tragfähiges Holz in Bereichen geringer Beanspruchung).

Es ist jedoch zur Zeit augenscheinlich, dass sowohl die Angebots- wie die Nachfrageseite sich auf den traditionellen «Qualitäts-Eintopf» eingestellt haben und wenig motiviert sind, die Möglichkeiten auszuschöpfen, die sowohl von der massgebenden Norm wie auch vom Grundmaterial gegeben sind, d.h. das Potential des Schweizerholzes im unteren und im oberen Qualitätsbereich zu nutzen.

Eine weitere Wirkung, die durch eine verbesserte Sortierung zu erzielen wäre, ist eine *Aufwertung des ingenieurmässigen Images* des Holzes, das gemäss *Bogusch* [1] eher unbefriedigend ist. Für viele Ingenieure ist das Holz unter anderem zu «handwerklich», es ist in seinen Eigenschaften zu wenig erfass- und kontrollierbar, es ist kein vollwertiger Ingenieurbaustoff. Die Qualitätserfassung mit der heute üblichen visuellen Sortierung erscheint dem Ingenieur gleichzeitig primitiv und kompliziert, undurchsichtig, schlecht nachvollziehbar, zu wenig quantitativ, unwissenschaftlich.

Damit dürfte er der heutigen Sortierung allerdings Unrecht tun. Trotz allen Vorbehalten darf ihre Leistungsfähigkeit nicht unterschätzt werden: In einer Untersuchung von *Natterer, Marchand und Fux* [4] erwies sich das «Trennvermögen» zwischen den Festigkeitsklassen II und III bezüglich Biegefestigkeit als über Erwarten gut (für die Festigkeitsklasse I lagen zuwenig Werte vor). Allerdings dürfte die Sortierqualität und damit die Trennschärfe in der Praxis wesentlich schlechter sein als im Labor, wo ein Variationskoeffizient der Biegefestigkeit von 28% und ein Spannweitenverhältnis (zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Wert) von nicht weniger als 1:5 festgestellt wurde, so dass hohe Festigkeiten weitgehend ungenutzt bleiben. Diese Streuwerte sind z.B. denjenigen von Stahl gegenüberzustellen: Armierungsstähle weisen einen Variationskoeffizienten der Zugfestigkeit von 3 bis 5% auf; die Schwankungsbreite dürfte sich zwischen 90 und 120% des Mittelwertes bewegen. Auch wenn solche Werte für Holz ausserhalb des Erreichbaren liegen, ist jedoch offensichtlich, dass eine Vereinheitlichung der Qualität und *genaue, definierte Qualitäten* einzig durch trennscharfe Sortierungen zu erzielen sind.

Ungünstig ist auch die Tatsache zu werten, dass die als modern geltende Dimensionierungsmethode nach «Grenzwertzuständen» nur für Stahl- und Stahlbetonbau üblich ist, während Holztragwerke immer noch mit der traditionellen Methode der «zulässigen Spannungen» dimensioniert werden. Obwohl sich dies von der Sache her rechtfertigen lässt, mag es doch zum Image des Holzes als einem «altmodischen» Baustoff beitragen.

Als weitere Auswirkung einer verbesserten Sortierung ist eine mögliche *Erhöhung der zulässigen Spannung* zu nennen, die zu einer Verminderung der erforderlichen Querschnittsabmessungen führt. Bei einem Biegebalken bringt eine Erhöhung der zulässigen Spannung um beispielsweise 20% allerdings lediglich eine Verminderung der Querschnittshöhe (h) um 10% (bei gleichbleibender Breite). Es wäre deshalb von Interesse, die Querschnittsreduktion eher auf die Breite (b) zu beziehen, bei der sich die Abminderung proportional auswirkt. Dies scheint um so mehr gerechtfertigt, als in der schweizerischen Holzbaupraxis das Verhältnis h/b i.a. relativ klein ist (um 3/2). Auch bei Berücksichtigung konstruktiv/verarbeitungstechnischer Anforderungen ist es in vielen Fällen möglich, etwas schlankere Querschnitte zu wählen und damit Material einzusparen und die Kosten zu vermindern. Im übrigen besteht gerade heute infolge vermehrter Isolation ein Bedarf nach mehr Raum zwischen den Sparren, was auch für grössere Bauhöhen und damit höhere Sparren spricht.

Ein weiterer Gesichtspunkt, der eine sehr wichtige Rolle spielen kann, ist die Tatsache, dass die Schweizer Holzwirtschaft nicht nur dem Preisdruck und den Liefermöglichkeiten der ausländischen Konkurrenz ausgesetzt ist. Auch im Bereich der Qualität ist die *ausländische Herausforderung* nicht zu unterschätzen. Es ist bekannt, dass heute zahlreiche schweizerische Holzverarbeiter gerade aus diesem Grund, d.h. wegen der gleichmässigeren, gesicherten Qualität, ausländische Lieferanten bevorzugen. Dies bezieht sich zwar nicht auf den Bauholzmarkt, doch lassen sich zukünftige Entwicklungen des Marktes nur schwer abschätzen. Die Verbesserung der Bauholzsortierung wäre zumindest ein Beitrag, um der Herausforderung zu begegnen.

Literatur

[1] *Bogusch W.* 1974. Holz im Bauwesen - Motivstudie der Lignum bei Architekten und Ingenieuren. Schweiz. Holzzeitung «Holz» (87) 22, S.1-8

[2] *Kropf F.* et al. 1982. Holz im Bauwesen. Eine Systemstudie. EMPA-Ber.210, Dübendorf

[3] *Kufner M.* 1977. Maschinelle Schnittholzsortierung und ihr möglicher Einfluss auf die Holzverwendung. Holz Roh/Werkstoff 35 (5), S. 173-178

[4] *Natterer J.; Marchand G.; Fux W.* 1982. Statistisch gesicherte Untersuchungen von Verformungskenngrössen biegebeanspruchter Bauteile aus Schweizer Holz. Bericht des Projekts 2.483 - 0.79 des Schweiz. Nationalfonds

Adresse der Verfasser: *U. Meierhofer*, Abt. Holz der EMPA, 8600 Dübendorf. *K. Richter.*