



# Holz als konstruktiver Baustoff



# Vorwort



**Das holzbau handbuch „Holz als konstruktiver Baustoff“ will allen an Bauholz Interessierten, insbesondere Architekten und Bauingenieuren sowie Studierenden des Bauwesens und der Holztechnik einen Überblick über die heute verfügbaren konstruktiven Vollholzprodukte und deren Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten geben.**

Dazu werden im Kapitel 3 die für das Bauwesen wichtigsten Holzarten und deren jeweiligen Eigenschaften beschrieben. Darauf aufbauend werden in den Kapiteln 4 und 6 die verfügbaren Vollholzprodukte einschließlich der daraus hergestellten zusammengesetzten Bauteile vorgestellt.

Zuvor werden im einleitenden ersten Kapitel die generellen Anforderungen erläutert, die zukunfts-fähige Baustoffe erfüllen müssen, und es wird begründet, warum Holz dank seiner ökologischen, technischen und ästhetischen Vorzüge ein moderner, zukunfts-fähiger Baustoff ist, der sich zunehmender Wertschätzung erfreut.

Um dem mit Holz weniger vertrauten Verwender zu helfen, das für seinen Bedarf geeignete Produkt zu wählen und dieses fachgerecht einzusetzen, werden im Kapitel 2 die besonderen Eigenschaften des Rohstoffes Holz erläutert. Darauf aufbauend wird beschrieben, wie sich die Eigenschaften von Schnittholz und der daraus hergestellten Vollholzprodukte durch Wahl der Holzart, des Einschnitts

sowie durch Trocknung und Sortierung und gegebenenfalls Verklebung in weiten Grenzen beeinflussen und auf den jeweiligen Anwendungszweck hin optimieren lassen.

Das Kapitel 5 gibt Hinweise, wie durch baulichen und, soweit in Sonderfällen erforderlich, chemischen Holzschutz ein negatives Baustoffverhalten ausgeschlossen und eine unbegrenzte Lebensdauer von Bauteilen aus Holz gewährleistet werden kann.

Ausgewählte Anwendungen für Holz in Baukonstruktionen kann der Leser Kapitel 6 entnehmen. Dargestellt werden aktuelle Entwicklungen bei zusammengesetzten Bauteilen, wie zum Beispiel von Brettstapelelementen, von Holz- Beton- Verbundbauteilen, von geklebten Tragwerken aus Brettschichtholzträgern, von Hybridtragwerken und von Fachwerkkonstruktionen.

# Inhalt

Seite 6	<b>1</b>	<b>_ Impressum</b>	Seite 38	<b>2.2.5.6</b>	Meßbezugsfeuchte, Maßhaltigkeit
7	<b>1</b>	<b>_ Einleitung</b>	39	<b>2.2.6</b>	_ Verfügbare Holzsortimente
7	<b>1.1</b>	_ Allgemeines	39	<b>2.2.6.1</b>	_ Allgemeines
8	<b>1.2</b>	_ Aktuelle globale Entwicklungen und Probleme	41	<b>2.2.6.2</b>	_ Kennzeichnung und Übereinstimmungsnachweis
10	<b>1.3</b>	_ Anforderungen an zukunftsfähige Baustoffe	43	<b>3</b>	<b>_ Holzarten und ihre Eigenschaften</b>
10	<b>1.4</b>	_ Das ökologische Potenzial des Baustoffes Holz	44	<b>3.1</b>	_ Nadelhölzer
12	<b>1.5</b>	_ Das technische Potenzial des Baustoffes Holz	44	<b>3.1.1</b>	_ Fichte (Picea abies)
14	<b>1.6</b>	_ Das ästhetische und emotionale Potenzial von Holz	46	<b>3.1.2</b>	_ Tanne (Abies alba)
15	<b>2</b>	<b>_ Holz als Baustoff</b>	48	<b>3.1.3</b>	_ Kiefer (Pinus sylvestris)
15	<b>2.1</b>	_ Der Rohstoff Holz	50	<b>3.1.4</b>	_ Lärche (Larix decidua)
15	<b>2.1.1</b>	_ Holzaufbau	52	<b>3.1.5</b>	_ Douglasie (Pseudotsuga menziesii)
17	<b>2.1.2</b>	_ Rohdichte	56	<b>3.2</b>	_ Laubhölzer
18	<b>2.1.3</b>	_ Jahrringe	56	<b>3.2.1</b>	_ Buche (Fagus sylvatica)
19	<b>2.1.4</b>	_ Splintholz und Kernholz	58	<b>3.2.2</b>	_ Eiche (Quercus robur, Quercus petraea)
19	<b>2.1.5</b>	_ Juveniles Holz	60	<b>3.2.3</b>	_ Esche (Fraxinus excelsior)
19	<b>2.1.6</b>	_ Reaktionsholz	62	<b>3.2.4</b>	_ Robinie (Robinia pseudoacacia)
20	<b>2.1.7</b>	_ Drehwuchs	64	<b>3.2.5</b>	_ Edelkastanie (Castanea sativa)
20	<b>2.1.8</b>	_ Äste	67	<b>4</b>	<b>_ Konstruktive Vollholzprodukte</b>
21	<b>2.1.9</b>	_ Holz und Feuchte	67	<b>4.1</b>	_ Allgemeines
23	<b>2.1.10</b>	_ Schwinden und Quellen	68	<b>4.1</b>	_ Bauschnittholz aus Nadelholz
24	<b>2.2</b>	_ Der Baustoff Holz	72	<b>4.2</b>	_ Bauschnittholz aus Laubholz
24	<b>2.2.1</b>	_ Wichtige Gebrauchseigenschaften	75	<b>4.3</b>	_ Baurundholz aus Nadelholz
25	<b>2.2.2</b>	_ Bedeutung der Wahl der Holzart	78	<b>4.4</b>	_ Einteiliges keilgezinktes Nadelschnittholz
25	<b>2.2.3</b>	_ Bedeutung des Einschnitts	80	<b>4.5</b>	_ Konstruktionsvollholz KVH®
27	<b>2.2.4</b>	_ Bedeutung und Technik der Trocknung	83	<b>4.6</b>	_ MassivHolz MH-Plus®-Si und MH-Fix®-NSi
30	<b>2.2.5</b>	_ Bedeutung der Technik der Sortierung	85	<b>4.7</b>	_ Duo-Balken® und Trio-Balken® (Balkenschichtholz)
30	<b>2.2.5.1</b>	_ Einführung	88	<b>4.8</b>	_ Kreuzbalken
30	<b>2.2.5.2</b>	_ Historische Entwicklung der Festigkeitssortierung	90	<b>4.9</b>	_ Brettschichtholz
32	<b>2.2.5.3</b>	_ Visuelle Sortierung	94	<b>4.10</b>	_ Brettsperrholz (Mehrschichtige Massivholzplatten)
37	<b>2.2.5.4</b>	_ Maschinelle Sortierung			
38	<b>2.2.5.5</b>	_ Sortierung von Laubschnittholz			

Seite 97	<b>5</b>	<b>_ Holzschutz im Bauwesen</b>	Seite 112	<b>5.5.1</b>	_ Außenwände GK 0
98	<b>5.1</b>	_ Baulicher Holzschutz	113	<b>5.5.2</b>	_ Geneigte Dächer GK 0
98	<b>5.1.1</b>	_ Maßnahmen zur Verhinderung einer unzulässigen Erhöhung des Feuchtegehaltes von Holz und Holzwerkstoffen	113	<b>5.5.3</b>	_ Flachdächer GK 0
98	<b>5.1.1.1</b>	_ Feuchteschutz während des Bauzustandes	114	<b>5.5.4</b>	_ Decken GK 0
99	<b>5.1.1.2</b>	_ Tauwasserschutz	114	<b>5.5.5</b>	_ Holzkonstruktionen GK 0 in nicht ausgebautem Dachraum
99	<b>5.1.1.2.1</b>	_ Tauwasserschutz für die raumseitige Oberfläche von Außenbauteilen	114	<b>5.5.6</b>	_ Innenwandelemente GK 0
99	<b>5.1.1.2.2</b>	_ Tauwasserschutz für den Querschnitt von Außenbauteilen infolge Wasserdampfdiffusion	114	<b>5.6</b>	_ Brandschutz
100	<b>5.1.1.2.3</b>	_ Tauwasserschutz für den Querschnitt von Außenbauteilen infolge Wasserdampfkonvektion	115	<b>6</b>	<b>_ Zusammengesetzte Bauteile (Verbundelemente)</b>
101	<b>5.1.1.3</b>	_ Wetterschutz	115	<b>6.1</b>	_ Brettstapel-/Dübel- Elemente
102	<b>5.1.1.4</b>	_ Schutz in Nassbereichen	115	<b>6.1.1</b>	_ Allgemeines/Anwendungsbereiche
102	<b>5.1.1.5</b>	_ Schutz gegen Feuchteleitung	116	<b>6.1.2</b>	_ Herstellung Material
102	<b>5.1.2</b>	_ Anwendungsbereiche der Holzwerkstoffe	118	<b>6.1.3</b>	_ Wissenswertes für die Planung
105	<b>5.2</b>	_ Chemischer Holzschutz	118	<b>6.1.4</b>	_ Bauphysik
105	<b>5.2.1</b>	_ Holzschutzmittel	119	<b>6.2</b>	_ Holz-Beton-Verbundbau
106	<b>5.2.2</b>	_ Einbringungsverfahren	119	<b>6.2.1</b>	_ Allgemeines/ Anwendung
107	<b>5.2.3</b>	_ Wahl des Schutzmittels und des Einbringverfahrens	121	<b>6.2.2</b>	_ Herstellung/ Material/ Verbindungstechnik/ Fertigung
108	<b>5.2.4</b>	_ Holzschutzmittelmengen	122	<b>6.2.3</b>	_ Wissenswertes für die Planung
108	<b>5.2.5</b>	_ Überwachung der Schutzmittelbehandlung, Bescheinigung und Kennzeichnung des behandelten Holzes	123	<b>6.3</b>	_ Geklebte Tragwerke aus BSH- Trägern (Blockverklebung)
109	<b>5.3</b>	_ Bedingungen zur Vermeidung von Bauschäden durch Pilze	123	<b>6.3.1</b>	_ Allgemeines/Anwendungsbereich
111	<b>5.4</b>	_ Bedingungen zur Vermeidung von Bauschäden durch Insekten	124	<b>6.3.2</b>	_ Herstellung (Material/Verbindung/Fertigung)
111	<b>5.5</b>	_ Bauteile der Gefährdungsklass GK 0	125	<b>6.3.3</b>	_ Wissenswertes für die Planung
			126	<b>6.4</b>	_ Hybridträger
			126	<b>6.4.1</b>	_ Allgemeines/Anwendung
			126	<b>6.4.2</b>	_ BSH-Träger
			126	<b>6.4.3</b>	_ Doppel- T- oder Kastenträger
			129	<b>6.5</b>	_ Fachwerkkonstruktionen
			129	<b>6.5.1</b>	_ Allgemeines/Anwendung/Binderformen/Stabanschlüsse
			130	<b>6.5.2</b>	_ Fachwerkbinder mit Nägeln
			130	<b>6.5.3</b>	_ Fachwerkbinder mit Nagelplatten
			132	<b>6.5.4</b>	_ Fachwerkbinder mit Multi- Krallen- Dübeln
			134	<b>7</b>	<b>_ Literaturhinweise</b>
			135	<b>8</b>	<b>_ Bildnachweis</b>
			136	<b>9</b>	<b>_ Stichwortverzeichnis</b>

# Impressum

## Herausgeber:

HOLZABSATZFONDS  
Absatzförderungsfonds der  
deutschen Forst- und Holzwirtschaft  
Godesberger Allee 142-148  
D-53175 Bonn  
0228 / 30838-0  
0228 / 30838-30 Fax  
info@holzabsatzfonds.de  
www.holzabsatzfonds.de

## Projektleitung:

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Bühler, Bonn

## Technische Anfragen an

Überregionale Fachberatung:  
0 18 02 / 46 59 00 (0,06 Euro / Gespräch)\*  
fachberatung@infoholz.de  
www.informationsdienst-holz.de

\*aus dem Festnetz der DTAG, ggf. abweichende Preise aus dem Mobilfunknetz

## Bearbeitung:

Abschnitte „Einleitung“ und „Holz als Baustoff“  
Holzforschung München  
Technische Universität München  
Prof. Dr.-Ing. Peter Glos, München

Abschnitt „Holzarten und Ihre Eigenschaften“  
Dr. Dietger Grosser, München

Abschnitte „Konstruktive Vollholzprodukte“  
und „Holzschutz im Bauwesen“  
Akad. Dir. i.R. Dipl.-Ing. Borimir Radovic, Knittlingen

Abschnitt „Zusammengesetzte Bauteile  
(Verbundelemente)“  
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Rug, Eberswalde/Wittenberge

## Koordination:

Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V.  
Dipl.-Ing. (FH) Martin Fischer, München

## Arbeitsgruppe:

Dipl.-Ing. Richard Adriaans, Herford  
Odilo A, Grossthanner, Carona/Ciona (CH)  
Dipl.-Volkswirt Gerhard Heider, Wiesbaden  
Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Kober, Berlin  
Dipl.-Holzwirt Josef Plöb, Wiesbaden  
Axel Quaiser, Pfarrkirchen  
Dipl.-Ing. Vitus Rottmüller, Gräfelfing  
Dr.-Ing. Tobias Wiegand, Wuppertal

## Erscheinungsdatum:

Dezember 2008

Die technischen Informationen dieser Schrift entsprechen zum Zeitpunkt der Veröffentlichung den anerkannten Regeln der Technik. Eine Haftung für den Inhalt kann trotz sorgfältigster Bearbeitung und Korrektur nicht übernommen werden.

Hinweise zu Änderungen, Ergänzungen und Errata unter: [www.informationsdienst-holz.de](http://www.informationsdienst-holz.de)

ISSN-Nr. 0466-2114

Bestellnummer: H 597

holzbau handbuch

Reihe 4: Baustoffe

Teil 1: Allgemeines

Folge 1: Holz als konstruktiver Baustoff

# 1\_Einleitung



## 1.1 \_ Allgemeines

Seit Menschengedenken hat der Roh- und Werkstoff Holz wegen seiner vielfältigen physikalischen, technischen, wirtschaftlichen, physiologischen und ästhetischen Vorzüge eine wichtige Rolle gespielt. Über Jahrtausende war Holz der einzige Baustoff, aus dem sich stabförmige Bauteile herstellen ließen, die es ermöglichten, weitgespannte Decken und Dächer, aber auch leichte, skelettförmig konstruierte Wände zu bauen. Der Bau von Fahrzeugen aller Art, der Schiffbau, die Entwicklung der Städte im Mittelalter und der Flugzeugbau am Beginn des 20. Jahrhunderts wären ohne den Baustoff Holz nicht möglich gewesen. Als Höhepunkte eines handwerklich orientierten Holzbaus stehen uns die Fachwerkbauten aus dem 16. und 17. Jahrhundert oder die Brückenbauten der Gebrüder Grubemann aus dem 18. Jahrhundert vor Augen.

Im Zuge der rasanten technischen Entwicklung, die in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts einsetzte, und dem damit einhergehenden Übergang von der handwerklichen Fertigung zur industriellen Massenproduktion, konnte der Baustoff Holz wegen der kleinbetrieblichen Struktur

der Forst- und Holzwirtschaft, aber auch wegen der großen Vielfalt und Streubreite der Holz Eigenschaften, nicht mithalten und ist deshalb aus vielen Bereichen durch neue, technisch herstellbare Baustoffe wie Stahl, Stahlbeton und in jüngster Zeit auch Kunststoffe verdrängt worden. Einen absoluten Tiefpunkt erreichte die Holzverwendung in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts, interessanterweise zu der Zeit, als der allgemeine Fortschrittsglaube seinen Höhepunkt erreicht hatte. Offenbar passte der altbewährte Baustoff Holz nicht in das moderne Weltbild jener Jahre. Erst als erkannt wurde, dass der bisherige technische Fortschritt mit einem immens steigenden Ressourcen- und insbesondere Energieverbrauch erkauft wurde, der inzwischen zu einer erheblichen Belastung der Umwelt geführt hat und die natürlichen Lebensgrundlagen der kommenden Generationen gefährdet, ist der Baustoff Holz wieder in den Blickpunkt des Interesses gerückt und hat, unterstützt durch die heute verfügbaren höheren Schnittholzqualitäten, leistungsfähigen Holzwerkstoffe und modernen Verbindungsmittel, die noch vor wenigen Jahren undenkbar waren, eine neue Wertschätzung erfahren und wird als moderner Baustoff wahrgenommen.

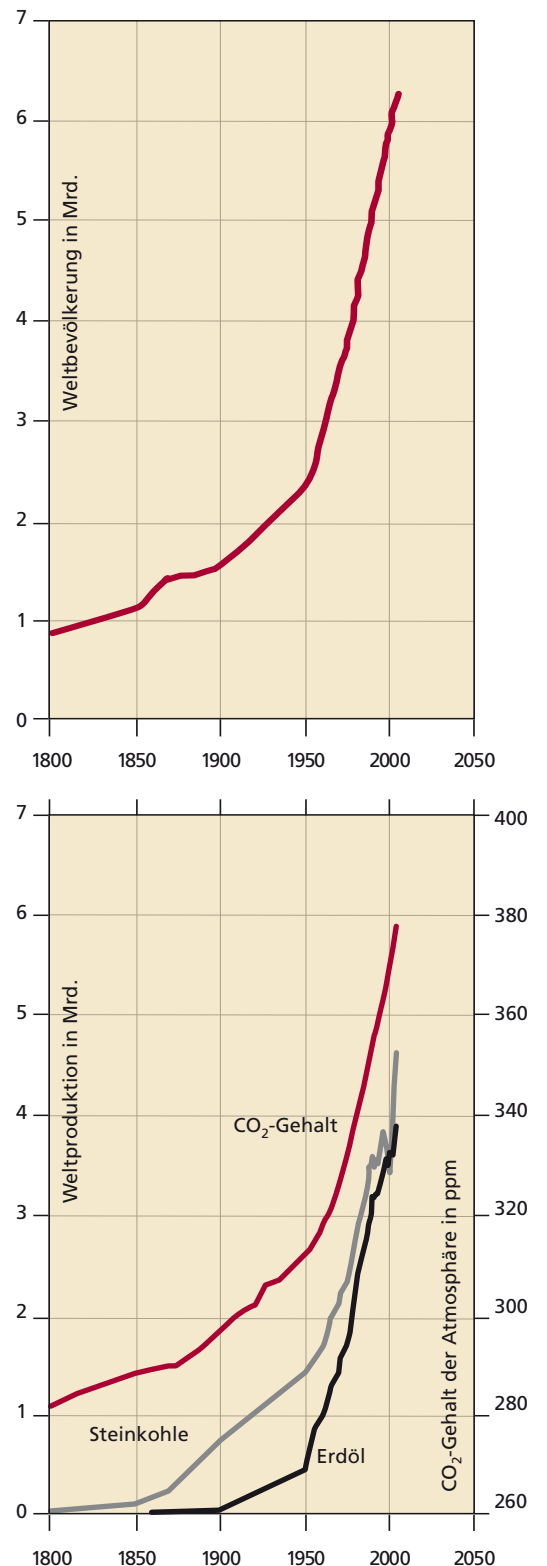
## 1.2 \_ Aktuelle globale Entwicklungen und Probleme

Stichworte wie Ozonloch, Treibhausklima, weltweiter Mülltourismus sowie sich erschöpfende fossile Rohstoffe machen deutlich, dass die Synthese von Natur und menschlichem Handeln und Wirtschaften offenbar immer weniger gelingt und die Belastungsfähigkeit vieler Ökosysteme erreicht und zum Teil auch schon überschritten ist [1.1, 2.1]. Die Situation ist in den letzten Jahren zunehmend kritisch geworden, weil die wesentlichen Entwicklungen nicht linear, sondern exponentiell, d.h. immer schneller, verlaufen. Dies birgt die Gefahr, dass solche Entwicklungen zunächst kaum wahrgenommen werden, aber dann, wenn sie in ihren komplexen Auswirkungen voll erkennbar werden, kaum noch oder nicht mehr kontrollierbar sind.

**Abbildung 1.1:**  
Entwicklung der  
Weltbevölkerung

Eine wesentliche Triebkraft für viele dieser Entwicklungen ist das explodierende globale Bevölkerungswachstum von 1,5 Milliarden Einwohnern Anfang des 20. Jahrhunderts auf heute über 6 Milliarden. Parallel dazu hat sich durch die technische Entwicklung und die steigende Industrieproduktion der Primärenergieverbrauch in den letzten 30 Jahren etwa verdreifacht. Die vorherrschende Nutzung fossiler Energieträger (Kohle, Erdöl, Erdgas) hat den Ausstoß der Treibhausgase Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), Methan ( $\text{CH}_4$ ) und Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ) in einer Weise ansteigen lassen, dass sich der Strahlungshaushalt der Erdatmosphäre bei einer ungebremsten weiteren Entwicklung nach übereinstimmender Meinung der Klimaforscher nachhaltig verändern wird [1.3, 1.4]. Die Folge davon wäre eine langfristige Erwärmung der bodennahen Luftschichten mit weitgehend unabsehbaren Folgen für die Natur und das menschliche Leben auf der Erde. Ein Teil der in Anzahl und Ausmaß zunehmenden Naturkatastrophen der letzten Jahre wird auf diese bereits nachweisbar begonnene Klimaänderung zurückgeführt.

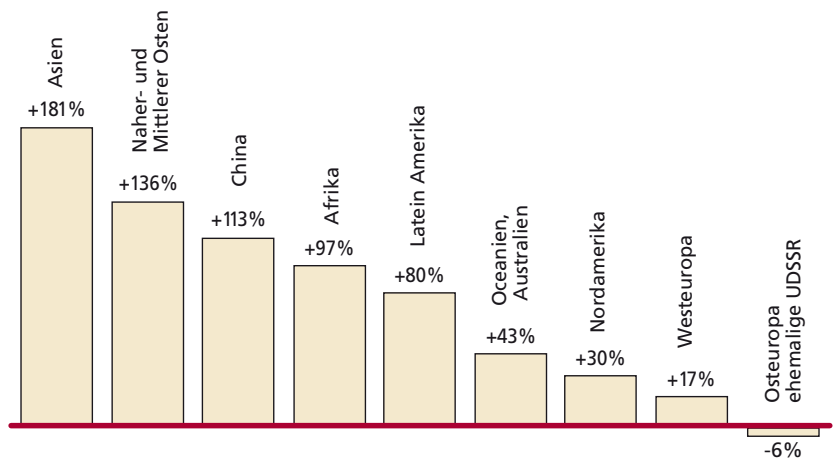
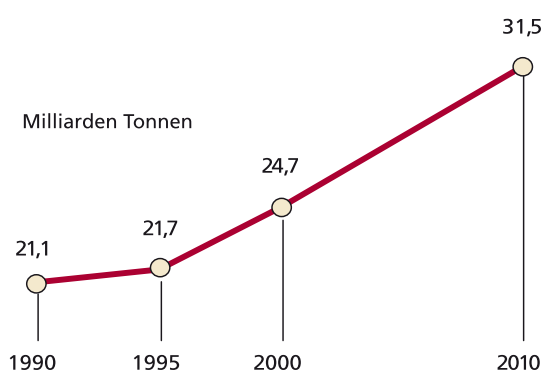
**Abbildung 1.2:**  
Entwicklung des  $\text{CO}_2$ -Gehalts  
in der Atmosphäre und der  
weltweiten Steinkohle- und  
Erdölproduktion





Die mengenmäßig größte Gefährdung geht vom CO<sub>2</sub> aus. Es ist für etwa 50% des Treibhauseffektes verantwortlich. Seine Konzentration in der Atmosphäre liegt bereits 25% über dem natürlichen Wert und steigt weiter exponentiell an (Abb. 1.2). Die steigenden CO<sub>2</sub>-Emissionen sind eine unmittelbare Folge des Bevölkerungswachstums und der fortschreitenden technischen Entwicklung, die beide zu einem steigenden Verbrauch an fossilen Energien führen. Allein in den letzten 50 Jahren hat sich der Verbrauch an Steinkohle verdreifacht und der Ölverbrauch versiebenfacht (Abb. 1.2). Den entscheidenden Anteil an den globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen haben derzeit die Industrieländer mit Pro-Kopf-Emissionen von 10 bis über 20 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. Leider ist zu erwarten, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen in den nächsten Jahren nicht sinken, sondern noch weiter ansteigen werden, vor allem in den bevölkerungsreichen Schwellen- und Entwicklungsländern (Abb. 1.3). Die OECD erwartet, dass die Emissionen in den nächsten Jahren auf über 30 Milliarden Tonnen ansteigen werden (Abb. 1.4). Das ist etwa das Fünffache des Wertes, den die Umwelt ohne nennenswerte Klimaänderungen aufnehmen könnte [1.3].

Auf der Rio-Konferenz 1992 haben über 160 Staaten der Erde erstmals diese globale Umweltproblematik diskutiert und politische Willenserklärungen abgegeben. Das in Rio verabschiedete Konzept, das auf den Folgekonferenzen 1995 in Berlin und 1997 in Kyoto leider nur wenig



vorangebracht werden konnte, zielt auf eine nachhaltige und damit dauerhafte ökonomische, ökologische und soziale Entwicklung (sustainable development) ab. Darunter wird eine Entwicklung verstanden, die in Erweiterung des in der Forstwirtschaft seit über 200 Jahren üblichen Prinzips der Nachhaltigkeit die Bedürfnisse der Gegenwart erfüllt, ohne die Grundlagen oder Möglichkeiten künftiger Generationen zu beeinträchtigen. Als globale Zukunftsaufgaben wurden formuliert:

- Reduzierung des Bevölkerungswachstums,
- Sicherung der Ernährung,
- Reduzierung des Treibhauseffektes,
- nachhaltige Energieversorgung,
- Aufforstung und nachhaltige Holznutzung.

Die jährliche Pro-Kopf-Emission an CO<sub>2</sub> in Deutschland liegt derzeit bei etwa 10 Tonnen, das entspricht auf die Einwohnerzahl bezogen etwa dem Zehnfachen des Wertes, der noch umweltverträglich wäre. Dementsprechend reicht der Beschluss der Bundesregierung, die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland bis zum Jahr 2020 um 40 % abzusenken (bezogen auf das Referenzjahr 1990), bei weitem nicht aus. Da aber selbst dieses Ziel nach heutigem Stand nicht erreicht wird, besteht hier zweifellos ein großer Handlungsbedarf [1.5].

**Abbildung 1.3:**

Erwartete CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2010 im Vergleich zu 1990 in verschiedenen Regionen der Erde

Quelle: IEA/OECD

**Abbildung 1.4:**

Erwartete Entwicklung der weltweiten energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen

Quelle: IEA/OECD

### 1.3 \_ Anforderungen an zukunftsfähige Baustoffe

Angesichts der Größe des Problems muss das Umdenken in Richtung einer stärkeren Umweltvorsorge in allen Bereichen ansetzen, also auch im Bauwesen, das grundsätzlich immer mit einer gewissen Umweltbelastung verbunden ist. Dabei kommt den Industrieländern, den bisherigen Hauptverursachern der Umweltbelastung, naturgemäß eine besondere Verantwortung zu. In ihrem eigenen Interesse müssen sie Lösungen für ein umweltverträgliches, nachhaltiges Wirtschaften entwickeln und eine Vorbildfunktion übernehmen. Denn wenn die über 4 Milliarden Menschen in den heutigen Schwellenländern versuchen wollten, sich in gleicher Weise zu entwickeln, wie wir uns entwickelt haben, und dabei die Umwelt ebenso belasten würden, wie wir das getan haben, dann hält das unsere Welt nicht aus. In ihrem eigenen Interesse müssen die hoch entwickelten Industrieländer deshalb eine weltweite Vorbildfunktion erfüllen.

Das notwendige Umdenken wird auch das Bauen und die Anforderungen an Baustoffe, Bauteile und Bausysteme beeinflussen. Neben die traditionellen Anforderungen wie z.B.

- mechanische Festigkeit und Standsicherheit,
- Nutzungssicherheit und Dauerhaftigkeit,
- Feuersicherheit und
- Schallschutz

werden verstärkt Kriterien der Umweltverträglichkeit, insbesondere Aspekte der Energieeinsparung treten.

**Abbildung 1.5:**  
Biologischer Kreislauf der Holzbildung (Photosynthese) und des Holzabbaus durch Zersetzung oder Verbrennung

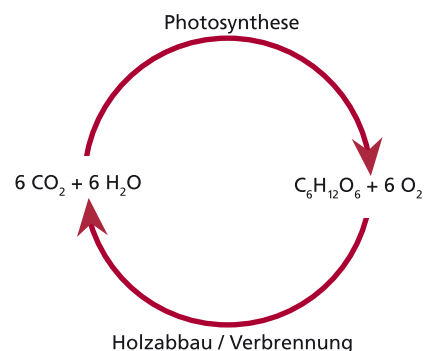
Diese neuen Kriterien für Baustoffe lassen sich etwa wie folgt zusammenfassen:

- Rohstoffgewinnung ohne schädliche Eingriffe in die Natur,
- umweltverträgliche Produktherstellung,
- umweltverträglicher Gebrauch, speziell ohne gesundheitsgefährdende Potenziale,
- einfaches Entsorgen und Wiedereingliedern in den natürlichen Kreislauf durch stoffliche oder thermische Nutzung,
- geringer Energieaufwand über den gesamten Lebensweg.

Mit anderen Worten: Neben den technischen Eigenschaften eines Gebäudes und der verwendeten Baustoffe müssen zukünftig auch deren ökologische Eigenschaften bewertet werden. Dies erfordert eine ganzheitliche, nachvollziehbare Methodik in Form normierter Ökobilanzierungen. Die dafür nötigen Grundlagen werden derzeit international erarbeitet und als ISO-Normen 14040 bis 14043 festgeschrieben [1.6, 1.7, 1.8].

### 1.4 \_ Das ökologische Potenzial des Baustoffes Holz

Der Baustoff Holz entsteht im Wald. Die Bäume nehmen dazu aus der Atmosphäre  $\text{CO}_2$  auf und bilden daraus mit Hilfe der Sonnenenergie und Wasser über die Photosynthese das Holz.



Allein die Wälder in Deutschland entnehmen der Atmosphäre Tag für Tag über 600.000 Tonnen CO<sub>2</sub>. Das ist in 1 Sekunde annähernd so viel CO<sub>2</sub>, wie drei durchschnittliche Autofahrer in einem Jahr produzieren.

Um eine Tonne Holz zu produzieren, entziehen Bäume der Atmosphäre rund 1,9 Tonnen klimaschädigendes Kohlendioxid und speichern 500 Kilogramm Kohlenstoff. Wenn das Holz genutzt wird, insbesondere auch als Bauholz, wird dieser im Holz gespeicherte Kohlenstoff und damit das entsprechende CO<sub>2</sub>-Äquivalent während der Nutzungsdauer des Holzes der Atmosphäre entzogen. Dadurch wirkt die Holzverwendung der Akkumulation von CO<sub>2</sub> und somit dem Treibhauseffekt entgegen. Allein unter diesem Aspekt ist die Verwendung von Holz sinnvoll und ein positiver Beitrag zur Umweltvorsorge [1.9]. Ein weiterer Vorteil des Baustoffes Holz liegt darin, dass zur Herstellung von Schnittholz und auch von Holzwerkstoffen nur vergleichsweise wenig Energie benötigt wird.

	Energie [MJ(E <sub>aq</sub> )]
<b>Energieverbrauch</b>	
Forstliche Produktion	306
Rundholztransport (50 km)	200
Schnittholzherstellung	360
Transport (600 km, 50% LKW Auslastung)	2.400
Brettschichtholzherstellung inkl. Schnittholztrocknung	4.275
<b>Summe</b>	<b>7.541</b>
<b>Energieerzeugung</b>	
Nutzung der Resthölzer	
• elektrische Energie	2.154
• thermische Energie	6.678
<b>Summe</b>	<b>8.832</b>
<b>Energieüberschuss</b>	<b>1.291</b>

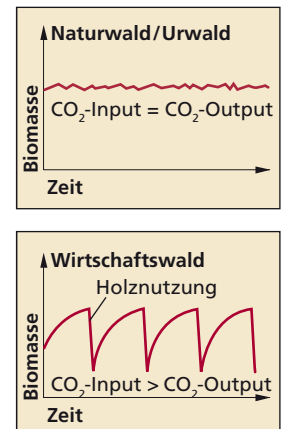
So wird beispielsweise zur Herstellung von Brettschichtholz weniger Energie benötigt, als aus dem anfallenden Restholz, wenn es energetisch genutzt wird, gewonnen werden kann (Tab. 1.1).

Dennoch sind in der Öffentlichkeit immer wieder Bedenken zu hören, dass die Holzverwendung schlecht für den Wald und für die Umwelt wäre. Typische Fragen sind:

- Wäre es nicht besser, den Wald zu schonen und das Holz nicht zu verwenden?
- Ist überhaupt genügend Holz verfügbar?
- Gefährdet ein Wirtschaftswald, in dem Holz geerntet wird, nicht die Biodiversität, d.h. führt zu einer Verarmung der Tier- und Pflanzenwelt?

Zur ersten Frage: Nur wenn das ständig nachwachsende Holz geerntet und genutzt, also dem Wald entnommen wird, und dafür neue Bäume gepflanzt werden, kann auch zusätzliches CO<sub>2</sub> gespeichert werden. Im Urwald wird dagegen durch den Abbauprozess der abgestorbenen Bäume ebenso viel CO<sub>2</sub> freigesetzt wie durch die nachwachsenden Bäume wieder gebunden wird (Abb. 1.6). Ein Naturwald ist in dieser Hinsicht für die Entlastung der Umwelt weniger hilfreich als ein nachhaltig genutzter Wirtschaftswald.

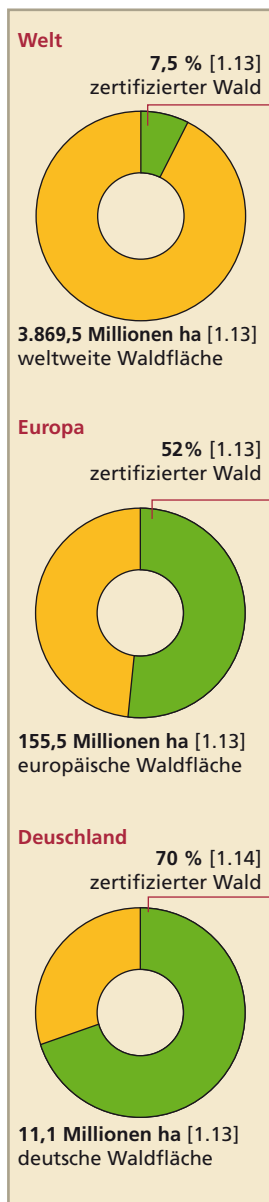
Zur zweiten Frage: Deutschland besitzt eine Waldfläche von 11,1 Millionen Hektar, das sind rund 30% der gesamten Wirtschaftsfläche. Der Holzvorrat in unseren Wäldern beträgt insgesamt ca. 3,4 Milliarden Kubikmeter. In jeder Sekunde wird heute in den heimischen Wäldern eine Holzmenge gebildet, die dem Volumen eines Würfels mit 1,56 m Kantenlänge entspricht. In dem Holz seiner Bäume bindet der Wald 5,5 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>, eine Menge, die rechnerisch dem Ausstoß von rund 440 Millionen Hin- und Rückflügen von Deutschland nach Sydney entspricht.



**Abbildung 1.6:** Zeitlicher Verlauf der CO<sub>2</sub>-Bilanz von Naturwäldern und Wirtschaftswäldern (schematische Darstellung).

**Tabelle 1.1:** Ausschnitt aus der Energiebilanz zur Herstellung von 1 m<sup>3</sup> Brettschichtholz. Quelle: [1.6]

**Abbildung 1.7:**  
Zertifizierte Waldfläche  
im Vergleich



Ein „Ausverkauf“ des Waldes droht auch bei einer verstärkten Holznachfrage nicht. Schon vor fast 300 Jahren definierte Hannß Carl von Carlowitz, dass nicht mehr Holz geerntet werden darf als nachwächst. Das Grundprinzip der Nachhaltigkeit war erfunden und wurde ständig weiterentwickelt. Ohne dem Ökosystem Wald zu schaden, kann Holz also guten Gewissens genutzt werden. Die gesetzlich verankerte nachhaltige Forstwirtschaft umfasst heute weit mehr als die ursprüngliche Flächennachhaltigkeit. Ökologische und soziale Komponenten werden ebenso berücksichtigt wie der ökonomische Aspekt. Die Zertifizierung der Forstwirtschaft fasst diese Anforderungen zusammen. Die Dokumentation nachhaltigen Wirtschaftens und die fortlaufende Kontrolle durch unabhängige Dritte hat im Zuge der Globalisierung der Märkte ständig an Bedeutung gewonnen. In Deutschland sind bereits mehr als 70% der Waldfläche gemäß den drei Nachhaltigkeitsprinzipien zertifiziert (Abb. 1.7).

Zur dritten Frage: Die wirtschaftlich genutzten Wälder, insbesondere naturnahe gemischte Wälder, wie sie in Deutschland seit längerem verbreitet sind, beeinträchtigen die Biodiversität der Flora und Fauna nicht. Dies konnte durch ein umfangreiches Forschungsvorhaben, in dem über viele Jahre verschiedene Waldformen, vom reinen Naturschutzgebiet bis zum Fichtenreinbestand vergleichend untersucht wurden, eindeutig nachgewiesen werden (Tab. 1.2 bis Tab. 1.4). Tabelle 1.2 beschreibt die Baumartenzusammensetzung und das Alter der untersuchten Wirtschafts- und Naturwälder. Die Tabelle 1.3 und Tabelle 1.4 zeigen die Anzahl der in diesen Wäldern vorhandenen Pflanzen- und Tierarten. Es ist zu erkennen, dass in den modernen, gemischten Wirtschaftswäldern praktisch die gleiche Artenvielfalt wie in den Naturwäldern existiert, und selbst die reinen Fichtenwälder weisen eine ähnlich große Vielfalt an Pflanzen- und Tierarten und damit eine Naturnähe auf, die diejenige von landwirtschaftlich genutzten Flächen bei weitem übersteigt.

## 1.5 \_ Das technische Potenzial des Baustoffes Holz

Holz ist ein Material mit vielfältigen Eigenschaften. Die verschiedenen Holzarten und Wuchsbedingungen, das Baumalter, das Kern- und Splintholz usw. bieten eine extreme Breite biologischer, chemischer, technologischer und auch dekorativer Eigenschaften.

Dies erfordert einerseits einen gewissen Aufwand bei der Holzernte und der Verarbeitung, bietet jedoch andererseits auch die Möglichkeit, durch gezielte Auswahl des Holzes vielfältige Wünsche und Anforderungen der Verbraucher an das Produkt gezielt zu erfüllen. Ein Vergleich der wichtigsten technischen Eigenschaften von Holz mit anderen Baustoffen belegt die zahlreichen Vorzüge dieses natürlichen Rohstoffes:

Holz ist ein mit Cellulosefasern bewehrter Verbundbaustoff mit hohem Hohlraumanteil. Es ist sozusagen ein natürliches „High-Tech“-Produkt. Hochwertiges Holz ist bei gleicher Tragfähigkeit leichter als Stahl und war deshalb vor 60 Jahren noch ein unverzichtbarer Werkstoff im Flugzeugbau. Holz hat annähernd die gleiche Druckfestigkeit wie Beton und kann im Gegensatz zu diesem auch Zugkräfte aufnehmen. Aufgrund seines hohen Hohlraumanteils hat Holz günstige Wärmedämmeigenschaften. Es ist das tragfähigste aller wärmedämmenden Materialien. Dies erleichtert das Konstruieren von Niedrigenergie- und Passivhäusern, insbesondere das Vermeiden von Wärmebrücken. Im Hinblick auf Verwendungen, bei denen es auf hohe Tragfähigkeit ankommt, haben in den letzten Jahren erhebliche Innovationen stattgefunden: Neue Holzwerkstoffe wurden entwickelt und auch beim Vollholz sind bei der Sortierung und Klassifizierung, insbesondere durch die Einführung der maschinellen Festigkeitssortierung, erhebliche Fortschritte erzielt worden.



	Wirtschaftswälder			Naturwälder	
Baumarten in %	 Laubholz (1) Fichte (99)	 Lärche (13) Buche (31) Fichte (56)	 Nadelholz (10) Eiche (40) Buche (50)	 Nadelholz (7) Eiche (26) Buche (67)	 Eiche (18) Buche (82)
Alter in Jahren	80	106	103	132	358
Naturnähe					

**Tabelle 1.2:**  
Baumartenzusammensetzung,  
Alter und Naturnähe verschiedener  
Wirtschafts- und Naturwälder  
Quelle: [1.10]

	Wirtschaftswälder			Naturwälder	
Baumarten Altbestand	4	7	10	5	2
Baumarten Verjüngung	7	7	7	5	2
Kräuterarten	25	46	31	34	4
Pilzarten	103	85	97	108	164
Moosarten	71	33	18	35	41

**Tabelle 1.3:**  
Artenzahlen verschiedener  
Pflanzengruppen in den Wirtschafts-  
und Naturwäldern der Tabelle 1.2  
Quelle: [1.10]

	Wirtschaftswälder			Naturwälder	
Vogelarten	23	31	32	32	30
Weberknechtarten	12	14	12	11	13
Käferarten	362	433	426	451	480
Netzflüglerarten	18	25	34	28	22
Spinnenarten	20	21	24	22	20

**Tabelle 1.4:**  
Artenzahlen verschiedener Tiergruppen  
in den Wirtschafts- und Naturwäldern  
der Tabelle 1.2  
Quelle: [1.10]

Ein weites Entwicklungspotenzial bietet darüber hinaus die Verwendung bisher wenig genutzter hochtragfähiger Nadelhölzer wie z.B. der Douglasie oder von Laubhölzern wie z.B. der Buche oder der Esche.

Bei sichtbar verbautem Holz spielt neben der Tragfähigkeit das Aussehen eine entscheidende Rolle. Hier gab es in der Vergangenheit immer wieder Missverständnisse und Enttäuschungen, weil es in diesem Bereich keine befriedigenden Normen bzw. Auswahlkriterien gab, die dem mit Holz weniger vertrauten Architekten oder Bauherrn helfen konnten, die gewünschte Qualität sachgerecht auszuschreiben [1.11]. Ein großer Fortschritt wurde hier in den letzten Jahren mit der Einführung neuer Produkte, wie zum Beispiel dem Konstruktionsvollholz (KVH®) oder den Duo- bzw. Triobalken® erreicht, bei denen durch die klar geregelte Art des Einschnitts, der Sortierung und des Trockenheitsgrades ein hoher Qualitätsstandard gesichert erfüllt wird [1.12].

### **1.6 \_ Das ästhetische und emotionale Potenzial von Holz**

Holz spricht in besonderem Maße unsere Sinne an. Es verbindet wie kaum ein anderes Material Funktion und Sinnlichkeit. Typische Beispiele dafür sind z.B. Musikinstrumente, insbesondere Streichinstrumente oder auch klassische Möbel oder hölzerne Segelboote. Dies ist ein Aspekt, der auch beim Bauen im Zeitalter einer fortschreitenden Informations- und Kommunikationstechnologie eine neue, wichtige Dimension bekommt: Je mehr sich die Welt der Menschen auf technische Apparate, auf Tastaturen und Bildschirme verengt, desto mehr bewirkt dies, quasi zur Kompensation, eine neue Sehnsucht nach Sinneseindrücken, nach körperlichem Kontakt mit natürlichen Dingen, die man anfassen, „begreifen“ kann, nach Umgebungen, die wegen ihrer materiellen Beschaffenheit als

sympathisch, charakteristisch und gesund zu erleben sind. Eine der Stärken von Holz ist es, dass es eine unübertroffene Vielfalt an ästhetischen Reizen bietet. Der Baustoff Holz ist daher eine ideale Ergänzung zu einer virtuellen Computerwelt und wird deshalb bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen, im Freizeitbereich und im Wohnungsbau verstärkt an Bedeutung gewinnen. Bauen ist ein wesentliches Element unserer Kultur. Bauten haben seit jeher die gesellschaftlichen und kulturellen Werte der jeweiligen Zeit gespiegelt. An dem, was und wie wir heute bauen, werden künftige Generationen erkennen, wie wir uns den Herausforderungen unserer Zeit gestellt und sie bewältigt haben. Die größte Herausforderung unserer Zeit ist das Zusammenführen von Ökonomie und Ökologie. Durch die Verwendung des Baustoffes Holz kann dazu ein nennenswerter und sichtbarer Beitrag geleistet werden.

## 2\_ Holz als Baustoff



### 2.1 \_ Der Rohstoff Holz

#### 2.1.1 \_ Holzaufbau

Bäume haben im Laufe der Evolution, das heißt im Wettbewerb der Pflanzen um Energie und Lebensraum, ein besonderes Bauprinzip entwickelt. Das von ihnen aus den Grundstoffen Kohlendioxid und Wasser mittels Sonnenenergie gebildete Holz ist ein aus Einzelzellen anisotrop aufgebauter poröser Körper, der bei minimiertem Materialeinsatz eine hohe Tragfähigkeit aufweist. Dieses hoch-effizient konstruierte Leichtbaumaterial hat es den Bäumen ermöglicht, sich zu den größten und langlebigsten Pflanzen der Erde zu entwickeln.

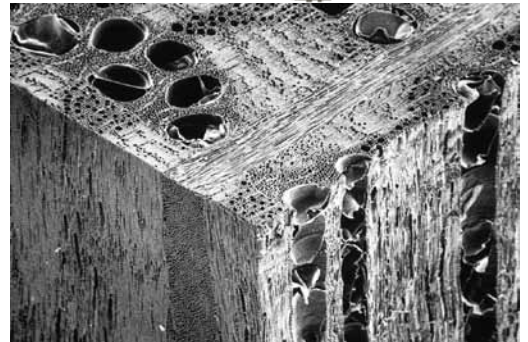
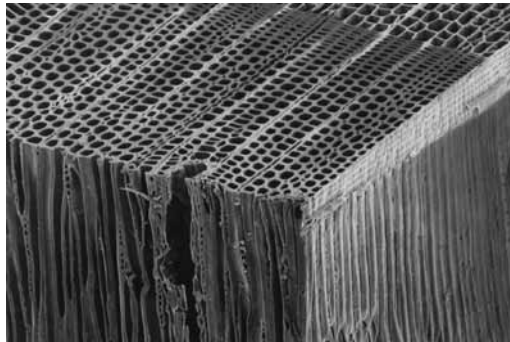
Im Laufe ihrer etwa 400 Millionen Jahre währenden Entwicklungsgeschichte haben sich die Bäume immer weiter differenziert, um sich den jeweils herrschenden Standorts- und Klimabedingungen bestmöglich anzupassen. Weltweit werden heute über 30.000 verschiedene Baumarten unterschieden, von denen jedoch nur ungefähr 300 in größerem Umfang technisch genutzt werden. In Mitteleuropa sind etwa 30 Holzarten von wirtschaftlicher Bedeutung, allen voran die verschiedenen Arten der Nadelhölzer Fichte, Kiefer, Tanne, Lärche und Douglasie sowie der Laubhölzer Buche, Eiche und Esche (siehe Kapitel 3).

Die entwicklungsgeschichtlich ältesten Bäume sind die Nadelbäume. Dementsprechend einfach, geradezu archaisch, sind sie gebaut (Abb. 2.1).

90 bis 95 % des Holzes bestehen aus Tracheiden, das sind langgestreckte, 2 bis 5 mm lange und 20 bis 60 Mikrometer dicke Zellen. Sie werden vom Baum während der jährlichen Vegetationsperiode vom Frühjahr bis zum Spätsommer im Kambium, einer dünnen Schicht unterhalb der Rinde, gebildet. Das am Beginn der Vegetationsperiode gebildete Holz, das so genannte Frühholz, besteht aus weillumigen, dünnwandigen Zellen für den Transport von Wasser und Nährstoffen. Dazu sind die Tracheiden über so genannte Tüpfel, das sind Membranventile in den Querwänden, zu Wasserleitsystemen verbunden. Später im Jahr bildet der Baum zur weiteren Festigung des Stammes Spätholz, das sind Tracheiden mit kleinerem Durchmesser und dickeren Zellwänden. Dieser sich jährlich wiederholende Vorgang führt zu der am Stammquerschnitt mit bloßem Auge erkennbaren Jahrringstruktur. Um Wasser und Speicherstoffe in Stammquerrichtung transportieren zu können, bildet der Baum Holzstrahlen aus, das sind radial angeordnete Zellstränge, die von der Rinde in

**Abbildung 2.1:**

Holzstruktur eines Nadelholzes (Fichte, links) und eines Laubholzes (Eiche, rechts)



Richtung Mark verlaufen.

Neben der Transport- und Speicherfunktion bewirken diese Holzstrahlen eine Aussteifung des Zellgewebes in radialer Richtung. Dies ist im Wesentlichen einer der Gründe, warum Holz in radialer Richtung nur etwa halb so stark schwindet und quillt wie in tangentialer Richtung (siehe Kapitel 2.1.10).

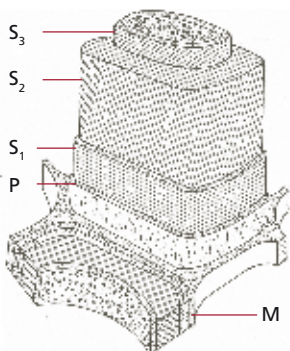
Das Holz der entwicklungsgeschichtlich jüngeren Laubbäume ist wesentlich stärker differenziert gebaut. Besonders deutlich wird dies durch die Gefäße. Dies sind speziell für den Wassertransport gebildete lange Röhren von einigen Zentimetern bis zu mehreren Metern Länge, die aus einzelnen Elementen mit offenen oder perforierten Enden bestehen (Abb. 2.1). Diese Gefäße, die auch Poren genannt werden, sind entweder konzentriert im Frühholz angeordnet oder gleichmäßig mit kleine-

rem Durchmesser im gesamten Jahrring verteilt. Dementsprechend wird zwischen so genannten ringporigen Laubbälzern wie z.B. der Eiche und zerstreutporigen Laubbälzern wie z.B. der Buche unterschieden. Die Gefäße sind umgeben von Zellen mit verdickten Wänden. Die Unterschiede der Wandstärken und Lumendurchmesser zwischen Früh- und Spätholz sind nicht so stark ausgeprägt wie bei Nadelholz. In der Regel hat Laubholz eine höhere Dichte und damit auch eine höhere Festigkeit als Nadelholz.

Die elementare Gerüstsubstanz der Holzzellwände der Nadel- und Laubbäume ist die Cellulose. Diese ist zu größeren Struktureinheiten, den fadenförmigen Mikrofibrillen aus 100 bis 2.000 Cellulosemolekülen zusammengefügt. Die Cellulose in einer Mikrofibrille ist in eine Matrix aus Polyosen eingebettet und wird von Lignin umgeben.



Die geniale Konstruktion des Holzes wird erkennbar, wenn man den Bau der Zellwände betrachtet: Die Zellwand ist ein Laminat aus mehreren Schichten unterschiedlich orientierter Mikrofibrillen in einer amorphen Ligninmatrix, wobei die Fibrillen und das Lignin durch die Polyosen verklebt bzw. vernetzt werden (Abb. 2.2). Die Mikrofibrillen machen etwa 40 bis 50 % der Holzmasse aus. Sie sind im größten Teil der Zellwand, der so genannten S<sub>2</sub>-Schicht, näherungsweise in Stammlängsrichtung orientiert. Sie haben eine sehr hohe Zugfestigkeit von über 1.000 N/mm<sup>2</sup> und gewährleisten damit die hohe Zugfestigkeit des Holzes in Stammlängsrichtung, also in der Faserrichtung des Holzes. Das amorphe Lignin macht etwa 25 bis 30 % der Holzmasse aus. Es füllt als Stützbaustoff die Hohlräume zwischen den Fibrillen aus und verleiht dem Holz damit seine Druckfestigkeit. Diese wird durch den geschichteten Aufbau der Zellwand weiter erhöht. Die S<sub>2</sub>-Schicht wird von der S<sub>1</sub>- und der S<sub>3</sub>-Schicht eingehüllt. In diesen beiden Schichten sind die Fibrillen verhältnismäßig flach angeordnet. Sie schnüren die tragende S<sub>2</sub>-Schicht mit ihren in Stammlängsrichtung orientierten Fibrillen ein und hindern diese am Ausknicken. Die Sekundärschicht wird umfasst von einer dünnen Primärwand sowie der Mittellamelle, die die einzelnen Zellen zu einem Gewebe zusammenklebt. Dieser Holzaufbau erklärt im Wesentlichen das anisotrope Festigkeits- und Verformungsverhalten von Holz mit der hohen Festigkeit in Faserrichtung und der im Vergleich dazu sehr niedrigen Festigkeit senkrecht zur Faserrichtung.



### 2.1.2 \_ Rohdichte

Die Dichte der reinen Zellwandsubstanz aus Cellulose, Polyosen und Lignin liegt für alle Holzarten einheitlich bei etwa 1,5 g/cm<sup>3</sup>. Aus diesem für alle Holzarten weitgehend gleichartigen Grundbaustoff bestehen sowohl die leichtesten Hölzer wie das Balsaholz als auch die schwersten tropischen Holzarten wie das Pockholz. Der Unterschied zwischen den Holzarten liegt allein in der Form und Größe der Zellen, insbesondere der Zellwanddicke, und damit im unterschiedlichen Anteil von Zellwand und Porenraum im Holzkörper (Abb. 2.3).

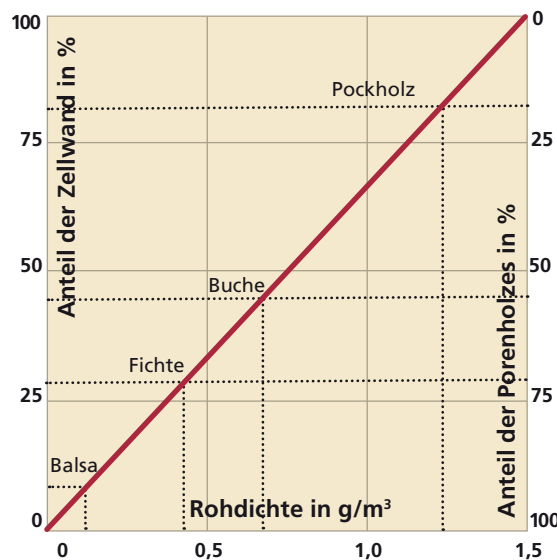


Abbildung 2.3: Rohdichte des Holzes in Abhängigkeit von Zellwand- und Porenraumanteil

Die Dichte des Holzes unter Einschluss des Porenraumes wird als Rohdichte bezeichnet und als Quotient aus Masse m und Volumen V eines Holzkörpers bestimmt:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

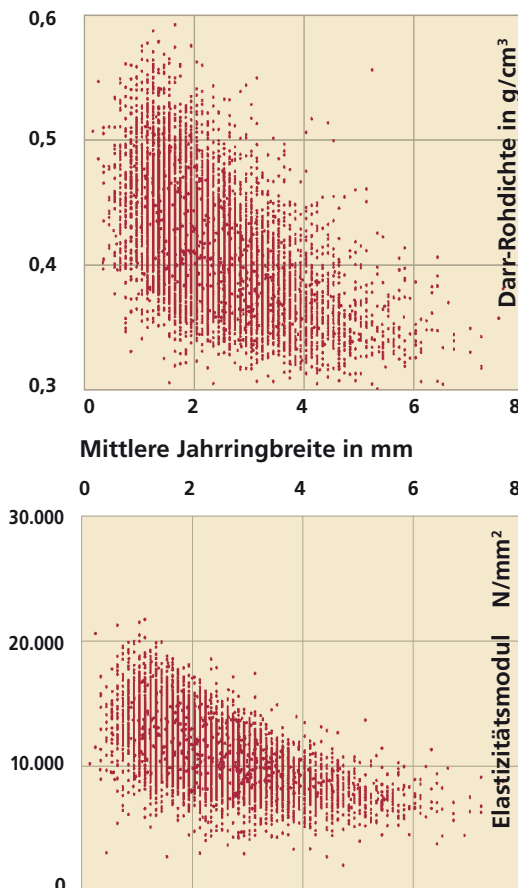
Da der Porenraum im Holz, sowohl im lebenden Baum als auch im „trockenen“ Holz, mehr oder weniger mit Wasser gefüllt ist (siehe Kapitel 2.1.9), hängt der absolute Wert der Rohdichte auch vom Feuchtegehalt des Holzes ab.

Abbildung 2.2: Schematischer Aufbau einer Holzfaser  
 M: Mittellamelle  
 P: Primärwand  
 S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>: Schichten der Sekundärwand

Bei Bauholz wird die Rohdichte üblicherweise als Normal-Rohdichte definiert. Dies ist die Rohdichte bei einer Holzfeuchte von etwa 12 %, die sich nach langfristiger Lagerung im so genannten Normalklima (20°C / 65 % relative Luftfeuchte) einstellt.

Die Rohdichte beeinflusst in hohem Maße viele wichtige Holzeigenschaften, wie z.B. die Festigkeits- und Verformungseigenschaften, das Quell- und Schwindverhalten, aber auch die Tragfähigkeit mechanischer und geklebter Holzverbindungen. Sie ist daher ein wichtiges Merkmal zur Beurteilung der Holzqualität. Weil sie jedoch nicht visuell, sondern nur mittels geeigneter Verfahren maschinell bestimmt werden kann, kommt der maschinellen Holzsortierung für eine effiziente Holznutzung zunehmende Bedeutung zu (siehe Kapitel 2.2.5).

**Abbildung 2.4:**  
Rohdichte und Elastizitätsmodul von Fichtenschnittholz in Abhängigkeit von der Jahrringbreite. Ergebnisse von Untersuchungen an 8.208 Kanthölzern und Brettern.



### 2.1.3 \_ Jahrringe

Bei den meisten Nadelhölzern und ringporigen Laubhölzern besteht eine Korrelation zwischen der Jahrringbreite und der Rohdichte. Ein Nadelbaum neigt dazu, jedes Jahr etwa die gleiche Menge Spätholz zu bilden, wogegen die Menge des gebildeten Frühholzes je nach den herrschenden Standorts- und Klimaverhältnissen schwankt. Je besser die Bedingungen, d.h. je mehr Licht und Wasser verfügbar ist, desto mehr Frühholz wird angelegt. Daher nimmt bei Nadelholz die Rohdichte und damit auch die Festigkeit und der Elastizitätsmodul im Mittel mit zunehmender Jahrringbreite ab (Abb. 2.4). Aufgrund dieses Zusammenhangs wird die Jahrringbreite bei der visuellen Festigkeitssortierung als Sortierparameter verwendet. Dabei ist jedoch zu beachten, dass dieser Zusammenhang von den allgemeinen Wuchsbedingungen überlagert wird. Sind diese sehr ungünstig oder ist die Vegetationsperiode sehr kurz, wie z.B. im Hochgebirge oder im hohen Norden, kann der Baum nur wenig Holz bilden. Dies ergibt sehr enge Jahrringe mit einem sehr geringen Spätholzanteil. Dadurch weist Holz solcher Herkünfte eine niedrigere Rohdichte und damit auch eine geringere Festigkeit auf als Holz mit breiteren Jahrringen von besseren Standorten. Dies ist ein Grund für die in Abbildung 2.4 erkennbare große Streuung der Werte.

Ringporige Laubhölzer wie die Eiche oder die Esche bilden im Frühjahr eine jeweils gleich bleibende Menge an Gefäßen. Damit ergibt sich eine weitgehend konstante Frühholzbreite, während die Spätholzbreite je nach den Wuchsbedingungen schwankt. Daher nimmt bei ringporigen Laubhölzern die Rohdichte im Gegensatz zu Nadelholz mit zunehmender Jahrringbreite zu. Bei zerstreutporigen Laubhölzern wie der Buche gibt es dagegen keinen erkennbaren Zusammenhang zwischen der Jahrringbreite und der Rohdichte.

### 2.1.4 \_ Splintholz und Kernholz

In der Regel benutzen die Bäume immer nur die jungen, äußeren Bereiche des Stammes zum Transport und zur Speicherung des Wassers. Dieses Holz wird als Splintholz bezeichnet. Nach wenigen Jahren stellen die Zellen ihre physiologische Funktion ein. Die meisten Baumarten lagern dann in diese Zellen organische und anorganische Substanzen wie Gerbstoffe und Kieselsäure ein und verschließen die Tüpfel und Gefäße. Dieses Holz im inneren Teil des Stammes wird Kernholz genannt. Es ist bei den meisten Holzarten wegen der eingelagerten Stoffe dunkler gefärbt.

Wegen dieser eingelagerten Stoffe ist Kernholz in der Regel widerstandsfähiger gegen Pilz- und Insektenbefall (siehe Kapitel 5). Weil sich die Tüpfel und Gefäße verschließen, nimmt Kernholz bei Befeuchtung weniger Wasser auf, kann aber auch kaum imprägniert werden.

### 2.1.5 \_ Juveniles Holz

Insbesondere bei Nadelholz unterscheidet sich das Holz der inneren 15 bis 20 Jahrringe eines Stammes vom später gebildeten Holz im äußeren Stammbereich. Dieses so genannte juvenile Holz weist gegenüber dem normalen Holz kürzere Tracheiden, eine geringere Rohdichte, Festigkeit und Steifigkeit sowie ein größeres Schwindmaß in Längsrichtung auf. Diese unterschiedliche Holzqualität lässt sich im Wesentlichen darauf zurückführen, dass die Bäume im Laufe ihres Lebens unterschiedliche Überlebensstrategien anwenden, wie sie starken Stürmen und großen Schneelasten widerstehen können: Solange die Bäume jung sind und der Stamm noch nicht sehr dick ist, also in den ersten 15 bis 20 Jahren, reagiert der Baum auf äußere Kräfte dynamisch, indem er sich durchbiegt; wenn es sein muss, mit der Krone bis zum Boden, um sich der auf ihn einwirkenden Kraft zu entziehen. Um entsprechend biegsam zu sein, sind die Fibrillen in der  $S_2$ -Schicht ähnlich den Litzen

eines Seils flacher und spiralförmig ausgebildet. Später, wenn der Baum dicker wird und sich nicht mehr so einfach verbiegen kann, ändert er seine Strategie und stemmt sich den äußeren Kräften statisch entgegen. Dazu bildet er Holz mit hoher Rohdichte und damit hoher Festigkeit aus. Bei der Erzeugung von hochwertigem Schnittholz sollten diese Unterschiede in der Holzstruktur und damit der Holzqualität natürlich beachtet werden (siehe Kapitel 2.2.3).

### 2.1.6 \_ Reaktionsholz

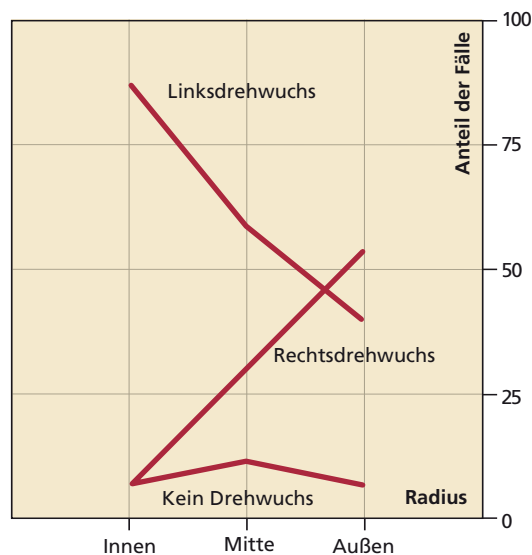
Sind Bäume längerfristig oder gar dauerhaft einer einseitigen Belastung ausgesetzt, z.B. einer vorwiegend aus einer Richtung wirkenden Windbeanspruchung oder exzentrisch wirkendem Eigengewicht, z.B. bei asymmetrischer Kroneausbildung, bilden Nadelbäume im Bereich hoher Biegedruckbeanspruchung Druckholz aus, während Laubbäume in den biegezugbeanspruchten Bereichen Zugholz bilden. Während Zugholz bei Bauholz von eher untergeordneter Bedeutung ist, kann Druckholz erhebliche Probleme bereiten.

Druckholz besteht aus dickwandigen Tracheiden, die zu einer örtlichen Verbreiterung der Jahrringe führen. Dadurch entsteht ein exzentrischer und damit steiferer Stammquerschnitt. Gleichzeitig sind die Fibrillen in der  $S_2$ -Schicht der Druckholztracheiden flacher angeordnet, um das Zellgewebe knickfester zu machen. Diese für die Überlebensfähigkeit eines Baumes sehr vorteilhafte Struktur kann sich bei Bauholz dagegen negativ auswirken, weil sie beim Trocknen des Holzes, wie bei juvenilem Holz, ein erhöhtes Längsschwindmaß bewirkt, das zu einer erheblichen Krümmung des Schnittholzes führen kann. Deshalb muss Druckholz, das wegen des erhöhten Ligninanteils an seiner dunkleren Färbung leicht zu erkennen ist, bei der Sortierung von Schnittholz begrenzt und bei hohen Ansprüchen an die Schnittholzqualität ausgeschlossen werden (siehe Kapitel 2.2.5).

### 2.1.7 \_ Drehwuchs

Im Baumstamm sind die Holzzellen in der Regel nicht streng in Richtung der Stammachse, sondern mehr oder weniger spiralförmig angeordnet. Aus umfangreichen Untersuchungen an Fichtenholz ist bekannt, dass die Bäume in der Jugend zu über 90 % Linksdrehwuchs aufweisen. Mit zunehmendem Baumalter wechselt etwa die Hälfte der Bäume zu Rechtsdrehwuchs, während die andere Hälfte linksdrehend bleibt (Abb. 2.5).

**Abbildung 2.5:**  
Anteil von Links- und Rechtsdrehwuchs in den inneren, mittleren und äußeren Stammbereichen von Fichtenstämmen



Daraus folgt, dass Bäume, die an der Stammoberfläche rechtsdrehend sind, im Stamm in der Regel geringeren Drehwuchs aufweisen: Weil sie die Drehrichtung wechseln, ist in einem großen Querschnittsbereich kein oder nur geringer Drehwuchs zu erwarten. Besonders drehwuchsgefährdet sind stark windbeanspruchte Bäume, die sich durch den Drehwuchs eine größere Elastizität verschaffen, um den Windkräften besser widerstehen zu können. Drehwuchs muss bei Schnittholz begrenzt werden, da er beim Trocknen des Holzes starke Verformungen verursachen kann. Ebenso zu begrenzen sind starke Faserabweichungen im Schnittholz infolge eines nicht faserparallelen Einschnitts, z.B. bei stark abholzigen oder gekrümmten Stämmen.

### 2.1.8 \_ Äste

Äste sind ein natürlicher und notwendiger Bestandteil eines jeden Baumes. Sie gehen von der Markröhre des Stammes aus und sind, solange der Ast besonnt wird und aktiv am Baumleben beteiligt ist, mit dem umgebenden Stammholz fest verwachsen. Stirbt ein Ast ab, umschließen die nachfolgenden Jahrringe den toten Ast. Jeder Ast stört grundsätzlich die natürliche Holzstruktur des Stammes. Damit die Stabilität des Baumes nicht gefährdet wird, verstärkt der Baum diese Stelle, indem er den Ast mit einer engeren Faserstruktur umgibt. Beim Einschnitt des Stammes zu Schnittholz wird diese natürliche Verstärkung in aller Regel aufgeschnitten und damit unwirksam. Die verbleibende örtliche Faserabweichung mindert die Festigkeit und wird damit zu einem wichtigen Sortierkriterium bei der Holzsortierung.

**2.1.9 \_ Holz und Feuchte**

Der lebende Baum speichert in seinem Holz sehr viel Wasser. 1 m<sup>3</sup> frisch eingeschnittenes Fichtenholz kann beispielsweise bis zu 300 Liter Wasser enthalten. Dieses ist in den Kapillaren der Zellwände und in den Zellhohlräumen eingelagert. Als Maß für die Holzfeuchte u wird die Masse des im Holz enthaltenen Wassers (m<sub>w</sub>) auf die Masse des darrtrockenen Holzes (m<sub>0</sub>) bezogen und üblicherweise in Prozent angegeben:

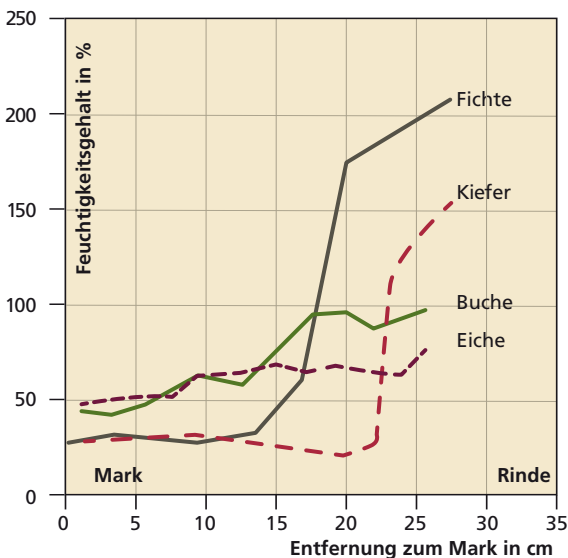
$$u = \frac{m_w}{m_0} \cdot 100 \quad (\%)$$

Im lebenden Baum ist der Wassergehalt in der Regel nicht gleichmäßig im Stammquerschnitt verteilt. Da die Wasserleitung in die Krone und die Speicherung des Wassers vor allem in den äußeren Stammteilen – im Splint – erfolgt, ist dort immer ein besonders hoher Wassergehalt vorhanden. Zudem ist der Baum bemüht, den Porenraum im äußeren Splint zur Abwehr gegen Pilzsporen und Insekten zu mindestens 90 bis 95 % mit Wasser aufzufüllen. Je nach der Rohdichte und damit dem Porenraumanteil einer Holzart entspricht dies zum Beispiel bei Fichtenholz einer Holzfeuchte von über 200 % und bei dem schwereren Buchenholz von etwa 100 % (Abb. 2.6).

In den innen liegenden Stammteilen, dem Kernholz, die für die Lebensfunktionen des Baumes nicht so wichtig sind, ist die Holzfeuchte dagegen niedriger. Sie liegt dort bei den Nadelhölzern bei etwa 40 %.

Das in den Zellhohlräumen befindliche Wasser wird wegen seiner geringen Bindung an das Holz als „freies“ Wasser bezeichnet. In den Zellwänden ist das Wasser dagegen über chemische Wasserstoffbrücken und Van-der-Waals-Kräfte wesentlich stärker an das Holz gebunden. Dementsprechend wird das in der Zellwand eingelagerte Wasser als „gebundenes“ Wasser bezeichnet. Bei der Trocknung von Holz frisch gefällter Bäume wird zunächst das „freie“ Wasser aus den Zellhohlräumen abgegeben. Erst wenn in Abhängigkeit von Zeit und Umgebungsbedingungen das freie Wasser aus dem Hohlraum einer Zelle weitgehend abgeführt ist, wird der Zellwand das gebundene Wasser entzogen. Der Übergangsbereich zwischen dem Entzug von freiem und gebundenem Wasser wird als Fasersättigungsbereich bezeichnet. Er liegt je nach Holzart zwischen 25 und 35 %, im Mittel bei etwa 30 %.

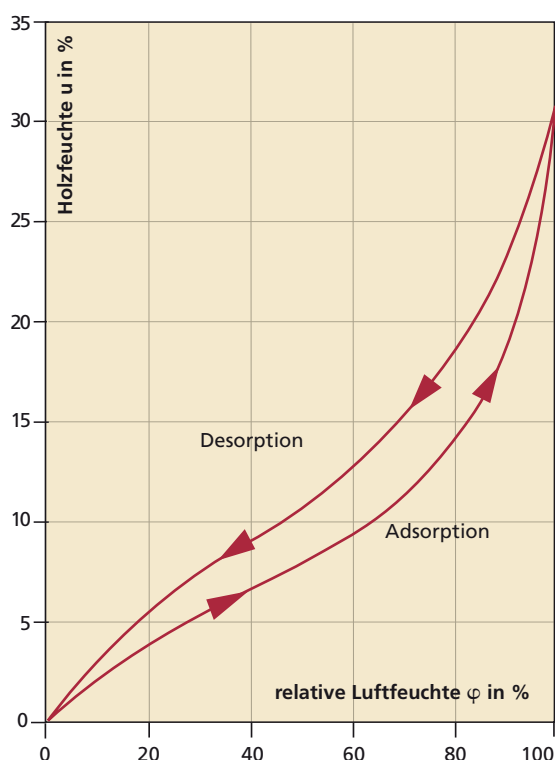
Mit Unterschreiten der Fasersättigung wird der Zellwand Wasser entzogen. Dadurch wird die Zellwand dünner – das Holz beginnt zu schwinden (siehe Kapitel 2.1.10). Damit verändern sich auch die meisten physikalischen und mechanischen Eigenschaften des Holzes, und zwar weitgehend proportional zur Holzfeuchteänderung.



**Abbildung 2.6:** Verteilung der Holzfeuchte im Stammquerschnitt einer Fichte, einer Kiefer, einer Buche und einer Eiche

Jede Feuchteänderung ist mit einem mehr oder weniger großen Feuchtegefälle im Holzkörper verbunden (Abb. 2.16). Deshalb kann der Fasersättigungsbereich in Teilen des Holzkörpers erreicht und unterschritten werden, obwohl in anderen Bereichen des Holzes noch erhebliche Mengen an freiem Wasser vorhanden sind (siehe Kapitel 2.2.4).

Wegen seiner extrem großen inneren Oberfläche – 1 cm<sup>3</sup> Holz hat eine innere Oberfläche von über 1 000 cm<sup>2</sup> – ist Holz stark hygroskopisch, es nimmt also je nach Umgebungsbedingungen Feuchte auf oder gibt Feuchte ab. Die Holzfeuchte, die sich bei einem bestimmten Umgebungs-klima, also bei einer bestimmten relativen Luftfeuchte und Temperatur, einstellt, wird als Gleichgewichtsfeuchte  $u$  bezeichnet. Sorptionsisothermen beschreiben den Zusammenhang zwischen der Holzfeuchte  $u$  und der relativen Luftfeuchte  $\varphi$  bei einer vorgegebenen Temperatur, wobei der Temperatureinfluss im Bereich bis 50°C praktisch vernachlässigt werden kann (Abb. 2.7.).



**Abbildung 2.7:**  
Sorptionsisothermen für  
Fichtenholz bei 20°C

Bei einer bestimmten relativen Luftfeuchte  $\varphi$  hängt die sich einstellende Gleichgewichtsfeuchte davon ab, ob dieser Zustand durch Trocknung (Desorption) von ursprünglich feuchterem oder durch Befeuchtung (Adsorption) von ursprünglich trockenerem Holz erreicht wird.

Die Adsorptionsisotherme liegt immer niedriger als die entsprechende Desorptionsisotherme. Bei einer relativen Luftfeuchte von 100 % erreicht das Holz den Zustand der Fasersättigung, also eine Holzfeuchte von etwa 30 %. Eine höhere Holzfeuchte kann sich rein hygroskopisch, d.h. ohne direkte Befeuchtung, nicht einstellen. Ist Holz einem Wechselklima ausgesetzt, wird sich eine Holzfeuchte zwischen der Desorptions- und der Adsorptionskurve einstellen, d.h. die Holzfeuchte wird sich weniger stark verändern als ohne Hysterese zu erwarten wäre.

Die Sorptionsisothermen verlaufen für alle Holzarten näherungsweise gleich. Sie erlauben eine schnelle Abschätzung der zu erwartenden Holzfeuchte. Beispielsweise ist aus Abbildung 2.7 zu ersehen, dass Holz im Bereich der Nutzungsklasse 2, also bei einer relativen Luftfeuchte bis zu 85 %, stets eine Holzfeuchte unter 20 % aufweisen wird.

Die Feuchtebewegung im Holz erfolgt durch Diffusion. Dies ist ein langsamer Vorgang, der umso mehr Zeit benötigt, je größer die Holzabmessungen sind. So benötigt zum Beispiel ein Kantholz mit einem Querschnitt von 8/16 cm<sup>2</sup> und einer Holzfeuchte von 20 % über 12 Wochen, um bei einer Lagerung im Normklima 20/65 eine Gleichgewichtsfeuchte von etwa 13 % zu erreichen.

### 2.1.10 \_ Schwinden und Quellen

Die Wassermoleküle sind in der Zellwand zwischen den Fibrillen eingelagert. Trocknet Holz im Bereich unterhalb Fasersättigung, diffundieren Wassermoleküle aus der Zellwand aus. Dadurch können die Fibrillen enger zusammenrücken, die Zellwand wird dünner, das Holz schwindet. Wird das Holz befeuchtet, dann vergrößert sich das Volumen der Zellwände, das Holz quillt.

Die Anisotropie des Schwindens und Quellens erklärt sich aus der Struktur des Holzaufbaus und dem Bau der Zellwände: Eine Feuchteänderung bewirkt immer eine Formänderung senkrecht zur Ausrichtung der Fibrillen. Im normalen Holz sind die Fibrillen in der dominierenden  $S_2$ -Schicht näherungsweise in Faserlängsrichtung ausgerichtet. Deshalb schwindet und quillt Holz vorwiegend quer zur Faserrichtung. Die leichte Schrägstellung der Fibrillen ergibt eine geringe Komponente in Stammlängsrichtung. Üblicherweise ist das Verhältnis Längs- zu Querverformung etwa 1 : 20.

Das Schwinden und Quellen in Faserrichtung des Holzes kann damit in der Praxis in der Regel vernachlässigt werden. Die in radialer Richtung vorhandenen Holzstrahlen behindern das Schwinden und Quellen in radialer Richtung. Es ist deshalb nur etwa halb so groß wie in tangentialer Richtung. Damit ergibt sich für das Schwind- und Quellmaß ein Verhältnis von axial : radial : tangential = 1 : 10 : 20.

Bei juvenilem Holz und bei Druckholz sind die Fibrillen in der  $S_2$ -Schicht wesentlich flacher angeordnet als bei normalem Holz. Deshalb schwindet und quillt juveniles Holz und Druckholz in axialer Richtung entsprechend stärker. Dies kann beim Trocknen von Schnittholz zu erheblichen Krümmungen führen.

Das absolute Schwind- und Quellmaß hängt im Wesentlichen von der Zellwanddicke und damit von der Rohdichte des Holzes ab. Im Allgemeinen steigt das Schwind- und Quellmaß proportional mit der Rohdichte an. Eine für praktische Zwecke brauchbare Näherungsformel lautet:

$$\beta_V (\%) = \rho_0 [\text{g/cm}^3]$$

mit  
 $\beta_V$  Volumenschwindmaß in %  
 je % Holzfeuchteänderung  
 $\rho_0$  Darr-Rohdichte in  $\text{g/cm}^3$

Beispielsweise kann für Nadelholz mit einer Rohdichte von  $0,48 \text{ g/cm}^3$  ein Volumenschwindmaß von 0,48 % unterstellt werden. Unter Vernachlässigung des Längsschwindmaßes gilt dann näherungsweise

$$\beta_V = \beta_r + \beta_t$$

mit  
 $\beta_r$  Schwindmaß in radialer Richtung  
 $\beta_t$  Schwindmaß in tangentialer Richtung.

Berücksichtigt man, dass das radiale Schwindmaß nur halb so groß ist wie das tangentiale Schwindmaß, dann folgt daraus:

$$\beta_r = 0,16, \quad \beta_t = 0,32$$

In der Praxis ist es in der Regel nicht möglich, zwischen radialem und tangentialem Schwindmaß zu differenzieren. Deshalb darf üblicherweise mit dem Mittelwert gerechnet werden:

$$\beta = 0,24 \text{ \% je \% Holzfeuchteänderung.}$$

## 2.2 \_ Der Baustoff Holz

### 2.2.1 \_ Wichtige Gebrauchseigenschaften

Die natürliche Vielfalt des Rohstoffes Holz erlaubt, daraus Schnittholz in einer großen Bandbreite jeweils gewünschter Qualitäten und Eigenschaften herzustellen. Je nach dem vorgesehenen Verwendungszweck können folgende Gebrauchseigenschaften von Bedeutung sein:

- Im Hinblick auf gestalterische Aspekte die Farbe, die Textur und die Oberflächenbeschaffenheit sowie das Ausmaß der Krümmung und Rissbildung.
- Im Hinblick auf die Tragfähigkeit der Bauteile und der Verbindungen die Festigkeit, die Steifigkeit und die Rohdichte des Holzes.
- Im Hinblick auf die Beständigkeit, zum Beispiel bei Anwendungen im Außenbereich oder in Bauten mit extremen Klimabedingungen die natürliche Dauerhaftigkeit des Holzes.

Alle diese Eigenschaften können durch die Auswahl der Holzart, durch die Art des Einschnitts, durch die Trocknung und Sortierung des Holzes beeinflusst werden. Damit ist es möglich, in weiten

Grenzen Schnittholz mit den jeweils spezifisch erforderlichen oder vom Kunden gewünschten Eigenschaften herzustellen. Darüber hinaus hat Holz eine Reihe weiterer spezifischer Eigenschaften, die es als Baustoff für besondere Anwendungen prädestinieren:

- Dazu gehören seine elektrischen Eigenschaften: Holz ist nicht magnetisch und nicht elektrisch aufladbar. Aus diesem Grund wurden die großen Antennentürme, wie sie in der Anfangszeit des Rundfunks benötigt wurden, aus Holz gebaut. Auch heute können diese Eigenschaften von aktueller Bedeutung sein, wenn zum Beispiel in Industriegebäuden oder Versuchsanlagen hochempfindliche elektrische Messungen durchgeführt werden müssen, die durch die umgebende Konstruktion nicht beeinträchtigt werden dürfen.
- Holz hat eine hohe chemische Beständigkeit [2.1]. Deshalb war es früher neben Glas der wichtigste Rohstoff für Behälter und Rohrleitungen in der chemischen Industrie. Heute hat Holz eine große Bedeutung als Baustoff für

**Abbildung 2.8:**  
Funkturn Ismaning  
(1934 - 1983)

**Abbildung 2.9:**  
Erdmagnetfeldsimulator  
Lehmbek

**Abbildung. 2.10:**  
Salzlagerhalle  
in Bad Schwalbach





Gebäude, in denen eine chemisch hoch belastete Atmosphäre herrscht, wie zum Beispiel in Thermalbädern, in Salzlagerhallen oder in Kompostieranlagen.

- Holz hat in Faserrichtung einen wesentlich geringeren Temperaturexpansionskoeffizienten als Stahl oder Beton. Temperaturbeanspruchte Holzbauteile verformen sich daher weniger stark. Dies erleichtert das Konstruieren, weil dadurch bei temperaturbeanspruchten Flächen weniger und kleinere Dehnungen erforderlich sind [2.2].
- Holz ist als organisches Material brennbar, ist aber gegenüber hohen Temperaturen widerstandsfähiger als Stahl. Seine Feuerwiderstandsdauer ist wegen der konstanten Abbrandgeschwindigkeit genau berechenbar und kann über die jeweils gewählten Holzquerschnitte in weiten Grenzen festgelegt werden. Die Abbrandgeschwindigkeit darf bei Nadelholz auf der sicheren Seite liegend mit 0,80 mm/min, also mit etwa 2 cm in 30 Minuten, angenommen werden. Brettschichtholz und die meisten Laubhölzer haben wegen der geringeren Rissbildung bzw. wegen der höheren Rohdichte eine geringere Abbrandgeschwindigkeit von 0,70 bzw. 0,56 mm/min [2.3, 2.4].


**2.2.2 \_ Bedeutung der Wahl der Holzart**

Die verfügbaren Nadel- und Laubholzarten unterscheiden sich zum Teil erheblich in den in Kapitel 2.2.1 genannten Gebrauchseigenschaften. Dem Tragwerksplaner und Architekten stehen daher beim Bauen mit Holz, insbesondere auch durch den Einsatz von Laubholz, vielfältige gestalterische Optionen zur Verfügung. Als eine Entscheidungshilfe für die Auswahl der für den jeweiligen Verwendungszweck möglichen und am Besten geeigneten Holzarten werden in Kapitel 3 die wichtigsten Holzarten sowie ihre jeweiligen Eigenschaften beschrieben.

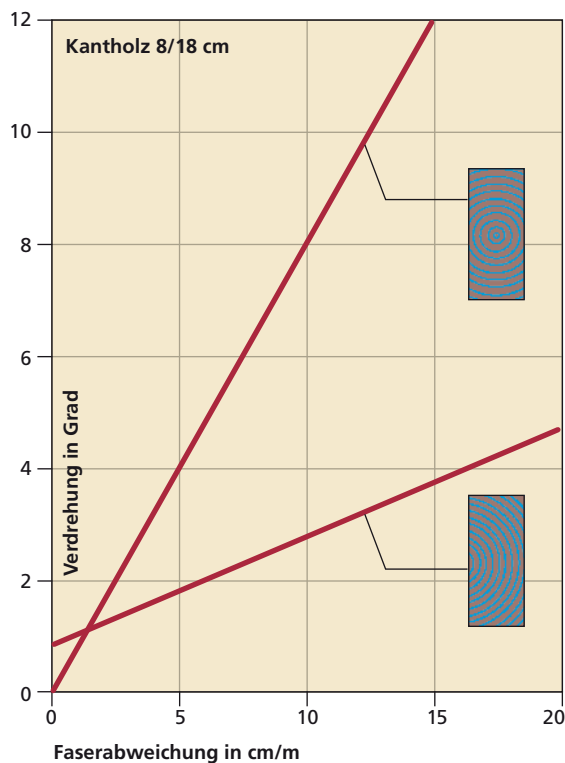
**2.2.3 \_ Bedeutung des Einschnitts**

In Kapitel 2.1 wurde beschrieben, dass ein Baum wegen der verschiedenen Funktionen, die das Holzgewebe physiologisch und statisch erfüllen muss, im Laufe des Baumlebens, also über den Stammquerschnitt verteilt, unterschiedlich aufgebautes Holz bildet. Dementsprechend weist auch Schnittholz aus unterschiedlichen Stammbereichen unterschiedliche Eigenschaften auf. Weil dies nicht nur die Festigkeit und die Steifigkeit des Schnittholzes, sondern insbesondere auch seine Formstabilität betrifft, werden diese Unterschiede am trockenen Holz an den dann mehr oder weniger großen Verformungen und Rissen besonders deutlich.

So ist beispielsweise bekannt, dass kerngetrennt und insbesondere kernfrei eingeschnittene Kanthölzer nach der Trocknung deutlich weniger und deutlich kleinere Risse aufweisen als Kanthölzer aus dem mittleren Teil des Stammes, die eine Markröhre enthalten (Tabelle 2.1).

Querschnitt [cm/cm]				
		8/18	14/26	16/16
<b>Anzahl rissfreier Kantölzer [%]</b>	8/18	64	60	89
	14/26	7	11	42
	16/16	0	1	28
<b>Rissbreite [mm]</b>	8/18	1,3	1,3	0,5
	14/26	7,1	3,8	1,4
	16/16	7,1	2,9	1,0
<b>Risstiefe [mm]</b>	8/18	12	17	11
	14/26	57	41	32
	16/16	66	42	26

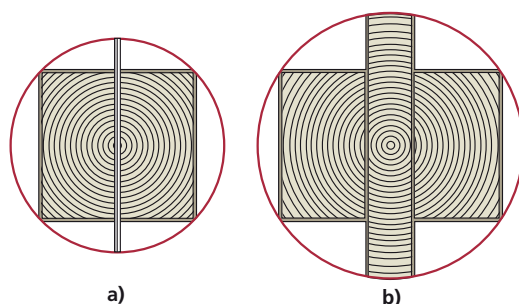
**Tabelle. 2.1:** Rissbildung bei Kanthölzern in Abhängigkeit vom Einschnitt und von den Querschnittsabmessungen (rissfrei bedeutet: Rissbreite ≤ 1 mm).



**Abbildung 2.11:** Verdrehung eines Kantholzes 8/18 cm in Abhängigkeit vom Drehwuchs und Einschnitt.

Darüber hinaus wird sich ein kernfrei eingeschnittenes Kantholz wegen des nicht vorhandenen Anteils an jugendlichem Holz generell weniger stark verdrehen und krümmen als ein Kantholz mit Markröhre (Abb. 2.11).

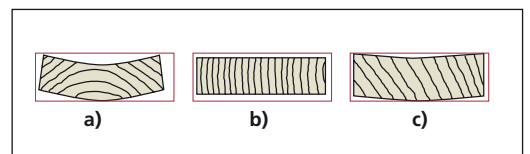
Diese Erkenntnisse werden bei den Produkten „Konstruktionsvollholz“ (KVH®) und „Massivholz“ (MH®) zur Erzeugung von höherwertigem Schnittholz genutzt, das je nach Wunsch kerngetrennt oder kernfrei angeboten wird (siehe Kapitel 4). Ein kerngetrenntes Kantholz wird dabei nach Abbildung 2.12a eingeschnitten.



**Abbildung 2.12:**  
a) kerngetrennter Einschnitt,  
b) kernfreier Einschnitt

Die Schnittfuge verläuft durch die geometrische Mitte des Stammes. Die Markröhre ist dabei an jeweils einer Breitseite sichtbar oder sie kann bei exzentrisch liegender Markröhre auch in einem der beiden Kanthölzer liegen. Um kernfreies Kantholz zu erzeugen, sollte deshalb kein Rundholz mit exzentrisch liegender Markröhre verwendet werden und entsprechend Abbildung 2.12b ist mittig eine mindestens 40 mm dicke Kernbohle herauszuschneiden. Durch die Verwendung von Stammabschnitten mit nicht exzentrisch liegender Markröhre wird gleichzeitig sichergestellt, dass kein nennenswerter Druckholzanteil vorliegt. Deshalb ist kernfrei eingeschnittenes Kantholz generell wesentlich formstabiler und weist geringere Krümmungen als kerngetrenntes oder gar markhaltiges Kantholz auf.

Beim Einschnitt von Brettern und Bohlen, zum Beispiel für die Verwendung als Fußboden- oder Balkondielen oder als Außenwandverschalung, ist zu beachten, dass Bretter und Bohlen mit weitgehend liegenden Jahrringen aufgrund der Schwindungsanisotropie (vgl. Kapitel 2.1.10) zum Schüsseln neigen (Abb. 2.13 a).



Dieses Schüsseln kann vermieden werden, wenn die Bretter und Bohlen mit weitgehend stehenden Jahrringen als so genannte Rift- oder Halbriftbretter eingeschnitten werden (Abb. 2.13 b, c).

### 2.2.4 \_ Bedeutung und Technik der Trocknung

Ein Kubikmeter frisch eingeschnittenes Nadelholz enthält je nach seiner Rohdichte etwa 250 bis über 350 Liter Wasser (siehe Kapitel 2.1.9).

Im Laufe der Zeit passt sich die Holzfeuchte dem Umgebungsklima an, bis es die von diesem abhängige Gleichgewichtsfeuchte erreicht hat. Diese liegt bei innen verbautem Bauholz zwischen etwa 8 und 15 %. Dabei enthält Holz noch etwa 30 bis 60 Liter Wasser, das heißt 200 bis 300 Liter weniger als im frischen Zustand. Aus folgenden Gründen ist es im modernen Holzbau zwingend erforderlich, das überschüssige Wasser vor der Verwendung zu entfernen und ausschließlich getrocknetes Holz mit einer dem Verwendungszweck entsprechenden Holzfeuchte von etwa  $15 \pm 5$  % einzusetzen:

- Trockenes Holz mit einer Holzfeuchte unter 20 % wird nicht von Pilzen befallen und erfordert daher keinen vorbeugenden fungiziden Holzschutz.
- Die aus frischem Holz austretende Holzfeuchte kann in hoch gedämmten Konstruktionen unter Umständen nicht hinreichend schnell abgeführt werden und dadurch zu Sekundärschäden, z.B. Schimmelbildung, führen.
- Beim Trocknen im hygrokopischen Bereich, also ab einer Holzfeuchte von etwa 35 %, wird der Zellwand Feuchte entzogen. Dadurch schwinden die Zellwände und damit der gesamte Holzkörper. Dabei können je nach Holzabmessung Formänderungen bis 10 mm und darüber auftreten (Abb. 2.14). Diese Schwindmaße übersteigen die zulässigen Toleranzen und sind daher nicht tolerierbar.

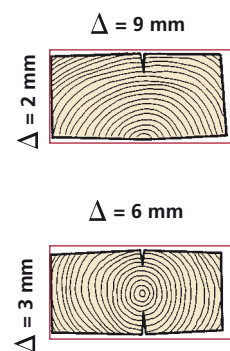
Die Trocknungsdauer bis zum Erreichen der jeweils gewünschten Endfeuchte hängt von der Art der Trocknung, den dabei herrschenden Trocknungsbedingungen und in erheblichem Umfang vom jeweiligen Holzquerschnitt ab. Mit zunehmender Holzdicke steigt die Trocknungsdauer unter sonst gleichen Bedingungen exponentiell an. Sie beträgt bei einem Kantholz mit einer Dicke von 8 cm etwa das Fünffache der Zeit, die zur Trocknung von 33 mm starken Brettern benötigt wird.

Bei natürlicher Freilufttrocknung kann die Trocknungsdauer zur Trocknung von Kantholz auf eine Feuchte von 18 bis 20 % je nach Jahreszeit, Standort und örtlichem Klima mehrere Monate bis zu 1 Jahr betragen.

Um termingerecht mit garantierter Holzfeuchte geliefert werden zu können, muss Bauholz deshalb technisch getrocknet werden. Dabei ist bei Nadelholz je nach den Querschnittsabmessungen und der Holzart eine Trocknungsdauer von 2 bis 8 Wochen zu veranschlagen.

Bei schwer zu trocknenden Laubhölzern, wie zum Beispiel der Eiche, sind dagegen auch bei technischer Trocknung Trocknungszeiten von mehreren Monaten erforderlich.

Die gebräuchlichste Art der technischen Holz-trocknung ist die Umluft-Kammertrocknung im Temperaturbereich von etwa 30 bis 90°C. Dafür stehen Trockenkammern mit einem Fassungsvermögen bis über 500 m<sup>3</sup> zur Verfügung, die als technische Ausstattung über Einrichtungen zur Belüftung, Heizung sowie zur Be- und Entfeuchtung verfügen.



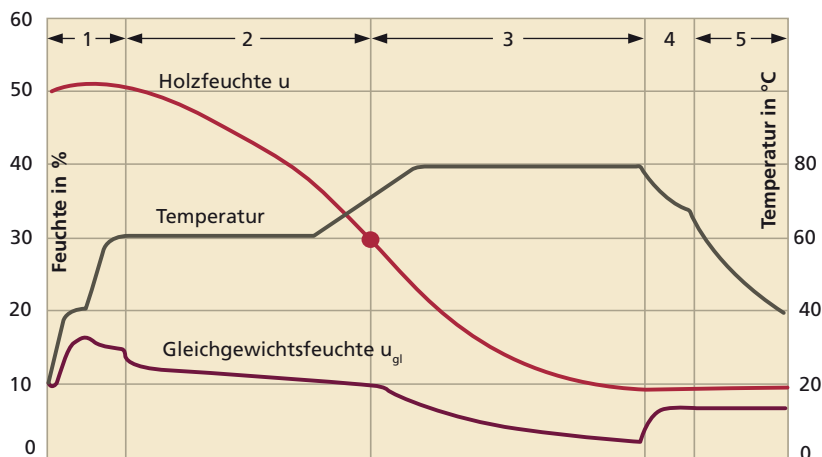
**Abbildung 2.14:** Querschnittsänderung eines Kantholzes 8/18 cm<sup>2</sup> beim Trocknen vom frischen Zustand auf eine Holzfeuchte von 15 %.

Der Trocknungsablauf lässt sich in die Abschnitte Stapeln, Aufheizen, Trocknen, Ausgleichen und Abkühlen untergliedern, deren Bedeutung wie folgt skizziert werden kann:

**Stapeln:** Im Interesse der Qualität und Wirtschaftlichkeit der Trocknung sollte jede Kammerfüllung aus Holz gleicher Art, Qualität, Dicke und Ausgangsfeuchte bestehen. Ist dies nicht gegeben, wird die Trocknungszeit in der Regel verlängert und es besteht die Gefahr der Unter- oder Über-trocknung eines Teils der Charge. Sorgfältiges Stapeln der Pakete, d.h. fluchtende Kanten, auf die Holzdicke abgestimmte Abmessungen der Stapelleisten und lückenloses Füllen der Kammer, oder, soweit nötig, das Anbringen von Blenden, fördern eine gleichmäßige Luftströmung durch die Stapel.

**Abbildung 2.15:**

Zeitlicher Verlauf der Holzfeuchte, der Temperatur und der Gleichgewichtsfeuchte bei der technischen Trocknung von Nadelholz (schematisch: 1 Aufheizen; 2 Trocknen vor Fasersättigung; 3 Trocknen nach Fasersättigung; 4 Ausgleichen; 5 Abkühlen)



**Aufheizen:** Das Aufheizen, d.h. die Einstellung der gewünschten Temperatur in der Kammer und die gleichmäßige Durchwärmung des Holzes, ist eine der kritischen Phasen der Trocknung. Um bei dem feuchten Gut kein gefährliches Feuchtegefälle entstehen zu lassen, muss eine von der Holzart und der Verfärbungsgefahr abhängige, möglichst hohe Luftfeuchte gehalten werden. Dazu muss in der Regel durch Sprühen Feuchtigkeit zugeführt werden.

**Trocknen:** Nachdem die gewünschte Holztemperatur erreicht ist, beginnt die Trocknungsphase, indem ein vom Gut abhängiges Klima, definiert durch die sich dabei theoretisch ergebende Gleichgewichtsfeuchte  $u_{GL}$ , eingestellt wird. Temperatur und relative Luftfeuchte werden so gesteuert, dass, ohne das Holz zu schädigen, eine möglichst kurze Trocknungszeit erreicht wird.

Allgemein gilt, dass Holz hoher Feuchte zunächst bei niedriger Temperatur (z.B. Eiche ab etwa 30°C, Nadelhölzer ab etwa 60°C) und hoher Gleichgewichtsfeuchte ( $u_{GL} = 12$  bis 18 %) zu trocknen ist. Die Luftgeschwindigkeit sollte etwa 1,5 bis 3,0 m/sec betragen. Aus wirtschaftlichen Gründen sollte die Drehzahl der Lüftermotoren regelbar sein, da gegen Ende der Trocknung weniger Feuchte abzuführen ist und daher weniger Luft gefördert werden muss. Im Bereich der Fasersättigung wird die Temperatur erhöht und die Gleichgewichtsfeuchte  $u_{GL}$  nach einem vorgewählten Schema abgesenkt (Abb. 2.15).

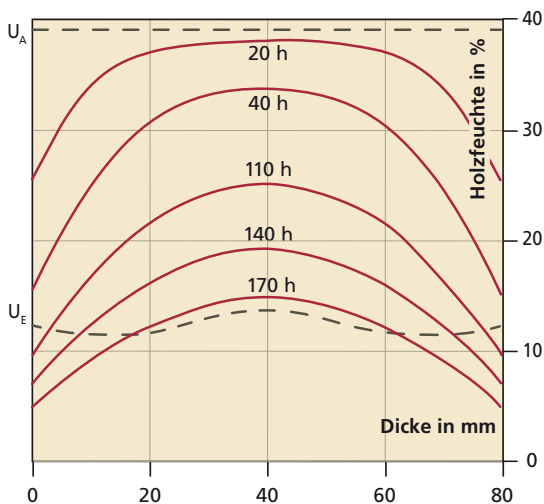
**Ausgleichen:** Wenn das Holz die gewünschte mittlere Endfeuchte erreicht hat, weisen die Holzquerschnitte noch ein je nach Trocknungsschärfe und Holzdicke unterschiedlich großes Feuchtegefälle von innen nach außen auf. Durch Erhöhen der relativen Luftfeuchte werden die äußeren Schichten des Holzes befeuchtet und das Feuchtegefälle abgemindert (Abb. 2.16).

**Abkühlen:** Bei zu schnellem Abkühlen besteht die Gefahr von Rissbildung. Das erwärmte Holz sollte deshalb nach Beendigung des Ausgleichsvorganges langsam abgekühlt werden, bevor es aus dem Trockner entnommen wird.

Im Interesse der Qualität und Wirtschaftlichkeit der Trocknung ist das Trocknungsprogramm über automatische Regelanlagen auf den aktuellen Trocknungsprozess des Gutes abzustimmen. Als Eingangswerte dafür dienen die elektrisch gemessenen Holzfeuchten ausgewählter Hölzer

in den Stapeln (in der Regel werden die trocknungstechnisch ungünstigsten, d.h. die dicksten, feuchtesten, am schwierigsten zu trocknenden Stücke gewählt) sowie die Temperatur und die Gleichgewichtsfeuchte des Kammerklimas. Ein Rechner steuert nach diesen Werten im Vergleich mit den Sollvorgaben die Aggregate für Belüftung, Heizung, Be- und Entfeuchtung. Verbesserungen der Trocknungsführung erscheinen möglich, wenn neben der mittleren Feuchte auch das Feuchtegefälle und eventuell die Temperatur im Holz erfasst und berücksichtigt werden. Bei zu schneller, in der Sprache der Praxis „zu scharfer“ Trocknung, kann das Schnittholz geschädigt werden.

Typische Schädigungen, die bei Nadel-schnittholz auftreten können, sind die so genannte Verschalung und eine verstärkte Rissbildung.



**Abbildung 2.16:**  
Verlauf des Feuchtigkeitsgefälles in einem Fichtenkandholz bei technischer Trocknung.  
 $U_A$  = Anfangsfeuchte  
 $U_E$  = Endfeuchte nach Ausgleichen

**Rissbildung:** Großes Feuchtegefälle und zu schnelles Abkühlen können zusätzlich zum ungleichen Schwinden in radialer und tangentialer Richtung, das bei markhaltigem Schnittholz ausgeprägter ist als bei kernfrei eingeschnittenem Holz, innere Spannungen erzeugen, die zu überproportional großen Schwindrissen führen können.

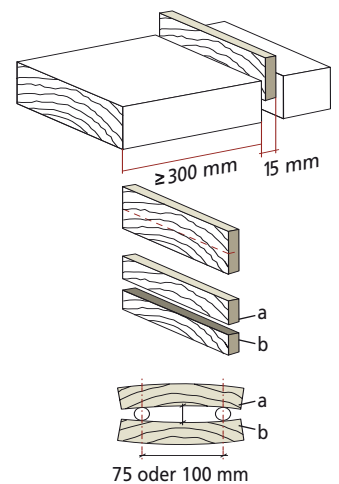
**Verschalung:** Bei großem Feuchtegefälle beginnt das Holz in den äußeren Querschnittsbereichen zu schwinden, lange bevor im inneren Bereich des Holzes die Fasersättigung erreicht wird und dort das Schwinden einsetzt. Dadurch baut sich in den äußeren Schichten eine Zugspannung quer zur Faserrichtung auf, die zu einer Versprödung der oberflächennahen Schichten führen kann. Wenn bei der weiteren Trocknung dann auch im inneren Bereich des Holzes der Fasersättigungsbereich unterschritten wird und das Holz dort zu schwinden beginnt, kann die spröde gewordene äußere Schicht dieser inneren Verformung nicht folgen. Dadurch können Innenrisse entstehen (Abb. 2.17). Durch die Versprödung der äußeren Schicht kann die weitere Trocknung zudem erheblich verzögert oder gar weitgehend verhindert werden. Bei der späteren Verarbeitung so verschalter Hölzer können dann nachträglich Risse und Verformungen entstehen und damit die Holzqualität beeinträchtigen [2.5]. Starke Verschalung kann nach DIN V ENV 14464 mit Hilfe von Trennproben nachgewiesen werden (Abb. 2.18).

Hohe Trocknungsqualität zeichnet sich durch eine querschnittsbezogen geringe Rissbildung sowie ein geringes Feuchtegefälle im Schnittholzquerschnitt aus. Soll getrocknetes Holz kurzfristig bei hoher Trocknungsqualität lieferbar sein, ist Schnittholz mit Standardquerschnitten und Standardlängen zu verwenden, weil dieses auftragsunabhängig auf Vorrat eingeschnitten und getrocknet und daher sofort ab Lager geliefert werden kann.

**Abbildung 2.17:**  
Innenrisse in einem Fichtenkandholz aufgrund zu scharfer Trocknung.



**Abbildung 2.18:**  
Probe zur Ermittlung der Verschalung



## 2.2.5 \_ Bedeutung und Technik der Sortierung

### 2.2.5.1 \_ Einführung

Um aus dem natürlichen Rohstoff Holz einen hochwertigen Baustoff mit zuverlässig garantierten Eigenschaften zu machen, der alle Nutzeranforderungen erfüllt, muss Bauholz nicht nur geeignet eingeschnitten und getrocknet, sondern auch zwingend Stück für Stück nach dem jeweiligen Verwendungszweck sortiert werden.

Je nachdem wofür das Holz verwendet werden soll und welche Anforderungen das Schnittholz dementsprechend erfüllen soll, muss dabei zwischen einer Sortierung nach dem Aussehen und einer Sortierung nach der Festigkeit unterschieden werden. Eine Sortierung nach dem Aussehen, also nach ästhetischen Kriterien, wird immer dann notwendig sein, wenn das Holz sichtbar verwendet wird, sei es als Wand- oder Deckenbekleidung, sei es als Konstruktionsholz für eine sichtbar bleibende Konstruktion. Holz, das für tragende Zwecke verwendet wird, muss unabhängig davon stets festigkeitssortiert werden. Dabei wird das Holz nach Kriterien beurteilt, die für seine Tragfähigkeit von Bedeutung sind. Weil das im Wesentlichen andere Kriterien sind als diejenigen, die bei einer Sortierung nach dem Aussehen zu beachten sind, erfüllt Bauholz einer höheren Festigkeitsklasse nicht automatisch höhere optische Anforderungen. Daraus folgt, dass Bauholz für anspruchsvolle, sichtbar bleibende Bauteile deshalb gegebenenfalls nicht nur nach der Festigkeit, sondern zusätzlich auch nach optischen Kriterien zu sortieren ist. Hinweise zur Sortierung nach dem Aussehen finden sich in DIN 68 365. Beispiele für Produkte, die nicht nur festigkeitssortiert sind, sondern auch weitergehende optische Kriterien erfüllen, sind „Konstruktionsvollholz“ (KVH®) und „Massivholz“ (MH®), aber auch geklebte Produkte wie Duo-/Triobalken® oder Brettschichtholz (siehe Kapitel 4). Wegen der grundlegenden Bedeutung der Festigkeitssortierung für die Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit von Bauholz wird diese im Folgenden eingehender erläutert.

### 2.2.5.2 \_ Historische Entwicklung der Festigkeitssortierung

Die Festigkeitssortierung von Bauholz ist in DIN 4074 geregelt. Diese Norm wurde in Verbindung mit der Holzbaunorm DIN 1052 erarbeitet, deren erste Ausgabe 1933 erschien. In der ersten Ausgabe der DIN 4074 wurden für Bauholz, worunter nach damaligem Verständnis ausschließlich Kanthölzer und Balken verstanden wurden, drei Güteklassen (I, II und III) ausgewiesen. Diesen Güteklassen (GK) wurden in DIN 1052 abgestufte zulässige Spannungen zugewiesen, z.B. 13, 10 und 7 N/mm<sup>2</sup> für biegebeanspruchte Hölzer, die im Wesentlichen bis heute gültig sind.

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden zunehmend Bretter und Bohlen, insbesondere für die damals vielfach verwendete Holznagelbauart, eingesetzt. Dabei zeigte sich, dass die für Kanthölzer und Balken entwickelten Sortierkriterien bei den schlanke Brett- und Bohlenquerschnitten zu hohen Ausschussanteilen führten und damit sehr unwirtschaftlich waren. Deshalb wurde eine gesonderte Sortiervorschrift für Bretter, Bohlen und Latten entwickelt und in die 1958 erschienene Neuausgabe der DIN 4074 aufgenommen.

Von 1983 bis 1989 wurde die DIN 4074 auf Grundlage umfangreicher Festigkeitsuntersuchungen an Kanthölzern und Brettern ein zweites Mal überarbeitet und erweitert. Auf Wunsch der Praxis wurde zusätzlich zur visuellen Sortierung als weitere Möglichkeit die maschinelle Festigkeitssortierung eingeführt. Ein weiterer Wunsch der Praxis bestand darin, bei den Sortierkriterien und den Bezeichnungen der Güteklassen noch deutlicher zwischen Anforderungen an die optische Qualität und Anforderungen an die Tragfähigkeit zu unterscheiden. Zum Einen sollten dadurch die immer wieder aufgetretenen Missverständnisse zwischen Kunden und Lieferanten ausgeräumt werden, zum Anderen sollte verdeutlicht werden, dass bei den

zunehmend differenzierten Ansprüchen an die Holzqualität die Anforderungen an die optische Qualität getrennt von den davon weitgehend unabhängigen Anforderungen an die Tragfähigkeit definiert werden müssen.

Dementsprechend wurden nur solche Sortierkriterien in DIN 4074 belassen, die sich auf die Tragfähigkeit des Holzes beziehen, und der bisherige Begriff Güteklasse wurde durch den neutralen Begriff Sortierklasse ersetzt. Die alten Güteklassen I, II, III wurden umbenannt in Sortierklassen S 13, S 10 und S 7, um die bis dahin häufige Verwechslung mit den gleichnamigen Güteklassen der Tegernseer Gebräuche oder der DIN 68 365 zu vermeiden.

Die in den vergangenen 15 Jahren eingeleiteten Maßnahmen zur Errichtung des europäischen Binnenmarktes wirkten sich auch auf den Bereich der Baugesetzgebung und der Baunormung aus: 1992 wurde die europäische Bauproduktenrichtlinie durch Einführung des Bauproduktengesetzes in deutsches Recht überführt, und die Landesbauordnungen wurden daran anschließend an die europäischen Vorgaben angepasst. Um diese Vorgaben zu berücksichtigen, musste die DIN 4074 erneut überarbeitet werden.

Wesentliche Änderungen waren die sich aus den geänderten Bauordnungen ergebenden Anforderungen an den Übereinstimmungsnachweis und die damit verbundene Kennzeichnung von Bauholz (siehe Kapitel 2.2.6), die Festlegung einer Messbezugsfeuchte von 20 % und die Begrenzung von Schwindrissen in Kanthölzern. Darüber hinaus wurden die visuellen Sortierregeln auf Wunsch der Holzwirtschaft weiter differenziert und gesonderte Sortierregeln für Dachlatten sowie für Laubschnittholz eingeführt.

Damit ergab sich für die 2003 erschienene Neufassung der DIN 4074 folgende Gliederung:

#### **Teil 1: Nadelschnittholz**

- Kanthölzer und vorwiegend hochkant biegebeanspruchte Bretter und Bohlen
- Bretter und Bohlen
- Latten

#### **Teil 2: Nadelrundholz**

#### **Teil 3: Sortiermaschinen für Schnittholz, Anforderungen und Prüfung**

#### **Teil 4: Nachweis der Eignung zur maschinellen Schnittholzsortierung**

#### **Teil 5: Laubschnittholz**

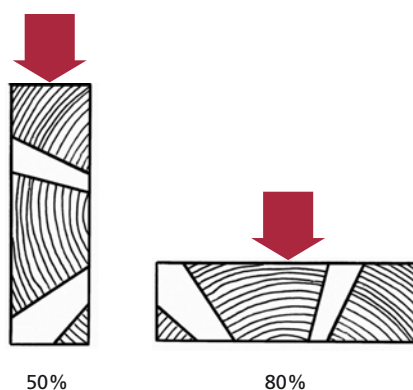
- Kanthölzer und vorwiegend hochkant biegebeanspruchte Bretter und Bohlen
- Bretter und Bohlen

Der Teil 2 „Nadelrundholz“ wurde nicht überarbeitet. Deshalb gilt für diesen Teil weiterhin die Fassung vom Dezember 1958.

### 2.2.5.3 \_ Visuelle Sortierung

- Sortierung von Kanthölzern und vorwiegend hochkant biegebeanspruchten Brettern und Bohlen aus Nadelholz.

Als Kantholz im Sinne der DIN 4074 gelten alle hochkant auf Biegung beanspruchten Bauteile. Daher müssen auch hochkant biegebeanspruchte Bretter und Bohlen wie Kanthölzer sortiert werden. Im modernen Holzbau werden als Wandriegel, Decken- oder Dachträger zunehmend schlankere Querschnitte eingesetzt, die nach ihren geometrischen Abmessungen als Bretter oder Bohlen gelten, aber hochkant beansprucht werden. Dabei wirken sich Äste an den Schmalseiten sehr viel stärker festigkeitsmindernd aus als bei einer Flachkant-Biegebeanspruchung, wie sie zum Beispiel bei Gerüstdielen vorliegt (Abb. 2.19).



**Abbildung 2.19:**

Relative Tragfähigkeit einer hoch- bzw. flachkant beanspruchten Bohle in % des astfreien Schnittholzes.

Dieser Einfluss wird durch die Kantholzsortierung erfasst, bei der Äste auf den Schmalseiten stärker berücksichtigt werden. Weil sich dementsprechend je nach Brett- oder Kantholzsortierung eine unterschiedliche Sortierklasse ergeben kann, muss die Art der Sortierung im Übereinstimmungsnachweis (Ü-Zeichen, siehe Kapitel 2.2.6.2) erkennbar sein. Deshalb müssen Bretter und Bohlen, die wie Kantholz sortiert wurden, zusätzlich zur Sortierklasse mit dem Buchstaben „K“ bezeichnet werden, also z.B. S 10 K.

Bei der visuellen Sortierung von Kanthölzern und vorwiegend hochkant biegebeanspruchten Brettern und Bohlen sind nach DIN 4074 insgesamt elf Sortiermerkmale und -kriterien zu beachten.

Kanthölzer dürfen einer der drei Sortierklassen S 7, S 10, S 13 zugeordnet werden, wenn die zugehörigen Grenzwerte aller elf Sortiermerkmale eingehalten werden. Für die praktische Sortierung ist es wichtig, sich klarzumachen, dass normalerweise nur wenige dieser Kriterien sortierentscheidend sind [2.6]. So sind zum Beispiel die Grenzwerte für die Faserneigung, die Jahrringbreite, die Schwindrisse und für Druckholz so festgelegt worden, dass sie von einheimischem Nadelholz üblicher Qualität in der Regel eingehalten werden. Mit diesen Grenzwerten soll lediglich Holz aus schnell wachsenden, weitständig begründeten Beständen ausgeschlossen werden, weil dieses im Allgemeinen deutlich niedrigere Festigkeitseigenschaften aufweist. Auch die sehr aufwändig erscheinende Methode zur Bestimmung der Größe von Schwindrissen wird in der täglichen Sortierpraxis nur in Ausnahmefällen angewendet werden müssen. Mit kritischen Risstiefen ist bei kerngetrennt und kernfrei eingeschnittenem und sachgerecht getrocknetem Holz in aller Regel nicht zu rechnen. Kanthölzer mit kritischen Risstiefen sind optisch leicht zu erkennen und können rechtzeitig ausgesondert werden.

Weitere Sortiermerkmale wie zum Beispiel Baumkante, Verfärbungen oder Insektenfraß werden in der Regel durch optische Ansprüche an das Holz stärker begrenzt als DIN 4074 fordert. Damit bleiben im Allgemeinen neben Sonderfällen wie Blitzrissen, Ringschäle oder erheblichen Wuchsstörungen infolge von Stammverletzungen als wesentliche sortierentscheidende Merkmale die Ästigkeit, im Falle der Sortierklasse S 13 die Markröhre sowie die Krümmung übrig, die insbe-



**Tabelle 2.2:**

Sortierung von Kanthölzern und vorwiegend hochkant biegebeanspruchte Bretter und Bohlen in die Sortierklasse S10.

sondere bei druckbeanspruchtem Schnittholz die Tragfähigkeit erheblich beeinflussen kann. In Tabelle 2.2 und Tabelle 2.3 sind die Sortierkriterien für Kanthölzer und vorwiegend hochkant biegebeanspruchte Bretter und Bohlen getrennt nach den Sortierklassen S 10 und S 13 zusammengestellt. Für die praktische Sortierung können folgende Hinweise hilfreich sein:

**Äste**

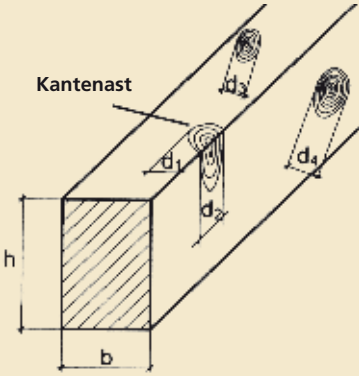
Bei Kanthölzern ist wegen des üblichen Seitenverhältnisses  $b < h$  im Allgemeinen der jeweils größte Ast auf einer der Schmalseiten für die Einstufung in eine Sortierklasse maßgebend.

Der für die Berechnung der Ästigkeit maßgebende kleinere Durchmesser der Astfläche entspricht näherungsweise dem tatsächlichen Astdurchmesser. Deshalb kann beim Einschnitt von Kanthölzern bereits durch eine geeignete Rundholzauswahl sichergestellt werden, dass die erzeugten Kanthölzer der gewünschten Sortierklasse entsprechen. Sollen zum Beispiel Kanthölzer mit einem Querschnitt  $8/18 \text{ cm}^2$  der Sortierklasse S 10 erzeugt werden, dann ergibt sich aus dem Grenzwert von  $2/5$  ein maximal zulässiger Astdurchmesser von  $2/5 \cdot 8 \text{ cm} = 3,2 \text{ cm}$ . Wird also ein Stammabschnitt gewählt mit Ästen  $\leq 3,2 \text{ cm}$ , dann ist sichergestellt, dass alle Kanthölzer unabhängig vom Einschnittbild bezüglich der Ästigkeit der Sortierklasse S 10 entsprechen.

**Schwindrisse**

Die Intensität der Rissbildung kann durch geeigneten Einschnitt (kernfrei, kerngetrennt) erheblich reduziert werden. Anhand der Rissbreite lassen sich die Risstiefe und die damit verbundene Querschnittsschwächung nicht zuverlässig abschätzen. Vorliegende Messungen weisen jedoch darauf hin, dass bei Rissbreiten unter 2 mm eine unzulässig große Risstiefe nicht zu erwarten ist.

**ÄSTE**

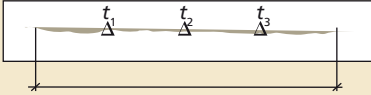


$A = \max \left( \frac{d_1}{b}; \frac{d_2}{h}; \frac{d_3}{b}; \frac{d_4}{h} \right)$

➤ **Sortierung:  $A \leq 2/5$**

**SCHWINDRISSE**

➤ Schwindrisse mit einer Länge bis  $\leq 1/4$  der Schnittholzlänge, maximal 1 m, bleiben unberücksichtigt.

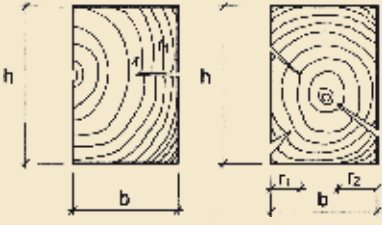


**Risslänge**

Mittlere Risstiefe eines Risses:

$$r = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$$

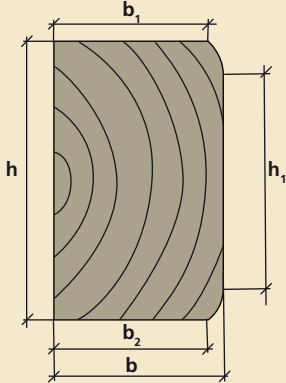
$t_1, t_2, t_3$  = Messpunkte für die Bestimmung der Risstiefe an den Viertelpunkten der Risslänge



$R = \frac{r_1}{b}$  bzw.  $R = \frac{r_1 + r_2}{b}$

➤ **Sortierung:  $R \leq 1/2$**

**BAUMKANTE**



$K = \max \left( \frac{h - h_1}{h}; \frac{b - b_1}{b}; \frac{b - b_2}{b} \right)$

➤ **Sortierung:  $K \leq 1/3$**

**WEITERE SORTIERMERKMALE**

**JAHRRINGBREITE:**  
 allgemein: bis 6 mm  
 bei Douglasie: bis 8 mm

**FASERNEIGUNG:** bis 12 %

**MARKRÖHRE:** zulässig

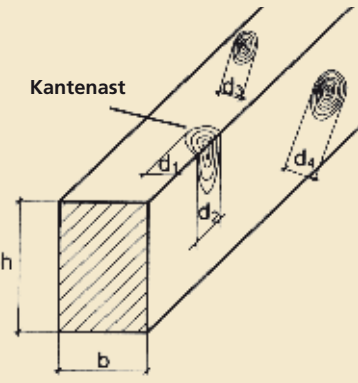
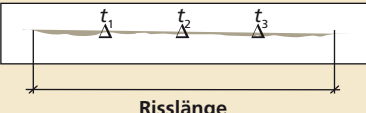
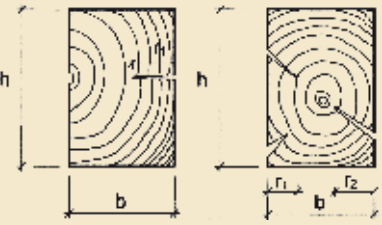
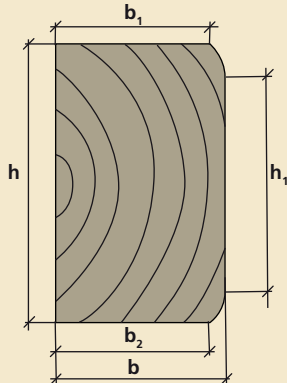
**KRÜMMUNG** (auf 2 m Länge):  
 Längskrümmung bis 8 mm  
 Verdrehung 1 mm / 25 mm Breite

**VERFÄRBUNGEN, DRUCKHOLZ:**  
 bis 2/5 des Querschnitts oder der Oberfläche zulässig,  
 - Bläue zulässig  
 - Braun- und Weißfäule nicht zulässig

**INSEKTENFRASS:**  
 Fraßgänge bis 2 mm Durchmesser zulässig

**SONSTIGE RISSE:**  
 Blitzrisse und Ringschäle nicht zulässig

**Tabelle 2.3:**  
 Sortierung von Kanthölzern und  
 vorwiegend hochkant (K)  
 biegebeanspruchten Brettern  
 und Bohlen in die Sortierklasse S 13

<p><b>ÄSTE</b></p>  <p><math>A = \max \left( \frac{d_1}{b}, \frac{d_2}{h}, \frac{d_3}{b}, \frac{d_4}{h} \right)</math></p> <p>Sortierung: <math>A \leq 1/5</math></p> <p><b>SCHWINDRISSE</b></p> <p>Schwundrisse mit einer Länge bis <math>\leq 1/4</math> der Schnittholzlänge, maximal 1 m, bleiben unberücksichtigt.</p>  <p>Mittlere Risstiefe eines Risses:  <math>r = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}</math></p> <p>t1, t2, t3 = Messpunkte für die Bestimmung der Risstiefe an den Viertelpunkten der Risslänge</p>  <p><math>R = \frac{r_1}{b}</math> bzw. <math>R = \frac{r_1 + r_2}{b}</math></p> <p>Sortierung: <math>R \leq 2/5</math></p>	<p><b>BAUMKANTE</b></p>  <p><math>K = \max \left( \frac{h - h_1}{h}, \frac{b - b_1}{b}, \frac{b - b_2}{b} \right)</math></p> <p>Sortierung: <math>K \leq 1/4</math></p> <p><b>WEITERE SORTIERMERKMALE</b></p> <p><b>JAHRRINGBREITE:</b>          allgemein: bis 4 mm          bei Douglasie: bis 6 mm</p> <p><b>FASERNEIGUNG:</b> bis 7 %</p> <p><b>MARKRÖHRE:</b> nicht zulässig          (bei Kantholz mit einer Breite &gt;120 mm zulässig)</p> <p><b>KRÜMMUNG</b> (auf 2 m Länge):          Längskrümmung bis 8 mm          Verdrehung 1 mm/25 mm Breite</p> <p><b>VERFÄRBUNGEN, DRUCKHOLZ:</b>          bis 1/5 des Querschnitts oder der Oberfläche zulässig,          - Bläue zulässig          - Braun- und Weißfäule nicht zulässig</p> <p><b>INSEKTENFRASS:</b>          Fraßgänge bis 2 mm Durchmesser zulässig</p> <p><b>SONSTIGE RISSE:</b>          Blitzrisse und Ringschäle nicht zulässig</p>
---	---

**Jahrringbreite**

Als Jahrringbreite gilt die mittlere Breite aller Jahrringe des gesamten Holzquerschnitts. Bei vorhandener Markröhre bleibt ein Bereich von 25 mm um diese unberücksichtigt.

**Faserneigung**

Faserabweichungen sind in der Regel erst am trockenen Holz an den dann vorhandenen Schwundrissen zu erkennen, weil diese immer in Richtung der Faserneigung verlaufen. Da Nadelholz in der Jugend generell Linksdrehwuchs aufweist, lassen sich aus Stammabschnitten, die an der Oberfläche rechtsdrehwüchsig sind, Kanthölzer mit im Mittel geringerer Faserabweichung gewinnen.

**Verfärbungen**

Bläuepilze leben ausschließlich von Zellinhaltsstoffen. Sie greifen die Zellwände nicht an und beeinträchtigen deshalb die Festigkeit des Holzes nicht.

Rotstreifigkeit wird durch Pilze verursacht, die zunächst von Inhaltsstoffen leben und erst in einem späteren Stadium auch die Zellwände angreifen. Weil die Pilzaktivität bei trockenem Holz endet, führt Rotstreifigkeit im Rahmen der zulässigen Werte zu keiner signifikanten Festigkeitsminderung. Bei trockenem Holz ist eine weitere Ausdehnung der braunen und roten Streifen nicht möglich.

**Druckholz**

Druckholz kann die Festigkeit des Holzes beeinträchtigen und insbesondere wegen seines deutlich erhöhten Längsschwindverhaltens erhebliche Krümmungen der Kanthölzer verursachen.

**Tabelle 2.4:**

Sortierung von Brettern und Bohlen in die Sortierklasse S 10

• **Sortierung von Brettern und Bohlen aus Nadelholz**

Bei der Festigkeitssortierung von Brettern und Bohlen sind wie bei der Sortierung von Kantholz insgesamt elf Sortiermerkmale bzw. -kriterien zu beachten. Bretter und Bohlen dürfen einer der drei Sortierklassen S 7, S 10, S 13 zugeordnet werden, wenn die zugehörigen Grenzwerte aller elf Sortiermerkmale eingehalten werden.

Auch hier gilt wie bei der Sortierung von Kantholz, dass im Wesentlichen die Kriterien Ästigkeit und Krümmung sortierentscheidend sind, da die anderen Kriterien von einheimischem Nadelholz üblicher Qualität in der Regel automatisch erfüllt werden oder durch optische Ansprüche an das Holz stärker begrenzt werden als es die DIN 4074 fordert [2.6].

Bei Brettern und Bohlen würde eine einfache Astmessung wie bei Kanthölzern zu einer unangemessen schlechten Einstufung in die Sortierklassen führen. Um wirtschaftlich befriedigende Ausbeuten in den einzelnen Sortierklassen gewährleisten zu können, muss die Ästigkeit hier differenzierter beurteilt werden. Dabei sind grundsätzlich drei Kriterien zu beachten:

- Einzelast,
- Astansammlung und
- Schmalseitenast (nur in den Sortierklassen S 10 und S 13).

Das Kriterium Schmalseitenast braucht bei Brettern für Brettschichtholz nicht berücksichtigt werden, weil in einer Untersuchung nachgewiesen werden konnte, dass auch Bretter mit Schmalseitenästen die geforderten charakteristischen Zugfestigkeiten erfüllen. In Tabelle 2.4 und Tabelle 2.5 sind die Sortierkriterien für Bretter und Bohlen getrennt nach den Sortierklassen S 10 und S 13 zusammengestellt.

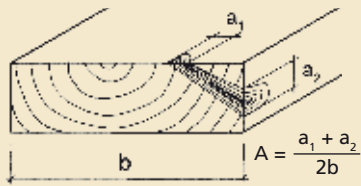
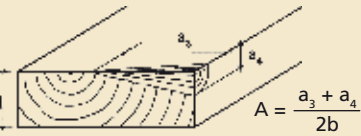
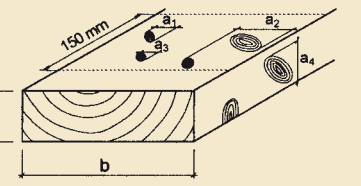
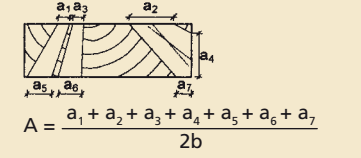
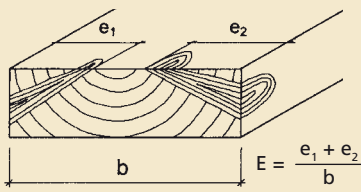
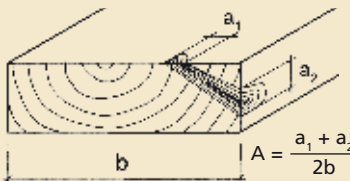
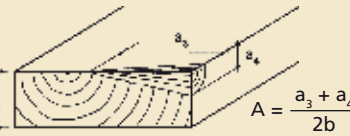
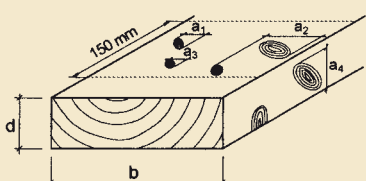
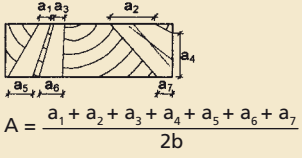
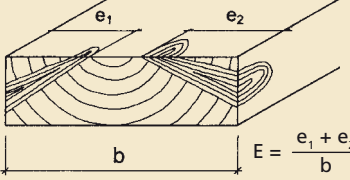
ÄSTE (3 Sortierkriterien)	WEITERE SORTIERMERKMALE
<p>• <b>Einzelast</b></p>  $A = \frac{a_1 + a_2}{2b}$  $A = \frac{a_3 + a_4}{2b}$ <p>falls <math>a_4/d \leq 1/3</math>, dann <math>A = \frac{a_4}{2b}</math></p> <p>➤ <b>Sortierung: <math>A \leq 1/3</math></b></p>	<p><b>JAHRRINGBREITE:</b></p> <p>allgemein: bis 6 mm bei Douglasie: bis 8 mm</p> <p><b>FASERNEIGUNG:</b> bis 12 %</p> <p><b>MARKRÖHRE:</b> zulässig</p> <p><b>BAUMKANTE:</b> bis 1/3</p> <p><b>KRÜMMUNG</b> (auf 2 m Länge): Längskrümmung bis 8 mm Querkrümmung bis 1/30 Verdrehung 1 mm / 25 mm Breite</p>
<p>• <b>ASTANSAMMLUNG</b></p>  $A = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{2b}$  $A = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 + a_7}{2b}$ <p>➤ <b>Sortierung: <math>A \leq 1/2</math></b></p> <p>➤ <b>Astmaße &lt; 5mm bleiben unberücksichtigt</b></p>	<p><b>VERFÄRBUNGEN, DRUCKHOLZ:</b></p> <p>bis 2/5 des Querschnitts oder der Oberfläche zulässig, - Bläue ist zulässig - Braun- und Weißfäule sind nicht zulässig</p> <p><b>INSEKTENFRASS:</b></p> <p>Fraßgänge bis 2 mm Durchmesser zulässig</p>
<p>• <b>SCHMALSEITENAST</b></p>  $E = \frac{e_1 + e_2}{b}$ <p>➤ <b>Sortierung: <math>E \leq 2/3</math></b></p> <p>➤ <b>Das Sortierkriterium Schmalseitenast gilt nicht für Bretter für Brettschichtholz</b></p>	<p><b>RISSE:</b></p> <p>Blitzrisse und Ringschäle sind nicht zulässig Schwindrisse sind zulässig</p>

Tabelle 2.5:

Sortierung von Brettern und  
Bohlen in die Sortierklasse S 13

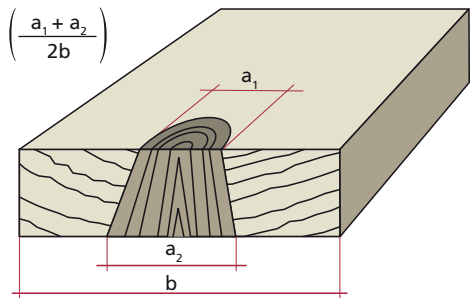
ÄSTE (3 Sortierkriterien)	WEITERE SORTIERMERKMALE
<p>• <b>Einzellast</b></p>  $A = \frac{a_1 + a_2}{2b}$  $A = \frac{a_3 + a_4}{2b}$ <p>falls <math>a_4/d \leq 1/5</math>, dann <math>A = \frac{a_4}{2b}</math></p> <p><b>Sortierung: <math>A \leq 1/5</math></b></p> <p>• <b>ASTANSAMMLUNG</b></p>   $A = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 + a_7}{2b}$ <p><b>Sortierung: <math>A \leq 1/3</math></b></p> <p>Astmaße &lt; 5mm bleiben ungerücksichtigt</p> <p>• <b>SCHMALSEITENAST</b></p>  $E = \frac{e_1 + e_2}{b}$ <p><b>Sortierung: <math>E \leq 1/3</math></b></p> <p>Das Sortierkriterium Schmalseitenast gilt nicht für Bretter für Brettschichtholz</p>	<p><b>JAHRRINGBREITE:</b></p> <p>allgemein: bis 4 mm bei Douglasie: bis 6 mm</p> <p><b>FASERNEIGUNG:</b> bis 7 %</p> <p><b>MARKRÖHRE:</b> nicht zulässig</p> <p><b>BAUMKANTE:</b> bis 1/4</p> <p><b>KRÜMMUNG</b> (auf 2 m Länge):</p> <p>Längskrümmung bis 8 mm Querkrümmung bis 1/50 Verdrehung 1 mm/25 mm Breite</p> <p><b>VERFÄRBUNGEN, DRUCKHOLZ:</b></p> <p>bis 1/5 des Querschnitts oder der Oberfläche zulässig,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bläue ist zulässig</li> <li>- Braun- und Weißfäule sind nicht zulässig</li> </ul> <p><b>INSEKTENFRASS:</b></p> <p>Fraßgänge bis 2 mm Durchmesser zulässig</p> <p><b>RISSE:</b></p> <p>Blitzrisse und Ringschäle sind nicht zulässig Schwindrisse sind zulässig</p>

Für die praktische Sortierung können folgende Hinweise hilfreich sein:

### Äste

Der maßgebende Wert der Ästigkeit, der die Festigkeit eines Brettes oder einer Bohle bestimmt, ist der Anteil der Astfläche eines Einzelastes oder einer Astansammlung an der Brettquerschnittsfläche. Dieser Anteil wird bei normal durchlaufenden Ästen als Quotient aus dem mittleren kantenparallelen Astdurchmesser  $(a_1 + a_2)/2$  und der Brettbreite  $b$  bestimmt. Daraus ergibt sich als Maß für die Ästigkeit

$$A = \left( \frac{a_1 + a_2}{2b} \right)$$



Einen Sonderfall bilden bei markhaltigen oder marknah eingeschnittenen Brettern und Bohlen die dort auftretenden Flügeläste und Schmalseitenäste, das sind Äste, die auf einer Schmalseite auftreten, ohne eine Kante zur Breitseite zu berühren:

Flügeläste schwächen den Brettquerschnitt nur wenig, wenn sie nur schwach angeschnitten sind. Deshalb bleibt das Maß  $a_3$  unberücksichtigt, wenn das Maß  $a_4$  einen vorgegebenen Grenzwert nicht überschreitet (Tab. 2.4 und Tab 2.5). Schmalseitenäste können die Festigkeit eines Brettes oder einer Bohle erheblich beeinträchtigen, wenn sie weit in den Querschnitt eindringen. Deshalb wird in den Sortierklassen S 10 und S 13 die Eindringtiefe  $E$  begrenzt.

Für die Sortierkriterien Jahrringbreite, Faserneigung, Verfärbungen und Druckholz gelten sinngemäß die für die Kantholzsortierung gegebenen Hinweise.

#### 2.2.5.4 \_ Maschinelle Sortierung

Nadel- und Laubschnittholz darf nach DIN 4074 visuell oder maschinell sortiert werden. Die maschinelle Sortierung ist grundsätzlich leistungsfähiger als die visuelle Sortierung, weil dabei auch Holzeigenschaften wie zum Beispiel die Rohdichte oder der Elastizitätsmodul erfasst werden können, die mit der Festigkeit hoch korrelieren, sich aber visuell nicht zuverlässig bestimmen lassen. Dies bedeutet aber auch, dass maschinell sortiertes Holz nicht auf einfache visuelle Weise überprüft werden kann. Deshalb bedarf die maschinelle Festigkeitssortierung umfangreicher Kontrollen und einer laufenden Überwachung. Aus diesem Grund ist für maschinell sortiertes Holz ein Übereinstimmungszertifikat durch eine anerkannte Zertifizierungsstelle (ÜZ) erforderlich, während für visuell sortiertes Holz eine Übereinstimmungserklärung des Herstellers (ÜH) genügt (siehe Kapitel 2.2.6.2).

Maschinell sortieren darf, wer eine Eignungsbescheinigung nach DIN 4074-4 besitzt. Diese Bescheinigung bestätigt, dass der Betrieb über das dafür ausgebildete Personal und über die notwendigen Einrichtungen, insbesondere eine nach DIN 4074-3 geprüfte Sortiermaschine, verfügt. Zu beachten ist, dass jede Eignungsbescheinigung jeweils nur für den Anwendungsbereich gilt, für den die eingesetzte Sortiermaschine geprüft und anerkannt wurde.

In den vergangenen 10 Jahren sind verschiedene Maschinentypen nach DIN 4074-3 geprüft und anerkannt worden. Diese werden mittlerweile in über 30 Betrieben zur maschinellen Schnittholzsortierung eingesetzt. Die bisher anerkannten Anwendungsbereiche reichen von Brettern und Bohlen für Brettschichtholz und geleimte Gerüstbodenbeläge über einteilige Gerüstdielen bis zu Kanthölzern aus Fichte und Kiefer für Konstruktionsvollholz, Balkenschichtholz, Nagelplattenbin-

der und die Fertighausindustrie, wobei die jeweils zulässigen Holzarten und Holzabmessungen sowie die möglichen Sortierklassen von Maschinentyp zu Maschinentyp variieren.

(Eine Liste anerkannter Sortiermaschinen und der jeweils zulässigen Holzarten, Holzabmessungen und Sortierklassen ist unter der Adresse [www.holz.wzw.tum.de/abt\\_sites/service\\_hfm.html](http://www.holz.wzw.tum.de/abt_sites/service_hfm.html) verfügbar). Eine Ausweitung der Anwendungsbereiche auf weitere Holzabmessungen, Holzarten und Sortierklassen ist bei den heute verfügbaren Sortiermaschinen technisch ohne weiteres möglich. Jede neue Anwendung erfordert jedoch eine entsprechende Prüfung nach DIN 4074-3, aufgrund derer die jeweils erforderlichen Einstellwerte für die Sortiermaschine festgelegt werden. Wie schnell und umfassend solche Prüfungen durchgeführt werden, wird auch ganz wesentlich davon abhängen, in welchem Umfang maschinell sortiertes Holz nachgefragt wird.

Bei der Einführung der maschinellen Festigkeitssortierung in DIN 4074 im Jahr 1989 wurden im Hinblick auf die damals absehbaren Anwendungsbereiche vier Sortierklassen MS 7, MS 10, MS 13 und MS 17 festgelegt.

Mit zunehmendem Einsatz der maschinellen Sortierung ist zwischenzeitlich der Wunsch nach weiteren Sortierklassen entstanden. Um diesem Wunsch zu entsprechen und um offen zu sein für künftige technische Entwicklungen, die eine Einführung weiterer hochwertiger Sortierklassen ermöglichen werden, wurde eine neue, flexible Bezeichnung für maschinell sortiertes Holz eingeführt. Dabei wurde beachtet, dass Schnittholz durch entsprechende Festlegung der Einstellwerte der Sortiermaschine maschinell unmittelbar in Festigkeitsklassen mit vorgegebenen charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerten eingestuft werden kann. Deshalb bot es sich an, als Bezeichnung für die maschinellen

Sortierklassen unmittelbar die Bezeichnung der jeweils gewählten Festigkeitsklasse, ergänzt um den Zusatz „M“, zu verwenden. Soll Schnittholz beispielsweise maschinell so sortiert werden, dass es der Festigkeitsklasse C 30 entspricht, wird es als C 30 M bezeichnet (Tab. 2.6).

Unabhängig von der Art der maschinellen Sortierung muss maschinell sortiertes Schnittholz die in DIN 4074-1, Tabelle 5 bzw. in DIN 4074-5, Tabelle 4 aufgeführten Grenzwerte der Sortiermerkmale Risse, Baumkante, Krümmung, Verfärbung und Insektenfraß einhalten. Soweit diese Merkmale nicht maschinell erfasst und berücksichtigt werden, muss dies durch eine visuelle Zusatzsortierung sichergestellt werden.

#### **2.2.5.5 \_ Sortierung von Laubschnittholz**

Laubholz weist in der Regel höhere Festigkeitseigenschaften auf als Nadelholz und bietet daher ein erhebliches Potential für neue Konstruktionsmöglichkeiten und Einsatzbereiche. Um dem Holzbau diese Chancen mittelfristig zu eröffnen, wurde die DIN 4074 um einen neuen Teil 5 „Laubschnittholz“ erweitert. Die Sortiermerkmale und die Grenzwerte wurden soweit wie möglich gleich wie für Nadelschnittholz gewählt, um die Sortierung in der Praxis zu erleichtern. Weil das so sortierte Laubschnittholz in der Regel jedoch höhere Festigkeitseigenschaften als Nadelschnittholz aufweist und deshalb in höhere Festigkeitsklassen eingestuft werden kann, werden die visuellen Sortierklassen für Laubholz zur Unterscheidung von Nadelschnittholz zusätzlich mit dem Buchstaben „L“ bezeichnet, also LS 7, LS 10 und LS 13.

Bei der Festigkeitssortierung von Kanthölzern, Brettern und Bohlen sind gemäß DIN 4074-5 insgesamt neun Sortiermerkmale und -kriterien zu beachten. Im Gegensatz zu Nadelschnittholz werden die Jahrringbreite und Reaktionsholz bei der

Sortierung nicht berücksichtigt. Laubschnittholz darf einer der drei Sortierklassen LS 7, LS 10 und LS 13 zugeordnet werden, wenn die zugehörigen Grenzwerte aller neun Sortiermerkmale eingehalten werden. Schnittholz mit Markröhre ist außer bei einigen Ausnahmen wie z.B. der Eiche nicht zulässig, weil solche Hölzer zu extremer Rissbildung und Krümmung neigen.

Bei Buchenschnittholz wird die Faserneigung nicht berücksichtigt. Sie ist visuell nur sehr schwer zu erkennen, und starke Faserneigung wird, wie Untersuchungen gezeigt haben, hinreichend zuverlässig über die dadurch verursachte Krümmung erfasst und ausgeschlossen.

Äste werden in gleicher Weise wie bei Nadelschnittholz bestimmt und bewertet. Lediglich bei Eichenkanthölzern der Sortierklasse LS 13 musste die zulässige Ästigkeit auf 1/6 reduziert werden, um eine den anderen Holzarten vergleichbare Tragfähigkeit gewährleisten zu können.

#### **2.2.5.6 \_ Messbezugsfeuchte, Maßhaltigkeit**

Den Vorgaben in der für den Holzbau maßgebenden Ausführungsnorm DIN 1052 folgend wurde für die Sortierkriterien sowie für die Maßhaltigkeit des Schnittholzes eine Messbezugsfeuchte von 20 % festgelegt.

Dies bedeutet, dass die geforderten Sortierkriterien und die vereinbarten Abmessungen bei einer Holzfeuchte von 20 % eingehalten werden müssen. Dementsprechend muss Schnittholz zukünftig unter Beachtung des Schwindmaßes mit Übermaß eingeschnitten werden, und die von der Holzfeuchte abhängigen Sortierkriterien wie Krümmung und Schwindrisse können nur bei trockenem Holz mit einer Holzfeuchte von höchstens 20 % zuverlässig erfasst und bewertet werden.

Aus diesem Grund unterscheidet die DIN 4074 zwischen trocken sortiertem Schnittholz, das bei einer Holzfeuchte von höchstens 20 % sortiert wurde und nicht trocken, also z.B. frisch sortiertem Holz, bei dem die Kriterien Krümmung und Schwindrisse unberücksichtigt bleiben. Die Art der Sortierung muss im Übereinstimmungsnachweis angegeben werden, indem trocken sortiertes Holz durch den Zusatz „TS“ gekennzeichnet wird.

Zu beachten ist, dass nur trocken sortiertes Holz vollständig sortiert ist und damit alle Anforderungen an Bauschnittholz für tragende Zwecke erfüllt. Nicht trocken sortiertes Holz muss vor seinem Einbau nachsortiert werden, wobei gegebenenfalls der für den Einbau Verantwortliche für die Einhaltung der vom Ü-Zeichen nicht abgedeckten Sortierkriterien zuständig ist.

Für die zulässigen Maßtoleranzen gilt, soweit nicht strengere Werte vereinbart werden, DIN EN 336, Maßtoleranzklasse 1. Danach betragen die auf eine Holzfeuchte von 20 % bezogenen, zulässigen Abweichungen für Holzdicken und -breiten bis 100 mm +3 / -1 mm und für Dicken und Breiten über 100 mm +4 / -2 mm. Negative Abweichungen bei der Schnittholzlänge sind nicht zulässig. Geringere Toleranzen, wie zum Beispiel die Maßtoleranzklasse 2 mit  $\pm 1$  mm für Holzdicken und -breiten bis 100 mm und  $\pm 1,5$  mm bei größeren Abmessungen, können wegen der variierenden Schwindmaße in der Regel nur durch zusätzliches Egalisieren oder Hobeln des Schnittholzes nach dem Trocknen gewährleistet werden.

## 2.2.6 \_ Verfügbare Holzsortimente

### 2.2.6.1 \_ Allgemeines

Im Rahmen der Harmonisierung der europäischen Baubestimmungen wurde in der für den Holzbau maßgebenden Ausführungsnorm DIN 1052 für Bauholz ein System von Festigkeitsklassen eingeführt, wobei jede Festigkeitsklasse durch einen festen Satz aller für den Standsicherheitsnachweis erforderlichen charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte gekennzeichnet ist.

Dies hat den Vorteil, dass beispielsweise ein Tragwerksplaner, unabhängig davon, in welchem europäischen Land er ein Bauvorhaben plant, sich nicht mit einer Vielzahl unterschiedlicher Sortierklassen und Bemessungswerten auseinandersetzen muss. Er kann stattdessen aus einer überschaubaren Tabelle die für sein Vorhaben geeignete Festigkeitsklasse auswählen, so wie er das von anderen Baustoffen gewohnt ist. Die Einführung von Festigkeitsklassen war möglich, weil bei praktisch allen gebräuchlichen Nadelholzarten die Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtewerte in einem ähnlichen Verhältnis zueinander stehen. Wegen ihres anderen anatomischen Baus unterscheidet sich das Verhältnis zwischen Festigkeit, Steifigkeit und Rohdichte bei Laubholz von dem bei Nadelholz. Deshalb werden in DIN 1052 Festigkeitsklassen jeweils getrennt für Nadelhölzer und Laubhölzer ausgewiesen.

Aufgrund umfangreicher Versuchsdaten konnte gezeigt werden, dass alle für die Bemessung von Holzbauteilen benötigten charakteristischen Festigkeits- und Steifigkeitswerte eng mit der Biegefestigkeit, dem Biege-Elastizitätsmodul und der Rohdichte zusammenhängen und sich in guter Näherung aus diesen drei Werten berechnen lassen. Deshalb darf Schnittholz einer bestimmten Holzart, Herkunft und Sortierklasse in eine Festigkeitsklasse eingestuft werden, wenn die

charakteristischen Werte der Biegefestigkeit, des Biege-Elastizitätsmoduls und der Rohdichte dieses Materials gleich groß oder größer als die entsprechenden Werte dieser Festigkeitsklasse sind und wenn darüber hinaus folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Das Holz muss nach einer europäisch anerkannten Sortiernorm, zum Beispiel nach DIN 4074, visuell oder maschinell festigkeitssortiert sein.
- Die charakteristischen Werte jeder Sortierklasse sind nach dem in DIN EN 384 „Bauholz für tragende Zwecke - Bestimmung charakteristischer Festigkeit- Steifigkeits- und Rohdichtewerte“ festgelegten Verfahren zu bestimmen. Dazu sind in der Regel je Sortierklasse mindestens 200 Festigkeitsprüfungen an Schnittholz in praxisüblichen Abmessungen erforderlich.

Schnittholz aus den Nadelhölzern Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche und Douglasie, visuell sortiert in die Sortierklassen S 7, S 10 und S 13 entspricht den Festigkeitsklassen C 16, C 24 und C 30 (Tab. 2.6). Dabei bezeichnet die Festigkeitsklasse die jeweilige charakteristische Biegefestigkeit des Schnittholzes in N/mm<sup>2</sup>.

Bei visuell sortiertem Laubschnittholz liegen bisher nur für die Holzarten Eiche und Buche die für eine Einstufung in eine Festigkeitsklasse benötigten Versuchswerte an Schnittholz in Gebrauchsabmessungen vor. Dabei zeigt sich, dass Eiche im Mittel eine geringere Festigkeit und Steifigkeit als Buche aufweist. Deshalb konnte Eichenschnittholz der Sortierklasse LS 10 nur der Festigkeitsklasse D 30 zugeordnet werden, während Buchenschnittholz der Sortierklassen LS 10 und LS 13 in die Festigkeitsklassen C 35 bzw. C 40 eingestuft werden konnte (Tab. 2.6).

Derzeit werden die Festigkeitsprüfungen der Holzarten Esche, Ahorn und Pappel untersucht, so dass auch diese Laubhölzer in Kürze einer Festigkeitsklasse zugeordnet werden können und damit auch für diese Holzarten die erforderlichen charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte vorliegen werden.

In Tabelle 2.6 ist ebenfalls die Einstufung der bisher üblichen maschinellen Sortierklassen MS 7 bis MS 17 in die Festigkeitsklassen dargestellt sowie die mit den heute verfügbaren Sortiermaschinen denkbare Spannweite maschineller Sortierklassen für Nadel- und Laubschnittholz.

<b>Nadelholz</b>	C 16	C 20	C 24	C 30	C 35	C 40	C 45	C 50	
<b>Laubholz</b>				D 30	D 35	D 40		D 50	D 60
<b>visuelle Sortierklassen</b>	S 7		S 10	S 13 LS 10 (Eiche)	LS 10 (Buche)	LS 13 (Buche)			
<b>maschinelle Sortierklassen alt</b>	MS 7		MS 10		MS 13	MS 17			
<b>maschinelle Sortierklassen neu</b>	C 16 M	...	C 24 M	C 30 M D 30 M	C 35 M ...	... D 40 M	...	C 50 M ...	D 60 M

**Tabelle 2.6:**

Festigkeitsklassen nach DIN EN 338 und DIN 1052 und Zuordnung der visuellen und maschinellen Sortierklassen nach DIN 4074.



Man erkennt, dass Schnittholz mittels maschineller Festigkeitssortierung generell in höhere Festigkeitsklassen eingestuft werden kann als dies mit visueller Sortierung möglich ist. Im Vergleich zu dem heute verwendeten Bauholz der Sortierklasse S 10 können mit maschineller Sortierung in nennenswertem Umfang auch Kanthölzer der Festigkeitsklasse C 30 und C 35 sowie Brettlamellen der Festigkeitsklassen C 40 und höher erzeugt werden. Maschinell sortierte Brettlamellen aus Laubholz haben ein Potenzial bis zur Festigkeitsklasse D 60. Damit können Brettlamellen mit einer Festigkeit bereitgestellt werden, die doppelt so hoch ist wie die von Fichtenholz-Brettlamellen der höchsten visuellen Sortierklasse S 13. Andererseits besteht in gering beanspruchten Bauteilen, wie zum Beispiel vielfach den Stielen von Wandbauteilen, keine Veranlassung, Holz einer höheren als der benötigten Festigkeitsklasse einzusetzen. In solchen Fällen kann auch Holz der Festigkeitsklasse C 16 allen Anforderungen genügen, vorausgesetzt, dass es durch geeignete Sortierung die nötige, von der Festigkeit unabhängige Formstabilität aufweist.

Sofern neue oder weiterentwickelte Produkte, wie zum Beispiel Brettschichtholz oder Balkenschichtholz aus Buche oder einer anderen Laubholzart nicht über Produktnormen abgedeckt sind, die in der vom Deutschen Institut für Bautechnik herausgegebenen Bauregelliste aufgeführt sind, können sie als so genannte nicht geregelte Bauprodukte über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung allgemein anwendbar gemacht werden oder im Rahmen einer Zustimmung im Einzelfall bei einem konkreten Bauvorhaben eingesetzt werden. Eine Zustimmung im Einzelfall ist bei der zuständigen obersten Baubehörde zu beantragen.

Aus Bauschnittholz hergestellte und allgemein anwendbare geklebte Produkte wie keilgezinktes Schnittholz, Brettschichtholz, Brettsperrholz und Balkenschichtholz werden im Einzelnen in Kapitel 4 beschrieben.

### 2.2.6.2 \_ Kennzeichnung und Übereinstimmungsnachweis

Nach deutschem Bauordnungsrecht müssen Bauprodukte, insbesondere also auch für die Standesicherheit einer baulichen Anlage maßgebende Produkte, mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen, Abb. 2.21) gekennzeichnet werden. Mit diesem Zeichen bestätigt der Hersteller, dass sein Produkt die Anforderungen der im Ü-Zeichen angegebenen Norm oder allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung erfüllt und damit im Sinne des Bauordnungsrechts brauchbar ist. Damit übernimmt der Hersteller die Produkthaftung für dieses Produkt.

Bei Bauschnittholz gilt als Hersteller, wer das Holz nach DIN 4074 sortiert hat. Dies wird normalerweise ein Sägewerk sein, dies kann aber, insbesondere bei visuell sortiertem Holz, auch ein Holzhandelsunternehmen oder ein Zimmereibetrieb sein. Bei geklebten Produkten, wie z.B. keilgezinktem Bauschnittholz, Brettschichtholz oder Balkenschichtholz, kann der Übereinstimmungsnachweis nur von dem Betrieb erbracht werden, der das Produkt hergestellt hat, weil die fachgerechte Verklebung nur von diesem bestätigt werden kann.

Wenn in der zugehörigen Norm oder allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nicht ausdrücklich vorgeschrieben ist, dass das Ü-Zeichen auf dem Produkt anzubringen ist, genügt nach der geltenden Übereinstimmungszeichen-Verordnung der Länder die Angabe auf dem Lieferschein oder auf einem Beipackzettel oder gegebenenfalls auf der Verpackung. Unabhängig davon sind die in den jeweiligen Normen oder allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen festgelegten Anforderungen an die Produktkennzeichnung zu beachten. So muss zum Beispiel Bauschnittholz nach DIN 4074 grundsätzlich mit der Sortierklasse und einer Kennung des Herstellers gekennzeichnet werden.

Dies erscheint insbesondere immer dann notwendig, wenn das Schnittholz über den Handel oder nicht objektbezogen beschafft wird.

Dagegen darf bei Listenbauholz, soweit eine Herkunft und Verwendung über den Lieferschein eindeutig definiert ist, auf diese Kennzeichnung verzichtet werden. Das Bauordnungsrecht sieht drei verschiedene Stufen des Übereinstimmungsnachweises vor:

- **ÜH:** Der Hersteller erklärt auf der Grundlage einer regelmäßigen werkseigenen Produktionskontrolle die Übereinstimmung in eigener Verantwortung.
- **ÜHP:** Der Hersteller erklärt nach einer vorhergehenden Erstprüfung des Bauproduktes durch eine dafür anerkannte Prüfstelle und auf der Grundlage einer regelmäßigen werkseigenen Produktionskontrolle die Übereinstimmung in eigener Verantwortung.
- **ÜZ:** Der Hersteller erklärt die Übereinstimmung auf der Grundlage eines Übereinstimmungszertifikats einer dafür anerkannten Zertifizierungsstelle. Dazu ist eine Erstüberwachung des Bauproduktes im Herstellwerk einschließlich einer Produktprüfung durch eine anerkannte Prüfstelle erforderlich. Zusätzlich muss die werkeigene Produktionskontrolle durch eine anerkannte Überwachungsstelle laufend überwacht werden (Fremdüberwachung).

bauaufsichtlich anerkannten Zertifizierungsstelle anzugeben ist (Abb 2.21).

Welche Form des Übereinstimmungsnachweises für welches Produkt anzuwenden ist, wird für geregelte Produkte in der Bauregelliste angegeben und ist für nicht geregelte Produkte in der jeweils zugrunde liegenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung oder der Zustimmung im Einzelfall festgelegt.

Der aufwendige Nachweis ÜZ wird insbesondere für solche Holzprodukte gefordert, deren Eigenschaften am fertigen Produkt und an der Baustelle nicht mehr einfach kontrollierbar sind und die deshalb ein erhöhtes Maß an Qualitätssicherung verlangen. Dies gilt beispielsweise für maschinell sortiertes Schnittholz und für alle geklebten Produkte wie keilgezinktes Bauschnittholz, Brett-schichtholz oder Balkenschichtholz. Unabhängig davon dürfen geklebte Holzprodukte nur von solchen Betrieben hergestellt werden, die eine sogenannte „Leimgenehmigung“ haben.

**Abbildung 2.21:**

Ü-Zeichen

a) visuell sortiertes Holz (ÜH)

Sortierklasse 10 trocken  
sortiert

b) maschinell sortiertes Holz (ÜZ)

Festigkeitsklasse C24M



Die Form des Übereinstimmungsnachweises ist aus dem Ü-Zeichen zu erkennen: Beim Nachweis ÜH genügt im Ü-Zeichen die Angabe des Herstellers, die Angabe der zugrunde liegenden Norm oder Zulassung sowie die Sortierklasse bzw. Festigkeitsklasse des Produkts, während beim Nachweis ÜZ zusätzlich das Zeichen der jeweiligen

## 3\_ Holzarten und ihre Eigenschaften



### 3.1 \_ Nadelhölzer

3.1.1 Fichte (*Picea abies*)

3.1.2 Tanne (*Abies alba*)

3.1.3 Kiefer (*Pinus sylvestris*)

3.1.4 Lärche (*Larix decidua*)

3.1.5 Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*)

### 3.2 \_ Laubhölzer

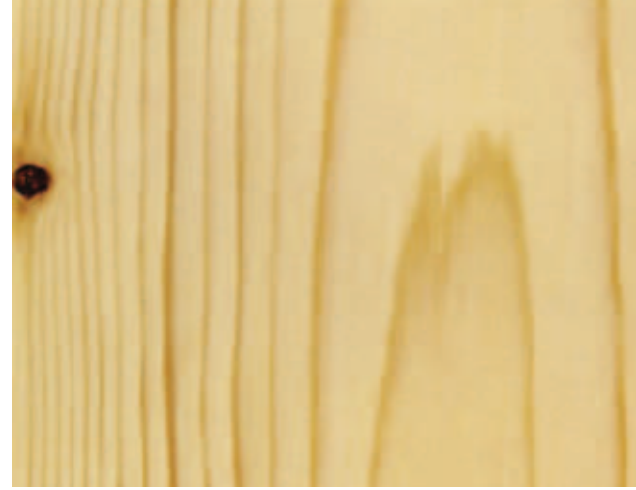
3.2.1 Buche (*Fagus sylvatica*)

3.2.2 Eiche (*Quercus robur*, *Quercus petraea*)

3.2.3 Esche (*Fraxinus excelsior*)

3.2.4 Robinie (*Robinia pseudoacacia*)

3.2.5 Edelkastanie (*Castanea sativa*)



### 3.1 \_ Nadelhölzer

#### 3.1.1 Fichte (Picea abies)

**Abbildung 3.2:**  
Dachkonstruktion des Carport der  
Berufsfeuerwehr Frankfurt am Main



#### Holzbild

Splint- und Kernholz (Reifholzbaum bzw. Baum mit hellem Kernholz) der Fichte unterscheiden sich farblich nicht. Das gleichmäßig hellfarbige Holz ist von weißer, zumeist gelblich weißer Färbung und dunkelt unter Lichteinfluss zu einem hellgelblich braunen Farbton nach. Das Holz zeigt auf gehobelten Flächen einen leicht seidigen Glanz.

Die in Abhängigkeit vom Wuchsgebiet, vom Alter und von der Baumhöhe engen bis breiten Jahrringe sind deutlich voneinander abgesetzt. Innerhalb der Jahrringe überwiegen allmähliche Übergänge vom hellen, weißen Frühholz zum rötlichbraunen Spätholz. Bei sehr feinjähigem Wuchs sind jedoch auch mehr oder weniger abrupte Frühholz-Spätholz-Übergänge zu finden. Die Farbunterschiede zwischen Früh- und Spätholz bewirken auf den Tangential- und Radialflächen eine markante Flader- bzw. Streifenzeichnung.

Fichte besitzt kleine, einzeln, in Paaren und kleinen Gruppen angeordnete Harzkanäle, die sich auf sauber geglätteten Querschnitten als feine helle Punkte zeigen. Die Harzkanäle ermöglichen eine sichere Unterscheidung vom farblich und strukturell sehr ähnlichen Holz der Tanne, da im letzteren normalerweise Harzkanäle fehlen.

#### Eigenschaften

Physikalische und mechanisch-technologische Eigenschaften (Tab. 3.1 und 3.2).

Im Verhältnis zum relativ geringen Gewicht ( $\rho_N = 0,46 \text{ g/cm}^3$ ) hat Fichtenholz gute Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften, worauf sich die hervorragende Eignung der Fichte als Bau- und Konstruktionsholz begründet.

#### Chemische Eigenschaften

Wegen seines niedrigen Extraktstoffgehaltes ist Fichtenholz chemisch kaum reaktiv. Eisenmetalle werden nicht korrodiert, führen aber bei feuchtem

**Abbildung 3.1:**

Längsschnitt Fichtenholz

Holz längerfristig zu einer schwachen Grauverfärbung. Gegenüber Säuren und Laugen zeigt sich Fichtenholz resistent und gegenüber aggressiven Medien unempfindlich.

**Verarbeitbarkeit/Bearbeitbarkeit**

Fichtenholz ist manuell und maschinell mit allen Werkzeugen leicht und sauber zu bearbeiten: Gut zu sägen, zu hobeln, zu fräsen, zu bohren und zu schleifen. Des Weiteren ist es leicht zu spalten und zu zerspanen. Nägel und Schrauben lassen sich problemlos einbringen und ergeben feste Verbindungen. Desgleichen ist es ohne Probleme gut zu verkleben.

**Oberflächenbehandlung**

Als Anstrichträger eignet sich das Holz der Fichte ausgesprochen gut, denn es ist sowohl deckend als auch transparent mit allen handelsüblichen Lasuren, Mattierungen, Klar- und Farbwachsen oder Lacken gut zu behandeln. Harzgallen sind allerdings vorzubehandeln, da sie die Filmbildung und –trocknung stören können. Zudem ist es hervorragend zu beizen.

**Dauerhaftigkeit (Tab. 3.3)**

Das Fichtenholz ist gegenüber Pilzen und Insekten nicht resistent und nur wenig witterungsfest, so dass bei Verwendung im Außenbereich auf einen wirkungsvollen Schutz vorzugsweise durch baulich-konstruktive Maßnahmen einerseits, andererseits durch fachgerechte Anwendung von Holzschutzmitteln entsprechend DIN 68800-3 zu achten ist.

**Verwendung als konstruktiver Baustoff**

Fichte ist wirtschaftlich die wichtigste einheimische Holzart und ungewöhnlich vielseitig einsetzbar und wird vom Tomatenstecken bis zum imposanten Brettschichtholzträger mit Spannweiten von 100 und mehr Metern verwendet. Insbesondere aber stellt sie das meist verwendete Bau- und

**Abbildung 3.3:**

Cloef-Atrium in Mettlach-Orscholz

Konstruktionsholz im Hoch- und Tiefbau dar. Eingesetzt wird es zum Beispiel als Vollholz, keilgezinktes Vollholz, Balkenschichtholz und Brettschichtholz (siehe Kapitel 4).

Im Haus- und Wohnungsbau findet Fichte im Innenbereich vielseitig Verwendung für Dachtragwerke, Wand- und Deckenkonstruktionen. Als Bautischlerholz wird das Holz der Fichte häufig für Treppen, Fußböden, Wand- und Deckenbekleidungen eingesetzt. Zu den zahlreichen weiteren Verwendungsbereichen der Fichte gehören in der Außenverwendung unter anderem Fassadenbekleidungen, Lärmschutzwände, Pergolen sowie die Garten-, Park- und Landschaftsgestaltung.



### 3.1.2 Tanne (*Abies alba*)

#### Holzbild

Die Tanne, wegen der weißen bis silbergrauen Farbe ihrer Rinde auch Weißtanne und Silbertanne genannt, gehört zu den Reifholzbäumen bzw. „Bäumen mit hellem Kernholz“, d.h. ihr Splint- und Kernholz sind farblich nicht voneinander unterschieden. Tannenholz ist von matter zumeist gelblichweißer bis fast weißer Färbung. Nicht selten zeigt es einen grau-violetten oder bläulichen Schimmer. Unter Einfluss des Lichtes dunkelt es merklich nach und nimmt einen gelblichbraunen Alterston an.

Die Jahrringe sind wie bei allen einheimischen Nadelhölzern deutlich voneinander abgesetzt. Innerhalb der Jahrringe vollzieht sich der Übergang vom hellen weißlichen Frühholz zum dunkleren rötlichgelben Spätholz zumeist allmählich. Der deutliche Farbunterschied zwischen Frühholz und Spätholz bewirkt auf den Längsflächen markante Fladern (Tangentialschnitt) bzw. Streifen (Radialschnitt). Harzkanäle, wie sie für das Holz der Fichte, Kiefer, Lärche und Douglasie charakteristisch sind, fehlen.

Relativ häufig wird ein so genannter Nasskern mit mehr oder weniger stark erhöhten Holzfeuchtegehalten des Kernholzes ausgebildet. Während normales Kernholz allgemein eine Holzfeuchte zwischen 30 und 50 % aufweist, kann diese im Nasskern bis zu 220 % betragen. Mit dem Nasskern treten regelmäßig Bakterien auf. Zu unterscheiden ist zwischen einem „normalen“ und dem in physiologisch geschwächten Tannen auftretenden „pathologischen“ Nasskern. Ersterer ist einheitlich braun gefärbt, typisch annähernd kreisrund geformt und bleibt im Stammzentrum auf das echte Kernholz beschränkt. Der „pathologische“ Nasskern ufer dagegen in charakteristischer Weise auf das Splintholz aus. Er ist entsprechend unregelmäßig geformt sowie ungleichmäßig braun bis rotbraun gefärbt. Die dunklere Färbung des frischen Nasskernes bleicht beim Trocknen jedoch weitestgehend aus.



#### Eigenschaften

Einleitend ist festzustellen, dass sich das Holz der Tanne nicht nur in seinem Aussehen sondern auch in seinen Werkstoffeigenschaften nur wenig von dem der Fichte unterscheidet. Allerdings besitzt jede der beiden Holzarten artspezifische Eigenschaften, die sie für bestimmte Verwendungsbereiche als die jeweils besser geeignete erscheinen lassen. So erklärt sich die allgemeine Bevorzugung der Fichte z.B. für Bau- und Möbelschreinerarbeiten in ihrer ansprechenderen Farbtonung und ihrer durchschnittlich besseren Bearbeitbarkeit. Tannenholz gilt als etwas spröder und filziger und daher weniger gut zu bearbeiten; auch splittert es leichter. Jedoch machen sich genannte Eigenschaften in der Praxis weniger unvorteilhaft bemerkbar als zuweilen dargestellt. Andererseits ist es für viele Verwendungsbereiche hilfreich, dass Tanne harzfrei ist.

Werden Tanne und Fichte gemeinsam verarbeitet, sind deren Unterschiede im Trocknungsverhalten und in der Tränkbarkeit zu beachten. Frisches Tannenholz besitzt eine höhere Holzfeuchte als Fichte, so dass zum Erreichen derselben Endfeuchte die beiden Holzarten getrennt zu trocknen sind. Ebenso ist die Imprägnierung getrennt vorzunehmen, da Tanne eine deutlich höhere Flüssigkeitsaufnahme als Fichte aufweist. Zu berücksichtigen ist ferner, dass bei pathologischer Nasskernbildung besonders hohe Anfangsfeuchten vorliegen. Zudem hat sich gezeigt, dass luftgetrocknetes Nasskernholz gegenüber normal verkerntem Holz eine erhöhte Flüssigkeitsaufnahme aufweist, was unter Umständen bei der Imprägnierung, Oberflächenbehandlung und Verklebung zu berücksichtigen ist.

Physikalische und mechanisch-technologische Eigenschaften (Tab. 3.1 und 3.2). Das Holz der Tanne hat eine der Fichte entsprechende mittlere Rohdichte von  $\rho_N = 0,46 \text{ g/cm}^3$  und entsprechend gleich gute Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften.

**Abbildung 3.4:**

Längsschnitt Tannenholz

**Chemische Eigenschaften**

Das Tannenholz hat nur einen geringen Extraktstoffgehalt. Eisenmetalle werden nicht korrodiert, führen aber bei feuchtem Holz längerfristig zu einer schwachen Grauverfärbung. Gegenüber Alkalien und Säuren ist das Holz der Tanne bemerkenswert resistent und in aggressiven Medien gut dauerhaft.

**Verarbeitbarkeit/Bearbeitbarkeit**

Zwar lässt sich das Tannenholz nach allgemeiner Einschätzung weniger gut als Fichte bearbeiten, ohne dass aber sowohl die manuelle als auch maschinelle Bearbeitung auf nennenswerte Schwierigkeiten stößt. Tannenholz lässt sich gleichermaßen gut sägen, hobeln, fräsen, bohren und schleifen. Es ist leicht gerade und lang zu spalten, wie auch zu zerspanen. Nagel- und Schraubverbindungen sind problemlos herzustellen. Ebenso bereitet die Verklebung keine Schwierigkeiten, was auch für Nasskernholz gilt.

**Oberflächenbehandlung**

Wegen seiner Harzfreiheit ist Tannenholz ein ausgesprochen guter Anstrichträger und lässt sich sowohl deckend als auch transparent mit allen handelsüblichen Lasuren, Mattierungen, Klar- und Farbwachsen oder Lacken gut behandeln. Zudem ist es hervorragend zu beizen.

**Dauerhaftigkeit (Tab. 3.3)**

Tannenholz ist gegenüber Pilzen und Insekten nicht resistent und nur wenig witterungsfest, so dass bei Verwendung im Außenbereich auf einen wirkungsvollen Schutz vorzugsweise durch baulich-konstruktive Maßnahmen einerseits, andererseits durch fachgerechte Anwendung von Holzschutzmitteln entsprechend DIN 68800-3 zu achten ist. Gegenüber Fichte wird der Tanne überall dort eine bessere Dauerhaftigkeit unterstellt, wo Holz ständiger Feuchte ausgesetzt ist.

**Verwendung als konstruktiver Baustoff**

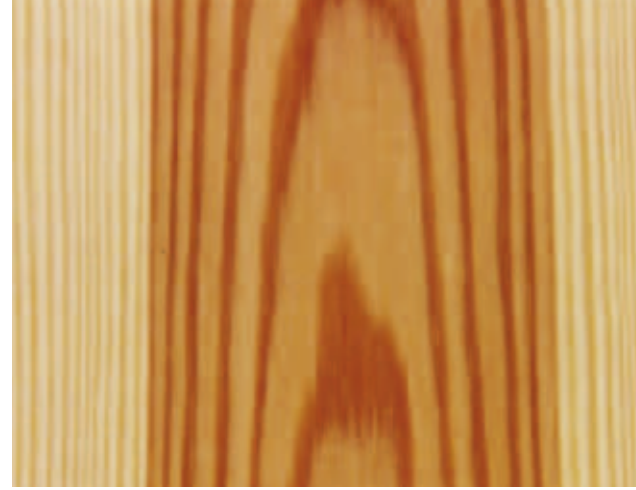
Tanne liefert wie die Fichte ein ausgezeichnetes Bau- und Konstruktionsholz. Auch lassen sich aus ihr Holzleimbaulemente (Balkenschichtholz und Brettschichtholz), wie sie der moderne Ingenieurbau anwendet, herstellen. Ihre hervorragende Eignung im Hochbau bezeugen einerseits verschiedene historische Bauwerke, wie z.B. das Freiburger Münster und die gotische Martinskirche in Landshut, deren wesentliche Tragwerke über den Kirchenschiffen aus feinjähigem Tannenholz bestehen, andererseits das Expo-Dach, spektakuläres Symbolbauwerk der Weltausstellung Hannover 2000, das auf 40 Tannen-Vollholzstützen ruht (Abb. 3.5).

Beste Eignung besitzt Tanne wegen ihrer guten Resistenz unter Wasser und ihrer besseren Imprägnierbarkeit als die Fichte für den Erd- und Wasserbau zur Herstellung von Pfählungen, Rosten, Duckdalben, Stauwehren, Schleusen und ähnlichen Konstruktionen. Nicht selten wird sie hier der Fichte vorgezogen. Legendär ist das so genannte „Holländerholz“, als von Ende des 17. Jahrhunderts bis Ende des 19. Jahrhunderts Tannenholz aus dem Schwarzwald in unzähligen Flößen über Neckar und Rhein nach Holland transportiert wurde, wo es vornehmlich im Schiffbau und als Ramppfähle eingesetzt wurde. Das historische Amsterdam ruht im Wesentlichen auf Pfahlgründungen aus Eiche und Tanne. Als Bautischlerholz findet Tanne Verwendung für Türen, Fenster sowie Decken- und Wandbekleidungen, astfreie Ware auch als Schiffs-Riemenböden.

**Abbildung 3.5:**

Tannen-Vollholzstützen des Expo-Dachs in Hannover





### 3.1.3 Kiefer (*Pinus sylvestris*)

#### Holzbild

Als Kernholzbaum besitzt Kiefer ein vom Splintholz farblich deutlich unterscheidbares Kernholz. Der in Abhängigkeit vom Baumalter und vom Standort schmale bis breite Splint (Breite 2 bis 10 cm; gewöhnlich 3 bis 6 cm) ist überwiegend gelblich weiß, mitunter rötlich weiß gefärbt. Das Kernholz weist frisch eine rötlich gelbe Farbe auf, dunkelt unter Lichteinfluss rasch zu einem intensiv rötlich braunen bis rotbraunen Alterston nach. Die Jahrringe sind infolge eines ausgeprägten Farbunterschiedes zwischen Früh- und Spätholz deutlich voneinander abgesetzt. Sie messen im Mittel 3 mm, können aber je nach Standortbedingungen extrem eng (kaum millimeterbreit) bzw. weit (knapp zentimeterbreit) sein. Das gegenüber dem hellen Frühholz merklich dunklere, rötliche bis rotbraune Spätholz ist vielfach auch innerhalb der Jahrringe relativ scharf abgesetzt. Der Frühholz-Spätholz-Kontrast bewirkt auf den Längsflächen markante Fladern (Tangentialschnitt) bzw. Streifen (Radialschnitt). Kiefer besitzt zahlreiche Harzkanäle, die deutlich größer als bei Fichte, Lärche und Douglasie sind und auf saubereren Hirnflächen bereits mit bloßem Auge erkennbar sind.

#### Abbildung 3.7:

Achterbahn „Mammut“ in Tripsdrill. Erbaut aus kesseldruck-imprägnierten Kiefernholz.



#### Eigenschaften

Physikalische und mechanisch-technologische Eigenschaften (Tab. 3.1 und 3.2)

Bei einer mittleren Rohdichte von  $\rho_N = 0,52 \text{ g/cm}^3$  hat das Holz der Kiefer gute Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften, wie auch gute Bruchschlagfestigkeit. Für fehlerfreie Kleinproben liegen die jeweiligen Kennwerte um 10 bis 25 % über denen der Fichte, jedoch ist der Streubereich der Werte größer als bei dieser. Daher bedarf Kiefer einer besonderen zielgerichteten Sortierung.

#### Chemische Eigenschaften

Das Kiefernholz hat einen relativ hohen Extraktstoffgehalt, ist aber dennoch chemisch wenig reaktiv. Eisenmetalle werden nicht korrodiert, verursachen aber in Verbindung mit Feuchte eine schwache graue Holzverfärbung. Das Holz der Kiefer ist sehr widerstandsfähig gegen Chemikalien und vor allem unempfindlich gegenüber aggressiven Medien.

#### Verarbeitbarkeit/Bearbeitbarkeit

Mit allen handwerklichen und maschinellen Werkzeugen ist das Kiefernholz gleichermaßen leicht zu bearbeiten: Gut zu schneiden, glatt zu hobeln, sauber zu profilieren und zu bohren, sowie leicht zu spalten. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass bei harzreichem Holz die Werkzeuge und Maschinen stärker verschmieren. Nägel und Schrauben lassen sich problemlos einbringen. Ebenso bereiten Klebungen allgemein keine Schwierigkeiten. Nur bei sehr harzreichem Holz ist die Klebfestigkeit ungenügend.

#### Oberflächenbehandlung

Wie das Holz der Fichte ist das der Kiefer ein williger Anstrichträger: Gut zu lasieren, zu lackieren, zu wachsen wie auch zu beizen und zu mattieren. Störend auf die Oberflächenbehandlung wirkt sich allerdings ein hoher Harzgehalt aus, so dass sehr harzreiche Hölzer aussortiert werden sollten. Für das Beizen empfiehlt sich oft ein vorheriges Entharzen. Ein solches ist zudem angebracht für Hölzer, die einer stärkeren Wärmeeinwirkung ausgesetzt werden.



**Abbildung 3.6:**

Längsschnitt Kiefernholz

Dauerhaftigkeit (Tab. 3.3)

Der Witterung ausgesetzt und eine rasche Austrocknung gewährleistet, ist das Kernholz der Kiefer von guter natürlicher Dauerhaftigkeit. In den Gebrauchsklassen 1 und 2 kann es ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz eingesetzt werden, für nicht tragende Holzbauteile, wie z.B. Fenster, ebenso in Gebrauchsklasse 3. Splintholz ist sowohl stark pilzanfällig (Dauerhaftigkeitsklasse 5) als auch insektenanfällig. Bei Verwendung im Außenbereich ist daher auf einen wirkungsvollen Schutz vorzugsweise durch baulich-konstruktive Maßnahmen einerseits, andererseits durch fachgerechte Anwendung von Holzschutzmitteln entsprechend DIN 68800-3 zu achten ist.

Feuchtes Splintholz ist sowohl als lagerndes Stamm- und Schnittholz, als auch im verbauten Zustand stark bläuegefährdet. Da Bläuepilze nicht holzerstörend sind und somit die Festigkeit des Holzes nicht herabsetzen, ist bei Bauschnitthölzern in allen Sortierklassen bzw. Festigkeitsklassen Bläue in unbegrenztem Umfang zulässig.

**Verwendung als konstruktiver Baustoff**

Als wichtigstes einheimisches Nadelholz nach der Fichte findet Kiefer aufgrund ihrer guten Festigkeitseigenschaften und ihrer guten Dauerhaftigkeit einerseits und ihres dekorativen Aussehens andererseits gleichermaßen als Konstruktions- und Ausstattungsholz vielfältig Verwendung. Der Dauerhaftigkeitsklasse 3 bis 4 zugeordnet bedarf Kiefer in den Anwendungsbereichen der Gebrauchsklasse 1 und 2 keinen vorbeugenden chemischen Holzschutz.

Besondere Bedeutung kommt der Kiefer als Bau- und Konstruktionsholz im Hoch- Tief- und Wasserbau zu, eingesetzt als Vollholz, keilgezinktes Vollholz, Balkenschichtholz und Brettschichtholz. Im Außenbereich lässt sie sich unter anderem vorteilhaft im Brückenbau, für Lärmschutzwände sowie Spielanlagen und -geräte verwenden. In der Garten-, Park- und Landschaftsgestaltung bietet sie sich als Bodenbelag von Terrassen und Wegen in Form von Decks, Rosten und Pergolen an. Im Haus- und Wohnungsbau lässt sich Kiefer im Außenbereich vielseitig für Haustüren, Garagentore, Fenster, Rahmenkonstruktionen, Balkone und andere Vorbauten bis hin zu flächendeckenden Fassadenelementen einsetzen. Für den Innenbereich liefert Kiefer wiederum ein wertvolles tragfestes Holz für Dachtragwerke, Wand- und Deckenkonstruktionen. Als Bautischlerholz dient sie insbesondere der Herstellung von Treppen und Fußböden.

**Abbildung 3.8:**

Werkshalle aus Konstruktionsvollholz und Brettschichtholz aus Kiefer



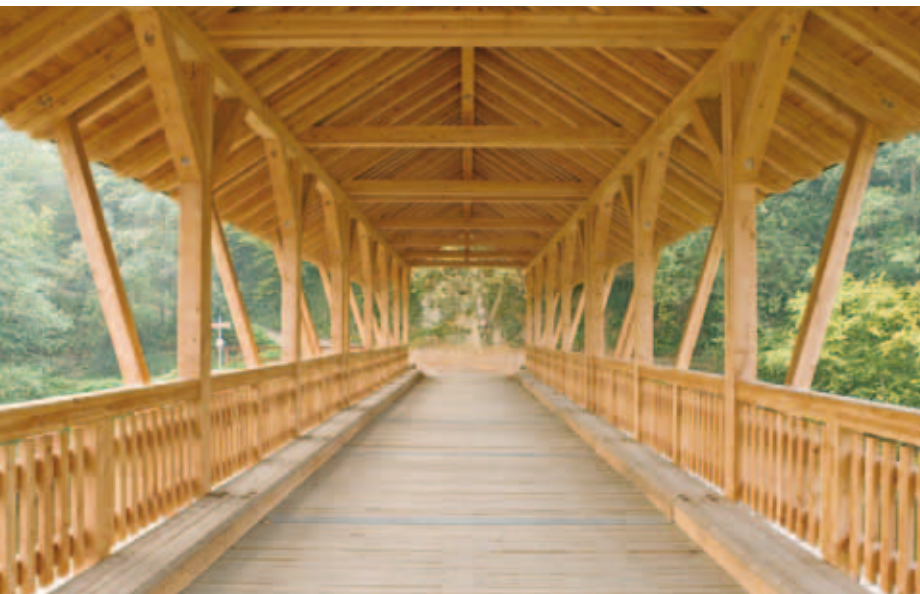
### 3.1.4 Lärche (*Larix decidua*)

#### Holzbild

Die zu den Kernholzbäumen gehörende Lärche hat einen auffälligen Farbunterschied zwischen Splint- und Kernholz. Der Splint ist von hellgelblicher bis rötlich gelber Farbe. Das Kernholz weist frisch eine leuchtend rote bis rötlich braune Farbe auf. Unter Lichteinfluss dunkelt es zu einem intensiven rotbraunen bis dunkelrotbraunen Farbton nach. Da die Lärche bereits sehr früh verkernt, besitzt sie zumeist einen ausgesprochen schmalen Splint, der vielfach kaum über 2 cm misst, bei älteren Bäumen aus Hochlagen oft unter 1 cm breit ist. Als arttypisches Merkmal weist Lärchenholz zahlreiche kleine, bis bleistiftstarke schwarze Äste auf. Sie rühren von Zwischenquirllästchen des Stammes her, die als lange, so genannte "Nageläste" in das Holz einwachsen. Das gegenüber dem hellfarbigen Frühholz wesentlich dunklere bis tiefbraune Spätholz ist sowohl an der Jahringgrenze als auch innerhalb der Jahrringe – und somit beidseitig – scharf vom Frühholz abgesetzt. Der innerhalb der Jahrringe abrupte Übergang vom Früh- zum Spätholz stellt ein weiteres kennzeichnendes Merkmal des Lärchenholzes dar. Der ausgeprägte Farbunterschied zwischen Früh- und Spätholz bewirkt auf den Längsflächen eine ausdrucksvolle Fladerung (Tangentialschnitt) bzw. Streifung (Radialschnitt). Mit kleinen Harzkanälen, die auf sauber geglätteten Hirnflächen im Spätholz als kleine helle Punkte erkennbar werden.

#### Abbildung 3.10:

Brücke Mayschoß, Dachtragwerk aus Lärchenholz



#### Eigenschaften

Physikalische und mechanisch-technologische Eigenschaften (Tab. 3.1 und 3.2)

Mit einer mittleren Rohdichte von  $\rho_N = 0,60 \text{ g/cm}^3$  ist das Holz der Lärche das schwerste und zugleich auch das härteste einheimische Nadelholz, wenn von der unter Naturschutz stehenden Eibe abgesehen wird. Der vergleichsweise hohen Rohdichte entsprechend hat es gute Festigkeitswerte, die für fehlerfreie Kleinproben wiederum über den Kennwerten der anderen Nadelhölzer liegen. Dazu ist Lärchenholz von hoher Elastizität und großer Zähigkeit.

#### Chemische Eigenschaften

Lärchenholz ist mit einem mittleren Extraktstoffgehalt teilweise chemisch reaktiv. Eisenmetalle werden zwar nur schwach korrodiert, verursachen aber in Verbindung mit Feuchte infolge einer Reaktion mit den im Lärchenholz enthaltenen Gerbstoffen graue bis blauschwarze Holzverfärbungen. Insbesondere in der Außenverwendung kommt es zuweilen auf den Oberflächen zu derartigen störenden Reaktionen in Form punktueller Verfärbungen. Wird Lärche unter Wasser verwendet, wie z.B. als Roste unter Wasser in Schwimmbädern, so treten stark wassererfärbende Kernstoffe aus. Das Holz der Lärche ist in hohem Maße beständig gegen Alkalien, insbesondere aber gegen Säuren und ebenso äußerst resistent gegenüber aggressiven Medien.

#### Verarbeitbarkeit/Bearbeitbarkeit

Außer bei Grobringigkeit, Grobastigkeit und stärkerem Drehwuchs ist Lärchenholz mit allen handwerklichen und maschinellen Werkzeugen gleichermaßen gut zu bearbeiten. Der relativ hohe Harzgehalt führt allerdings leicht zum Verschmieren der Werkzeuge und Maschinen. Insbesondere beim Sägen kann das Harz ein Heißwerden und Verlaufen der Sägeblätter verursachen. Ansonsten ist es sauber zu hobeln, zu profilieren, zu bohren sowie leicht zu spalten. Nagel- und Schraubverbindungen sind ohne nennenswerte Schwierigkeiten zu bewerkstelligen. Bei

**Abbildung 3.9:**

Längsschnitt Lärchenholz

starken Nägeln und Schrauben ist ein Vorbohren empfehlenswert, um ein Aufplatzen zu vermeiden. Ebenso bereiten Klebungen allgemein keine Schwierigkeiten.

**Oberflächenbehandlung**

Der Oberflächenbehandlung der Kiefer sehr ähnlich lässt sich Lärchenholz insgesamt gut lackieren, lasieren, mattieren und wachsen, aber schwierig beizen. Allerdings können Harzgallen und stark verkernte Äste Schwierigkeiten bei der Filmbildung von Lacken hervorrufen, wie auch bei Polyestern die Filmausbildung teilweise gestört sein kann. Für sehr harzige Hölzer empfiehlt sich ein Aussortieren oder eine Vorbehandlung mit harzlösenden Mitteln. Desgleichen sollte dem Beizen ein Entharzen vorgeschaltet werden.

**Dauerhaftigkeit (Tab. 3.3)**

Bezüglich seiner natürlichen Dauerhaftigkeit bzw. Witterungsfestigkeit ist das Kernholz der Lärche allen anderen einheimischen Nadelhölzern überlegen. Ohne Erdkontakt der Dauerhaftigkeitsklasse 2-3 zugeordnet, ist Lärchenkernholz in den Gebrauchsklassen 1 und 2 ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz einsetzbar. Ist eine rasche Austrocknung gewährleistet, lässt es sich für nicht tragende Holzbauteile ebenso in Gebrauchsklasse 3 ohne chemische Maßnahmen verwenden. Unter Wasser ist Lärche von sehr langer Haltbarkeit und diesbezüglich dem Eichenholz durchaus vergleichbar. Sehr resistent ist das Kernholz auch gegen holzerstörende Insekten. Das Splintholz ist wie bei allen Nadelhölzern sowohl stark pilzanfällig (Dauerhaftigkeitsklasse 5) als auch insektenanfällig.

**Verwendung als konstruktiver Baustoff**

Aufgrund seiner guten Festigkeitseigenschaften und seiner guten Dauerhaftigkeit einerseits, sowie seines dekorativen Aussehens andererseits, ist Lärchenholz gleichermaßen als Konstruktions- und Ausstattungsholz sehr vielseitig verwendbar. Als Bau- und Konstruktionsholz bietet sich die Lärche vor allem für hochbeanspruchte Konstruktionen an, im Außenbereich für den Erd-, Brücken- und Wasserbau, im Innenbereich für Dachtragwerke, Wand- und Deckenkonstruktionen. Im Haus- und Wohnungsbau lässt sich Lärche im Außenbereich vorteilhaft für Haustüren, Garagentore, Fenster, Fassadenelemente, Rahmenkonstruktionen, Brüstungen sowie für flächenbildende Bekleidungen von Wänden, Balkonen, Dachüberständen und Giebeln verwenden. Darüber hinaus gehört Lärche zu den bevorzugten Holzarten für die Herstellung von Dachschildeln. Im Innenbereich findet sie als Bautischlerholz bzw. dekoratives Ausbau- und Ausstattungsholz Verwendung unter anderem für Treppen, Parkett- und Dielenböden. Zu den speziellen Verwendungsbereichen des Lärchenholzes gehört der Bau von Silos und Stallungen sowie von Kühltürmen.

Des Weiteren findet es Verwendung für Kinderspielanlagen und -geräte, Lärmschutzwände, Eisenbahnschwellen und Ramppfähle. In der Garten-, Park- und Landschaftsgestaltung wird Lärche für die bereits bei Kiefer aufgeführten Zwecke eingesetzt.

**Abbildung 3.11:**

Konstruktion aus verleimten Lärchenholzlammellen. Kaufhaus „Peek & Cloppenburg“ in Köln.





### 3.1.5 Douglasie (Pseudotsuga menziesii)



**Abbildung 3.13:**  
Lörmecketurm bei Warstein

#### Holzbild

Zu den Kernhölzern gehörend hat die Douglasie einen deutlichen Farbunterschied zwischen Splint- und Kernholz. Das Splintholz ist gelblich bis rötlich weiß gefärbt. Das Kernholz ist frisch von gelblich brauner bis rötlich gelber Farbe. Unter Lichteinfluss dunkelt es stark zu einem Braunrot bis Dunkelrot nach.

Einheimisches Douglasienholz zeichnet sich allgemein durch relativ breite, häufig zwischen 5 und 10 mm weite Jahrringe mit teilweise sehr ausgeprägten Spätholzzonen aus. Die Jahrringe sind deutlich voneinander abgesetzt. Innerhalb der Jahrringe sind wiederum das hellfarbige Frühholz und das wesentlich dunklere, rotbraune Spätholz zumeist scharf voneinander abgesetzt, d.h. der Frühholz-Spätholz-Übergang ist schroff. Infolge des ausgeprägten Farbunterschieds zwischen Frühholz und Spätholz sind die Längsflächen markant gefladert (Tangentialschnitt) bzw. gestreift (Radialschnitt). Mit kleinen Harzkanälen, die auf sauber geglätteten Hirnflächen im Spätholz als feine helle Punkte hervortreten.

#### Eigenschaften

Physikalische und mechanisch-technologische Eigenschaften (Tab. 3.1 und 3.2)

Für fehlerfreie Kleinproben entsprechen die Elastizitäts- und Festigkeitswerten, denen der schwereren Lärche, jedoch bei einer geringeren mittleren Rohdichte von  $\rho_N = 0,51\text{g/cm}^3$ . Ferner hat das Douglasienholz eine hohe Bruchschlagfestigkeit und damit gute dynamische Festigkeitseigenschaften.

#### Chemische Eigenschaften

Durch einen höheren Extraktstoffgehalt besteht eine ausgeprägte korrodierende Wirkung gegenüber Eisenmetallen. Umgekehrt verursachen Eisenmetalle in Verbindung mit Feuchtigkeit blaugraue Verfärbungen. Das Holz der Douglasie ist ziemlich beständig gegen schwache Säuren (außer Essigsäure) und Alkalien. Es ist unempfindlich gegenüber aggressiven Medien.

#### Verarbeitbarkeit/Bearbeitbarkeit

Grundsätzlich mit allen handwerklichen und maschinellen Werkzeugen gut zu bearbeiten, ist die Bearbeitbarkeit jedoch bei sehr weitringigem, grobästigem, schwarzästigem oder sehr harzhaltigem Holz deutlich erschwert. Generell sollten hartmetallbestückte und gut geschärfte Werkzeuge eingesetzt werden. Dem Einbringen von Nägeln und Schrauben setzt Douglasie einen erheblichen Widerstand entgegen; dünnes Holz platzt leicht auf. Daher sollten sowohl Nagel-, als auch Schraubenlöcher vorgebohrt werden. Weniger problematisch ist das Nageln mit Nagelgeräten. Klebeverbindungen sind unproblematisch.

#### Oberflächenbehandlung

Farben, Lacke und Lasuren werden gleichermaßen gut angenommen. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass austretendes, leichtflüssiges Harz zu Schwierigkeiten führen kann, so dass sich gegebenenfalls ein Entharzen empfiehlt. Sehr harzhaltige Hölzer sollten aussortiert werden.

**Abbildung 3.12:**

Längsschnitt Douglasieholz

**Dauerhaftigkeit (Tab. 3.3)**

Der Witterung ausgesetzt und eine rasche Austrocknung gewährleistet, ist das Kernholz der Douglasie von guter natürlicher Dauerhaftigkeit. Bei Verwendung ohne Erdkontakt der Dauerhaftigkeitsklasse 3 zugeordnet, ist es in den Gebrauchsklassen 1 und 2 ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz einsetzbar. Für nicht tragende Holzbauteile kann es ebenso in Gebrauchsklasse 3 ohne chemische Maßnahmen eingesetzt werden, sofern eine nachhaltige Durchfeuchtung ausgeschlossen werden kann. Das Splintholz ist sowohl stark pilzanfällig (Dauerhaftigkeitsklasse 5) als auch insektenanfällig. Bei Verwendung im Außenbereich ist deshalb neben baulich-konstruktiven Maßnahmen für einen ausreichenden chemischen Holzschutz entsprechend DIN 68800-3 zu sorgen.

**Verwendung als konstruktiver Baustoff**

Ebenso wie Kiefer und Lärche ist Douglasie eine gleichermaßen als Konstruktions- und Ausstattungsholz vielseitig einsetzbare Holzart. Insbesondere aber liefert sie ein sehr wertvolles dauerhaftes und tragfestes Bau- und Konstruktionsholz für den Hoch-, Tief- und Wasserbau.

Im Hoch- und Tiefbau entsprechen die Verwendungsbereiche denen von Kiefer und Lärche. Zu den speziellen Einsatzbereichen im Außenbereich gehören Brücken, Türme, Fachwerkbauten und Lärmschutzwände. Im Haus- und Wohnungsbau findet Douglasie innen Verwendung für Dachtragwerke, Wand- und Deckenkonstruktionen, außen unter anderem für Rahmenkonstruktionen, Dachüberstände, Balkone und andere Vorbauten, Haustüren, Garagentore, Fenster wie auch für flächendeckende Fassadenelemente. Als Bautischlerholz dient Douglasie der Fertigung von Treppenstufen und -wangen sowie für Fußböden.

**Abbildung 3.14:**

Brücke Mayschoß, Tragkonstruktion aus Douglasie-Rundholzstämmen

Tabelle 3.1:

Rohdichten, Schwindmaße, Wärmeleitzahlen, Steifigkeits- und Festigkeitswerte für Bauhölzer

Holzarten	Kurzzeichen		mittlere Rohdichte $\rho_N$ (g/cm <sup>3</sup> )	differentielles Schwindmaß in % je 1% Feuchteänderung; Rechenwert radial ( $q_r$ )	differentielles Schwindmaß in % je 1% Feuchteänderung; Rechenwert tangential ( $q_t$ )	differentielles Schwindmaß in % je 1% Feuchteänderung; Rechenwert Mittelwert quer zur Faser ( $q_{\perp}$ )	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ (W/mK); Rechenwert	elastische Eigenschaftswerte und Festigkeitswerte ermittelt an fehlerfreien Kleinproben (nach DIN 68364)				
	nach DIN 4076	nach DIN 14081						Elastizitätsmodul parallel	Biegung parallel	Zug parallel	Druck parallel	
<b>Nadelhölzer</b>												
<b>Douglasie</b> ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> )	DG	PSMN	0,51	0,16	0,32	0,24	0,13	13.000	100	105	54	
<b>Fichte</b> ( <i>Picea abies</i> )	FI	PCAB	0,46	0,16	0,32	0,24	0,13	11.000	80	95	45	
<b>Kiefer</b> ( <i>Pinus sylvestris</i> )	KI	PNSY	0,52	0,16	0,32	0,24	0,13	11.000	85	100	47	
<b>Lärche</b> ( <i>Larix decidua</i> )	LA	LADC	0,60	0,16	0,32	0,24	0,13	13.800	99	107	55	
<b>Tanne</b> ( <i>Abies alba</i> )	TA	ABAL	0,46	0,16	0,32	0,24	0,13	11.000	80	95	45	
<b>Laubhölzer</b>												
<b>Buche</b> ( <i>Fagus sylvatica</i> )	BU	FASY	0,71	0,20	0,40	0,30	0,2	14.000	120	135	60	
<b>Edelkastanie</b> ( <i>Castanea sativa</i> )	EDE	CTST	0,57-0,66	0,16	0,32	0,24	0,2	9.000	80	135	49	
<b>Eiche</b> ( <i>Quercus petraea</i> , <i>Q. robur</i> )	EI	QCXE	0,71	0,16	0,32	0,24	0,2	13.000	95	110	52	
<b>Esche</b> ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	ES	FXEX	0,70	0,16	0,32	0,24	0,2	13.000	105	130	50	
<b>Robinie</b> ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	ROB	ROPS	0,74	0,18	0,36	0,27	0,2	13.600	150	148	73	

Tabelle 3.2:

Rechenwerte für charakteristische Steifigkeits- und Festigkeitswerte für Nadel- und Laubhölzer nach DIN 1052:2008-12

Festigkeitsklasse (nach DIN 1052: 2008-12) Sortierklassen (nach DIN 4074-1, 4074-5)	Nadelhölzer (FI, TA, KI, LÄ, DG)				Laubhölzer (EI, BU) <sup>1)</sup>		
	C16 (S7/C16M)	C24 (S10/C24M)	C30 (S13/C30M)	C35 (C35M)	D30 (LS10 [EI])	D35 (LS10 [BU])	D40 (LS10 [BU])
<b>Steifigkeits- und Festigkeitswerte in N/mm<sup>2</sup></b>							
<b>Elastizitätsmodul</b> parallel	8000	11 000	12 000	13 000	11 500	14 000	16 000
<b>Biegung</b> parallel	16	24	30	35	30	35	40
<b>Zug</b> parallel	10	14	18	21	18	21	24
<b>Druck</b> parallel	17	21	23	25	23	25	26

1) Für Edelkastanie, Esche und Robinie liegen bislang keine Bemessungswerte vor. Diese müssen daher bis auf weiteres jeweils über eine Zustimmung im Einzelfall festgelegt werden.

**Tabelle 3.3:**

Natürliche Dauerhaftigkeit von Bauhölzern. Angaben in den Spalten 2 bis 5 nach DIN EN 350-2. Holzarten mit hiervon auf Grund neuerer Untersuchungen [3.3] abweichender Einstufung sind mit \* gekennzeichnet. In Spalte 3 erfolgt eine gesonderte Einstufung nur, soweit Ergebnisse aus [3.3] vorliegen.

Holzarten	Dauerhaftigkeitsklassen des Farbkernholzes gegen Pilzbefall <sup>1)</sup>		Dauerhaftigkeitsklassen gegen Insekten		ohne Holzschutzmittel anwendbar in Gebrauchsklassen	
	im Erdkontakt	ohne Erdkontakt	Hausbock	Anobien	Splintholz	Kernholz
1	2	3	4	5	6	7
<b>Nadelhölzer</b>						
<b>Douglasie</b> ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> )	3-4	3*	Splintholz anfällig	Splintholz anfällig	0 <sup>2)</sup>	0,1,2,3 <sup>3)</sup>
<b>Fichte</b> ( <i>Picea abies</i> )	4-5*	4-5*	Splint- und Kernholz anfällig	Splint- und Kernholz anfällig	0 <sup>2)</sup>	0
<b>Kiefer</b> ( <i>Pinus sylvestris</i> )	3-4	3*	Splintholz anfällig	Splintholz anfällig	0 <sup>2)</sup>	0,1,2,3 <sup>3)</sup>
<b>Lärche</b> ( <i>Larix decidua</i> )	3*	2-3*	Splintholz anfällig	Splintholz anfällig	0 <sup>2)</sup>	0,1,2,3 <sup>3)</sup>
<b>Tanne</b> ( <i>Abies alba</i> )	5*	5*	Splint- und Kernholz anfällig	Splint- und Kernholz anfällig	0 <sup>2)</sup>	0
<b>Laubhölzer</b>						
<b>Buche</b> ( <i>Fagus sylvatica</i> )	5	5	nicht anfällig	Splint- und Kernholz anfällig	0 <sup>2)</sup>	0
<b>Edelkastanie</b> ( <i>Castanea sativa</i> )	2	mindestens 2	nicht anfällig	Splintholz anfällig	0 <sup>2)</sup>	0,1,2,3
<b>Eiche</b> ( <i>Quercus petraea</i> , <i>Q. robur</i> )	3-4	3*	nicht anfällig	Splintholz anfällig	0 <sup>2)</sup>	0,1,2,3 <sup>3)</sup>
<b>Esche</b> ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	5	5	nicht anfällig	Splint- und Kernholz anfällig	0 <sup>2)</sup>	0
<b>Robinie</b> ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	1-2	mindestens 1-2	nicht anfällig	Splintholz anfällig	0 <sup>2)</sup>	0,1,2,3

<sup>1)</sup> Dauerhaftigkeitsklassen:

- Dauerhaftigkeitsklasse 1 = sehr dauerhaft
- Dauerhaftigkeitsklasse 2 = dauerhaft
- Dauerhaftigkeitsklasse 3 = mäßig dauerhaft
- Dauerhaftigkeitsklasse 4 = wenig dauerhaft
- Dauerhaftigkeitsklasse 5 = nicht dauerhaft

Fichte, Tanne und Buche besitzen kein, Esche im Allgemeinen kein deutlich unterscheidbares Farbkernholz; die Angaben beziehen sich daher auf das Holz insgesamt, so dass für die Einstufung die Werte für das Splintholz maßgebend sind. Das Splintholz aller Holzarten ist in Dauerhaftigkeitsklasse 5 einzustufen, ausgenommen Fichtensplintholz mit der Einstufung 4-5.

<sup>2)</sup> Bei trockenem, unter Dach eingebautem Holz ist die Wahrscheinlichkeit eines Insektenbefalls kaum gegeben, sodass bei mindestens dreiseitig zum Raum offene eingebautem Holz auf eine chemische Behandlung verzichtet werden kann (siehe Kapitel 5.4).

<sup>3)</sup> Für nicht tragende maßhaltige Holzbauteile auch in Gebrauchsklasse 3, wie z.B. Fenster, einsetzbar.



## 3.2 \_ Laubhölzer

### 3.2.1 Buche (*Fagus sylvatica*)

#### Holzbild

Die Buche (= Rotbuche) gehört wie die Esche zu den so genannten Kernholzbäumen mit unregelmäßiger Farbkernbildung (= Falschkernbildung) bzw. Bäumen mit fakultativer Farbkernbildung. Splint und Kernholz sind somit teils von einheitlicher blass gelblicher bis rötlich weißer Farbe, teils ist ein in Intensität der Färbung, Form und Ausmaß unregelmäßiger, auf der Hirnfläche mehrzoniger oder wolkig abgestufter rotbrauner Farbkern, der so genannte Rotkern der Buche, ausgebildet. Der Splint bzw. die farbkernfreien Zonen sind allgemein sehr breit, da die Rotkernbildung zumeist erst im höheren Baumalter ab etwa 80 Jahren einsetzt. Es handelt sich dabei um einen rein physiologischen Vorgang und eine normale Alterserscheinung. Insbesondere nimmt im Baumalter von 100 bis 130 Jahren das Auftreten des Rotkernes sprunghaft zu. Buchenholz wird sowohl als Stammholz als auch als Schnittholz häufig gedämpft, wodurch das hellfarbige farbkernfreie Holz eine gleichmäßig rötliche bis rötlich braune Farbe annimmt.

Die Buche gehört zu den zerstreutporigen Holzarten, d.h. ihre Gefäße sind weitgehend gleichmäßig über den Jahrring verteilt. Dass dennoch die Jahrringe auf den Hirnflächen deutlich voneinander abgesetzt erscheinen, erklärt sich aus einem porenärmeren, dunkler gefärbten letzten Spätholzband.

Die Gefäße sind recht fein und deshalb ohne Lupenvergrößerung kaum erkennbar. Entsprechend weist Buche eine vergleichsweise dichte Oberfläche ohne Porenrillen (= „Nadelrisse“) auf. Besonders charakteristisch sind die zahlreichen breiten bis sehr breiten Holzstrahlen, die tangential als mehrere Millimeter hohe rötliche Spindeln und radial als auffällige Spiegel das Holzbild beeinflussen. Buchenholz ist insgesamt ziemlich schlicht in seiner Struktur und zeigt lediglich auf der Tangentialfläche eine schwache Zeichnung in Form einer leichten Fladerung.

#### Eigenschaften

Physikalische und mechanisch-technologische Eigenschaften (Tab. 3.1 und 3.2)

Mit einer dem Eichenholz entsprechenden mittleren Rohdichte von  $\rho_N = 0,71 \text{ g/cm}^3$  gehört das Holz der Buche zu den schweren einheimischen Nutzhölzern und ist dabei von großer Härte. Die hohen Elastizitäts- und Festigkeitswerte liegen für fehlerfreie Kleinproben noch über denen der Eiche. Ferner besitzt das Buchenholz eine sehr hohe Abriebfestigkeit. Buche schwindet stark und hat nach der Trocknung nur ein geringes Stehvermögen.

Hinsichtlich der mechanisch technologischen Eigenschaften bestehen zwischen „normalem“ hellfarbigem und rotkernigem Buchenholz keine verwendungstechnisch relevanten Unterschiede. Der Rotkern bringt somit keinerlei technologischen Nachteile mit sich. Stark negativ wirkt er sich dagegen auf die Tränkbarkeit aus.



**Abbildung 3.16:**

340mm hoher Brettschicht-  
holzträger aus Buche



**Abbildung 3.15:**

Längsschnitt Buchenholz

**Chemische Eigenschaften**

Buchenholz ist ohne nennenswerten Extraktstoffgehalt chemisch kaum reaktiv. Eisenmetalle werden nicht korrodiert, verursachen allerdings umgekehrt in Verbindung mit Feuchtigkeit eine schwachgraue Verfärbung des Holzes.

**Verarbeitbarkeit/Bearbeitbarkeit**

Sehr homogen in seiner Struktur ist Buchenholz trotz seiner hohen Rohdichte und großen Härte mit allen handwerklichen und maschinellen Werkzeugen leicht und sauber zu bearbeiten: Gleichermaßen gut zu sägen, zu hobeln, zu fräsen, zu schleifen, zu bohren wie auch zu spalten. Gedämpft ist es ausgezeichnet zu biegen und diesbezüglich mit Esche allen anderen einheimischen Hölzern überlegen. Verbindungen mit Nägeln und Schrauben sind allgemein ohne Schwierigkeiten herzustellen, ein Vorbohren nur selten erforderlich. Ebenso lässt sich Buche problemlos kleben.

**Oberflächenbehandlung**

Die Oberfläche ist mit allen handelsüblichen Produkten ohne Schwierigkeiten zu behandeln. Zudem lässt es sich gut beizen bzw. einfärben.

**Dauerhaftigkeit (Tab. 3.3)**

Buchenholz ist sehr stark pilzanfällig und sowohl im Erdkontakt als auch ohne Erdkontakt der Dauerhaftigkeitsklasse 5 zugeordnet. Zudem ist es insektenanfällig, insbesondere durch Nagekäfer wie den Gemeinen Nagekäfer und Gekämmten Nagekäfer. Ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz darf es lediglich in der Gebrauchsklasse 0 verwendet werden.

**Verwendung als konstruktiver Baustoff**

Mit rund 250 bekannten Verwendungsbereichen ist Buche in den zurückliegenden Jahrzehnten zur am vielfältigsten verwendeten Holzart unter den einheimischen Nutzhölzern geworden. Im Außenbereich ist sie jedoch als Bau- und Konstruktions-

**Abbildung 3.17:**

Buchen-BSH als Deckenbalken

holz als Massivholz wegen ihres ungünstigen Stehvermögens und ihrer sehr geringen natürlichen Dauerhaftigkeit kaum einsetzbar. Hier besitzt sie lediglich als mit Steinkohlenteeröl kesseldruckimprägnierte Eisenbahnschwellen Bedeutung. Thermoholz (so genannte „Thermobuche“) mit stark verbesserter Pilzresistenz und Dimensionsstabilität wird für Decks, Roste und Fassadenverkleidungen eingesetzt.

Für den Innenbereich – trockene Bedingungen vorausgesetzt - liefert die Buche dagegen sowohl als Vollholz als auch in Form geklebter Produkte, wie z.B. Duo- und Triobalken®, Furnier- und Brett-schichtholz, ein sehr gutes Konstruktionsholz für mittlere bis sehr hohe Beanspruchungen. Seit langem gehört Buche im Innenausbau aufgrund ihrer großen Härte und Abriebfestigkeit zu den gebräuchlichsten Holzarten im Treppenbau, wie sie auch ein ausgezeichnetes Holz für Parkett- und Holzplasterböden liefert.



### 3.2.2 Eiche (*Quercus robur*, *Quercus petraea*)

Mit der Stiel- oder Sommerliche (*Quercus robur*) und der Trauben- oder Winterliche (*Quercus petraea*) sind botanisch zwei einheimische Eichenarten zu unterscheiden. Da ihr Holz weitestgehend die gleichen Eigenschaften aufweist, wird allgemein ohne Unterscheidung der Art von Eiche bzw. Eichenholz gesprochen. Auch ist eine sichere Unterscheidung der beiden Eichenhölzer selbst mikroskopisch nicht möglich.

#### Holzbild

Als Kernholzbaum bzw. Baum mit regelmäßiger Farbkernbildung besitzt Eiche einen vom Splintholz farblich deutlich abgesetzten Farbkern. Der zumeist schmale, vielfach 2,5 bis 5 cm messende Splint ist gelblich weiß bis hellgrau gefärbt. Das Kernholz weist eine hellgelbe oder honiggelbe, graugelbe bis hellbraune Farbe auf und dunkelt unter Lichteinfluss bis dunkelgelbbraun nach. Frisch gefälltes Holz besitzt auf den Schnittflächen oft einen rötlichen Farbton, der sich aber rasch wieder verliert.

Eiche gehört zu den ringporigen Laubhölzern mit entsprechend deutlich voneinander abgesetzten Jahrringen. Die groben, gut erkennbaren Frühholzgefäße bilden auf den Hirnflächen einen ein- bis mehrreihigen Porenkreis. Im Kernholz sind die Gefäße weitgehend mit Thyllen verstopft. Infolge der Ringporigkeit sind die Längsflächen prägnant gefladert (Tangentialschnitt) bzw. gestreift (Radialschnitt). Zudem erscheinen die Frühholzgefäße als deutliche Porenrillen (= „Nadelrisse“). Die Holzstrahlen treten auf den Radialflächen als markante, das Holzbild wesentlich mitbeeinflussende Spiegel auf.

#### Anmerkung:

Hinsichtlich der Qualität des Eichenholzes wird in der Praxis zwischen milder und harter Eiche unterschieden. Mildes (= feines, langsam gewachsenes) Eichenholz zeichnet sich durch eine helle,

gleichmäßige Farbe und einen hohen Anteil an schmalen Jahrringen aus. Hartes (= grobes, rasch gewachsenes) Eichenholz ist gekennzeichnet durch eine ungleichmäßigere, oft auch weniger helle Farbe und breite Jahrringe.

#### Eigenschaften

Physikalische und mechanisch-technologische Eigenschaften (Tab. 3.1 und 3.2)

Mit einer mittleren Rohdichte von  $\rho_N = 0,71 \text{ g/cm}^3$  ist Eichenholz schwer und hart. Es weist hervorragende Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften und einen hohen Abnutzwiderstand auf.

Die Festigkeitswerte sind um so günstiger, je breiter die Jahrringe sind, da bei ringporigen Laubhölzern mit zunehmender Jahrringbreite der prozentuale Anteil des dichten Spätholzes und damit die Rohdichte zunimmt. Somit ist weitringige (= grobe) Eiche tragfester als engringige (= milde Eiche).

#### Chemische Eigenschaften

Eichenholz wirkt stark korrosiv auf Eisenmetall. Dieses führt wiederum in Verbindung mit Feuchte und den im Holz enthaltenen Gerbstoffen zu intensiven blaugrauen bis schwarzen Holzverfärbungen (Eisen-Gerbstoff-Reaktion). Insbesondere in der Außenverwendung kann es mit aus der Atmosphäre stammenden Eisenmetallen zu derartigen störenden Verfärbungen kommen. Bei der Verarbeitung auftretende Flecken lassen sich dagegen weitgehend mit einer 7 %igen Kleesalzlösung entfernen. Ansonsten ist Eiche trotz des hohen Extraktstoffgehaltes chemisch nur wenig reaktiv.

#### Trocknungsverhalten

Zu berücksichtigen ist die schwierige Trocknung bei größeren Querschnitten. Deshalb sind entsprechend lange Bestellzeiten einzuplanen.

**Abbildung 3.19:**

Historische Fachwerkkonstruktion aus Eichenholz. Knochenhaueramtshaus in Hildesheim.



**Abbildung 3.18:**

Längsschnitt Eichenholz

**Verarbeitbarkeit/Bearbeitbarkeit**

In der Regel ist Eichenholz leicht und sauber mit allen Werkzeugen sowohl manuell als auch maschinell zu bearbeiten. Die Bearbeitung ist umso besser, je milder das Holz ist. Abgesehen von sehr harten Hölzern mit extrem breiten Jahrringen ist das Holz der Eiche gut zu sägen, zu profilieren und zu bohren, sauber zu hobeln und zu schleifen; ferner leicht zu spalten. Nagel- und Schraubverbindungen sind problemlos herzustellen und halten ausgesprochen gut. Dagegen lässt sich Eiche nur schwer kleben.

**Oberflächenbehandlung**

Die Oberfläche von Eichenholz lässt sich mit allen handelsüblichen Farben, Lacken und Lasuren problemlos behandeln. Darüber hinaus ist es sehr gut mattierbar und beizbar.

**Dauerhaftigkeit (Tab.3)**

Nach neueren Erkenntnissen besitzt Eichenholz allgemein weniger gute natürlicher Dauerhaftigkeit als bislang angenommen. Im Erdkontakt ist es nunmehr nicht mehr der Dauerhaftigkeitsklasse 2 sondern 3-4, ohne Erdkontakt der Dauerhaftigkeitsklasse 3 zugeordnet. In den Gebrauchsklassen 1 und 2 ist Eichenkernholz ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz einsetzbar. Im Anwendungsbereich der Gebrauchsklasse 3 ist nach zur Zeit gültiger Holzschutznorm DIN 68800-3 zwar kein chemischer Holzschutz erforderlich, sollte aber bei besonders feuchtegefährdeten Bauteilen in Erwägung gezogen werden. Unter Wasser verbaut ist Eiche von fast unbegrenzter Haltbarkeit.

**Verwendung als konstruktiver Baustoff**

Eiche erfüllt sowohl als Ausstattungsholz als auch als Bau- und Konstruktionsholz höchste Anforderungen einerseits als milde Eiche hinsichtlich Schönheit, andererseits als harte Eiche hinsichtlich Festigkeit und Härte.

Als Bau- und Konstruktionsholz ist hartes Eichenholz für alle Zwecke des Hoch-, Tief- und Wasserbaus einsetzbar, dabei auch höchste Ansprüche an die Tragfähigkeit erfüllend. Beweis für ihre extrem hohe Dauerhaftigkeit bei ständigem Wasserkontakt sind neben zahlreichen Dombauten und historischen profanen Bauwerken Städte wie Venedig und Amsterdam, die zu großen Teilen auf Pfahlgründungen aus Eichenholz ruhen.

Zu den zahlreichen Verwendungsbereichen im Außenbereich gehören unter anderem Brücken, Fachwerkbauten, Carports, Pergolen, Spielanlagen und Spielgeräte bis hin zu Decks, Rosten und Holzpflaster. Bei Balkonen, Terrassendeckbelägen, Fassadenbekleidungen und der gleichen ist zu berücksichtigen, dass verfärbende Gerbstoffe austreten können, oder es in Verbindung mit aus der Atmosphäre stammenden Eisenmetallen zu blaugrauen bis schwarzen Verfärbungen infolge einer Eisen-Gerbstoff-Reaktion kommen kann (s.o.). Als Bautischlerholz lässt sich Eiche vorteilhaft für Rahmenwerke, Tore und Türen, Fenster, Treppen, Parkett- und Riemenböden einsetzen.

**Abbildung 3.20:**

Fassade des Knochenhaueramtshaus in Hildesheim.





### 3.2.3 Esche (*Fraxinus excelsior*)

#### Holzbild

Die Esche gehört wie die Rotbuche zu den Kernholzbäumen mit unregelmäßiger (fakultativer) Farbkernbildung (= Falschkernbildung). Entsprechend sind Splint- und Kernholz teils gleichfarbig, teils farblich unterschieden. Im Splint- und Kernbereich gleichfarbiges Holz ist von heller weißlicher bis gelblicher Färbung, zuweilen mit einem schwachen ins Rötliche gehenden Ton. Farbkerniges Holz, der so genannte Braunkern der Esche, entsteht zumeist in höherem Baumalter von 60 bis 80 Jahren, seltener auch schon früher ab etwa 40 Jahren. Farbkerniges Holz ist von hellbrauner bis dunkel- oder schokoladenbrauner Färbung und infolge unterschiedlich getönter Zonen vielfach unregelmäßig streifig, fleckig oder wolkig gezeichnet.

Die Esche zählt zu den ringporigen Laubhölzern mit im Frühholz groben Gefäßen, die zu einem meist mehrreihigen, vom Spätholz sauber abgegrenzten Porenkreis angeordnet sind. Entsprechend sind die Jahrringe jeweils deutlich voneinander abgesetzt. Infolge ihrer Ringporigkeit ist Eschenholz markant strukturiert mit auf den Tangentialflächen dekorativer gefladerter bzw. „blumiger“ und auf den Radialflächen streifiger Zeichnung. Die weiten Frühholzgefäße erscheinen als Porenrillen (= „Nadelrisse“). Gehobelte Flächen weisen einen matten Glanz auf.

1) Zum Einfluss der Jahrringbreite siehe bei Eiche.

#### Eigenschaften

Physikalische und mechanisch-technologische Eigenschaften (Tab. 3.1 und 3.2)  
Esche ist schwer und hart, ihre mittlere Rohdichte von  $\rho_N = 0,70 \text{ g/cm}^3$  ist mit der der Eiche und der Buche vergleichbar. Sie besitzt ausgezeichnete Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften und Werte für fehlerfreie Kleinproben, die denen der Eiche entsprechen, diese teilweise auch übertreffen.<sup>1)</sup> Zudem weist Eschenholz hervorragende Werte für die Bruchschlagarbeit und Abriebfestigkeit auf. Sie ist außergewöhnlich zäh und wird diesbezüglich von keiner anderen einheimischen Holzart übertroffen. Festigkeitseigenschaften und Zähigkeit werden entgegen häufig vertretener Meinung in keinerlei Weise vom Braunkern negativ beeinflusst. Braunkerniges Eschenholz ist damit für mechanisch beanspruchte Teile in gleicher Weise verwendbar wie hellfarbiges.

#### Chemische Eigenschaften

Mit einem geringen Extraktstoffgehalt ist Eschenholz entsprechend chemisch wenig reaktiv. Es wirkt jedoch in Verbindung mit Feuchte auf Eisenmetalle korrosiv. Gegen schwache Laugen und insbesondere gegen Säuren besitzt es gute Widerstandskraft. Bei Raumtemperaturen ist das Holz der Esche gut resistent gegen 10 %ige Salpeter-, Salz- und Schwefelsäure wie auch unempfindlich gegenüber aggressiven Medien.

#### Verarbeitbarkeit/Bearbeitbarkeit

Das Holz der Esche ist allgemein sowohl von Hand als auch maschinell ohne nennenswerte Schwierigkeiten zu bearbeiten. Zu berücksichtigen sind allerdings Unterschiede zwischen engringigem, leichterem und weitringigem, schwerem Holz, da letzteres zum Ausreißen neigt, wie z.B. beim Hobeln. Ähnlich wie Buche ist Esche gedämpft hervorragend zu biegen. Nagel- und Schraubverbindungen sind problemlos herzustellen. Entsprechendes gilt für Klebverbindungen.

**Abbildung 3.21:**

Längsschnitt Eschenholz

**Oberflächenbehandlung**

Die Oberflächenbehandlung ist in jeder Hinsicht und mit allen handelsüblichen Produkten ohne Probleme zu bewerkstelligen. Besonders zu erwähnen ist die hervorragende Beizbarkeit der Esche.

**Dauerhaftigkeit (Tab. 3.3)**

Eschenholz ist stark pilzanfällig und entsprechend der Dauerhaftigkeitsklasse 5 zugeordnet. Ebenso anfällig ist es gegen holzerstörende Insekten (Nagekäfer, Splintholzkäfer). Lediglich in der Gebrauchsklasse 0 ist Esche ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz einsetzbar.

**Verwendung als konstruktiver Baustoff**

Im Innenausbau gehört Esche zu den regelmäßig eingesetzten Holzarten für Parkett- und Dielenböden und Treppen, wie auch für großflächige Wand- und Deckenbekleidungen. Vielfach übersehen wird, dass sie sich ebenso vorteilhaft als Konstruktionsholz einsetzen lässt und sich für diese Zwecke sowohl als Vollholz als auch Schichtholz (Balkenschichtholz, Brettschichtholz) anbietet.

Mehr oder weniger in Vergessenheit geraten ist, dass die Esche aufgrund ihrer hohen statischen und dynamischen Festigkeit in früheren Zeiten zu den bevorzugten Konstruktionshölzern für den Innenausbau von Eisenbahnwagen, Straßenbahnen, Bussen und anderen Kraftfahrzeugen zählte, wie sie auch häufig im Maschinenbau eingesetzt wurde. Der Dauerhaftigkeitsklasse 5 zugeordnet ist Esche selbst nach Imprägnierung mit einem Holzschutzmittel für den Außenbereich als Bauprodukt nicht geeignet.

**Abbildung 3.22:**

Treppe aus Eschenholz





### 3.2.4 Robinie (*Robinia pseudoacacia*)

#### Holzbild

Als Kernholzbaum weist die Robinie einen vom Splintholz scharf abgesetzten Farbkern auf. Der sehr schmale, häufig nur bis 1 cm breite Splint zählt in der Regel lediglich 3 bis 5 Jahrringe. Er ist von gelblich weißer bis hellgelber oder leicht grünlich gelber Farbe. Das Kernholz ist von recht unterschiedlicher Färbung. So ist es frisch zumeist von gelblich grüner bis grünlich brauner oder auch hellbrauner Farbe. Unter Lichteinfluss dunkelt es bis goldbraun oder unter Umständen gar schokoladenbraun nach. Gedämpft nimmt Robinie in Abhängigkeit der Dämpftemperatur und -dauer eine gleichmäßige eichenähnliche bis schokoladenbraune Farbe an, wovon für bestimmte Verwendungsbereiche, wie z.B. im Fußbodenbereich, regelmäßig Gebrauch gemacht wird.

Als ringporiges Laubholz besitzt Robinie gleich Eiche, Edelkastanie und Esche deutlich voneinander abgesetzte Jahrringe. Die groben, deutlich hervortretenden Frühholzgefäße sind zu einem meist zwei-, zuweilen auch dreireihigen Porenkreis angeordnet. Besonders erwähnenswert ist ihre extrem starke Verthyllung im Kernbereich. Die Längsflächen sind wie bei allen ringporigen Laubhölzern dekorativ gefladert (Tangentialschnitt) bzw. gestreift (Radialschnitt) sowie grob nadelrissig. Infolge der starken Verthyllung sind die Porenrillen jedoch weniger auffällig als bei anderen grob nadelrissigen Hölzern.

#### Eigenschaften

Physikalische und mechanisch-technologische Eigenschaften (Tab. 3.1 und 3.2)  
Mit einer mittleren Rohdichte von  $\rho_N = 0,74 \text{ g/cm}^3$  zählt Robinie zu den schwersten unter den einheimischen Nutzhölzern. Sie ist von großer Härte und Zähigkeit und besitzt ausgezeichneten Elastizität- und Festigkeitseigenschaften mit Werten für fehlerfreie Kleinproben, die noch deutlich über denen der Eiche liegen. Ebenso ist der Abriebwiderstand überdurchschnittlich hoch.

#### Chemische Eigenschaften

Robinienholz weist einen hohem Extraktstoffgehalt auf und wirkt in Verbindung mit Feuchte auf Eisenmetalle korrodierend. Umgekehrt führen diese zu Verfärbungen.



**Abbildung 3.23:**

Längsschnitt Robinienholz

**Verarbeitbarkeit/Bearbeitbarkeit**

Geradfaseriges Holz vorausgesetzt lässt sich Robinie trotz der hohen Rohdichte und großen Härte mit allen Werkzeugen sowohl manuell als auch maschinell ohne Schwierigkeiten bearbeiten. Nagel- und Schraubverbindungen halten gut, erfordern aber generell ein Vorbohren. Da Robinie auf Eisenmetalle korrosiv wirkt, empfiehlt sich die Verwendung rostfreier Stähle oder eine Befestigung mit Holzverbindungen. Sie ist weniger gut zu verkleben; hier stellt unter anderem die starke Verthyllung der Gefäße ein gewisses Hindernis dar.

**Oberflächenbehandlung**

Die Oberflächenbehandlung ist ohne erwähnenswerte Schwierigkeiten mit allen handelsüblichen Produkten möglich. Unter anderem ist Robinie gut zu lackieren und insbesondere bestens zu polieren.

**Dauerhaftigkeit (Tab. 3.3)**

Robinie zeigt eine ungewöhnlich hohe natürliche Dauerhaftigkeit sowohl im Erdkontakt (Dauerhaftigkeitsklasse 1 bis 2 nach EN 350-2) als auch unter Wasser verbaut. Ebenso ist sie extrem witterungsfest mit Standzeiten über zahlreiche Jahrzehnte. In den Anwendungsbereichen der Gebrauchsklassen 1, 2 und 3 ist kein vorbeugender chemischer Holzschutz erforderlich.

**Verwendung als konstruktiver Baustoff**

Robinie lässt sich äußerst vielseitig sowohl im Innenbereich als auch im Außenbereich einsetzen. Insbesondere bietet sie sich als Konstruktionsholz überall dort an, wo besonders hohe Anforderungen an die Festigkeit, Härte und/oder Dauerhaftigkeit des Holzes gestellt werden. Zu verweisen ist allerdings darauf, dass Robinie als geradwüchsiges Holz zumeist in nur geringen Längen und Durchmesser anfällt und somit die oft gewünschten größeren Dimensionen nur begrenzt zur Verfügung stehen. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass Robinie einerseits nur langsam trocknet, andererseits vor der technischen Trocknung einer ausreichenden Freiluft-Trocknung bedarf, so dass gegebenenfalls längere Bestellzeiten einzuplanen sind.

Im Erd- und Wasserbau, wie z.B. für Brücken und Stege, Hafenbau, Strom- und Kanalausbau, Ufersicherungsbau und der gleichen, ist Robinie erste Wahl unter den einheimischen Nutzhölzern. Gleichermaßen ist sie bestens geeignet für Schwellen, Roste und Decks, Balkon- und Terrassenbeläge, Lärmschutzwände, den Lawinenverbau sowie Spielanlagen und –geräte für Kinderspielplätze. Als Beispiel für die vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten im Innenbereich sei die St.-Michaeliskirche, Wahrzeichen der Stadt Hamburg, genannt. Bei der Mitte der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts abgeschlossenen Rekonstruktion des Turmdachstuhles wurde als Untergrundkonstruktion für die Kupferverblechungen Robinie verwendet. Im Ausbaubereich bietet sich ihr Holz ferner unter anderem für Türen und Tore, Fenster, Treppen und Parkett an.

**Abbildung 3.24:**

Kinderspielanlage aus Robinienholz.



### 3.2.5 Edelkastanie (*Castanea sativa*)

#### Holzbild

Die Edelkastanie liefert ein der Eiche in Farbe und Textur sehr ähnliches Holz. Sie gehört gleich dieser zu den Kernholzbäumen mit regelmäßiger Farbkernbildung bzw. zu den Bäumen mit deutlichem Farbunterschied zwischen Splint- und Kernholz. Der Splint ist von schmutzig weißer bis gelblich weißer Farbe und relativ schmal. Zumeist umfasst er lediglich 2 bis 5 Jahrringe, die einer Splintbreite von etwa 1,0 bis 1,5 cm entsprechen. Das Kernholz ist frisch gelblich braun bis hellbraun gefärbt und dunkelt bis dunkelbraun nach.

Als typisch ringporiges Laubholz besitzt Edelkastanie deutlich voneinander abgesetzte Jahrringe. Die groben, gut erkennbaren Frühholzgefäße bilden einen breiten mehrreihigen Porenkreis. Aufgrund der Ringporigkeit sind die Tangentialflächen prägnant gefladert, die Radialflächen mehr oder weniger auffällig gestreift. Zudem treten die groben Frühholzgefäße auf den Längsflächen als deutliche Porenrillen (= „Nadelrisse“) auf. Im Unterschied zur Eiche besitzt Edelkastanie ausschließlich sehr feine Holzstrahlen, wodurch sich die beiden sonst sehr ähnlichen Holzarten sicher voneinander unterscheiden lassen. Gehobelte Flächen zeigen einen feinen Glanz. Frisches Holz besitzt auf Grund des hohen, für Edelkastanie typischen Gerbstoffgehaltes einen säuerlichen Geruch, der sich jedoch mit dem Austrocknen bald verliert.

#### Eigenschaften

Physikalische und mechanisch-technologische Eigenschaften (Tab. 3.1 und 3.2)  
Mit mittleren Rohdichtewerten ( $\rho_N$ ) zwischen 0,57 und 0,66 g/cm<sup>3</sup> (nach DIN 68364 0,59 g/cm<sup>3</sup>; die Literaturangaben weichen jedoch stärker voneinander ab) ist Edelkastanie mittelschwer bis schwer. Sie besitzt gute Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften, im Vergleich zu Eiche - entsprechend der geringeren Rohdichte - allerdings mit durchschnittlich niedrigeren Werten für die mittleren Bruchfestigkeiten fehlerfreier Kleinproben.

#### Chemische Eigenschaften

Edelkastanie weist einen hohen Gerbstoffgehalt auf, der in Verbindung mit Feuchte auf Eisenmetalle stark korrodierend wirkt. Umgekehrt erzeugen diese dunkel blaugraue bis schwarze Verfärbungen am Holz. Beim Sägen, Hobeln oder Fräsen auftretende Flecken lassen sich mit einer 7 %igen Kleesalzlösung entfernen. Bei Kontakt mit Regenwasser und/oder Schnee können fleckenbildende Gerbstoffe austreten.

#### Verarbeitbarkeit/Bearbeitbarkeit

Das Holz ist sowohl manuell als auch maschinell ohne besondere Schwierigkeiten zu bearbeiten: Gut zu sägen, zu profilieren und zu bohren, wie auch sauber zu hobeln und zu schleifen, zudem leicht zu spalten. Nagel- und Schraubverbindungen sind leicht zu realisieren.



**Abbildung 3.25:**

Längsschnitt Edelkastanienholz

dungen halten gut, allerdings spaltet das Holz leicht auf. Daher sollte bei Schraubverbindungen generell vorgebohrt werden. Da Edelkastanie auf Eisenmetalle korrosiv wirkt, sollten rostfreie Stähle verwendet werden. Das Holz ist ohne Schwierigkeit zu verkleben.

**Oberflächenbehandlung**

Das Holz der Edelkastanie ist problemlos mit allen handelsüblichen Farben, Lacken und Lasuren zu behandeln.

**Dauerhaftigkeit (Tab. 3.3)**

In Erdkontakt ist Edelkastanie dauerhaft (Dauerhaftigkeitsklasse 2 nach EN 350-2). Sie weist eine hohe Witterungsbeständigkeit auf. Im Anwendungsbereich der Gebrauchsklasse 3 ist somit kein vorbeugender chemischer Holzschutz erforderlich. Unter Wasser verbaut gehört Edelkastanie zu den dauerhaftesten einheimischen Nutzhölzern.

**Verwendung als konstruktiver Baustoff**

In Deutschland als Waldbaum nur regional im „Rebenklima“ des Pfälzer Waldes, der Haardt und des Westabhanges des Schwarzwaldes beheimatet, gehört die Edelkastanie zu den weniger bekannten einheimischen Holzarten. Dort wo sie häufig vorkommt, wie z.B. in der Schweiz, Frankreich, Italien und Spanien, genießt ihr vielseitig nutzbares Holz eine ähnlich hohe Wertschätzung wie die Eiche. Zu berücksichtigen ist die schwierige Trocknung bei größeren Querschnitten, so dass längere Lieferungszeiten einzuplanen sind.

Wegen ihrer ausgesprochen guten Dauerhaftigkeit im Erdkontakt ist Edelkastanie bestens geeignet für Schwellen, Roste und Decks, Unterbauten von Terrassen sowie Lärmschutzwände. Im Lawinenverbau weist sie Standzeiten bis zu 50 Jahren auf. Ebenso besitzt Edelkastanie beste Eignung für den Wasserbau. Für Spielplatzanlagen und Spielgeräte bietet sie sich mit dem Vorteil an, weitgehend auf imprägniertes Holz verzichten zu können. Für den Innenbereich liefert sie ein gutes Bauholz für Deckenbalken, Bodenlagen und dergleichen. Ferner dient Edelkastanie zur Herstellung von Türen, Fenstern, Treppen, Parkett und Dielungen.

**Abbildung 3.26:**

Holzdeck aus Edelkastanienholz.



**Abbildung 3.27:**  
Expo-Dach in Hanover

## 4\_ Konstruktive Vollholzprodukte



### 4.1 \_ Allgemeines

Zur Zeit findet ein starker Umbruch in der nationalen und europäischen Normung auch bei den Vollholzprodukten statt.

Viele nationale Normen werden zurückgezogen, neue europäische Normen werden in der nahen Zukunft baurechtlich eingeführt. Um die künftige Umstellung zu erleichtern, sind bei den meisten im Weiteren beschriebenen Vollholzprodukten neben den heute gültigen technischen Regeln auch die wichtigsten technischen Regeln, die in Bälde zu beachten sein werden, aufgeführt.

Aus Gründen der Vereinfachung werden bei den heute gültigen technischen Regeln die Normen, die demnächst zurückgezogen werden sollen, sowie die Normen, die bis jetzt höchstens in Ausnahmefällen Anwendung fanden, nicht erwähnt.

So wird z.B. die DIN 1052:1988-04 nicht aufgeführt, da damit zu rechnen ist, dass diese Norm Mitte 2009 zurückgezogen wird. Ebenfalls wird die DIN EN 1995-1-1:2008-09 (Eurocode 5) mit dem zugehörigen nationalen Anwendungsdokument bei den technischen Regeln von heute nicht berücksichtigt, da diese Norm bis jetzt höchstens in Ausnahmefällen Anwendung fand.

In Bezug auf den starken Umbruch in der nationalen und europäischen Normung wird auf die Hinweise unter [www.informationsdienst-holz.de/publikationen](http://www.informationsdienst-holz.de/publikationen) in den Rubriken *holzbau handbuch* und *spezial* verwiesen. Änderungen, die sich durch Einführung neuer technischer Regeln ergeben, werden zeitnah in ergänzenden Publikationen behandelt.

**Abbildung 4.1:**

Bauschnittholz aus Nadelholz  
in verschiedenen Querschnitten

- a) Balken
- b) Bohle
- c) Latte

**4.1 \_ Bauschnittholz aus Nadelholz****Produktbeschreibung**

Bauschnittholz aus Nadelholz wird durch Einschnneiden oder Profilieren aus Rundholz gewonnen. Dabei werden hauptsächlich europäische Nadelhölzer Fichte, Kiefer, Tanne, Lärche und Douglasie verwendet. Bei den üblicherweise rechteckigen Querschnitten wird je nach Verhältnis von Höhe zu Breite zwischen Latten, Brettern, Bohlen und Kanthölzern unterschieden. Trocknen, Hobeln, Fasen und weiteres Profilieren sind mögliche Veredelungsschritte für dieses Vollholzprodukt.

Die Holzfeuchte muss weniger als 20 % betragen (Im Holzhausbau  $\leq 18 \%$ ). Die geforderte Holzfeuchte ist bei der Bestellung vom Besteller vorzugeben.

Tragende einteilige Einzelquerschnitte müssen mindestens eine Nenndicke von 24 mm und mindestens 1400 mm<sup>2</sup> (Dachlatten 1100 mm<sup>2</sup>) Querschnittsfläche haben.

**Technische Regeln heute**

DIN 1052:2004-08  
DIN 4074-1:2003-06  
DIN 1074:2006-09  
DIN EN 336:2003(D)  
DIN 68365:1957-11  
VOB DIN ATV 18334

**Wichtigste künftige technische Regeln**

DIN EN 1995-1-1:2008-09  
DIN 1052:2008-12  
DIN EN 14081-1:2006-03  
DIN 4074-1:2008-12  
DIN EN 336:2003-09  
DIN 68365:2008-12  
VOB DIN ATV 18834  
DIN EN 1995-1-2:2006-10



**Festigkeitsklassen**

Festigkeitsklasse nach DIN 1052: 2004-08	erforderliche Sortierklasse nach DIN 4074-1:2003-06	bisherige Sortierklassen nach DIN 4074-1: 1989-09
C16	S7/ C16M	S 7/ MS 7
C24	S10/ C24M	S 10/ MS 10
C30	S13/ C30M	S 13
C35	C35M	MS 13
C40	C40M	MS 17

**Tabelle 4.1:**  
Festigkeitsklassen

**Oberflächenqualität**

Üblicherweise wird Bauschnittholz sägerau verwendet. Für sichtbare Anwendungen ist Hobeln und Fasen der Querschnitte möglich.

**Abmessungen und Maßhaltigkeit**

Nach DIN 4074-1 werden hinsichtlich der Querschnittsabmessungen folgende Schnittholzarten unterschieden:

	Dicke d bzw. Höhe h	Breite b
Latte	$d \leq 40 \text{ mm}$	$b < 80 \text{ mm}$
Brett	$d \leq 40 \text{ mm}^{1)}$	$b \geq 80 \text{ mm}$
Bohle	$d > 40 \text{ mm}$	$b > 3d$
Kantholz	$b \leq h \leq 3b$	$b > 40 \text{ mm}$

<sup>1)</sup>Bei Brettern für das Brettschichtholz darf die Dicke im gehobelten Zustand 45 mm betragen

Für die Maßhaltigkeit gilt DIN EN 336. Diese Norm unterscheidet zwischen:

**Maßtoleranzklasse 1:**

Sollmaß + 3 mm/- 1 mm für Dicken und Breiten bis 100 mm,

Sollmaß + 4 mm/- 2 mm für Dicken und Breiten >100 mm.

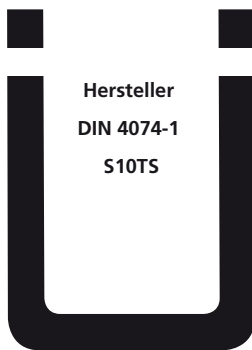
**Maßtoleranzklasse 2:**

Sollmaß ± 1 mm für Dicken und Breiten bis 100 mm,

Sollmaß ± 1,5 mm für Dicke und Breiten >100 mm

Wenn nichts anderes vereinbart, gilt die Maßtoleranzklasse 1.

Die aufgeführten Werte beziehen sich auf eine Messbezugsfeuchte von 20 %.



**Abbildung 4.2:**

Beispiel für das Übereinstimmungszeichen beim Holz der Sortierklasse S10TS, Zusatz „TS“ steht für trocken sortiert ( Holzfeuchte  $\leq$  20%).

### Kennzeichnung

Entsprechend der Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder bzw. der Bauregelliste A muss jede Holzlieferung mit einem Übereinstimmungszeichen ( Ü-Zeichen) versehen sein, das auf dem Holz selbst, auf der Verpackung oder auf dem Lieferschein aufgeführt werden muss. In dem Ü-Zeichen muss der Hersteller, DIN 4074-1 und die Sortierklasse aufgeführt sein.

### Hinweis:

Nach baurechtlicher Einführung von DIN EN 14081 wird anstatt des Ü-Zeichens ein CE-Zeichen erforderlich sein.

Außerdem muss jedes einzelne Holz mit einer Bezeichnung des Herstellers (auch verschlüsselt) und der Sortierklasse gekennzeichnet werden. Ausnahmen davon sind bei Bauschnittholz erlaubt, das objektbezogen unter Angabe des Bauvorhabens nach einer Liste erzeugt wird (Bauholzliste), wenn alle Hölzer nur einer Sortierklasse angehören. In solchen Fällen ist eine Kennzeichnung auf dem Holz nicht erforderlich.

Auch bei Latten darf auf eine Einzelkennzeichnung verzichtet werden, wenn diese in Bündeln bis zu 10 Latten geliefert werden, sofern mindestens eine Latte je Bündel gekennzeichnet ist und alle Latten an einer Stirnseite vollflächig wie folgt markiert sind:

Sortierklasse S10: rot  
Sortierklasse S13: blau

Wird ein vorbeugender chemischer Holzschutz nach DIN 68800-3 ausgeführt, so ist eine zusätzliche Kennzeichnung und eine Bescheinigung nach Abschnitt 10.2 dieser Norm erforderlich.

### Ausschreibung / Bestellung

Bei der Ausschreibung/ Bestellung sind Holzart, Schnittholzart, DIN 4074, Sortier- oder Festigkeitsklasse, Querschnittsmaße und Länge anzugeben.

Beispiele:

Visuell sortiertes Kantholz:  
Fichte-Kantholz, DIN 4074-1, S10TS,  
b/h= 60/140 mm, Länge 4,60 m

Maschinell sortiertes Kantholz:  
Fichte-Kantholz DIN 4074-1, C24 M,  
b/h= 60/140 mm, Länge 4,60 m

Wenn Bretter und Bohlen im eingebauten Zustand hochkant auf Biegung beansprucht werden sollen, sind sie nach den Kantholzregeln zu sortieren. In diesem Fall muss bei der Bestellung neben der Sortierklasse noch der Buchstabe K aufgeführt werden, z.B. S10KTS.

Falls keine zusätzliche Angabe aufgeführt wird, gilt für die Maßhaltigkeit die Maßtoleranzklasse 1 nach DIN EN 336. Weitergehende Wünsche, wie z.B. Schnittklasse S nach DIN 68365, Oberflächenqualität oder vorbeugender chemischer Holzschutz, sind zusätzlich zu vereinbaren.

**Hinweis:** Ausschreibung gemäß EN 14081 wurde nicht dargestellt, da diese Norm zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses holzbau handbuchs nicht anwendbar war.

### Anwendung

Kanthölzer werden für Stützen, Träger, Balken, Pfetten und Sparren verwendet.

Bohlen werden hauptsächlich für die Herstellung belastbarer Flächen verwendet, z. B. als Gerüstbohlen, Laufplanken, Brückenbeläge, Balkon- und Terrassenbeläge und Auflage über Deckenbalken. Sie werden auch z.B. bei Nagelplattenkonstruktionen und Brettstapeldecken eingesetzt, wo sie hochkant auf Biegung beansprucht werden.

Bretter werden beispielweise als unmittelbar die Dachhaut tragende und/oder das Dach aussteifende Dachschalung, sowie ebenfalls für Balkon- und Terrassendeckbeläge verwendet. Sie werden auch als Diagonalschalungen für Aussteifung von Brückenbauten oder räumlichen Tragwerken eingesetzt.

Kanthölzer, Bohlen und Bretter werden zudem für die Herstellung von einer ganzen Reihe weiter veredelten konstruktiven Vollholzprodukten verwendet, z.B. für keilgezinktes Konstruktionsvollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz und Massivholzplatten.

Latten werden u.a. als Unterkonstruktion für Dachdeckungen und Fassaden verwendet.

Bei ausreichender Holz Trocknung und Beachtung der konstruktiven Regeln der DIN 68800-2 kann bei Anwendung des Holzes unter Dach bis auf wenige Ausnahme auf einen vorbeugenden chemischen Holzschutz verzichtet werden.

Bei Verwendung von Farbkernholz der Kiefer, Lärche und Douglasie in den Anwendungsbereichen der Gebrauchsklassen 1 und 2 ist ein vorbeugender chemischer Holzschutz nicht erforderlich.

**Abbildung 4.3a, 4.3b:**

Bauschnittholz als  
Dachbalken



**Abbildung 4.4:**

Bauschnittholz aus Laubholz



## 4.2 \_ Bauschnittholz aus Laubholz

### Produktbeschreibung

Bauschnittholz aus Laubholz wird durch Einschnneiden oder Profilieren aus Laubrundholz gewonnen. Dabei werden hauptsächlich Eiche und Buche verwendet. Bei den üblicherweise rechteckigen Querschnitten wird je nach Verhältnis von Höhe zu Breite zwischen Brettern, Bohlen und Kanthölzern unterschieden.

Trocknen, Hobeln, Fasen und weiteres Profilieren sind mögliche Veredelungsschritte für dieses Vollholzprodukt. Die Holzfeuchte beträgt in der Regel weniger als 20 %. Bei Eiche, die im Außenbereich verwendet werden soll, sind höhere Holzfeuchten üblich. Tragende einteilige Einzelquerschnitte müssen mindestens eine Nenndicke von 24 mm und mindestens 1400 mm<sup>2</sup> Querschnittsfläche haben.

### Technische Regeln heute

DIN1052:2004-08  
DIN 4074-5:2003-06  
DIN 1074:2006-09  
DIN EN 336:2003(D)  
DIN 68365:1957-11  
VOB DIN ATV 18334

### Wichtigste künftige technische Regeln

DIN EN 1995-1-1:2008-09  
DIN 1052:2008-12  
DIN EN 14081-1:2006-03  
DIN 4074-5:2008-12  
DIN EN 336:2003-09  
DIN 68365:2008-12  
VOB DIN ATV 18334  
DIN EN 1995-1-2:2006-10



**Festigkeitsklassen**

Festigkeitsklasse nach DIN 1052-2004-08	erforderliche Sortierklasse nach DIN 4074-5:2003-06, Beispiele	bisher nach DIN 1052:1988-04
D30	LS10 (Eiche)	nur eine Sortierklasse: „Mittlere Güte“
D35	LS10 (Buche)	
D40	LS13 (Buche)	

Tabelle 4.2: Festigkeitsklassen

**Oberflächenqualität**

Üblicherweise wird Bauschnittholz sägerau verwendet. Für sichtbare Anwendungen ist Hobeln und Fasen der Querschnitte möglich.

**Hinweis:** Nach baurechtlicher Einführung von DIN EN 14081 wird anstatt des Ü-Zeichens ein CE-Zeichen erforderlich sein.

**Abmessungen und Maßhaltigkeit**

Nach DIN 4074-5 werden hinsichtlich der Querschnittsabmessungen folgende Schnittholzarten unterschieden:

	Dicke d bzw. Höhe h	Breite b
Brett	$d \leq 40 \text{ mm}$	$b \geq 80 \text{ mm}$
Bohle	$d > 40 \text{ mm}$	$b > 3d$
Kantholz	$b \leq h \leq 3b$	$b > 40 \text{ mm}$

Wenn nichts anderes vereinbart, gilt für die Maßhaltigkeit DIN EN 336, Maßtoleranzklasse 1: Sollmaß +3mm/-1mm für Dicken und Breiten bis 100 mm bzw. +4mm/-2 mm für Dicken und Breiten > 100 mm.

Außerdem muss jedes einzelne Holz mit einer Bezeichnung des Herstellers (auch verschlüsselt) und der Sortierklasse gekennzeichnet werden. Ausnahmen davon sind bei Bauschnittholz erlaubt, das objektbezogen unter Angabe des Bauvorhabens nach einer Liste erzeugt wird (Bauholzliste), wenn alle Hölzer nur einer Sortierklasse angehören. In solchen Fällen ist eine Kennzeichnung auf dem Holz nicht erforderlich.

Wird ein vorbeugender chemischer Holzschutz nach DIN 68800-3 ausgeführt, so ist eine zusätzliche Kennzeichnung und eine Bescheinigung nach Abschnitt 10.2 dieser Norm erforderlich.

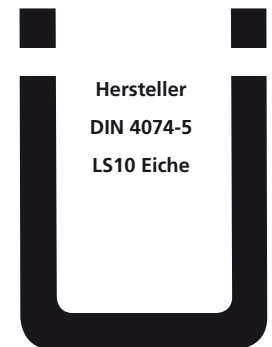


Abbildung 4.5: Beispiel für das Übereinstimmungszeichen für Eichenholz der Sortierklasse LS10

**Kennzeichnung**

Entsprechend der Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder bzw. der Bauregelliste A muss jede Holzlieferung mit einem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) versehen sein, das auf dem Holz selbst, auf der Verpackung oder auf dem Lieferschein aufgeführt werden muss. In dem Ü-Zeichen muss der Hersteller, DIN 4074-5, die Sortierklasse und die Holzart aufgeführt sein.



**Abbildung 4.6:**

Das „Wedekindhaus“ in Hildesheim ist ein besonders schönes Beispiel für die Fachwerkkonstruktion aus Eiche.

#### **Ausschreibung/Bestellung**

Bei der Ausschreibung/ Bestellung sind Holzart, Schnittholzart, DIN 4074-5, Sortierklasse, Querschnittsmaße und Länge anzugeben.

Beispiel für visuell sortiertes Kantholz aus Buche: Buche-Kantholz, DIN 4074-5, LS 10 TS, b/h= 60/140 mm, Länge 4,60 m

Wenn Bretter und Bohlen im eingebauten Zustand hochkant auf Biegung beansprucht werden sollen, sind sie nach den Kantholzregeln zu sortieren. In diesem Fall muss neben der Sortierklasse noch der Buchstabe K aufgeführt werden, z.B. Buche LS10KTS.

Falls keine zusätzliche Angabe aufgeführt wird, gilt für die Maßhaltigkeit die Maßtoleranzklasse 1 nach DIN EN 336. Weitergehende Wünsche, wie z.B. Schnittklasse S nach DIN 68365, Oberflächenqualität oder vorbeugender chemischer Holzschutz nach DIN 68800-3 sind zusätzlich zu vereinbaren.

#### **Hinweis:**

Ausschreibung gemäß EN 14081 wurde nicht dargestellt, da diese Norm zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses holzbau handbuchs nicht anwendbar war.

#### **Anwendung**

Kanthölzer aus Eiche werden insbesondere in der Fachwerksanierung und im Brückenbau eingesetzt.

Bohlen werden hauptsächlich für die Herstellung belastbarer Flächen verwendet, z.B. als Gerüstbohlen, Laufplanken, Brückenbeläge, Balkon- und Terrassenbeläge.

Bretter werden ebenfalls für Balkon- und Terrassendeckbeläge verwendet. Sie werden auch als Diagonalschalungen für Aussteifung von Brückenbauten oder räumlichen Tragwerken eingesetzt.

Das Farbkernholz der Eiche zeigt eine gute Resistenz gegenüber Pilzen und Insekten, so dass es im Anwendungsbereich der Gebrauchsklasse 3 (bisher Gefährdungsklasse 3) ohne einen vorbeugenden chemischen Holzschutz verwendet werden darf.

### 4.3 \_ Baurundholz aus Nadelholz

#### Produktbeschreibung

Es wird unterschieden zwischen:

Baurundholz, das nur durch Befreien der Stämme oder Stammabschnitte von Bast und Rinde gewonnen wird, bei diesem Rundholz bleibt die Abholzigkeit erhalten, und Baurundholz, das durch eine über die Stamm- oder Stammabschnittlänge vorgenommene Kalibrierung oder aus Schnittholz maschinell erzeugt wird, bei diesem Rundholz ist der Durchmesser über die ganze Länge gleich, siehe Bild oben. Dieses Baurundholz wird in der Regel verwendet.

Für die Herstellung von Baurundholz werden hauptsächlich europäische Nadelhölzer Fichte, Kiefer, Tanne, Lärche und Douglasie verwendet. Vor der Verwendung wird das Holz luftgetrocknet, gegebenenfalls wird eine technische Trocknung nachgeschaltet. Die Holzfeuchte muss weniger als 20% betragen. Die geforderte Holzfeuchte ist bei der Bestellung vom Besteller vorzugeben.

#### Technische Regeln heute

- DIN 1052:2004-08
- DIN 4074-2:1958-12
- DIN 1074:2006-06

#### Wichtigste künftige technische Regeln

- DIN EN 1995-1-1:2008-09
- DIN 1052:2008-12
- DIN EN 1995-1-2:2006-10
- VOB DIN ATV 18334



Abbildung 4.7:  
Baurundholz aus Nadelholz

Für das durch Kalibrierung der Rundstämmen oder aus Schnittholz maschinell erzeugtes Rundholz gibt es zur Zeit keine Norm für die Sortierung nach der Tragfähigkeit. Aus diesem Grund soll bis auf weiteres die Sortierung in Anlehnung an DIN 4072-2:1958-12, die für das nur von Rinde und Bast befreites Rundholz gilt, erfolgen.

#### Festigkeitsklassen

Entsprechend DIN 1052:2004-08 dürfen für Querschnitte mit ungeschwächten Randzonen (Stämme nur von Rinde und Bast befreit) die Rechenwerte für die charakteristischen Biege-, Zug (parallel)- und Druck (parallel)-Festigkeitsklassen sowie für den Elastizitätsmodul (parallel) um 20% erhöht werden.

Für das durch Kalibrierung oder aus Schnittholz maschinell erzeugte Baurundholz dürfen keine erhöhte Rechenwerte angewendet werden.

Festigkeitsklasse nach DIN 1052-2004-08	erforderliche Güteklasse nach DIN 4074-2
C16	III
C24	II
C30	I

Tabelle 4.3:  
Festigkeitsklassen



**Abbildung 4.8:**  
Anwendung von Rundholz  
beim Lörmecketurm bei  
Warstein

### Oberflächenqualität

Die Oberflächenqualität hängt von der Art des Ent-rindungsverfahrens (maschinell oder manuell) ab. Eine maschinelle Entrindung ist mit einer gewissen Egalisierung verbunden, bei einer manuellen bleibt die ursprüngliche Form des Stammes weitgehend erhalten. Die über die Stammlänge kalibrierten Hölzer haben eine relativ glatte Oberfläche.

### Abmessungen und Maßhaltigkeit

Der Mindestdurchmesser der Querschnitte ist in der DIN 1052:2004-08 nicht festgelegt. In der Regel werden Hölzer mit einem Durchmesser von mehr als 15 cm verwendet. Hinsichtlich der Maßhaltigkeit sollte die DIN EN 336, Maßtoleranzklasse 1, sinngemäß Anwendung finden.

### Kennzeichnung

Entsprechend der Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder oder der Bauregelliste A muss jede Holzlieferung mit einem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) versehen sein, das auf dem Holz selbst, auf der Verpackung oder auf dem Lieferschein aufgeführt werden muss. In dem Ü-Zeichen muss der Hersteller, die DIN 1052 als technische Regel, da die DIN 4074-2 nicht in der Bauregelliste enthalten ist, und die Güteklasse aufgeführt sein.

Außerdem muss jedes einzelne Holz mit einer Bezeichnung des Herstellers (auch verschlüsselt) und der Güteklasse gekennzeichnet werden. Ausnahmen davon sind bei Baurundholz erlaubt, das objektbezogen unter Angabe des Bauvorhabens nach einer Liste erzeugt wird (Baulistenholz), wenn alle Hölzer nur einer Güteklasse angehören. In solchen Fällen ist eine Kennzeichnung auf dem Holz nicht erforderlich. Wird ein vorbeugender chemischer Holzschutz nach DIN 68800-3 ausgeführt, so ist eine zusätzliche Kennzeichnung und eine Bescheinigung nach Abschnitt 10.2 dieser Norm erforderlich.



**Abbildung 4.9:**

Detail vom Aussichtsturm  
Hattgenstein

### Ausschreibung / Bestellung

Bei der Ausschreibung/Bestellung sind Rundholz, Holzart, Güteklasse nach DIN 4074-2, Zopfdurchmesser und Länge anzugeben.

Beispiel:

Fichte-Rundholz, DIN 4074-2, Güteklasse II,  
Ø 200 mm, Länge 8,00 m

Weitergehende Wünsche, wie z. B. Maßtoleranz, Oberflächenqualität oder vorbeugender chemischer Holzschutz, sind zusätzlich zu vereinbaren.

### Anwendung

Rundhölzer werden häufig für landwirtschaftliche Gebäude, im Landschafts- und Gartenbau, für Bau- und Lehrgerüste sowie Brücken, in neuerer Zeit auch für Gebäude mit besonderem architektonischen Konzept (z.B. ExpoDach, Hannover), verwendet.



**Abbildung 4.10:**

Beispiel für das Übereinstimmungszeichen beim Holz der Güteklasse II

**Abbildung 4.11:**  
Einteiliges keilgezinktes  
Nadelschnittholz

#### 4.4 \_ Einteiliges keilgezinktes Nadelschnittholz

##### Produktbeschreibung

Einteiliges keilgezinktes Nadelschnittholz wird aus in der Längsrichtung mittels einer Keilzinkenverbindung kraftschlüssig miteinander verbundenen Kanthölzern, Bohlen oder Brettern aus Fichte, Kiefer, Tanne, Lärche und Douglasie hergestellt.

Die Keilzinkenverbindung besteht aus gleichen, in die Stirnenden der miteinander zu verbindenden Hölzer eingefrästen ineinander greifenden Zinken. Die Holzfeuchte bei der Herstellung darf höchstens 18 % betragen. Der Feuchteunterschied der miteinander zu verbindenden Hölzer darf 5 % nicht überschreiten. Für die Verklebung dürfen nur Klebstoffe, die die Prüfung nach DIN EN 301 bzw. DIN EN 302, Teile 1 bis 4, bestanden haben oder die im Rahmen einer allgemeinen bauaufsichtlichen nationalen oder europäischen Zulassung geregelt sind, verwendet werden.

##### Technische Regeln heute

DIN 1052:2004-08

DIN 4074-1:2003-06

DIN 1074:2006-09

DIN 385:2002-03

DIN EN 336:2003(D)

DIN 68365:1957-11

VOB DIN ATV 18334

##### Wichtigste künftige technische Regeln

DIN EN 1995-1-1:2008-09

DIN 1052:2008-12

DIN EN 14081-1:2006-03

DIN 4074-1:2008-12

DIN EN 15497:2006

DIN EN 336:2003-09

DIN 68365:2008-12

VOB DIN ATV 18334

DIN EN 1995-1-2:2006-10



##### Anforderungen an den Hersteller

- Nachweis der Eignung zum Kleben von tragenden Holzbauteilen nach DIN 1052:2004-08, Bescheinigung A, B oder C.
- Zertifikat einer für die Überwachung der Herstellung von tragenden keilgezinkten Hölzern notifizierte Stelle.

##### Oberflächenqualität

Üblicherweise wird einteiliges keilgezinktes Nadelschnittholz gehobelt oder egalisiert verwendet.

##### Abmessungen und Maßhaltigkeit

Hinsichtlich der Abmessungen und der Maßhaltigkeit gelten die gleichen Anforderungen wie beim Bauschnittholz aus Nadelholz (Abb. 4.1).

##### Kennzeichnung

Entsprechend der Übereinstimmungszeichenverordnung der Länder oder der Bauregelliste A muss jede Lieferung mit einem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) versehen sein, das auf dem Holz selbst, auf der Verpackung oder auf dem Lieferschein aufgeführt werden muss. In dem Ü-Zeichen muss der Hersteller, die DIN 1052 als technische Regel, da die EN 385 nicht in der Bauregelliste aufgeführt ist, die Festigkeitsklasse und die für die Zertifizierung zuständige notifizierte Stelle aufgeführt sein.

**Festigkeitsklassen**

Festigkeitsklasse nach DIN 1052: 2004-08	erforderliche Sortierklasse nach DIN 4074-1:2003-06	bisherige Sortierklasse nach DIN 4074:1989-09
C16	S7/ C16M	S 7/ MS 7
C24	S10/ C24M	S 10/ MS 10
C30	S13/ C30M	S 13
C35	C35M	MS 13
C40	C40M	MS 17

**Tabelle 4.4:**  
Festigkeitsklassen

Außerdem muss jedes einzelne keilgezinkte Holz mit einer Bezeichnung des Herstellers (auch verschlüsselt), Datum der Herstellung, maximale Feuchte bei der Herstellung (entweder 15% oder 18%), Keilzinkenprofil, Festigkeitsklasse und dem Zeichen der für die Zertifizierung zuständigen notifizierten Stelle gekennzeichnet werden.

Wird ein vorbeugender chemischer Holzschutz nach DIN 68800-3 ausgeführt, so ist eine zusätzliche Kennzeichnung und eine Bescheinigung nach Abschnitt 10.2 dieser Norm erforderlich.

**Ausschreibung / Bestellung**

Bei der Ausschreibung/ Bestellung sind Holzart, keilgezinktes Holz nach DIN 1052, Festigkeitsklasse, Querschnittsmaße und Länge anzugeben.

Beispiel für die Bestellung eines einteiligen keilgezinkten Kantholzes aus Fichte:

Fichte- Keilgezinktes Kantholz nach DIN 1052, C 24, b/h= 60/140 mm, Länge 2,60 m

Falls keine zusätzliche Angabe aufgeführt wird, gilt für die Maßhaltigkeit die Maßtoleranzklasse 1 nach DIN EN 336. Weitergehende Wünsche, wie z.B. Schnittklasse S nach DIN 68365, Oberflächenqualität und vorbeugender chemischer Holzschutz, müssen zusätzlich aufgeführt werden.

**Anwendung**

Einteilige keilgezinkte Hölzer werden hauptsächlich für Stützen, Träger, Balken, Pfetten, Sparren und Gurte von Doppel-T-Trägern verwendet. Sehr stark ist die Verwendung auch bei Holzhäusern in Tafelbauart und in Rahmenbauweise sowie für die Herstellung von Balkenschichtholz.

Bei Beachtung der konstruktiven Regeln der DIN 68800-2 kann bei Anwendung von einteilig keilgezinktem Holz unter Dach bis auf wenige Ausnahmen auf einen vorbeugenden chemischen Holzschutz verzichtet werden.

Bei Verwendung von keilgezinkten Hölzern aus Farbkernholz der Kiefer, Lärche und Douglasie in den Anwendungsbereichen der Gebrauchsklassen 1 und 2 (bisher Gefährdungsklasse 1 und 2) ist ein vorbeugender chemischer Holzschutz nicht erforderlich.



**Abbildung 4.12:**

Beispiel für das Übereinstimmungszeichen für das aus der Sortierklasse S10 hergestellte einteilige keilgezinkte Vollholz der Festigkeitsklasse C 24

#### 4.5 \_ Konstruktionsvollholz KVH®

##### Produktbeschreibung

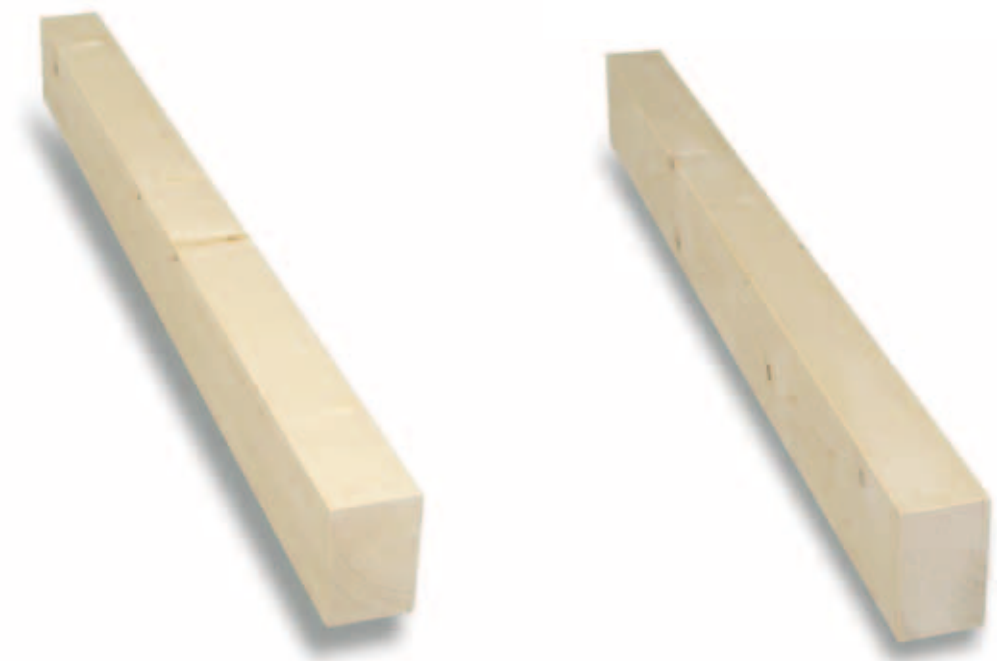
Konstruktionsvollholz KVH® ist ein technisch getrocknetes Bauschnittholz ( $u=15 \pm 3$  %) aus einheimischen Nadelholzarten Fichte, Kiefer, Tanne, Lärche und Douglasie. Nach der Vereinbarung zwischen dem Bund Deutscher Zimmermeister (BDZ) und der Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz erfüllt dieses Holz über die Anforderungen der DIN 4074-1 hinaus weitere Anforderungen bezüglich der Holzfeuchte, Einschnittart, Baumkante, Astzustand, Rindeneinschluss, Risse, Harzgallen, Verfärbungen und Insektenbefall. Dabei wird je nach dem Verwendungszweck zwischen KVH®-Si (für sichtbare Verwendung) und KVH®-NSi (für nicht sichtbare Verwendung) unterschieden.

Gegenüber dem KVH®-NSi dürfen beim KVH®-Si keine Baumkante, lose Äste, Durchfalläste, Rindeneinschluss, Verfärbungen und Insektenbefall vorhanden sein. Die Hölzer müssen mindestens herztrennt sein.

Auf Wunsch ist beim KVH®-Si auch herzfrees Holz erhältlich. Durch einen herzfrees bzw. herztrennten Einschnitt wird das Stehvermögen und damit die Funktionsfähigkeit des Holzes deutlich verbessert. In Zusammenhang mit der dem Anwendungsbereich angepassten Einbaufeuchte ( $15 \% \pm 3$  %) wirkt sich dies sehr positiv auf die Minimierung der Verformung der Hölzer nach dem Einbau aus.

Konstruktionsvollholz KVH® kann durch die Keilzinkenverbindung zwischen einzelnen Teilhölzern in fast beliebiger Länge hergestellt werden. Für die Herstellung von Keilzinkenverbindungen gelten die gleichen Bedingungen wie beim einteiligen keilgezinkten Nadel schnittholz.

Bei der Verwendung von hellen Klebstoffarten (z.B. modifizierte Melaminharz-, Polyurethan- und Emulsion-Polymer-Isocyanat-Klebstoffe) unterscheidet sich die Farbe der Klebstoffuge nicht nennenswert von der Farbe des benachbarten Holzes, so dass auch sichtbares Konstruktionsvollholz ohne weiteres eine Keilzinkung aufweisen kann.



**Abbildung 4.13:**

Konstruktionsvollholz KVH®  
in unterschiedlichen Querschnitten



**Technische Regeln heute**

DIN 1052:2004-08  
 DIN 4074-1:2003- 06  
 EN 385:2002-03

**Anforderungen an den Hersteller**

- Mitgliedschaft in der Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V.,

**Wichtigste künftige technische Regeln**

DIN EN 1995-1-1:2008-09  
 DIN 1052:2008-12  
 DIN EN 14081-1:2006-03  
 DIN 4074-1:2003-06  
 DIN EN 15497:2006  
 DIN EN 1995-1-2:2006-10

- Eigen- und Fremdüberwachung gemäß der KVH® Überwachungskriterien.
- Wird keilgezinktes KVH® hergestellt, wird zusätzlich der Nachweis der Eignung zum Kleben von tragenden Holzbauteilen nach DIN 1052:2004-08, Bescheinigung A, B oder C nötig.

Vereinbarung zwischen dem Bund Deutscher Zimmermeister (BDZ) und der Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz vom November 2003.

- Zertifikat einer für die Überwachung der Herstellung von tragenden keilgezinkten Hölzern notifizierten Stelle.

**Festigkeitsklassen**

Festigkeitsklasse nach DIN 1052: 2004-08	erforderliche Sortierklasse nach DIN 4074-1:2003-06	bisherige Sortier-klasse nach DIN 4074:1989-09
C24	S10/C24M	S 10/ MS 10
C30	S13/C30M	S 13

**Tabelle 4.5:**  
Festigkeitsklassen von Konstruktionsvollholz

**Oberflächenqualität**

In der Regel wird KVH® gehobelt und gefast geliefert. KVH®-Nsi darf auch egalisiert und gefast sein. Die Enden müssen rechtwinklig gekappt sein.

**Abmessungen und Maßhaltigkeit**

Die Vorzugsquerschnitte von KVH® sind in der Tabelle 4.6 aufgeführt.

Breite [mm]	Höhe [mm]						
	100	120	140	160	180	200	240
60	X	X		X	X	X	X
80		X	X	X	X	X	X
100	X			X	X	X	X
120		X		X		X	X
140			X				X

**Tabelle 4.6:**  
Vorzugsquerschnitte von Konstruktionsvollholz

Für die Maßhaltigkeit gilt DIN EN 336, Maßtoleranzklasse 2:

Sollmaß ± 1 mm für Dicken und Breiten ≤ 100 mm bzw. ± 1,5 mm für Dicken und Breiten > 100 mm.



**Abbildung 4.14:**  
KVH® in der Dachkonstruktion

### **Kennzeichnung**

Für nicht keilgezinktes KVH® gilt das gleiche wie beim Bauschnittholz aus Nadelholz nach DIN 4074-1 (siehe Kapitel 4.1). Für keilgezinktes KVH® müssen die Anforderungen für einteiliges keilgezinktes Nadel-schnittholz nach DIN 1052: 2004-08 in Verbindung mit der EN 385 erfüllt werden (siehe Kapitel 4.4). Zusätzlich muss auf dem Lieferschein das Zeichen der Überwachungs-gemeinschaft Konstruktionsvollholz und die Angabe KVH®-Si oder KVH®-Nsi aufgeführt werden.

### **Ausschreibung / Bestellung**

Bei der Ausschreibung/ Bestellung sind mindes-tens KVH®-Si oder KVH®-Nsi, Holzart, Festigkeits-klasse, Querschnittmaße und Länge anzugeben. Beispiel: KVH®-Nsi, Fichte, C24, 80/140 mm, 4,80 m lang.

Weitergehende Wünsche, wie z.B., vorbeu-gender chemischer Holzschutz, müssen zusätzlich aufgeführt werden. Wenn höhere Ansprüche an Stehvermögen und Aussehen gestellt werden, sollte KVH®-Si kernfrei bestellt werden.

### **Anwendung**

KVH® darf für alle tragenden und/oder ausstei-fenden Konstruktionen nach DIN 1052 eingesetzt werden, für die die Verwendung von Bauschnitt-holz aus Nadelholz zugelassen ist. Aufgrund der hohen Formstabilität und der niedrigen Holz-feuchte ist KVH® besonders für den Holzhausbau geeignet.

Auf Grund der vorgeschriebenen technischen Holz-trocknung und der damit bedingten Einbau-feuchte von maximal 18 % kann bei KVH® unter Beachtung der bauphysikalischen und konstruk-tiven Bedingungen für die Einstufung einer Konstruktion in die Gebrauchsklasse GK 0 gemäß DIN 68800-2 und 3 auf eine chemische Behand-lung verzichtet werden.

#### 4.6 \_ MassivHolz MH-Plus®-Si und MH-Fix®-NSi

##### Produktbeschreibung

MassivHolz MH-Plus®-Si und MH-Fix®-NSi ist ein technisch getrocknetes Bauschnittholz ( $u = 15\% \pm 3\%$ ) aus einheimischen Nadelholzarten Fichte, Kiefer, Tanne, Lärche und Douglasie. Nach der Vereinbarung zwischen dem Bund Deutscher Zimmermeister (BDZ) und der Herstellergemeinschaft MH® erfüllt dieses Holz über die Anforderungen der DIN 4074-1 hinaus weitere Anforderungen bezüglich der Holzfeuchte, Einschnittart, Baumkante, Astzustand, Rindeneinschluss, Risse, Harzgallen, Verfärbungen und Insektenbefall. Dabei wird je nach dem Verwendungszweck zwischen MH-Plus®-Si (für sichtbare Verwendung) und MH-Fix®-NSi (für nicht sichtbare Verwendung) unterschieden.

Gegenüber dem MH-Fix®-NSi dürfen beim MH-Plus®-Si keine Baumkante, lose Äste, Durchfalläste, Rindeneinschluss, Verfärbungen und Insektenbefall vorhanden sein. Die Hölzer müssen mindestens herztrennt sein. Auf Wunsch ist beim MH-Plus®-Si herzfreies Holz erhältlich. Durch einen herzfreen bzw. herztrennten Einschnitt wird das Stehvermögen und damit die Funktionsfähigkeit des Holzes deutlich verbessert. In Zusammenhang mit der dem Anwendungsbereich angepassten Einbaufeuchte ( $15\% \pm 3\%$ ) wirkt sich dies sehr positiv auf die Minimierung der Verformung der Hölzer nach dem Einbau aus.

MassivHolz MH® wird nicht keilgezinkt.

##### Technische Regeln heute

DIN 1052:2004-08  
DIN 4074-1:2003-06

##### Wichtigste künftige technische Regeln

DIN EN 1995-1-1:2008-09  
DIN 1052:2008-12  
DIN EN 14081-1:2006-03  
DIN 4074-1:2008-12  
DIN EN 1995-1-2:2006-10

Vereinbarung zwischen dem Bund Deutscher Zimmermeister (BDZ) und der Herstellergemeinschaft MH® vom März 2004.

##### Anforderungen an den Hersteller

- Mitgliedschaft in der Herstellergemeinschaft MH® MassivHolz e.V.,
- Kontrollüberwachung durch die TÜV Product Service GmbH

##### Oberflächenqualität

MH-Plus® muss gehobelt und gefast geliefert werden. MH-Fix® muss mindestens egalisiert und gefast sein. Die Enden müssen rechtwinklig gekappt sein.

##### Festigkeitsklassen

Festigkeitsklasse nach DIN 1052: 2004-08	erforderliche Sortierklasse nach DIN 4074-1:2003-06	bisherige Sortierklasse nach DIN 4074:1989-09
C24	S10/C24M	S 10/ MS 10
C30	S13/C30M	S 13

**Tabelle 4.7:**  
Festigkeitsklassen von MassivHolz MH-plus® und MH-Fix®-NSi

**Tabelle 4.8:**

Vorzugsquerschnitte von  
MassivHolz MH-plus® und  
MH-Fix®

Breite [mm]	Höhe [mm]						
	100	120	140	160	180	200	240
60	X	X	X	X	X	X	X
80		X	X	X	X	X	X
100	X			X	X	X	X
120		X		X		X	X

#### Abmessungen und Maßhaltigkeit

Die Vorzugsquerschnitte von MH-Plus® und MH-Fix® sind in der Tabelle 4.8 aufgeführt.

Wenn nichts anderes vereinbart ist, gilt für die Maßhaltigkeit DIN EN 336, Maßtoleranzklasse 2: Sollmaß  $\pm 1$  mm, für Dicken und Breiten  $\leq 100$  mm bzw.  $\pm 1,5$  mm für Dicken und Breiten  $> 100$  mm.

#### Kennzeichnung

Für das MH® Massivholz gilt das gleiche wie beim Bauschnittholz aus Nadelholz nach DIN 4074-1 (siehe Kapitel 4.1).

Zusätzlich muss auf dem Lieferschein das Zeichen der Herstellergemeinschaft MH® MassivHolz und die Angabe MH-Plus® oder MH-Fix® aufgeführt werden.

#### Ausschreibung / Bestellung

Bei der Ausschreibung/ Bestellung sind mindestens MH-Plus® oder MH-Fix®, Holzart, Festigkeitsklasse, Querschnittmaße und Länge anzugeben.

Beispiel: MH-Plus®, Fichte, C24, 80/140 mm, 4,80 m lang. Weitergehende Wünsche, wie z.B. vorbeugender chemischer Holzschutz nach DIN 68800-3, müssen zusätzlich aufgeführt werden. Wenn höhere Ansprüche an Stehvermögen und Aussehen gestellt werden, sollte MH-Plus®-Si kernfrei bestellt werden.

#### Anwendung

MH-Plus® und MH-Fix® dürfen für alle tragenden und/oder aussteifenden Konstruktionen nach DIN 1052 eingesetzt werden, für die die Verwendung von Bauschnittholz aus Nadelholz zugelassen ist. Aufgrund der hohen Formstabilität und der niedrigen Holzfeuchte sind diese Hölzer besonders für den Holzhausbau geeignet.

Auf Grund der vorgeschriebenen technischen Holz Trocknung und der damit bedingten Einbaufeuchte von maximal 18% kann bei MH-Plus® und MH-Fix® unter Beachtung der bauphysikalischen und konstruktiven Bedingungen für die Einstufung einer Konstruktion in die Gebrauchsklasse GK 0 gemäß DIN 68800-2 und-3 auf eine chemische Behandlung verzichtet werden.

#### 4.7 \_ Duo-Balken® und Trio-Balken® (Balkenschichtholz)

##### Produktbeschreibung

Duo-Balken bestehen aus zwei, Trio-Balken aus drei technisch getrockneten ( $u = \max. 15\%$ ) in der Regel breitseitig faserparallel miteinander verklebten Bohlen oder Kanthölzern aus einheimischen Nadelholzarten Fichte, Kiefer, Tanne, Lärche und Douglasie. Bei einer Variante von Trio-Balken werden drei Kanthölzer über die schmale Kante miteinander verklebt. Die einzelnen Lamellen weisen in der Regel Keilzinkenverbindungen auf.

Duo-Balken® und Trio-Balken® sind in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-9.1-440 des DIBt geregelt. Nach der Vereinbarung zwischen dem Bund Deutscher Zimmermeister (BDZ) und der Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz erfüllen die Duo-Balken® und Trio-Balken® über die Anforderungen der Zulassung des DIBt hinaus weitere Anforderungen bezüglich der Holzfeuchte, Einschnittart, Baumkante, Astzustand, Rindeneinschluss, Risse, Harzgallen, Verfärbungen und Insektenbefall. Dabei wird je nach dem Verwendungszweck zwischen Balken für sichtbare Verwendung (Si) und Balken für nicht sichtbare Verwendung (NSi) unterschieden.

Gegenüber den NSi-Balken dürfen bei den Si-Balken keine losen Äste, Durchfalläste, Rindeneinschluss, Verfärbungen und Insektenbefall vorhanden sein. Die Hölzer müssen mindestens herzgetrennt sein. Auf Wunsch ist beim Si-Balken auch herzfrees Holz erhältlich.

Auf Grund eines herzfrees bzw. herzgetrennten Einschnittes der miteinander zu verklebenden Hölzern, der Verklebung der Hölzer und der dem Anwendungsbereich angepassten Einbaufeuchte ( $12\% \pm 3\%$ ) treten nach dem Einbau praktisch keine Verformungen auf.



##### Technische Regeln

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-9.1-440  
DIN 1052:2004-08  
DIN 4074-1:2003-06  
EN 385:2002-03

Vereinbarung zwischen dem Bund Deutscher Zimmermeister (BDZ) und der Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz vom November 2003.

##### Anforderungen an den Hersteller

- Mitgliedschaft in der Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V. oder in der Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.,
- Nachweis der Eignung zum Kleben von tragenden Holzbauteilen nach DIN 1052: 2004-08, Bescheinigung A, B oder C.
- Zertifikat einer für die Überwachung der Herstellung von tragenden keilgezinkten Hölzern notifizierte Stelle.

Abbildung 4.15:

Balkenschichtholz als Duo-Balken®

Abbildung 4.16:

Balkenschichtholz als Trio-Balken®

### Festigkeitsklassen

**Tabelle 4.9:**  
Festigkeitsklassen von  
Balkenschichtholz

Festigkeitsklasse nach DIN 1052: 2004-08	Erforderliche Sortierklasse nach DIN 4074-1:2003-06	Bisherige Sortier-klasse nach DIN 4074:1989-09
C24	S10/ C24M	S 10/ MS 10
C30	S13/ C30M	S 13
C35	C35M	MS13

### Oberflächenqualität

In der Regel werden die Duo-Balken® und Trio-Balken® gehobelt und gefast geliefert. Duo-Balken®-NSi und Trio-Balken®-NSi dürfen auch egalisiert und gefast sein. Die Enden müssen rechtwinklig gekappt sein.

### Zulässige Abmessungen der Einzelquerschnitte

Bei breitseitig miteinander verklebten Kanthölzern und Bohlen: Maximale Breite = 280 mm, maximale Dicke = 80 mm

Bei über schmale Kante miteinander verklebten Kanthölzern: Maximale Breite 100 = mm, maximale Dicke = 120 mm

### Abmessungen und Maßhaltigkeit

Die Vorzugsquerschnitte des Balkenschichtholzes sind in Tabelle 4.10 aufgeführt.

Wenn nichts anderes vereinbart wird, gilt für die Maßhaltigkeit DIN EN 336, Maßtoleranzklasse 2: Sollmaß  $\pm 1$  mm für Dicken und Breiten  $\leq 100$  mm bzw.  $\pm 1,5$  mm für Dicken und Breiten  $> 100$  mm.

**Tabelle 4.10:**  
Vorzugsquerschnitte von  
Balkenschichtholz

Breite [mm]	Höhe [mm]							
	100	120	140	160	180	200	220	240
80				X	X	X		
100	X			X	X	X		X
120		X		X		X		X
140			X			X		X
160				X		X		X

**Kennzeichnung**

Das Balkenschichtholz und die Lieferscheine müssen vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach der Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Darüber hinaus sind die Balken und / oder Lieferscheine mit folgenden Angaben zu kennzeichnen:

- Duo-Balken®, Trio-Balken®
- Sortierklasse



**Abbildung 4.17:**

Beispiel für das Kennzeichnung eines Duo-Balkens® der Sortierklasse S10 TS

**Ausschreibung / Bestellung**

Bei der Ausschreibung/ Bestellung sind mindestens Duo-Balken® oder Trio-Balken® nach Z-9.1-440, Holzart, Festigkeitsklasse, Querschnittmaße und Länge anzugeben.

Beispiel :

Duo-Balken® nach Z-9.1-440, Fichte, C24, 160/240 mm, 8,80 m lang.

Zusätzliche Wünsche, wie z.B. vorbeugender chemischer Holzschutz nach DIN 68800-3, müssen zusätzlich aufgeführt werden.



**Abbildung 4.18:**

Duo-Balken, 2 Kanthölzer über die schmale Kante verklebt

**Anwendung**

Duo-Balken® und Trio-Balken® dürfen in allen Bereichen der Nutzungsklassen 1 und 2 verwendet werden. Aufgrund der hohen Formstabilität und der niedrigen Holzfeuchte ist das Balkenschichtholz besonders für den Holzhausbau geeignet.

Wie bei Brettschichtholz kann auch bei Duo-Balken® und Trio-Balken® bei Beachtung der konstruktiven Regeln der DIN 68800-2 auf einen vorbeugenden chemischen Holzschutz verzichtet werden.



**Abbildung 4.19:**

Trio-Balken, 3 Kanthölzer über die schmale Kante verklebt

**Abbildung 4.20:**  
Kreuzbalken



## 4.8 \_ Kreuzbalken

### Produktbeschreibung

Kreuzbalken bestehen aus vier technisch getrockneten ( $u = \max. 15\%$ ) viertelholzähnlichen faserparallel miteinander verklebten Rundholzsegmenten aus einheimischen Nadelholzarten Fichte, Kiefer, Tanne, Lärche und Douglasie. Bei der Verklebung wird die Außenseite der Segmente nach innen gewendet, so dass innerhalb des Rechteckquerschnittes eine zentrische, über die gesamte Länge durchlaufende Röhre mit einem rhombusförmigen Querschnitt entsteht. Da die äußeren Abmessungen der Balken über die ganze Länge gleich sein müssen, hat diese Röhre auf Grund der Abholzigkeit der Stämme über die Länge unterschiedliche Querschnittsabmessungen. Die Balken dürfen in der Länge durch Keilzinkenverbindung miteinander zu längeren Stangen verbunden werden. Da für die Kreuzbalken keine Norm existiert, müssen diese in einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung des DIBt geregelt sein.

### Technische Regeln

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung  
DIN 1052:2004-08  
DIN 4074-1:2003-06  
EN 385:2002-03

### Anforderungen an den Hersteller

- Nachweis der Eignung zum Kleben von tragenden Holzbauteilen nach DIN 1052:2004-08, Bescheinigung A, B oder C.
- Zertifikat einer für die Überwachung der Herstellung von tragenden keilgezinkten Hölzern notifizierten Stelle, wenn die Balken keilgezinkt werden sollen.



**Festigkeitsklassen**

Bei der Festigkeitssortierung werden die Anforderungen der DIN 4074-1 sowie zusätzliche Sortierkriterien der Zulassung auf den Gesamtquerschnitt bezogen. Dabei wird zwischen zwei Sortierklassen des Gesamtquerschnittes unterschieden: S10 und S13. Diese entsprechen in etwa den in Tabelle 4.11 dargestellten Festigkeitsklassen nach DIN 1052: 2004-08:

**Oberflächenqualität**

In der Regel werden die Kreuzbalken gehobelt und gefast geliefert. Die Enden sind rechtwinklig gekappt.

**Abmessungen und Maßhaltigkeit**

Die Kreuzbalken sind bis zu einem Querschnitt von 200 x 400mm und einer Länge von 12 m lieferbar.

Wenn nichts anderes vereinbart ist, gilt für die Maßhaltigkeit DIN EN 336, Maßtoleranzklasse 2: Sollmaß ± 1 mm für Dicken und Breiten ≤100 mm bzw. ± 1,5 mm für Dicken und Breiten > 100 mm.



Sortierklasse des Gesamtdurchschnittes	in etwa Festigkeitsklasse nach DIN 1052:2004-08
S10	C24
S13	C30

**Tabelle 4.11:**

Bezug zwischen Sortierklasse und Festigkeitsklasse

**Kennzeichnung**

Die Kreuzbalken und die Lieferscheine müssen vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Darüber hinaus sind die Kreuzbalken und/oder Lieferscheine mit folgenden Angaben zu Kennzeichnen:

- \_ Kreuzbalken
- \_ Sortierklasse

**Ausschreibung / Bestellung**

Bei der Ausschreibung / Bestellung sind mindestens Kreuzbalken, Zulassungsnummer, Holzart, Sortierklasse, Querschnittmaße und Länge anzugeben.

Beispiel : Kreuzbalken nach Z-9.1-444, Fichte, S10, 140/260 mm, 9,80 m lang.

Zusätzliche Wünsche, wie z.B. vorbeugender chemischer Holzschutz nach DIN 68800-3, müssen zusätzlich aufgeführt werden.

**Anwendung**

Kreuzbalken dürfen für alle tragenden und/oder aussteifenden Bauteile verwendet werden, für die eine Verwendung von Vollholz oder Brettschichtholz nach DIN 1052 erlaubt ist. Aufgrund der hohen Stabilität und der niedrigen Holzfeuchte sind Kreuzbalken besonders für den Holzhausbau geeignet. Bedingt durch das Fehlen des Holzes im Bereich der zentrischen Röhre, sind bei Verwendung von mechanischen Verbindungsmitteln besondere Bestimmungen des Zulassungsbescheides zu beachten.



**Abbildung 4.21:**

Beispiel für das Kennzeichnung eines Kreuzbalkens der Sortierklasse S10TS

**Abbildung 4.22:**

Anwendung von Kreuzbalken bei einem Dachtragwerk

**Abbildung 4.23:**  
Brettschichtholz



**Abbildung 4.24:**  
Gekrümmtes Brettschicht-  
holz im Pressbett



#### 4.9 \_ Brettschichtholz

##### Produktbeschreibung

Brettschichtholz besteht aus mindestens drei breitseitig faserparallel miteinander verklebten, technisch getrockneten ( $u = \max. 15\%$ ) Brettern oder Brettlagen. In der Regel werden die Bretter in der Länge durch eine Keilzinkenverbindung miteinander kraftschlüssig zu Lamellen verbunden. Für die Herstellung werden hauptsächlich einheimische Nadelholzarten Fichte, Kiefer, Tanne, Lärche und Douglasie verwendet. Die Verklebung darf nur mit Klebstoffen erfolgen, die die Prüfung nach der DIN EN 301 bzw. DIN EN 302-1 bis 4 bestanden haben oder im Rahmen einer allgemeinen bauaufsichtlichen nationalen oder europäischen Zulassung geregelt sind.

Neben einfachen, geraden Bauteilen sind auch Bauteile mit variablem Querschnitt und/oder einfacher Krümmung üblich. Doppelt gekrümmte und tordierte Formen sind möglich. Über die Querschnittshöhe können Lamellen unterschiedlicher Sortierklassen/ Festigkeitsklassen angeordnet werden. Je nach der Zusammensetzung des Querschnittes wird zwischen folgenden Typen unterschieden:

Brettschichtholz	Querschnittaufbau
homogen (h)	Alle Lamellen bestehen aus einer Festigkeitsklasse*
kombiniert symmetrisch (c)	Die Lamellen in den äußeren Querschnittsbereichen haben eine höhere Festigkeitsklasse als die innenliegenden Lamellen.
<p>*Bei Brettschichtholzbauteilen mit überwiegend Flachkant-Biegebeanspruchung der Lamellen dürfen die inneren Lamellen innerhalb eines Bereiches von 10 % der Querschnittshöhe um die Querschnittsachse der nächst niedrigeren Festigkeitsklasse angehören.</p>	

Andere Lamellenaufbauten dürfen unter Zugrundelegung der Angaben in DIN EN 1194:1999-05 verwendet werden.

**Technische Regeln heute**

- DIN 1052:2004-08
- DIN 4074-1:2003-06
- DIN EN 386:2002-04
- DIN EN 1194:1999-05
- EN 385:2002-03
- DIN 1074:2006-09
- VOB DIN ATV 18334

**Wichtigste künftige technische Regeln**

- EN 1995-1-1:2008-09
- DIN 1052:2008-12
- DIN EN 14080:2005-09
- DIN V 20000-3
- DIN 4074-1:2008-12
- DIN EN 14081-1:2006-03
- EN 1995-1-2:2006-1

**Anforderungen an den Hersteller**

- Nachweis der Eignung zum Kleben von tragenden Holzbauteilen nach DIN 1052:2004-08, Bescheinigung A oder B.
- Übereinstimmungszertifikat einer für die Überwachung der Herstellung von Brettschichtholz notifizierten Stelle.

Bei im wesentlichen auf Zug beanspruchtem Brettschichtholz muss der Querschnitt homogen aufgebaut sein. Die kombinierten Querschnitte werden vorzugsweise bei hochkant auf Biegung beanspruchten Brettschichtholzträgern angewandt, da hier die Tragfähigkeit hauptsächlich von der Festigkeitsklasse der im äußeren Bereich auf Zug beanspruchten Lamellen abhängig ist.

**Festigkeitsklassen**

homogenes Brettschichtholz	kombiniertes Brettschichtholz	bisherige BS-Klassen
GL24h	GL24c	BS11
GL28h	GL28c	BS14
GL32h	GL32c	BS16
GL36h	GL36c	BS18

**Tabelle 4.12:**  
Festigkeitsklassen von Brettschichtholz

**Oberflächenqualität**

Brettschichtholz ist standardmäßig gehobelt und gefast. Oberflächenqualitäten können aber auch anhand der Definition der Studiengemeinschaft Holzleimbau vereinbart werden:

**Auslese-Qualität**

- Festverwachsene Äste zulässig
- Harzgallen bis zu einer Breite von 3 mm zulässig
- Werkseitig ersetzte ausgefallene und lose Äste zulässig
- Mittels Astlochstopfen und „Schiffchen“ ausgebesserte Äste und Fehlstellen zulässig
- Mittels Füllmasse ausgebesserte Äste und Harzgallen zulässig
- Insektenbefall unzulässig
- Markröhre an der sichtbar bleibenden Fläche der Decklamellen unzulässig
- Schwindrisse bis 3 mm Breite zulässig
- Bläue und Rotstreifigkeit unzulässig
- Schimmelpilzbefall unzulässig
- Verschmutzungen unzulässig
- Keilzinkenabstand an sichtbar verbleibenden Lamellen mindestens 1m
- Oberfläche gehobelt und gefast, Hobelschläge bis 0,5 mm zulässig

### Sicht-Qualität

- Festverwachsene Äste zulässig
- Ausgefallene und lose Äste bis zu einem Durchmesser von 20 mm zulässig, Äste mit einem Durchmesser über 20 mm müssen werkseitig ersetzt werden
- Harzgallen bis zu einer Breite von 5 mm zulässig
- Mittels Astlochstopfen oder „Schiffchen“ ausgebesserte Äste und Fehlstellen zulässig
- Mittels Füllmasse ausgebesserte Äste und Harzgallen zulässig
- Fraßlöcher der Insekten bis 2 mm Durchmesser zulässig
- Markröhre zulässig
- Schwindrisse bis 4 mm Breite zulässig
- Bläue und nagelfeste rote und braune Streifen bis zu 10% der sichtbaren Oberfläche des gesamten Bauteils
- Schimmelpilzbefall unzulässig
- Verschmutzungen unzulässig
- Keilzinkenabstand ohne Begrenzung
- Oberfläche gehobelt und gefast, Hobelschläge bis 1 mm zulässig

### Industrie-Qualität

Keine Anforderungen an die Oberfläche bis auf:

- Fraßgänge der Insekten bis 2 mm Durchmesser zulässig
- Schimmelpilzbefall unzulässig
- Oberfläche egalisiert

### Zulässige Dicke und maximale Querschnitte der Lamellen

	Dicke	max. Querschnitt
Gerade Bauteile in der Nutzungsklasse 1 und 2	6 mm bis 45 mm	12.000 mm <sup>2</sup>
Gerade Bauteile in der Nutzungsklasse 3	6 mm bis 35 mm	10.000 mm <sup>2</sup>
Gekrümmte Bauteile	Siehe Anhang H der DIN 1052:2004-08	

### Abmessungen und Maßhaltigkeit

Die Standardquerschnitte des Brettschichtholzes der Festigkeitsklasse GL24h und GL24c sind in der Tabelle 4.13 aufgeführt. Wenn nichts anderes vereinbart, gilt für die Maßhaltigkeit DIN EN 390.

### Kennzeichnung

Das Brettschichtholz oder die Lieferscheine müssen vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach der Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden.

Hinweis: Nach baurechtlicher Einführung von DIN EN 14080 wird ein CE-Zeichen und bezüglich der DIN V 20000-3 und der Restnorm zusätzlich ein Ü-Zeichen erforderlich sein.



### Ausschreibung / Bestellung

Bei der Ausschreibung/ Bestellung sind mindestens: Brettschichtholz nach DIN 1052, Festigkeitsklasse, Aufbau (homogen oder kombiniert), Verwendungsbereich, Querschnittmaße und Länge anzugeben.

Beispiel: Brettschichtholz GL24 nach DIN 1052, Verwendung in der Nutzungsklasse 2, 160/1.200 mm, 18,80 m lang.

Zusätzliche Wünsche, wie z.B. vorbeugender chemischer Holzschutz nach DIN 68800-3, müssen zusätzlich aufgeführt werden.

#### Abbildung 4.25:

Beispiel für die Kennzeichnung eines homogenen Brettschichtholzträgers der Festigkeitsklasse GL 24

**Tabelle 4.13:**  
Standartquerschnitte von  
Brettschichtholz

Breite [mm]	Höhe [mm]									
	100	120	140	160	200	240	280	320	360	400
60		X								
80		X		X	X	X				
100	X	X		X	X					
120		X		X	X	X	X	X	X	
140			X	X	X	X	X	X	X	
160				X	X	X	X	X	X	X
200					X			X	X	X

**Anwendung**

Brettschichtholz ist besonders geeignet für hoch belastete und weit gespannte Bauteile und/oder Bauteile mit besonders hohen Anforderungen an die Formstabilität und die Optik. Brettschichtholz wird daher im Wohnungsbau und im Ingenieurholzbau (Hallenbau, Sportstätten, Brücken etc) eingesetzt. Die Anwendung ist im wesentlichen in DIN 1052 und DIN 1074 geregelt.

Die niedrige Bauteilfeuchte erlaubt bei Beachtung der konstruktiven Regeln der DIN 68800-2 den Verzicht auf vorbeugenden chemischen Holzschutz.



**Abbildung 4.26:**

Mit Brettschichtholz sind große Spannweiten zu realisieren, hier am Beispiel der Neuen Messe Karlsruhe

**Abbildung 4.27:**

Gekrümmte Brettschichtholzträger in der Mehrzweckhalle in Glashütte





#### 4.10 \_ Brettsperrholz (Mehrschichtige Massivholzplatten)

##### Produktbeschreibung

Brettsperrholz besteht aus einer ungeraden Anzahl kreuzweise miteinander verklebter Brettlagen aus Nadelholz, wobei der Querschnitt symmetrisch aufgebaut sein muss. Für die Herstellung werden vorwiegend europäische Nadelholzarten Fichte, Kiefer, Tanne, Lärche und Douglasie verwendet. Die Herstellung sowie die Anwendung des Brettsperrholzes müssen in einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geregelt sein. Es existieren mehrere Zulassungen. In der jeweiligen Zulassung ist die niedrigst mögliche Sortierklasse der Bretter (S7 oder S10) aufgeführt. Die Bretter dürfen keilgezinkt werden. Stumpfstöße sind nicht zulässig. Die möglichen Querschnittsabmessungen der Bretter sind in den Zulassungen geregelt.

Die maximale Fugenbreite zwischen den Einzelbrettern hängt vom Herstellungsverfahren ab und ist in der jeweiligen Zulassung aufgeführt. Sie bewegt sich je nach der Zulassung zwischen 0 mm und 10 mm. Die Holzfeuchte der Bretter vor der Verklebung darf maximal 15 % betragen. Durch die kreuzweise Verklebung (Absperrwirkung) der Bretter ist das Brettsperrholz sehr formstabil.

##### Technische Regeln

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung,  
DIN 1052:2004-08  
DIN 4074-1:2003-06  
EN 385:2002-03

##### Anforderungen an den Hersteller

- Nachweis der Eignung zum Kleben von tragenden Holzbauteilen nach DIN 1052:2004-08, Bescheinigung A, B oder C.
- Zertifikat einer für die Überwachung der Herstellung von Brettsperrholz notifizierten Stelle.



**Abbildung 4.28:**  
Brettsperrholz beim Aufbau  
einer Schule in Kortsch, Italien

**Abbildung 4.29:**  
Brettsperrholzdecke im  
Informationszentrum am  
Altmühlsee

### Bemessung

Die Bemessung des Brettsperrholzes ist in der jeweiligen Zulassung geregelt. In zwei Zulassungen stehen hierfür die in den Versuchen ermittelten charakteristischen Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte zur Verfügung, wobei sich diese Werte nur auf einen in der Zulassung genau beschriebenen Aufbau beziehen. Nach den übrigen Zulassungen wird der Nachweis über die charakteristischen Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte der Einzelschichten geführt. Dabei ist der Nachweis der Spannungsverteilung und der Schnittgrößen bei Beanspruchung rechtwinklig zur Plattenebene nach der Verbundtheorie unter Berücksichtigung von Schubverformungen zu führen. Bei Beanspruchung in Plattenebene dürfen nur diejenigen Lagen in Rechnung gestellt werden, deren Faserrichtung parallel zur betrachteten Kraftkomponente verläuft. Als charakteristische Festigkeit- und Steifigkeitswerte der Einzelschichten sind die Werte für Vollholz der verwendeten Sortierklasse nach DIN 1052 anzusetzen. Für die Querlagen ist der charakteristische Wert der Rollschubfestigkeit  $f_{v,k} = 1,10 \text{ N/mm}^2$  und ein Rollschubmodul von  $50 \text{ N/mm}^2$  zu Grunde zu legen.

Bei der Anwendung von mechanischen Verbindungsmitteln sind die in der jeweiligen Zulassung aufgeführten Bedingungen zu beachten, wobei hier die mögliche Fugenbreite zwischen den Einzelbrettern bei der Verwendung von Klammern, Nägeln und Schrauben eine große Rolle spielen.

### Oberflächenqualität

In der Regel wird die Oberfläche des Brettsperrholzes nach der Herstellung nicht mehr bearbeitet. Bei sichtbarer Anwendung kann eine geschliffene Oberfläche vereinbart werden.

### Abmessungen und Maßhaltigkeit

Die Abmessungen des Brettsperrholzes hängen von dem Herstellungsverfahren ab und sind in der jeweiligen Zulassung aufgeführt. Insgesamt sind folgende Abmessungen lieferbar:

Dicke: 60 mm bis 300 mm  
Breite: 300 mm bis 4.800 mm  
Länge: bis 20.000 mm

Die Maßhaltigkeit ist zwischen dem Hersteller und dem Verwender zu vereinbaren.

### Kennzeichnung

Das Brettsperrholz und die Lieferscheine müssen vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden.

### Ausschreibung / Bestellung

Bei der Ausschreibung/ Bestellung sind mindestens Brettsperrholz, Zulassungsnummer, Holzart, Schichtaufbau, Sortierklasse der Einzelschichten nach DIN 4074-1, Breite und Länge anzugeben.

Beispiel : Brettsperrholz nach Z-9.1...., Fichte, fünf Lagen a 20 mm, S10, 2,80 m breit, 9,80 m lang.

Abbildung 4.30:

Beispiel für das Kennzeichnung des Ü-Zeichens



Abbildung 4.31:

Wandelemente aus Brettsperrholz



**Abbildung 4.32:**  
Wandelemente eines  
Einfamilienhauses aus  
Brettspertholz



**Abbildung 4.33:**  
Brettspertholz als Grund-  
konstruktion für einen Kin-  
dergarten in Sendenhorst



**Abbildung 4.34:**  
Hotelbau in Monte Sella  
unter Verwendung von  
Brettspertholz



### Anwendung

Brettspertholz wird vor allem für tragende und aussteifende Wand-, Decken- und Dachbauteile bei Ein- und Mehrfamilienhäusern und Industrie- und Verwaltungsbauten verwendet.

Auf den chemischen Holzschutz kann dabei in der Regel verzichtet werden, da verbautes Brettspertholz fast immer der Gebrauchsklasse GK0 zugeordnet werden kann. Bei der Verwendung als Außenwand wird die wärmedämmende Schicht in der Regel außenseitig angebracht.

Brettspertholz findet auch immer wieder bei Sonderbauten wie z.B. Brückenplatten, Holz-Beton-Verbunddecken und Rippenplatten Anwendung.



## 5\_ Holzschutz im Bauwesen



Unter dem Holzschutz im Bauwesen sind alle Maßnahmen zu verstehen, die bei Holz und Holzwerkstoffen eine Zerstörung durch Pilze und Insekten sowie Schäden durch übermäßiges Quellen und Schwinden verhindern sollen.

Dabei wird zwischen einem baulichen Holzschutz und einem chemischen Holzschutz unterschieden. Nur dort, wo der bauliche Holzschutz nicht oder nicht ganz ausreicht, muss dieser durch den chemischen Holzschutz ergänzt werden.

### 5.1 \_ Baulicher Holzschutz

Hier sind entsprechend DIN 68800-2 vorbeugende konstruktive, bauphysikalische und organisatorische Maßnahmen zu verstehen, die bei Holz und Holzwerkstoffen verhindern sollen, dass

- eine unzuträgliche Erhöhung des Feuchtegehaltes als Voraussetzung für einen Pilzbefall,
- ein Bauschaden durch Insektenbefall,
- eine unzuträgliche Veränderung des Feuchtegehaltes im Hinblick auf schädliche Formänderungen zu Stande kommen.

#### 5.1.1 \_ Maßnahmen zur Verhinderung einer unzulässigen Erhöhung des Feuchtegehaltes von Holz und Holzwerkstoffen

Hier wird unterschieden zwischen:

- Feuchteschutz während des Bauzustandes
- Tauwasserschutz
- Wetterschutz
- Schutz in Nassbereichen
- Schutz gegen Feuchteleitung

##### 5.1.1.1 \_ Feuchteschutz während des Bauzustandes

Darunter sind Maßnahmen zu verstehen, die eine unzulässige Erhöhung des Feuchtegehaltes im Holz oder in Holzwerkstoffen während Transport, Lagerung an der Baustelle sowie Montage der Holzbauteile verhindern sollen. Gemeint ist hier hauptsächlich ein ausreichender Schutz gegen Niederschläge, der durch eine regensichere Verpackung oder Abdeckung, siehe Abb. 5.1, bzw. durch einen temporären Anstrich erreicht werden kann.

**Abbildung 5.1:**  
Regensichere Verpackung von Brettschichtholzträgern

**Abbildung 5.2:**  
Risse im Brettschichtholz, die auf Nichtbeachtung des Feuchteschutzes während des Bauzustandes zurückzuführen sind

Nichtbeachtung dieser Maßnahmen kann zu Schäden an hölzernen Bauteilen führen (Abb. 5.2). Der hier als Teil der Dachkonstruktion einer großen beheizten Halle abgebildete Brettschichtholzträger war während der Lagerung an der Baustelle sowie während der Montage längere Zeit dem direkten Außenklima bzw. den Niederschlägen ausgesetzt. Dies führte zu einer starken Erhöhung der Holzfeuchte. Nach Fertigstellung der Halle und anschließender Beheizung kam es zu einer raschen Feuchteabgabe. Die dabei aufgetretenen relativ hohen Schwindspannungen führten zur Bildung von zahlreichen Rissen.

Bei geschlossener Bauhülle während der Bauphase ist auf eine ausreichende Belüftung zu sorgen, um die Rohbaufeuchte rechtzeitig abzuführen und damit Tauwasserbildung vor allem im Dachbereich zu vermeiden.



### 5.1.1.2 \_ Tauwasserschutz

Beim Tauwasserschutz wird unterschieden zwischen:

- \_ Tauwasserschutz für die raumseitige Oberfläche von Außenbauteilen
- \_ Tauwasserschutz für den Querschnitt von Außenbauteilen infolge Wasserdampfdiffusion
- \_ Tauwasserschutz für den Querschnitt von Außenbauteilen infolge Wasserdampfkonvektion

#### 5.1.1.2.1 \_ Tauwasserschutz für die raumseitige Oberfläche von Außenbauteilen

Hier soll durch einen ausreichenden Wärmeschutz der Außenbauteile gewährleistet werden, dass die Temperatur an der raumseitigen Bauteiloberfläche über die Taupunkttemperatur der umgebenden Luft liegt. Die Einhaltung dieser Forderung bereitet heute keine Probleme, da im Rahmen der heute gültigen Energieeinsparungsverordnung ein Wärmeschutz von Gebäuden verlangt wird, der weit über dem für die Tauwasserfreiheit im Bereich der raumseitigen Bauteiloberfläche erforderlichen Wärmeschutz liegt. Diese Feststellung gilt natürlich nur unter der Voraussetzung, dass die Gebäude im Hinblick auf ein gesundes Wohnklima ausreichend gelüftet werden.

#### 5.1.1.2.2 \_ Tauwasserschutz für den Querschnitt von Außenbauteilen infolge Wasserdampfdiffusion

Unter der Wasserdampfdiffusion ist die Wasserdampfbewegung durch die geschlossenen Schichten eines Außenbauteils infolge des vorhandenen Wasserdampfdruckunterschiedes zwischen beiden Seiten des Bauteils zu verstehen. Die einzuhaltenen Bedingungen hinsichtlich des Tauwasserschutzes infolge Wasserdampfdiffusion sind in der DIN 4108-3 aufgeführt. Für einige in der erwähnten Norm genau beschriebenen Außenbauteile ist ein Nachweis des Tauwasserschutzes infolge Wasserdampfdiffusion nicht erforderlich.

Für die meisten heute verwendeten Bauteile muss aber ein entsprechender Nachweis geführt werden. Grundlage hierfür ist das graphische Verfahren nach Glaser, das in DIN 4108-3 verankert ist. In den meisten Fällen reicht die Verwendung von dampfbremsende Schichten mit  $s_{d_0}$ -Werten zwischen 2-5 m aus, um die Bedingungen der Norm zu erfüllen. In Bezug auf eine rechtzeitige Abführung der im Bauteilquerschnitt ungewollt vorhandenen Feuchte (z. B. Leckagen) sollte bei nicht belüfteten Dächern die dampfsperrende Wirkung ( $s_{d_0}$ -Wert) der an der Raumseite angebrachten Dampfsperre so klein wie möglich gehalten werden. In den letzten Jahren wurden hier auch sogenannte feuchtevariablen Folien verwendet. Bei diesen Folien hängt der Wasserdampfdiffusionswiderstand von der relativen Feuchte der umgebenden Luft ab. Bei niedriger relativer Luftfeuchte, wie z.B. im Winter, ist der Wasserdampfdiffusionswiderstand bis zu mehr als hundertfach größer als bei hoher relativer Luftfeuchte, wie z.B. in Sommer. Dadurch verhindert die Folie, dass während der Heizperiode (rel. Luftfeuchte rd. 40%) Wasserdampf in die Konstruktion eindringt. In den Sommermonaten (rel. Luftfeuchte rd. 70%) ermöglicht sie aber die Austrocknung der Konstruktion nach innen.

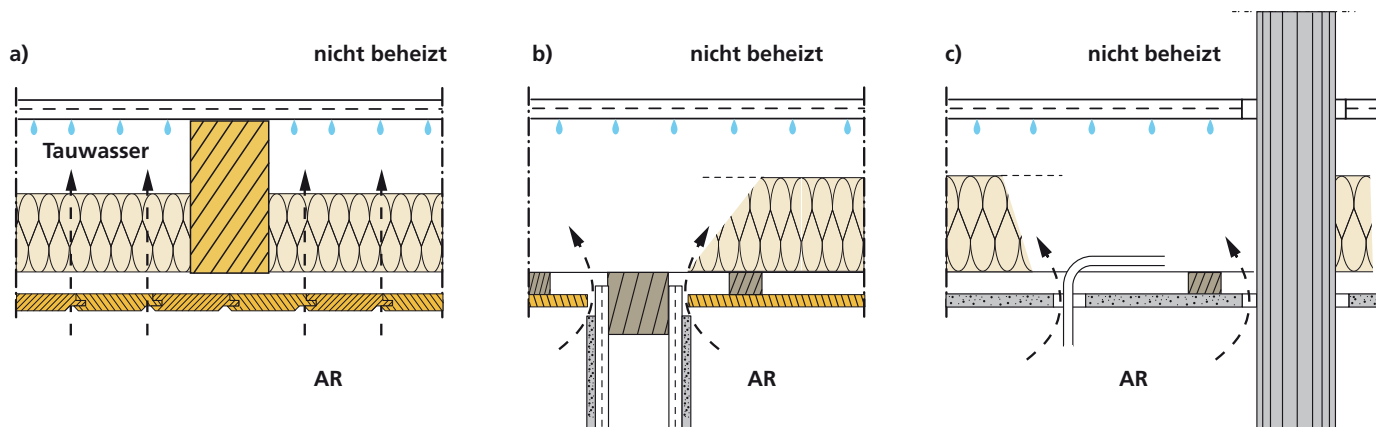
Die äußere Abdeckung von Dächern muss deutlich diffusionsoffener als die raumseitige Dampfbremse sein. Zur Zeit werden hier diffusionsoffene Unterspannbahnen mit einem  $s_{d_0}$ -Wert zwischen 0,02 m und 0,2 m verwendet. Die Verwendung von weichen Holzfaserplatten bis zu einer Dicke von 25 mm ist ebenfalls erlaubt.

### 5.1.1.2.3 \_ Tauwasserschutz für den Querschnitt von Außenbauteilen infolge Wasserdampfkonvektion

Unter Wasserdampfkonvektion ist die Bewegung der wasserdampfenthaltenden Raumluft durch Undichtheiten im Bereich der raumseitigen Schichten eines Außenbauteils infolge eines Luftdruckunterschiedes zwischen beiden Seiten des Bauteils zu verstehen. Beispiele dafür können aus der Abb. 5.3 entnommen werden.

Wenn in der Vergangenheit Schäden infolge Tauwasserbildung im Querschnitt von Außenbauteilen festgestellt wurden, waren diese hauptsächlich auf Wasserdampfkonvektion zurückzuführen.

Aus diesem Grund ist bei Außenbauteilen unbedingt darauf zu achten, dass die innere Bekleidung luftdicht ausgeführt wird. Dies kann z. B. durch Verwendung eines luftdichten Plattenwerkstoffes oder vollflächig verlegten Folien erreicht werden.



**Abbildung 5.3:**

Wasserdampfkonvektion mit Tauwasserbildung bei nicht luftdicht ausgebildeten Außenbauteilen [5.1]

- unterseitige Bekleidung nicht luftdicht;
- Anschluss der unterseitigen Bekleidung an die Trennwand nicht luftdicht;
- luftdurchlässige Durchdringung einer ansonsten luftdichten Bekleidung durch Elektroableitung oder Rohrdurchführung; AR Aufenthaltsraum

Bei Plattenwerkstoffen ist darauf zu achten, dass auch im Bereich der Stöße die Luftdichtheit gegeben ist. Bei Gipsfaserplatten und Gipskartonplatten ist dies durch Verwendung von den Platten angepassten armierten Fugendichtungsmassen leicht zu erreichen. Bei Verwendung von Folien ist darauf zu achten, dass diese im Bereich der Überlappungen miteinander dauerhaft luftdicht verklebt werden. Eine Beschädigung der Folien durch Nagelung oder Klammerung der anschließenden Holzschalung (z. B. N+F-Bretter) sollte unbedingt vermieden werden.

Auch im Bereich von Durchdringungen im Bereich der inneren Bekleidung, die z. B. durch Verlegung von Elektroableitungen oder Entlüftungsrohren entstehen können, muss für eine einwandfreie Luftdichtheit gesorgt werden, z.B. durch Manschetten oder dergleichen.

### 5.1.1.3 \_ Wetterschutz

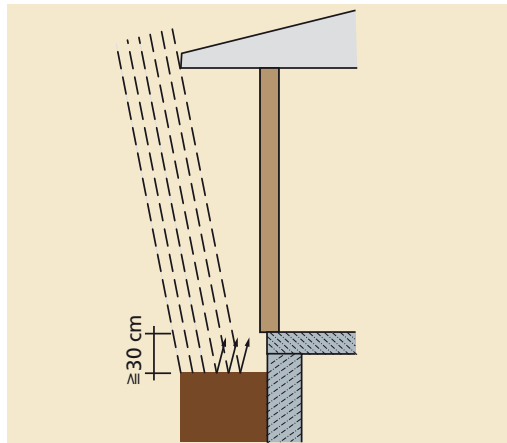
Durch bauliche Maßnahmen sollen Niederschläge von Holzbauteilen im Freien ferngehalten oder schnell abgeleitet werden. Den besten Schutz erreicht man durch ausreichende Dachüberstände oder Abdeckungen (Abb. 5.4, 5.5).

Nicht abgedeckten Holzteile sollten mindestens 30 cm vom Erdboden entfernt sein, um eine Beanspruchung durch Spritzwasser zu vermeiden.

Dort wo das Fernhalten der Niederschläge nicht möglich ist, muss durch bauliche Maßnahmen, dafür gesorgt werden, dass das Niederschlagswasser schnell über die Oberfläche abläuft. Dabei ist zu beachten, dass waagrecht liegende Holzteile stärker gefährdet als lotrecht liegende sind, da bei ersteren das Wasser langsamer abfließt und darüber hinaus bei Rissbildung an der Oberseite die Gefahr des Wassereindringens groß ist.

Ebenfalls ist zu beachten, dass das Holz die Feuchte über die Hirnholzflächen sehr schnell aufnehmen kann, sodass die erwähnten Flächen im Freien abgedeckt sein sollen, wenn diese mit Niederschlägen in Kontakt kommen können.

Ein Wetterschutz ist auch mit Wärmedämmverbundsystemen möglich, sie benötigen eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung. Im Vorfeld der Zulassungserteilung muss u. a. auch ein Nachweis des dauerhaften Wetterschutzes der dahinter befindlichen Holz- bzw. Holzwerkstoffkonstruktion erbracht werden.



**Abbildung 5.4:**

Baulicher Holzschutz für die Außenwand durch Vordach und ausreichende Sockelhöhe



**Abbildung 5.5:**

Wetterschutz der Holzkonstruktion durch Überdachung



**Abbildung 5.6:**

Brettschichtholz einer Trogbauweise durch Schalung geschützt

#### 5.1.1.4 \_ Schutz in Nassbereichen

Unter der Voraussetzung einer üblichen Nutzung (Heizen, Lüften) von privaten Bädern sind hier Nassbereiche nur dort anzunehmen, wo eine Spritzwasserbeanspruchung zu erwarten ist und im Bereich von Fußböden. Spritzwassergefährdet sind Duschwände und eventuell Wandbereiche oberhalb der Badewanne. Hier müssen alle Wandbeläge (z.B. Fliesen – oder Kunststoffbeläge) dicht ausgebildet werden, um die dahinter befindliche Konstruktion vor Feuchteaufnahme auf Dauer zu schützen. Auch im Bereich der Fußböden ist ein wasserundurchlässiger Belag anzu-bringen. Ausführliche Angaben hinsichtlich der Nassbereiche in Bädern können aus dem Merkblatt Reihe 3 | Teil 2 entnommen werden.

#### 5.1.1.5 \_ Schutz gegen Feuchteleitung

Bei diesen Maßnahmen soll verhindert werden, dass Feuchte aus angrenzenden Materialien in Holz und Holzwerkstoffe gelangt. Dabei ist an eine direkte (unmittelbarer Kontakt zwischen den Materialien) und eine indirekte (durch Dampfdiffusion) Übertragung gedacht. Hier ist vor allem der Schutz von Fußpunkte der Holzwände zu beachten, wenn diese auf einen noch feuchten massiven Untergrund aufgestellt werden. Bewährt haben sich hierfür nackte Bitumenbahnen oder Kunststoff-Dichtungsbahnen, die lose verlegt werden. An den Fußpunkten von Innenstützen ist in gleicher Weise vorzugehen, wenn die Stützen direkt auf dem massiven Untergrund aufgebracht werden sollen. Bei Holzfußböden auf Massivdecken empfiehlt sich die Verlegung einer vollflächigen Sperrschicht auf der Massivdecke.

#### 5.1.2 \_ Anwendungsbereiche der Holzwerkstoffe

In Abhängigkeit von der Feuchtebeständigkeit der verwendeten Klebstoffart sowie einer eventuellen Holzschutzmittelbehandlung (G) wurde bis jetzt auf der nationalen Ebene zwischen Holzwerkstoffklassen 20, 100 und 100G unterschieden. Diese Klassen sind auch in der noch gültigen DIN 68800-2:1996-05 berücksichtigt. Nach der harmonisierten europäischen Norm DIN EN 13986 wird auf der europäischen Ebene unterschieden zwischen Holzwerkstoffen für die Verwendung im Trocken-, Feucht- und Außenbereich. Diese Bereiche sind in etwa wie folgt zu verstehen:

##### Trockenbereich

= Anwendungsbereich der Holzwerkstoffklasse 20

##### Feuchtbereich

= Anwendungsbereich der Holzwerkstoffklasse 100

##### Außenbereich

= Anwendungsbereich der Holzwerkstoffklasse 100G

Die folgende Tabelle 5.1 gibt die maximal zulässige Plattenfeuchte für die jeweilige Holzwerkstoffklasse entsprechend DIN 68800-2 bzw. für die Holzwerkstoffe nach DIN EN 13986 an. Um die Anwendungsbereiche besser erfassen zu können, sind in der Tabelle auch die entsprechenden Nutzungsklassen nach DIN 1052 aufgeführt.

<sup>1)</sup> Bei Holzfaserverplatten 12% in Nkl 1 bzw. 15% in NKL 2

<sup>2)</sup> Baufurniersperrholz nur beschränkt in NKL 3

**Tabelle. 5.1:**  
Zulässige maximale  
Plattenfeuchte

Holzwerkstoffklasse nach DIN 68800-2	Holzwerkstoffe nach DIN EN 13986 für Anwendung im	Zulässige maximale Plattenfeuchte in %	Nutzungsklasse nach DIN 1052
20	Trockenbereich	15 <sup>1)</sup>	1
100	Feuchtbereich	18 <sup>1)</sup>	2
100G	Außenbereich	21	3 <sup>2)</sup>

**Tabelle 5.2:**  
Anwendungsbeispiele  
für Holzwerkstoffe

Bei Holzwerkstoffen für eine Anwendung im Außenbereich entsprechend DIN EN 13986 ist eine chemische Behandlung gegen einen Befall durch holzerstörende Pilze nicht vorgesehen. Solange darauf geachtet wird, dass die maximal Feuchte 21% nicht überschreitet, ist eine solche Behandlung auch nicht erforderlich. Unter dieser Voraussetzung wäre auch auf der nationalen Ebene eine Holzwerkstoffklasse 100G nicht erforderlich. In der zur Zeit in der Bearbeitung befindlichen neuen DIN 68800 wird dies berücksichtigt.

In der folgenden Tabelle 5.2 sind Anwendungsbeispiele für die erwähnten Holzwerkstoffe enthalten. Dabei wurde die Tabelle 3 der DIN 68800-2 um die Holzwerkstoffe nach DIN EN 13986 ergänzt.

<sup>1)</sup> dazu zählen auch nicht ausgebaute Dachräume von Wohngebäuden

<sup>2)</sup> Hohlräume gelten im Sinne der DIN 68800-2 als ausreichend belüftet, wenn die Größe der Zu- und Abluftöffnungen mindestens je 2% der zu belüfteten Fläche, bei Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen mindestens jedoch 200 cm<sup>2</sup> je Meter Deckenbreite beträgt.

<sup>3)</sup> Von solchen Konstruktionen wird wegen der Möglichkeit ungewollt auftretender Feuchte, z.B. Tauwasserbildung infolge Wasserdampfkonvektion, im allgemeinen abgeraten. Sichere Konstruktionen sind möglich, wenn der Feuchteschutz mit einer hygrothermischen Berechnung nach DIN EN 15 026 unter Berücksichtigung einer Verdunstungsreserve von 250 g/m<sup>2</sup>a nachgewiesen werden kann.

<sup>4)</sup> Wärmedurchlasswiderstand R, Berechnung nach DIN EN ISO 6946

Zeile	Anwendungsbereiche	Holzwerkstoffklasse nach DIN 68800 - 2: 1996-05	Holzwerkstoffklasse nach DIN EN 13986 für Anwendung im
1	Raumseitige Bekleidung von Wänden, Decken und Dächern in Wohngebäuden sowie in Gebäuden mit vergleichbarer Nutzung <sup>1)</sup>		
1.1	Allgemein	20	Trockenbereich
1.2	Obere Beplankung sowie tragende oder aussteifende Schalung von Decken unter ausgebauten Dachgeschossen		
	a) belüftete Decken <sup>2)</sup>	20	Trockenbereich
	b) nicht belüftete Decken		
	- ohne ausreichende Dämmschichtauflage <sup>3)</sup>	100	Feuchtbereich
	- mit ausreichender Dämmschichtauflage ( R= 0,75 m <sup>2</sup> K/W) <sup>4)</sup>	20	Trockenbereich
2	Außenbeplankung von Außenwänden		
2.1	Hohlraum zwischen Außenbeplankung und Vorhangschale (Wetterschutz) belüftet	100	Feuchtbereich
2.2	Vorhangschale als Wetterschutz, Hohlraum nicht ausreichend belüftet, diffusionsoffene, wasserableitende Abdeckung der Beplankung	100	Feuchtbereich
2.3	Auf der Beplankung direkt aufliegendes Wärmedämm-Verbundsystem	100	Feuchtbereich
2.4	Mauerwerk-Vorsatzschale, Hohlraum nicht ausreichend belüftet, Abdeckung der Beplankung mit:		
	a) wasserableitender Schicht mit s <sub>d</sub> ≥ 1m	100	Feuchtbereich
	b) Hartschaumplatte, mindestens 30 mm dick		

## Fortsetzung Tabelle 5.2:

Anwendungsbeispiele  
für Holzwerkstoffe

Zeile	Anwendungsbereiche	Holzwerkstoffklasse nach DIN 688002	Holzwerkstoffklasse nach DIN EN 13986 für Anwendung im
3	Obere Beplankung von Dächern, tragende und aussteifende Dachschalung		
3.1	Beplankung oder Schalung steht mit der Raumlufte in Verbindung		
3.1.1	Mit aufliegender Wärmedämmschicht (z.B. in Wohngebäuden, beheizten Hallen)	20	Trockenbereich
3.1.2	Ohne aufliegende Wärmedämmschicht (z.B. Flachdächer über unbeheizten Hallen)	100G	Außenbereich
3.2	Dachquerschnitt unterhalb der Beplankung oder Schalung belüftet		
3.2.1	Geneigtes Dach mit Dachdeckung	100	Feuchtebereich
3.2.2	Flachdach mit Dachabdichtung <sup>3)</sup>		
3.3	Dachquerschnitt unterhalb der Beplankung oder Schalung nicht belüftet		
3.3.1	Belüfteter Hohlraum oberhalb der Beplankung oder Schalung, Holzwerkstoff oberseitig mit wasserableitender Folie oder dergleichen abgedeckt <sup>3)</sup> Holzwerkstoff mit diffusionsoffener wasserableitender Abdeckung (Gesamt - $s_d$ -Wert < 0,3m) -> Feuchtebereich	100G	Außenbereich
3.3.2	Keine dampfsperrenden Schichten (z.B. Folien) unterhalb der Beplankung oder Schalung, Wärmeschutz überwiegend oberhalb der Beplankung oder Schalung	100	Feuchtebereich



## 5.2 \_ Chemischer Holzschutz

Nur dort, wo der bauliche Holzschutz nicht oder nicht ganz ausreicht, muss dieser durch den chemischen Holzschutz ergänzt werden. Dies gilt verbindlich für tragende Bauteile, bei nicht tragenden Hölzern ist dies abzuwägen (siehe auch DIN EN 460). Der chemische Holzschutz ist in der DIN 68800-3 geregelt, wo zwischen Gebrauchsklassen GK0 bis GK4 (in der noch gültigen Norm Gefährdungsklassen GK0 bis GK4) unterschieden wird, siehe folgende Tabelle.

Gebrauchsklassen	Gefährdung durch			
	Insekten	Holzerstörende Pilze	Auswaschung	Moderfäule
0				
1	X			
2	X	X		
3	X	X	X	
4	X	X	X	X

### 5.2.1 \_ Holzschutzmittel

Als Holzschutzmittel sind nur solche Präparate definiert, die insektizide und/oder fungizide Wirkstoffe, d. h. Wirkstoffe gegen tierische und/oder pflanzliche Schädlinge enthalten. Für die Behandlung von tragenden Hölzern dürfen nur Holzschutzmittel, die in einem gültigen Zulassungsbescheid des Deutschen Instituts für Bautechnik geregelt sind, verwendet werden. Zur Erlangung eines Zulassungsbescheides müssen zunächst eingehende Prüfungen hinsichtlich der Wirksamkeit und Anwendbarkeit durchgeführt werden. Der Umfang dieser Prüfungen hängt von der Anzahl der beantragten Prüfprädikate ab. Dabei wird zwischen folgenden Prüfprädikaten unterschieden:

lv	gegen Insekten vorbeugend wirksam
P	gegen Pilze vorbeugend wirksam (Fäulnisschutz)
W	auch für Holz, dass der Witterung ausgesetzt ist, jedoch nicht im ständigen Erdkontakt und nicht im ständigen Kontakt mit Wasser
E	auch für Holz, das extremer Beanspruchung ausgesetzt ist (im ständigen Erdkontakt und/oder im ständigen Kontakt mit Wasser sowie bei Schmutzablagerungen in Rissen und Fugen).

Die einzelnen Gefährdungsklassen erfordern Holzschutzmittel mit folgenden Prüfprädikaten:

GK 1:	lv	GK 3:	lv, P, W
GK 2:	lv, P	GK 4:	lv, P, W, E

**Tabelle 5.3:**

## Einbringverfahren

Einbringverfahren	Kurzbeschreibung
Streichen	Manueller, mindestens zweimaliger Auftrag z. B. mittels Pinsel oder Rolle
Fluten	Schutzmittelauftrag mittels einer Flüssigkeitsfahne.
Spritzen	Manueller, mindestens zweimaliger Auftrag mittels Spritzgeräten. Achtung: Nur zulässig bei verbautem Holz, z.B. bei Bekämpfungsmaßnahmen.
Sprühtunnel	Stationärer Sprühkranz in einem Tunnel, durch den Hölzer einzeln maschinell hindurchgeführt werden.
Tauchen	Eintauchen des Holzes über eine bis mehrere Stunden.
Trogtränkung	Eintauchen des Holzes über einen bis mehrere Tage.
Kesseldrucktränkung	Hier werden die Holzschutzmittel in speziellen Imprägnierzylindern mit Hilfe von Druckunterschieden in das Holz eingebracht. In Abhängigkeit von der Verwendung des imprägnierten Holzes, dem vorgesehenen oder vorgeschriebenen Holzschutzmittel, der Einbringmenge sowie der Holzfeuchte zum Zeitpunkt der Schutzbehandlung werden unterschiedliche Techniken der Kesseldrucktränkung angewandt.
Sonderbehandlung	Bei besonders gefährdeten Holzbereichen wird durch Bohrlochtränkung, Einlegen von Patronen in vorbereitete Bohrlöcher, Anlegen von Holzschutzmittelbandagen und durch Auftragen von Pasten eine deutlich größere Holzschutzmittelmenge in das Holz eingebracht.

Neben den Prüfungen hinsichtlich der Wirksamkeit und Anwendbarkeit müssen die Holzschutzmittel im Hinblick auf die Gefährdung für Menschen, Tiere und Umwelt bei bestimmungsgemäßer Anwendung durch das Bundesinstitut für Risikobewertung und das Umweltbundesamt bewertet werden. Dabei können bestimmte Anwendungsbeschränkungen vorgeschrieben werden, die in den „Besonderen Bestimmungen“ des betreffenden Zulassungsbescheides aufgeführt sind. Die eventuellen Beschränkungen hinsichtlich der Verwendung in Aufenthaltsräumen sind besonders zu beachten.

Wenn ein mit einem Holzschutzmittel behandeltes Holz nachträglich verklebt werden soll, muss die Verträglichkeit zwischen dem verwendeten Holzschutzmittel und dem zu verwendenden Klebstoff nachgewiesen werden. Sofern behandeltes Holz mit einem Anstrich (Beschichtung) versehen werden soll, muss das Anstrichmittel mit dem Holzschutzmittel verträglich sein.

Es gibt zur Zeit rd. 180 Holzschutzmittel, die jährlich im so genannten „Holzschutzmittelverzeichnis“ des DIBt bekanntgegeben werden, wobei zwischen wasserbasierten und lösemittelhaltigen Holzschutzmitteln unterschieden wird. Die Verwendung von lösemittelhaltigen Holzschutzmitteln ist in den letzten Jahren stark zurückgegangen, so dass im Holzbau in der Regel wasserbasierte Holzschutzmittel verwendet werden.

### 5.2.2 \_ Einbringverfahren

Die in der Tabelle 5.3 aufgeführten Einbringverfahren werden im Holzbau angewendet.

### 5.2.3 \_ Wahl des Schutzmittels und des Einbringverfahrens

Die Wahl des Schutzmittels erfolgt in Abhängigkeit von der Gefährdung und der Beanspruchung des Holzes. Dabei ist darauf zu achten, dass nicht eine Behandlung über das erforderliche Maß hinaus stattfindet. Damit ist gemeint, dass z. B. in dem Anwendungsbereich der GK2 Holzschutzmittel mit den Prüfprädikaten Iv und P ausreichen. Beim Holz in den Anwendungsbereichen der Gefährdungsklassen 1 und 2 werden hauptsächlich borhaltige wasserlösliche Holzschutzmittel verwendet, wobei hierfür entweder Sprühtunnel- oder Tauchverfahren angewendet werden.

Für das Holz in den Anwendungsbereichen der Gebrauchsklassen 3 und 4 werden fixierende chromhaltige und chromfreie Holzschutzmittel verwendet, die in der Regel in einem Kessel-druckverfahren in das Holz eingebracht werden. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass bei trockenem Fichtenholz auch im Kessel-druckverfahren nur die äußeren 1 bis 2 mm vom Holzschutzmittel erfasst werden. Dies hängt mit dem Tüpfelverschluss (Tüpfel = kleine runde Verbindungen zwischen benachbarten Zellen, die im lebenden Baum den Wassertransport von unten nach oben ermöglichen) beim Trocknen des Holzes unterhalb des Fasersättigungsbe-reiches zusammen. Aus diesem Grund sollte das Fichtenholz bei Verwendung im Freien nach Möglichkeit durch bauliche Maßnahmen, z. B. Abdeckung, für die Niederschläge unzugänglich



gemacht werden. Wenn dies nicht der Fall ist, sollte das Fichtenholz durch Perforierung für die Holzschutzmittel auch in tieferen Bereichen zugänglich gemacht werden. Dies gilt aber nicht für Fassadenbretter (Stülp-schalung, N + F-Schalung, Boden-Deckelschalung usw.), da bei diesen bei einer ordnungsgemäßen Verlegung aufgrund von günstigen Austrocknungsbedingungen eine unzuträgliche Feuchteerhöhung nicht zu erwarten ist (Abb. 5.7). Hier wird die im Bereich der Oberfläche aufgenommene Niederschlagsfeuchte immer wieder in einer relativ kurzen Zeit an die umgebende Luft abgegeben.

**Abbildung 5.7:**  
Ordnungsgemäß verlegte  
Schalung, kein Holzschutz-  
mittel erforderlich.

### 5.2.4 \_ Holzschutzmittelmengen

Die notwendigen Holzschutzmittelmengen richten sich nach der vorgesehenen Verwendung des Holzes, der Art des Schutzmittels und dem Einbringverfahren. Sie sind in den jeweiligen Zulassungsbescheiden aufgeführt.

Bei Holz im Bereich der Gebrauchsklassen 1 und 2 ist bei den meisten zur Zeit verwendeten wasserlöslichen borhaltigen Holzschutzmitteln eine Mindestmenge zwischen 25 g Salz/m<sup>2</sup> und 30 g Salz/m<sup>2</sup> ohne Anforderung an die Eindringtiefe vorgeschrieben.

**Abbildung 5.8**

Mittlere Lösungsaufnahme beim Tauchen für gehobeltes und sägeraues Fichtenholz mit einer Feuchte von  $u \leq 20\%$  in Abhängigkeit von der Zeit.

Wie schnell diese Menge aufgenommen wird, hängt bei den Nichtdruckverfahren vor allem von der Holzoberfläche (gehobelt oder sägerau), der Holzfeuchte, der Holzschutzmittelkonzentration und der Behandlungsdauer ab. Abbildung 5.8 zeigt den Zusammenhang zwischen diesen Parametern und der Aufnahmemenge bei Behandlung mit wässriger Schutzmittellösung.

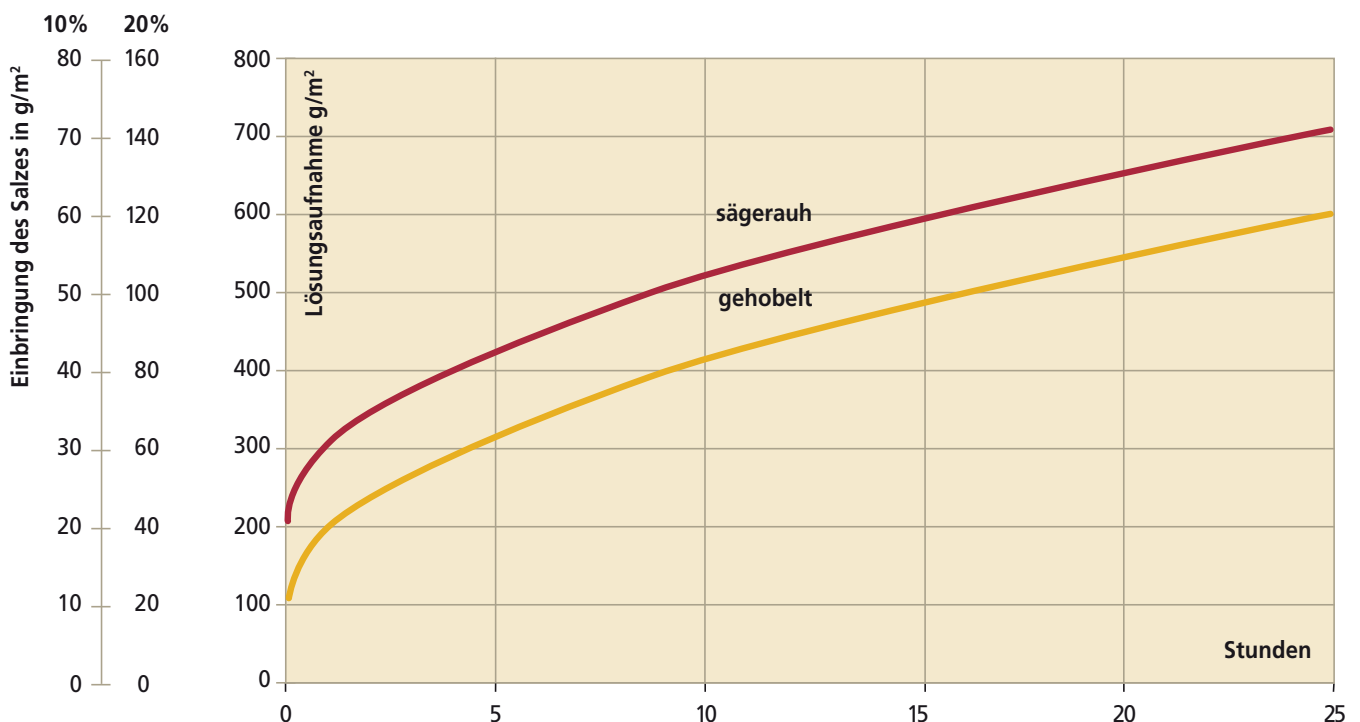
Wie aus diesem Bild ersichtlich, werden beim Kurztaschen hauptsächlich durch die anfängliche Spontanaufnahme bei gehobeltem Holz rd. 100 g Lösung pro m<sup>2</sup> und bei sägeraues Holz rd. 200 g Lösung pro m<sup>2</sup> aufgenommen. Diese Mengen können in etwa auch bei einer Behandlung im Sprühtunnel angenommen werden.

### 5.2.5 \_ Überwachung der Schutzmittelbehandlung, Bescheinigung und Kennzeichnung des behandelten Holzes

#### • Eigenüberwachung

Der Imprägnierer ist verpflichtet im Rahmen der Eigenüberwachung die Einbringmenge zu ermitteln. Beim Streichen, Spritzen, Fluten, Tauchen und Trogränkung wird die aufgebrachte Holzschutzmittelmenge in der Regel durch Wiegen des Holzes vor und nach der Schutzmittelbehandlung ermittelt und in g/m<sup>2</sup> bzw. ml/m<sup>2</sup> abgewickelter Holzoberfläche angegeben.

#### Konzentration von



Bei der Kesseldrucktränkung wird die Menge der eingebrachten Tränkflüssigkeit entweder durch Wiegen des Holzes vor und nach der Tränkung oder mittels geeigneter Messeinrichtungen (Flüssigkeitsmessung) ermittelt und in  $\text{kg}/\text{m}^3$  angegeben. Die Ergebnisse der Eigenüberwachung müssen protokolliert werden.

Falls eine quantitative Bestimmung der in das Holz eingebrachte Schutzmittelmenge erforderlich ist, darf diese nur durch eine dafür anerkannte Prüfstelle vorgenommen werden.

- **Bescheinigung**

Der Imprägnierer ist verpflichtet, die ausgeführte Holzschutzmittelbehandlung durch eine Bescheinigung zu bestätigen. Dies erfolgt zweckmäßigerweise durch Begleitpapiere. Diese müssen folgende Angaben enthalten: Name und Anschrift des Imprägnierers, DIN 68800-3, angewendete Holzschutzmittel mit Zulassungsnummer und Prüfprädikaten, Wirkstoffe, angewendetes Einbringverfahren, berücksichtigte Gefährdungsklasse, erzielte Einbringmenge, Jahr und Monat der Behandlung.

Bei wasserlöslichen Holzschutzmitteln ist zusätzlich die angewandte Lösungskonzentration anzugeben.

- **Kennzeichnung**

Das schutzmittelbehandelte verbaute Holz ist durch den Imprägnierer zu kennzeichnen. Dabei sind an mindestens einer möglichst sichtbar bleibenden Stelle folgende Daten in dauerhafter Form anzugeben: Name und Anschrift des Imprägnierers, Name und Prüfzeichen des angewendeten Holzschutzmittels, Prüfprädikate, Wirkstoffe, erzielte Einbringmenge, Jahr und Monat der Behandlung. Dies kann mit sogen. Dachkarten oder als Signiereindruck im Holz selber erfolgen.

### 5.3 \_ Bedingungen zur Vermeidung von Bauschäden durch Pilze

#### Verwendung von trockenem Holz

Die Gefahr eines Befalls durch holzerstörende Pilze ist beim Holz mit einer Feuchte unterhalb von 20 % nicht gegeben, da sich die erwähnten Pilze erst ab dem Fasersättigungsbereich d.h. erst ab einer Holzfeuchte von rd. 30 % entwickeln können.

#### Keine unzuträgliche Erhöhung der Holzfeuchte in eingebautem Zustand

Unter der Beachtung von baurechtlich eingeführten Regeln der Bauphysik, vor allem der DIN 4108, Wärmeschutz im Holzbau, ist darauf zu achten dass

- Tauwasser im Querschnitt von Außenbauteilen (Wasserdampfdiffusion und Wasserdampfkondensation) und
- Feuchteleitung aus angrenzenden Materialien ausgeschlossen wird. (siehe hierzu Abschnitt 5.1).

#### Trocknung des feucht eingebauten oder feucht gewordenen Holzes innerhalb von 6 Monaten auf eine Feuchte unterhalb von 30 %

Es darf kein feuchtes Holz eingebaut werden.

Wenn dies während der Bauphase oder im Bauzustand feucht wird, muss unbedingt darauf geachtet werden, dass dieses Holz innerhalb von 6 Monaten auf eine Holzfeuchte von weniger als 30 % heruntertrocknet, da innerhalb dieser Zeit keine nennenswerte Zerstörung durch Pilze zu erwarten ist. Konstruktionen können nur geschlossen werden, wenn die Holzfeuchte < 20% beträgt.

Bei nicht belüfteten Dächern sollten diffusionsoffene Unterspannbahnen verwendet werden, um zu erreichen, dass auch ungewollt eingedrungene Feuchte (z. B. Leckagen) rechtzeitig abgeführt wird (siehe auch hier Abschnitt 5.1.1).

### Verwendung von splintfreien Farbkernhölzern der Dauerhaftigkeitsklasse 1, 2 und 3 in Abhängigkeit von der Gefährdung

Im lebenden Baum werden im Bereich des Kernholzes von farbkernbildenden Holzarten bestimmte Extraktstoffe eingelagert, die auf Pilze und Insekten toxisch wirken. Aus diesem Grund ist z. B. bei der Verwendung von Kiefer-, Douglasie – oder Lärchenkernholz im Bereich der Gebrauchsklasse 2 nach DIN 68800-3 (z. B. Schwellenhölzer der Außenwände im Erdgeschoss oder im Bereich von Balkonen und Terrassen) keine chemische Behandlung erforderlich. Im Anwendungsbereich der Gebrauchsklasse 3 (Niederschlagskontakt, aber kein ständiger Wasser- oder Erdkontakt, z. B. luftumspülter Brückenbohlengebelag) kann ebenfalls auf eine chemische Behandlung verzichtet werden, wenn die Hölzer der Dauerhaftigkeitsklasse 2, z. B. Eichenkernholz, verwendet werden. Sogar bei der Verwendung des Holzes in ständigem Wasser- oder Erdkontakt (Gebrauchsklasse 4) kann auf eine chemische Behandlung verzichtet werden, wenn hier die Hölzer der Dauerhaftigkeitsklasse 1, verwendet werden.

#### 5.4 \_ Bedingungen zur Vermeidung von Bau-schäden durch Insekten

##### Allseitige Abdeckung des Holzes durch eine geschlossene Bekleidung

Ein Insektenbefall kann nur dann stattfinden, wenn die Insektenweibchen das Holz erreichen können, wo sie in Holzrissen und Holzspalten ihre Eier legen können. Bei allseitig abgedeckten Hölzern wie z. B. bei Wand- und Deckenelementen ist ein solcher Zugang und demnach die Möglichkeit eines Insektenbefalls nicht gegeben. Aus diesem Grund müssen die Hölzer in beidseitig beplankten Wänden, Decken und nichtbelüfteten Dächern nach DIN 68800-2 und 3 nicht chemisch behandelt werden (Gebrauchsklasse 0).

##### Sichtbare Anordnung des Holzes

Bei trockenem, unter Dach eingebautem Holz ist die Wahrscheinlichkeit eines Insektenbefalls kaum gegeben, so dass bei mindestens dreiseitig zum Raum offen eingebautem Holz auf eine chemische Behandlung verzichtet werden kann. Dabei wurde berücksichtigt, dass das sehr kleine Restrisiko eines Befalls durch eine mögliche augenscheinliche Kontrolle des Holzes voll abgedeckt ist.

In der Zwischenzeit hat die Praxis nachgewiesen, dass seit der Einführung der DIN 68800-3 im Jahre 1989 nicht in einem einzigen Fall ein trocken unter Dach eingebautes und kontrolliertes Holz von Insekten befallen wurde.

##### Verwendung von technisch getrocknetem Holz

In allen bisher breit angelegten Untersuchungen konnte bei Brettschichtholz in keinem einzigen Fall ein Insektenbefall festgestellt werden. Bis jetzt ist auch kein Insektenbefall bei technisch getrocknetem Vollholz, z. B. Konstruktionsvollholz, bekannt geworden. Dies deutet darauf hin, dass bei der technischen Holz Trocknung mit den Temperaturen um 70°C bestimmte Veränderungen im Bereich

des Holzes stattfinden (Verdampfen von Lockstoffen, künstliche Alterung des Eiweißes usw.), die einen Insektenbefall nahe zu ausschließen.

Hinzu kommt noch die Tatsache, dass sich die Feuchte des Holzes in Wohngebäuden und ähnlich genutzten Gebäuden über das Jahr zwischen rd. 8 % und 13 % und somit entweder unterhalb oder gerade im Bereich der unteren Grenze des für einen Insektenbefall erforderlichen Feuchtebereiches bewegt.

Verwendung von splintfreien Farbkernhölzern

Das Kiefern-, Douglasien- und Lärchenkernholz wird auf Grund der toxisch wirkenden Inhaltsstoffe von den in unseren Breitengraden in Frage kommenden Insekten nicht angegriffen. Dies gilt natürlich auch für das Kernholz der in die Resistenzklasse 1 oder 2 (z. B. Eiche) eingestufteten Holzarten.

#### 5.5 \_ Bauteile der Gefährdungsklasse GK 0

Unter der Beachtung der Bedingungen für die Vermeidung eines Insekten- bzw. Pilzbefalls sowie der in der DIN 68800-2 aufgeführten besonderen baulichen Maßnahmen können nach DIN 68800-2 und 3 die meisten Holzbauteile unter Dach der Gebrauchsklasse GK 0 (kein chemischer Holzschutz erforderlich) zugeordnet werden.

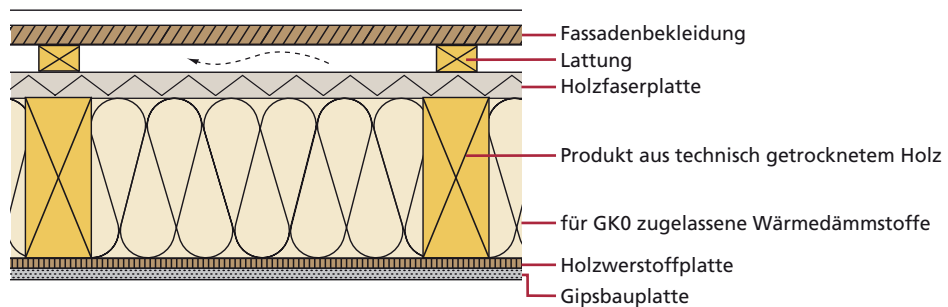
In den folgenden Abbildung 5.9 bis 5.15 sind beispielhaft schematische Darstellungen für Außenwände, Dächer und Decken der Gebrauchsklasse GK 0 enthalten.

### 5.5.1 \_ Außenwände GK 0

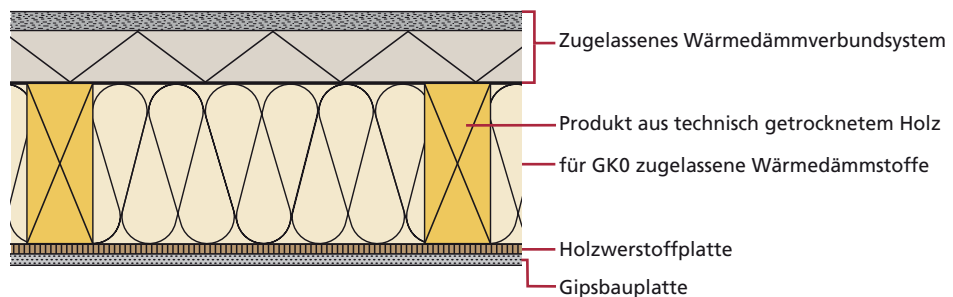
Wenn die Schwellen der Außenwände einen Abstand von weniger als 30 cm vom Erdboden haben, sind diese zunächst in die Gebrauchsklasse GK 2 einzustufen und demnach bei der Verwendung von Fichtenholz chemisch zu behandeln.

Dies gilt auch für die Schwellen im Bereich von Balkonen und Terrassen. Bei der Verwendung von Kernholz aus Kiefer, Lärche oder Douglasie sind auch die erwähnten Schwellen GK 0 zuzuordnen.

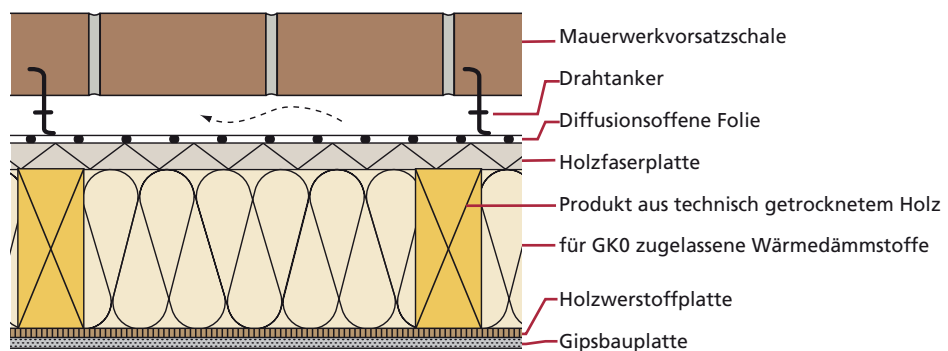
**Abbildung 5.9:**  
Außenwände mit Vorhangschalen aus Bekleidung auf Lattung



**Abbildung 5.10:**  
Außenwände mit außenliegendem Wärmedämmverbundsystem



**Abbildung 5.11:**  
Außenwände mit Mauerwerk-Vorsatzschale





5.5.2 \_ Geneigte Dächer GK 0

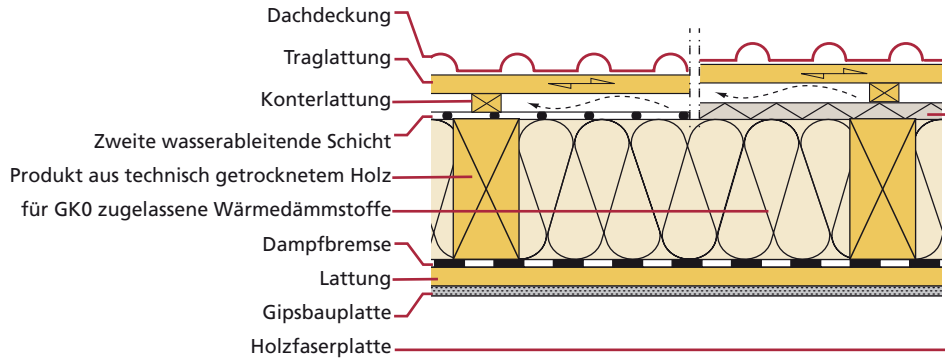


Abbildung 5.12:  
Geneigtes Dach mit  
Vollsparrendämmung [5.3]

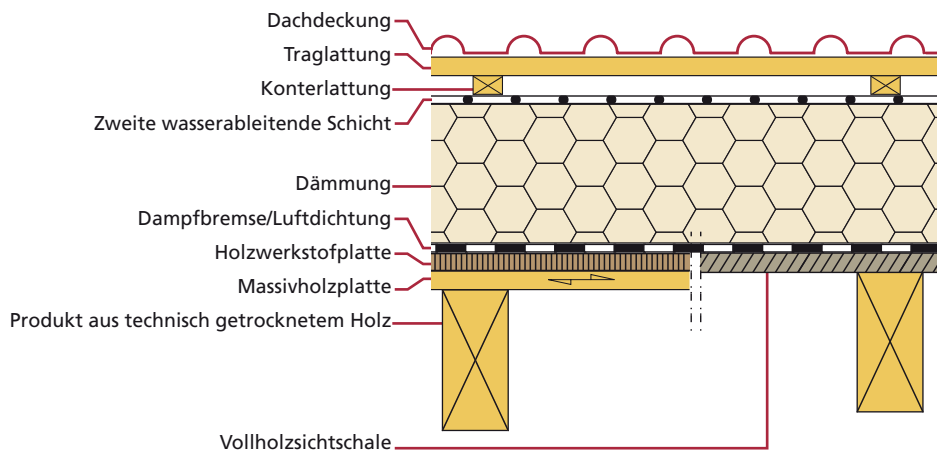


Abbildung 5.13:  
Geneigtes Dach mit sichtbaren  
Sparren [5.3]

5.5.3 \_ Flachdächer GK 0

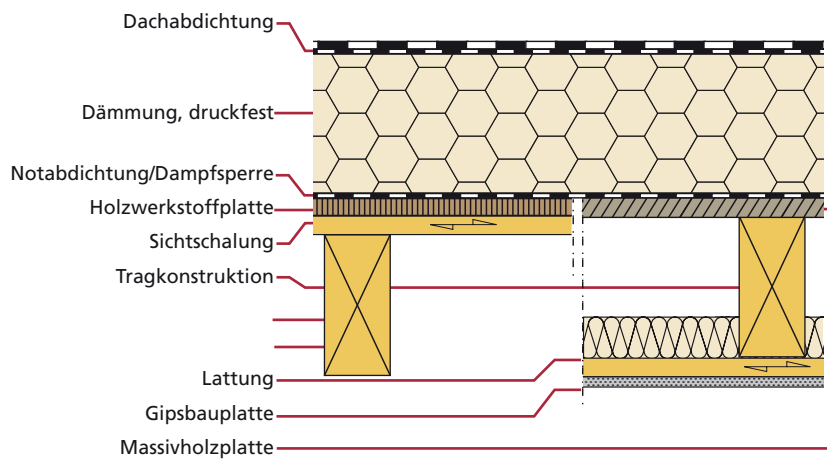
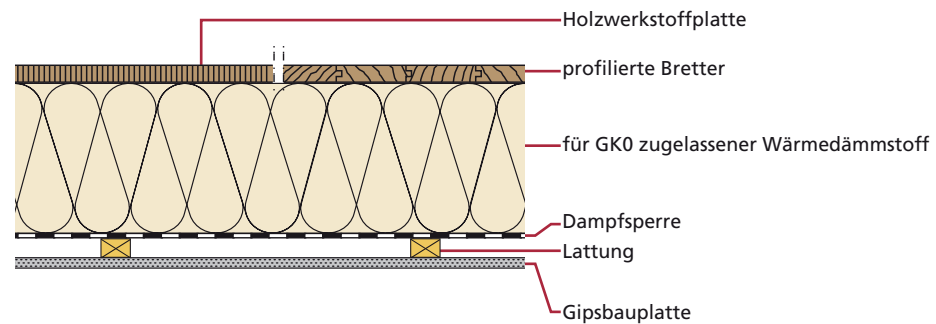


Abbildung 5.14:  
Flachdach mit Aufdach-  
dämmung

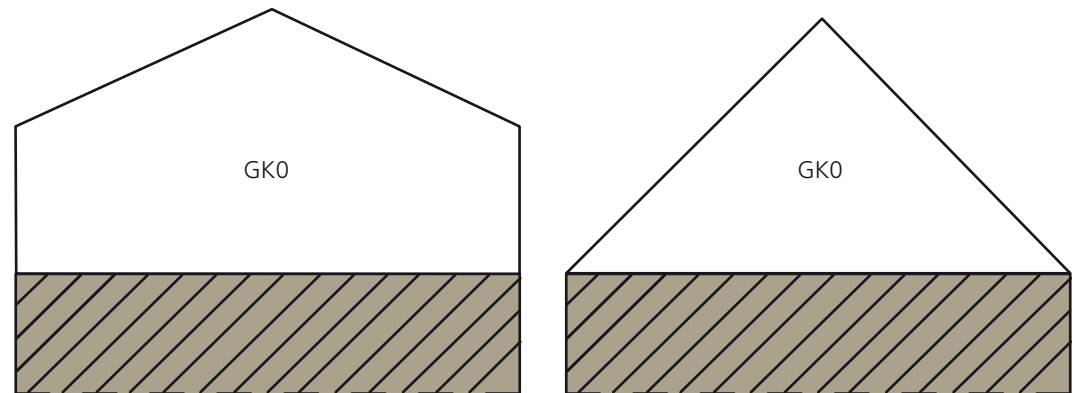
### 5.5.4 \_ Decken GK 0

**Abbildung 5.15:**  
Decke unter nicht ausgebautem Dachgeschoss



### 5.5.5 \_ Holzkonstruktionen GK 0 in nicht ausgebautem Dachraum

**Abbildung 5.16:**  
Schematische Beispiele für zugängliche und demnach kontrollierbare Dachräume [5.3]



### 5.5.6 \_ Innenwandelemente GK0

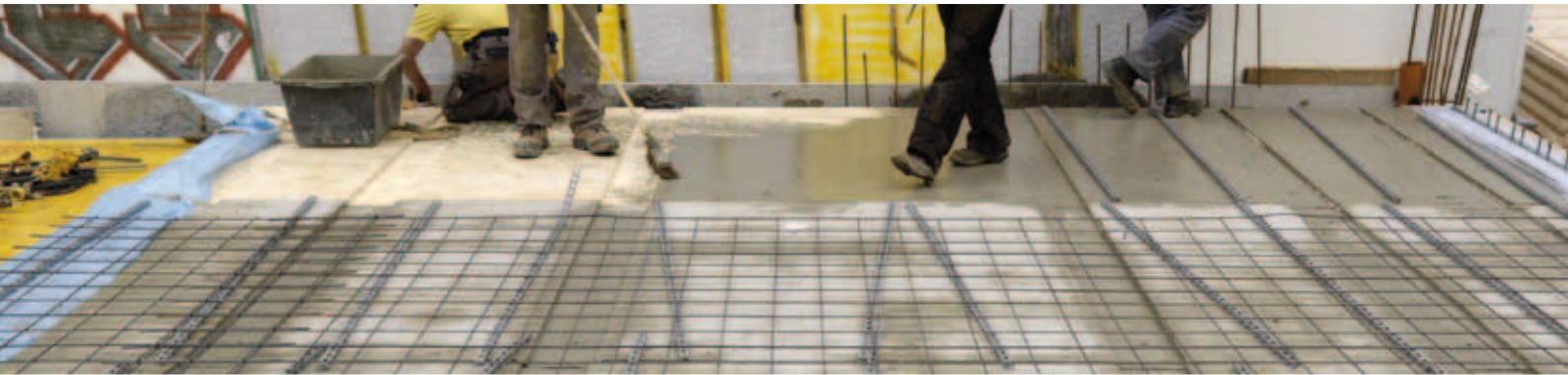
Infolge beidseitiger Beplankung oder Bekleidung gehören alle Innenwandelemente der Gefährdungsklasse GK0 an.

### 5.6 \_ Brandschutz

Ausführliche Hinweise hierzu finden sich z.B. in der DIN 4102-4 sowie in dem Holz- Brandschutz- handbuch.

Bei entsprechender Dimensionierung der Holzprodukte bzw. bei entsprechender Beplankung, z.B. Gipsplatten, lassen sich Holzbauteile bis zu der Feuerwiderstandsklasse F 90 B herstellen.

## 6\_ Zusammengesetzte Bauteile (Verbundelemente)



### 6.1. \_ Brettstapel-/Dübel- Elemente

#### 6.1.1. \_ Allgemeines/Anwendungsbereiche

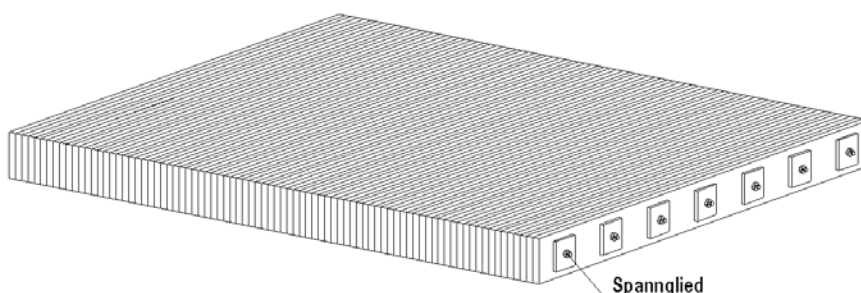
Brettstapelelemente sind massive, großflächige Bauteile, die aus hochkant nebeneinander gestellten Brettern oder Bohlen zusammengefügt sind (Abb. 6.2). Als Verbindungsmittel kommen dabei meist Nägel oder Stabdübel aus Hartholz (z.B. Buche Abb. 6.4) zum Einsatz. Werden Hartholzdübel verwendet, so spricht man häufig auch von Dübelholz.

Brettstapelelemente kommen als Dach-, Decken- und Wandelemente zum Einsatz. Während noch vor einigen Jahren Brettstapelelemente vornehmlich als Decke eingesetzt wurden, liegt der Anteil Wand zu Decke heute bei etwa 50 zu 50, mit steigender Tendenz zu den Wandelementen.

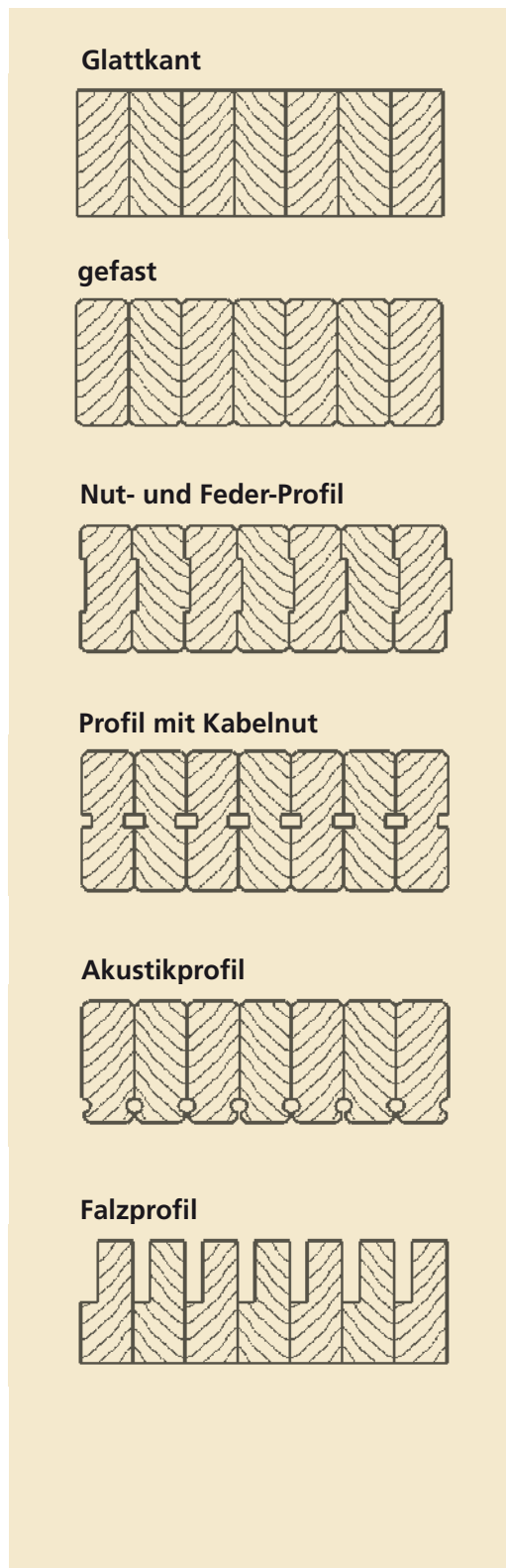
Haupteinsatzbereich ist der Wohnungsbau. Durch die Möglichkeit, größere Spannweiten zu

überbrücken, ist aber auch eine Verwendung im Geschoss-Wohnungsbau, Verwaltungs- und Industriebau oder im landwirtschaftlichen Bereich möglich. Weitere Einsatzmöglichkeiten sind öffentliche Bauten wie Sporthallen, Schulen, Landratsämter (Abb. 6.6) und Kindergärten.

Bei größeren Spannweiten (z. B. ab 6 m) empfiehlt es sich, Decken mit einem schubfest angeschlossenen Aufbeton zu versehen (Brettstapel-Beton-Verbunddecken- siehe Kapitel 6.2.). In diesem Fall ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich. Werden Brettstapelelemente quer zur Brettlage vorgespannt entstehen scheibenartig beanspruchbare Bauteile, die hauptsächlich im Brückenbau als Fahrbahnplatte eingesetzt werden (Abb. 6.1).



**Abbildung 6.1:**  
Fahrbahnplatte  
(vorgespanntes Element)



**Abbildung 6.2:**  
Profilgestaltung von  
Brettstapelelementen

### 6.1.2. \_ Herstellung Material

Als Material kommen Bretter/Bohlen aus Nadelhölzern (Fichte, Tanne, Kiefern, Lärche, Douglasie) mit Dicken von 24 – 60 mm zum Einsatz. Bei Wandelementen kommen Brettbreiten (= Wanddicken) von etwa 80 – 120 mm zum Einsatz, bei Deckenelementen liegen die Brettbreiten (= Deckenstärke) meist zwischen 120 und 200 mm. Bei einer Deckenstärke von 200 mm sind Spannweiten von maximal 6 m möglich.

Bei den meist nicht sichtbaren Wandelementen werden Bretter mit einer Sortierklasse von S 7 nach DIN 4074 verwendet. Sind die Deckenelemente in Einbaulage sichtbar gelten gegebenenfalls besondere optische Anforderungen. Besondere optische Anforderungen sind in den Ausschreibungsunterlagen zu benennen und gesondert vertraglich zu vereinbaren.

Da die fertigen Elemente meist länger sind als die verfügbaren Brettlängen von ca. 4,50 m, werden die Bretter an den Stirnenden überwiegend mittels Keilzinkung verbunden. Hierzu ist ein „Nachweis der Eignung zum Kleben von tragenden Holzbauteilen“ nach DIN 1052:2008 erforderlich.

Werden die Bretter nicht keilgezinkt, sondern stumpf gestoßen, so muss im Bereich des Stoßes enger genagelt werden, um die Kräfte übertragen zu können. Stumpf gestoßene Bretter vermindern die Steifigkeit der Elemente, so dass größere Durchbiegungen zu erwarten sind.

### Verbindungen

Zur Verbindung der Bretter/Bohlen werden meist Nägel oder Stabdübel aus Hartholz verwendet. Die Nägel und deren Abstände werden nach statischen Gesichtspunkten festgelegt (Lastabtragung in vertikaler Richtung infolge der Lastverteilung und in horizontaler Richtung infolge von Scheibenkräften, übliche Nagelabstände liegen etwa bei 300 mm).

Bei Hartholzdübeln wird der Zusammenhalt der Bretter über reine Klemmwirkung sichergestellt. Der Dübel wird mit einer geringeren Holzfeuchte als die zu erwartende Gleichgewichtsfeuchte passend eingebaut, so dass durch das Aufquellen im Gebrauchszustand die Klemmwirkung entsteht.

### Fertigung

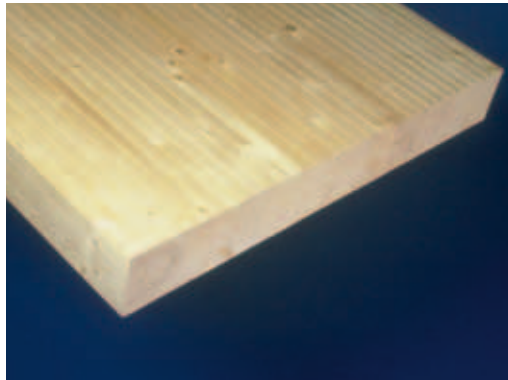
Während noch vor einigen Jahren eine (Vor-) Fertigung der Brettstapelelemente im handwerklichen Betrieb oder gar auf der Baustelle erfolgen konnte, ist heute eine wirtschaftliche Fertigung nur noch im industriellen Maßstab mit vollautomatischen Maschinen möglich. Die Verbindung der Bretter wird heute überwiegend mit Hartholzdübeln vorgenommen. Die Breiten solcher Brettstapelelemente liegen üblicherweise bei etwa  $B = 0,625$  m, die längsseitig miteinander verbunden werden müssen. Die Längen der Elemente betragen bis zu etwa 14 m.

Bei genagelten Brettstapelelementen können Breiten bis zu etwa 3 m und Längen bis zu etwa 18,5 m hergestellt werden.

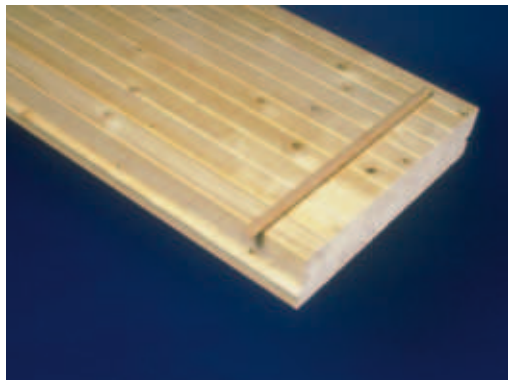
### Produktpalette, Varianten

Die Oberfläche von Brettstapelelementen kann sichtbar gelassen werden. Die Oberfläche kann unterschiedlich gestaltet werden, z. B. scharfkantig, gefast, verschwenkt oder als Oberfläche mit schallschluckenden Eigenschaften (Akustikprofil). In Abbildung 6.2 sind einige Profilarten dargestellt. Weitere Profilarten sind nach Anforderung erhältlich.

Die kraftschlüssige Verbindung der Brettstapelelemente erfolgt meist mittels Überfällzung, Nut- und Feder, Fremdfeder oder aufgelegtem Brett oder Streifen aus Holzwerkstoffmaterialien.



**Abbildung 6.3:**  
Brettstapel- Decken-  
Elemente (genagelt)



**Abbildung 6.4:**  
Brettstapelelement (gedübelt)



**Abbildung 6.5:**  
Flachdachkonstruktion aus  
Brettstapel - Elementen



**Abbildung 6.6:**  
Erweiterungsgebäude der  
Bardoschule in Fulda

### 6.1.3. \_ Wissenswertes für die Planung

#### Schwinden/Quellen

Brettstapelelemente bestehen aus parallel angeordneten Brettern oder Bohlen. Sie sind somit anfällig gegenüber Feuchteänderungen, die Schwind und Quellverformungen verursachen. Werden die Bretter mit zu geringer Feuchte eingebaut, so führen die Quellverformungen dazu, dass die Brettstapelelemente breiter werden und die angeschlossenen Wände auseinander schieben können (Schrägstellung der Wände). Daher sind die Brettstapelelemente mit einer Holzfeuchte einzubauen (z.B.  $u = 12-15\%$ ), die geringfügig über der erwarteten Gleichgewichtsfeuchte liegt. Schwindverformungen können von der Konstruktion im Allgemeinen problemlos aufgenommen werden. Angesichts der Anfälligkeit gegenüber Feuchtezunahmen sind Brettstapelelemente im Bauzustand vor Feuchte zu schützen, z. B. durch Abdeckung mit einer Folie. Auch eine länger ungeschützte Lagerung ist unbedingt zu vermeiden.

Wegen der Schwind- und Quellproblematik ist eine Anwendung von Brettstapelelementen in der Regel nur in der Nutzungsklasse 1 nach DIN 1052:2004, d. h. in beheizten Innenräumen möglich.

#### Statische Anforderungen

Die Verbindungsmittel und deren Abstände sind nach statischen Anforderungen festzulegen. Die Scheibentragfähigkeit der Brettstapelelemente wird auf der sicheren Seite liegend nicht in Rechnung gestellt: Die Gebäudeaussteifung wird zusätzlich aufgebracht (z. B. aufgeklammerten) Holzwerkstoffplatten zugewiesen. Diese Holzwerkstoffplatten stellen auch die luftdichte Hülle des Gebäudes dar.

#### Oberflächenqualitäten

Oberflächenqualitäten:

- \_ Sichtqualität mit hohen Anforderungen
- \_ Sichtqualität mit geringen Anforderungen
- \_ Industriequalität ohne Anforderungen

#### 6.1.4. \_ Bauphysik

Die Fugen zwischen den Brettern sind nicht luftdicht, so dass in jedem Fall eine zusätzliche luftdichte Schicht, wie z. B. zusätzliche Holzwerkstoffplatten, erforderlich ist. Diese Holzwerkstoffplatten werden ohnehin meist zur Gebäudeaussteifung aufgebracht. Bezüglich des Schallschutzes ist zu erwähnen, dass Brettstapeldecken trotz größerer Holzmasse keine bessere Schalldämmung als normale Holzbalkendecken aufweisen. Dies ist auf die größere Steifigkeit der Bauteile zurückzuführen. Prüfzeugnisse mit geprüften Deckenaufbauten liegen vor. [6.4]

Die große Holzmasse der Brettstapelelemente wirkt sich positiv auf den Wärmeschutz aus, trägt sie doch zu einer Amplitudendämpfung der Innenraumtemperaturen und einer beträchtlichen Phasenverschiebung bei. An heißen Sommertragen wird dadurch ein angenehmes Wohnklima erzeugt.



**Abbildung 6.7:**

Automatisierte Fertigung genagelter Brettstapelelemente

## 6.2 \_ Holz-Beton-Verbundbau

### 6.2.1\_ Allgemeines/ Anwendung

Ein Verbund zwischen Beton und Holz ist eine wirkungsvolle Hybrid-Lösung für Brücken und Balken- oder Brettstapeldecken mit hohen Beanspruchungen. Durch die Nutzung der Verbundkonstruktion Holzbalken oder Brettstapel und Betonplatte kann die Tragfähigkeit und die Steifigkeit wesentlich erhöht werden. Eine Erhöhung der Tragfähigkeit und Steifigkeit um das 2- bis 5-fache im Vergleich zum einfachen Balken-Tragwerk ohne Verbund ist möglich.

Gleichzeitig verbessern sich beim Einsatz als Deckenkonstruktion die Schall- und Brandschutz Eigenschaften der Decke.

Grundsätzlich können mit den existierenden Verbundsystemen auch Altbaudecken mit den vorgenannten Vorteilen ertüchtigt werden.

Der Wirkungsgrad des Verbundes – und damit die wirksame Biegesteifigkeit des Gesamtquerschnittes – ist abhängig von der Steifigkeit (Nachgiebigkeit und Kraftaufnahme) der verwendeten Verbindungsmittel.

Treten zwischen den beiden Verbundquerschnitten Verschiebungen auf (Abb. 6.8) ist die wirksame Verbundsteifigkeit in der Schubfuge geringer als bei Verwendung einer starren Verbindung.

Mit Verschiebungen in der Verbundfuge ist bei Verwendung von Nägeln, Schrauben, Betonstählen, Bolzen oder speziell entwickelten Verbunddübeln zu rechnen. Eine Aussage über das Maß der Verschieblichkeit gibt der Verschiebungsmodul des gewählten Verbindungsmittels.

In Deutschland wurden bis jetzt insgesamt sechs Verbindungslösungen bauaufsichtlich zugelassen (Tab. 6.1).

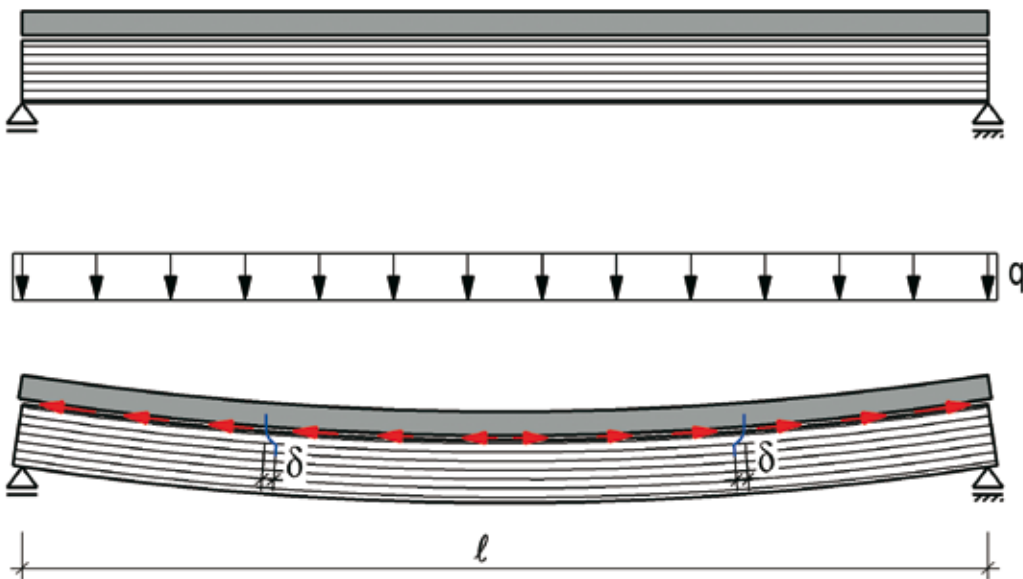
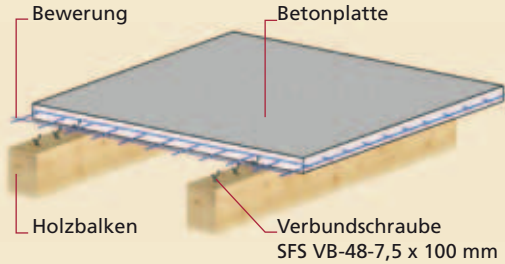
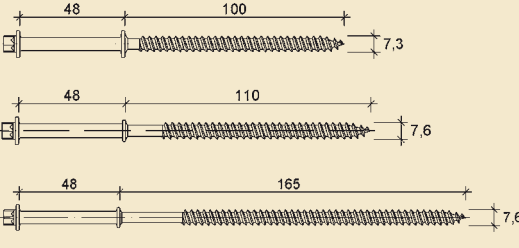
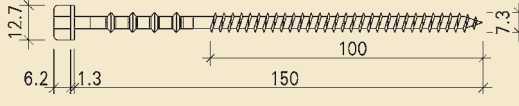
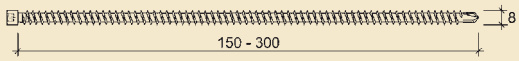
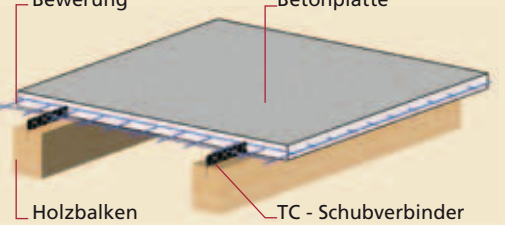
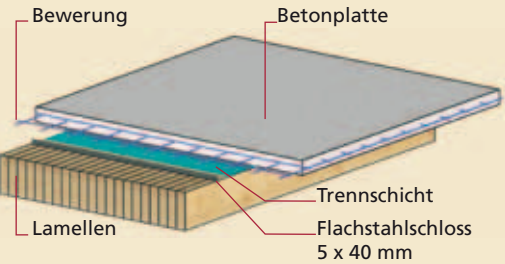
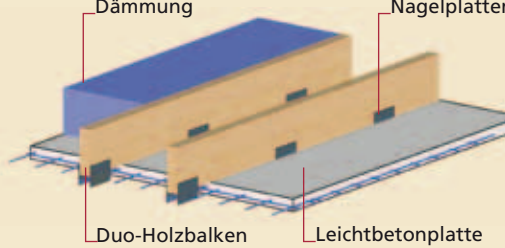


Abbildung 6.8:

Tragverhalten Verbundquerschnitt

Tabelle 6.1:

Holz-Beton-Verbundlösungen  
mit allgemeiner bauaufsicht-  
licher Zulassung  
(Stand 12/2008)

Konstruktive Lösung	Zulassungsnummer
 <p>Bewehrung</p> <p>Betonplatte</p> <p>Holz balken</p> <p>Verbundschraube SFS VB-48-7,5 x 100 mm</p>	<p><b>Verbundschrauben nach Z - 9.1 - 342</b></p>  <p><b>Verbundschrauben nach Z - 9.1 - 603</b></p>  <p><b>Verbundschrauben nach Z - 9.1 - 648</b></p> 
 <p>Bewehrung</p> <p>Betonplatte</p> <p>Holz balken</p> <p>TC - Schubverbinder</p>	<p><b>HBV - Schubverbinder nach Z - 9.1 - 557</b></p>
 <p>Bewehrung</p> <p>Betonplatte</p> <p>Lamellen</p> <p>Trennschicht</p> <p>Flachstahlschloss 5 x 40 mm</p>	<p><b>Flachstahlschlösser für Brettstapeldecken Z - 9.1 - 473</b></p>
 <p>Dämmung</p> <p>Nagelplatten</p> <p>Duo-Holz balken</p> <p>Leichtbetonplatte</p>	<p><b>Dennert Holz-Beton-Verbundelemente Z - 9.1 - 474</b></p>



**6.2.2. \_ Herstellung/ Material/ Verbindungstechnik/ Fertigung**

Die Betonplatte wird in den meisten Fällen monolithisch ausgeführt. Auf die Brettstapeldecke oder die Fußbodenbretter der traditionellen Holzbalkendecke wird eine Folie aufgebracht. Nach dem Einbringen der Verbindungstechnik kann der Beton aufgebracht werden. Hauptsächlich wird Beton normaler Güte C25/30 nach DIN 1045-1 verwendet. Die Plattendicke liegt im Allgemeinen zwischen 60 und 140 mm.

Es können besonders bei Neubauten auch Fertigteil-Betonplatten zur Anwendung gelangen. Neuerdings werden zunehmend auch Holz-Beton-Fertigteilelemente bei Bauvorhaben eingesetzt.

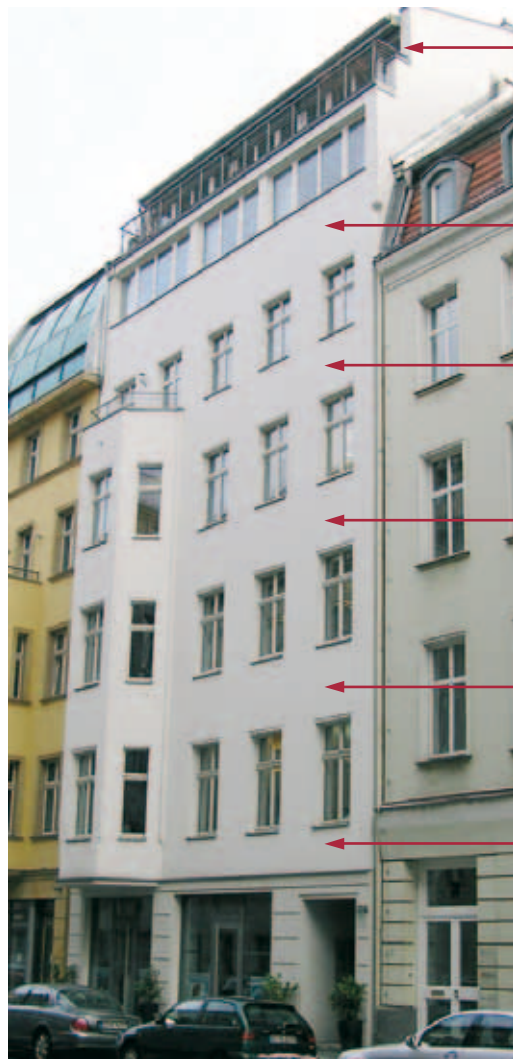
**Holz-Beton-Verbund mit Verbundschrauben:**

Eine inzwischen ausgereifte und bewährte Technik sind spezielle Verbundschrauben mit einem Durchmesser von 7,3 bis 8 mm (Tab. 6.1, Zeile 1 und 2). Der Vorteil dieser Verbindungslösung liegt darin, dass die Schraube ohne Vorbohren in das Holz eingeschraubt wird. Pro Arbeitskraft lassen sich 200 Verbundschrauben pro Stunde einbringen. Die Verbundschrauben werden paarweise im Winkel 45°/ 135° gegeneinander versetzt eingeschraubt. Zwischen Betonplatte und Holzbalken darf beim Verbundsystem nach den Bestimmungen der bauaufsichtlichen Zulassungen eine bis maximal 30 mm dicke Schalung eingebaut werden bzw. bei Altbaudecken vorhanden sein.

Grundsätzlich können mit diesem Verbundsystem Altbaudecken im Spannweitenbereich zwischen 4,0 bis 6,0 m auf eine Verkehrslast von 5,0 kN/m<sup>2</sup> ertüchtigt werden (Abb. 6.9). Für Neubauten können bei Balkenabständen bis 3,5 m Deckenspannweiten bis 8 m mit Deckenlasten von 5 kN/m<sup>2</sup> hergestellt werden. Möglich ist auch eine Holz-Beton-Verbundlösung mit Brettsperrholzplatten (Abb. 6.11) Die Praxistauglichkeit des mit den Schrauben nach Zulassung Z-9.1-342 herstellbaren

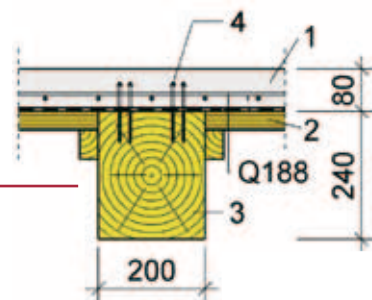
Verbundsystems konnte zum Beispiel in Deutschland anhand von bisher 180 ausgeführten Objekten und in Europa bei über 500 Objekten unter Beweis gestellt werden.

**TC-Schubverbinder:** Die in Zeile 3, Tabelle 6.1 dargestellte Entwicklung kann auch bei Brettstapeldecken angewendet werden. Der TC-Schubverbinder aus perforierten Streckmetallstreifen (Materialdicke 2,5 mm) wird in das Holz in eine 3,2 mm breite Nut eingeklebt. Anwendbar ist die Lösung im Alt- und Neubau. Bei Neubauten können Deckenspannweiten bis 8 m mit einer Verkehrslast von 5 kN/m<sup>2</sup> und mit geringeren Verkehrslasten bis 15 m Spannweite realisiert werden. In Verbindung mit Lignotrend-Elementen sind auch Fertigteildecken möglich.



**Abbildung 6.9:**

Ertüchtigung einer Altbaudecke



Verbundbalken mit 2-reihiger Anordnung der Verbundschrauben

- 1 - Stahlbetonplatten B25
- 2 - Schalung 35 mm
- 3 - Altholzbalken
- 4 - Verbundschrauben SFS VB-48-7,5 x 100 mm nach Zulassung Z-9.1-342

**Abbildung 6.10:**  
Brettspertholz- Beton-  
Verbundplatte



**Flachstahlschlösser:** Zur Herstellung eines Verbundes zwischen Beton und Brettstapeldecken wurden so genannte Flachstahlschlösser untersucht und erprobt (Tab. 6.1, Zeile 4). Die Stahlgüte des Flachstahles ist S 235. Die Flachstahlschlösser werden in quer zur Faserrichtung verlaufende untermaßige Sägeschlitzte eingetrieben. Als Betongüte kann C 25/30 bis C 60/75 verwendet werden.

Mit zunehmender Betongüte erhöht sich der Verschiebungsmodul. Die maximale Stützweite beträgt 10 m. Fertigteilelemente sind ebenfalls möglich.

**Dennert Holz-Beton-Verbundelement:** Duo-Balken werden mittels Nagelplatten mit einer Leichtbetonplatte zu einem Fertigteilelement verbunden. Die Verwendung der Elemente ist auf eine Anwendung bei Dachkonstruktionen mit unten liegender vorwiegend zugbeanspruchter Betonplatte beschränkt. Die Fertigteilelemente sind maximal 3 m breit und maximal 10 m lang. Der Abstand der Duo-balken untereinander beträgt 400 bis 1000 mm (Tab. 6.1, Zeile 5).

**BS-Verbundanker:** Es wird ein spezieller Stahlanker über Vergussmörtel in Aussparungen mit dem Holz verbunden. Zusätzlich sichern zwei Holzschrauben das Stahlteil gegen Abheben. Die Schubkraft in der Fuge zwischen Beton und Holz wird über Druck parallel zur Faser in das Holz übertragen. Das Stahlteil wird durch abgebogene Betonstähle mit dem Beton verbunden. Eine bauaufsichtliche Zulassung ist für diese Verbundlösung nicht notwendig. Das System ist für Balkendecken im Neu- und Altbau anwendbar.

### 6.2.3. \_ Wissenswertes für die Planung

DIN 1052:2008 enthält Bemessungsgrundlagen für Holz-Beton-Verbund-Konstruktionen. Dafür stehen zwei Verfahren zur Verfügung. Das Möhler-Verfahren und die Schubanalogie nach Kreuzinger. Die für die Bemessung notwendigen Werte, wie Verschiebungs- und E-Modul, oder der charakteristische Wert der Schubtragfähigkeit des Verbindungsmittels sind der jeweils gültigen bauaufsichtlichen Zulassung zu entnehmen.

#### Holz-Beton-Verbund mit Verbundschrauben:

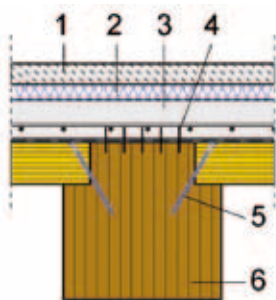
Die Bemessung erfolgt mit einer speziellen Bemessungssoftware. Die Staffelung der Verbundschrauben entsprechend des Schubflusses in der Fuge ist mit dem Programm ohne weiteres möglich. (s. [www.holzbau-software.de](http://www.holzbau-software.de)).

**TC-Schubverbinder:** Lignotrend-Beton-Verbundelemente können für Tragwerke mit bis zu drei Feldern und beidseitigen Auskragungen mit einer speziellen Software bemessen werden. Für Neubauten werden verschiedene Deckenkonstruktionen angeboten, so z. B. Balkendecken, Rippendecken, Kastendecken, Variodecken, Plattendecken, Akustikdecken und Hohlkastendecken.

**Flachstahlschlösser:** In der Praxis bevorzugt werden Fertigteildecken, die durch die anbietende Firma dimensioniert werden.

**BS-Verbundanker:** Für die Bemessung stehen Bemessungstabellen zur Verfügung.

- 1 - Betonestrich
- 2 - Dämmung
- 3 - Stahlbetonplatte
- 4 - HBV - Schubverbinder
- 5 - Schraube
- 6 - BSH Unterzug



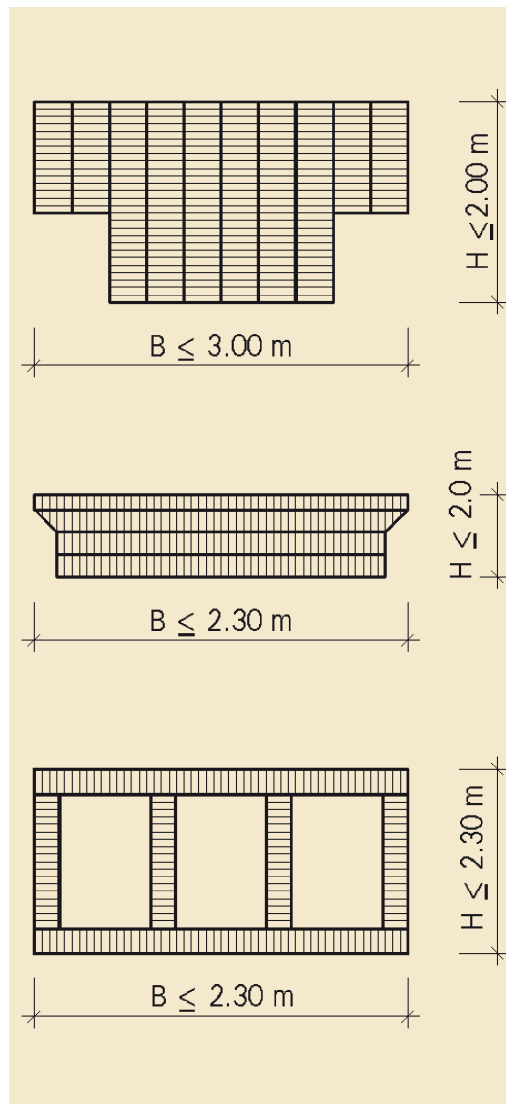
**Abbildung 6.11:**  
Geschossdecke für ein Kaufhaus aus Lignotrend- Beton- Elementen.  
Für eine 5 kN/m<sup>2</sup> , Spannweite 8,2 m (unten: mit Unterzug aus blockverklebten Brettschichtholz - s. dazu auch Abschnitt 6.3)

**6.3. \_ Geklebte Tragwerke aus BSH- Trägern (Blockverklebung)**

**6.3.1. \_ Allgemeines/ Anwendungsbereich**

Werden einzelne Brettschichtholzträger zu Verbundbauteilen verklebt, entstehen große Querschnittsblöcke mit einem sehr viel höherem Tragvermögen als normale Brettschichtquerschnitte (Abb 6.12). Man spricht dann auch von blockverklebten Bauteilen. Die Klebefugen zwischen den Brettschichtträgern bezeichnet die DIN 1052:2008 auch als Blockfugen. Die Blöcke bestehen entweder aus vertikal nebeneinander stehenden oder horizontal übereinander liegenden Brettschichtträgern. Es können aber auch vertikal und horizontal angeordnete Brettschichtträger zu Hohlblöcken, zu Kasten- oder  $\pi$ - Querschnitten verklebt werden (Abb. 6.12). Die Herstellung von gekrümmten Tragwerken ist möglich (Abb. 6.13 bis 6.16). Bisher wurden solche Tragwerke vor allem im Brückenbau eingesetzt. Denkbar ist auch eine Anwendung im Hallenbau für Tragwerke mit besonderen Anforderungen an eine hohe Festigkeit, Feuerwiderstandsdauer, oder geringe Schwind- und Quellverformungen.

Zur Vermeidung von Rissen beschränkt die DIN 1052: 2008 die Anwendung derartiger Querschnitte auf die Nutzungsklasse 1 und 2. Eine direkte Befeuchtung der Bauteile ist zu vermeiden. Im Brückenbau kann diese Forderung dadurch erfüllt werden, dass oberseitig eine Betonplatte aufgebracht wird. Diese nimmt die Fahrbahn auf und wird so gestaltet, dass sie mit einer sehr viel größeren Breite als der Blockquerschnitt diesen gleichzeitig vor der Bewitterung schützt (s. Beispiel in Bild 6.16). Wird zwischen der Betonplatte ein Verbund hergestellt entsteht ein Holz- Beton- Verbund- Querschnitt mit sehr hoher statischer Leistungsfähigkeit.



**Abbildung 6.12:**

Trägerquerschnitte in Blockverklebung

- a) Verklebung aus senkrecht stehenden BSH- Querschnitten
- b) Verklebung aus liegenden BSH- Querschnitten
- c) Verklebung aus liegenden und stehenden BSH- Querschnitten (Hohlkastenblock)

**Abbildung 6.13:**

Blockverklebung aus senkrecht stehenden BSH-Querschnitten





**Abbildung 6.14:**  
„Drachenschwanzbrücke“  
über das Gessental in  
Ronneburg

### 6.3.2. \_ Herstellung

#### (Material/Verbindung/Fertigung)

Die zu Blöcken zu verklebenden Brettschichtholzquerschnitte haben eine Dicke von  $\geq 60$  mm. Die Holzfeuchte der zu verklebenden Querschnitte darf maximal 15% betragen.

Die Klebstoffe müssen für derartige Verklebungen anerkannt und zugelassen sein. Eine Liste über amtlich geprüfte und zugelassene Klebstoffe kann unter [www.mpa-uni-stuttgart.de](http://www.mpa-uni-stuttgart.de) eingesehen werden.

Eine ausreichende Dauerhaftigkeit der Verklebung wird nur über einen gleichmäßigen Pressdruck über die gesamte Klebefläche erreicht. Je nach Größe und Gestalt der Blöcke ist das technologisch nicht ganz einfach zu bewerkstelligen. Deshalb kommen auch neuerdings Epoxidharzklebstoffe zum Einsatz, die geringere Pressdrücke erfordern und gleichzeitig größere Klebefugen problemlos überbrücken können.

Die Querschnitte werden entweder vollflächig oder streifenartig verklebt.



**Abbildung 6.15:**  
„Drachenschwanzbrücke“  
auf dem Gelände der  
Bundesgartenschau 2007

### 6.3.3. \_ Wissenswertes für die Planung

Hergestellt werden dürfen solche Blockverklebungen nur von Firmen, die ihre Eignung zum Kleben tragender Holzbauteile nachgewiesen haben. Erforderlich ist eine gültige Bescheinigung A oder B entsprechend DIN 1052:2008, Anhang A. Beim Entwurf und der Tragwerksplanung ist eine frühzeitige Abstimmung mit den Herstellern von Blockverklebungen notwendig.

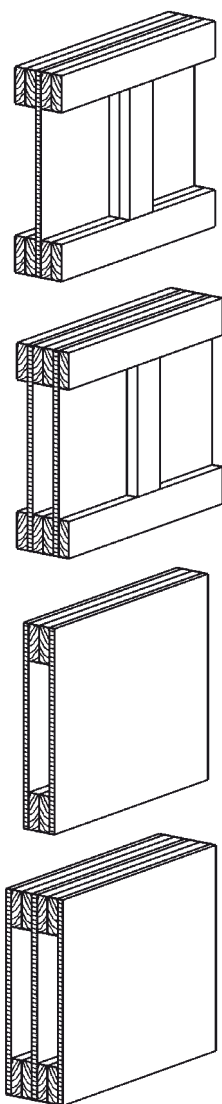
Bei einer Blockverklebung aus vertikalen Brett-schichtholzquerschnitten können zurzeit Blöcke von 3 m Breite, 2,0 m Höhe und 30 m Länge hergestellt werden. Der Radius für Krümmungen beträgt senkrecht zur Trägerebene mindestens 35 m. Blöcke mit liegend verklebten Brettschichtträgern gestatten Breiten bis 2,3 m, Höhen bis 2,0 m und Längen bis 30 m. Der Radius für Krümmungen beträgt hier mindestens 10 m. Hohlkastenblöcke können mit der gegenwärtigen Fertigungstechnologie in Breiten bis 2,3 m, Höhen bis 2,3 m und Längen bis 31 m hergestellt werden (Abb. 6.16). Der Biegeradius für Krümmungen beträgt mindestens 33 m.

### Überwachung

Hersteller von blockverklebten Holz unterliegen im Rahmen der in der DIN 1052:2008, Anhang H3 und H4 festgelegten Regeln einer Eigen- und Fremdüberwachung. Die Kennzeichnung erfolgt mit einem ÜZ- Zeichen mit Angaben des Herstellers, der Festigkeitsklasse nach DIN 1052 und der fremdüberwachenden Stelle.



**Abbildung 6.16:**  
Brücke Hochstetten



**Abbildung 6.17.:**  
Holzwerkstoffträger für  
größere Spannweiten im  
Hallenbau

## 6.4 \_ Hybridträger

### 6.4.1. Allgemeines/Anwendung

Hybridträger sind Träger oder Balken aus unterschiedlichen Werkstoffen. Ziel der Werkstoffkombination ist eine höhere Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit als vergleichbaren Trägern aus Vollholz oder Brettschichtholz.

### 6.4.2. BSH-Träger:

Ersetzt man die üblicherweise aus Nadelholz bestehenden äußeren Brettlagen durch Brettlagen aus anderen Holzarten mit höherer Rohdichte und Festigkeit (z. B. der einheimischen Buche) entsteht ein Hybrid- Brettschichtträger mit höherer Festigkeit als ein vergleichbarer Brettschichtträger aus Nadelholz. Eine Festigkeitserhöhung um 50 bis 75% ist möglich. Solche Hybridträger sind zurzeit bauaufsichtlich nicht geregelt und bedürfen einer Zustimmung im Einzelfall.

### 6.4.3. Doppel-T- oder Kastenträger:

Eine andere Entwicklung stellt die Herstellung von Doppel-T- oder Kastenquerschnitten aus verschiedenen Holzwerkstoffen oder aus Holz und Stahl dar. Für die Stege verwendet man Holzwerkstoffe, wie zum Beispiel Sperrholz, OSB, Hartfaser oder profiliertes Stahlblech und für die Gurte Vollholz, Brettschichtholz oder Furnierschichtholz.

Bei größeren Spannweiten werden zumeist Hohlkastenträger eingesetzt (Abb. 6.2). Die heute über eine bauaufsichtliche Zulassung geregelten Hybridträger mit vorrangigem Einsatz als Deckenträger oder Wandstiel zeigt Tabelle 1. Dabei handelt es sich ausschließlich um Doppel-T-Träger. Sie werden vor allem in ein- oder zweigeschossigen Wohnbauten und in Geschöfbbauten als Decken, Dachsparren und Wandträger bei vorwiegend ruhenden Belastungen eingesetzt.

Einige Träger dürfen auch als Stiel im Hausbau eingesetzt werden, wenn sie im eingebauten Zustand beidseitig beplankt sind. Ihre Anwendung ist gemäß den bauaufsichtlichen Zulassungen auf die Nutzungsklasse 1 und 2 beschränkt.

Hybridträger werden auch im modernen Beton-Schalungsbau eingesetzt. Ihre ausschließliche Verwendung für die bei Betonschalungen auftretenden Beanspruchungen ist in speziellen bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt.

Die nachfolgenden Hinweise gelten nicht für Hybridträger im Schalungsbau.

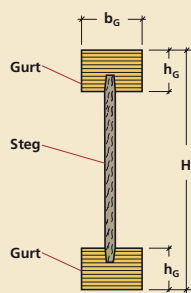
### Herstellung/Material/Verbindung

Die Gurte bestehen aus Nadelvollholz und bei zwei Trägern aus Furnierschichtholz. Die Vollholzgurte sind in der Länge durch Keilzinkenverbindungen gestoßen. Die Stegmaterialien sind sehr unterschiedlich und reichen von harten Holzfasernplatten (Dicke 8 mm), Spanplatten (Dicke 6 bis 27 mm), OSB-Platten (Dicke 8 bis 22 mm), bis zu Dreischichtplatten (Dicke 20 bis 32 mm) oder in einem Fall besteht der Steg aus profiliertem Stahlblech (Dicke 0,5 mm). Je nach statischer Beanspruchung stehen Trägerhöhen zwischen 160 und 610 mm zur Verfügung (Tab. 6.2).



**Abbildung 6.18:**  
Herstellung von Hybridträgern

**Tabelle 6.2:** Hybridträger für den Holzbau mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (Stand 12.2008)

Zulassungsnummer	Material			Trägerhöhe H in mm	Anwendung/Hersteller 
	Stegdicke t_s in mm	Steg	Gurt b_G/h_G in mm/mm		
Z-9.1-123	8 15	OSB	Hartfaser/ 47/47 70/47	Vollholz 150 bis 400/500 90/60	Balken: Deckenbalken/Dachsparren/ Wandstiel, Länge nach Statik/ Swelite AB, Schweden, <a href="http://www.masonite-beams.se">www.masonite-beams.se</a>
	8	Hartfaser/ OSB	Vollholz 47/47 70/45	Stiele: 150 - 300	
Z-9.1-262	0,5	Stahlblech (Einzel- oder Doppelsteg)	Vollholz 80/60 bis 200/120	210- 510	Deckenbalken/Dachsparren/ Wandstiel; Länge nach Statik/ <a href="http://www.hightech-traeger.com">www.hightech-traeger.com</a>
Z-9.1-277	9,5 9,5 11,1	OSB	Micro- Lam- Furnierschichtholz 44,5/38,1 58,4/38,1 88,9/38,1	241,3-406,4 254,0-508,0 254,0-609,6	Deckenbalken/Dachsparren/ Wandstiel; Länge nach Statik/ Trus Joist sprl. Genval, Belgien <a href="http://www.trusjoist.com">www.trusjoist.com</a>
Z-9.1-395	6 - 22 8 - 22 20 - 30	Dreischicht- K1-Multiplan	Vollholz 50/130 -130/65	160-400	Deckenbalken/Dachsparren/ Wandstiel, Länge nach Statik/ Kaufmann Holz AG <a href="http://www.kaufmann-holz.com">www.kaufmann-holz.com</a>
Z-9.1-416	9,5	OSB	Vollholz 39/38 89/64	241,3- 301,6	Deckenbalken/Dachsparren/ Wandstiel, Länge nach Statik/Nascor Incorporated, Kanada, <a href="http://www.nascor.com">www.nascor.com</a>
Z-9.1-432	22 - 27 27 - 32	Spanplatte Dreischichtplatte	Vollholz 60/35 -100/60	160- 360	Deckenbalken/Dachsparren/ Wandstiel, Länge < 15 m/ Doka Industrie- A, Österreich, <a href="http://www.doka.com">www.doka.com</a>
Z-9.1-533	10	OSB	Kerto- S-Furnierschichtholz 45/39, 58/39 89/39	Balken: 200- 600	Deckenbalken/Dachsparren/ Wandstiel, Länge < 14,5 m Finforest Corporation, Finnland <a href="http://www.finnforest.de">www.finnforest.de</a>
			58/39 89/39	Stiele: 200-400	
Z-9.1-580	10	OSB	Vollholz 89/38, 58/38 45/45	Balken: 200- 406 Stiel: 160- 240	Deckenbalken/Dachsparren/ Wandstiel, Länge < 7,2/12 m; Kronopol, Polen <a href="http://www.kronopol.com">www.kronopol.com</a>

### Wissenswertes zur Planung

Die Hybridträger sind hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit nach DIN 1052:2008 nachzuweisen. Sofern die Festigkeitswerte für die in den Trägern verbauten Werkstoffe nicht in der Norm enthalten sind, können sie der jeweiligen Zulassung entnommen werden. Für die Planung stehen Bemessungshilfen in Form von Tragfähigkeitstabellen oder spezieller Bemessungssoftware zur Verfügung. Alle Hersteller bieten auch Regel-details für die Planung von Konstruktionen einschließlich von speziellen Verbindungen an.

### Kennzeichnung

Die Hersteller geklebter Hybridträger müssen über einen gültigen Nachweis zum Kleben tragender Holzbauteile verfügen.

Die Fertigung von Doppel-T-Trägern erfolgt mit Eigen- und Fremdüberwachung. Die Träger werden mit dem ÜZ-Zeichen mit Angaben des Herstellers, der Zulassung und der fremdüberwachenden Stelle auf den Trägern gekennzeichnet.



**Abbildung 6.19:**  
Herstellung von Wand-  
elementen

**Abbildung 6.20:**  
Einsatz als Dachsparren



## 6.5. \_ Fachwerkkonstruktionen

### 6.5.1. \_ Allgemeines/Anwendung/Binderformen/Stabanschlüsse

Fachwerkkonstruktionen sind ebene oder räumliche Konstruktionen aus geraden, starren, in sich unverschiebbaren Holzstäben, die in mehreren, als Knotenpunkte (Knoten) bezeichneten reibungsfreien Gelenken zusammenlaufen. Nachfolgend werden nur ebene Fachwerke behandelt.

Die Formen der Fachwerkbinder sind unterschiedlich; sie hängen u. a. ab von

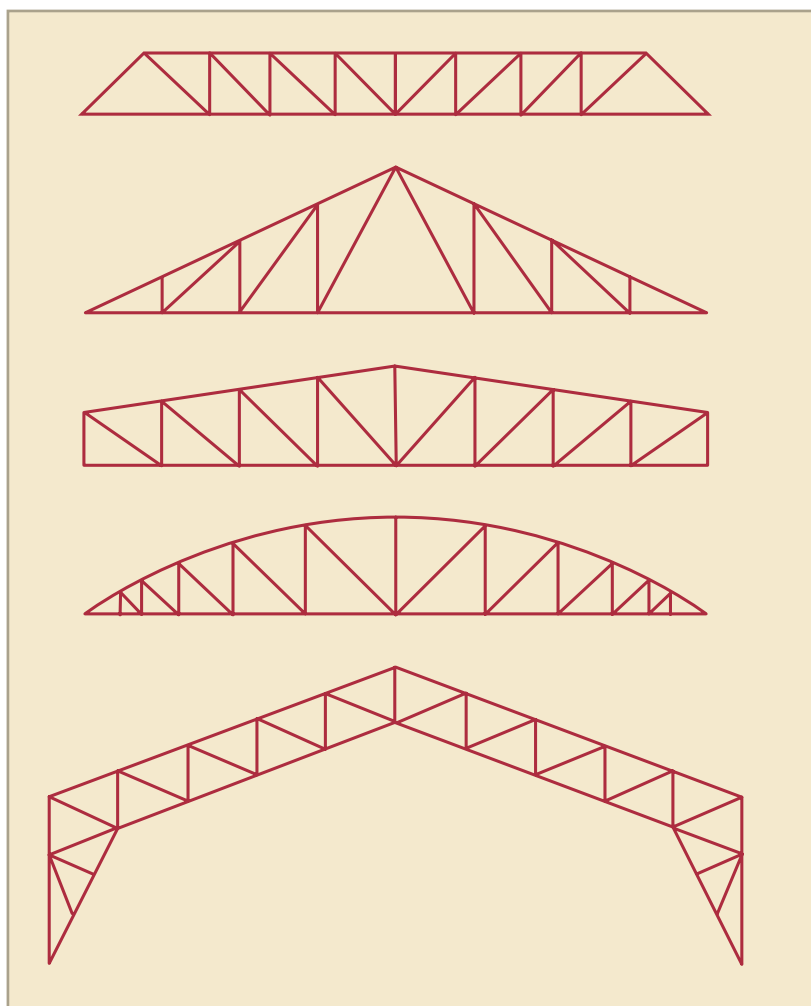
- der Dachform
- der Spannweite
- der Belastung
- den zur Verfügung stehenden Holzquerschnitten und
- den Verbindungsmitteln.

Die Grundformen der Fachwerkbinder oder Fachwerkträger (Abb. 6.21) sind:

- Parallelfachwerkbinder
- Dreieckfachwerkbinder
- Trapezfachwerkbinder
- Parabelfachwerkbinder
- Rahmenfachwerkbinder.

Alle anderen Formen sind Varianten oder Kombinationen mit z. T. unterschiedlichen Felderteilungen.

Fachwerkbinder auf zwei Stützen kommen am meisten vor. Die konstruktive Durchbildung der Stabanschlüsse bestimmt die Wirtschaftlichkeit der Konstruktion.



Ausreichend tragfähige Stabanschlüsse lassen sich mit den folgenden Verbindungsmittel:

- Nägel (Spannweite < 35 m)
- Nägel in Verbindung mit eingeschlitzten Blechen (Spannweite < 40 m)
- Nagelplatten (Spannweite < 35 m)
- Multi - Krallendübel (Spannweite < 60 m)
- Stabdübel in Verbindung mit eingeschlitzten Blechen (Spannweite < 70 m)

Es gibt auch Fachwerkträger mit geklebten Knotenpunkten (Spannweite < 20 m), die aber heute nicht mehr angewendet werden.

**Abbildung 6.21:**  
Grundformen von  
Fachwerkbindern

### 6.5.2. Fachwerkbinder mit Nägeln

Für Spannweiten bis 35 m sind Brettbinder mit Nagelverbindungen wirtschaftlich. Der Binderabstand beträgt 1 bis 3 m.

#### Herstellung/Material/Verbindung

Üblicherweise werden parallel besäumte Bretter aus Nadelholz S 10 oder S13 nach DIN 4074-1 von 25 bis 30 mm Dicke unterschiedlicher Breite verwendet. Die Bretter sollen für die Untergurt- und andere hoch belastete Zugstäbe möglichst astrein sein. Holzfeuchte maximal  $u \leq 20\%$ . Es sind möglichst nur zwei unterschiedliche Nagelgrößen bei einer Binderform zu verwenden. Die Brettstäbe können

- einteilig
- mehrteilig oder
- mit Verstärkungen

ausgebildet sein. Die erforderliche Nagelanzahl wird für jeden Stabanschluss berechnet und ist in den Detailzeichnungen vorgegeben.

### 6.5.3. \_ Fachwerkbinder mit Nagelplatten

Nagelplatten- Fachwerkbinder (Abb. 6.22, 6.23) sind in verschiedenen Fachwerkformen herstellbar. Nagelplatten- Konstruktionen bestehen aus festigkeitssortiertem Nadelholz nach DIN 4074 mit einer Holzfeuchte von maximal 20%. Nagelplattenbinder dürfen nur bei vorwiegend ruhenden Belastungen nach DIN 1055, Teil 3 eingesetzt werden. Der Binderabstand beträgt im Allgemeinen 1,0 bis 1,25 m. Die Spannweite regelt die jeweilige Nagelplatten-Zulassung. Je nach bauaufsichtlichen Zulassung ist die Spannweite auf 20 bis 35 m begrenzt.

#### Verbindungsmittel

Nagelplatten sind flächige Verbindungsmittel. Die Platten bestehen aus mindestens 0,94 bis 2,0 mm dicken verzinkten oder korrosionsbeständigen Stahlplatten mit nagelförmigen Ausstanzungen, die einseitig, rechtwinklig zur Plattenebene abgebogen sind.

Die Verwendung der Nagelplatten regeln Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen ([www.nagelplatten.de](http://www.nagelplatten.de)).

Ein zusätzlicher Korrosionsschutz ist erforderlich, wenn verzinkte Nagelplatten im Freien oder in Räumen mit einem ständigen Anfall von Wasserdampf angewendet werden. Bei Anwendung von Nagelplatten in Räumen mit chlorhaltiger Atmosphäre können die üblichen Stahlsorten nicht eingesetzt werden.

#### Fertigung

Auf speziellen Vorrichtungstischen werden die Holzstäbe gleicher Dicke passgenau entsprechend der Binderform zusammengefügt. Hydraulische Spezialpressen drücken die beiderseitig angeordneten Nagelplatten gleichzeitig und gleichmäßig in das Holz, wodurch eine tragende Verbindung entsteht. Beim hydraulischen Einpressen der Nagelplatten werden die Hölzer nicht geschwächt. Bei der Fertigung, sind die Regeln der DIN 1052: 2008 Abschnitt 13 zu beachten.

**Abbildung. 6.22:**

Montage eines Fachwerkbinders, Länge 36 m



## Wissenswertes für die Planung

### Bemessung

Nagelplattenverbindungen werden nach den Regeln der DIN 1052:2008 bemessen. Die Platten-tragfähigkeiten erhält man aus den Zulassungen der Nagelplatten. Die Herstellerbetriebe verfügen über eigene spezielle Programme für die Bemessung der Binderkonstruktionen. Mit der Lieferung der Nagelplattenkonstruktion erhält der Besteller eine detaillierte statische Berechnung.

### Überwachung

Die Fertigung von Fachwerkbindern mit Nagelplatten erfolgt in güteüberwachten Betrieben. Die Betriebe unterliegen der werkseigenen Produktionskontrolle und werden von bauaufsichtlich zertifizierten Materialprüfanstalten überwacht. Die Produkte werden deshalb mit dem ÜZ-Zeichen mit Angaben des Herstellers, der DIN 1052 und der fremdüberwachenden Stelle gekennzeichnet. Auf den Nagelplatten muss die in den Zulassungen vorgegebene Kennzeichnung für den Nagelplattentyp eingepreßt sein.

### Transport und Montage

Die Nagelplatten-Binder werden fertig auf die Baustelle geliefert. Aufgrund des hohen Veredlungsgrad der Nagelplattentechnik sind die Binder sehr schlanke Konstruktionen, die sich sehr leicht verbiegen. Der Transport und die Montage sind sorgfältig zu planen und nur von geschultem Personal durchzuführen. Schiefstellungen und Verformungen sind unbedingt zu vermeiden. Besondere Sorgfalt ist auf die fach- und funktionsgerechte Aussteifung der Konstruktion zu legen. Die Montageempfehlungen der Hersteller und des Planers müssen beachtet und eingehalten werden.



**Abbildung 6.23:**  
Farbige Nagelplatten



**Abbildung 6.24:**  
Multi-Krallendübel als  
Verbindungsmittel zwischen  
Kerto-Stäben



**Abbildung 6.25:**  
Dreifach-Sporthalle in König  
Wusterhausen



**Abbildung 6.26:**  
Knoten eines Fachwerkbinders  
mit zwei innenliegenden Stahl-  
blechen und vierschnittigen  
Stabdübeln



**Abbildung 6.27:**  
Selbstbohrender Stabdübel

#### 6.5.4. \_ Fachwerkbinder mit Multi- Krallen-Dübeln

Eine Weiterentwicklung der Nagelplatten stellt der Multi-Krallen-Dübel dar (Abb. 6.24). Er ist eine Doppelnagelplatte mit Rechtecknägeln (Nagelquerschnitt: 3,0 x 4 mm, 50 mm lang), aufgeschweißt auf einer 10 mm dicken Grundplatte. Die Nagelplatte besteht wahlweise aus korrosionsgeschütztem oder nichtrostendem Stahl.

Der Dübel wird zwischen die stets zweiteiligen Stäbe gepresst. Die Holzstäbe können aus Nadelvollholz (außer Douglasie) mindestens der Sortierklasse S10 nach DIN 4074-1, Brettschichtholz oder „KertoS“- Furnierschichtholz nach bauaufsichtlicher Zulassung bestehen. Die Binder werden in speziellen Betrieben nach den Regeln der bauaufsichtlichen Zulassung Z-9.1-193 gefertigt. Binderspannweiten bis 60 m sind möglich. Der Binderabstand beträgt 3 bis 6 m.

#### Wissenswertes für die Planung

Multikrallendübel dürfen nur zwischen zwei- und dreiteiligen Querschnitten eingebaut werden. Die zu verbindenden Hölzer müssen mindestens 63 mm breit und 78 mm hoch sein. Die Bemessung der Binder erfolgt nach DIN 1052:2008. Die Tragfähigkeiten der Nagelplatten sind der bauaufsichtlichen Zulassung zu entnehmen.

#### Überwachung

Kennzeichnung mit dem Ü- Zeichen mit Angaben des Herstellers und der Zulassungsnummer.

#### 6.5.5. \_ Fachwerkbinder mit Stabdübeln

Weitgespannte Fachwerkträger werden vor allem aus Brettschichtholz hergestellt. Es können alle Fachwerkformen mit Spannweiten bis 70 m hergestellt werden. Der Abstand zwischen den Bindern liegt im Allgemeinen zwischen 4 und 6 m. In den Knotenpunkten sind relativ große Kräfte zu übertragen. Mit Stabdübeln in Verbindung

mit in das Holz eingeschlizten Blechen ist dies möglich. Dadurch entstehen mehrschnittige Holz- Stahl- Verbindungen mit hoher Tragfähigkeit und es können einteilige Holzstäbe verwendet werden (Abb. 6.25, 6.26).

Zur rationelleren Fertigung von derartigen Verbindungen wurden spezielle selbstbohrende Stabdübel mit Durchmessern von 5 und 7 mm entwickelt. Diese Technik ist auch für kleine Zimmereien wirtschaftlich. In einem Arbeitsgang können bis zu drei Bleche der Stahlgüte S235 mit einer Dicke von maximal 5 mm/Blech durchbohrt werden (s. Bild 7 bis 9).

#### Wissenswertes für die Planung

Die Tragfähigkeit einer Stabdübelverbindung ist abhängig von der Anzahl der für die Kraftübertragung zur Verfügung stehenden Scherflächen und der Holzbreite. Der Last- Faserwinkel und die Feuchtebeanspruchung ist zu berücksichtigen. Für die Bemessung stehen Bemessungshilfen in Form von Tragfähigkeitstabellen zur Verfügung.

#### Transport und Montage

Je größer die Spannweite von Fachwerkbindern, um so sorgfältiger sind der Transport und die Montage durchzuführen. Eine detaillierte Planung der Baustellenprozesse ist unerlässlich. Große Konstruktionen können nur von Fachfirmen mit Erfahrungen in der Montage anspruchsvoller weitgespannter Konstruktionen durchgeführt werden.

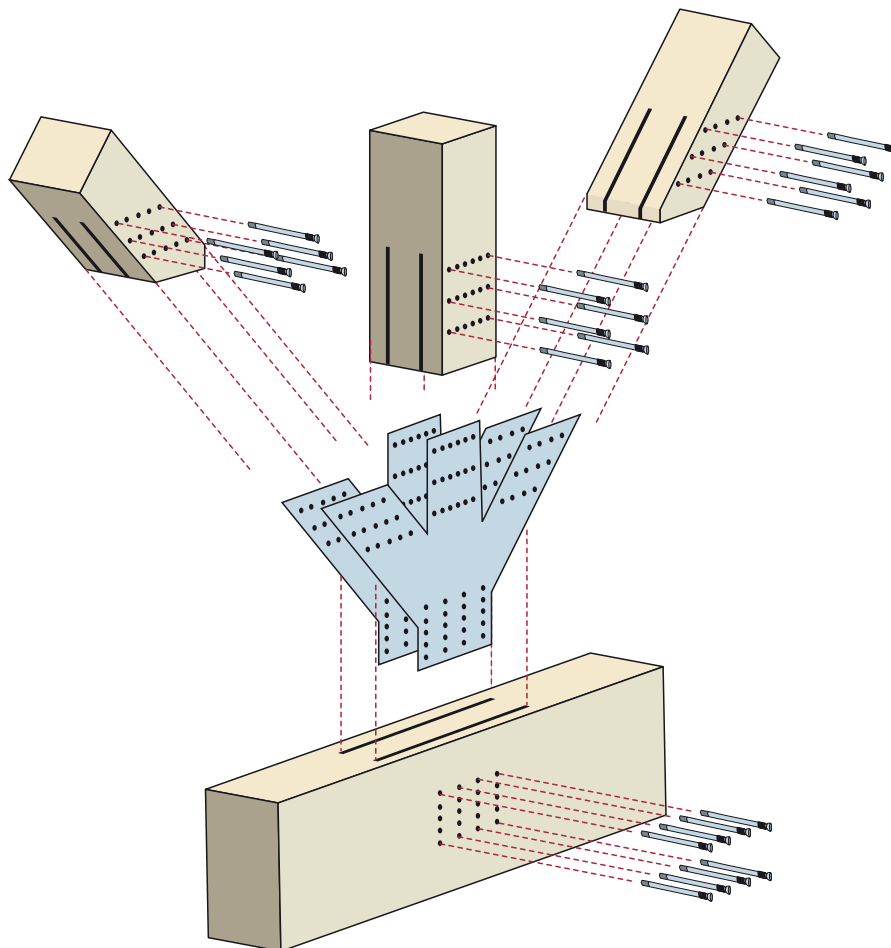


**Abbildung 6.28:**

Einsatz der selbstbohrenden Stabdübel, Herstellung eines Fachwerkknotens mit zwei eingeschlitzten Blechen

**Abbildung 6.29:**

Fertiger Knotenpunkt



**Abbildung 6.30:**

Prinzip (selbstbohrende) Stabdübel

## 7\_Weiterführende Literatur

- [1.1] Deutscher Bundestag (Hrsg.) (1990).  
Schutz der Tropenwälder - Eine internationale  
Schwerpunktaufgabe. Bericht der Enquete-  
Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erd-  
atmosphäre“. Bonn: Economica Verlag, 983 S.
- [1.2] DIEREN, WOUTER van (1995).  
Mit der Natur rechnen - Der neue Club-of-  
Rome-Bericht. Basel: Birkhäuser Verlag, 330 S.
- [1.3] GRÄBL, H., KLINGHOLZ, R. (1990).  
Wir Klimamacher. Auswege aus dem globalen  
Treibhaus. 3. Auflage. Frankfurt: S. Fischer  
Verlag, 296 S.
- [1.4] HOUGHTON, J. (1997):  
Globale Erwärmung: Fakten, Gefahren und  
Lösungswege. Berlin: Springer Verlag, 230 S.
- [1.5] LOSKE, R., BLEISCHWITZ, R. (1997).  
Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu  
einer global nachhaltigen Entwicklung.  
4. Auflage. Basel: Birkhäuser Verlag, 466 S.
- [1.6] WEGENER, G., ZIMMER, R. (1997).  
Holz im Wettstreit der Rohstoffe, Grundlagen  
und Ergebnisse der Ökobilanzierung.  
Tagungsband 16. Dreiländer Holztagung  
2.-5.11.1997, Graz, 9-21.
- [1.7] WEGENER, G., ZIMMER, B., FRÜHWALD,  
A., SCHARAI-RAD, M. (1997). Ökobilanzen  
Holz. Fakten lesen, verstehen und handeln.  
Informationsdienst Holz. München: Deutsche  
Gesellschaft für Holzforschung e.V. (Hrsg.),
- [1.8] ZIMMER, B., WEGENER, G. (1996).  
Stoff- und Energieflüsse vom Forst zum  
Sägewerk. Holz als Roh- und Werkstoff  
54: 217-223.
- [1.9] BUCHANAN, A.H. (1990).  
Timber Engineering and the Greenhouse  
Effect. Proc. 1990 Internat. Timber Eng.  
Conference, Tokyo, Japan, 931-937.
- [1.10] AMMER, U. (2000).  
Gedanken zur Nachhaltigkeit, dem Zauber-  
wort unserer Zeit. In: Landnutzungsplanung  
und Naturschutz. Aktuelle Forschungsberichte,  
Berlin: Wissenschaft und Technik Verlag, 1-21.
- [1.11] GLOS, P. (1995).  
Qualitätsbauschnittholz als unternehmerische  
Notwendigkeit. Bauen mit Holz 97: 502-508.
- [1.12] KUHWEIDE, P., WAGNER, G., WIEGAND, T.  
(2000). Konstruktive Vollholzprodukte.  
INFORMATIONSDIENST HOLZ  
holzbau handbuch Reihe 4 | Teil 2 | Folge 3, 32 S.
- [2.1] EGLE, J. (2002).  
Dauerhafte Holzbauten bei chemisch- aggressiver  
Beanspruchung.  
INFORMATIONSDIENST HOLZ  
holzbau handbuch Reihe 1 | Teil 8 | Folge 2, 32 S.
- [2.2] KOLLMANN, F. (1951) Technologie des Holzes  
und der Holzwerkstoffe. 2. Auflage, Erster Band.  
Berlin: Springer-Verlag, 1050 S.
- [2.3] KORDINA, K. MEYER-OTTENS, C. (1994).  
Holz Brandschutz Handbuch. München.  
Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V., 557 S.
- [2.4] WINTER, S. (1997). Grundlagen des Brandschutzes.  
INFORMATIONSDIENST HOLZ holzbau handbuch  
Reihe 3 | Teil 4 | Folge 1, 56 S.
- [2.5] WAGNER, L.; GLOS, P.; SCHULZ, H. (1989).  
Trocknen von Holz. In: KRÖLL, K.; KAST, W.:  
Trocknungstechnik Band 3. Trocknen und  
Trockner in der Produktion. Berlin: Springer-  
Verlag, 219-239.
- [2.6] GLOS, P.; RICHTER, C. (2002) Sortierhilfen und  
Erläuterungen zur Anwendung der DIN 4074 in  
der Praxis. Wiesbaden: Verband der Deutschen  
Säge- und Holzindustrie e.V. (Hrsg.) 79 S. u.  
Anlagen.
- [3.1] GROSSER, D., TEETZ, W. (1998).  
Blatt 1: Fichte, Blatt 2: Kiefer, Blatt 3: Lärche,  
Blatt 4: Tanne, Blatt 5: Douglasie, Blatt 7 Buche,  
Blatt 8: Eiche, Blatt 9: Esche, Blatt 13: Robinie,  
Blatt 26: Edelkastanie. In: GROSSER, D.  
Loseblattsammlung: Einheimische Nutzhölzer.  
Vorkommen, Baum- und Stammform,  
Holzbeschreibung, Eigenschaften, Verwendung.  
Herausgeber: Holzabsatzfonds, Bonn. Centrale  
Marketinggesellschaft der deutschen Agrar-  
wirtschaft mbH, Bonn.

## 8\_Bildnachweis

- [3.2] GROSSER, D., ZIMMER, B., (1998).  
 Einheimische Nutzhölzer und ihre Verwendungsmöglichkeiten.  
 INFORMATIONSDIENST HOLZ holzbau handbuch Reihe 4 | Teil 2 | Folge 2, 52 S.
- [3.3] RAPP, A.O., AUGUSTA, U., BRANDT, K. (2006).  
 The natural durability of wood in different use classes – Part II. Stockholm.  
 The International Research Group on Wood Preservation Doc. No IRG/WG/06-10598, 16S.
- [3.4] Holzschutzmittelverzeichnis.  
 54 Aufl.: Stand Januar 2006. Schriften des Deutschen Instituts für Bautechnik.  
 Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- [5.1] SCHULZE, H. (1997).  
 Baulicher Holzschutz.  
 INFORMATIONSDIENST HOLZ holzbau handbuch Reihe 3 | Teil 5 | Folge 2, 40 S.
- [5.2] SCHULZE, H. (2000). Holz im Außenbereich.  
 INFORMATIONSDIENST HOLZ holzbau handbuch Reihe 1 | Teil 18 | Folge 2, 40 S.
- [5.3] LIBNER, K., RADOVIC, B., et al. (2005).  
 DIN 1052 – Praxishandbuch Holzbau,  
 Weka-Verlag
- [5.4] siehe [3.4]
- [6.1] WERNER, H. (1997). Brettstapelbauweise.  
 INFORMATIONSDIENST HOLZ holzbau handbuch Reihe 1 | Teil 17 | Folge 1, 24 S.
- [6.2] SCHAAL, W., et al. (1997) Brettstapel als Konstruktionselement. bauen mit holz, Heft 1 und 2
- [6.3] Brettstapelbauweise (1998).  
 Bund Deutscher Zimmermeister
- [6.4] HOLTZ, F., HESSINGER, J., et al. (1999).  
 Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken. INFORMATIONSDIENST HOLZ holzbau handbuch Reihe 3 | Teil 3 | Folge 3, 36 S.
- Abb. 3.8: Klenk Holz AG, Baruth
- Abb. 3.16: Universität Karlsruhe, Lehrstuhl für Ingenieurholzbau und Baukonstruktion
- Abb. 3.17: Ralf Burkhardt, Reutlingen
- Abb. 4.13: Verband der Deutschen Säge- und Holzindustrie e.V., Wiesbaden
- Abb. 4.22: und Seite 67: induo Systemholztechnik GmbH & Co. KG, Korschenbroich
- Abb. 4.24: Hess-Wohnwerk GmbH & Co. KG, Kleinheubach
- Abb. 4.28 und Abb. 4.32 bis 4.34: Finnforest Deutschland GmbH
- Abb. 5.1: W. u. J. Derix GmbH & Co., Niederkrüchten
- Abb. 5.2: Borimir Radovic, Knittlingen
- Abb. 6.10: SFS intec AG, Heerbrugg (CH)
- Abb. 6.13: Schaffitzel Holzindustrie GmbH + Co.KG, Schwäbisch Hall
- Abb. 6.18 und Abb. 6.19: Finnforest Deutschland GmbH
- Abb. 6.23: Bauer Holzbau GmbH, Satteldorf
- Abb. 6.24: Finnforest Deutschland GmbH
- Abb. 6.27 bis 6.29: SFS intec AG, Heerbrugg (CH)
- Die Rechte aller hier nicht aufgeführten Abbildungen liegen bei den Autoren oder dem Holzabsatzfonds.

## 9\_Stichwortverzeichnis

Abbrandgeschwindigkeit	25	Gefährdungsklasse GK0 siehe Holzschutz	
Anisotropie	23	Gefäße	15
Ast	20	Gleichgewichtsfeuchte	22
Ästigkeit	32, 36	Globale Entwicklungen	8
Auslese-Qualität siehe Oberflächenqualität		herzfrei siehe kernfrei	
Balkenschichtholz	85	herzgetrennt siehe kerngetrennt	
Baurundholz siehe Rundholz		Holzaufbau	15
Bauschädenvermeidung	109	Holz-Beton-Verbundbau	123
Bauschnittholz siehe Schnittholz		Holzfeuchte	21
Biodiversität	11	Holzschutz	97
Blockverklebung	129	- Baulicher Holzschutz	98
Brettschichtholz	90	- Bescheinigung	109
- homogenes Brettschichtholz	90	- Chemischer Holzschutz	105
- kombiniertes Brettschichtholz	90	- Gefährdungsklasse GK0	111
- Standardquerschnitte	93	- Kennzeichnung	109
Brettsperrholz	94	- Überwachung	109
Brettstapelelement	115	Holzschutzmittel	105
Buche	56	- Einbringverfahren	106
Cellulose	16	- Prüfprädiat	105
charakteristischer Wert	40	Holzstrahlen	16
CO <sub>2</sub>	8, 11	Holzwerkstoffe, Anwendungsbeispiele	103
Dauerhaftigkeit	54	Hybridträger	126
Doppel-T- Träger siehe Hybridträger		- Doppel-T-Träger	126
Douglasie	52	Industrie-Qualität siehe Oberflächenqualität	
Drehwuchs	20	Jahrring	18
Druckholz	19, 23	Juveniles Holz	19, 23
Duobalken siehe Balkenschichtholz		keilgezinktes Nadelschnittholz	78
Edelkastanie	64	Keilzinkenverbindung	78
Eiche	58	Kennzeichnung	41
Einbringverfahren siehe Holzschutzmittel		kernfrei	26
Einschnitt	25	kerngetrennt	26
Esche	60	Kernholz	19
Fachwerkträger	119	Kiefer	48
Fasersättigung	21	Konstruktionsvollholz	80
Festigkeitsklasse	40	- Industrie-Qualität	92, 118
Festigkeitsortierung	30	- Vorzugsquerschnitte	81
Festigkeitswerte	54	Konstruktive Vollholzprodukte	67
Feuchteschutz	98	- Auslese-Qualität	91
Fichte	44	- Oberflächenqualität	91
freies Wasser	21	- Sicht-Qualität	92, 118
Gebrauchseigenschaften	24	Kreuzbalken	88
gebundenes Wasser	21	KVH siehe Konstruktionsvollholz	



Lärche	50	Splintholz	19
Lignin	16	Standardquerschnitte	93
maschinelle Sortierung	37	Steifigkeitswerte	54
Maßhaltigkeit	38	Tanne	46
MassivHolz	83	Tauwasserschutz	99
- Vorzugsquerschnitte	84	Tracheiden	15
Massivholzplatte siehe Brettspertholz		Treibhauseffekt	8, 9
Maßtoleranz	39	Triobalken siehe Balkenschichtholz	
Messbezugsfeuchte	38	Trocknung	27
MH siehe MassivHolz		- Technische Trocknung	27
Mikrofibrille	16	Trocknungsdauer	27
Nachhaltigkeit	8, 11	Trocknungsfehler	29
Nasskern	46	Übereinstimmungsnachweis	41
Oberflächenqualität siehe Konstruktive		Ü-Zeichen	41
Vollholzprodukte		Verbundelement	115
ökologisches Potenzial	10	Verschalung	29
Polyosen	16	visuelle Sortierung	32
Prüfprädiat siehe Holzschutzmittel		Vorzugsquerschnitte	81, 84, 86
Quellen	22	Wärmeleitahlen	54
Reaktionsholz	19	Wasserdampfdiffusion	99
Rift	26	Wasserdampfkonvektion	100
ringporig	16, 18	Wetterschutz	101
Rissbildung	27, 29	Zellwand	15
Robinie	62	zerstreutporig	16, 18
Rohdichte	17		
Rohdichtewerte	54		
Rundholz	75		
Schnittholz	68		
- Laubschnittholz	72		
- Nadelschnittholz	68		
Schwinden	22		
Schwindmaß	23		
Schwindmaße	54		
Schwindrisse	32		
Sicht-Qualität siehe Oberflächenqualität			
Sorption	22		
Sorptionsisotherme	22		
Sortierklasse	30, 37		
Sortierung	32		
- maschinelle Sortierung	37		
- trocken sortiert	70		
- visuelle Sortierung	32		

HOLZABSATZFONDS  
Absatzförderungsfonds der deutschen Forst- und Holzwirtschaft

Godesberger Allee 142-148, 53175  
Telefon 02 28 / 30 83 80, Telefax 02 28 / 3 08 38 30  
[info@holzabsatzfonds.de](mailto:info@holzabsatzfonds.de)  
[www.holzabsatzfonds.de](http://www.holzabsatzfonds.de)