

EUROTEC COACH

Auf einer Baustelle verläuft nicht immer alles nach Plan und ab und an fehlt das richtige technische Verständnis, Grundwissen oder die richtige Organisation bei der Planung.

Mit dem neuen Format **Eurotec Coach** vermitteln wir Ihnen mithilfe von **Erklärvideos**, Broschüren und Fachbeiträgen alles, was Sie auf der Baustelle wissen müssen und machen Sie damit zum **Profi!**

✦ JETZT AUF UNSERER
✦ **WEBSITE** VERFÜGBAR! ✦





Eurotec®

COACH

NOTIZ

MEHR ALS NUR EIN MERKZETTEL!

Die **Eurotec Coach Notiz** erleichtert den Lernprozess und schenkt Ihnen **wertvolle Ratschläge** direkt von der Baustelle! Unser Experte fasst **praxisbezogene Tipps** zusammen, die aufgrund der Farbe **besonders schnell wiederzufinden** sind. So können Sie gezielt nach Notizen suchen und finden Inhalte noch schneller!







KAPITEL 1

HOLZ

Holz ist ein traditioneller Rohstoff und wird schon seit jeher vielfältig zur Realisierung von Holzprodukten eingesetzt. Vor der Gewinnung von Metallen wurden die **ersten Werkzeuge** aus Holz gefertigt. Der Wirtschaftszweig der aufwendigen **Papierherstellung** ist ohne den Grundrohstoff Holz undenkbar. Darüber hinaus wird der nachwachsende Baustoff für die Produktion von **Böden, Möbeln** sowie dem **Hausbau** genutzt.

In diesem Eurotec COACH Lehrbuch möchten wir Sie mit den Spezifikationen von Holz als Baustoff vertraut machen.

HOLZ ALS BAUSTOFF

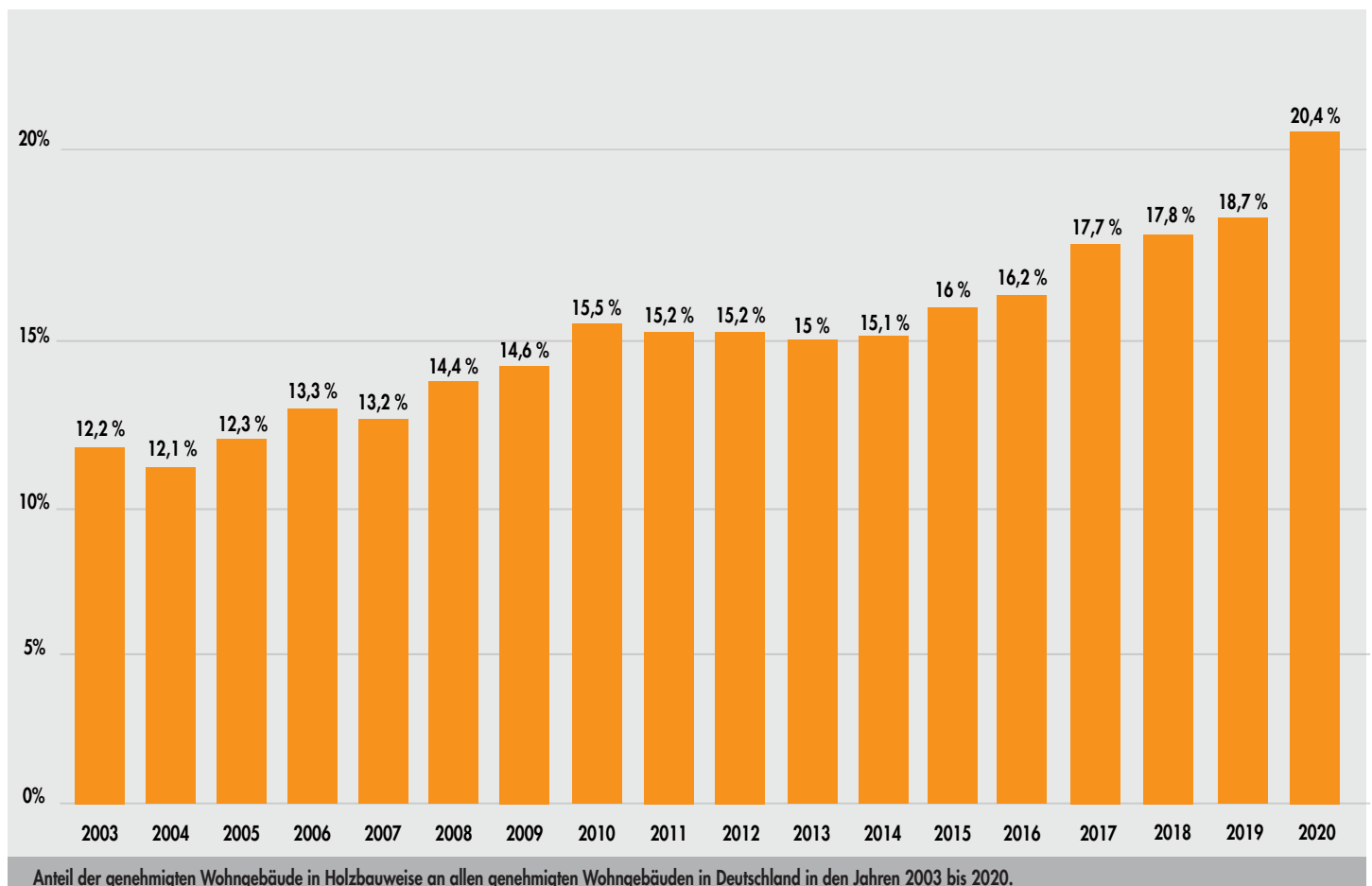
Der Baustoff Holz erfreut sich nach wie vor großer Beliebtheit und gewinnt vor allem in Form von **Holzwerkstoffen** durch die günstigen technischen Eigenschaften und leichte Bearbeitbarkeit noch an Bedeutung. Der Wunsch nach umweltgerechten Bauprodukten und nachhaltig erzeugtem Holz nimmt immer mehr zu. Folglich hat Holz nichts an seiner Attraktivität eingebüßt, sondern legt hier vielmehr zu.

Aufgrund der Vielfalt an unterschiedlichen Hölzern und Holzwerkstoffen bieten sich zahlreiche Einsatzmöglichkeiten in **tragenden Konstruktionen im Innenausbau** oder **Fassaden- und Terrassenbau**.

Beim Einschneiden im Sägewerk wird das Rundholz durch Sägen und Zerspanen aufgetrennt. Diese Bearbeitung des Holzes nennt sich **Einschnitt**. Zum Einschneiden dienen **Band-, Kreis-, Ketten-** und vor allem **Gattersägen**. Durch verschiedene Schnittarten entstehen sogenannte Handelsformen von Massivholz wie **Balken, Bohlen, Bretter, Latten, Kanthölzer, Leisten** und **Profile**.

Eurotec® COACH

- Verhältnismäßig hohe Festigkeiten parallel zur Faser bei geringem Eigengewicht
- Leichte Bearbeitbarkeit und Langlebigkeit bei Beachtung des konstruktiven Holzschutzes
- Geringe Wärmeleitung
- Ästhetisch und hochwertig



BAURUNDHOLZ



Unbesäumt



Einseitig besäumt



Zweiseitig besäumt



Halbrundholz

BAUSCHNITTHOLZ (EINSCHNITTARTEN)



Ganzholz



Halbholz



Viertelholz oder Kreuzholz

KANTHOLZ



Kantholz $b \leq h, h \leq 3b, b > 40 \text{ mm}$
Balken $h > 20 \text{ cm}$





Bohlen $d > 40 \text{ mm}, b > 3d$
Bretter $d \leq 40 \text{ mm}, b \geq 80 \text{ mm}$




Latten $d \leq 40 \text{ mm}, b < 80 \text{ mm}$

HOLZARTEN IN DER ÜBERSICHT





Eurotec
GOACH
NOTIZ



Wie berechne ich das Gewicht eines Balkens?

Als Beispiel nehmen wir einen Balken (Tanne):
Länge 4,5 m x Breite 0,08 m x Höhe 0,20 m
(8 / 20)

Zunächst wird das Volumen berechnet:
 $0,08 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} \times 4,5 \text{ m} = 0,072 \text{ m}^3$

Die Rohdichte zeigt uns das Verhältnis kg / m^3

Somit können wir nun ganz einfach das Gewicht bestimmen:

$0,072 \text{ m}^3 \times 450 \text{ kg} / \text{m}^3 = 32,4 \text{ kg}$



Fichte



Tanne

	FICHTE	TANNE
FARBE & MASERUNG	Gelblich-weiß, nachdunkelnd gelblich-braun, sowohl im Splint- als auch im Kernholz markante Fladern bildend	Gelblich-weiß bis fast weiß, markante Fladern bildend, ohne Kernfärbung
ROHDICHTE	(330) - 470 - (680) kg / m^3	(350) - 450 - (750) kg / m^3
STEHVERMÖGEN	Mäßig schwindend, lange Feuchtigkeitswechselzeiten, nach der Trocknung i. A. gutes Stehvermögen	Mäßig schwindend, gutes Stehvermögen
BESONDERHEIT	Häufigstes Nadelholz in Mitteleuropa	Frisch tannenspezifischer Geruch, der mit Trocknung verschwindet, Nasskernbildung



Kiefer



Lärche



Douglasie

KIEFER

LÄRCH

DOUGLASIE

Deutliche Farbkernbildung, Splintholz gelblich-weiß bis rötlich-weiß, Kernholz rötlich-gelb, nachdunkelnd rötlich-braun, dekorativ

Deutliche Farbkernbildung, Splintholz gelblich-weiß bis rötlich-weiß, Kernholz rötlich-gelb, nachdunkelnd rötlich-braun, dekorativ

Deutliche Farbkernbildung, Splintholz gelblich-weiß bis rötlich-weiß, Kernholz rötlich-gelb, nachdunkelnd rötlich-braun, dekorativ

(330) - 520 - (890) kg/m³

(440) - 590 - (850) kg/m³

(500) - 650 - (700) kg/m³

Geringes Schwindmaß, gutes Stehvermögen

Geringes Schwindmaß, i. A. gutes Stehvermögen, neigt zu Rissbildung

Gutes Stehvermögen, geringes Schwindmaß

Starke Bläuegefahr, Splint leicht imprägnierbar, bei hohem Harzgehalt Bearbeitung und Oberflächenbehandlung erschwert

Relativ säurebeständig

Relativ säurebeständig

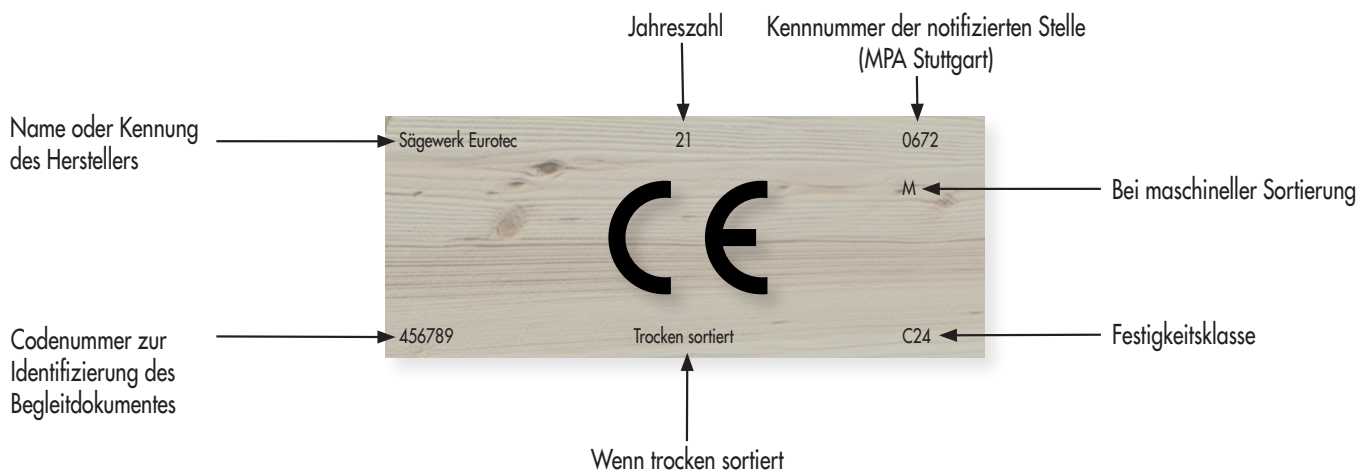
BAUSCHNITTHOLZ

Bauschnitthölzer sind beispielsweise mit einem **Prägestempel** zu kennzeichnen. Dabei wird die **Sortierklasse** und der **Hersteller** in verschlüsselter Form gekennzeichnet. Im Falle von Schaden- oder Streitfällen kann im Zweifel der Hersteller mit- einbezogen werden. In diesem Zusammenhang ist eine **Wareneingangskontrolle** wichtig. Dadurch wird die Dokumentation und die Nachvollziehbarkeit am Gewerk transparenter.



Bauschnittholz

KENNZEICHNUNG DIN EN 14081-1 AUF HOLZ



GÜTEKLASSEN / SORTIERUNG FÜR BAUSCHNITTHOLZ NACH DIN 4074

DIN 4074 VISUELL (S)	MASCHINELL (MS)	FESTIGKEITSKLASSE TS = TROCKENSORTIERT
S7	MS7	C16 Schnittholz mit geringer Tragfähigkeit
S10	MS10	C24 Schnittholz mit üblicher Tragfähigkeit
S13	MS13	C30 Schnittholz mit überdurchschn. Tragfähigkeit
	MS13	C35 Schnittholz mit besonders hoher Tragfähigkeit



© vadmvt

Halbrundholz in der Weiterverarbeitung zum Bauschnittholz

KONSTRUKTIONSVOLLHOLZ

Üblicherweise wird Konstruktionsvollholz (KVH) aus **Fichtenholz** hergestellt und kommt im konstruktiven Holzbau zum Einsatz. Konstruktionsvollholz wird vor allem verwendet, um das **beste Statikverhalten** zu erzielen.

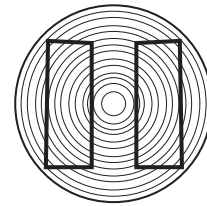
- Zulässige Holzarten, die industriell zu KVH verarbeitet werden, sind **Kiefer, Fichte, Tanne, Douglasie** und **Lärche**.
- Es wird zwischen Konstruktionsvollholz für **sichtbare Anwendungen** (KVH_{Si}) und Konstruktionsvollholz für **nicht sichtbare Anwendungen** (KVH_{Nsi}) unterschieden.

Das Konstruktionsvollholz unterliegt speziellen Anforderungen. Unter den Anforderungen gehört unter anderem die technische Trocknung auf die zulässige Holzfeuchte von etwa 15 % (+/- 3 %). Weiterhin spielt der Einschnitt eine wichtige Rolle. Dabei differenziert man zwischen dem **herzfreien** und dem **herzgetrennten** Einschnitt. Die Oberflächenbeschaffenheit ist **gehobelt** und **gefast**.

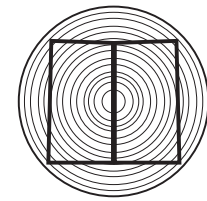
Besonders wenn man **große Spannweiten** erreichen möchte, ist das Konstruktionsvollholz ideal geeignet. Dieses ist nämlich in der Regel ein **keilgezinktes Vollholzprodukt** aus Nadelholz und daher in größeren Längen als gewöhnliches Bauholz lieferbar.




Konstruktionsvollholz




herzfreier Einschnitt




herzgetrennter Einschnitt





Eurotec
COACH
NOTIZ



Jahresringe zeigen euch nicht nur das Alter des Baumes, sondern auch die klimatische Bedingung des Anbaugesbietes.

KONSTRUKTIONSVOLLHOLZ IN DER ÜBERSICHT

Festigkeitsklassen nach **DIN EN 338 KVH** nach **DIN EN 14081-1** oder **DIN EN 15497**.

Festigkeitsklasse in:	N/mm ²	C24	C30
Biegung	$f_{m,k}$	24	30
Zug parallel	$f_{t,0,k}$	14	18
Zug rechtwinklig	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4
Druck parallel	$f_{c,0,k}$	21	23
Druck rechtwinklig	$f_{c,90,k}$	2,5	2,7
Schub und Torsion	$f_{v,k}$	40 (2,0)	40 (2,0)
Rollschubfestigkeit	$f_{R,k}$	1,0	1,0

Steifigkeitskennwerte in:	N/mm ²	C24	C30
Elastizitätsmodul ²⁾ parallel	$E_{0,mean}$	11.000(11.600)	12.000
Elastizitätsmodul ²⁾ rechtwinklig	$E_{90,mean}$	370	400
Schubmodul ²⁾	$G_{,mean}$	690	750
Rollschubmodul ²⁾	$G_{r,mean}$	69	75

Rohdichtekennwerte in:	kg/m ³	C24	C30
Rohdichte	ρ_k	350	380

VEREINBARUNG KONSTRUKTIONSVOLLHOLZ

SORTIERMERKMAL	ANFORDERUNG SI	ANFORDERUNGEN NSI
HOLZFEUCHTE	15 % ± 3 % technisch getrocknet: Holz, das in einer dafür geeigneten technischen Anlage prozessgesteuert bei einer Temperatur $T \geq 55 \text{ °C}$ mindestens 48 h auf eine Holzfeuchte $u \leq 20 \text{ %}$ getrocknet wird.	
LÄNGSKRÜMMUNG	bei herzgetrenntem Einschnitt $\leq 8 \text{ mm} / 2 \text{ m}$ bei herzfremem Einschnitt $\leq 4 \text{ mm} / 2 \text{ m}$	bei herzgetrenntem Einschnitt $\leq 8 \text{ mm} / 2 \text{ m}$
RISSE, RADIALE SCHWINDRISSE (TROCKENRISSE)	Rissbreite $b \leq 3 \text{ %}$ der jeweiligen Querschnittseite	Sortierklasse S10 nach DIN 4074-1
MASSHALTIGKEIT DES QUERSCHNITTS	DIN EN 336, Maßhaltigkeitsklasse 2 $b \leq 100 \text{ mm} = \pm 1 \text{ mm};$ $b > 100 \text{ mm} = \pm 1,5 \text{ mm}$	DIN EN 336, Maßhaltigkeitsklasse 2 $b \leq 100 \text{ mm} = \pm 1 \text{ mm};$ $b > 100 \text{ mm} = \pm 1,5 \text{ mm}$

KONSTRUKTIONSVOLLHOLZ SORTIERKLASSEN



Eurotec
COACH
NOTIZ



Hier entstand auch 1980 das Sprichwort
Astrein, was bis heute für tadellos / in
Ordnung sein / sehr gut, steht.

SORTIERKLASSE S10 / C24

1	Baumkante	bis 1 / 3, mind. 1 / 3 ohne
2	Äste	bis 2 / 5, nicht über 70 mm
3	Jahringbreite	bis 6 mm
	Allgemein Douglasie	bis 6 mm
4	Faserneigung	
5	Risse / radiale Schwindrisse (Trockenrisse)	zulässig
	Blitzrisse / Frostrisse Ringschäle	nicht zulässig
6	Verfärbungen Bläue nagelfeste braune und rote Streifen Rotfäule	zulässig bis zu 2 / 5 des Querschnitts oder der Oberfläche zulässig
	Weißfäule	nicht zulässig
7	Druckholz	bis zu 2 / 5 des Querschnitts oder der Oberfläche zulässig
8	Insektenfraß	Fraßgänge – 2 mm Durchmesser von Frischholzinsekten zulässig
9	Mistelbefall	nicht zulässig
10	Krümmung / Längskrümmung Verdrehung	bis 8 mm / 2 m

1

Sortieren & Einteilen

2

Einschneiden

3

Vorsortieren

4

Technische Trocknung 15 %

5

Sortieren nach DIN 4047-1

5a

Kappen & Keilzinken

6

Hobeln & Kennzeichnen

7

Endkontrolle & Verpacken

BRETTSCHICHTHOLZ

Das Brettschichtholz (BS-Holz oder BSH) besteht aus mindestens drei miteinander **verleimten Nadelholzbrettern**. Die technisch getrockneten und gehobelten Bretter werden mittels **konstruktiver Leimverbindung** oder **Keilverzinkung** zu **Brettlamellen** zusammengefügt.



Brettschichtholz

Zur Herstellung von Brettschichtholz wird nur eine Holzart, z. B. **Fichte, Lärche, Tanne** oder **Douglasie** verwendet. Aufgrund der **Festigkeitssortierung** und der **Homogenisierung** wird eine **höhere Tragfähigkeit** und **Formstabilität** als bei üblichem Bauholz erzielt. Durch die **schwindrissarme Oberflächenqualität** ermöglicht der Baustoff den Einsatz im konstruktiven Ingenieurholzbau.

- BSH wird in Breiten von bis zu 30 cm und einer Querschnittshöhe von bis zu 3 m hergestellt.
- Bauschnittholz für Konstruktionen, dessen Querschnitte nach der Tragfähigkeit bemessen werden, muss nach der Tragfähigkeit entsprechend der DIN 4074 sortiert werden.

Maßgebend für Zimmereibetriebe ist die DIN 4074-: **Sortierung** von **Nadelholz** nach der **Tragfähigkeit-Nadelschnittholz**. Die Norm legt Sortiermerkmale und -kriterien zur Einteilung der Nadelschnitthölzer in Sortierklassen als Voraussetzung für die Anwendung von Rechenwerten für den Standsicherheitsnachweis nach z. B. **DIN 1052-1** oder **DIN 4074** fest.

Weitere Nadelhölzer sind gemäß DIN EN 14081-1, DIN EN 15497, DIN EN 14080 und ab Z-9.1-440 für die Herstellung von KVH erlaubt, aber **nicht gebräuchlich**.

BRETTSCHICHTHOLZ IN DER ÜBERSICHT

Festigkeitsklassen nach **DIN EN 14080** und **Z-9.1-440**.

Festigkeitsklasse in:	N / mm ²	GL 24c	GL 28a	GL 30c	GL 24h	GL 28h
Biegung	f _{m,g,k}	24	30	30	24	28
Zug parallel	f _{t,0,g,k}	17	19,5	19,5	19,2	22,3
Zug rechtwinklig	f _{t,90g,k}	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Druck parallel	f _{c,0,g,k}	21,5	21,5	25,5	24	28

Steifigkeitskennwerte in:	N / mm ²	GL 24c	GL 28a	GL 30c	GL 24h	GL 28h
Elastizitätsmodul ²⁾ parallel	f _{m,g,k}	24	30	30	24	28
Elastizitätsmodul ²⁾ rechtwinklig	f _{t,0,g,k}	17	19,5	19,5	19,2	22,3
Schubmodul ²⁾	f _{t,90g,k}	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Rohdichtekennwerte in: kg / m ³	kg / m ³	GL 24c	GL 28a	GL 30c	GL 24h	GL 28h
Biegung	ρ _{g,k}	350	390	390	385	380

VEREINBARUNG KONSTRUKTIONSVOLLHOLZ

SORTIERMERKMAL

ANFORDERUNG SI / ANFORDERUNGEN NSI

HOLZFEUCHTE	9 – 14 % ± 3 % technisch getrocknet: Holz, das in einer dafür geeigneten technischen Anlage prozessgesteuert bei einer Temperatur T ≥ 55 °C mindestens 48 h auf eine Holzfeuchte u ≤ 20 % getrocknet wird.
MAßTOLERANZ	Breite ± 2 mm Höhe ± 2 mm Länge ± 0,1 %
LAMELLENSTÄRKE	40 mm
FORMVERÄNDERUNG	Axial: 0,01 – 0,02 % je % Holzfeuchteänderung Radial: 0,19 % je % Holzfeuchteänderung Tangential: 0,34 % je % Holzfeuchteänderung
OBERFLÄCHENQUALITÄT	4-seitig gehobelt, Kantengefasst, Sicht-Qualität, Nichtsicht-Qualität

VERLEIMUNG

Modifiziertes Melaminharz, helle nicht nachdunkelnde Fuge

BRETTSCHICHTHOLZ SORTIERKLASSEN



SORTIERKLASSE S13 / C30

1	Baumkante	bis 1 / 8, mind. 2 / 3 ohne
2	Äste	bis 1 / 5, nicht über 50 mm
3	Jahringbreite	bis 4 mm
	Allgemein Douglasie	bis 6 mm
4	Faserneigung	
5	Risse / radiale Schwindrisse (Trockenrisse)	zulässig
	Blitzrisse / Frostrisse Ringschäle	nicht zulässig
6	Verfärbungen Bläue nagelfeste braune und rote Streifen Rotfäule	zulässig bis zu 1 / 5 des Querschnitts oder der Oberfläche zulässig
	Weißfäule	nicht zulässig
7	Druckholz	bis zu 1 / 5 des Querschnitts oder der Oberfläche zulässig
8	Insektenfraß	Fraßgänge - 2 mm Durchmesser von Frischholzinsekten zulässig
9	Mistelbefall	nicht zulässig
10	Krümmung / Längskrümmung Verdrehung	bis 5 mm / 2 m

1

Sortieren & Einteilen

2

Einschneiden

3

Vorsortieren

4

Technische Trocknung 15 %

5

Sortieren nach DIN 4047-1

5a

Kappen & Keilzinken

6

Hobeln & Kennzeichnen

7

Klebstoffauftragung & Verpressung

8

Endkontrolle & Verpacken

TECHNOLOGISCHE EIGENSCHAFTEN VON HOLZ

HOLZFEUCHTE

Holz nimmt aus der Umgebungsluft Feuchte auf bzw. gibt diese wieder ab, bis sich im Holz eine **Ausgleichsfeuchte** einstellt. Der Holzfeuchtegehalt gibt das im Holz enthaltene Wasser bezogen auf die **Darrdichte** (also die Dichte bei 0 % Holzfeuchte, nur techn. herstellbar) an.

d. h. bei $u = 12\%$ sind auf 100 kg darrtrockenes Holz 12 kg Wasser enthalten.

Holz lagert Wasser aus der Umgebungsluft als erstes in die Zellwände ein → gebundenes Wasser. Dieses Wasser in den Zellwänden verursacht das **Quellen** und **Schwinden** von Holz. Ab einem gewissen Feuchtegehalt können die Zellwände kein weiteres Wasser mehr binden → Fasersättigungspunkt (je nach Holzart 25 – 35 % Holzfeuchte). Über diesem Punkt wird Wasser in die Zellhohlräume eingelagert, dies verursacht kein weiteres Quellen und Schwinden.

Durch **Q/S** verursachte **Dimensionsänderungen, Risse** und **Verwerfungen** können minimiert werden, wenn Holz eine **Einbaufeuchte** aufweist, die der zu erwartenden Ausgleichsfeuchte dieses Bauteils entspricht. Des Weiteren benötigen holzerstörende Organismen (Pilze, Insekten) eine gewissen Holzfeuchte, um zu gedeihen → daher trockenes Holz für den Innenbereich verwenden.

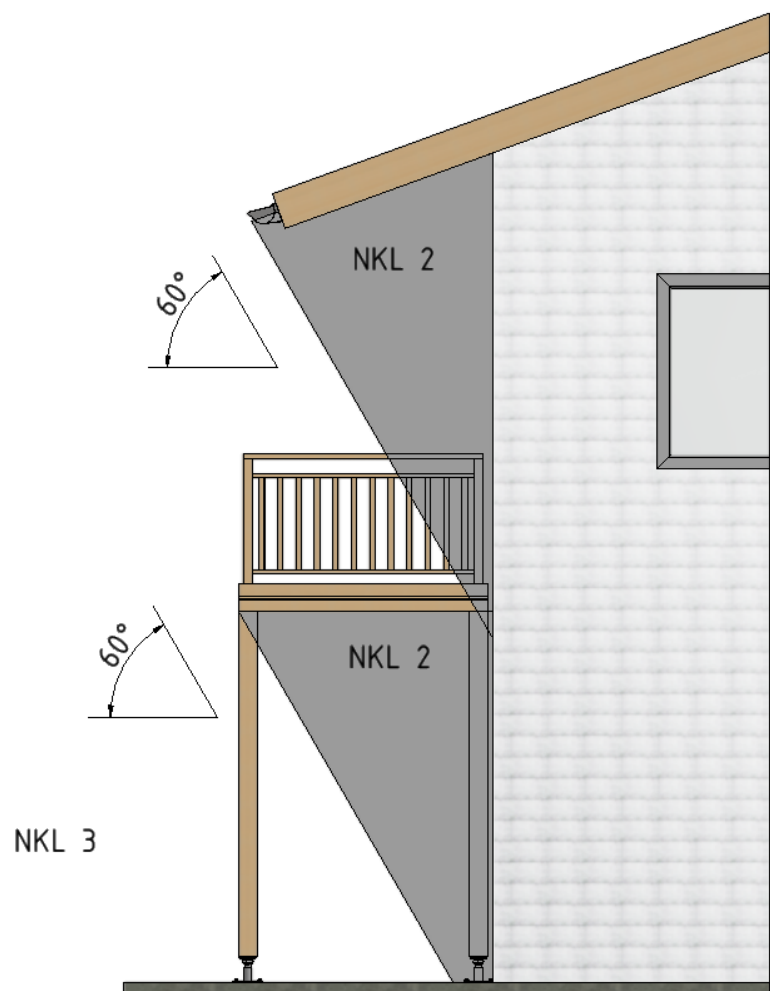
Bei Anwendungen im **Außenbereich**, wo die Hölzer nicht konstruktiv vor Bewitterung geschützt werden können und die **Holzfeuchte naturgemäß höher ist**, ist auf **dauerhafte Hölzer** zurückzugreifen, die von holzerstörenden Organismen nicht/kaum angegriffen werden.




Eurotec
GOACH
NOTIZ

Beispiele für Ausgleichsfeuchten:

- Lebender Baum → bis 150 %
- Fasersättigung je nach Holzart → 25 – 35 %
- Fenster → 12 – 15 %
- Innenräume ofenbeheizt → 8 – 10 %
- Innenräume zentralbeheizt → 6 – 8 %
- Fußböden, Parket → 5 – 13 %
- Darrtrocken (nur techn. herstellbar) → 0 %





Eurotec
GOACH
NOTIZ

Beispiele geforderte Einbaufeuchten:

Holzkonstruktionen → max. 18 %

Fußböden (innen) → max. 12 %

Treppen → 9 ± 3 %

Terrassenhölzer → 16 ± 2 %, max. 20 %

Darrtrocken (nur techn. herstellbar) → 0 %

NUTZUNGSKLASSEN

Im Holzbau (Eurocode 5 oder EN 1995) werden Konstruktionen / Bauteile je nach Einbauort und der dort zu erwartenden Ausgleichsfeuchte verschiedenen **Nutzungs-klassen** zugeordnet: Holzausgleichsfeuchte 5 bis 15 %, meist nicht > 12 %, entsprechend einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft, die nur für einige Wochen pro Jahr einen Wert von 65 % übersteigt.

NKL1 → $u = 10 \pm 5$ %, meist ≤ 12 % →

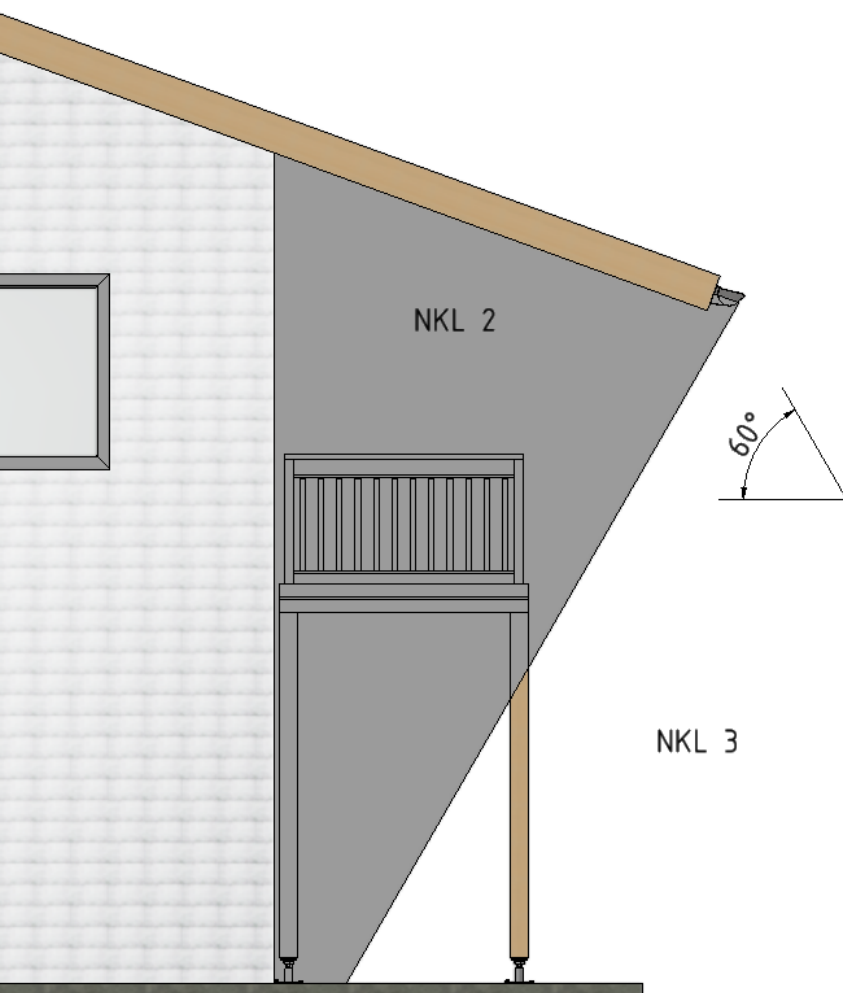
Bsp.: Beheizte Innenräume

Holzausgleichsfeuchte 10 bis 20 %, entsprechend einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft, die nur für einige Wochen pro Jahr einen Wert von 85 % übersteigt.

NKL2 → $u = 15 \pm 5$ %, meist ≤ 20 % → **Bsp.: Außen aber überdacht bzw. vor direkter Bewitterung geschützt**

Holzausgleichsfeuchte 12 bis 24 %, entsprechend Klimabedingungen, die zu höheren Holzfeuchten führen, als in Nutzungsklasse 2 angegeben.

NKL3 → $u = 18 \pm 6$ % → **Bsp.: Holzterrasse**



QUELLEN UND SCHWINDEN

Wie aufgezeigt, **quillt** und **schwindet** Holz bei Aufnahme/Abgabe von Wasser, das heißt es findet eine **Dimensionsänderung** statt. Diese führt nicht unbedingt zu gleichmäßiger Ausdehnung in alle Richtungen, dies ist durch das unterschiedliche **Q/S-Verhalten je nach Schnittrichtung** bedingt.

Diese Dimensionsänderung wird durch das **Schwindmaß** beschrieben. Es gibt die Änderung eines Maßes (z. B. Dielenbreite) bezogen auf die Änderung der Holzfeuchte in % an.

Man spricht in der Praxis der Einfachheit halber meist nur vom **Schwindmaß**, nicht vom **Quell- und Schwindmaß**. Das Schwindmaß bezieht sich jedoch auf beide Vorgänge: **Quellen und Schwinden**.

WIR UNTERSCHIEDEN 2 SCHWINDMAßE:

- **Differentielles Schwindmaß:** Gibt die Dimensionsänderung je 1 % Holzfeuchteänderung an.
- **Absolutes Schwindmaß:** Gibt die Dimensionsänderung an, die eintritt, wenn ein Bauteil von z. B. Holzfeuchte bei Fasersättigung auf eine Ausgleichsfeuchte von 18 % herunter getrocknet wird. Ein Sonderfall des absoluten Schwindmaßes ist das max. Schwindmaß, welches die Dimensionsänderung vom Fasersättigungspunkt bis zum darrtrockenen Holz angibt.

In Praxis nicht von Bedeutung.

Q/S-VERHALTEN

Das Q/S-Verhalten ist von der **Schnittrichtung des Holzes** abhängig. Schauen wir uns hierzu einmal das theoretische max. Schwindmaß von Holz allgemein an:

Parallel zur Faser	→	0,1 bis 0,5 % ,
Quer zur Faser, radial	→	5 %
Quer zur Faser, tangential	→	10 %

Tangential und **radial** ist Quellen und Schwinden also weitaus **größer als längs zur Faser**.

Tangential ist das Q/S-Verhalten aber immer noch ca. doppelt so groß wie radial. Dies führt, wie bereits erwähnt, besonders nahe des Kerns zu den **großen Spannungen** bei der Trocknung und **ggf. Rissbildung**.



Schnittrichtungen des Holzes



Eurotec®

COACH

NOTIZ

BEISPIEL AUS DER PRAXIS

Terrassendiele Bangkirai 25 x145 mm, liegende „Jahrringe“

- Diff. Schwindmaß tangential ca. 0,4 %
- **u (Holzfeuchte)** = 12 % bei Einbau (zu trocken)
- 5 mm Fuge (zu gering bei diesem u und dieser Dielenbreite)
- Ausgleichsfeuchte während Winter angenommen 20 %
- **Δu = 8 %**
- Änderung Dielenbreite bei
 $u_{20} = 145 \times 8 \times 0,004 = 4,6 \text{ mm}$

Die Fugen sind fast zu, stellenweise auf jeden Fall. Es kommt zum Aufstellen der Dielen gegeneinander und Abreißen der Schrauben! Eigenspannte Hölzer können durch den **Quelldruck** bei zunehmender Dichte sogar einen **Stein sprengen**.

Angenommen die **Einbaufeuchte** liegt bei **22 %**, damit ist das Holz viel zu feucht. Die Ausgleichsfeuchte während eines trockenen Sommers liegt bei **10 %** und die Fugenbreite liegt bei **5 mm**.

- **Δu = 12 %**
- Änderung Dielenbreite bei
 $u_{20} = 145 \times 12 \times 0,004 = 7 \text{ mm}$

Die Fugen werden in diesem Beispiel viel zu weit sein.

Durch **Wärmebehandlungen** (Thermoholz) oder **chemische Holzmodifikationen** (Holzacetylierung) kann das Verhalten reduziert, aber nicht verhindert werden. **Lacke** und **Beschichtungen** oder andere Holzbehandlungen können auch Einfluss auf das Quellen haben.

Ein **Messgerät** für die **optimale Holzfeuchte** sollte auf keiner Baustelle fehlen! Wichtig sind neben einem **großen Messbereich** auch die Auswahlmöglichkeiten am Gerät. z. B. eine **Holzartentabelle** und die **Außentemperatur**.

ROHDICHTE

Die Rohdichte gibt das spezifische Gewicht von **porösen Baustoffen** in kg/m^3 an.

Hierbei wird also nicht nur die reine Materialdichte (bei Holz die Reindichte), sondern auch **die Poren, enthaltenes Wasser** sowie **Einschlüsse anderer Stoffe**, die sogenannten **Holzinhaltstoffe** (Harzgallen etc.) mit in die Dichteberechnung miteinbezogen.

Die Dichte homogener Materialien, wie z. B. Stahl, wird hingegen nur als **Dichte** bzw. **spezifische Dichte** angegeben.

Baustoffe mit hohen Rohdichten (z. B. Beton) haben in der Regel eine **hohe Wärmeleitfähigkeit** und sind somit kaum **wärmedämmend**. Holz hingegen hat aufgrund seiner geringeren Rohdichte eine **schlechte Wärmespeicherfähigkeit** bei **guter Wärmedämmung**.

Die Rohdichte gilt als Schlüsselvariable für die meisten technischen Holzeigenschaften. Mit steigender Rohdichte bei gleicher Holzfeuchte steigen die mechanischen Eigenschaften wie **Festigkeit**, **Elastizität** und **Härte**. Die Rohdichte von Holz schwankt unter anderem mit der **Holzfeuchte**.

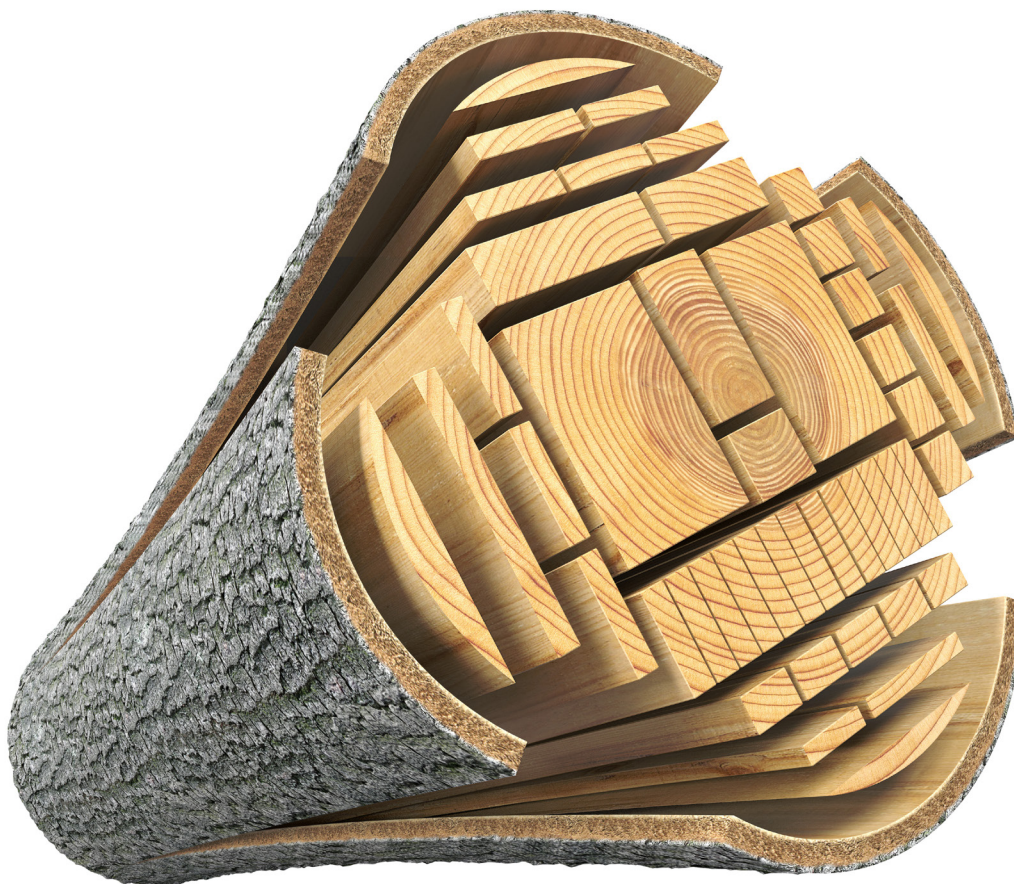
Bei einer **Holzfeuchte von 12 %** (Normalfeuchte in beheizten Innenräumen) umfasst die Rohdichte in Abhängigkeit von der Holzart einen Bereich zwischen **200 kg/m^3** und **1200 kg/m^3** .

Frisches Holz weist wesentlich **höhere Werte** auf. So liegt z. B. das **Landungsgewicht** von frischem Eichenholz um **1000 kg/m^3** , im getrockneten Zustand (12 % Holzfeuchte) bei **670 kg/m^3** .

Des Weiteren **schwankt** die Rohdichte innerhalb einer Holzart auch durch **unterschiedliche Herkünfte**. Langsamer wachsende Hölzer der **kälteren Regionen** sind gemeinhin **dichter** als die derselben Art in gemäßigten Breiten. Sie schwankt auch innerhalb eines Baumes.

Allgemein haben **Laubhölzer** eine weitaus **höhere Rohdichte als Nadelhölzer**, da die Poren und andere Einschlüsse in Laubhölzern kleiner sind.

Die **Reindichte** von Holz, also die **Dichte der reinen Holzmasse ohne Wasser, Holzinhaltstoffen und Poren**, ist hingegen für alle Holzarten ziemlich dieselbe: ca. **1.500 kg/m^3** .



Möglicher Einschnitt eines Baumstammes

EIGENSCHAFTEN VERSCHIEDENER HOLZARTEN

Holzart	Kurzzeichen		Rohdichte r_{12} nach DIN EN 350:2016-12 [g/cm ³]	Elastische Eigenschaften und Festigkeiten, ermittelt an fehlerfreien Kleinproben nach DIN 68 364:2003-05				Schwinden und Quellen nach Informationsdienst Holz, Einheimiger Nutzhölzer, 1985			Dauerhaftigkeitsklasse nach DIN EN 350:2016-12 gegen Holz zerstörende Pilze
	nach DIN 4079	nach DIN 14081-1:2016-06		E-Modul E_{II} [N/mm ²]	Biegefestigkeit B_{II} [N/mm ²]	Zugfestigkeit Z_{II} [N/mm ²]	Druckfestigkeit D_{II} [N/mm ²]	absolutes Schwindmaß [%]			
							tangential	radial	längs		
Fichte (<i>Picea abies</i> L.)	FI	PCAB	0,44 ... 0,46 ... 0,47	11000	80	95	45	7,8	3,6	0,3	4
Tanne (<i>Abies alba</i> Mill.)	TA	ABAL	0,44 ... 0,46 ... 0,48	10000	80	85	45	7,6	3,8	0,1	4
Kiefer (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	KI	PISY	0,50 ... 0,52 ... 0,54	11000	85	100	47	7,7	4,0	0,4	3–4
Lärche (<i>Larix decidua</i> Mill.)	LA	LADC	0,47 ... 0,60 ... 0,65	13800	99	107	55	7,8	3,3	0,3	3–4
Douglasie (<i>Pseudotsuga menziesii</i> Mill.)	DG	PSMN	0,47 ... 0,51 ... 0,52	13000	100	105	54	7,4	4,2	0,3	3–4
Eiche (<i>Quercus petraea</i> Liebl., <i>Quercus robur</i> L.)	EI	QCXE	0,65 ... 0,71 ... 0,76	13000	95	110	52	7,8–10	4,0–4,6	0,4– 0,42	2–4
Buche (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	BU	FASY	0,69 ... 0,71 ... 0,75	14000	120	135	60	11,8	5,8	0,3	5
Robinie (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	ROB	ROPS	0,72 ... 0,74 ... 0,80	13600	150	148	73	6,9	4,4	0,1	1–2
Esche (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)	ES	FXEX	0,68 ... 0,70 ... 0,75	13000	105	130	50	8,0	5,0	0,2	5
Edelkastanie (<i>Castanea sativa</i> Mill.)	EDE	CTST	0,54 ... 0,59 ... 0,65	9000	80	135	49				2

TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN IN BEZUG ZUR KONSTRUKTION

Je nach **Eigenschaft** und **äußeren Einflüssen** muss man das Holz schützen. Schon früh wurde erkannt, dass sich die technischen Eigenschaften durch bestimmte Verfahren beeinflussen lassen. **Das Holz wurde damals durch folgende Verfahren für die Weiterverarbeitung vorbereitet:** Ankohlung, Verkohlung, Räuchern, pflanzliche Öle (Myrrhe, Weihrauch, Ölhefe usw.), bituminöse Beschichtungen (Teer oder Pech) oder Holzschutzmittel auf Basis chlororganischer Verbindungen.

Heutzutage wird in der Regel auf **konstruktiven Holzschutz** gesetzt, anstatt **chemischen Holzschutz**.

KONSTRUKTIVER HOLZSCHUTZ

Der wichtigste Schutz besteht in der **Trockenhaltung des Holzes**. Der Schutz des Holzes vor **Regenwasser** und **Stauässe** wird **konstruktiver Holzschutz** genannt. Die Norm für konstruktive Holzschutzmaßnahmen im Hochbau ist **DIN 68 800-2**.

Es sollten **Holzverbindungen** und andere **enge Kontaktstellen** vermieden werden, in die das **Regenwasser einläuft** und durch Kapillarkräfte zurückgehalten wird. Besonders wichtig für die Langlebigkeit von Holz ist eine **stetige Hinterlüftung**, um **schnelles Abtrocknen** zu ermöglichen.

Weitere einfache Optionen für den konstruktiven Holzschutz:

MATERIALWAHL, FEUCHTIGKEITSGEHALT & QUERSCHNITTSGRÖßE

- Gut geeignete Hölzer mit einem hohen Harzanteil:
Lärche, Douglasie und Eiche
- Je nach Einsatzgebiet und Nutzungsdauer
- Kernholz ist auf Grund seiner hohen Festigkeit vorzuziehen
- Die Holzfeuchte sollte beim Einbau unter 15 % liegen

STOßAUSBILDUNG

- Hirnholzseiten sind besonders zu schützen
- Grundsätzlich ist zu vermeiden, dass Hirnholzseiten direktem Niederschlag ausgesetzt sind, da diese bis zu 10-mal mehr Wasser ziehen können als Längsholzseiten.

SOCKELAUSBILDUNG

- 30 cm hoher Spritzschutz (reduzierbar mit einem Kiesstreifen 30 cm breit, auf 15 cm)

ÜBERLAPPUNG

- Ausreichende Überlappung notwendig, damit Wasser keine Möglichkeit hat in den Spalt zu ziehen.
- Holzquerschnitt Abtropfnasen und Neigungen von 15° vorzusehen
- Außerdem ist eine regendichte Schicht hinter z. B. der Holzfassade notwendig.

ECKAUSBILDUNG

- Stöße sollten auf Gehrung ausgeführt werden, damit keine Hirnholzseite der Witterung ausgesetzt ist.

DACHANSCHLUSS / DACHÜBERSTAND

- Ein großer Dachüberstand schützt die Holzfassade an diesem Anschlusspunkt am besten.

GEBRAUCHSKLASSEN

Die Gebrauchsklassen sind eine Einteilung, mit deren Hilfe **Art** und **Umfang** eventuell notwendiger **chemischer Holzschutzmaßnahmen** beurteilt werden kann. In Deutschland ist hierfür die **DIN 68800 Teil 1** maßgebend. Seit der Neuauflage der **DIN 68800 2011 / 2012**, hat die „**Gebrauchsklasse**“ die „**Gefährdungsklasse**“ abgelöst.

Es sollte vor jeder Anwendung mit chemischem Holzschutz geprüft werden, ob durch **vorbeugende bauliche Maßnahmen** ein **ausreichender Schutz des Holzes** erzielt werden kann.

An tragenden- und aussteifenden Holzbauteile müssen eingesetzte **Holzschutzmittel** laut den **Teilen 2 und 3** der **DIN 68800** eine **allgemeine bauaufsichtliche Zulassung** haben.

Universal-Holzschutzmittel für alle vier Gefährdungsklassen **lv, P, W** und **E** sind nicht mehr zugelassen. Für den Einsatz der entsprechenden Mittel muss zunächst nach **Art der Gefährdung** oder **des Befalls** entschieden werden. Auf **chemischen Holzschutz** kann generell **verzichtet werden**, wenn **Holzarten der Gebrauchsklasse 4** mit einer natürlichen Dauerhaftigkeit (Resistenz) verwendet werden.

GEBRAUCHSKLASSEN IN DER ÜBERSICHT

GK*	BEANSPRUCHUNG	ERFORDERLICHER HOLZSCHUTZ	PRÜFPRÄDIKAT
0	Innen verbautes Holz, ständig trocken, Holzquerschnitt kontrollierbar, Anflug durch holzschädigende Insekten nicht möglich	Kein chemischer Holzschutz erforderlich	–
1	Innen verbautes Holz, ständig trocken, Anflug durch holzschädigende Insekten möglich	Vorbeugend gegen Insekten	lv
2	Holz hat keinen direkten Erdkontakt, ist nicht der Witterung oder Auswaschung ausgesetzt; Vorübergehende Befeuchtung möglich	Vorbeugend gegen Insekten und Pilze	lv, P
3.1	Holz nicht unter Dach – aber ohne ständigen Erd- oder Wasserkontakt, Anreicherung von Wasser im Holz ist nicht zu erwarten, Konstruktion trocknet zügig	Vorbeugend gegen Insekten und Pilze, Holzschutzmittel gegen Auswaschung geschützt (Fixierung)	lv, P, W
3.2	Holz nicht unter Dach, aber ohne ständigen Erd- oder Wasserkontakt, Anreicherung von Wasser im Holz ist zu erwarten	Vorbeugend gegen Insekten und Pilze, Holzschutzmittel gegen Auswaschung geschützt (Fixierung)	lv, P, W
4	Holz in dauerndem Erdkontakt oder ständiger starker Befeuchtung ausgesetzt	Vorbeugend gegen Insekten und Pilze einschließlich Moderfäule, Holzschutzmittel gegen Auswaschung (Fixierung) geschützt (Fixierung)	lv, P, W, E

lv = gegen Insekten vorbeugend wirksam

P = gegen Pilze vorbeugend wirksam (Fäulnisschutz)

W = für Holz, das direkter Bewitterung ausgesetzt ist, jedoch ohne ständigen Erd- oder Wasserkontakt

E = für Holz mit ständigem Erd- und/oder Wasserkontakt