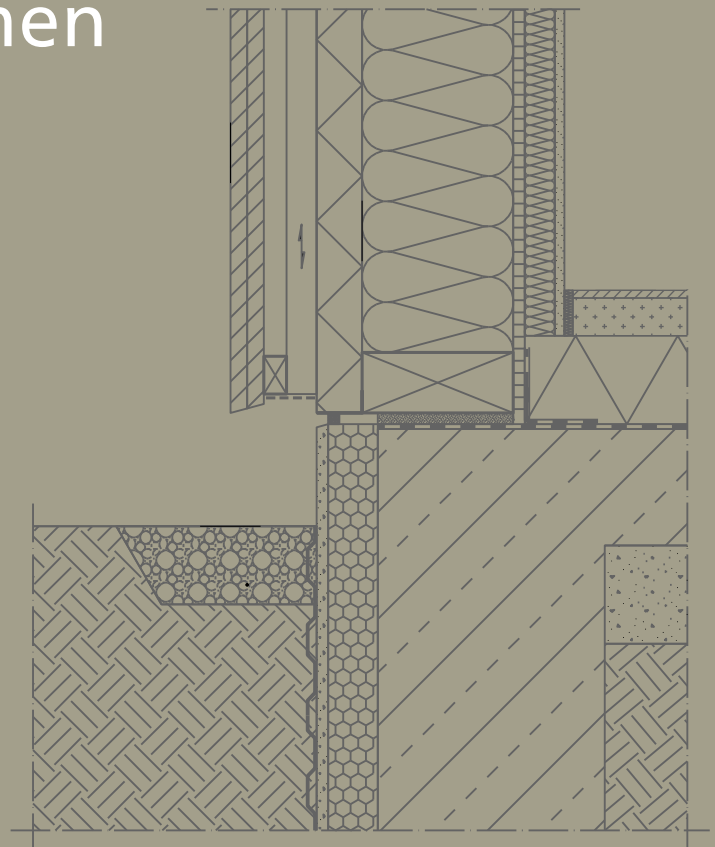




Holzschutz Bauliche Maßnahmen



Holzschutz nach DIN 68800

Grundsätzliche bauliche Maßnahmen:
-> siehe Kap. 4.2

1. Schutz vor Feuchte bei Transport, Lagerung und Montage
2. Einbau trockenem Holz ($u \leq 20\%$)
3. Schutz vor Niederschlägen und Spritzwasser
4. Schutz vor nutzungsbedingter Feuchte (z.B. Spritzwasser im Bad)
5. Schutz vor Feuchte aus angrenzenden Baustoffen
6. Schutz vor unzuträglicher Feuchteerhöhung durch Tauwasser

Besondere bauliche Maßnahmen für GK 0 -> siehe Kap. 4.3

- Konstruktionsprinzipien aus DIN 68800-2, Abs. 7 bis 9
- Beispielkonstruktionen nach DIN 68800-2, Anhang A
- Rechnerischer Nachweis des Tauwasserschutzes

GK 1 in GK 0 (Insektenzugang)

- a) Technisch getrocknetes Holz
- b) Kontrollbarkeit sicherstellen

GK 2 in GK 0 (Tauwassergefahr)

Verstärkte Belüftungsmaßnahmen

GK 3.1 in GK 0 (Bewitterung)

1. Beschränkung der Querschnittsabmessungen
2. Verwendung von technisch getrocknetem Holz
3. Gehobelte Oberflächen
4. Kein Stauwasser, direktes Abführen von Niederschlägen
5. Abdecken von Hirnholz und nicht vertikal stehender Bauteile

Vorbeugender chemischer Holzschutz nach DIN 68800-3
-> siehe Anhang

Gesondert zu vereinbaren, wenn bauliche Maßnahmen ausgeschöpft. Zugelassene Mittel erforderlich (Holzschutzmittelverzeichnis)

Thermisch oder chemisch modifizierte Hölzer (außerhalb DIN 68800)
-> siehe Anhang

Gesondert zu vereinbaren, bei tragender Verwendung ist ein Bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis erforderlich

Holzarten mit erhöhter Dauerhaftigkeit gem. DIN EN 350
-> siehe Anhang

in GK 3.1
Lärche- oder Douglasie-Kernholz

in GK 3.2:
Eichen-Kernholz oder sibirische Lärche

Zielsetzung
GK 0

Beispiele

Beispiel 1

Sparren am Dachüberstand

Insektenzugang -> GK 1
Außenbereich -> GK 3.1/3.2

Für GK 1 in GK 0:

Technisch getrocknetes Holz

Für GK 3.1 in GK 0:

Schutz durch Dachüberstand sowie Rinne u.a.

GK 0

Beispiel 2

Carpportstütze

Insektenzugang -> GK 1
direkte Bewitterung und Spritzwasser -> GK 3.1/3.2

Für GK 1 in GK 0: **Gehobeltes, technisch getrocknetes Holz**

Für GK 3.1 in GK 0:

Stützfuß spritzwasserfrei, Querschnittsbegrenzung u.a.

GK 0

Inhalt

Seite 6	1	_ Einleitung	Seite 39	5.2.3	_ Ertüchtigung von Steildächern
8	2	_ Holzeigenschaften	42	5.2.4	_ Nicht ausgebaute, ungedämmte Dachkonstruktionen und Spitzböden
8	2.1	_ Holzfeuchte	43	5.2.5	_ Dachüberstände
9	2.2	_ Nutzungsklassen	44	5.2.6	_ Fußpfetten und Pfettenauflager
10	2.3	_ Fasersättigungsbereich	45	5.3	_ Flachdächer und flach geneigte Dächer
10	2.4	_ Holzfeuchteänderungen	45	5.3.1	_ Konstruktionsprinzipien
11	2.5	_ Schwinden und Quellen	46	5.3.2	_ Flachdächer mit Aufdachdämmung (Typ I)
13	3	_ Gebrauchsklassen	47	5.3.3	_ Vollgedämmte Flachdächer mit Überdämmung (Typ II)
13	3.1	_ Gefährdungspotential von Holz	48	5.3.4	_ Vollgedämmte Flachdächer ohne Überdämmung (Typ III)
14	3.2	_ Einstufung in Gebrauchsklassen	50	5.3.5	_ Belüftete Flachdachkonstruktionen (Typen IV und V)
18	3.3	_ Geeignete Vollholzholzprodukte	52	5.4	_ Decken und Balkenaufleger
20	3.4	_ Geeignete Holzwerkstoffe	52	5.4.1	_ Oberste Geschossdecken zu kalten Dachräumen
24	4	_ Bauliche Holzschutzmaßnahmen	54	5.4.2	_ Decken über Kellerräumen, Kriechkellern und Außenluft
24	4.1	_ Überblick	56	5.4.3	_ Balkenköpfe im Mauerwerksbau
24	4.2	_ Grundsätzliche bauliche Maßnahmen	57	5.5	_ Außenwandkonstruktionen
25	4.2.1	_ Witterungsschutz während Transport, Lagerung und Montage	57	5.5.1	_ Grundsätzliche Anforderungen
26	4.2.2	_ Einbau von trockenem Holz	58	5.5.2	_ Außenwandbekleidungen
27	4.2.3	_ Schutz vor Niederschlägen	61	5.5.3	_ Wärmedämm-Verbundsysteme und Putzschichten auf HWL-Platten
28	4.2.4	_ Schutz vor nutzungsbedingter Feuchte	64	5.5.4	_ Mauerwerk-Vorsatzschalen
28	4.2.5	_ Vermeidung von Feuchte aus angrenzenden Baustoffen oder Bauteilen	66	5.6	_ Schwellen im Sockelbereich
28	4.2.6	_ Begrenzung von Tauwasser infolge Dampfdiffusion und Konvektion	70	5.7	_ Bäder und Feuchträume
31	4.3	_ Besondere bauliche Maßnahmen	75	6	_ Holzbauteile GK 0 im Außenbereich
31	4.3.1	_ Überblick	75	6.1	_ Grundsätzliche bauliche Maßnahmen
32	4.3.2	_ Besondere bauliche Maßnahmen gegen Insektenbefall	77	6.2	_ Entwurfsgrundlagen für Holzbrücken
32	4.3.3	_ Besondere bauliche Maßnahmen gegen Holz zerstörende Pilze	80	7	_ Glossar
33	4.3.4	_ Rechnerischer Nachweis des Feuchteschutzes	84	8	_ Regelwerke, Literatur
35	5	_ Konstruktionen GK 0	84	8.1	_ Technische Baubestimmungen
35	5.1	_ Überblick	85	8.2	_ Fachregeln und Merkblätter
36	5.2	_ Geneigte Dächer	86	8.3	_ Fachliteratur
36	5.2.1	_ Belüftete Dachaufbauten	87		Anhang - Weitere Holzschutzmaßnahmen
39	5.2.2	_ Nicht belüftete Konstruktionen mit Metalleindeckung oder Abdichtung	87	A	_ Überblick
			88	B	_ Notwendigkeit chemischen Holzschutzes
			89	C	_ Beschichtungen bzw. Anstriche

Impressum

Herausgeber:

Holzbau Deutschland-Institut e.V.
Kronenstraße 55-58
D-10117 Berlin
Tel. +49 (0) 30 20314 131
Fax +49 (0) 30 20314 140
www.institut-holzbau.de

Projektpartner:

- Bundesgütgemeinschaft Montagebau und Fertighäuser e.V., Bad Honnef (BMF)
- Bundesverband Deutscher Fertigbau e.V., Bad Honnef (BDF)
- Deutsche Säge- und Holzindustrie Bundesverband e.V., Berlin (DeSH)
- Deutscher Holzfertigbau-Verband e.V., Ostfildern (DHV)
- Gütegemeinschaft Deutscher Fertigbau e.V., Ostfildern (GDF)
- Gütegemeinschaft Holzbau-Ausbau-Dachbau e.V., Berlin (GHAD)
- Förderpartner Deutscher Holzbau, www.foerderpartner-holzbau.de
- Holzbau Deutschland Bund Deutscher Zimmermeister im ZDB, Berlin (BDZ)
- Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., Wuppertal
- Verband Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen e.V., Wuppertal (VDNR)

Weitere Projektpartner aus 1. Auflage:

- 81fünf high-tech & holzbau AG, Lüneburg
- ZimmerMeisterHaus Service- & Dienstleistungs GmbH, Schwäbisch Hall

1. Auflage: 10/2015

2. Auflage: 01/2023

ISSN-Nr. 0466-2114

holzbau handbuch

Reihe 5: Holzschutz

Teil 2: Vorbeugender baulicher Holzschutz

Folge 2: Bauliche Maßnahmen

Ergänzende Schrift zum Thema:

Holzschutz bei Ingenieurholzbauten

holzbau handbuch Reihe 5, Teil 2, Folge 1

Die Wortmarke INFORMATIONSDIENST **HOLZ** ist Eigentum des Informationsverein Holz e.V., www.informationsvereinholz.de

Wichtige Begriffe zum Holzschutz sind in der Schrift kursiv dargestellt und werden im Glossar (Kapitel 8) erläutert.

Besonders wichtige Aspekte sowie die jeweiligen bautechnischen Anforderungen zur Einhaltung der GK 0 sind im Fließtext grün hinterlegt.

Die technischen Informationen dieser Schrift entsprechen um Zeitpunkt der Drucklegung den allgemein 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

Wir legen Wert auf Diversität und Gleichbehandlung. Im Sinne einer besseren Lesbarkeit der Texte werden manche Begriffe in der maskulinen Schreibweise verwendet. Grundsätzlich beziehen sich diese Begriffe auf alle Geschlechter.

Bearbeitung:

Dipl.-Ing. (FH) Daniel Schmidt, M.Eng., Lauterbach

Fachredaktion:

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Bühler und
Dipl.-Ing. (FH) Johannes Niedermeyer,
Holzbau Deutschland Institut e.V., Berlin

Einleitung (Kap. 1):

Prof. Dipl.-Ing. Arch. Ludger Dederich,
Hochschule Rottenburg
Dipl.-Ing. (FH) Johannes Niedermeyer, Berlin

Begleitende Arbeitsgruppe (1. + 2. Auflage):

Dipl.-Ing. (FH) Florian Bauer, BMFcrt GmbH,
Bad Honnef
Dipl.-Ing. (FH) Roland Glauner, BDZ, Berlin
Oliver Justus, M.Eng., GHAD, Berlin
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Kehl, Leipzig
Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Schäfer, BDF, Bad Honnef
Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Schäfer, DHV, Ostfildern
Dr.-Ing. Tobias Wiegand, VDNR, Wuppertal

Begleitende Arbeitsgruppe (1. Auflage)

Andreas Kraft, Landesinnungsverband des
bayerischen Zimmererhandwerks e.V.
Dipl.-Ing. Ernst Ulrich Köhnke, Uelsen
Dipl.-Ing. Georg Lange, BDF
Dipl.-Ing. (FH) Martin Müller,
Bundes-Gütegemeinschaft Montagebau und
Fertighäuser e.V. (BMF)
Dipl.-Ing. Borimir Radovic, Knittlingen ✚
Prof. Dipl.-Ing. Kurt Schwaner, Biberach

Zeichnungen:

Max Köhnken, M.Eng.,
Holzbau Deutschland Institut e.V. Berlin, mit
freundlicher Unterstützung durch **cadwork**

Gestaltung:

Martin Reinschlüssel,
sinnfluter die Werbeagentur, Rheinbach

Bildnachweis

Soweit nicht im Eigentum von Holzbau Deutschland-
Institut e.V. (alle Zeichnungen)

Titel:	Fotografie: Albrecht Imanuel Schnabel Architektur: Baumeister Jürgen Haller
2.2	Daniel Schmidt, Lauterbach
3.1	Daniel Schmidt nach DIN 68800-2
3.4.	Überwachungsgemeinschaft KVH
4.2	pro clima - Moll bauökologische Produkte GmbH
4.3a/b	PERI
4.4a/b	Ludger Dederich, Bonn
4.6	Köster Bauchemie AG
4.7/8	Martin Mohrmann, Kiel
5.3.3	bauart Konstruktions GmbH + Co. KG
5.5.11	Bever GmbH
5.7.1	Bundesverband der Gipsindustrie e.V.
5.7.2-4	Bundesverband der Gipsindustrie e.V.
6.1	Kurt Schwaner, Biberach
6.4/5	Ingenieurbüro Miebach
A.1	Daniel Schmidt, Lauterbach
Umschlagseite U3: www.dataholz.eu	

1 _ Einleitung

Holz besitzt viele positive Eigenschaften, die es zu einem leistungsfähigen Baustoff machen. Gebäude und Holzkonstruktionen als Bestandteile des baukulturellen Erbes bestätigen eindrucksvoll seine Potentiale und seine Dauerhaftigkeit.

Als nachhaltiger Baustoff gewinnt Holz in Zeiten des Klimawandels zunehmend an Bedeutung, da er als CO₂-Senke einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgase leistet.

Bei den vielen Vorteilen darf nicht vergessen werden, dass Holz als organisches Produkt den Gesetzen des Stoffkreislaufes der Natur unterliegt und nur dann sein Nachhaltigkeitspotential entfalten kann, wenn seine Konstruktionen dauerhaft sind und damit das gebundene CO₂ möglichst über viele Jahre der Umwelt entzogen wird. Holz und Holzwerkstoffe benötigen deshalb für die Anwendung im Bauwesen einen dauerhaften und umweltverträglichen Schutz.

Der moderne Holzbau berücksichtigt vorrangig bauliche (konstruktive) Holzschutzmaßnahmen die sicherstellen, dass für die Dauer der Nutzung eine Rückführung in den Stoffkreislauf durch holzerstörende Organismen ausgeschlossen ist: Holzbau ohne Chemie ist nicht nur möglich, sondern auch prioritäre Pflicht für Planer und Ausführende.

Für das Bauwesen ist die vierteilige Normenreihe DIN 68800 „Holzschutz“ von großer Bedeutung. Vor über 10 Jahren haben Vertreter von Bauaufsicht, Holzbau, Holzschutzmittelindustrie, Wissenschaft, Prüfinstitute, Sägeindustrie, Umweltverbände, Verbraucher, Schädlingsbekämpfer und Architekten anlässlich der Novellierung der Normenreihe DIN 68800 intensiv erörtert, in welchem Umfang und an welcher Stelle überhaupt noch vorbeugende Holzschutzmittel verwendet werden müssen.

Als Ergebnis wurde erreicht, dass die Mehrzahl der üblichen Konstruktionsbauteile der Gebrauchsklasse 0 (GK 0) zugeordnet werden kann und damit die Anforderungen an dauerhaftes und umweltverträgliches Bauen miteinander vereint werden.

Die Normenreihe DIN 68800 enthält die Verpflichtung, bauliche Maßnahmen vorrangig zu berücksichtigen. Der Einsatz von vorbeugenden chemischen Holzschutzmaßnahmen bleibt ausschließlich begründeten Einzelfällen vorbehalten.

Nicht zuletzt auf Grundlage der seit Mitte der 1980er Jahren geübten Praxis des Einsatzes technisch getrockneter Vollholzprodukte für Holzbauwerke konnte deutlich gemacht werden, dass der moderne Holzbau keine Risiken in sich birgt [1, 2, 3]. Voraussetzung ist allerdings, dass die in Teil 2 der DIN 68800 und damit die in dieser Veröffentlichung dargestellten baulichen Maßnahmen zum Schutz von Holzbauteilen beachtet und umgesetzt werden.

In der Holzschutznorm sind die allgemeinen Voraussetzungen für den Schutz von verbauten Holzprodukten und Holzwerkstoffen gegen eine Wertminderung oder Zerstörung durch Organismen sowie für eventuell notwendige Bekämpfungsmaßnahmen geregelt. Holzschutz mit Chemie ist nur in den in DIN 68800-1 festgelegten Gebrauchsklassen GK 1 bis GK 4 möglich, sofern konstruktive Holzschutzmaßnahmen oder der Einsatz entsprechend dauerhafter Holzarten nicht möglich sind.

Die in dieser Schrift aufgezeigten baulich konstruktiven Holzschutzmaßnahmen zur Einstufung in die GK 0 sind erste Planer- und Ausführungspflicht. Die hierfür notwendigen Bedingungen werden in Teil 2 der DIN 68800 beschrieben. Für die verbleibenden Fälle, in denen auf chemische oder bekämpfende Schutzmaßnahmen nicht verzichtet werden kann, ist in Teil 3 bzw. Teil 4 der Norm geregelt, wie diese Maßnahmen fachgerecht auszuführen sind.

Die DIN 68800 spiegelt die im Holzbau langjährig geübte Praxis des konstruktiven Holzschutzes wieder. Sie stellt den Stand der Technik dar und gilt in ihren Kernaussagen als allgemein anerkannte Regel der Technik. Die Teile 1 und 2 der aktuellen Normenreihe werden zukünftig in allen Bundesländern in die Verwaltungsvorschriften „Technische Baubestimmungen“ aufgenommen. Für die Teile 3 und 4 in denen u.a. der chemische Holzschutz geregelt wird, wird das voraussichtlich nicht der Fall sein.

Die DIN 68800 setzt zudem das Minimierungsgebot hinsichtlich der Verwendung von Bioziden im Bauwesen um, welches sich u.a. aus der Biozidrichtlinie, der Gefahrstoffverordnung, dem Kreislaufwirtschaftsgesetz und diversen Arbeitssicherheitsregeln ableitet. Der größtmögliche Verzicht auf Biozide und Gefahrstoffe ist zudem wichtiger Bestandteil des nachhaltigen Bauens.

Die vorliegende Schrift gibt Planern und Ausführenden die notwendigen Hilfestellungen zur Umsetzung einer holzbaugerechten, umweltschonenden und dauerhaften Bauweise.

Vorwort zur 2. Auflage

Die Schrift „Holzschutz – Bauliche Maßnahmen“ ist eine der meistgelesenen Schriften aus der holzbau-handbuch-Reihe. Hier werden grundlegende Kenntnisse zum Holzschutz sowie bewährte Konstruktionen übersichtlich dargestellt. Die Novellierung der DIN 68800-2 in 2022 machte eine Überarbeitung erforderlich, in die auf Grundlage der Rückmeldungen insbesondere aus der Fachberatung Holzbau auch einige Erweiterungen aufgenommen wurden.

Holzbauprojekte werden häufig größer und komplexer, weshalb Maßnahmen zum Witterungsschutz während Transport, Lagerung und Montage angepasst und durchdacht sein müssen. Dies wurde im Kapitel „Grundsätzliche Holzschutzmaßnahmen“ ergänzt. Steildachkonstruktionen wurden um weitere Sanierungsbeispiele erweitert und das Kapitel „Flachdächer“ wurde komplett neu gefasst. Umfassend erweitert wurden Sockeldetails, da diese eine elementare Schnittstelle zum feuchtebelasteten Untergrund oder dem Gebäudebestand darstellen. Außerdem wurde das Kapitel „Bäder und Feuchträume“ aktuellen Abdichtungsnormen und Fachregeln angepasst. Neu hinzugekommen sind „Entwurfgrundlagen für Holzbrücken“, welche das Kapitel „Holzbauteile im Außenbereich“ abrunden.

Auf der letzten Umschlagseite wurde ein Hinweis auf die Onlineplattform dataholz.eu aufgenommen. Mit ihr ist es möglich, kostenlos auf umfassende Informationen zu Holzbaustoffen, Bauteilaufbauten und Konstruktionsdetails zugreifen zu können, einschließlich zugehöriger Nachweise und Prüfzeugnisse.

Jörg Bühler (Fachberatung Holzbau),
Daniel Schmidt (Autor), im Dezember 2022

Die Normenreihe Holzschutz

DIN 68 800-1: 2019-06:

Holzschutz – Teil 1:

Allgemeines

DIN 68 800-2: 2022-02:

Holzschutz – Teil 2:

Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau

DIN 68 800-3: 2020-03:

Holzschutz – Teil 3:

Vorbeugender Schutz von Holz mit Holzschutzmitteln

DIN 68 800-4: 2020-12:

Holzschutz – Teil 4:

Bekämpfungsmaßnahmen gegen Holz zerstörende Pilze und Insekten und Sanierungsmaßnahmen

2 _ Holzeigenschaften

2.1 _ Holzfeuchte

Holz ist aufgrund seines zellförmigen Aufbaus und seiner Porosität hygroskopisch. Je nach Umgebungsklima nimmt Holz Feuchte aus der Luft auf oder gibt Feuchte ab. In Abhängigkeit von Temperatur und relativer Luftfeuchte stellt sich in Holzbauteilen eine Gleichgewichtsfeuchte ein, die in Masseprozent angegeben wird (siehe Tab. 2.1). Entsprechend seiner massenbezogenen Feuchte wird unterschieden zwischen:

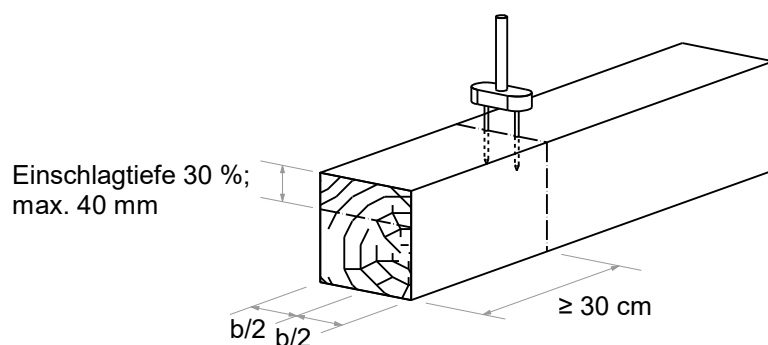
- trockenem Holz ($u \leq 20 \%$),
- halbtrockenem Holz ($u \leq 30 \%$) und
- frischem Holz ($u > 30 \%$).

Grundsätzlich ist Holz trocken zu verbauen. Durch bauliche Maßnahmen ist sicherzustellen, dass die Holzbauteile dauerhaft trocken bleiben. Maßgebendes Kriterium ist die Einhaltung einer Holzfeuchte von maximal 20 % (Masseprozent).

Abb. 2.1: Elektronische Holzfeuchtemessung
 Optimale Position zur Bestimmung der Holzfeuchte mit isolierten Einschlagelektroden unter Berücksichtigung der Holzart und der Holztemperatur sowie Bedingungen bei der Wareneingangskontrolle

Holzfeuchtemessungen

Die Holzfeuchte kann in der Praxis anhand des elektrischen Widerstands mit einem Holzfeuchtemessgerät nach DIN EN 13183-2 bestimmt werden. Aufgrund von Materialstreuungen kommt es je nach Feuchtegehalt zu Abweichungen bei den Messergebnissen zwischen ca. 0,5 % (bei ca. 7 %) und 2 bis 4 % (bei ca. 20 Masse-%). Bei der Messung sind die Holzart und die Temperatur des Holzstücks zu beachten.



Tab. 2.1: Gleichgewichtsfeuchten von Holz
 Angaben in Masseprozent

Umgebungsbedingungen		u_m
allseitig		
geschlossene Räume	beheizt	6 – 12 %
(Holz im Innenraum)	unbeheizt	9 – 15 %
überdeckte, offene Bauwerke (ohne direkte Bewitterung)		12 – 18 %
der Witterung allseitig ausgesetzte Konstruktionen (ohne Erdkontakt)		12 – >20 %

Zur Messung werden Elektroden in definiertem Abstand in das Holzstück eingeschlagen. Bei einer Einschlagtiefe von 5 mm wird die Oberflächenfeuchte gemessen. Die optimale Messtiefe zur Bestimmung der mittleren Holzfeuchte beträgt 30 % der Holzdicke (max. 40 mm), wofür isolierte Einschlagelektroden verwendet werden müssen (siehe Abb. 2.1 und 2.2). Die Messstellen müssen frei von sichtbaren Fehlern wie z.B. Risse, Rinde, Äste, Harzgallen sein, damit die Messung nicht beeinträchtigt wird. Holzschutz- oder Flammenschutzmittel sowie Mittel zur chemischen Behandlung können die Genauigkeit der Messung beeinflussen und erfordern deshalb eine Korrektur.

Für die Holzfeuchtemessung in Holzwerkstoffplatten sind Messgeräte erforderlich, die für die unterschiedlichen Werkstoffe und ihre Bindemittel bzw. Klebstoffe kalibriert sind. Sie weisen im Vergleich zu Vollholz eine geringere Ausgleichfeuchte auf (vgl. Tab. 2.1 + Tab. 2.2).

Tab 2.2: Nutzungsklassen nach DIN EN 1995-1-1/NA und zu erwartende Gleichgewichtsfeuchte

Nutzungs-klasse	zu erwartende mittlere Holzausgleichsfeuchte im Gebrauchszustand ¹⁾
NKL 1	5 – 15 % (i.d.R. 8 – 12 %)
NKL 2	10 – 20 % (i.d.R. 13 – 17 %)
NKL 3	12 – 24 %

¹⁾ bei Holzwerkstoffen ergeben sich um etwa 3 % niedrigere Holzausgleichsfeuchten
(außer phenolharzgebundene Platten)

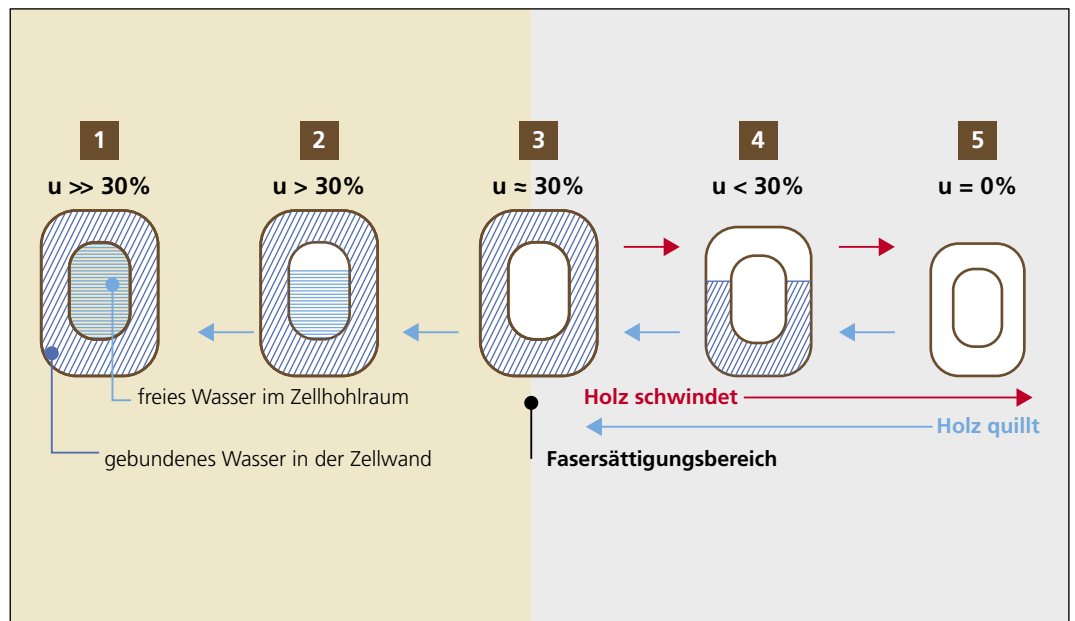
2.2 _ Nutzungsklassen

Die Holzfeuchte hat Einfluss auf die Festigkeit und die Biegesteifigkeit von Vollholzprodukten und Holzwerkstoffen. Da Holzbauteile während der Nutzung wechselnden Luftfeuchten und Beanspruchungen durch Wasser in flüssiger Form, z.B. infolge Reinigungsarbeiten oder Bewitterung, ausgesetzt werden können, werden die Bereiche unterschiedlicher Luftfeuchten durch verschiedene Nutzungsklassen (NKL) beschrieben. Die in den verschiedenen NKL zu erwartenden Gleichgewichtsfeuchten können Tabelle 2.2 entnommen werden. In einem Bauteil schwanken diese im jahreszeitlichen Verlauf i.d.R. um etwa 4 %. Der über die Nutzungsklassen definierte Einfluss der Holzfeuchte fließt in die Bemessung der Holzbauwerke und die Auswahl der Holzart und Holzwerkstoffe ein. Bei der Zuordnung zu einer Nutzungs-klasse ist die mittlere Ausgleichsfeuchte über den Gesamtquerschnitt maßgebend. Die Nutzungs-klassen sind nicht mit den Gebrauchsklassen gleichzusetzen, da für diese neben der Umgebungsfeuchte weitere Kriterien gelten (Kap. 3).

Abb. 2.2: Elektronische Holzfeuchtemessung



Abb 2.3: Schematische Darstellung der Holzzelle – Wasserabgabe und -aufnahme der Holzzelle unter- und oberhalb des Fasersättigungsbereichs



2.3 _ Fasersättigungsbereich

Solange Holz trocken ist besteht keine Gefahr des Befalls durch holzerstörende Pilze. Für die Entwicklung eines Pilzbefalls muss freies Wasser in den Zellhohlräumen des Holzes vorhanden sein. Maßgebendes Kriterium hierfür ist der Fasersättigungsbereich, der die Holzfeuchte beschreibt, ab der die Zellwände des Holzes vollständig wassergesättigt sind (siehe Abb. 2.3). Der Fasersättigungsbereich ist holzartenspezifisch und liegt bei den im Bauwesen eingesetzten Nadelholzarten bei etwa 30 %, bei Laubholz als Kernholz bei 26 bis 28 % (z.B. Eiche).

Auf der sicheren Seite liegend wird in Regelwerken eine maximale Holzfeuchte von 20 % oder weniger gefordert, damit Holzbauteile als nicht gefährdet gelten, denn die Holzaustrittsfeuchte unterliegt gewissen Streuungen. Prinzipiell empfiehlt es sich Holzbauteile mit einer Feuchte einzubauen, die sich auch während der Nutzungsphase einstellen wird (vgl. Gleichgewichtsfeuchte, Tab. 2.1).

Den sogenannten „hygroskopischen Isothermen“ (Linien gleicher Holzfeuchte) in Abb. 2.4 kann entnommen werden, dass bei den im Bauwesen vorwiegend verwendeten Nadelholzern (Fichte, Kiefer, Tanne) bei Umgebungsbedingungen bis etwa 85 % relativer Luftfeuchte immer Gleichgewichtsfeuchten unterhalb von 20 % gegeben sind und die Holzbauteile damit keiner Gefährdung ausgesetzt sind.

2.4 _ Holzfeuchteänderungen

Die Anpassung der Holzfeuchte bei Änderungen der relativen Luftfeuchte ist ein langsamer Prozess. Kurzfristige Änderungen, z.B. in privaten Bädern, haben keinen merklichen Einfluss auf die Holzfeuchte. Schneller erfolgt der Feuchteangleich bei Feuchteeinwirkung durch tropfbares Wasser, insbesondere bei Einwirkung parallel zur Faser über das Hirnholz bzw. über die Schnittkanten von Holzwerkstoffen. Bei getrocknetem Nadelholz erfolgt die Aufnahme senkrecht zur Faser nur sehr langsam und beschränkt sich bei kurzfristiger Einwirkung mit

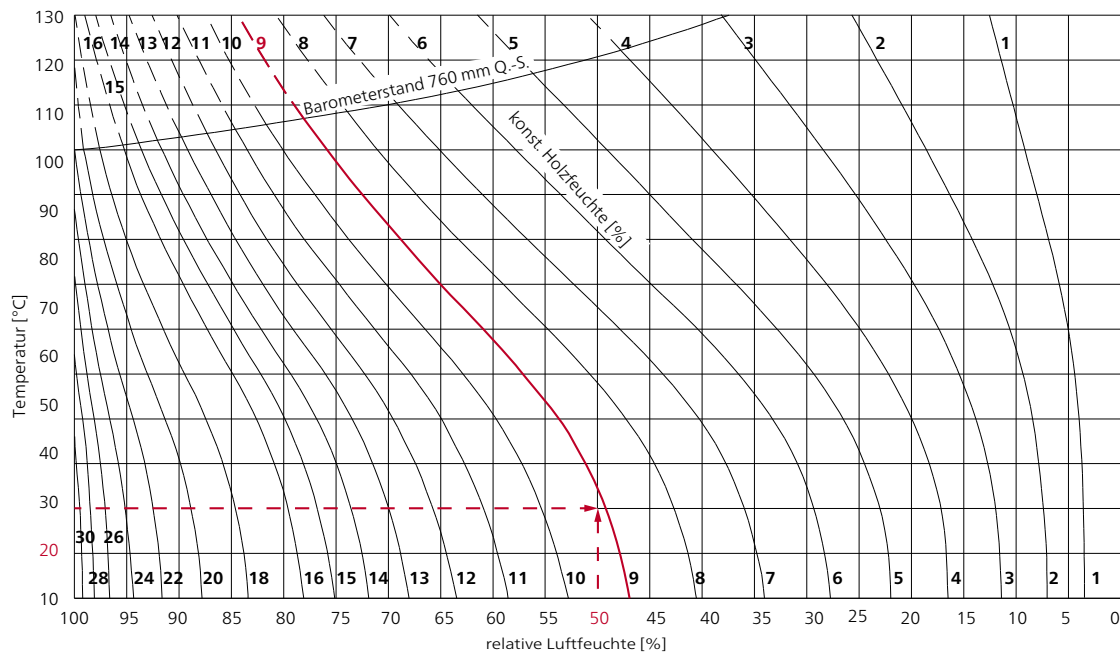


Abb. 2.4: Holzausgleichsfeuchten („hygroskopische Isothermen“) von Fichte in Abhängigkeit der relativen Luftfeuchte und der Temperatur

Beispiel:

$u_m = 9 \%$ bei $T = 20^\circ \text{C}$
 und $\phi = 50 \%$ r.F.

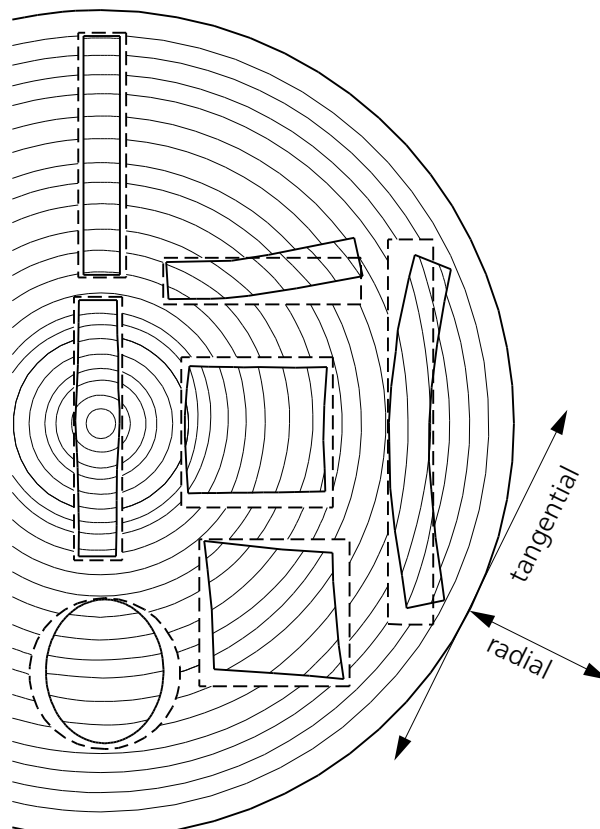
anschließender Rücktrocknung auf einige wenige Millimeter. Dieses Verhalten ist bei der Fichte aufgrund ihres sogenannten Tüpfelverschlusses besonders ausgeprägt. Dadurch sind technisch getrocknete Holzprodukte unempfindlich gegenüber kurzfristiger Feuchteeinwirkung, z.B. während der Montage.

2.5 _ Schwinden und Quellen

Nur Holzfeuchteänderungen unterhalb des Fasersättigungsbereiches bewirken ein Schwinden und Quellen des Holzquerschnitts, umgangssprachlich auch „Arbeiten“ des Holzes genannt, siehe Abb. 2.5. Diese Eigenschaft beeinflusst die technische Verwendbarkeit von Holzprodukten, weshalb deren Kenntnis von großer Bedeutung ist. Große Schwindverformungen können Rissbildung und Setzungen zur Folge haben, Quellen kann dagegen Zwängungen hervorrufen.

Für die Planung und Ausführung von Holzbauwerken kann es erforderlich werden, das Schwind- bzw. Quellmaß von Holzbauteilen zu ermitteln.

Abb. 2.5: Formänderungen in Abhängigkeit vom Jahrringverlauf infolge Schwinden



Hierfür kann davon ausgegangen werden, dass die Volumenänderung unterhalb des Fasersättigungsbereiches proportional zur Änderung der Holzfeuchte ist. Die Sortiernorm DIN 4074-1 und die Bemessungsnorm DIN EN 1995-1-1 benennen für europäische Nadelhölzer ein mittleres Schwind- und Quellmaß von 0,25 % je 1 % Holzfeuchteänderung quer zur Holzfaser (Mittelwert zwischen radialer und tangentialer Richtung). In Faserlängsrichtung ist die Formänderung meist vernachlässigbar klein, sie beträgt nur etwa 0,01 %. Für Holzwerkstoffe ist je nach Produkt mit Werten zwischen 0,03 % und 0,05 % in Längs- und Querrichtung zu rechnen.

Werte für das Schwinden und Quellen verschiedener Holzarten sind in Tab. 2.3 aufgeführt. Zu beachten ist, dass die errechneten Schwind- und Quellmaße erheblich streuen, da die Jahrringlage des verwendeten Holzes meist nicht bekannt ist.

Beispielrechnung Schwindmaß mit Setzungsfolge:

Holzbalken	b/h = 100/240 mm
Einbaufeuchte:	u = 20 %
Ausgleichsfeuchte:	u = 12 %
Holzfeuchteänderung:	20 % - 12 % = 8 %

Schwindmaß des Balkens:

$$\Delta h = 0,25 \frac{\%}{\%} \times \frac{8\%}{100\%} \times 240 \text{ mm}$$

$\Delta h = 4,8 \text{ mm}$ → Es ist mit einem Schwindmaß und damit mit Setzungen von ca. 5 mm zu rechnen.

Tab 2.3: Werte für das Schwinden und Quellen verschiedener Holzarten

Werte tangential und radial zu den Jahrringen sowie anzusetzende Rechenwerte nach Bemessungsnorm für Holzbauwerke als Mittelwert quer zur Faser

Holzart	Differentielles Schwind- und Quellmaß in % pro %		
	α_t = tangential zu den Jahrringen	α_r = radial zu den Jahrringen	Rechenwert¹⁾ nach DIN EN 1995-1-1/NA
Nadelhölzer: Fichte, Kiefer, Tanne, Lärche, Douglasie sowie LH Eiche	0,32	0,16	0,25
Buche	0,40	0,20	0,30
Teak, Yellow Cedar	0,25	0,15	0,20
Azobé (Bongossi), Ipé	0,41	0,31	0,36

¹⁾ quer zur Faserrichtung; längs zur Faserrichtung des Holzes darf mit 0,01 %/% gerechnet werden

3 _ Gebrauchsklassen

3.1 _ Gefährdungspotential von Holz

Die Gefährdung von Holzbauteilen durch holzerstörende Pilze (z.B. *Moderfäule*) oder holzerstörende Insekten ist abhängig von den Umgebungsbedingungen und ihrer baulich-konstruktiven Ausbildung. Darüber hinaus können holzverfärbende Pilze das Aussehen von Holzoberflächen nachhaltig beeinträchtigen.

Entsprechend ihres vorliegenden Gefährdungspotentials werden Holzbauteile nach DIN 68800-1 in *Gebrauchsklassen* (früher Gefährdungsklassen) eingestuft, siehe Abb. 3.1 und Tab. 3.1. Maßgebendes Kriterium ist dabei die Holzfeuchte im Gebrauchszustand. Hierbei wird unterschieden, ob das Holz ständig trocken oder gelegentlich, häufig bzw. ständig feucht ist. Diese Begriffe beschreiben eine zunehmende Beanspruchung des Holzes durch Feuchte, ohne dass hierfür in DIN 68800 konkrete Zahlenwerte benannt werden.

Als Kriterium für „trocken“ gilt im Allgemeinen eine mittlere Holzfeuchte von 20 %, bei der auf

der sicheren Seite liegend keine Gefährdung durch holzerstörende Pilze vorliegt (vgl. Kap. 2.3). Eine unmittelbare Gefährdung liegt erst dann vor, wenn lokal der Fasersättigungsbereich erreicht bzw. überschritten wird und freies Wasser in den Zellen vorliegt. Erfahrungsgemäß treten in einem Zeitraum von bis zu 4 Monaten noch keine Bauschäden auf [4].

Um eine Gefährdung von Holz aufgrund erhöhter Holzfeuchte zu vermeiden, werden in DIN 68800-2 konkrete bauliche und organisatorische Maßnahmen vorgeschrieben. Ist eine Gefährdung weiterhin nicht auszuschließen, sind in DIN 68800-1 in Abhängigkeit der gegebenen *Gebrauchsklasse* Maßnahmen beschrieben, welche die geforderte Dauerhaftigkeit der Konstruktion dennoch sicherstellen sollen. Dies können die Auswahl besonders dauerhafter Holzarten oder chemische Holzschutzmaßnahmen sein.

Hinweise zum chemischen Holzschutz und zur Verwendung dauerhafter Holzarten enthält der Anhang

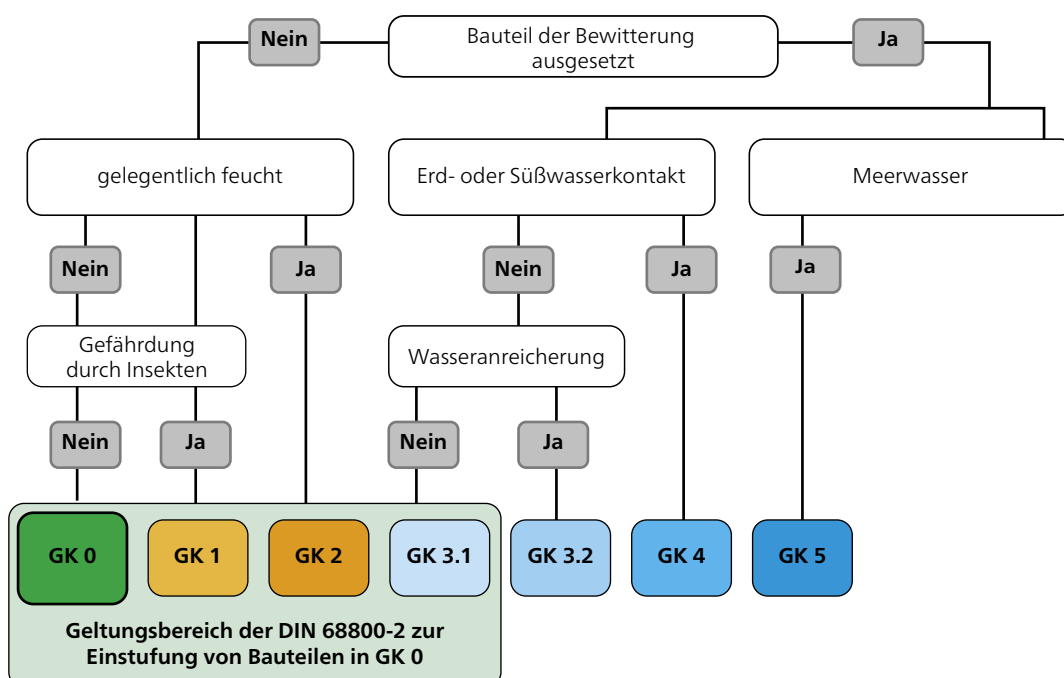


Abb. 3.1:

Zuordnung von Holzbauteilen zu einer Gebrauchsklasse

Ziel ist eine Einstufung in GK 0, welche durch besondere bauliche Maßnahmen auch für GK 1 bis GK 3.1 erfolgen kann.

Die Zuordnung von Holzbauteilen zu den Gebrauchsklassen muss in Planungen und Ausschreibungen deutlich gemacht werden. Bei Umbauten oder Nutzungsänderungen sind etwaige Änderungen der Gebrauchsklasse und ihre Folgen zu beachten. Die Zuordnung ist Aufgabe der Planung und ist in Plänen und Leistungsverzeichnissen zu dokumentieren.

3.2 _ Einstufung in Gebrauchsklassen

Gebrauchsklasse 0 (GK 0)

Holzbauteile, die weder durch Feuchte noch durch Insektenbefall gefährdet sind, werden der GK 0 zugeordnet. Dabei handelt es sich um Bauteile in Räumen mit üblichem Innenklima oder vergleichbaren Räumen, bei denen die *grundsätzlichen baulichen Maßnahmen* nach DIN 68800-2 erfüllt werden (Anforderungen siehe Kap. 4.1 ff). Ist eine Einstufung der Holzbauteile in GK 0 allein anhand dieser grundsätzlichen Maßnahmen nicht möglich, kann durch die Anwendung der *besonderen bau-*

Tab. 3.1: Gebrauchsklassen nach DIN 68800-1

Die GK 3.2 bis GK 5 sind für tragende Bauteile im Hochbau nicht von Bedeutung. GK 3.2 und GK 4 sollten nach Möglichkeit vermieden werden bzw. einfach austauschbaren Bauteilen vorbehalten bleiben.

GK	Holzfeuchte bzw. Umgebungsbedingungen	Gefährdung durch
GK 0	trocken (ständig $\leq 20\%$) mittlere rel. Luftfeuchte bis $85\%^{1)}$	keine (Gefährdung kann ausgeschlossen werden)
GK 1	trocken (ständig $\leq 20\%$), mittlere rel. Luftfeuchte bis $85\%^{1)}$	Insekten
GK 2	gelegentlich feucht ($> 20\%$) mittlere rel. Luftfeuchte $> 85\%^{1)}$ oder zeitweise Kondensation	Insekten, Pilze
GK 3.1	gelegentlich feucht ($> 20\%$), Anreicherung von Wasser im Holz nicht zu erwarten	Insekten, Pilze, Auswaschung
GK 3.2	<i>häufig feucht ($> 20\%$) Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt</i>	<i>Insekten, Pilze, Auswaschung</i>
GK 4	<i>vorwiegend bis ständig feucht ($> 20\%$)</i>	<i>Insekten, Pilze, Auswaschung, Moderfäule</i>
GK 5	<i>ständig feucht ($> 20\%$)</i>	<i>Insekten, Pilze, Auswaschung, Moderfäule, Meeresschädlinge</i>

¹⁾ maßgebend für die Zuordnung in die Gebrauchsklasse ist die jeweilige Holzfeuchte

lichen Maßnahmen nach DIN 68800-2 dennoch eine Einstufung in GK 0 erfolgen. Diese Maßnahmen werden in Kap. 4 beschrieben.

Holzkonstruktionen sind durch fachgerechte Planung und Ausführung so zu erstellen, dass allein durch baulichkonstruktive Maßnahmen die Gefährdung der Konstruktion vermieden wird und eine Einstufung in die Gebrauchsklasse GK 0 erfolgen kann.

Wird Holz z.B. in unbeheizten Dachstühlen zum Raum hin so offen angeordnet, dass es kontrollierbar bleibt, und wird an sichtbar bleibender Stelle ein Hinweis auf die Notwendigkeit einer regelmäßigen Kontrolle angebracht, kann es anstelle der GK 1 in GK 0 zugeordnet werden. Bei technischer Trocknung entfällt diese Notwendigkeit (siehe Kap. 3.3). Holzbauteile im Außenbereich (GK 3.1) können unter Berücksichtigung besonderer baulicher Maßnahmen ebenfalls der GK 0 zugeordnet werden (siehe hierzu Kap. 4.3 und Kapitel 6).

Erläuterung zur Einstufung	Beispiel
Holzbauteile unter Dach, keiner Bewitterung oder Befechtung ausgesetzt (Regelfall in Innenräumen)	Stiele bzw. Ständer sowie Rähm und Schwelle, Stützen und Unterzüge in Innenräumen
wie GK 0, jedoch Zugang durch Insekten möglich und Holzbauteil nicht kontrollierbar	Belüftete Dachkonstruktion aus nicht technisch getrockneten Holzprodukten
Holzbauteile unter Dach, keine Bewitterung, jedoch hohe Umgebungsfeuchte, die besonderen Schutz gegen holzverfärbende Pilze erforderlich machen	Dachschalung eines Carports (nicht bewittert)
bewitterte Holzbauteile ohne ständigen Erd- oder Wasserkontakt; GK 0 durch besondere bauliche Maßnahmen möglich	Stützen im Außenbereich mit ausreichendem Spritzwasserschutz, Bauteile und ihre Anschlüsse mit hohem Trocknungsvermögen
wie GK 3.1, jedoch ist eine Anreicherung von Wasser im Holz z.B. durch fehlenden Spritzschutz, auch räumlich begrenzt, zu erwarten	ungeschützte, horizontale liegende Bauteile im Außenbereich, i.d.R. Terrassen- oder Balkondielen ohne bauliche Maßnahmen (vgl. auch Hinweis zu GK 4)
Holzbauteile in Kontakt mit Erd- oder Süßwasser und bei mäßiger bis starker Beanspruchung durch Pilzbefall überwiegend bis ständig befeuchtet	Bauteile im Erdreich oder horizontal liegende Bauteile, bei denen über mehrere Monate Ablagerungen von Schmutz, Erde, Laub u.ä. zu erwarten sind
Holzbauteil ständig dem Meerwasser ausgesetzt (Salzgehalt $\geq 0,7\%$)	Pfähle für Holzstege in salzwasserhaltigen Gewässern an der Nord- und Ostseeküste

Gebrauchsklasse 1 (GK 1)

Holzbauteile der Gebrauchsklasse GK 1 sind nicht durch Feuchte, sondern durch holzerstörende Insekten gefährdet. Dabei stellen ausschließlich Trockenholzinsekten wie der Hausbock oder diverse Nagekäferarten eine mögliche Gefährdung dar.

Durch die Verwendung moderner Holzbauprodukte kann eine Gefährdung trockener Holzbauteile durch Insekten ausgeschlossen werden. Bei *technisch getrockneten Vollholzprodukten*, wie Balkenschichtholz oder keilgezinktem Vollholz, ist die Gefahr eines Bauschadens durch Insektenbefall nahezu ausgeschlossen. Für Brettschichtholz und Brettsperrholz aus technisch getrocknetem Holz aller Holzarten, die in den Nutzungsklassen 1 und 2 eingesetzt werden, ist gemäß DIN 68800-1 ebenfalls kein Bauschaden durch *holzerstörende Insekten* zu erwarten.

Untersuchungen belegen, dass bei den vorgenannten Produkten in jahrzehntelangem Einsatz ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz in keinem Fall ein Befall durch holzerstörende Insekten auftrat [3].

Die technische Trocknung und u.a. das Fehlen der Baumkante haben in den letzten Jahrzehnten dazu geführt, dass der Befallsdruck durch Larven extrem reduziert wurde. Dadurch trat kein nennenswerter Befall durch holzerstörende Insekten bei Hölzern ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz auf.

Ebenfalls nicht gefährdet sind Dachlatten und Unterkonstruktionen, deren kleine Querschnitte den holzerstörenden Insekten keine geeigneten Ablage- und Entwicklungsbedingungen bieten, da sie sich u.a. im Sommer zu stark aufheizen (vgl. Kap. 5.2).

Gebrauchsklasse 2 (GK 2)

Bauteile in Gebrauchsklasse GK 2 können gelegentlich feucht ($u > 20\%$) werden. Eine solche Beanspruchung kann bei Umgebungsbedingungen mit einer relativen Luftfeuchte oberhalb von 85 % über ca. 3 Monate und bei Tauwasseranfall auf Bauteiloberflächen vorliegen. Aufgetretene Feuchtigkeit muss gem. DIN 68000-2 nach spätestens 3 Monaten wieder abgetrocknet sein, um eine Gefahr durch holzerstörende Pilze ausschließen zu können.

Diese vorübergehende Befeuchtung kann beispielsweise bei außenliegenden Holzbauteilen unter Dächern bei schneller Abkühlung (i.d.R. nachts) auftreten. Diese Nutzungsbedingungen sind insbesondere bei der Auswahl von Holzwerkstoffen oder bei der Beschichtung von Bauteilen zu beachten, um Schimmelpilzbildung auf Oberflächen zu vermeiden (vgl. Kap. 5.2.4).

Bei Berücksichtigung der konstruktiven Anforderungen für die Einstufung in GK 0 kommt GK 2 in der Baupraxis selten vor und ist auch zu vermeiden.

Gebrauchsklasse 3 (GK 3.1 und GK 3.2)

Bauteile die der direkten Bewitterung und somit Auswaschungsprozessen ausgesetzt sind, werden in die Gebrauchsklasse GK 3 eingestuft. Hierbei wird unterschieden, ob die Bauteile nur gelegentlich feucht (GK 3.1) oder häufig feucht (GK 3.2) sind, wobei bei letzteren eine Anreicherung von Wasser im Holz zu erwarten wäre. Die Einstufung in GK 3.2 ist i.d.R. immer dann erforderlich, wenn die Holzbauteile mit der Faserrichtung nicht in der Vertikalen eingebaut werden, sondern diese schräg oder horizontal verläuft. Zudem steigt mit zunehmender Querschnittsgröße die Gefahr von Feuchteansammlungen (vgl. Kap. 6).

Die Exposition von Holzbauteilen gemäß GK 3.2, d.h. das Auftreten von Holzfeuchten oberhalb 20 %, ist zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von Holzbauteilen durch bauliche Maßnahmen unbedingt zu vermeiden. Andernfalls müssen Holzarten mit geeigneter Dauerhaftigkeit (z.B. Eichenkernholz bei Balkonbelägen) verwendet oder besondere bauliche Maßnahmen berücksichtigt werden.

Zur korrekten Ausführung von Holzbauteilen im Außenbereich wird auf die Ausführungen in Kap. 6 sowie die Fachregel 02 des Zimmererhandwerks verwiesen [FR02].

Gebrauchsklasse 4 (GK 4)

Holzbauteile, die dauerhaft in Kontakt mit Erde oder Süßwasser stehen und somit vorwiegend bzw. ständig Feuchte ausgesetzt sind, werden in GK 4 eingestuft. Diese sind durch *Moderfäule*, eine Form der durch Pilze hervorgerufenen Holzzersetzung, gefährdet. Zwar stehen bei üblichen Konstruktionen des Hochbaus die tragenden Bauteile nicht im direkten Kontakt mit dem Erdreich, Moderfäule kann aber auch in Bereichen mit Schmutzansammlungen oder bei hoher Spritzwasserbeanspruchung entstehen, was bei der konstruktiven Ausbildung von Bauteilen zu beachten und zu vermeiden ist (vgl. Kap. 6).

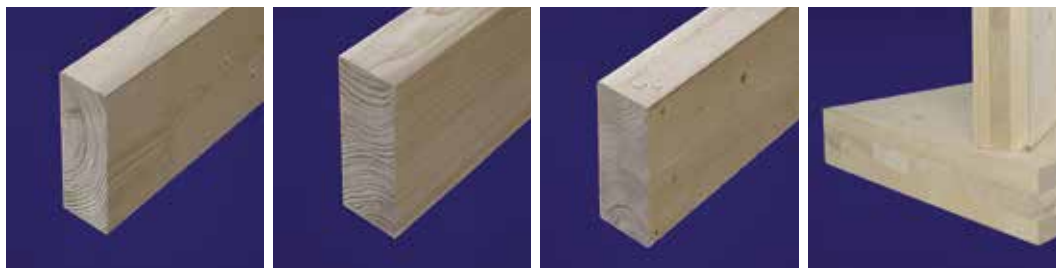
Eine ausreichende Dauerhaftigkeit von Holzkonstruktionen in GK 4 ist nur in Verbindung mit chemischem Holzschutz oder bei Anwendung einiger weniger dauerhafterer Holzarten zu erwarten (abgesehen von Robinie i.d.R. keine einheimischen Hölzer). Eine solche Bauweise entspricht bei den üblichen Konstruktionen des Hochbaus nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik. GK 4 findet bei meist nichttragenden Bauteilen im Garten- und Landschaftsbau Anwendung.

Gebrauchsklasse 5 (GK 5)

Ständig dem Kontakt mit Meerwasser ausgesetzte Holzbauteile werden der GK 5 zugeordnet. Diese sind nicht Gegenstand dieser Schrift.

Abb. 3.5: Konstruktive Vollholzprodukte

- a) keilgezinktes Vollholz
- b) Balkenschichtholz
- c) Brettschichtholz
- d) Brettspertholz



Informationen zu Holzbau-
stoffen und ihre Kennzeich-
nung enthalten:

hh 4/1/1:

Holz als konstruktiver Bau-
stoff

hh 4/2/1:

KVH und Balkenschichtholz
(Duobalken, Triobalken)

3.3 _ Geeignete Vollholzprodukte

Tabelle 3.2 enthält eine Übersicht welche konstruktiven Holzprodukte in den jeweiligen Gebrauchsklassen angewendet werden dürfen. Unterschieden werden technisch und nicht technisch getrocknetes Vollholz, keilgezinktes Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz aus Nadelholz sowie aus Buche und Brettspertholz. Aufgrund steigender Feuchtebeanspruchung bleibt die Anwendung in den höheren Gebrauchsklassen nur wenigen Holzprodukten aus Holzarten mit erhöhter Dauerhaftigkeit nach DIN EN 350-2 vorbehalten.

Für die üblichen Anwendungsfälle im Hochbau ist durch die Verwendung von qualitäts-gesichert technisch getrocknetem Vollholz sichergestellt, dass die für GK 1 geforderten Eigenschaften gegen einen Befall durch holzerstörende Insekten erfüllt sind. Dies wird durch eine Temperatur von mind. 55° C über mind. 48 Std. während des Trocknungsprozesses erreicht. Die Qualitätssicherung ist angesichts der baurechtlich geforderten Kennzeichnung von keilgezinktem Konstruktionsvollholz bzw. von Brettschicht- und Brettspertholz gewährleistet.

Tab. 3.2: Anwendungsbereiche von Vollholzprodukten¹⁾ in den Gebrauchsklassen nach DIN 68800-1 (FKH = Farbkernhölzer)

Produkt	Gebrauchsklasse	
	GK 0	GK 1
Trockenes Vollholz (nicht technisch getrocknet) nach DIN EN 14081-1 Hinweis: Der Einsatz von qualitäts-gesichert technisch getrocknetem Holz ist vorzuziehen, vgl. Kap. 3.3 (GK 1)	Fichte, Tanne, Kiefer, Douglasie, Lärche, Buche, Eiche, Azobé / Bongossi, Teak, Ipe	FKH wie in GK 0 jedoch mit Splintholz-anteil ≤ 10 %
Technisch getrocknetes Vollholz nach DIN EN 14081-1	Fichte, Tanne, Kiefer, Douglasie, Lärche, Buche, Eiche	
Keilgezinktes Vollholz nach DIN EN 15497		
Balkenschichtholz (Duobalken oder Triobalken) nach bauaufsichtlicher Zulassung oder nach DIN EN 14080	Fichte, Tanne, Kiefer, Douglasie, Lärche	
Brettschichtholz ²⁾ nach DIN 1052 oder DIN EN 14080		
Brettspertholz nach Zulassung oder DIN EN 16351	Fichte, Tanne, Kiefer, Douglasie, Lärche	

¹⁾ Der zulässige Splintholzanteil bei Farbkernhölzern (FKH) beträgt max. 5 %, in GK 1 max. 10 % - ab GK 3.1 wird empfohlen, Splintholzanteile auszusortieren.

²⁾ Für die Anwendung von Brettschichtholz aus Buche, Eiche und Kastanie ist die Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung maßgebend



Für Vollholz ohne Keilzinkung ist aus baurechtlicher Sicht eine CE-Kennzeichnung gemäß DIN EN 14081 erforderlich. Die fachgerechte technische Trocknung im Sinne von DIN 68800 ist durch ein Trocknungsprotokoll nachzuweisen. Die Hölzer gelten nach DIN 4074-1 definitionsgemäß als „trocken sortiert“ (TS), wenn bei der Sortierung die Messbezugsfeuchte von 20 % nicht überschritten wurde.

Brettschichtholz im Außenbereich (NKL 3)

Um Schäden an Konstruktionen aus Brettschichtholz zu vermeiden, sollten diese grundsätzlich witterungsgeschützt verbaut werden. In Ausnahmefällen ist eine direkte Bewitterung (GK 3.1) möglich, wenn die Bauteile vertikal verbaut sind und ihre Querschnittsdicke begrenzt ist (Zuordnung in GK 0 siehe Kap. 6.1). Der alternative Einsatz dauerhafter Holzarten in GK 3.1 ist nur in Verbindung mit geeigneten Klebstoffen und reduzierter Lamellendicke bei gleichzeitig erhöhtem Instandhaltungsaufwand denkbar, wird aber nicht ausdrücklich empfohlen.

Abb. 3.6: Konstruktive Holzwerkstoffe

- a) OSB-Platte
- b) Spanplatte
- c) Sperrholz
- d) Massivholzplatte
- e) Furnierschichtholz
- f) Zementgebundene Spanplatte

GK 2	GK 3.1	GK 3.2	GK 4
FKH aus Kiefer, Douglasie, Lärche, Eiche (Azobé/Bongossi, Ipe, Teak (nicht aus Plantagen) ³⁾	FKH aus Lärche, Douglasie, Eiche. Azobé/Bongossi, Ipe, Teak (nicht aus Plantagen) ³⁾	FKH aus Eiche, Azobé/ Bongossi, Ipe, Teak (nicht aus Plantagen) ³⁾ , sib. Lärche ⁴⁾	FKH aus Ipe, Teak (nicht aus Plantagenanbau) ³⁾
	–	–	–
FKH aus Kiefer, Douglasie, Lärche	–	–	–
	FKH aus Lärche, Douglasie mit Lamellendicke $t \leq 35$ mm	–	–
FKH aus Kiefer, Douglasie, Lärche	–	–	–

³⁾ Der Einsatz von Tropenhölzern wird ausdrücklich nicht empfohlen. Für den Ausnahmefall sollte der Bezug aus zertifizierten Quellen erfolgen. In Plantagen angebautes Tropenholz ist ebenso ökologisch bedenklich wie ursprüngliche Vorkommen. Es weist zudem eine geringere Dauerhaftigkeit auf.

⁴⁾ Das Farbkernholz der sibirischen Lärche darf gem. DIN 68800-1, Abs. 6.8.2.3 in GK 2 und GK 3.1 eingesetzt werden, bei Rohdichte $> 700 \text{ kg/m}^3$ auch in GK 3.2

Abb. 3.4: Keilzinkenverbindung bei Konstruktionsvollholz nicht im bewitterten Außenbereich geeignet



Keilzinkungen im Außenbereich (NKL 3)

Durch Keilzinkung verbundenes Vollholz darf nicht in den Bereichen der Nutzungsklasse 3 bzw. GK 3.1 und GK 3.2 (Außenbereich mit direkter Bewitterung) angewendet werden. Hier besteht das Risiko, dass es in der Keilzinkung zu einer Feuchteanreicherung über den Gesamtquerschnitt kommt.

Bei Brettschichtholz ist eine Keilzinkung in NKL 3 dann zulässig, wenn dieses für diesen Anwendungsbereich in Hinblick auf Klebstofftyp, Lamellendicke (max. 35mm) und Holzart zugelassen ist. Der Witterungsseite zugewandte Lamellen mit Keilzinkenstoß sollten jedoch vermieden werden, vgl. hierzu auch die weiteren Schriften des Informationsdienst HOLZ [z.B. hh 4/2/2 und hh 5/2/1].

Hinweise zur Planung und Ausführung von Fassaden aus Holzwerkstoffen enthält Fachregel 01 des Zimmererhandwerks [FR01].

3.4 _ Geeignete Holzwerkstoffe

Die Verwendbarkeit von Holzwerkstoffen in den jeweiligen Gebrauchsklassen erfolgt durch Zuordnung der sogenannten technischen Klassen zu den jeweiligen Nutzungsklassen (siehe Tab. 3.3). Holzwerkstoffe, die für den jeweiligen Feuchtebeständigkeitsbereich nach DIN EN 13986 geeignet sind, können gemäß DIN 68800-2 der Gebrauchsklasse GK 0 zugeordnet werden wenn sie nicht bewittert werden und die in Tabelle 3.4 genannten Materialfeuchten nicht überschritten werden.

Die erforderliche Feuchtebeständigkeit der Holzwerkstoffe wird in der DIN 68800-2 für typische Anwendungsbereiche benannt (siehe Tab. 3.5). Ist keine Zuordnung möglich, kann eine Zuordnung entsprechend der zu erwartenden Ausgleichsfeuchte anhand der Tabellen 3.3 und 3.4 erfolgen.

Bewitterte Holzwerkstoffplatten

Bestimmte Holzwerkstoffe können vorübergehend, z.B. während der Bauphase, der Bewitterung ausgesetzt werden, sofern dies durch die Hersteller freigegeben ist (nicht in Tab. 3.3 aufgeführt). Hierzu zählen hydrophobierte (wasserabweisende) Holzfaserplatten, die als nicht aussteifende Unterdeckung für Dächer oder als zweite wasserführende Ebene bei hinterlüfteten Außenwandbekleidungen eingesetzt werden. In Bezug auf die Anwendungsgrenzen (z.B. Dachneigung) und die Verlegung sind die Herstellerangaben zu beachten.

Holzwerkstoffe die z.B. als Fassadenbekleidung dauerhaft der Witterung ausgesetzt werden, müssen für diesen Anwendungszweck zugelassen sein. Unüblich ist eine tragende Verwendung bewitterter Holzwerkstoffe, für die ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis für NKL 3 erforderlich wäre.

Tab. 3.3: Anwendungsbereiche von konstruktiven Holzwerkstoffen nach DIN EN13986 und DIN 20000-1

Holzwerkstoff nach DIN EN 13986	Technische Klasse	NKL 1 trocken	NKL 2 feucht	NKL 3 außen	
OSB-Platten	OSB/3 (tragend)	●	●	-	
nach DIN EN 300	OSB/4 (hochbelastbar)	●	●	-	
Spanplatten (kunstharzgeb.)	P4 (tragend)	●	-	-	
nach DIN EN 312	P5 (tragend)	●	●	-	
	P6 (hochbelastbar)	●	-	-	
	P7 (hochbelastbar)	●	●	-	
Sperrholzplatten	EN 636-1	●	-	-	
nach DIN EN 636	EN 636-2	●	●	-	
	EN 636-3	●	●	○	
Massivholzplatten	SWP/1	●	-	-	
nach DIN EN 13353 oder	SWP/2	●	●	-	
allg. bauaufsichtlicher Zulassung	SWP/3	○	○	○	
Furnierschichtholz	LVL/1	●	●	-	
nach DIN EN 14279 bzw.	LVL/2	●	●	-	
DIN EN 14374 (tragend)	LVL/3	○	○	○ ¹⁾	
Zementgebundene Spanplatten	Klasse 1	●	●	○ ¹⁾	
nach DIN EN 634-1 bzw. -2	Klasse 2	●	●	○ ¹⁾	

● geeignet für tragen
Verwendung
○ bedingt geeignet bzw.
nicht lieferbar
- ungeeignet

¹⁾ Anwendung in NKL 3 muss baurechtlich z.B. durch bauaufsichtliche Zulassung geregelt sein.

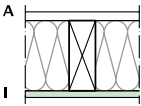
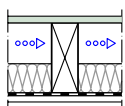
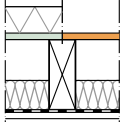
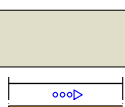
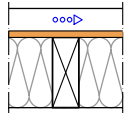
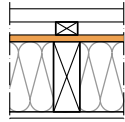
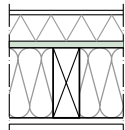
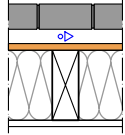
Tab. 3.4: Zulässige Feuchten von Holzwerkstoffen in der GK 0

Feuchtebeständigkeitsbereich- nach DIN EN 13986	Zulässige Feuchte der Holzwerkstoffe in der GK 0	Nutzungs-kategorie nach DIN EN 1995-1-1
Trockenbereich	15 %	NKL 1
Feuchtbereich	18 % ¹⁾	NKL 2
Außenbereich	21 %	NKL 3

¹⁾ Eine vorübergehende Auffeuchtung auf bis zu 20 % beim rechnerischen Nachweis nach DIN EN 15026 kann toleriert werden, sofern diese innerhalb von 3 Monaten rückrocknen kann.

Tab. 3.5: Erforderliche Feuchtebeständigkeit von Holzwerkstoffen in Abhängigkeit ihres Anwendungsbereichs

Tabelle in Anlehnung an Tab. 3 aus DIN 68800-2

Zeile	Anwendungsbereich	Holzwerkstoff	Prinzipiskizze	NKL 1 NKL 2
1	raumseitige Beplankung und Bekleidung von Wänden, Decken und Dächern in Wohngebäuden sowie in Gebäuden mit vergleichbarer Nutzung^{a)}			
1.1	Allgemein	Trockenbereich		
1.2	obere Beplankung sowie tragende Schalung von Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen			
a) belüftete Decken ^{b)}		Trockenbereich		
b) nichtbelüftete Decken	- ohne Dämmstoffauflage	Feuchtbereich		
	- mit Dämmstoffauflage	Trockenbereich		
2	Außenbeplankung von Außenwänden			
2.1	Hohlraum zwischen Außenbeplankung und Vorhangschale (Wetterschutz) belüftet	Feuchtbereich		
2.2	Vorhangschale aus kleinformatischen Bekleidungselementen Wetterschutz, Hohlraum nicht ausreichend belüftet, Wasser ableitende Abdeckung der Beplankung oder Bekleidung	Feuchtbereich		
2.3	auf der Beplankung direkt aufliegendes Wärmedämm-Verbundsystem mit einem dauerhaft wirksamen Wetterschutz mit abZ	Trockenbereich		
2.4	Mauerwerk-Vorsatzschale, Abdeckung der Beplankung mit Wasser ableitender Schicht	Feuchtbereich		

^{a)} Dazu zählen auch nicht ausgebauten Dachräume von Wohngeschossen.^{b)} Hohlräume in Decken und Dächern gelten im Sinne der DIN 68800-2 als ausreichend belüftet, wenn die Größe der Zu- und Abluftöffnungen mindestens 2 % der zu belüftenden Fläche, bei Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen mindestens jedoch 200 cm² je m Deckenlänge beträgt.^{c)} Eine unzulässige Veränderung des Feuchtegehalts durch Tauwasserbildung im Bereich der Holzwerkstoffe muss ausgeschlossen sein. Eine vorübergehende Aufweichung auf bis zu 20 % im Bereich der Holzwerkstoffe kann toleriert werden, sofern diese innerhalb von 3 Monaten rüctrocknen kann.^{d)} Zusätzliche Wasser abweisende Schicht für Bekleidungen aus Unterdeckplatten nach DIN EN 14964 nicht notwendig. Herstellerangaben sind zu beachten.^{e)} Bei aufliegenden Deckschichten (Begrünung oder Bekiesung) sind Dachschalungen aus Vollholz vorzuziehen.^{f)} Für die unterseitige Kriechkellerbekleidung/-beplankung sollten zementgebundene Spanplatten verwendet werden.

Zeile	Anwendungsbereich	Holzwerkstoff	Prinzipiskizze	NKL 1 NKL 2
3	obere Beplankung von Dächern, tragende Dachschalung			
3.1	Beplankung oder Schalung steht mit der Raumluft in Verbindung			
3.1.1	mit aufliegender Wärmedämmschicht (z.B. in Wohngebäude, beheizte Halle)	Trockenbereich		
3.1.2	ohne aufliegende Wärmedämmschicht ^{c)}	Feuchtbereich		
3.2	Dachquerschnitt unter der Beplankung oder Schalung belüftet ^{b)}			
3.2.1	geneigtes Dach mit Dachdeckung	Feuchtbereich		
3.2.2	Flachdach mit Dachabdichtung ^{c)}	Feuchtbereich		
3.3	Dachquerschnitt unter der Beplankung oder Schalung nicht belüftet			
3.3.1	geneigtes Dach mit belüftetem Hohlraum oberhalb der Beplankung oder Schalung, Holzwerkstoff oberseitig mit Wasser abweisender Folie oder anderweitig ausreichend geschützt ^{d)}	Feuchtbereich		
3.3.2	Flachdach mit belüftetem Hohlraum oberhalb der Beplankung oder Schalung, Holzwerkstoff oberseitig mit Wasser abweisender Folie oder dergleichen abgedeckt ^{c)}	Feuchtbereich		
3.3.3	keine dampfsperrenden Schichten (z.B. Folien) unterhalb der Beplankung oder Schalung, Wärmeschutz überwiegend oberhalb der Beplankung oder Schalung	Feuchtbereich		
3.3.4	voll gedämmtes, nicht belüftetes flach geneigtes Dach mit Abdichtung oder Metalleindeckung oberhalb der Beplankung oder Schalung) Es handelt es sich um eine Sonderkonstruktion mit geringer Fehlertoleranz, siehe in Hinweise in Kap. 5.3.3 (Typ III).	Feuchtbereich (Sonderkonstruktion)		
4	untere Bekleidung/Beplankung von Decken			
4.1	über unbeheizten, abgedichteten Kellerräumen	Feuchtbereich		
4.2	über belüfteten Kriechkellern	Feuchtbereich ^{f)}		
4.3	über Außenklima	Feuchtbereich		

4 _ Bauliche Holzschutzmaßnahmen

4.1 _ Überblick

Unter baulichen Maßnahmen werden alle planerischen, konstruktiven, bauphysikalischen und organisatorischen Maßnahmen zum Schutz von Holzbauteilen verstanden. Die DIN 68800-2 unterscheidet zwischen *grundsätzlichen baulichen Maßnahmen*, die in jedem Fall anzuwenden sind, sowie *besonderen baulichen Maßnahmen*, die den Anstieg der Holzfeuchte in einem Bauteil soweit (auch zeitlich) begrenzen, dass eine Zuordnung in die Gebrauchsklasse GK 0 möglich ist (siehe Anwendungsschema in Abb. 4.1).

Grundsätzliche bauliche Maßnahmen

sind nicht zuletzt durch eine rechtzeitige und sorgfältige Planung des Holzschutzes immer zu berücksichtigen und beschreiben den umfassenden Feuchteschutz von Holzbauteilen (siehe Kap. 4.2).

Besondere bauliche Maßnahmen

ermöglichen es Holzbauteile in die Gebrauchsklasse GK 0 einzustufen, wenn dies allein anhand der grundsätzlichen Maßnahmen nicht möglich ist (siehe Kap. 4.3).

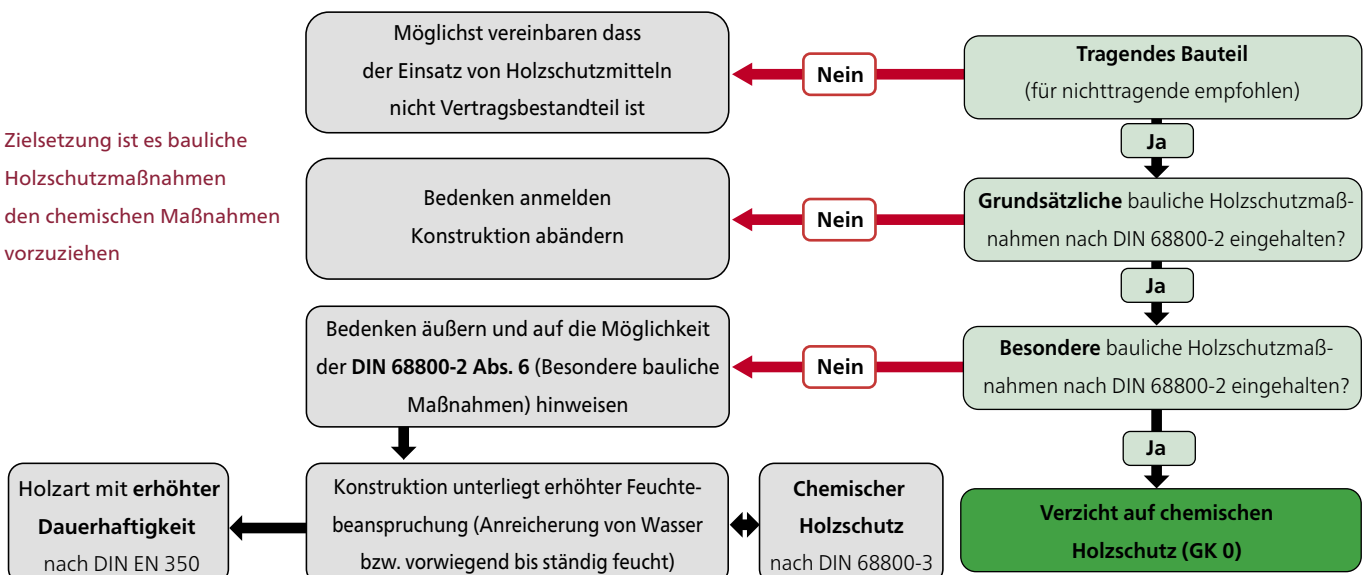
4.2 _ Grundsätzliche bauliche Maßnahmen

Grundsätzliche bauliche Holzschutzmaßnahmen nach DIN 68800-2, die in jedem Fall vorzunehmen sind:

1. Schutz vor Feuchte während Transport, Lagerung und Montage.
2. Einbau trockenen Holzes mit einer Holzfeuchte von max. 20 % und Schutz vor unzuträglicher Erhöhung z.B. durch hohe Baufeuchte.
3. Schutz vor Niederschlägen durch geeigneten Wetterschutz bzw. rasches, staunäsesfreies Ableiten der Niederschläge und einen ausreichenden Spritzwasserschutz.
4. Schutz vor nutzungsbedingter Feuchte z.B. durch eine geeignete Abdichtung bei durch Spritzwasser beanspruchten Bereichen.
5. Schutz vor Feuchteaufnahme aus angrenzenden Baustoffen z.B. durch Anordnung von Sperrschichten.
6. Schutz vor unzuträglicher Veränderung des Feuchtegehalts durch Tauwasser aus Wasserdampfdiffusion oder -konvektion.

Abb. 4.1: Schema zur Anwendung baulicher Holzschutzmaßnahmen für tragende Bauteile nach DIN 68800-2

Zielsetzung ist es bauliche Holzschutzmaßnahmen den chemischen Maßnahmen vorzuziehen



4.2.1 _ Witterungsschutz während Transport, Lagerung und Montage

Direkte Feuchteeinwirkungen aus Witterungseinflüssen sind während Transport und Montage von Holzbauteilen nicht ganz auszuschließen und deshalb nicht grundsätzlich zu bemängeln. Durch geeignete Maßnahmen ist jedoch sicherzustellen, dass sich der Feuchtegehalt durch temporäre Auffeuchtung wie z.B. Bodenfeuchte, Baufeuchte oder Niederschläge nicht unzuträglich verändert.

Durch den Einsatz vorgefertigter, beidseitig geschlossener Elemente können Montagezeiten verkürzt und somit das Risiko von Witterungseinflüssen minimiert werden. Für Bauwerke mit konstruktionsbedingt längeren Bau- und Montagezeiten muss ein definierter Witterungsschutz ausgeschrieben werden, der fachmännisch zu errichten und vorzuhalten ist (siehe Beispiele in Abb. 4.3 und 4.4).

Umgang mit Witterungseinflüssen

Bei Verwendung trockener Hölzer und Holzwerkstoffe führt eine kurzfristige Befeuchtung während der Montage nur zu unerheblich höheren Holzfeuchten, weil die Wasseraufnahme über die gehobelten Holzoberflächen bzw. die Plattenoberflächen nur langsam erfolgt und auf die Bauteiloberfläche begrenzt bleibt. Eine deutlich schnellere Fechteaufnahme erfolgt über ungeschützte Hirnholzoberflächen und Schnittkanten.

Bei aufgefuehteten Holzbauteilen, die später verschlossen eingebaut werden, ist vor dem Verschließen sicherzustellen, dass die maximal zulässige Holzfeuchte nicht überschritten wird. Holzfeuchten von $u > 20 \%$ müssen innerhalb einer Zeitspanne von max. 3 Monaten auf $u \leq 20 \%$ trocknen können, ohne dass es zu

einer Beeinträchtigung der Konstruktion kommt. Das wirksame Trocknen zu verschließender Bauteile ist durch regelmäßige Messung der Holzfeuchte von der Bauleitung zu dokumentieren. Ist eine solche Messung aufgrund des Baufortschritts nicht möglich, kann das Trocknungspotential durch hygrothermische Simulation ermittelt werden (vgl. Kap. 4.3). Vor Schließen der Konstruktion können Messpunkte eingebaut werden, anhand derer der Trocknungserfolg überprüft und dokumentiert wird. Bei Bauvorhaben mit sensiblen Bauteilen (wie z.B. einschalige Flachdächer) und bei großem Bauvolumen sollte ein Monitoringsystem eingeplant werden.

Montageplanung

Bei zunehmender Objektgröße sowohl in der Fläche als auch in der Geschossigkeit ist eine sorgfältige Montageplanung unerlässlich. Dazu zählen:

1. Festlegung einer sinnvollen Reihenfolge der Elementanlieferung auf die Baustelle.
2. Möglichst schnelles Verbauen und damit kurze Lager- bzw. Stellzeiten vor Ort.
3. Spritzwasser- und witterungsgeschützte Lagerung von Elementen mit Abstand zum Untergrund und Abdecken mit diffusionsoffenen Folien bzw. Planen.
4. Schutz großflächiger horizontaler Bauteile (Decken- und Flachdachelemente) durch aufgetragene Folien spätestens unmittelbar nach Montage (Abb. 4.2).
5. Geeignete Fixierung der Schutzmaßnahmen gegenüber Windsogeinwirkungen (auch durch selbstklebende Folien).
6. Vorsehen geeigneter Wasserabläufe zur Vermeidung von Staunässe.

Weitere Informationen in:
Informationsdienst HOLZ,
Flachdächer in Holzbauweise
[hh 3/2/1]

Abb. 4.2: Deckenelement mit selbstklebender, diffusionsfähiger Witterungsschutzbahn mit Überlappung



Abb. 4.3 a+b:

Standardelemente und
Wetterschutzdach zur Kombi-
nation mit Systemgerüsten

Regelwerke mit der Forde- rung nach trockenem Holz:

DIN 4074-1:

Sortierkriterien von Nadel-
holz nach der Festigkeit sind
auf $u = 20 \%$ Messbezugs-
feuchte bezogen

VOB/C – ATV DIN 18334:

Grundsätzlich max. 20%
Holzfeuchte bei Nadelholz;
für den Holzhausbau
max. 18%

DIN 68800-2, Abs. 5.1.2.1:

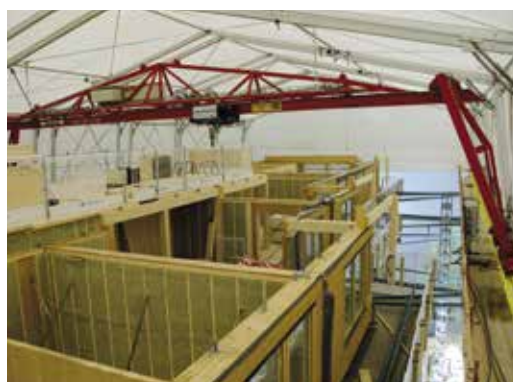
Die Einbaufeuchte der Hölzer
darf in den Gebrauchsklassen
GK 0 bis GK 3.1 nicht höher
als 20% liegen.

DIN EN 1995-1-1:

Bauholz sollte vor dem Ein-
bau möglichst auf die Holz-
feuchte getrocknet werden,
die der Gleichgewichtsfeuch-
te im fertig gestellten Bau-
werk entspricht.

Abb. 4.4 a+b:

Temporärer Witterungsschutz
beim Bau eines Mehrgeschos-
sers in Växjö, Schweden
(Kv Limnologen; Architekten:
Arkitekt Bolaget)



Schutzmaßnahmen bei Dachsanierungen

Sanierungen von Steil- und Flachdächern können im Regelfall in geeigneten Arbeitsabschnitten bereichsweise vorgenommen werden, so dass der Witterungsschutz gewährleistet ist. Bei umfassenden Rückbaumaßnahmen, z.B. bei Dachaufstockungen oder bei Dachsanierungen historisch wertvoller Bausubstanz, sind besondere Schutzmaßnahmen (Schutzdächer) vorzunehmen, um schwerwiegende Schäden durch Witterungseinflüsse zu verhindern.

Wetterschutzdächer

Bei großflächigen Baumaßnahmen haben sich Wetterschutzdächer aus Systemgerüsten bewährt, die schnell mit dem Kran montiert und durch Verschieben umgesetzt werden können (Abb. 4.3 und 4.4). Wetterschutzdächer tragen auch dazu bei, Baustellenpersonal und Material vor zu starker Sonneneinstrahlung zu schützen und sie leisten damit einen wichtigen Beitrag zum Arbeits- und Gesundheitsschutz. Entsprechende Konstruktionen sind im Rahmen der Gerüstbauarbeiten nach VOB auszuschreiben und abzurechnen.

4.2.2 _ Einbau von trockenem Holz

Im Holzbau sind grundsätzlich getrocknete Konstruktionshölzer und Holzwerkstoffe zu verwenden (siehe Hinweise in Kap. 2). Die Verwendung trockener Vollholzprodukte ist seit dem Jahr 2000 in den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen (ATV DIN 18 334 in VOB/C Zimmer- und Holzbauarbeiten) verankert. Die maximal zulässige Einbaufeuchte von 20% ist in den GK 0 bis GK 3.1 grundsätzlich einzuhalten. Für den Holzhausbau liegt mit maximal 18% in DIN 18334 eine verschärfte Anforderung vor, für die es geeignete Vollholzprodukte gibt, z.B. Konstruktionsvollholz mit $u = 15 \pm 3 \%$.

Umgang mit Baufeuchte

Während der Ausbauphase können Holzbauteile z.B. durch den Einbau von Nassestrichen oder Verputzarbeiten einer erheblichen Feuchtebeanspruchung ausgesetzt sein. Diese Einwirkungen müssen besonders während der kalten Jahreszeit bei ungedämmten Bauteilen berücksichtigt werden, da hier Luft mit einem hohen Feuchtegehalt auf kalte Bauteiloberflächen trifft. Das kann zu hohen Oberflächenfeuchten führen, was Schimmel- und Bläuebildung zur Folge haben kann.

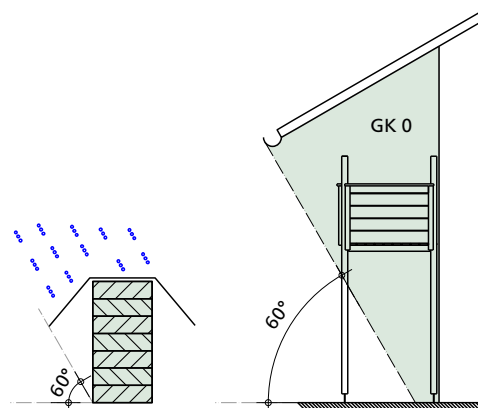
Dämmarbeiten und die Ausführung der luftdichten und dampfbremsenden Ebene sollten immer Vorrang vor der Ausführung von Arbeiten mit hohem Feuchteeintrag haben. Räume mit hoher Baufeuchte sind so lange intensiv zu belüften und erforderlichenfalls zu beheizen bzw. technisch zu trocknen, bis die erhöhte Baufeuchte abgeklungen ist.

Um eine zügige Trocknung der Bauteile zu erzielen sind organisatorische Maßnahmen zur Belüftung festzulegen. Das Verwehren des Zutritts der Baustelle für mehrere Tage, bspw. nach Estrichverlegung, kann nicht nur im Holzbau zu Bauschäden führen. Um ein kontrolliertes Abbinden eines Nassestrichs zu gewährleisten, wird eine Nachbehandlung z.B. durch Abdecken mit Folie empfohlen.

4.2.3 _ Schutz vor Niederschlägen

Witterungseinflüsse während der Nutzungsphase sind durch einen dauerhaft wirksamen Wetterschutz von Holzbauteilen (Fassade bzw. Abdeckung) fernzuhalten oder sie sind so schnell abzuleiten, dass keine unzuträgliche Erhöhung des Feuchtegehaltes eintritt (vgl. Kap. 4.3). Bei Anschlüssen und Stößen ist darauf zu achten, dass auch im Bereich von Verbindungsmitteln eine Anreicherung von Wasser im Holz ausgeschlossen ist. Konkrete Lösungen für Bauteile nach DIN 68800-2 mit einem dauerhaft wirksamen Wetterschutz für Dächer, Wände und Sockelausbildungen sowie der Spritzwasserschutz von Außenbauteilen sind in Kapitel 5 beschrieben, Maßnahmen für Holzbauteile im Außenbereich enthält Kapitel 6 (siehe auch Abb. 4.5).

Bauteile gelten als „unter Dach“, wenn sie durch seitliche Überdeckung vor Witterungseinflüssen geschützt sind. Hierbei gilt ein Winkel von höchstens 60° zwischen Vorderkante der Überdeckung und Unterkante des Bauteils als maßgebende Begrenzung. Dachüberstände können auf den Giebelseiten sowie bei mehrgeschossigen Gebäuden i.d.R. keinen ausreichenden Schutz für die gesamte Fassade und den Sockelbereich herstellen. Bei genauer Ausnutzung des Grenzbereichs (60°) gelten Stützenfüße als bewittert.



Hinweis zu feuchtevariablen Dampfbremsen:

Bei Dachbauteilen mit raumseitiger feuchtevariabler Dampfbremse kann es bei hoher Luftfeuchte zu erheblichem Feuchteeintrag in die Konstruktion kommen. Deshalb ist hier eine zügige Trocknung der Raumlufffeuchte zwingend erforderlich. Vorteilhaft sind zudem Produkte, die bei einer mittleren relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % am Bauteil einen s_d -Wert von mindestens 1,5 m aufweisen.

Zusatzhinweis: Technische Anforderungen an feuchtevariable Schichten zur Verwendung für flachgeneigte oder geneigte, vollgedämmte, nicht belüftete Dachkonstruktionen mit Metalleindeckung oder Abdichtung auf Schalung oder Beplankung enthält Anhang B der DIN 68800-2.

Abb. 4.5 a + b:

60°-Regel für geschützte Bauteile

Abb. 4.6: Verbundabdichtungssystem zum Schutz für Nutzungsfeuchte in Bädern und Feuchträumen:

- 1 Voranstrich
- 2 Streifenabdichtung
- 3 Eckendichtung innen
- 4 Eckendichtung außen
- 5 Manschette
- 6 Bodenablauf mit Flanschdichtung
- 7 Flächenabdichtung (siehe auch Kap. 5.7)

4.2.4 _ Schutz vor nutzungsbedingter Feuchte

In Bädern und Feuchträumen mit mäßiger Beanspruchung, z.B. in privat genutzten Bereichen mit direkter Feuchtebeanspruchung der Oberfläche in Duschen, ist das Eindringen von Feuchte durch geeignete Maßnahmen zu verhindern (siehe Abb. 4.6). In Kap. 5.7 werden in Abhängigkeit der Feuchtebeanspruchung erforderliche Abdichtungsmaßnahmen und hierfür geeignete Untergründe benannt. Weitergehende Informationen enthalten die Merkblätter zur Ausführung von Feuchträumen im Holz- und Trockenbau [MBF] und Verbundabdichtungen [MBV].

4.2.5 _ Vermeidung von Feuchte aus angrenzenden Baustoffen oder Bauteilen

Ein andauernder Feuchteeintrag in Holzbau- teile aus angrenzenden Baustoffen, z.B. aus mineralischen Bauteilen, ist zu verhindern. Es sind die in DIN 18533-1 aufgeführten Regelungen zu Bauwerksabdichtungen gegenüber andauerndem Feuchteeintrag u.a. aus erdbe- rührten Bauteilen zu beachten. Danach muss auf Stahlbetonsohlplatten trotz wenig wahr- scheinlicher Kapillarwassereinwirkung eine ge- eignete Schutzschicht zur Holzschwelle in Form einer Abdichtungslage eingebaut werden. Eine kurzfristige Feuchteerhöhung der Schwel- len aufgrund der Untermörtelung ist jedoch unkritisch. Bei dauerhaft trockenen Beton- bauteilen, z.B. bei Kellerdecken oder obersten Geschossdecken, kann auf eine Sperrschicht verzichtet werden (vgl. Kap. 5.2.6).



4.2.6 _ Begrenzung von Tauwasser infolge Dampfdiffusion und Konvektion

Außenbauteile von geschlossenen und be-heizten Bauwerken sind während der Nutzung aufgrund unterschiedlicher Klimabedingungen zwischen Innen- und Außenbereich einem Dampfdruckunterschied ausgesetzt. Hinsicht- lich des dadurch entstehenden Feuchtetrans- ports wird zwischen *Wasserdampfdiffusion* und *Wasserdampfkongvektion* unterschieden (siehe Abb. 4.7 und 4.8).

Eine durch Diffusion und Konvektion bedingte unzuträgliche Veränderung des Feuchtege- halts der Gebäudehülle wird durch die Planung und Ausführung eines fachgerechten Bautei- laufbaus mit raumseitiger dampfbremsender Wirkung und einer dauerhaften Luftdichtheits- ebene verhindert.

Der Ausführung einer fachgerechten Luft- dichtheitsebene kommt deshalb besondere Bedeutung zu, weil durch Konvektion ge- genüber Diffusionsvorgängen ein Vielfaches an Feuchte in das Bauteileingetragen wer- den kann.

Grundsätze des Tauwasserschutzes

Um Holzkonstruktionen dauerhaft vor Feuchteschäden aus den Einflüssen von Dampfdiffusion zu schützen, gelten folgende Grundsätze:

1. Es darf nur so viel Feuchte ins Bauteil eindringen, wie zuverlässig auch wieder ausdiffundieren kann.
2. Die Menge an Feuchte (Tauwasser) muss so weit begrenzt werden, dass die Dämmeigenschaften und die Dauerhaftigkeit der Konstruktion nicht beeinträchtigt werden.
3. Es soll so diffusionsbremsend wie nötig, zum Erhalt einer ausreichenden Trocknungsreserve jedoch so diffusionsoffen wie möglich konstruiert werden.

Nachweisfreie Bauteile

Ein rechnerischer Nachweis des Tauwasserschutzes ist nur dann erforderlich, wenn Bauteile von den Beispielaufbauten nach Anhang A der DIN 68800-2 abweichen oder diese die Anforderungen an den Diffusionswiderstand von Außenbauteilen nicht einhalten, siehe Kap. 4.3. In Tabelle 4.1 sind die Anforderungen an den inneren $s_{d,i}$ -Wert in Abhängigkeit des äußeren Diffusionswiderstandes für nachweisfreie Bauteile nach DIN 68800-2 bzw. DIN 4108-3 aufgeführt.

Ein Bauteil ist i.d.R. nachweisfrei, wenn es raumseitig den 6- bis 10-fach höheren $s_{d,i}$ -Wert gegenüber der Außenseite aufweist. Ein außenseitig diffusionsoffener Bauteilaufbau ($s_{d,e} \leq 0,3 \text{ m}^2$) weist so hohe Trocknungsreserven auf, dass Feuchteinträge aus Konvektion über evtl. Restleckagen als unkritisch angesehen werden können.

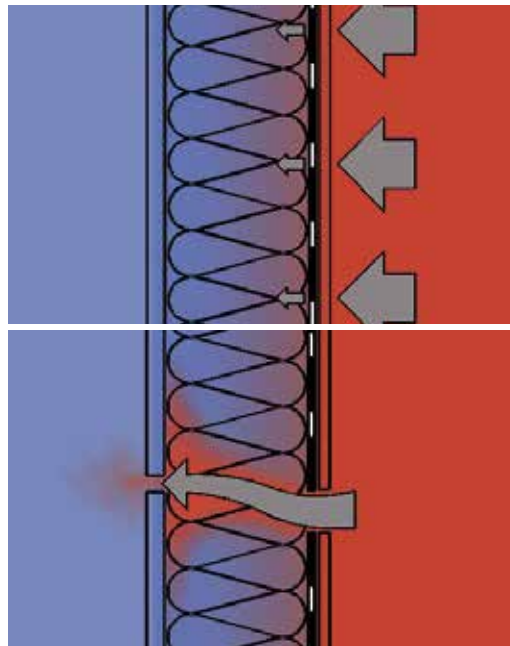


Abb. 4.7 und 4.8:

Prinzipdarstellung:

Dampfdiffusion und Konvektion
(Erläuterung siehe Glossar)

Tab. 4.1: Anforderungen an den $s_{d,i}$ -Wert nachweisfreier Bauteile nach DIN 68800-2 bzw. DIN 4108-3¹⁾

$s_{d,e}$ -Wert (außen)	$s_{d,i}$ -Wert (innen)
$\leq 0,1 \text{ m}^2$	$\geq 1,0 \text{ m}^2$
$0,1 \text{ m} < s_{d,e} \leq 0,3 \text{ m}^2$	$\geq 2,0 \text{ m}^2$
$0,3 \text{ m} < s_{d,e} \leq 2,0 \text{ m}^2$	$\geq 6 \times s_{d,e} \text{ außen}^{3)}$
$2,0 \text{ m} < s_{d,e} \leq 4,0 \text{ m}^2$	$\geq 6 \times s_{d,e} \text{ außen}^{3)}$

¹⁾ Zusätzliche Dämmschichten sind auf der Raumseite bis 20% des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes R zulässig.

²⁾ Unter Einhaltung dieser $s_{d,i}$ -Werte sind Bauteilaufbauten auch nach DIN 4108-3 nachweisfrei.

³⁾ gilt nur bei beidseitig bekleideten oder beplankten Elementen oder bei einer nachgewiesenen Luftdichtheit (inkl. Leckageortung) mit einem mittleren Leckagestrom von $q_{50} \leq 1,5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$

Beispielrechnung:

Innenbeplankung aus 15 mm OSB/3 mit $\mu = 150$:

$$s_{d,i} = 150 \times 0,015 = 2,25 \text{ m}^2$$

($\mu = 50/30$ für OSB nach DIN 4108-4 ist unrealistisch)

Außenbeplankung aus 60 mm Holzfaserplatte mit $\mu = 5$
(davor hinterlüftete Fassade):

$$s_{d,e} = 5 \times 0,06 = 0,30 \text{ m}^2$$

$$s_{d,i} / s_{d,e} = 2,25 / 0,30 = 7,5 > 6 \checkmark$$

→ Tauwasserschutz erfüllt

(für Holzwerkstoffe sind i.d.R. herstellerspezifische μ -Werte anzusetzen, vgl. DIN 20000-1)

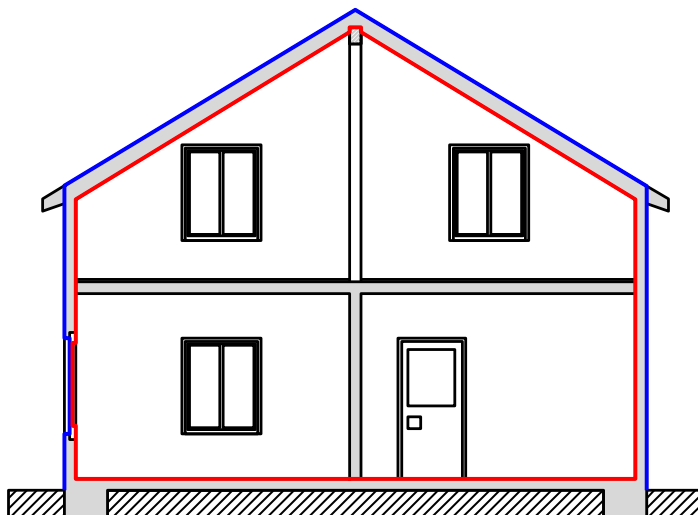
Außenseitig diffusionsbremsende Bauteile

Bei zunehmend diffusionshemmenden Außen-schichten ($s_{d,e} > 0,3$ m bis 4,0 m) und damit geringerem Trocknungspotential gilt der Grundsatz des 6-fachen inneren s_d -Wertes gemäß DIN 68800-2 nur für werkseitig vorgefertigte Elemente, da hier von einer höheren Ausführungsqualität und geringen Feuchteinflüssen bei der Montage auszugehen ist. Es sollte immer eine Prüfung der Luftdichtheit erfolgen. Besondere Aufmerksamkeit ist bei der Ausbildung des Elementstoßes gefordert, insbesondere wenn dieser nachträglich nicht sichtbar abgeklebt werden kann oder soll.

Für beidseitig geschlossene Bauteile der Gebäudehülle ist beim rechnerischen Nachweis des Tauwasserschutzes ein möglicher konvektiver Feuchteintrag sowie eine evtl. erhöhte Anfangsfeuchte (z.B. Baufeuchte) in Form einer zusätzlichen *Trocknungsreserve* zu berücksichtigen. Der Nachweis außenseitig diffusionshemmender ($s_d > 4$ m) und bei z.B. durch Abdichtungen annähernd diffusionsdichter Bauteile ($s_d > 10$ m) muss nach DIN EN 15026 erfolgen (siehe Kap. 4.3.)

Abb. 4.9:

Üblicher Verlauf der Luftdichtheitsebene (rot) und der Winddichtheitsebene (blau) im Holzbau



Luftdichte Gebäudehülle

Die konsequente Ausführung einer luftdichten Gebäudehülle ist im Holzbau von großer Bedeutung. Bei der Planung und Ausführung der Luftdichtheitsebene sind gemäß DIN 4108-7 alle relevanten Bauteilanschlüsse zu berücksichtigen (siehe Abb. 4.9). Um die geforderte Dauerhaftigkeit dieser Funktionsschicht gewährleisten zu können, sollten Systemlösungen Anwendung finden, die von den Produktherstellern für die jeweiligen Untergründe empfohlen werden. Für die Abdichtung von Folien und Plattenstößen stehen verschiedene Materialien zur Verfügung:

- einseitige Haftklebebänder
- zweiseitige Klebebänder oder Klebmassen
- vorkomprimierte Dichtungsbänder
- Fugenfüller mit Bewehrungsstreifen
- fachgerechte Fugenverspachtelung

Beispiele für die Ausführung von Überlappungen bei Folien und von Plattenstößen können den Abbildungen 4.10 und 4.11 entnommen werden. Die Dauerhaftigkeit von Verklebungen bei Folien kann durch Knicke und Falten beeinträchtigt werden. Um das Ablösen von Klebebändern durch das Rückstellvermögen von Folien zu verhindern, sind Überlappungen mit einer Heftung oder einer Anpresslatte zu sichern. Mit spritzbaren Abdichtungsmitteln aus Acryl und Silikon kann gemäß DIN 4108-7 keine dauerhafte Luftdichtheit hergestellt werden.

Perforationen der Luftdichtheitsschicht durch Klammern, Nägel oder Schrauben sind nur bei Holzwerkstoffen unproblematisch. Bei Folien ist dies dann der Fall, wenn sie kraftschlüssig durch ein Konstruktionsholz oder eine Holzwerkstoffplatte hinterlegt sind und nicht ausreißen können. Zur sicheren Ausführung insbesondere bei Flachdächern wird deshalb eine balken- bzw. sparrenparallele Verlegung empfohlen.

Winddichtheit

Die Winddichtheitsschicht ist auf der Außenseite von Dämmschichten angeordnet und verhindert die Hinterströmung der Dämmebene mit kalter Außenluft. Dadurch bleibt die Wirksamkeit der Dämmung erhalten und es findet keine lokale Abkühlung der raumseitigen Oberflächen statt. Im Holzbau ist die winddichte Ebene oftmals gleichzeitig die zweite wasserführende Schicht unterhalb der Bedachung oder einer vorgehängten Fassade. Gebräuchliche Materialien zum Herstellen der Winddichtung sind:

- für den Anwendungsfall geeignete wasserabweisende (hydrophobierte) Holzfaserplatten mit Nut und Feder,
- diffusionsoffene Folien (Unterspannbahnen mit ausreichender Überlappung),
- Dämmstoffplatten in Verbindung mit Putz als Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS)

4.3 _ Besondere bauliche Maßnahmen

4.3.1 _ Überblick

Besondere bauliche Maßnahmen nach DIN 68800-2 sind immer dann vorzusehen, wenn die Gebrauchsklasse GK 0 erreicht werden soll, dies aber aufgrund der Einbausituation allein mit den grundsätzlichen baulichen Maßnahmen nicht möglich ist. Die in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen grundsätzlichen Maßnahmen sind dennoch immer einzuhalten, die besonderen baulichen Maßnahmen sind objektspezifisch zu planen und nachzuweisen.

Besondere bauliche Holzschutzmaßnahmen nach DIN 68800-2, Abs. 6 sind:

- a) Bauliche Maßnahmen gegen Befall durch *holzerstörende Insekten* (siehe Kap. 4.3.2)
- b) Bauliche Maßnahmen gegen Befall durch *holzzerstörende Pilze* (siehe Kap. 4.3.3)
- c) Rechnerischer Nachweis des Feuchteschutzes (siehe Kap. 4.3.4)
- d) Nutzung der Konstruktionsprinzipien nach DIN 68800-2, Abs. 7 bis 9 (siehe Kap. 5)
- e) Anwendung von Beispielkonstruktionen aus DIN 68800-2, Anhang A (siehe Kap. 5)

Die Anforderung der Winddichtheit ist nicht in DIN 68800 geregelt. Dennoch entspricht sie im Holzbau den anerkannten Regeln der Technik.

Bei großen Dachräumen mit geringer Luftbewegung ist die Dämmung nicht zwingend winddicht auszuführen, z.B. bei Nagelplattenkonstruktion mit Untergurtdämmung oder in Spitzböden.

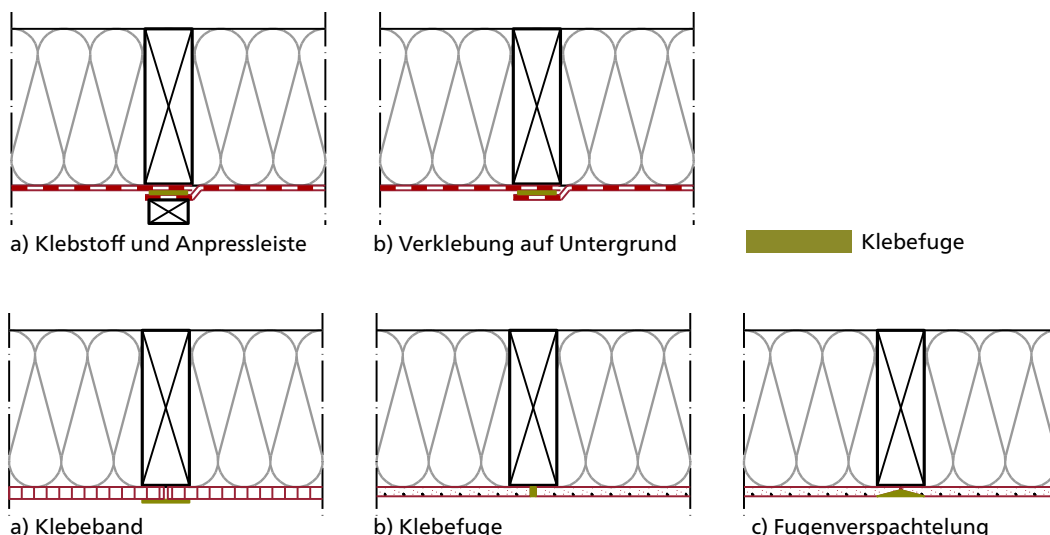


Abb. 4.10: Prinzipien zur luftdichten Ausbildung der Überlappung von Folien

Abb. 4.11: Prinzipien für die luftdichte Ausbildung von Beplankungsstößen

Gründe für die Unempfindlichkeit technisch getrockneter Holzprodukte gegenüber Insektenbefall [3]

Die Holzfeuchte innerhalb von Gebäuden liegt mit i.d.R. 9 % bis 13 % unterhalb oder gerade an der Mindestgrenze, die eine Entwicklung von Insektenlarven zulässt.

Die Holzfeuchte von 12 % bis 16 % bei vor Niederschlägen geschützten Hölzern im Außenbereich liegt noch in einem für die Larvenentwicklung ungünstigen Bereich.

Der Zeit- und Temperaturverlauf der technischen Holz Trocknung bewirkt eine Protein- und Vitamin-B-Abnahme und somit die Verflüchtigung von Holzinhaltstoffen (Lockstoffen).

Neben der technischen Trocknung hat u.a. auch das Fehlen der Baumkante in den letzten Jahrzehnten zu einem geringeren Befallsdruck durch Larven geführt.

4.3.2 _ Besondere bauliche Maßnahmen gegen Insektenbefall

Die Befallswahrscheinlichkeit und die damit verbundene Gefährdung der Tragfähigkeit sind in den Nutzungsklassen 1 und 2 vernachlässigbar klein [3].

DIN 68800-2 benennt folgende Maßnahmen, die jede für sich allein einen Bauschaden durch Insekten vermeidet

- a) Einsatz von Holz in Räumen mit üblichem Wohnklima oder vergleichbaren Räumen bzw. Einsatz unter entsprechenden Bedingungen (z.B. in Büro- oder Schulgebäuden).
- b) Einsatz von technisch getrocknetem Holz, Brettschichtholz, Brettsperrholz oder Holzwerkstoffen mit $u \leq 20 \%$.
- c) Allseitig insektenundurchlässige Abdeckung des zu schützenden Holzes.
- d) Offene Anordnung des Holzes, so dass es kontrollierbar ist, in Verbindung mit einem an sichtbar bleibender Stelle dauerhaften Hinweis auf die Notwendigkeit einer regelmäßigen Kontrolle.
- e) Verwendung von Farbkernhölzern, die einen Splintholzanteil $\leq 10 \%$ aufweisen.

4.3.3 _ Besondere bauliche Maßnahmen gegen Holz zerstörende Pilze

Holzbauteile die aufgrund ihrer Einbausituation längerfristig auf Holzfeuchten nahe des Fasersättigungsbereichs auffeuchten sind durch holzerstörende Pilze gefährdet. Zur Vermeidung einer Gefährdung benennt DIN 68800-2 Maßnahmen für Bauteile im Außenbereich unter Dach sowie für bewitterte Bauteile ohne Erdkontakt.

Anforderungen gemäß DIN 68800-2 an Bauteile unter Dach:

- a) Ausreichender Dachüberstand bei nach außen sichtbaren Konstruktionen oder andere besondere bauliche Maßnahmen, z.B. Abdeckung (vgl. Abb. 4.5).
- b) Verstärkte Belüftungsmaßnahmen bei Bauwerken mit zu erwartenden relativen Luftfeuchten von mehr als 85 % über längere Zeitspannen als eine Woche, z.B. Kompostierungs- oder Eislaufhallen (ein nur wenige Stunden im Monat lokal auftretender Tauwasserbefall ist bei ausreichender Rücktrocknungsmöglichkeit als unkritisch anzusehen).

Für bewitterte Bauteile ohne Erdkontakt muss sichergestellt sein, dass die Holzfeuchte 20 % nicht übersteigt, wobei eine kurzfristige Erhöhung im Bereich der Oberfläche unkritisch ist. Voraussetzung ist ein ausreichender Spritzwasserschutz der Bauteile. Nachfolgende Bedingungen sind alle einzuhalten.

Anforderungen gemäß DIN 68800-2 an bewitterte Bauteile ohne Erdkontakt:

1. Begrenzung der Rissbildung durch Beschränkung der Querschnittsmaße auf max. 16/16 cm bei Vollholz mit kerngetrenntem Einschnitt sowie max. 20/20 cm bei Brettschichtholz,
2. Verwendung von technisch getrocknetem Vollholz (siehe Infokasten),
3. Gehobelte Oberfläche,
4. Verhinderung von Stauwasser in Anschlussbereichen z.B. durch Belüftung,
5. Abdeckung von Hirnholz,
6. Direktes Abführen von Niederschlagswasser,
7. Oberseitiges Abdecken nicht vertikal stehender Bauteile.

4.3.4 _ Rechnerischer Nachweis des Feuchteschutzes

Der klimabedingte Feuchteschutz für den Nutzungszustand von Baukonstruktionen ist in DIN 4108-3 geregelt. Hier werden Rechenverfahren und Maßnahmen zur Begrenzung von Tauwasser auf Bauteiloberflächen beschrieben. Außerdem werden Randbedingungen benannt, bei denen ein rechnerischer Nachweis des Feuchteschutzes entfallen kann. Die in DIN 4108-3 geforderte Tauwasserbegrenzung ist in Tabelle 4.2 aufgeführt.

Für Holzkonstruktionen ist ein rechnerischer Nachweis des klimabedingten Feuchteschutzes in der Regel dann nicht erforderlich, wenn die Bauteile den Konstruktionsprinzipien nach Kap. 5 bis 7 bzw. den Beispielkonstruktionen nach Anhang A der DIN 68800-2 entsprechen (hier dargestellt in den Kapiteln 5 und 6).

Vereinfachtes Berechnungsverfahren

Bei dem in DIN 4108-3 enthaltenen vereinfachten Berechnungsverfahren (Periodenbilanzverfahren, auch „Glaserverfahren“ genannt) wird im ersten Schritt ermittelt, ob und in welcher Schicht Tauwasser in welcher Menge ausfällt. In einem zweiten Schritt wird die Verdunstungsmenge berechnet, die schließlich in einer Tauwasserbilanz der Tauwassermenge gegenübergestellt wird. Ziel der Berechnung ist

- a) die Überprüfung, ob das eingetragene Tauwasser in der Verdunstungsperiode wieder vollständig austrocknen kann bzw.
- b) inwieweit eine Trocknungsreserve gegenüber unplanmäßig eingebrachter Feuchte vorhanden ist.

Trocknungsreserve

Die DIN 68800-2 fordert für beidseitig geschlossene Holztafeln der Gebäudehülle zur Berücksichtigung eines (unplanmäßigen) konvektiven Feuchteintrags bei der Berechnung nach dem Periodenbilanzverfahren den Nachweis einer zusätzlichen jährlichen Trocknungsreserve. Hierfür gelten folgende Anforderungen:

250 g/(m ² a)	bei Dächern und obersten Geschossdecken und
100 g/(m ² a)	bei Wänden (vgl. Tab. 4.2).

Beim Nachweis mit hygrothermischen Simulationsverfahren ist i.d.R. der konvektive Feuchteintrag zu berücksichtigen.

Anmerkung 1: Entgegen der Anforderungen in DIN 68800-2 eine Trocknungsreserve von 250 g/(m² a) nur bei Dächern vorzusehen, muss diese auch bei obersten Geschossdecken nachgewiesen werden, da sie in der Luftdruckzone durch thermischen Auftrieb ganz oben liegen und damit ebenso wie Dächer zu den konvektiv stark beanspruchten Bauteilen zählen.

Anmerkung 2: Das Periodenbilanzverfahren ist nicht anzuwenden bei Dächern mit außenseitig diffusionshemmenden Schichten (z.B. Dächer mit Abdichtungsbahnen) sowie bei begrünten Dachkonstruktionen. In diesen Fällen ist eine hygrothermische Berechnung nach DIN EN 15026 erforderlich.

Tab. 4.2: Anforderungen an die Tauwasserbegrenzung nach DIN 4108-3 sowie Forderung einer Trocknungsreserve nach DIN 68800-2

Schicht, an der Tauwasser ausfällt	Tauwasserbegrenzung nach DIN 4108-3	Trocknungsreserve für beidseitig geschlossene Bauteile
kapillar nicht wasseraufnahmefähige Schicht (z.B. Unterspannbahn)	$M_c \leq 500 \text{ g/m}^2$	Tauwasserbilanz: Verdunstungsmenge M_{ev} - Tauwassermenge M_c = Trocknungsreserve M_T
Vollholzbauteile (z.B. Vollholzschalung, d = 24 mm)	$\max \Delta u_m = 5 \%$ (max. 504 g/m ²)	
Holzwerkstoffe (z.B. MDF- bzw. OSB-Dachschalung, d = 22 mm; 600 kg/m ³)	$\max \Delta u_m = 3 \%$ (max. 396 g/m ²)	Anforderung: Wände: $M_T \geq 100 \text{ g/(m}^2\text{a)}$ Decken ¹⁾ Dächer: $M_T \geq 250 \text{ g/(m}^2\text{a)}$

¹⁾ gemeint sind Decken zu unbeheizten Dachräumen als oberer Abschluss, vgl. Anmerkung zu Trocknungsreserve

Die stationäre Berechnung nach DIN 4108-3 mit dem Periodenbilanzverfahren ist ein stark vereinfachtes Nachweisverfahren für Diffusionsprozesse. Folgende wichtige Einflussfaktoren bleiben dabei unberücksichtigt:

- Realistische (d.h. veränderliche) Klimarandbedingungen,
- Erhöhte Feuchtelasten, z.B. durch Baufeuchte oder nach Bauschäden,
- Einflüsse aus Strahlungswärme aber auch Nutzsichten, wie Gründächer,
- Feuchtevariable Materialkennwerte, z.B. Diffusionswiderstand, Wärmeleitfähigkeit, Feuchtespeicherung und -transport durch Sorption und Kapillarleitung.

Hygrothermische Simulation

Mit genaueren Berechnungsmethoden nach DIN 4108-3 (hygrothermische Simulationen nach DIN EN 15026) können die verschiedenen Arten des Feuchtetransports und deren dynamische Abläufe sowie feuchteabhängige Materialeigenschaften berücksichtigt werden.

Das Bauteilverhalten wird hierbei über mehrere Jahre unter realitätsnahen Klimarandbedingungen simuliert. Dadurch kann eine individuelle Bewertung des Feuchteschutzes einer Konstruktion erfolgen.

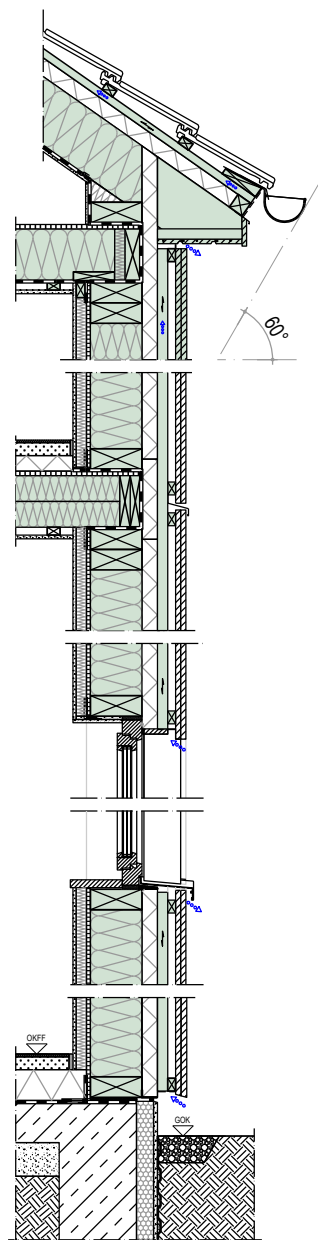
Diese Rechenverfahren werden angewendet, wenn mit den vereinfachten Berechnungsmethoden nach DIN 4108-3 keine ausreichend genaue Bewertung des Feuchteschutzes erfolgen kann. Das ist beispielsweise der Fall bei Konstruktionen mit außenseitig diffusionshemmenden Schichten (z.B. nicht belüftete Flachdachkonstruktionen), bei Dachbegrünungen, bei Baustoffen mit feuchtevariablen Eigenschaften oder bei Bauteilen mit klima- oder nutzungsbedingt erhöhter Feuchteeinwirkung.

Entscheidend für die Richtigkeit dieser Berechnungen sind eine realistische, möglichst standortspezifische Annahme der Klimabedingungen und die umfassende Kenntnis von Materialeigenschaften. Berechnungen und Auswertungen sollten durch Fachleute mit Schwerpunkt Holzbau und Physik erfolgen.

5_Konstruktionen GK 0

5.1 _Überblick

Im Folgenden werden für die im Holzbau vorkommenden Regelkonstruktionen die Bedingungen für eine Einstufung in die Gebrauchsklasse GK 0 aufgeführt. Die dargestellten Bauteile erfüllen die Konstruktionsprinzipien der DIN 68800-2, Kap. 7 und 8. Die in Anhang A der DIN 68800-2 enthaltenen Randbedingungen der Beispielkonstruktionen wurden berücksichtigt.



Werden die aufgezeigten Konstruktionsprinzipien bei der Ausführung umgesetzt, sind der geforderte Verzicht auf vorbeugenden chemischen Holzschutz möglich und auch die Anwendung besonders dauerhafter Holzarten entbehrlich. Konstruktionen die weder hier noch in DIN 68800-2 aufgeführt sind, können bei Einhaltung der grundsätzlichen und der besonderen baulichen Maßnahmen dennoch der Gebrauchsklasse GK 0 zugeordnet werden (vgl. Kapitel 4).

Konstruktionen in Reihenfolge ihrer Darstellung:

5.2 Geneigte Dächer

- 5.2.1 Belüftete Dachaufbauten
- 5.2.2 Nicht belüftete, diffusionshemmende Konstruktionen
- 5.2.3 Ertüchtigung von Steildächern
- 5.2.4 Nicht ausgebaute, ungedämmte Dachkonstruktionen und Spitzböden
- 5.2.5 Dachüberstände
- 5.2.6 Fußpfetten und Pfettenauflager

5.3 Flachdächer und flach geneigte Dächer

- 5.3.1 Flachdächer mit Aufdachdämmung
- 5.3.2 Vollgedämmte unbelüftete Flachdächer
- 5.3.3 Belüftete Flachdachkonstruktionen

5.4 Decken und Balkenaufleger

- 5.4.1 Oberste Geschossdecken zum kalten Dachraum
- 5.4.2 Decken über Kellerräumen und Kriechkellern
- 5.4.3 Balkenköpfe im Mauerwerksbau

5.5 Außenwandkonstruktionen

- 5.5.1 Grundsätzliche Anforderungen
- 5.5.2 Außenwandbekleidungen
- 5.5.3 WDVS und Putzschichten auf HWL-Platten
- 5.5.4 Mauerwerks-Vorsatzschalen

5.6 Schwellen im Sockelbereich

5.7 Bäder und Feuchträume

Alle relevanten Holzbau-teile können gemäß DIN 68800-2 der Gebrauchs-klasse GK 0 zugeordnet werden!

Detaillierte Konstruktions-zeichnungen sind in folgen-den Schriften des Informati-onsdienst HOLZ enthalten:

- Holzrahmenbau [hh 1/1/7]
- Brettspertholzbauweise [hh 4/6/1]
- Flachdächer in Holzbauweise [hh 3/2/1]

Abb. 5.1: Fassadenschnitt mit Zuordnung der Holzbau-teilen in GK 0

5.2 _ Geneigte Dächer

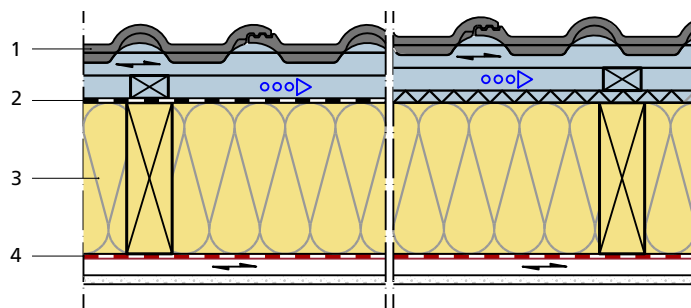
5.2.1 _ Belüftete Dachaufbauten

Sparren im Dachquerschnitt sind ausreichend geschützt, wenn für die verschiedenen Bauteilebenen folgende Bedingungen erfüllt sind (vgl. Bild 5.2.1):

Anforderungen für die Zuordnung in GK 0 an geneigte Dächer (von außen):

1. Dachdeckung als belüfteter Wetterschutz mit Trag- und Konterlattung.
2. Zweite wasserführende Ebene und Winddichtung: äußere Abdeckung oder diffusionsoffene Beplankung mit $s_d \leq 0,3$ m.
3. Sparren als trockenes Vollholzprodukt mit Vollsparrendämmung aus genormten Faserdämmstoffen oder mit bauaufsichtlichem Verwendungsnachweis.
4. Raumseitig dampfdiffusionshemmende Schicht mit $s_d \geq 2,0$ m, die auch im Bereich von Anschlüssen und Durchdringungen luftdicht ausgeführt ist.

Abb. 5.2.1: Funktionsschichten geneigter Dächer in GK 0



- 1 Witterungsschutz (grau)
- 2 Zweite wasserführende Ebene und Belüftungsebene (blau), links mit Unterspannbahn, rechts mit Unterdeckplatte
- 3 Dämmung und Tragkonstruktion (gelb)
- 4 Luftdichtung und Dampfbremse (rot)

Der **belüftete Hohlraum** zwischen der äußeren Beplankung und der Dachdeckung ist eine wichtige Voraussetzung für die Dauerhaftigkeit der Dachkonstruktion und der Funktionstüchtigkeit der zweiten wasserführenden Ebene.

Die Größe des freien Lüftungsquerschnitts muss unabhängig von der Eindeckung bzw. Dachabdichtung mindestens 20 mm betragen und sich über die gesamte Fläche bzw. Länge erstrecken. Dieser wird i.d.R. über die Konterlattung hergestellt.

Die Größe der Be- und Entlüftungsöffnungen beträgt nach DIN 4108-3 bzw. Fachregel des Dachdeckerhandwerks [FRDD]:

- a) Traufen bzw. Traufe und Pultdachabschluss: mind. 2 ‰ der zugehörigen Dachfläche, jedoch mind. 200 cm²/m (entspricht 2 cm Spalt)
- b) First und Grat: mind. 0,5 ‰ der zugehörigen Dachfläche, jedoch mind. 50 cm²/m

Diese Anforderungen werden durch entsprechende Be- und Entlüftungselemente (Traufelemente, Lüftungsbänder, Firstelemente ggf. in Kombination mit Lüfterpfannen bzw. -ziegeln) sichergestellt.

Dachlatten als Konterlattung und Traglattung sowie zugehörige Traufbohlen und Schalungen sind auch dann der GK 0 zuzuordnen, wenn sie nicht technisch getrocknet sind. Aufgrund ihrer kleinen Querschnitte sind diese Bauteile kaum rissgefährdet.

Die **zweite wasserführende Ebene** übernimmt als äußere Abdeckung oberhalb der Sparren temporär die Funktionen eines zusätzlichen Regenschutzes. Ihre Ausführung wird in Abhängigkeit der Dachneigung und der zusätzlichen Anforderungen gemäß Dachdeckerrichtlinien [FRDD] im Merkblatt für Unterdächer,

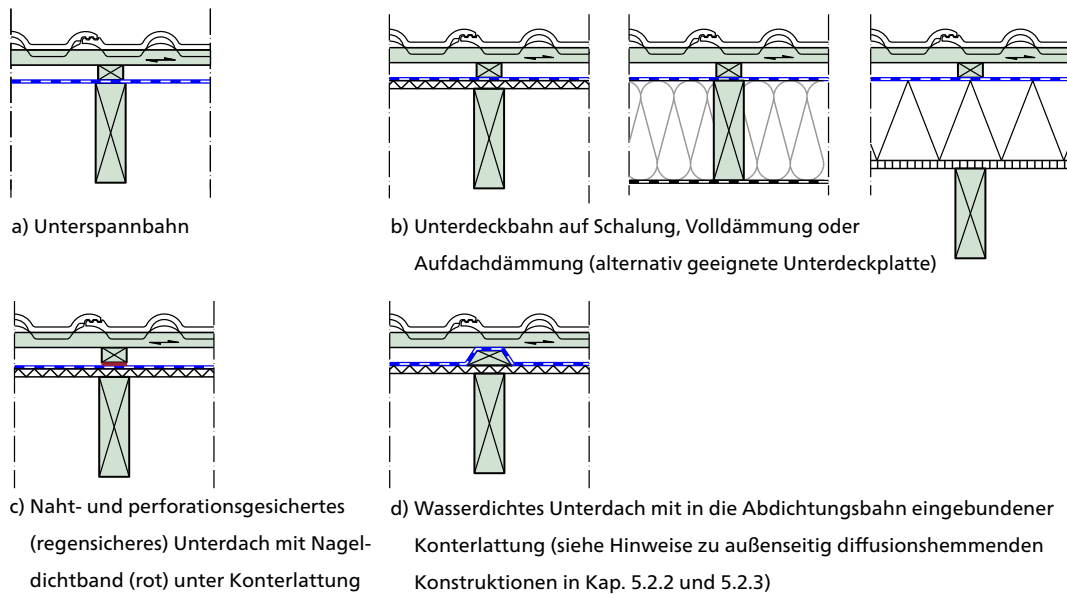


Abb. 5.2.2: Ausführungs-möglichkeiten von Unter-dächern
Ausführung abhängig von der Dachneigung (Regel-dachneigung) und der Anzahl zusätzlicher Anforderungen gemäß Fachregeln für Dachdeckungen des Zentralverbandes des Deutschen Dachdeckerhandwerks [FRDD]

Unterdeckungen und Unterspannungen festgelegt (siehe Abb. 5.2.2). Üblich ist die Ausführung einer Unterdeckung aus *diffusionsoffenen* Bahnen oder geeigneten, hydrophobierten Holzfaserplatten, die zusätzlich die Funktion der Dachaussteifung und einer Überdämmung übernehmen können (siehe Abb. 5.2.3).

Eine **Bretterschalung** kann in Verbindung mit einer Unterdeckbahn mit $s_d \leq 0,3$ m als äußere Abdeckung eingesetzt werden, wobei sich Brettbreiten von max. 160 mm bewährt haben (siehe Abb. 5.2.4).

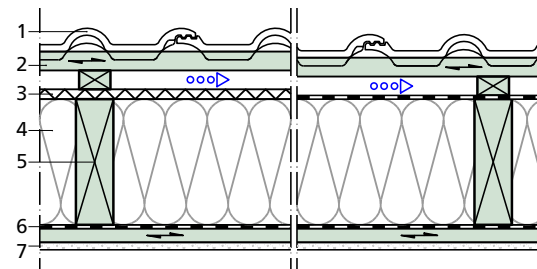


Abb. 5.2.3:
Dachaufbau GK 0

- 1 Dachdeckung auf Dachlattung, z.B. 30/50 mm S10/C24 (GK 0)
- 2 Konterlattung u. Belüftungsebene, z.B. 30/50 mm S10/C24 (GK 0)
- 3 Diffusionsoffene Unterspannbahn oder hydrophobierte Holzfaserplatte mit $s_d \leq 0,3$ m
- 4 Volldämmung aus Faserdämmstoffen (Mineralfaser, Holzfaser oder Zellulosefaser)
- 5 Dachsparren aus trockenem Vollholz, z.B. KVH C24 (GK 0)
- 6 Diffusionshemmende Schicht mit $s_d \geq 2,0$ m, z.B. Dampfbremse oder OSB/3
- 7 Bekleidung auf Lattung (GK 0), z.B. GKB

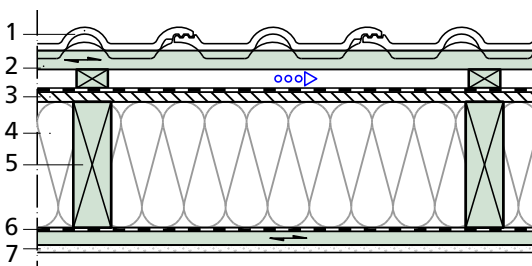


Abb. 5.2.4:
Dachaufbau GK 0 mit Bretterschalung
1 – 2 sowie 4 – 7 wie Abb. 5.2.3
3 Trockene Schalung mit $b \leq 160$ mm in Verbindung mit Unterdeckbahn mit $s_d \leq 0,3$ m

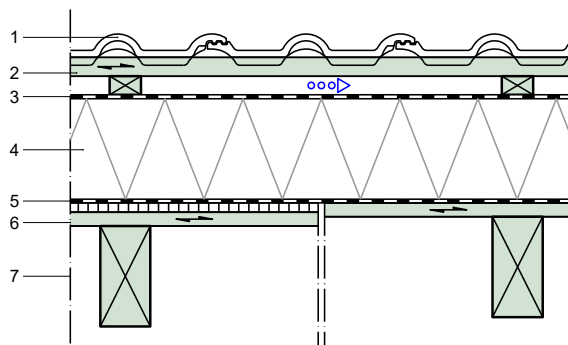


Abb. 5.2.5: Dachaufbau mit Aufdachdämmung GK 0

- 1 Dachdeckung auf Dachlattung,
z.B. 30/50 mm S10/C24 (GK 0)
- 2 Tragende Konterlattung und Belüftungsebene,
z.B. 40/60 mm S10/C24 (GK 0)
- 3 Diffusionsoffene Unterdeckbahn mit $s_d \leq 0,3$ m
soweit zusätzlich zu Nr. 4 erforderlich
- 4 Aufdachdämmsystem (druckfest) nach DIN EN 13162
bis DIN EN 13171 oder mit bauaufsichtlichem Ver-
wendbarkeitsnachweis (z.B. Holzfaserdämmplatten)
- 5 Diffusionshemmende Schicht mit $s_d \geq 2,0$ m,
z.B. Dampfbremse, soweit erforderlich
- 6 Tragende und aussteifende Dachschalung aus Holz-
werkstoffen auf Sichtschalung (links) oder Massiv-
holzplatte als Sichtbeplankung (rechts)
- 7 Dachsparren aus trockenem Vollholz, z.B. KVH C24
(GK 0)

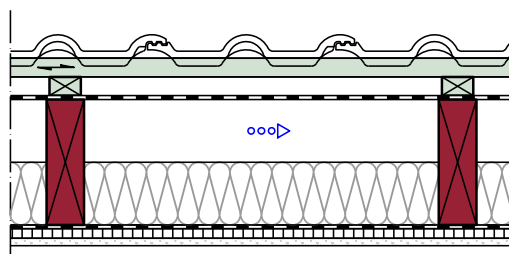
Dachquerschnitte mit Aufdachdämmung

Bei Dachquerschnitten mit Aufdachdämmung sind die Holzbauteile raumseitig der Wärmedämmung verbaut und damit optimal vor Tauwasserbildung geschützt (siehe Abb. 5.2.5). Die Zuordnung in die Gebrauchsklasse GK 0 ist dann nachweisfrei sichergestellt, wenn durch zusätzliche raumseitige Bekleidungen und Dämmungen der Tauwasserschutz nicht gefährdet ist. Dies ist dann der Fall, wenn diese diffusionsoffen ausgeführt werden und die raumseitige Dämmung max. 20 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes R beträgt.

Im Gefach belüftete Steildächer

Obwohl in der Vergangenheit vielfach gebaut, stellen im Gefach belüftete Konstruktionen gemäß Abb. 5.2.6 in Verbindung mit einer hinterlüfteten Dachdeckung keine zeitgemäße Lösung im Sinne der DIN 68800-2 mehr dar. Die Belüftung der Konstruktionsebene hat den Nachteil, dass die Möglichkeit eines Insektenzugangs besteht (Zuordnung zur GK 1). Zudem steigt das Risiko konvektiver Feuchteinflüsse durch die fehlende äußere Winddichtung. Nicht zuletzt aufgrund eines guten Wärmeschutzes und der Vermeidung einer Brandweiterleitung sollten entsprechende Hohlräume vermieden werden. Diese Konstruktionen sollten deshalb nur noch in begründeten Einzelfällen Anwendung finden, Autor und Arbeitsgruppe sehen diese nicht als anerkannte Regel der Technik.

**Abb. 5.2.6: Dachquer-
schnitte mit Belüftung**
in Ebene der Dämmung
sind aufgrund möglicher
konvektiver Feuchteinträ-
ge und der Einstufung der
Sparren in GK 1 zwar zu
vermeiden, mit technisch
getrocknetem Holz aber
möglich



Bei flachgeneigten Dächern, insbesondere bei weitgespannten Konstruktionen aus Fachwerk- bzw. Nagelplattenbindern, werden die entstehenden Dachräume häufig belüftet. Aufgrund der hierbei entstehenden geringen Strömungsgeschwindigkeiten sind diese Konstruktionen bei fachgerechter, fugenfreier Verlegung der Dämmschicht auf Untergrurtebene als unproblematisch anzusehen, vgl. auch Kap. 5.3, Dachaufbau Typ V.

5.2.2 _ Nicht belüftete Konstruktionen mit Metalleindeckung oder Abdichtung

Bei Konstruktionen mit außenseitig diffusionshemmenden oder diffusionsdichten Schichten ist das Trocknungspotential stark eingeschränkt. Dadurch ist die konsequente Ausführung der raumseitigen luftdichten Ebene von besonderer Bedeutung. Diese sollte gleichzeitig die Menge der durch Diffusion eintretenden Feuchte auf ein zulässiges Maß begrenzen und die Rücktrocknung eingebrachter Feuchte ermöglichen. Die Auswahl geeigneter Produkte muss auf Grundlage eines rechnerischen Nachweises des Tauwasserschutzes nach DIN EN 15026 für den Gesamtquerschnitt erfolgen (vgl. Kap. 4.3.4). Feuchtevariable Dampfbremsen bieten hierbei Vorteile in der Feuchtebilanz, jedoch ist dabei ihr Alterungsverhalten zu berücksichtigen.

Gemäß DIN 68800-2, Abs. 7.5 sind folgende Punkte bei Vorliegen außenseitig diffusionshemmender, nicht belüfteter Schichten besonders zu beachten:

1. Individuelle Gegebenheiten wie Standort, Farbe der Eindeckung und Verschattung sind im Nachweis zu berücksichtigen.
2. Bei Metalleindeckung ist eine strukturierte Trennlage mit Wasser abführender Schicht gemäß Klempnerfachregeln vorzusehen [KFR].
3. Bei bauseitiger Fertigung ist ein Witterungsschutz während der Montagezeit sicherzustellen.
4. Zusätzliche äußere Deckschichten oder Dämmschichten oberhalb der Beplanung bzw. Schalung sowie raumseitige Bekleidungen sind nur zulässig, sofern sie im Einzelnachweis auf Basis von DIN EN 15026 durch hygrothermische Simulation mit konvektivem Feuchteintrag berücksichtigt werden (vgl. Kap. 4.3.4).

5.2.3 _ Ertüchtigung von Steildächern

Der Ertüchtigung von Bestandskonstruktionen kommt im Zuge notwendiger energetischer Sanierungsmaßnahmen eine immer größere Bedeutung zu und dient auch dem Werterhalt von Gebäuden. Grundsätzlich zu unterscheiden sind:

- a) Dacherneuerung von außen
(Abb. 5.2.7 + Abb. 5.2.8)
- b) Energetische Ertüchtigung von innen
(Abb. 5.2.9 + Abb. 5.2.10)

Besonderheiten bei der Sanierung von innen

Im Bestand liegen häufig Dachkonstruktionen mit diffusionsdichter Unterdeckung bzw. Unterspannbahn oder gar keinem Unterdach vor, die einer zeitgemäßen diffusionsoffenen Bauweise mit schützendem Unterdach widersprechen. Um eine Konstruktion mit genügend Trocknungspotential zu erhalten, sind bei Ertüchtigung von innen (z.B. bei erhaltenswerter Dachdeckung) durch geeignete Maßnahmen eine diffusionsoffene zweite wasserführende und eine Belüftungsebene vorzusehen. Bei fehlender Konterlattung kann dies durch den Einbau von Distanzlatten oder einer „fliegenden Konterlatte“ auch nachträglich erfolgen, wodurch der Sparren allerdings keinen vollwertigen Feuchteschutz erhält. Aufgrund in der Regel steiler Dachneigungen (deutlich über Regeldachneigung) kommt es erfahrungsgemäß nicht zu Feuchteschäden, sofern die Dachdeckung funktionstüchtig ist.

Weitere Hinweise zu Konstruktionen mit diffusionshemmenden Außenschichten enthält Kapitel 5.3.2 zu nichtbelüfteten Flachdächern.

Mögliche Entscheidungskriterien für eine Dachsanierung von innen oder von außen

- Wie ist der Zustand von Dacheindeckung und Lattung sowie der 2. wasserführenden Ebene?
- Sollen PV-Module auf dem Dach verbaut werden?
- Ist ein Fassadengerüst aufgrund Fassadensanierung bereits vorhanden?
- Liegt belastete Mineralfaserdämmung vor? (gem. KMF-Richtlinie i.d.R. vor 1986 verbaut)
- Ist eine statische Ertüchtigung von Sparren oder Pfetten erforderlich?
- Ist die raumseitige Bekleidung erhaltenswert oder wird der Dachraum derzeit bewohnt?

Besonders wichtig ist eine ausreichende Belüftung zur Sicherstellung des Tauwasserschutzes, wofür die nach DIN 4108-3 erforderlichen Belüftungsquerschnitte sowie die Be- und Entlüftungsöffnungen einzuhalten sind (vgl. Kap. 5.2.1). Dies ist deshalb von Bedeutung, da durch

deutlich dickere Dämmschichten eine erhöhte Tauwassergefährdung und ein geringeres Trocknungspotential gegenüber dem Bestand vorliegen. Ggfs. müssen Lüftungsöffnungen bei bestehender Dachdeckung an Traufe und First nachträglich hergestellt werden.

Dachsanierung von innen

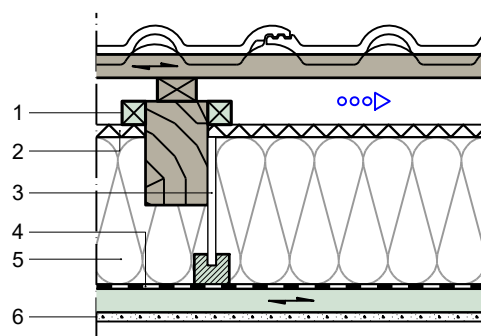


Abb. 5.2.7: Dachaufbau mit vorhandener Konterlattung und diffusionsdichter Unterspannbahn (bleibt ggf. erhalten)

- 1 Anschlagleisten am Bestandssparren zur Herstellung einer Belüftungshohlraums
- 2 Diffusionsoffene Unterdeckplatte ($s_d < 0,3 \text{ m}$), befestigt an Nr. 1 als winddichte Ebene
- 3 Stegträger (halbiert) zur Herstellung der Dämmebene und als Höhenausgleich
- 4 Dampfbremsfolie oder -pappe auf Sparschalung, alternativ OSB-Platte, luftdicht verklebt
- 5 Einblasdämmung (z.B. Zellulose) um Hohlräume vollständig zu schließen
- 6 Beplankung nach Wahl

Hinweis:

Bei dieser Lösung sind die Sparrenoberseiten nicht vollständig gegenüber Feuchte und Insekten geschützt. Aufgrund großer Dachneigungen ist diese Lösung erfahrungsgemäß für die Restlebensdauer einer intakten Dachdeckung von bis zu ca. 20 Jahren hinreichend funktionssicher.

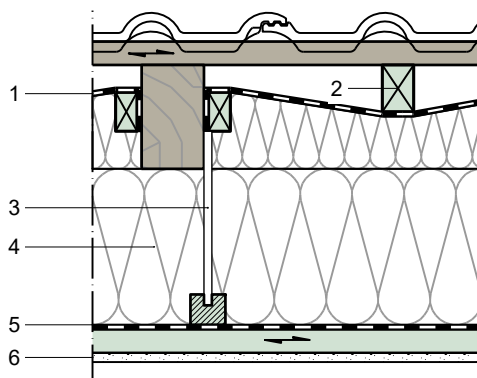


Abb. 5.2.8: Dachaufbau ohne Konterlattung und ohne Unterspannbahn

- 1 Unterspannbahn (diffusionsoffen) über Anschlagleisten an vorh. Sparren geheftet
- 2 Konterlatte (30/50 mm) als „fliegende“ Konstruktion zur Herstellung der Belüftung- und Entwässerungsebene
- 3 Beisparren bzw. halbierte Stegträger aus technisch getrocknetem Konstruktionsvollholz, auch Höhenausgleich
- 4 Volldämmung als Faserdämmstoff, vorzugsweise eingeblasen
- 5 Dampfbremsfolie oder -pappe auf Sparschalung, alternativ OSB-Platte, luftdicht verklebt
- 6 Beplankung nach Wahl

Dachsanierung von außen

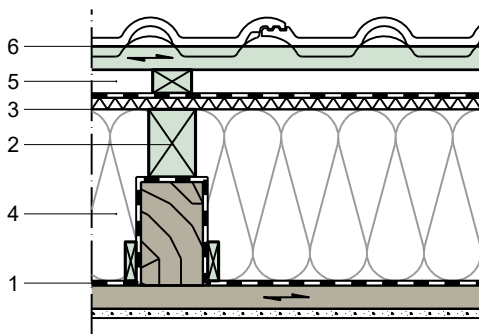


Abb. 5.2.9: Sparrenaufdopplung von außen, ggf. mit Höhenausgleich

- 1 Dampfbremse (feuchtevariabel) im Berg-Tal-Verfahren verlegt und mechanisch mit Leisten fixiert
- 2 Sparrenaufdopplung, ggf. mit Höhenausgleich (als Verstärkung nach Statik diagonal verschraubt)
- 3 Unterdeckplatte, diffusionsoffen, ggf. auch als Aufdachdämmung Typ DAD
- 4 Einblasdämmung (z.B. Zellulosefaser) über First hohlraumfrei eingeblasen
- 5 Konterlattung NH S10
- 6 Dachlattung NH S10 und Neueindeckung

Hinweis:

Die Berg-Tal-Verlegung erfordert Erfahrung und eine genaue Ausführung, insbesondere bei der Herstellung luftdichter Anschlüsse an Traufe und First sowie einbindender Bauteile.

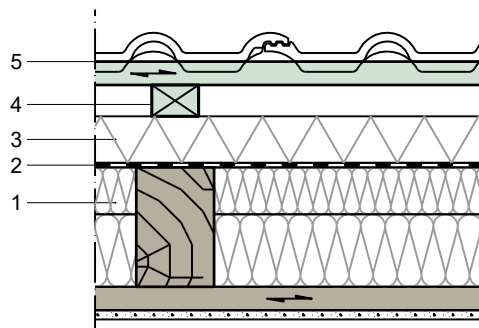


Abb. 5.2.10: Dachaufbau mit erhaltenswerter Innenbekleidung und vorhandener Teildämmung

- 1 Ergänzung der Dämmung bis OK Sparren durch geeignete Faserdämmung (z.B. Holzfaser)
- 2 Diffusionsoffene Luftdichtungsbahn ($s_d = 0,02 \text{ m}$) oberhalb der Sparrenlage verlegt
- 3 Aufdachdämmung als Holzfaserdämmplatte Typ DAD, Mindestdicke gem. Feuchteschutznachweis
- 4 Konterlattung NH S10 nach Herstellerangabe diagonal und senkrecht verschraubt
- 5 Dachlattung NH S10 und Neueindeckung

Wichtiger Hinweis:

Diese Systemlösung verzichtet auf eine neu zu verlegende raumseitige Luftdichtheitsebene. Deshalb sind Dämmstoffe und Luftdichtungsbahn diffusionsoffen zu wählen. Ein Feuchteschutznachweis ist hierfür zwingend erforderlich.

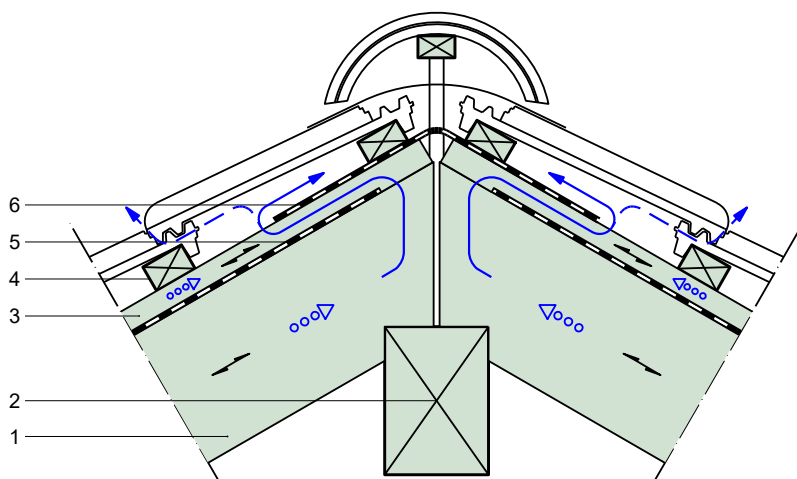
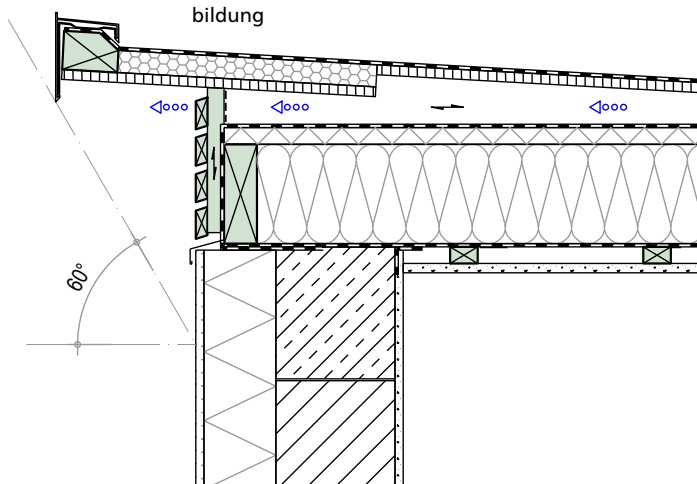


Abb. 5.2.11: Firstausbildung nicht ausgebauter Dachstuhl GK 0 mit Lüftungsschlitz zum Abführen konvektiv eingebrachter Feuchte

- 1 Sparren (GK 0)
- 2 Firstpfette (GK 0)
- 3 Konterlattung (GK 0)
- 4 Dachlattung (GK 0)
- 5 Unterspannbahn, diffusionsoffen mit Lüftungsschlitz (ca. 10 cm) am First
- 6 Folienstreifen zum Schutz gegen Flugschnee und Insekten (bei flachen Dachsteinen Lüftungsziegel verwenden)

Abb. 5.2.12: Dachüberstand aus Holzwerkstoffplatten mit Überdämmung und fachgerechter Dachrandausbildung



5.2.4 _ Nicht ausgebaute, ungedämmte Dachkonstruktionen und Spitzböden

Dachkonstruktionen nicht ausgebauter Dachräume von Wohngebäuden werden unter folgenden Bedingungen der Gebrauchsklasse GK 0 zugeordnet:

- a) Dachräume sind zugänglich und die Konstruktion einsehbar und kontrollierbar oder
- b) Verwendung von Brettschichtholz oder Brettsperrholz, technisch getrocknetem Bauholz mit Holzfeuchte $u \leq 20 \%$ oder
- c) Verwendung von Farbkernhölzern mit Splintholzanteil unter 10 % (z.B. Kiefer).

Vermeidung von Schimmelpilzbildung

Bei hoher Luftfeuchte besteht bei ungedämmten Bauteilen die Gefahr der Schimmelpilzbildung. Um entsprechende Bauschäden zu verhindern, muss feuchte Raumluft zügig abgeführt werden, wofür eine diffusionsoffene Ausführung der Unterdeckung allein oftmals nicht ausreicht. Deshalb sollen Unterspann- bzw. Unterdeckbahnen oder -platten am First mit einem ausreichend großen, ca. 10 cm breiten Lüftungsschlitz ausgeführt und gegen Flugschnee- und Wassereintritt gesichert werden, ohne dass dabei der Belüftungsquerschnitt eingeschränkt wird (siehe Abb. 5.2.11). Alternativ kann eine Querlüftung von Giebel zu Giebel hergestellt werden.

Zugänge zu den ungedämmten Bereichen (z.B. Dachboden- bzw. Einschubtreppen) sind wärmedämmend und luftdicht auszuführen sowie während der Bauzeit verschlossen zu halten, damit kein konvektiver Feuchteintrag (insbesondere durch Baufeuchte) erfolgt [6].

Zur Vermeidung des Problems der Schimmelpilzbildung in Dachräumen hat es sich in vielen Fällen bewährt, kleinere Dachräume bis über den First hinweg komplett in die Dämmebene einzubeziehen.

5.2.5 _ Dachüberstände

Sparrenköpfe sind ausreichend geschützt, wenn sie sich „unter Dach“ befinden, d.h. die Holzbauteile bei unter 60° einfallenden Niederschlägen nicht direkt befeuchtet werden. Da in diesen Bereichen die mittlere relative Luftfeuchte im Regelfall unter 85 % liegt erfolgt in Verbindung mit der Anwendung von technisch getrockneten Vollholzprodukten eine Zuordnung in die GK 0. Pfettenköpfe oder Flugsparren die sich nicht „unter Dach“ befinden sind durch geeignete Schutzmaßnahmen (z.B. Abdeckbretter oder Verblechungen) vor direkter Bewitterung zu schützen.

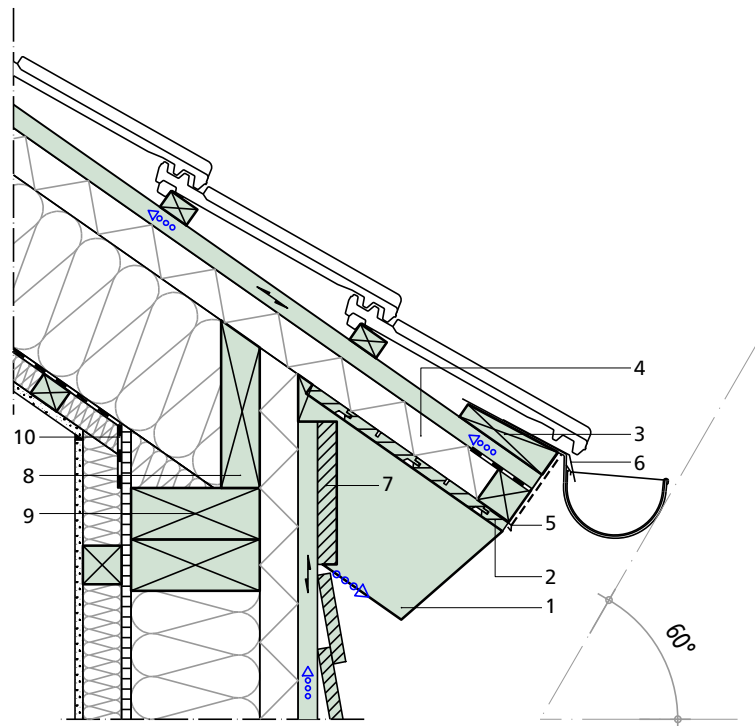


Abb. 5.2.13:

Traufdetail mit freiliegenden Sparren GK 0

- 1 Sparrenkopf (GK 0)
- 2 Traufschalung (GK 0)
- 3 Traufbohle (GK 0)
- 4 Unterdeckung Holzfaserdämmplatte
- 5 Lüftungsgitter
- 6 Tropfblech
- 7 Stellbrett
- 8 Stellbohle bzw. Randholz
- 9 Rähm gemäß Statik
- 10 Luftdichter Anschluss (Folie)

Vermeidung von Schimmelbefall

Zur Vermeidung von Schimmel an Dachuntersichten flacher und flachgeneigter Dächer werden Traufschalungen aus Massivholz oder Massivholzplatten mit Überdämmung aus Holzfaserdämmplatten empfohlen. Durch Schimmelpilzbefall besonders gefährdet sind Dachschalungen mit unmittelbar aufgebrachteter Metalldachdeckung oder Abdichtung sowie die Holzwerkstoffe Baufurniersperrholz, Furnierschichtholz sowie OSB-Platten. Fungizide (schimmelpilzhemmende) Anstriche allein sind keine dauerhafte Lösung zur Vermeidung von Schimmelbefall. Neben geeigneten, für den Anwendungsfall freigegebenen Holzwerkstoffen (z.B. Massivholzplatten) werden in [6] eine Mindestüberdämmung von 30 mm sowie eine fachgerechte Dachrandausbildung empfohlen (siehe Abb. 5.2.12) sowie Hinweise in [7].

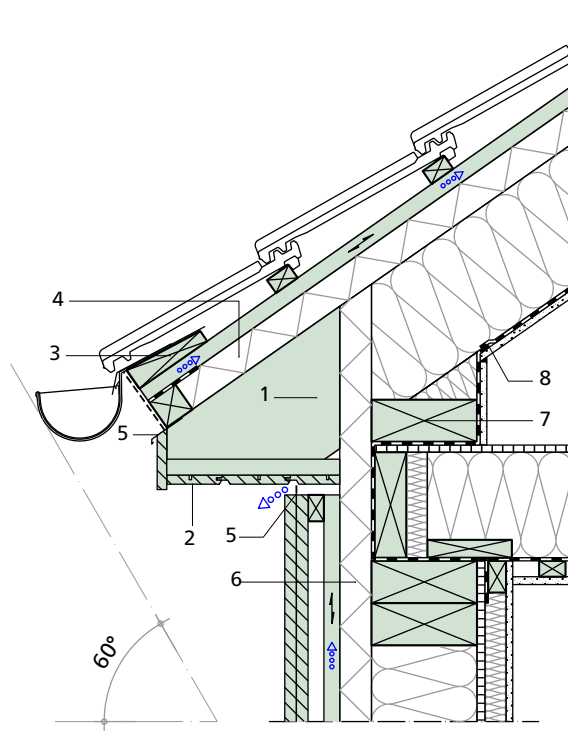
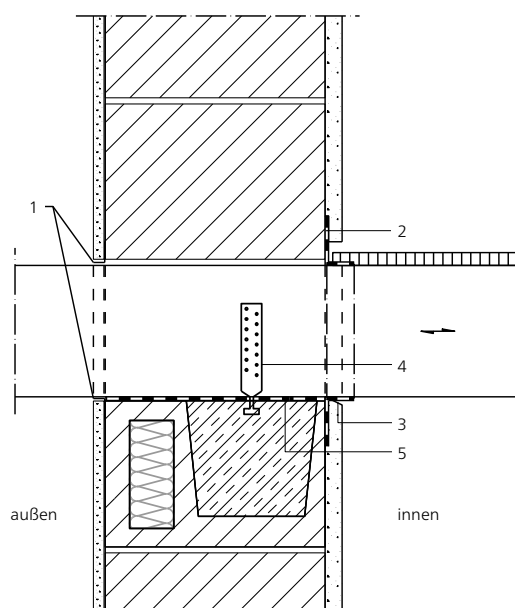


Abb. 5.2.14: Traufdetail mit Kastengesims GK 0

- 1 Sparrenkopf (GK 0)
- 2 Kastengesims (GK 0)
- 3 Traufbohle (GK 0)
- 4 Unterdeckung Holzfaserdämmplatte
- 5 Lüftungsgitter
- 6 Holzfaserplatte (Winddichtung und Überdämmung)
- 7 Sparrenaufleger
- 8 Luftdichtheitsebene (Folie)

Abb. 5.2.15: Auflagerung und Durchführung einer Pfette auf Mauerwerk

- 1 Anputzleiste außen winddicht
- 2 Luftdichte Abklebung, z.B. überputzbares Klebeband
- 3 Kellenschnitt
- 4 Verankerungselement
- 5 Mauersperrbahn nur unter Pfette (Empfehlung)



5.2.6 _ Fußpfetten und Pfettenauflager

Fußpfetten auf der obersten Geschossdecke und Pfettenauflager in der Außenwand brauchen im Regelfall keine feuchtesperrende Schicht z.B. in Form einer Bitumenunterlage oder einer Folienummantelung, sofern nicht mit kapillar aufsteigender Feuchte zu rechnen ist. Dazu zählen auch vorübergehende Feuchteerhöhungen durch Unter- oder Einmörteln. Ausführliche Hinweise zu Balkenköpfen im Mauerwerksbau enthält Kap. 5.4.3. Bei Durchdringungen von Pfetten am Giebelwandaufleger ist auf eine sorgfältige luftdichte Ausführung zu achten, die i.d.R. nur in Verbindung mit Pfetten aus Brettschichtholz durch Abkleben bzw. sorgfältiges Anputzen (Einmörteln) sichergestellt werden kann. Auf den entsprechenden baulich-konstruktiven Holzschutz der außenliegenden Bauteile ist zu achten, vgl. Kap. 6.

5.3 _ Flachdächer und flach geneigte Dächer

5.3.1 _ Konstruktionsprinzipien

Die Holzschutznorm DIN 68800 definiert in Teil 2 die Bezeichnung von Dächern in Abhängigkeit ihrer Neigung folgendermaßen:

Flachdach: $\geq 2\%$ bis $< 5\%$ (3°)

Flach geneigtes Dach: $\geq 3^\circ$ bis $< 5^\circ$

Geneigtes Dach: ab 5°

Konstruktionsbedingt weisen Flachdächer und flach geneigte Dächer außenseitig mindestens diffusionshemmende, eher aber diffusionsdichte Schichten auf, weshalb es sich aus bauphysikalischer Sicht um anspruchsvolle Bauteile handelt. Um eine Zuordnung der Holzbauteile in die GK 0 vornehmen zu können, sind die Besonderheiten der verschiedenen Konstruktionsprinzipien zu beachten (siehe Abb. 5.3.1 bzw. [7]):

Nicht belüftete Flachdächer enthalten keine bewegten Luftschichten im Dachaufbau und unterscheiden sich durch die Lage der Wärmedämmung im Bauteil folgendermaßen:

- Typ I Wärmedämmung oberhalb der Tragebene (Aufdachdämmung)
- Typ II Wärmedämmung in der Tragebene mit Überdämmung
- Typ III Wärmedämmung ausschließlich in der Tragebene (Sonderkonstruktion)

Belüftete Flachdächer enthalten eine bewegte Luftschicht im Dachaufbau, die mit der Außenluft über geplante Bauteilöffnungen in Kontakt steht und vorwiegend dem Feuchteabtransport dient. Unterschieden werden:

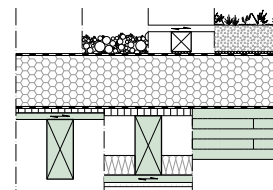
- Typ IV Separate Belüftungsebene
- Typ V Belüftung im Dachraum

Abb. 5.3.1: Konstruktionsprinzipien von Flachdächern

Typ I

Wärmedämmung oberhalb der Tragebene (Aufdachdämmung)

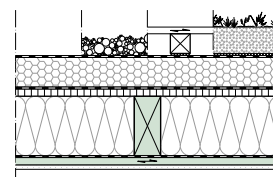
Flachdach mit Aufdachdämmung auf Balkentragwerk oder flächiger Tragkonstruktion (Varianten ohne Deckschicht, mit Bekiesung, Terrassenbelag oder extensiver Begrünung)



Typ II

Wärmedämmung in der Tragebene mit Überdämmung

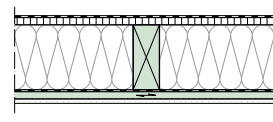
Kombiniertes Flachdach mit Volldämmung und Überdämmung der Tragkonstruktion mit Abdichtung und Behelfsabdichtung, ggf. mit diversen Deckschichten (vgl. Typ I)



Typ III -> Sonderkonstruktion!

Wärmedämmung ausschließlich in der Tragebene

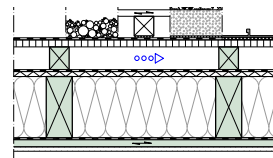
Flachdach mit Volldämmung in Ebene der Tragkonstruktion mit Abdichtung als werkseitig vorgefertigte Sonderkonstruktion, i.d.R. nur ohne Deckschichten und Verschattung möglich



Typ IV

Separate Belüftungsebene

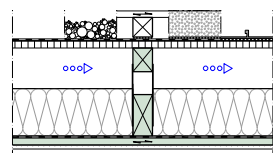
Flachdach mit zusätzlicher Belüftungsebene (Varianten ohne Deckschicht, mit Bekiesung, Terrassenbelag, extensive Begrünung oder Metalledachdeckung)



Typ V

Belüftung im Dachraum

Flach geneigtes Dach (ab 5%) mit Belüftung in Konstruktionsebene mit Abdichtung oder Metalledachdeckung (ab 7°) ggf. mit diversen Deckschichten (vgl. Typ IV)



Eine ausführliche Planungshilfe für Flachdächer ist in der holzbau handbuch Reihe 3/2/1 erschienen: Flachdächer in Holzbauweise [7]

5.3.2 _ Flachdächer mit Aufdachdämmung (Typ I)

Das Anordnen eines Großteils der Wärmedämmung oberhalb der Tragkonstruktion wirkt sich vorteilhaft auf das Feuchteverhalten aus. Durch das Überdämmen ist die Holzkonstruktion nicht bzw. nur geringfügig einer Auskühlung im Winter ausgesetzt, so dass keine Gefahr der Tauwasserbildung an kalten Holzoberflächen besteht. Zudem kann die auf der Dachschalung anzuordnende Dampfsperre als Bauzeiten- bzw. Behelfsabdichtung ausgeführt werden, wodurch das Bauteil robuster wird.

Bei der Ausführung von Dachüberständen muss der Anschluss der luftdichten Ebene an die Innenseite der Außenwand geplant werden – statt einer Durchdringung der Sparren wird die Anordnung von Stichsparren aus der Dämmebene empfohlen. Der Nachweis einer Trocknungsreserve wird bei Typ I nicht gefordert.

Die Einstufung in die Gebrauchsklasse GK 0 ist gemäß DIN 68800-2, Abs. 7.7 unter folgenden Bedingungen möglich:

1. Verwendung technisch getrockneter Hölzer für die Tragkonstruktion,
2. Holzschalung aus technisch getrocknetem Holz ($d \geq 24 \text{ mm}$) oder Holzwerkstoffe ($d \geq 22 \text{ mm}$, geeignet für NKL 1),
3. Anordnung einer Dampfbremsschicht mit rechnerisch nachgewiesenem Diffusionswiderstand bzw. $s_d \geq 100 \text{ m}$ gem. DIN 4108-3. Diese sollte als Bauzeiten- bzw. Behelfsabdichtung ausgeführt werden.
4. Ausreichend druckfeste Wärmedämmung gem. Anforderungen der DIN 4108-10.

Nachweisfreie Konstruktion nach Anhang A der DIN 68800-2, Bauteile A.17 und A.18 in Verbindung mit Dampfbremsschicht $s_d \geq 100 \text{ m}$ gemäß DIN 4108-3

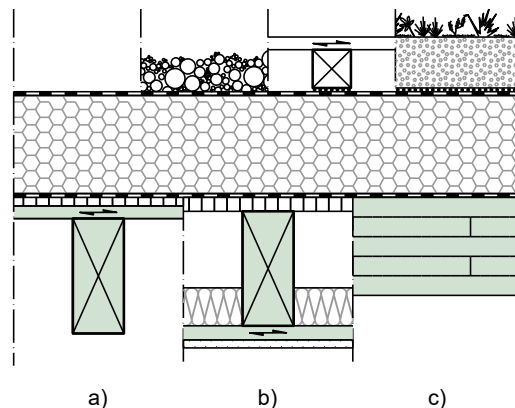


Abb. 5.3.2: Typ I – Flachdachkonstruktionen mit Aufdachdämmung GK 0

mit verschiedenen Deckschichten (ohne, Bekiesung, Terrassenbelag auf Bautenschutzstreifen, extensive Begrünung) auf:

- a) sichtbarer Holzbalkenkonstruktion mit Schalung
- b) Holzbalkenkonstruktion mit unterseitiger Bekleidung
- c) flächigem Holzbausystem (z.B. Brettsperrholz)

Das Anbringen einer unterseitigen Bekleidung (siehe Abb. 5.3.2b) ist dann zulässig, wenn dadurch der Tauwasserschutz für den Gesamtquerschnitt erfüllt bleibt. Bedingung hierfür ist gemäß DIN 4108-3, dass eine Dämmung auf der Bekleidung nicht mehr als 20 % zum Gesamtwärmedurchlasswiderstand R des Bauteils beiträgt. Unter Einhaltung der genannten Bedingungen entfällt der Nachweis des Feuchteschutzes, wenn zudem eine Dampfbremsschicht mit $s_d \geq 100 \text{ m}$ unter der Dämmschicht angeordnet wird. Unter der Balkenlage dürfen keine diffusionshemmenden Schichten montiert werden. Es wird empfohlen, die Luftdichteitesebene oberhalb der Balkenlage zu definieren und diese nicht auskragen zu lassen. Andernfalls sind aufwendige Detaillösungen erforderlich.

5.3.3 _ Vollgedämmte Flachdächer mit Überdämmung (Typ II)

Aufgrund ihrer auch bei großen Dämmdicken kompakten Bauweise erfreuen sich voll ausge-dämmte Flachdachkonstruktionen großer Beliebtheit. Da die Holztragkonstruktion in diesen Fällen im tauwassergefährdeten Bereich liegen kann, handelt es sich im Vergleich zu den Konstruktionen des Typ I aber auch um planungsintensivere Bauteile.

Überdämmung und Behelfsabdichtung

Risikofaktor kann unplanmäßig eingetragene bzw. eingebaute Feuchte sein. Dadurch kann es in der tragenden Dachschalung und an der Oberseite der Holzkonstruktion zu einer kritischen Erhöhung der Holzfeuchte kommen. Um dies zu vermeiden, wird bei den Flachdächern des Typ II eine zusätzliche Überdämmung der Tragkonstruktion angeordnet (siehe Abb. 5.3.4). Ihre Dicke muss bauphysikalisch bemessen werden, im Regelfall sind mindestens 50 % der gesamten Dämmwirkung aufzubringen. Unmittelbar oberhalb der Dachschalung wird eine zweite Abdichtungsebene angeordnet, welche die Funktion einer Behelfs- bzw. Notabdichtung übernimmt. Vollgedämmte Flachdächer mit Überdämmung des Typ II sind aufgrund ihrer größeren Fehler-toleranz den nicht überdämmten Konstruktionen des Typ III mit nur einer Abdichtungsebene grundsätzlich vorzuziehen.

Trocknungsmöglichkeiten schaffen

Da eine Austrocknung von Feuchtigkeit bei nicht belüfteten vollgedämmten Konstruktionen nach außen durch Dachschalung und Dachabdichtung nicht bzw. in nur sehr begrenztem Maß bei einigen Kunststoffdachbahnen stattfinden kann, ist die Ausführung einer konsequenten luftdichten Ebene auf der Raumseite von besonderer Bedeutung. Um für einen ausreichenden Holzschutz gemäß

DIN 68800-2 geforderte Trocknungsreserve von $250 \text{ g}/(\text{m}^2\text{a})$ zu erreichen, muss die Innenseite diffusionsfähig, aber dennoch dampfbremsend ausgebildet werden (vgl. Kap. 4.3.4). Bewährt hat sich hierbei die Verwendung feuchtevariabler Dampfbremsen, deren Besonderheiten aber bei der Bauausführung bekannt sein müssen (vgl. Kap. 4.2.2).

Das bauphysikalische Wirkungsprinzip vollgedämmter, nicht belüfteter Konstruktionen ist in Abbildung 5.3.3 schematisch dargestellt. Besonders zu beachten ist dabei, dass die Rücktrocknung nur dann zustande kommt, wenn eine maßgebende Erwärmung der Bauteiloberseite durch solare Einstrahlung gegeben ist. Nur so kann sich ein ausreichendes Dampfdruckgefälle von außen nach innen einstellen, die sogenannte Umkehrdiffusion.

Umgang mit Verschattung und Begrünung

Eine Verschattung vollgedämmter Flachdachkonstruktionen reduziert die direkte Sonneneinstrahlung und damit auch die erforderliche Rücktrocknung. Bei der Planung sind deshalb dauerhafte Verschattungen z.B. durch PV-Module, aber auch Dachterrassen und Dachbegrünungen besonders zu berücksichtigen. Letztere sind nur als dünn-schichtige extensive Leichtgründächer (ca. 80 mm) in Verbindung mit dauerhaft trockenem Innenraumklima nachweisbar. Eine Vordimensionierung von Flachdachkonstruktionen des Typ II ist nach [7] möglich, vor Ausführung ist jedoch ein rechnerischer Nachweis erforderlich.

Vordimensionierung gem. Anhang in hh 3/2/1 „Flachdächer in Holzbauweise“ [7]

Bei einschaligen Flachdachkonstruktionen des Typ II bewirkt eine Überdämmung der Holzkonstruktion in Verbindung mit einer Behelfsabdichtung eine wirksame Verbesserung der Robustheit gegenüber Konstruktionen des Typ III.

Abb. 5.3.3:

Wirkungsprinzip von Feuchte in einschaligen Konstruktionen: im Winter begrenzter Feuchte-eintrag durch Diffusion, bei ausreichender Erwärmung der Dachoberseite erfolgt die Rücktrocknung zur Raumseite durch die (ggfs. feuchtevariable) Dampfbremse hindurch (siehe auch Hinweis oben sowie Ausführung zu Typ III auf der Folgesseite)

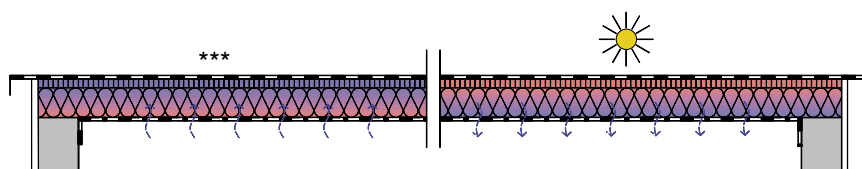
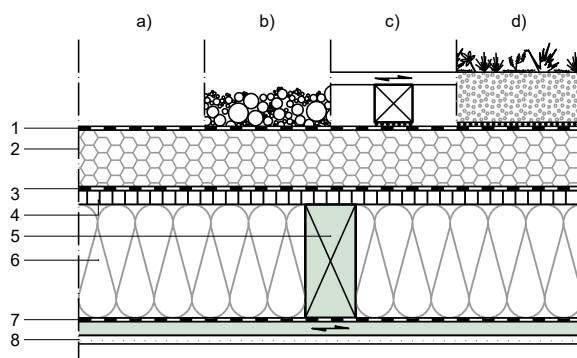


Abb. 5.3.4: Typ II – Kombiniertes Flachdach mit Voll-
dämmung und Überdämmung der Tragkonstruktion
ohne und mit verschiedenen Deckschichten (a-c)



Für diesen Aufbau ist eine
hygrothermischer Simulation
nach DIN 4108-3 Anhang D
erforderlich. Die Dicke der
Zusatzdämmung ist bauphy-
sikalisch zu bemessen und
beträgt i.d.R. mind. 50 % des
Gesamtwärmedurchlasswi-
derstands.

- 1 Dachabdichtungsbahn
(Bitumen-, EPDM- oder Kunststoffdachbahn)
 - a) ohne Deckschicht
 - b) mit Bekiesung als Beschwerung
 - c) mit offenem Terrassenbelag auf Bautenschutzstreifen
 - d) mit extensiver Dachbegrünung $d \leq 80$ mm
- 2 Zusatzdämmung Typ DAA
(Mindestdicke gemäß hygrothermischer Simulation
nach DIN 4108-3, Anhang D)
- 3 Behelfsabdichtung $s_d \geq 100$ mm
- 4 Trockene Vollholzschalung, $\max u = 15$ % ($d \geq 24$ mm)
oder Holzwerkstoff ($d \geq 22$ mm)
- 5 Trockenes Holzprodukt ($u \leq 15$ %)
- 6 Volldämmung (mineralischer Faserdämmstoff nach
DIN EN 13162, Holzfaserdämmstoff nach
DIN EN 13171 oder Faserdämmstoff mit
bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis)
- 7 Feuchtevariable Dampfbremse mit $s_d \geq 3$ m bei
 ≤ 45 % r.F. und $1,5$ m $\leq s_d \leq 2,5$ m bei 71,5 % r.F.
- 8 Innenseitige Bekleidung mit/ohne Lattung $s_d \leq 0,5$ m

5.3.4 _ Vollgedämmte Flachdächer ohne Überdämmung (Typ III)

Flachdächer mit Volldämmung ausschließlich in
der Ebene der Tragkonstruktion in Verbindung
mit nur einer Abdichtungsebene werden als
Sonderkonstruktionen eingestuft (Abb. 5.3.5).
Erfahrungen zeigen, dass diese Bauweise eine
sehr geringe Fehlertoleranz und damit eine
hohe Schadensanfälligkeit aufweist. Sie sollte
deshalb kleinflächigen Bauteilen vorbehalten
bleiben, z.B. als Gaubendach (Hinweise siehe
Folgesseite).

Sollte die Planung und Umsetzung großflächiger
Konstruktionen des Typ III gewünscht sein,
werden zusätzliche qualitätssichernde Maßnah-
men sowie eine Leckagedetektion dringend
empfohlen [7]. Zusätzliche Deckschichten oder
Verschattungen sollten hierbei ausgeschlossen
werden. Eine Einstufung dieser Sonderkonstruk-
tionen in die GK 0 ist ohne rechnerischen Nach-
weis nur unter Einhaltung restriktiver Randbe-
dingungen möglich und deshalb für den Regel-
fall auch nicht empfehlenswert.

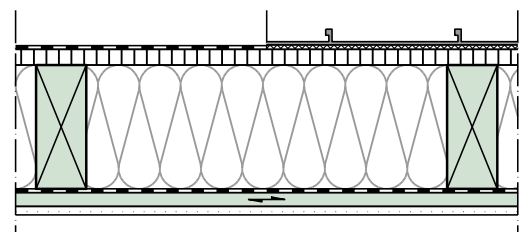


Abb. 5.3.5: Typ III – Einschalige Flachdachkonstruktion
(abgedichtet oder als Metaldach) nur als Sonderkon-
struktion in GK 0 ausführbar; ausführliche Hinweise
in [7]

DIN 68800-2 enthält in Anhang A.19 eine nachweisfreie Beispielkonstruktion¹⁾ zur Einstufung in GK 0 mit Dachabdichtung und Metалldachdeckung, für die folgende acht Anforderungen zugleich zu erfüllen sind:

1. Dachneigung mindestens 3 % oder 2°.
2. Dunkle Dachabdichtung mit Strahlungsabsorptionsgrad von mindestens 80 %, alternativ: Metалldachdeckung auf strukturierter Trennlage.
3. Technisch getrocknete Holzprodukte mit Einbaufeuchte von max. 15 %.
4. Feuchtevariable diffusionshemmende Schicht mit $s_{d,i} \geq 3$ m bei ≤ 45 % mittlerer relative Luftfeuchte und $1,5 \text{ m} \leq s_{d,i} \leq 2,5$ m bei 71,5 %.
5. Hohlraumfreie Dämmung als mineralischer Faserdämmstoff (DIN EN 13162), Holzfaserdämmstoff (DIN EN 13171) oder Dämmstoff mit bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis¹⁾.
6. Installationen raumseitig der Luftdichtheitsebene, ggf. Installationsebene erforderlich.
7. Keine die Erwärmung mindernde Deckschichten (z.B. Kies, Begrünung) und Verschattungsfreiheit dauerhaft (baurechtlich) sichergestellt.
8. Werkseitige Vorfertigung der Dachbauteile oder max. 20 m² bei Baustellenfertigung.

1) Zum in DIN 68800 im Anhang A, Bild A.19 aufgeführten nachweisfreien Bauteilaufbau werden schwer einzuhaltende Randbedingungen benannt, z.B. eine baurechtlich gesicherte Verschattungsfreiheit, weshalb eine vereinfachte Bewertung des Feuchteschutzes i.d.R. nicht möglich ist.

Typ III als kleinflächige Konstruktion¹⁾ ($A < 20 \text{ m}^2$)

Bei kleinflächigen Konstruktionen wie z.B. Gauen werden häufig schlanke Dachaufbauten gefordert. Aufgrund ihrer Kleinteiligkeit ist das Schadenspotential hier jedoch geringer.

Der Dachaufbau Typ III kann hier unter besonderer Berücksichtigung nachfolgender sieben Planungsgrundsätze für kleinflächige Konstruktionen mit $A < 20 \text{ m}^2$ in die GK 0 eingestuft werden:

1. Keine zusätzlichen Deckschichten wie z.B. Dachbegrünung oder Bekiesung,
2. Keine Verschattung z.B. durch PV-Anlagen,
3. Dunkle Dachabdichtung (Strahlungsabsorption ≥ 80 %) oder Metалldachdeckung gemäß Planungshilfe (Anlage) mit Dachneigung $\geq 7^\circ$,
4. Feuchtevariable Dampfbremse,
5. Holzfeuchte $u < 15$ %,
6. Aufbringen der Dachabdichtung bzw. einer Bauzeiten-Behelfsabdichtung unmittelbar nach Montage,
7. Hygrothermischer Nachweis nach DIN 4108-3²⁾

Auch bei kleinflächigen Bauteilen mit dem Typ III sind Dachaufbauten, welche die Rücktrocknung einschränken, zu vermeiden. Eine Leckagededektion bzw. ein Monitoring können entfallen.

1) In der Holzschutznorm DIN 68800-2 ist in Anhang A, Bild A.22 ein ähnliches Bauteil als kleinteilige Bauweise (max. 10 m²) mit raumseitig angeordneter diffusionshemmender Schicht ($s_{d,i} = 50$ bis 100 m) dargestellt. Diese Konstruktion entspricht nicht den Empfehlungen zur sicheren Ausführung von Flachdächern und ist gesondert zu bewerten. Sie findet im industriellen Fertigtbau i.d.R. als einteiliges Bauteil im Rahmen besonderer qualitätssichernder Maßnahmen Anwendung. Hierbei ist davon auszugehen, dass durch die vollständige Vorfertigung inkl. einer ersten Abdichtungslage und durch Qualitätsüberwachung ein fugenloses und luftdichtes Bauteil entsteht. Nach DIN 4108-3 und anderen Regelwerken ist ein bauphysikalischer Nachweis erforderlich.

2) Ein solcher Nachweis wird gemäß DIN 68800-2, Abs. 7.5 gefordert und ist in DIN EN 15026 geregelt.

Weitere Informationen und bauphysikalisch bewertete Flachdachbauteile in: Informationsdienst HOLZ, Flachdächer in Holzbauweise, holzbau handbuch Reihe 3, Teil 2, Folge 1 [7]

5.3.5 _ Belüftete Flachdachkonstruktionen (Typen IV und V)

Durch die Belüftung von Flachdachkonstruktionen kann infolge von Diffusion oder anderweitig eingebrachte Feuchte zügig abgeführt werden, ohne dass hierfür eine bestimmte Erwärmung der Bauteiloberfläche erforderlich ist. Belüftete Konstruktionen bieten sich deshalb auch bei Flachdächern mit Terrassennutzung, aufgestellten PV-Modulen oder extensiver Begrünung an (siehe Abb. 5.3.6). Voraussetzung für die Dauerhaftigkeit dieser Konstruktionen ist die Funktionstüchtigkeit der Belüftung, deren Wirksamkeit abhängig ist von:

- **Dachneigung** → möglichst groß ($> 3^\circ$)
- **Belüftungsweg** → möglichst kurz und ohne Unterbrechungen (max. 15 m)
- **Belüftungsquerschnitt** → möglichst groß
- **Be- und Entlüftungsöffnungen** → direkt durch Wind anströmbare und gegenüberliegend

Zeitgemäße belüftete Flachdachkonstruktionen verfügen über eine voll ausgedämmte, winddicht ausgeführte Dämmebene. Die Belüftung erfolgt in einer zusätzlichen Konstruktionsebene, deren obere Abdeckung als Feuchteschutz gegenüber Sekundätauwasser ausgebildet ist (Typ IV, siehe Abb. 5.3.6).

In DIN 68800-2 Bild A.16 werden folgende Randbedingungen für Belüftungslängen bis 15 Metern benannt:

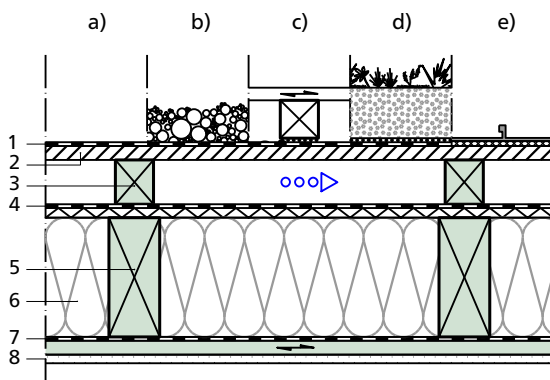
- Länge des durchgehenden Hohlraums ≤ 15 m
- freie Lüftungshöhe bis 10 m Länge ≥ 50 mm; je m weiterer Hohlraumlänge + 20 mm (bei 15 m ergeben sich 150 mm)
- Bei den Lüftungshöhen sind evtl. Materialtoleranzen zu berücksichtigen.
- Lüftungsgitter in Be- und Entlüftungsöffnungen müssen Öffnungen von ≥ 40 % der belüfteten Querschnittsfläche aufweisen und sollten direkt gegenüberliegend geplant sein.

Die Größe des **Belüftungsquerschnitts** ist in Abhängigkeit von der Dachneigung zu dimensionieren. Eine fehlende oder nur geringe Dachneigung beschränkt die Thermik und hemmt somit die erforderliche Luftbewegung im Hohlraum. Für Dächer mit unklaren Belüftungssituationen sollten nicht belüftete Konstruktionen bevorzugt werden (Typen I und II).

Ein Vorteil belüfteter Konstruktionen des Typ IV (vgl. Abb. 5.3.6) gegenüber Typ V ist das Vorliegen einer zweiten wasserführenden Ebene, welche zusätzliche Sicherheit gegenüber Feuchteintrag von außen bietet. Die Ausführung der Unterdeckung kann in Anlehnung an DIN 68800-2, Bild A.16 erfolgen als:

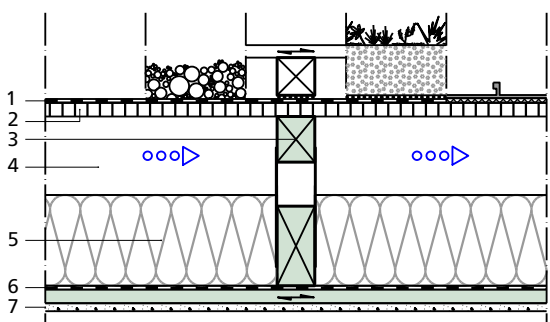
- Abdeckung mit diffusionsäquivalenter Luftschichtdicke $s_d \leq 0,3$ m oder
- trockene Bretterschalung mit $b \leq 160$ mm mit Unterdeckbahn $s_d \leq 0,3$ m oder
- Holzfaserdämmplatte beliebiger Dicke für das Anwendungsgebiet DADdm nach DIN 4108-10

Abb. 5.3.6: Typ IV – Belüftetes Flachdach GK 0 mit verschiedenen Deckschichten (geeignet für Belüftungsweglängen bis 15 m)



- 1 Dachabdichtung bzw. -deckung
 - a) ohne Auflage,
 - b) mit Bekiesung oder extensiver Begrünung,
 - c) mit Terrassenbelag auf Streifen Bautenschutzbahn
 - d) mit extensiver Begrünung
 - e) Metaldachdeckung auf strukturierter Trennlage (z.B. Stehfalzdeckung ab DN 7°; geringere Dachneigungen nur mit besonderen Maßnahmen denkbar)
- 2 Tragende Dachschalung (GK 0) aus trockenem Holz ($d \geq 24$ mm) oder aus Holzwerkstoff als tragende Beplankung für Anwendung im Feuchtbereich (NKL 2)
- 3 Unterkonstruktion als trockenes Vollholzprodukt (GK 0), belüfteter Hohlraum bis 10 m Länge ≥ 50 mm, je m weitere Hohlraumlänge + 20 mm; Be- und Entlüftungsöffnungen ≥ 40 % des Belüftungsquerschnittes
- 4 Unterdeckung bestehend aus: Abdeckung (Folie) mit diffusionsäquivalenter Luftschichtdicke $s_d \leq 0,3$ m oder Trockene Brettschalung max. $b = 160$ mm, abgedeckt mit Unterdeckbahn $s_d \leq 0,3$ m oder Holzfaserdämmplatte nach DIN EN 13171 beliebiger Dicke (Anwendungsgebiet DADdm) nach DIN 4108-10 ausgeführt als Unterdeckplatte Typ IL nach DIN EN 14964
- 5 Trockenes Holzprodukt
- 6 Faserdämmstoff nach DIN EN 13162, Holzfaserdämmung nach DIN EN 13171 oder Dämmstoff mit bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis, z.B. Zellulose
- 7 Dampfbremse und Luftdichtung mit $s_d \geq 2$ m oder geeignete Holzwerkstoffplatte
- 8 Innenseitige Bekleidung mit/ohne Lattung

Abb. 5.3.7: Typ V – Belüftetes Flachdach GK 0 mit Belüftung in Konstruktionsebene



- 1+2 wie Abb. 5.3.6
- 3 Tragkonstruktion als trockenes Holzprodukt z.B. Nagelplattenbinder
- 4 Hohlraum als Belüftungsebene
- 5 Dämmstoff als Teildämmung, Materialien wie Typ IV (Abb. 5.3.6)
- 6 Dampfbremse und Luftdichtung mit $s_d \geq 2$ m oder geeignete Holzwerkstoffplatte
- 7 Innenseitige Bekleidung mit/ohne Lattung

5.4 _ Decken und Balkenaufleger

Innenliegende Deckenkonstruktionen unterliegen nur dann einer besonderen Feuchtebeanspruchung, wenn diese Warm- und Kaltbereiche voneinander trennen. Meist sind dies oberste Geschossdecken zu ungedämmten Dachräumen. Besonderer Beachtung bedarf zudem die Ausführung von Balkenköpfen im Mauerwerksbau (siehe Kap. 5.4.3). Ansonsten werden an den Holzschutz innenliegender Deckenkonstruktionen nur dann bestimmte Anforderungen gestellt, wenn diese im Bereich von Feuchträumen angeordnet sind (siehe Kap. 5.7) oder bestimmte Gefährdungen z.B. durch installierte Sprinkleranlagen bestehen. Hierfür sollten ggf. in Abstimmung mit den Versicherungen besondere Schutzkonzepte entwickelt werden.

Oberfläche, z.B. in Verbindung mit Holzwerkstoffen oder Holzschalungen, können unter Beachtung des Tauwasserschutzes aufgebracht werden.

In Bezug auf den Tauwasserschutz nachweisfreie Konstruktionen zur Einstufung in die GK 0 müssen gemäß Anhang A.21 der DIN 68800-2 folgende Anforderungen erfüllen:

1. Raumseitige Dampfbremse mit $s_d \geq 2 \text{ m}$.
2. Trockenes Holzprodukt.
3. Obere Schalung oder Beplankung mit $s_d \leq 2 \text{ m}$, z.B. Vollholzdiele, Spanplatten oder entsprechende OSB-Platten.

Ist oberseitig eine dampfbremsende Ausführung mit $s_d \leq 4 \text{ m}$ geplant (z.B. EPS-Dämmung mit Holzwerkstoffplatte) fordert die DIN 68800-2 den Diffusionswiderstand der raumseitigen Dampfbremse auf 20 m bis maximal 50 m zu erhöhen. Zu beachten ist, dass sich bei dieser diffusionshemmenden Bauweise das Trocknungsvermögen des Bauteils erheblich verringert, weshalb der luftdichten Ausführung der Konstruktion hier eine besondere Bedeutung zukommt. Deshalb wird empfohlen Durchdringungen weitgehend zu vermeiden.

Decken mit Aufdämmung

Derartige Konstruktionen verhalten sich ähnlich robust wie Flachdächer mit Aufdachdämmung, da die konstruktiven Bauteile nicht im durch Tauwasser gefährdeten Bereich liegen. Auch hier ist eine luftdichte Ausbildung der Konstruktion erforderlich. Auf den Nachweis des Tauwasserschutzes kann unter Einhaltung der für Decken mit Dämmung im Gefach geforderten Diffusionswiderstände verzichtet werden. Dämmstoffe und Bekleidungen zwischen bzw. unterhalb der Holzkonstruktion sind zulässig, wenn diese nicht mehr als zu 20 % zum Gesamtwärmedurchlasswiderstand R des Bauteils beitragen.

Hinweis zu obersten Geschossdecken mit Dämmung im Gefach:

Zusätzlich auf der Deckenoberseite angeordnete Beläge oder großflächige, dicht anliegende Gegenstände können die Bildung von Tauwasser in der Deckenkonstruktion zur Folge haben. Hierüber sollte der Bauherr aufgeklärt werden.

5.4.1 _ Oberste Geschossdecken zu kalten Dachräumen

Oberste Geschossdecken unter kalten bzw. nicht ausgebauten Dachräumen gelten in Bezug auf Feuchteeinwirkungen als stark beansprucht, weil der auf die trennenden, wärmedämmten Bauteile einwirkende Luftdruck hier am größten ist. Die Bauteile müssen grundsätzlich luftdicht ausgeführt werden, ebenso im Bereich von Durchdringungen und Anschlüssen. Im Besonderen gilt dies für hohe Räume und mehrgeschossige Gebäude aufgrund der hohen Druckunterschiede.

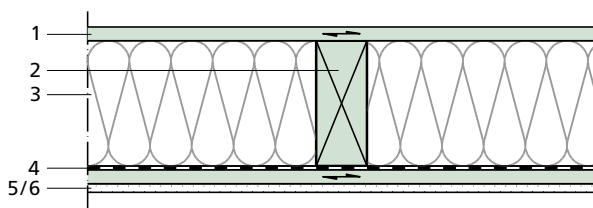
Zu unterscheiden sind Decken:

- a) mit dem Großteil der Dämmung im Gefach (ohne Belüftung),
- b) mit Dämmung im Wesentlichen oberhalb der Tragkonstruktion (Aufdämmung).

Decken mit Dämmung im Gefach

Raumseitig können zusätzliche Beplankungen angeordnet werden, sofern der Tauwasserschutz für den Gesamtquerschnitt erfüllt ist (siehe Abb. 5.4.1). Zusätzliche Dämmschichten mit trittfester

Abb. 5.4.1: Decke mit Dämmung im Gefach zu kaltem Dachraum



- 1 Obere Schalung (GK 0) oder Beplankung (NKL 2) mit $s_d \leq 2$ m z.B. Bretterschalung ($d \leq 40$ mm) oder Spanplatte ($d \leq 21$ mm)
- 2 Deckenbalken aus trockenem Vollholz (GK 0)
- 3 Hohlraumdämmung als Faserdämmstoff nach DIN EN 13162, Holzfaserdämmung nach DIN EN 13171 oder Dämmstoff mit bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis, z.B. Zellulose
- 4 Dampfbremse und Luftdichtung mit $s_d \geq 2$ m
- 5 Lattung bzw. Installationsebene, sofern erforderlich
- 6 Beplankung (GKB oder Holzschalung)

Rechenbeispiele zur Planung der Deckenschalung:

OSB/3, $d = 18$ mm, $\mu = 150$

($\mu = 50/30$ gem. DIN 4108-4 unrealistisch)

→ $s_d = 150 \times 0,018$ m = 2,7 m > 2 m (vgl. Tab. 4.1)!

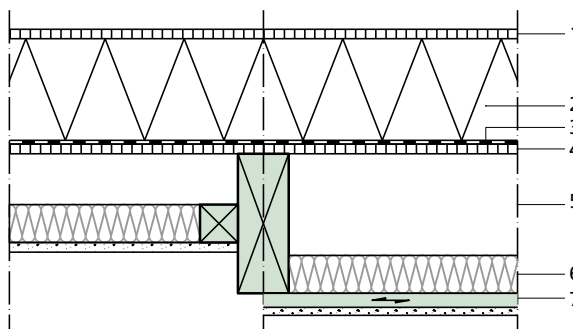
→ Reduzierung der Dicke auf 12 mm erforderlich (Statik prüfen!)

Spanplatte, $d = 21$ mm, $\mu = 50$

→ $s_d = 50 \times 0,021$ m = 1,05 m < 2 m ✓

Hinweis: Es wird empfohlen, oberseitig eine Vollholzschalung zu verwenden oder bei Verwendung von Holzwerkstoffen, diese zusätzlich zu überdämmen.

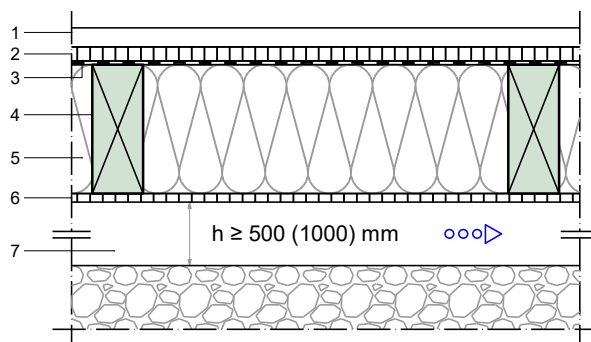
Abb. 5.4.2: Decke mit Aufdämmung zu kaltem Dachraum mit unterseitiger oder zwischenliegender Bekleidung



- 1 Belag z.B. Holzwerkstoffplatte (NKL 2)
- 2 Dämmsystem (druckfest) nach DIN EN 13162 bis DIN EN 13171 oder mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis (z.B. Holzweichfaserdämmplatten)
- 3 Dampfbremsschicht mit $s_d \geq 2,0$ m soweit zusätzlich erforderlich, ggf. als Luftdichtheitsebene
- 4 Schalung oder Beplankung (GK 0), z.B. Spanplatte oder OSB/3, luftdicht verklebt
- 5 Deckenbalken aus trockenem Vollholz (GK 0)
- 6 Hohlraumdämmung als Faserdämmstoff (mit R max. 20 % von R_{ges})
- 7 Beplankung unterseitig oder zwischenliegend, z.B. GKB

Hinweis: Die Lage der Luftdichtheitsebene (Nr. 3) oberhalb der Balkenlage kann zu aufwendigen Anschlüssen an die vertikalen Wandbauteile führen, z.B. bei auskragenden Bauteilen (Balkone).

Abb. 5.4.3 Decke über Außenluft mit Mindestabstand von 500 mm zur Geländeoberkante



- 1 Fußbodenaufbau
- 2 Raumseitige Schalung oder Beplankung, luftdicht (z.B. 22 mm OSB/3 mit dampfbremsender Wirkung)
- 3 Dampfbremsschicht sofern zusätzlich erforderlich (vereinfachter Nachweis nach Tab. 4.1 möglich)
- 4 Deckenbalken aus trockenem Vollholz (GK 0)
- 5 Faserdämmstoff nach DIN EN 13162, Holzfaserdämmung nach DIN EN 13171 oder Dämmstoff mit bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis, z.B. Zellulose
- 6 Unterseitige Bekleidung oder Beplankung (NKL 2), vorzugsweise zementgebundene Spanplatte nach DIN EN 634
- 7 Belüftungsraum mit 50 cm bei gegenüberliegenden Öffnungen, sonst mit 100 cm (einseitige Öffnungen)

5.4.2 _ Decken über Kellerräumen, Kriechkellern und Außenluft

Deckenbauteile, welche die wärmedämmende Gebäudehülle nach unten abschließen, können durch Feuchteinwirkungen aus dem Untergrund (Keller oder Kriechkeller) beansprucht werden.

Decken über Außenluft

Aufgrund des in diesem Fall großen Temperatur- und damit Dampfdiffusionsgefälles ist eine luftdichte und dampfbremsende Ausführung erforderlich. Die dampfbremsende Wirkung ist meist durch die tragende raumseitige Beplankung in Verbindung mit dem Fußbodenaufbau gegeben. Als Mindestabstand zwischen Unterkante Decke und Oberkante Gelände verlangt DIN 68800-2 bei ausreichender Belüftung über zumindest zwei Seiten ein Maß von 50 cm, ansonsten 100 cm (siehe Abb. 5.4.3). Wird der Mindestabstand nicht eingehalten sind diese Bauteile wie Decken über Kriechkellern zu behandeln.

Decken über geschlossenen Kellerräumen

Grenzen Decken an geschlossene Kellerräume, ist das Temperaturgefälle im Winter so gering, dass zusätzliche dampfbremsende Schichten auf der Oberseite meist nicht erforderlich sind. Dennoch ist auch hier eine luftdichte Bauteilausbildung im Bereich von Durchdringungen erforderlich. Aufgrund möglicher Einwirkungen durch erhöhte Luftfeuchte aus dem Kellerbereich muss die unterseitige Bekleidung oder Beplankung für den Feuchtbereich (NKL 2) zugelassen sein (vgl. Tabelle 3.3).

Decken über Kriechkellern

Die Besonderheit solcher Konstruktionen besteht in der Anforderung an die Ausbildung des Untergrunds und die Belüftung der Kriechkeller, um Feuchteinwirkungen auf ein verträgliches Maß zu begrenzen. Auf Grundlage von Forschungsergebnissen [8] werden in DIN 68800-2 neben der luftdichten Ausbildung der raumseitigen Beplankung konkrete Randbedingungen in Bezug auf Belüftung, Kriechkellerhöhe, Deckenbeplankung und Ausführung der Geländeoberfläche benannt (siehe Abb. 5.4.4).

Randbedingungen für Decken über Kriechkellern zur Einstufung in GK 0, die alle einzuhalten sind:

1. Unterseitige Deckenbeplankung aus Materialien zur Anwendung im Feuchtebereich (z.B. zementgebundene Spanplatten).
2. Mindestkriechkellerhöhe 20 cm (in Bezug auf Zugänglichkeit sind 50 cm empfohlen).
3. Regelmäßig in den Wänden angeordnete Belüftungsöffnungen mit Bruttoquerschnitt zwischen 10 cm² und 20 cm² je Quadratmeter Grundfläche und kleintier-sicherer Abdeckung.
4. Vollflächige diffusionshemmende Schicht mit $s_d \geq 100$ m auf dem Erdreich in Verbindung mit kapillar nicht saugfähiger Auflage (z.B. Grobkiesfüllung oder Dämmung).

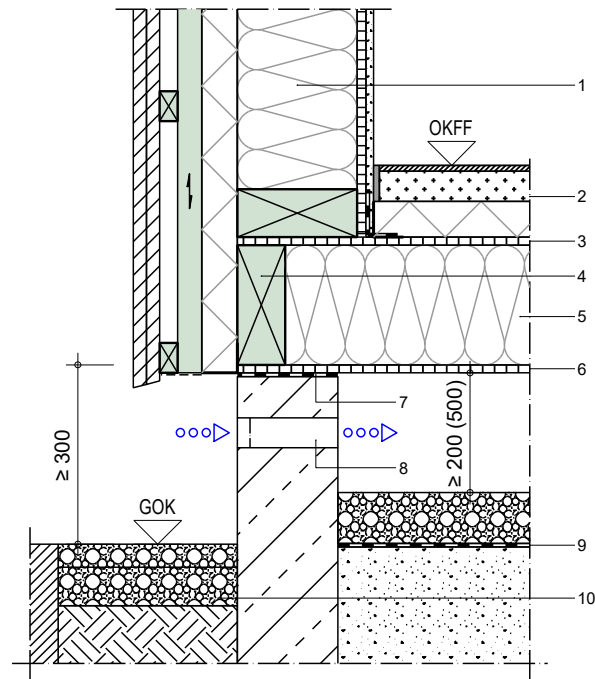


Abb. 5.4.4 Sockelanschluss GK 0 für Decke über Kriechkeller mit Belüftungsöffnungen

- 1 Holzrahmenbau-Wandelement
- 2 Fußbodenaufbau
- 3 Raumseitige Schalung (GK 0) oder Beplankung aus Holzwerkstoff (NKL 1) mit $s_d \geq 2,0$ m (luftdicht); Dampfbremsschicht sofern zusätzlich erforderlich (vereinfachter Nachweis nach Tab. 4.1 möglich)
- 4 Deckenbalken und Randbalken aus trockenem Vollholz (GK 0)
- 5 Faserdämmstoff nach DIN EN 13162, Holzfaserdämmung nach DIN EN 13171 oder Dämmstoff mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis, z.B. Zellulose
- 6 Unterseitige Bekleidung oder Beplankung (NKL 2), vorzugsweise zementgebundene Spanplatte
- 7 Feuchtesperre (Bitumenbahn)
- 8 Belüftungsöffnungen mit $A = 10$ bis 20 cm² je Quadratmeter Grundfläche
- 9 Vollflächige diffusionshemmende Schicht mit $s_d > 100$ m, z.B. PE-Folie, überlappt und überdeckt, z.B. mit Grobkies 16/32 mm – Wassersackbildung vermeiden!
- 10 Sockelausbildung spritzwassergeschützt (30 cm bei Holzfassade, vgl. Kap. 5.6)

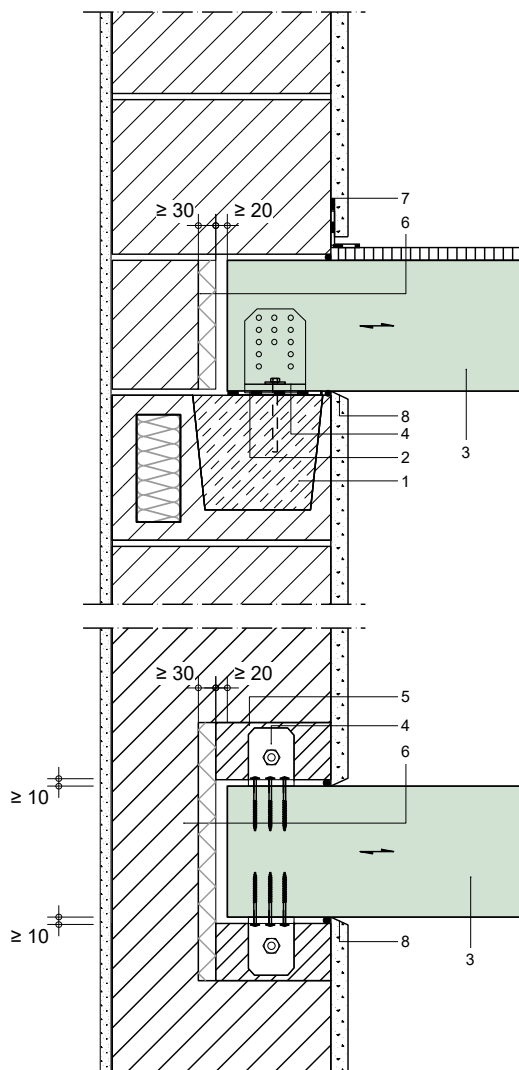
5.4.3 Balkenköpfe im Mauerwerksbau

Die Auflagerung von Balkenköpfen auf Wandbauteilen aus Stahlbeton oder Mauerwerk muss besonders beachtet werden, da eine Befeuchtung der Balken insbesondere über das Hirnholz zu erheblichen Schäden führen kann.

Abb. 5.4.5a und b:

Ausführung Balkenkopfauf-lager (sichtbar) auf Mauerwerkswand in GK 0 (Draufsicht und Ansicht)

- 1 Ringbalken (Stahlbeton)
- 2 Trennlage (Bitumenstreifen) im Altbau bei möglicher kapillarer Feuchteinwirkung (ohne Überstand)
- 3 Sichtbalken
- 4 Befestigung gemäß Statik (z.B. Winkelverbinder)
- 5 Beimauerung mit Luftspalt (seitlich mind. 10 mm)
- 6 Vor-Kopf-Dämmung (sofern kein WDVS)
- 7 Luftdichter Anschluss an Deckenschalung (Abklebung)
- 8 Luftdichter Anschluss an Balken durch Komprimband (Innenputz mit Kellenschnitt oder Anputzleiste)



Grundsätzlich ist zu beachten, dass außenseitig der Schlagregenschutz nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik ausgeführt wird, wozu eine geringe Wasseraufnahme und hohe Diffusionsoffenheit zählen. Zudem ist der Holzbalken raumseitig so luftdicht anzuschließen, dass Konvektion in die Balkenkopftasche verhindert wird. Weiterhin sind der kapillare Kontakt und die damit verbundene Feuchteaufnahme aus den angrenzenden Baustoffen zu verhindern, was im Altbau häufig nur durch eine Trennlage (Nr. 2 in Abb. 5.4.5) möglich ist. An den anderen vier Seiten ist eine (dünne) Luftschicht erforderlich. Das vollständige Einpacken des Holzbalkenkopfs mit diffusionshemmenden oder -dichten Systemen (Anstriche oder Einschlagen mit Bitumbahnen) ist schädlich, da eindringende Feuchte nicht mehr austrocknen kann [9].

Bei Neubauten verhindern außenliegende Wärmedämmverbundsysteme wirksam das Entstehen hoher Feuchten an der Stirnseite des Balkens, so dass Trennlagen entbehrlich sind. Im Altbau sind Balkenköpfe bei Sichtmauerwerk und unzureichend verputztem Mauerwerk aufgrund zu hoher Wasseraufnahme oder schadhafter Putzoberflächen bei äußeren Feuchteinwirkungen durch Schlagregen besonders gefährdet.

Beim nachträglichen Einbau von Innendämmsystemen reduziert sich das Austrocknungsvermögen der Wand und es kann zu länger andauernden erhöhten Holzfeuchten am Balkenkopf kommen. Dem Schlagregenschutz muss in diesen Fällen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Es wird empfohlen geeignete individuelle Lösungen zu planen und diese durch bauphysikalisch überprüfen zu lassen, siehe hierzu auch WTA-Merkblatt 8-14 [WTA 8-14].

5.5 _ Außenwandkonstruktionen

5.5.1 _ Grundsätzliche Anforderungen

DIN 68800-2 unterscheidet bei Außenwänden zwischen Holztafelbauweise (Holzrahmenbau) und Holzmassivbauweisen (z.B. Brettspertholz), siehe Abb. 5.5.1 bis 5.5.3:

Anforderungen an Außenwände in Holzrahmen- und Holzmassivbauweise zur Einstufung in GK 0 (von außen):

1. Außenseitig dauerhaft wirksamer Witterschutz
 - a) als vorgehängte Außenwandbekleidungen in geschlossener oder offener Ausführung bzw. als Blockbohlenbekleidung (siehe Kap. 5.5.2),
 - b) als Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) oder aus Holzwoleleichtbauplatten (siehe Kap. 5.5.3),
 - c) als Mauerwerk-Vorsatzschale (siehe Kap. 5.5.4)
2. Bei Vorhangfassaden äußere diffusionsoffene Bekleidung oder Beplankung, im Regelfall mit $s_d \leq 0,3$ m oder geeigneter Dämmstoff.
3. Faserdämmstoffe als Gefachdämmung bzw. geeignete außenliegende Faserdämmstoffe oder Hartschaumplatten im Massivholzbau.
4. Holzständer- bzw. Massivholzkonstruktion aus trockenen Holzprodukten.
5. Raumseitig dampfdiffusionshemmende Schicht mit $s_d \geq 2,0$ m, auch im Bereich von Anschlüssen und Durchdringungen luftdicht ausgeführt.

Anforderungen an den Diffusionswiderstand

Die Mindestanforderungen an den Diffusionswiderstand der Innen- und Außenbauteile richten sich nach den jeweiligen Konstruktionen. Bei Holztafelbaukonstruktionen reicht es im Regelfall aus, die raumseitige Beplankung als dampf-

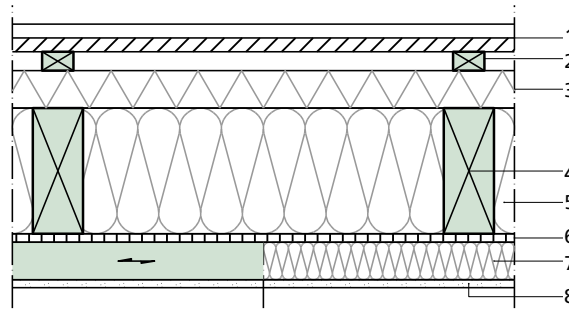


Abb. 5.5.1 Außenwandquerschnitt in Holztafelbauart

GK 0 mit Beplankung und Installationsebene (von außen nach innen):

- 1 Vorgehängte Außenwandbekleidung als Witterschutz
- 2 Unterkonstruktion bzw. Hohlraum
- 3 Äußere Bekleidung oder Beplankung (i.d.R. $s_d \leq 0,3$ m)
- 4 Trockene Holzrahmenkonstruktion (GK 0)
- 5 Dämmebene (Faserdämmstoff nach DIN EN 13162, Holzfaserdämmung nach DIN EN 13171 oder Dämmstoff mit bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis, z.B. Zellulose)
- 6 Beplankung (Holzwerkstoff mit dampfbremsender Funktion, i.d.R. $s_d \geq 2,0$ m, NKL 1)
- 7 Installationsebene (sofern erforderlich), ggf. ausgedämmt
- 8 Raumseitige Bekleidung, z.B. GKB

bremssende Ebene mit $s_d \geq 2,0$ m vorzusehen, sofern außenseitig eine diffusionsoffene Ausführung mit $s_d \leq 0,3$ m vorliegt (siehe Tab. 4.1). Diese Anforderung wird i.d.R. mit einer 15 mm dicken OSB/3-Platte ohne zusätzliche Dampfbremse erfüllt, vgl. Kap. 4.2.6.

Bei außenseitig diffusionshemmenden Schichten mit s_d bis 4 m (z.B. Wärmedämm-Verbundsystem aus Hartschaumplatten) müssen raumseitig Dampfbremsschichten mit s_d -Werten zwischen 20 m und maximal 50 m angeordnet werden. Aufgrund des dadurch geringeren Rücktrocknungsvermögens im Sommer bleiben diese Konstruktionen nach DIN 68800-2 werkseitig vorgefertigten Elementen mit beidseitiger Beplankung vorbehalten, siehe Hinweis in Kap. 4.2.6 „Außenseitig diffusionsbrensende Bauteile“.

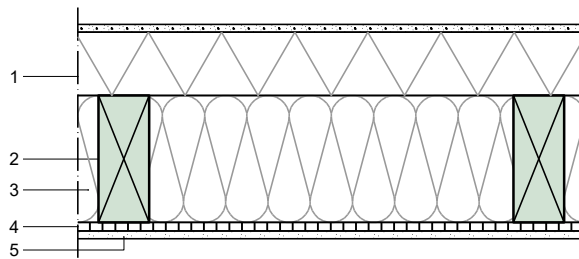


Abb. 5.5.2 Außenwandquerschnitt in Holztafelbauart GK 0 mit Holzfaser-WDVS (von außen nach innen):

- 1 Wärmedämm-Verbundsystem als Wetterschutz (hier: Holzfaserdämmung, $s_d \leq 0,3$ m; andere Dämmsysteme auf zusätzlicher Beplankung gemäß bauaufsichtlicher Zulassung)
- 2 Trockene Holzrahmenkonstruktion (GK 0)
- 3 Dämmebene (Faserdämmstoff nach DIN EN 13162, Holzfaserdämmung nach DIN EN 13171 oder Dämmstoff mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis, z.B. Zellulose)
- 4 Beplankung (Holzwerkstoff mit dampfbremsender Funktion, i.d.R. $s_d \geq 2,0$ m, NKL 1)
- 5 Raumseitige Bekleidung, z.B. GKB

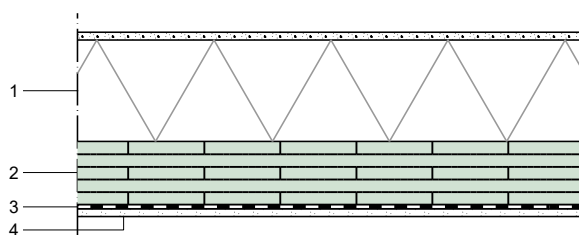


Abb. 5.5.3 Außenwandquerschnitt in Holzmassivbauweise GK 0 mit WDVS (von außen nach innen):

- 1 Wärmedämm-Verbundsystem als dauerhaft wirksamer Wetterschutz, direkt auf Massivholzsystem aufgebracht
- 2 Trockene Holzmassivkonstruktion (GK 0), z.B. Brettspertholz
- 3 Dampfbremse, sofern zusätzlich erforderlich (z.B. bei nicht luftdichter Brettspertholz-Bauweise)
- 4 Raumseitige Bekleidung, z.B. GKB

Weitere Hinweise zu
WDVS siehe Kap. 5.5.3

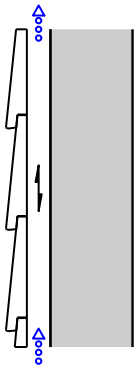
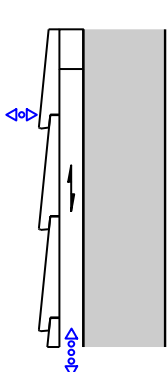
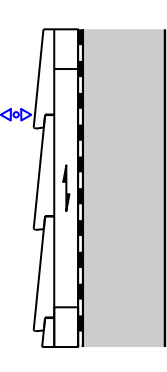
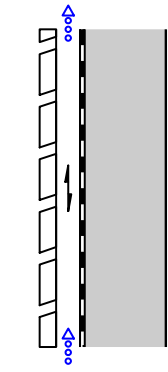
5.5.2 _ Außenwandbekleidungen

Unterschieden werden kleinformatische und großformatige, plattenförmige Außenwandbekleidungen. Als kleinformatisch gelten Bekleidungen dann, wenn es sich um Bretter mit $\leq 0,3$ m Breite, Befestigungsabstand $\leq 0,85$ m oder um Fassadenelemente mit $\leq 0,4$ m² Fläche und ≤ 5 kg Eigengewicht handelt. Kleinformatische Bekleidungen können nach handwerklichen Fachregeln ohne statischen Nachweis ausgeführt werden.

Vorgehängte Außenwandbekleidungen können hinterlüftet, nur belüftet und unter bestimmten Randbedingungen auch ohne Belüftung ausgeführt werden (siehe Übersicht in Tab. 5.5.1). Das Weglassen von Belüftungsöffnungen kann im mehrgeschossigen Holzbau erforderlich werden, um den schwer kontrollierbaren Brandeintrag in die Hinterlüftungsebene sowie die vertikale Brandweiterleitung zu verhindern. Bei Wegfall der Be- und Entlüftungsöffnungen entsteht bei kleinformatischen Fassadenbekleidungen aufgrund von Winddruck und -sog dennoch ein ausreichender Luftaustausch hinter der Fassade, der die gewünschten Trocknungseffekte bringt. Anforderungen an die Ausführung vorgehängter Fassadenbekleidungen enthalten Tabelle 5.5.1 sowie Fachregel 01 des Zimmererhandwerks [FR01].

Die witterungsbeanspruchten Außenwandbekleidungen aus Vollholzprofilen sind der Gebrauchsklasse GK 0 zuzuordnen, sofern die baulichen Holzschutzmaßnahmen sowie die Hinweise zur Ausführung im Sockelbereich eingehalten werden (siehe Kap. 5.6). Bei Anwendung großformatiger Holzwerkstoffplatten müssen diese vom Hersteller für den Anwendungsbereich der NKL 3 zugelassen sein (Anforderungen siehe Kap. 3.4).

Tab. 5.5.1 Varianten und Anforderungen an Außenwandbekleidungen (GK 0) nach DIN 68800-2

Ausführung der Bekleidung	Geschlossene Bekleidungen			Offene Bekleidung ^{1) 2)}
	hinterlüftet	belüftet	nicht belüftet	horizontal auf Lücke
				
Unterkonstruktion	lotrecht oder waagrecht mit Grundlattung	lotrecht oder waagrecht mit Grundlattung	lotrecht oder waagrecht; mit dahinter liegender wasserableitender Schicht	lotrecht, mit dahinter liegender wasserableitender und UV-beständiger Schicht
Mindestabstand (Hohlraum) zur Tragkonstruktion oder Dämmschicht	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm ³⁾
Belüftungsöffnung	50 cm ² /m	100 cm ² /m	-	-
Entlüftungsöffnung	50 cm ² /m	-	-	-

Weitere Informationen in Fachregel 01 des Zimmerhandwerks „Außenbekleidungen aus Holz und Holzwerkstoffen“ [FR01]

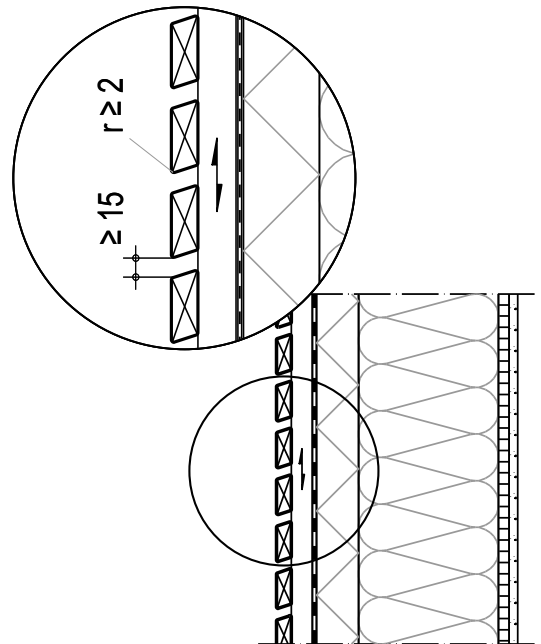
¹⁾ Die Fugenbreite sollte die Leisten- bzw. Brettdicke nicht überschreiten. Die Herstellerangaben der Fassadenbahn sind zu beachten.

²⁾ Offene vertikale Bekleidungen auf Lücke werden nicht als Regelausführung empfohlen. Bei ihrer Anwendung sind besondere bauliche Maßnahmen erforderlich, z.B. Lärchenkernholz für die Unterkonstruktion, einschl. konstruktiver Maßnahmen zur Vermeidung von Staunässe sowie geeignete, dauerhaft UV-beständige Fassadenbahnen.

³⁾ Empfehlung, keine konkrete Anforderung an die Größe des Hohlraums zur wasserableitenden Schicht

Offene horizontale Außenwandbekleidungen

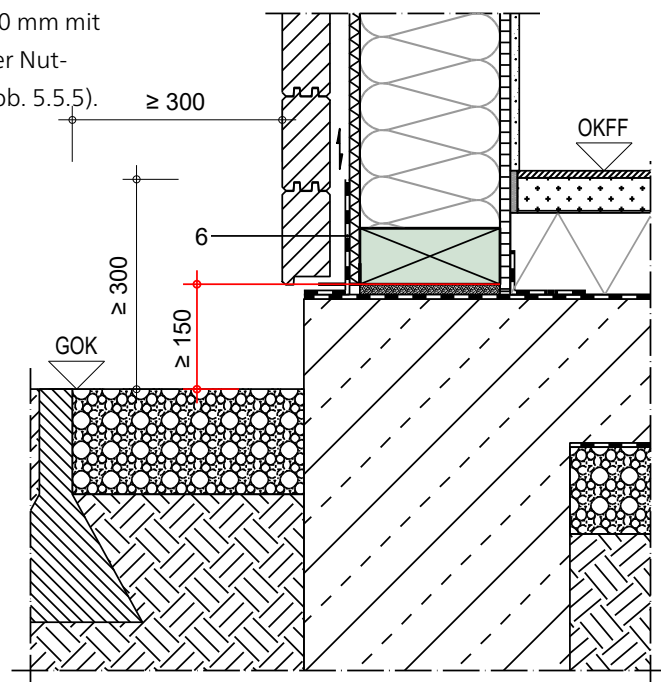
sind auf senkrechter Unterkonstruktion mit wasserableitender, diffusionsoffener und UV-beständiger Schicht mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis herzustellen. Bewährt haben sich ober- und unterseitig abgeschrägte Vollholzprofile mit Fugenbreiten von mind. 5 mm (bei Beschichtung 15 mm, siehe Abb. 5.5.4). In Verbindung mit deckenden Anstrichen sollten die Querschnittskanten einen Radius von mindestens 2 mm aufweisen. Weitere Informationen enthält die Fachregel [FR01].



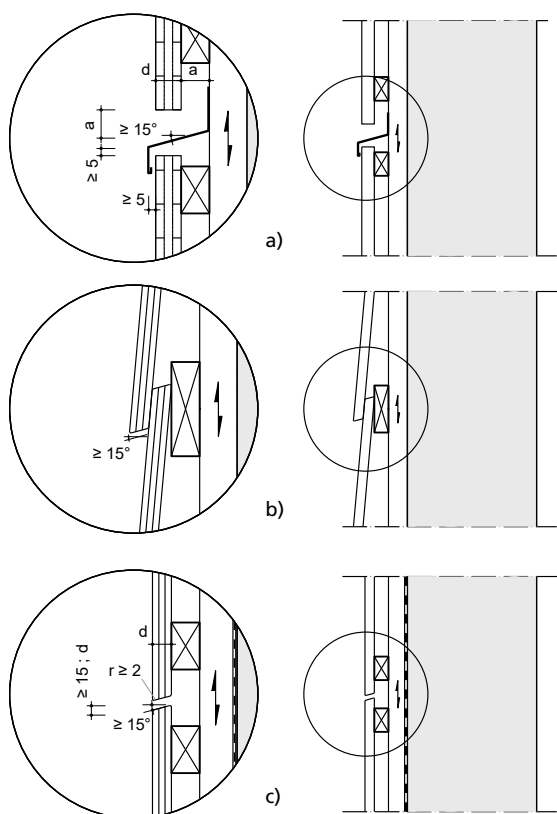
Blockbohlenbekleidungen finden meist Anwendung als verdeckt auf Holzständern befestigte Konstruktion. Sie stellen gemäß DIN 68800-2 einen geeigneten Witterungsschutz für die tragende Holzkonstruktion dar, sofern sie entweder direkt oder über Lattung auf einer Konstruktion mit Wasser ableitender Schicht aufgebracht werden. Längsstöße und Eckausbildungen sind formschlüssig unter Vermeidung durchgehender Fugen von außen nach innen herzustellen. Die Bohlen selbst müssen eine Mindestprofildicke von 50 mm mit unterseitiger Tropfkante und doppelter Nut-Feder-Ausbildung aufweisen (siehe Abb. 5.5.5).

Abb. 5.5.4 Ausbildung offener horizontaler Bekleidungen aus trapezförmigen Vollholzprofilen („Rombusschalung“), hier mit empfohlener Mindestfugenbreite bei beschichteten Profilen von 15 mm, jedoch maximal Brett- bzw. Leistendicke

Abb. 5.5.5 Blockbohlenbekleidung auf Lattung verdeckt befestigt (Prinzipdarstellung mitSockelausbildung)



Großformatige Bekleidungen werden meist aus Massivholzplatten (3- oder 5-Schicht-Platten, Typ SWP/3) oder zementgebundenen Spanplatten realisiert. Letztere sind i.d.R. werkseitig beschichtet und zeichnen sich durch eine hohe Dauerhaftigkeit aus. Massivholzplatten sind mit Decklagen aus dauerhaften Holzarten (Lärche oder Douglasie) erhältlich, welche zur Außenseite hin mit senkrecht stehender Faserichtung verbaut werden sollen, da eine Rissbildung nicht auszuschließen ist und Wasser besser abfließen kann. Besondere Beachtung gilt zudem der Ausführung der Plattenstöße, da über ungeschützte, insbesondere horizontal liegende Schnittkanten, verstärkt Feuchtigkeit aufgenommen wird. Abb. 5.5.6 a-c zeigt Möglichkeiten zur Ausbildung horizontaler Fugen. Ausführliche Informationen enthält die Fachregel [FR01].



5.5.3 _ Wärmedämm-Verbundsysteme und Putzschichten aus HWL-Platte

Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) haben sich auch im Holzbau als dauerhaft wirksamer Wetterschutz etabliert. Mangels normativer Grundlage müssen die Dämmsysteme bislang noch über einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis für Untergründe in Holzbauweise verfügen. Sie bestehen aus Dämmplatten, Klebstoff und/oder mechanischen Befestigungsmitteln, Armierungsputz und -gewebe sowie Oberputz, ggf. in Verbindung mit einer Beschichtung. Für Holzbauweisen werden folgende Dämmsysteme unterschieden:

- a) Holzfaserplatten**, direkt auf Unterkonstruktion (Holzständer oder Massivholz) oder auf Beplankung,
- b) Mineralfaserlamellen** auf flächiger Beplankung oder direkt auf Massivholz,
- c) Hartschaumplatten**, auf geeigneter Beplankung oder direkt auf Massivholz,
- d) Holzwolleleichtbauplatten**, direkt auf Unterkonstruktion oder auf Beplankung aufgebracht.

Die Dämmsysteme unterscheiden sich in ihrem Diffusionswiderstand, was bei der Ausführung der raumseitigen Beplankung zu beachten ist.

Für Konstruktionen, bei denen die Bedingungen der GK 0 erfüllt sind, gelten gemäß Anhang A der DIN 68800-2 folgende Anforderungen an die Ausführung der raumseitigen Dampfbremsschicht $s_{d,i}$:

- WDVS aus Holzfaserplatten ohne zusätzliche äußere Beplankung: $s_{d,i} \geq 2,0 \text{ m}$
- WDVS aus Hartschaum, Mineralfaser oder Holzfaser auf äußerer Beplankung: $s_{d,i} \geq 20 \text{ m}$

Abb. 5.5.6 a-c Ausbildung horizontaler Fugen bei großformatigen Bekleidungen

- a) Z-Profil,
- b) überdeckte Fuge,
- c) offene Fuge mit entsprechendem Feuchteschutz (bei Massivholzplatten nicht empfohlen)

Holzfaser-WDVS

Im Holzbau kommen vermehrt Wärmedämm-Verbundsysteme aus Holzfaserdämmstoffen zum Einsatz. Diese haben gegenüber Dämmsystemen aus Schaumkunststoffen mehrere Vorteile:

- Diffusionsoffenere Bauweise (Diffusionswiderstand $\mu = 3$ bis 5 im Vgl. zu EPS $\mu = 30-100$)
- Direktbeplankung im HRB möglich, d.h. Verzicht auf eine zusätzliche Beplankungsebene
- Hohe mechanische Robustheit bei Stoßbeanspruchung
- Höhere Wärmespeicherfähigkeit und damit geringere Anfälligkeit gegenüber Algen- oder Schimmelbefall
- Produkt aus nachwachsenden Rohstoffen

In Bezug auf den Brandschutz sind Holzfaserdämmsysteme gegenüber Schaumkunststoffen nicht im Nachteil, auch wenn diese als normal entflammbar (B2) eingestuft werden. Nach den europäischen Prüfkriterien der DIN EN 13501-1 erzielen Holzfaser-WDVS die Einstufung „B-s1, d0“ und können damit in den Gebäudeklassen 1, 2 und 3 eingesetzt werden. Bei Holzfaserprodukten besteht gegenüber EPS/XPS keine Gefahr des brennenden Abtropfens. Nach einer Brandbeanspruchung muss jedoch auf ein mögliches Nachglimmen geachtet werden. Bei aneinandergereihten Gebäuden sind besondere Maßnahmen zur Vermeidung eines Brandüberschlags erforderlich. Feuchteschäden werden durch eine fachgerechte Detailausbildung vermieden, vgl. Abb. 5.5.7 und Abb. 5.5.8 sowie Kap. 5.6 (Sockelausbildung).

WDVS aus Schaumkunststoffen

Bei der Verwendung von Schaumkunststoffen ist zu beachten, dass diese eine zusätzliche Beplankungsebene benötigen und die Dämmstoffe selbst relativ diffusionshemmend sind. Der bei außenseitigen Dämmsystemen z.B. aus EPS geforderte raumseitige Diffusionswiderstand von $s_d \geq 20$ m ergibt sich aus der grundsätzlichen Anforderung des 6-fachen inneren Diffusionswiderstands (vgl. Tab. 4.1). Es wird darauf hingewiesen, dass bei diesen Bauweisen das Rücktrocknungsvermögen der Wandkonstruktion eingeschränkt ist. Deshalb ist es in diesen Fällen besonders wichtig auf eine fachgerecht ausgeführte Luftdichtheitsebene zu achten und diese durch Luftdichtheitsmessung überprüfen zu lassen (siehe Hinweise in Kap. 4.2.6).

Verputzte Holzwolleleichtbauplatten (HWL)

Konstruktionen mit verputzten Holzwolle-Leichtbauplatten haben sich aufgrund ihrer Robustheit im Holzbau bewährt, werden mittlerweile aber selten verbaut. Die HWL-Platten nach DIN 13168 sind in Verbindung mit einer dahinter angeordneten wasserableitenden Schicht mit $s_d \leq 0,3$ m und einem wasserabweisenden Außenputz anzubringen. Sie zeichnen sich ebenso wie Holzfaserdämmstoffe durch hohe mechanische Robustheit und eine höhere Wärmespeicherfähigkeit aus.

Dämmsysteme aus Mineralfaserlamellen

WDVS aus Mineralfaserlamellen werden vollflächig auf einer Beplankung bzw. auf Massivholzoberflächen verklebt. Sie zeichnen sich durch ihre nichtbrennbare Oberfläche (A1) aus und werden auch als horizontaler oder vertikaler Brandriegel in Kombination mit anderen Dämmmaterialien verwendet.

Fensterbankanschlüsse

Fensterbänke aus Aluminium sind an ihren seitlichen Anschlüssen (Bordprofil) häufig nicht schlagregendicht, was bei Planung und Ausführung zu beachten ist. Sofern nicht sichergestellt ist, dass die Fensterbank schlagregendicht ist, muss unterhalb der Fensterbank eine zweite wasserführende Ebene z.B. als Folienschürze angeordnet werden. Diese ist sowohl an das Fenster als auch seitlich an die Holzkonstruktion (Dämmung) anzuschließen (siehe Abb. 5.5.7). Weiterhin ist auf einen schlagregendichten Anschluss des Putzsystems auf die seitliche Fensterbankabkantung zu achten. Zwängungen und damit Risse oder Abplatzungen infolge Temperaturschwankungen am Putzanschluss verhindern Fensterbänke mit elastisch angeschlossenen seitlichen Randstücken, welche über die WDVS-Hersteller als Systemzubehör zu beziehen sind.

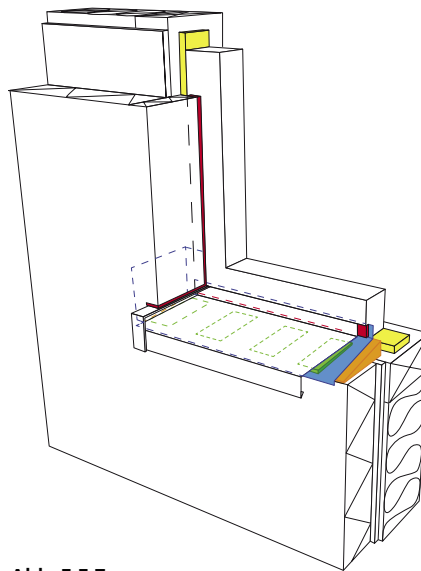


Abb. 5.5.7

Fensterbankanschluss an WDVS mit 2. wasserführender Ebene, hier als diffusionsoffene Folienschürze (blau) auf Gefällekeil (orange) mit und umlaufendem Dichtungsband (rot) und Kleberaupen (grün)

Ausführung des Geschossstoßes

Besonders zu beachten ist die Ausführung des Geschossstoßes im Holzrahmenbau. Um horizontale Putzrisse durch Quetschungen insbesondere aufgrund von Schwindverformungen zu vermeiden, sollte der Querholzanteil im Geschossstoß reduziert werden. Gut bewährt haben sich im Bereich der Deckenbalkenaufleger vertikal angeordnete Stellhölzer oder Furnierschichthölzer (siehe Abb. 5.5.8).

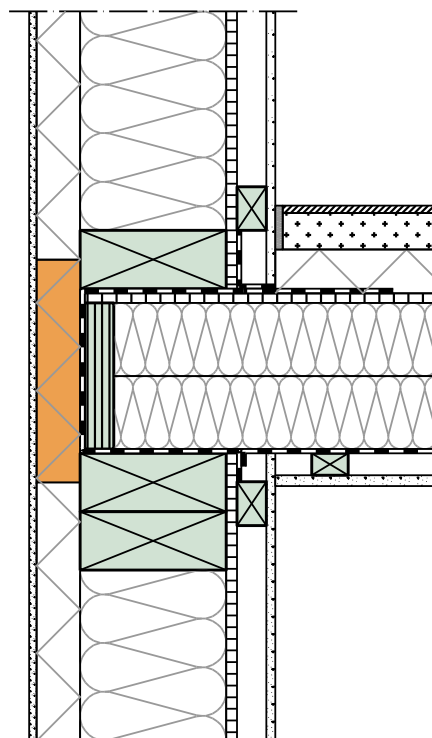


Abb. 5.5.8 Ausbildung Geschossstoß im HRB bei WDVS mit zusätzlich hochkant eingestelltem Stellholz und Randbohle z.B. aus Furnierschichtholz (Prinzipdarstellung). Zur Sicherstellung der Luftdichtheit wird eine diffusionsoffene Bahn um das Balkenaufleger geschlagen und oben und unten an die raumseitige Holzwerkstoffbeplankung der Wände luftdicht angeschlossen.

Weitere Informationen in:
Informationsdienst HOLZ
holzbau handbuch R4, T5, F3
Holzfaser-Wärmedämm-Ver-
bundsysteme – Eigenschaften,
Anforderungen, Anwendungen

5.5.4 _ Mauerwerk-Vorsatzschalen

Regional werden Holzbauten auch mit Fassaden aus Mauerwerk-Vorsatzschalen ausgeführt. Bei dieser Bauweise ist zu beachten, dass das Sichtmauerwerk nicht schlagregendicht ist und im Hohlraum hohe Luftfeuchten vorherrschen können. Deshalb ist die Vorsatzschale im Holzbau immer als belüftete Konstruktion mit Entwässerungsöffnungen mit mindestens 40 mm Schalenabstand zur Holzkonstruktion herzustellen (siehe Abb. 5.5.9). Die Ausführung dieser Belüftungs- und Entwässerungsöffnungen hat gemäß DIN 68800-2 zu erfolgen.

DIN 68800-2 benennt folgende vier Ausführungsmöglichkeiten zur Ausbildung der äußeren Wandbeplankung von Holztafel- oder Massivholzkonstruktionen für die GK 0:

- a) Wasser ableitende Schicht mit $s_d > 0,3$ m bis 1,0 m (keine extrem diffusionsoffene Bahn)
- b) Holzfaserdämmplatten nach DIN EN 13171 (Anwendungsgebiet WZ nach DIN 4108-10) in Verbindung mit wasserableitender Schicht mit $s_d > 0,3$ m bis 1,0 m¹⁾
- c) Mineralischer Faserdämmstoff nach DIN EN 13162, Mindestdicke 40 mm, in Verbindung mit wasserableitender Schicht mit $s_d \leq 0,3$ m
- d) Hartschaumplatten nach DIN EN 13163 (EPS), Mindestdicke 30 mm

Anforderungen an den Lüftungsquerschnitt der Vorsatzschale nach DIN 68800-2 (Abs. 5.2.1.2 h):
 min d = 40 mm
 75 cm² Öffnungsfläche auf 20 m² Wandfläche (Empfehlung: ober- und unterseitig)

¹⁾ Alternativ Dämmstoffe, deren Verwendbarkeit für diesen Anwendungsfall durch einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis oder dessen Einsatz nach der MVVTB bzw. den technischen Baubestimmungen des jeweiligen Bundeslandes gegeben ist.

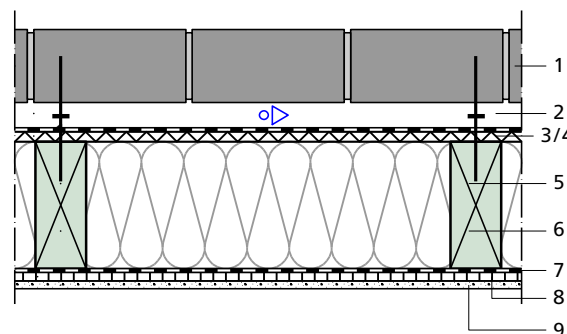


Abb. 5.5.9: Außenwandaufbau mit Klinkervorsatzschale

- 1 Mauerwerk-Vorsatzschale
- 2 Luftschicht (Dicke ≥ 40 mm), Lüftungsöffnungen mind. 75 cm² auf 20 m² Wandfläche einschl. Fenster und Türen; Luftschichtanker mit allgemein bauaufsichtlicher Zulassung
- 3 Dämmstoff in folgenden Varianten:
 - a) Holzfaserplatte nach DIN EN 13171 in Verbindung mit wasserableitender Schicht ($s_d > 0,3$ m)
 - b) Holzfaserdämmplatten nach DIN EN 13171 (mind. 18 mm), vorzugsweise in Verbindung mit wasserableitender Schicht mit $s_d > 0,3$ m bis 1,0 m
 - c) Mineralfaserdämmstoff nach DIN EN 13162 (mind. 40 mm), vorzugsweise mit Vlieskaschierung
 - d) Hartschaumplatte nach DIN EN 13163 (mind. 30 mm)
- 4 Äußere Bekleidung oder Beplankung (für Varianten c + d)
- 5 Trockene Holzrahmenkonstruktion (GK 0)
- 6 Dämmebene (Faserdämmstoff nach Norm oder mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis)
- 7 Beplankung (Holzwerkstoff mit dampfbremsender Funktion, i.d.R. $s_d \geq 3,0$ m)
- 8 Dampfbremsschicht $20 \text{ mm} \leq s_d \leq 50 \text{ mm}$ für Varianten a) + d)²⁾
- 9 Raumseitige Bekleidung, z.B. GKB

²⁾ Fußnote siehe Folgeseite

²⁾ Anmerkung: Dampfbremsende Eigenschaften mit $s_d > 20$ m sind nur für den Fall einer außenliegenden wasserableitenden Schicht ohne Zusatzdämmung sowie bei Hartschaumdämmstoffen notwendig. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass dadurch die Fehler-toleranz gegenüber unplanmäßigem Feuchteeintrag oder bei mangelhafter Hinterlüftung sinkt. Für Konstruktionen mit außenseitiger diffusionsoffener Dämmschicht (Varianten b + c) kann erfahrungsgemäß der innere s_d -Wert auf 3 m begrenzt werden (z.B. OSB-Beplankung). Hierfür ist jedoch ein rechnerischer Nachweis der geforderten Trocknungsreserve erforderlich, vgl. Kap. 4.3.4.

Sockelausbildung

Bei der Sockelausbildung der Mauerwerkschale ist darauf zu achten, dass Feuchte aus dem Hohlraum durch offene Stoßfugen in der untersten Steinlage abfließen kann (siehe Abb. 5.5.10). Zur Sicherstellung des Luftaustauschs sind die Belüftungsöffnungen darüber in der zweiten oder dritten Steinlage anzuordnen. Bei den Abstandhaltern der Vorsatzschale muss es sich um zugelassene Systeme aus nichtrostendem Stahl mit Abtropffunktion handeln (siehe Abb. 5.5.11).

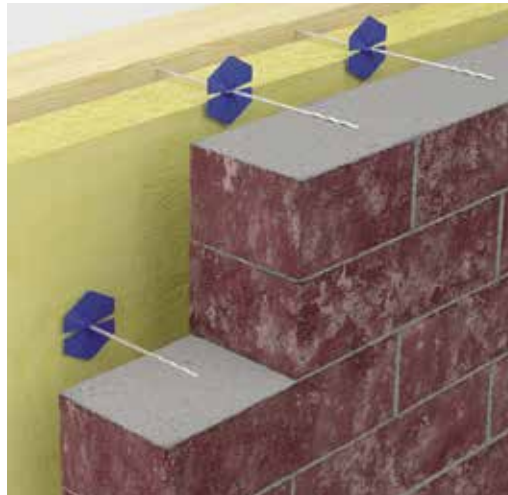
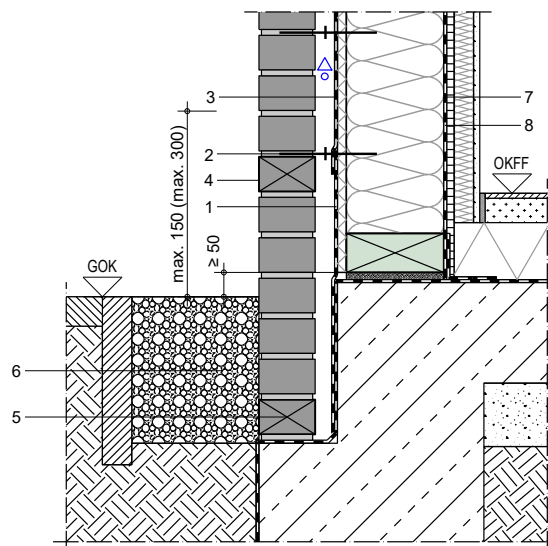


Abb. 5.5.11: Luftschichtanker für Holzuntergründe als Schraubanker mit bauaufsichtlicher Zulassung (Prinzipdarstellung: zusätzliche wasserableitende Schicht nicht dargestellt)

Abb. 5.5.10: Sockelausbildung bei Mauerwerk-Vorsatzschalen

- 1 Bauwerksabdichtung einschl. Versprung mind. 15 cm (max. 30 cm) über GOK
- 2 Luftschichtanker mit allgemein bauaufsichtlicher Zulassung
- 3 Feuchteschutzbahn als Wasser ableitende Schicht $s_d > 0,3$ m bis 1,0 m überlappt
- 4 Belüftung als unvermörtelte Stoßfuge mind. 5 cm oberhalb GOK
- 5 Entwässerung als unvermörtelte Stoßfuge in unterster Mauerwerkslage
- 6 Wasserableitende Schicht (z.B. Dränkies)



5.6 _ Schwellen im Sockelbereich

Besondere Beachtung hinsichtlich des Holzschutzes ist bei Schwellen im Sockelbereich gefordert. Der Gebäudesockel ist durch Spritzwasser sowie ggf. anstehende Feuchte aus angrenzenden Bauteilen (z.B. Bodenplatte) besonders beansprucht.

Weitere Informationen in „Richtlinie Sockelanschluss Holzhausbau“ Leitfaden für Planung und Ausführung der Holzforschung Austria [10]

Unter Berücksichtigung der in DIN 68800-2 benannten baulichen Holzschutzmaßnahmen kann auch hier eine Zuordnung in GK 0 erfolgen. Voraussetzung ist ein ausreichender Abstand zwischen Unterkante Schwelle und Oberkante Gelände (GOK). Hierfür sind verschiedene Ausführungsvarianten denkbar, siehe Übersicht in Tabelle 5.6.1.

Niveaugleiche (barrierefreie) Lösungen von Fertigfußboden (OKFB) und Geländeoberkante können z.B. durch eine Bodenplattenaukantung vorgesehen werden (Tab. 5.6.1 e). Eine Rinnenausbildung unter Einhaltung der Mindestabstände zum Spritzwasserschutz ist bei Übergängen zu Fenstern und Türen möglich (siehe

Tab. 5.6.1 f). Diese können mit abnehmbaren Gitterrosten überbrückt werden, welche gegenüber anfallendem Regen- bzw. Spritzwasser ausreichend durchlässig sind.

Ohne besondere Anforderung (GK 0) sind Sockel die sich unter Dach, also deutlich innerhalb der 60°-Line befinden (vgl. Abb. 4.5). Hierbei ist der Einfluss von Oberflächenfeuchte durch Starkregen durch eine Gefälleausbildung weg vom Gebäude auszuschließen.

Als Mindestabstand zur Einstufung in GK 0 ist gemäß DIN 68800-2 eine der nachfolgenden Bedingungen einzuhalten:

- a) ≥ 30 cm: keine Anforderungen an die Ausbildung der Geländeoberfläche oder
- b) ≥ 15 cm: Ausbildung der Geländeoberfläche mit zusätzlichem Kiesbett (Korngröße 16/32 mm) oder wasserableitender Belag mit mindestens 2 % Gefälle (entfällt bei WDVS) oder
- c) ≥ 5 cm: mit zusätzlichen geeigneten Abdichtungsmaßnahmen nach DIN 18533-1.

Tab. 5.6.1 Varianten der Sockelausbildung mit Mindestanforderung der einzuhaltenden Spritzschutzhöhen gegenüber UK Schwelle (Prinzipiskizzen)

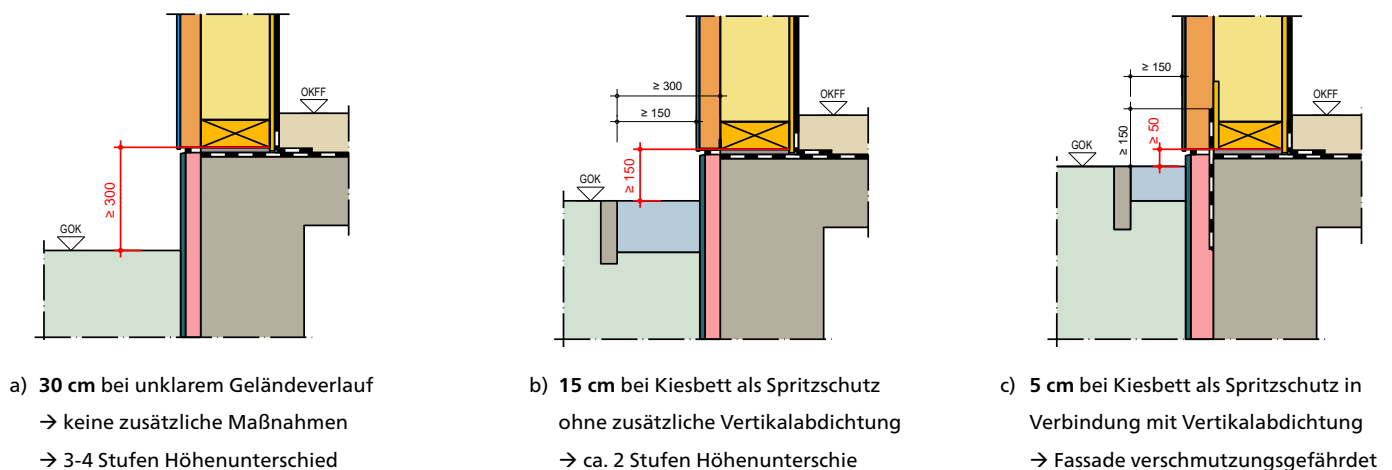


Abb. 5.6.1: Sockelausbildung GK 0 mit $h \geq 15$ cm mit Spritzschutz bei hinterlüfteter Fassade

- 1 Horizontalabdichtung
- 2 Luftdichter Anschluss
- 3 Kraftschl. Unterfütterung, (schwindarmer Mörtel)
- 4 Schwelle als trockenes Vollholzprodukt (GK 0) mind. 15 cm über GOK
- 5 Perimeterdämmung (XPS) mit Sockelputz
- 6 Spritzschutzstreifen $b \geq 30$ cm aus Grobkies (16/32)
- 7 Fassadenbekleidung mind. 15 cm über GOK

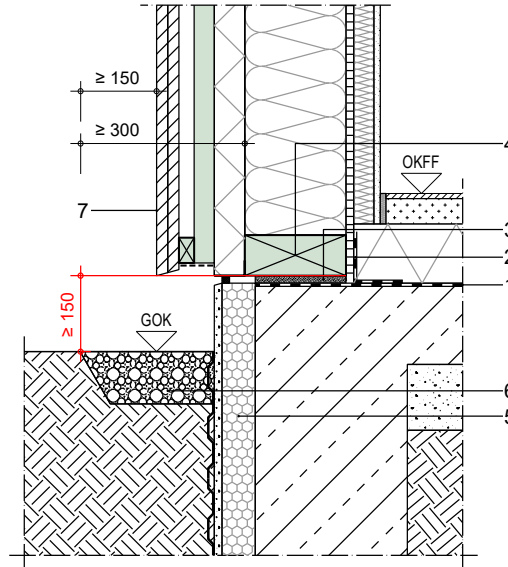
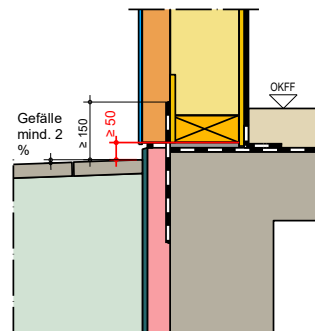
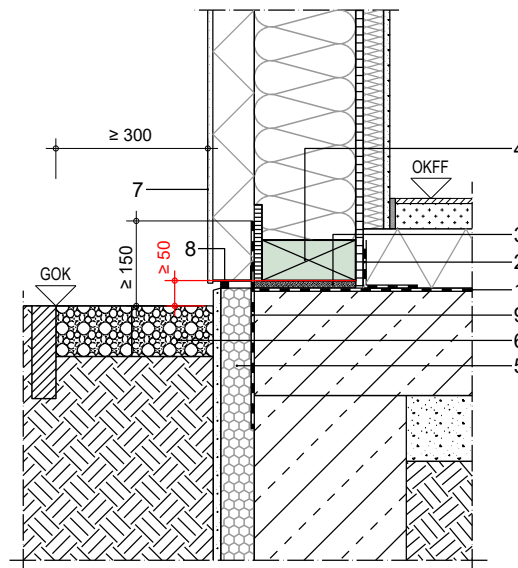


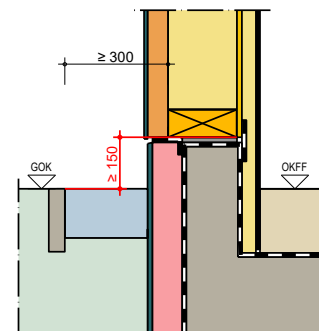
Abb. 5.6.2: Sockelausbildung GK 0 mit $h \geq 5$ cm in Verbindung mit Vertikalabdichtung und Spritzschutzkies

- 1-6 wie Abb. 5.6.1
- 7 Fassadenbekleidung mind. 5 cm über GOK
- 8 Sockelschiene und Fugendichtung → hier: 7 + 8
- 9 Vertikalabdichtung nach DIN 18533 mind. 15 cm über OK Kiesschicht bzw. GOK

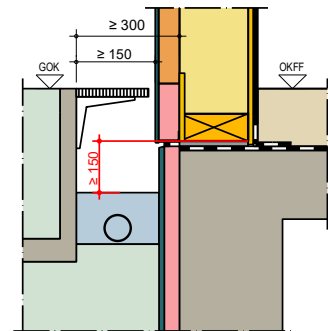
Der Höhenunterschied von 5 cm zur GOK darf keinesfalls unterschritten werden! Der Wärmedurchlasswiderstand der Dämmung außerhalb der Vertikalabdichtung (Schicht 2) muss mindestens ein Drittel des Wärmedurchlasswiderstandes R [$\text{m}^2\text{K/W}$] der gesamten Wand betragen und darf $1,2 \text{ m}^2\text{K/W}$ nicht unterschreiten, sofern die Oberkante der Abdichtung höher als OKEF ist.



- d) 5 cm bei geneigtem, wasserableitenden Belag, ggfs. mit Zusatzmaßnahmen beim Putzaufbau
→ Fassade verschmutzungsgefährdet



- e) $GOK \leq OKFB$ bei Bodenplattenaufkantung in Verbindung mit vertikaler Abdichtung
→ Wärmbrücken beachten, Türeinstbau siehe f)



- f) $GOK \leq OKFF$ im Eingangsbereich bei Grabenausbildung mit rückstausicherer Entwässerung (Dränage)
→ Gitterrost als Übergang

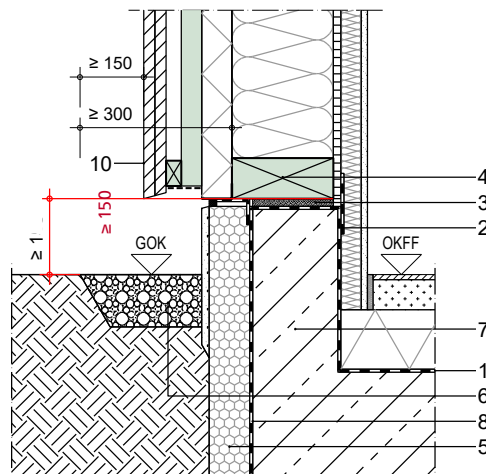


Abb. 5.6.3: Sockelausbildung GK 0 mit $GOK \leq OKFF$ mit Betonaufkantung (Holzkonstruktion außerhalb des Spritzwasserbereiches)

- 1 Horizontalabdichtung
- 2 Luftdichter Anschluss
- 3 Kraftschlüssige Unterfütterung, z.B. schwindarmer Mörtel
- 4 Schwelle als trockenes Vollholzprodukt (GK 0) mind. 15 cm über GOK
- 5 Perimeterdämmung (XPS) mit Sockelputz
- 6 Spritzschutzstreifen $b \geq 30$ cm aus Grobkies (16/32)
- 7 Betonaufkantung mind. 15 cm über GOK
- 8 Vertikalabdichtung nach DIN 18533 mind. 15 cm über GOK
- 9 Sockelschiene und Fugendichtung
- 10 Fassadenbekleidung mind. 15 cm über GOK

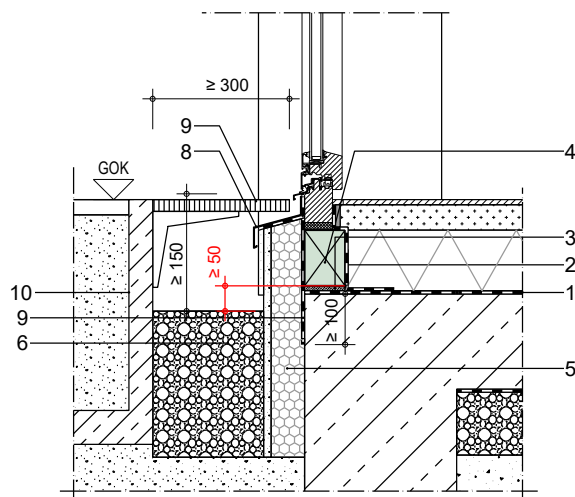


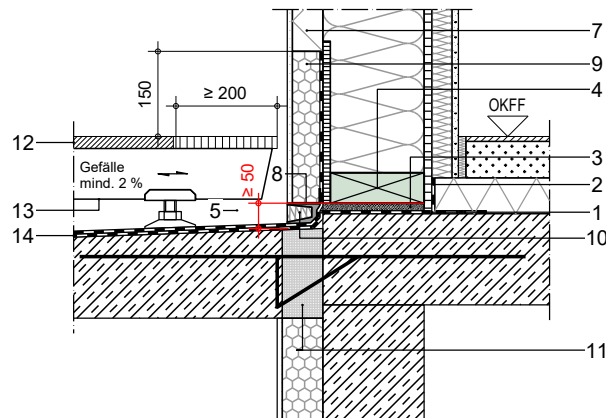
Abb. 5.6.4: Sockelausbildung GK 0 mit GOK niveau-gleich mit Fertigfußboden durch Rinnenausbildung mit Gitterrost und Austritte

- 1-6 wie Abb. 5.6.1
- 4 Aufdopplung Fensterprofil
- 7 Vertikalabdichtung nach DIN 18534 mind. 15 cm über OK Kiesschicht
- 8 Fensterbankprofil, ggf. trittfest
- 9 Gitterrost (min $b = 30$ cm) z.B. auf Konsole befestigt
- 10 Stützkonstruktion, z.B. Betonwinkelstein

Eine Überbrückung des Geländeversprungs kann im Bereich von Türen, Fenstern oder Terrassen durch abnehmbare Gitterroste erfolgen. Der Graben muss rückstausicher ausgebildet werden, z.B. durch Drainage. Diese Sonderkonstruktion ist nicht für normale Wandkonstruktion vorgesehen.

Abb. 5.6.5: Sockelausbildung GK 0 niveaugleich bei auskragendem Massivbalkon oder Laubengang

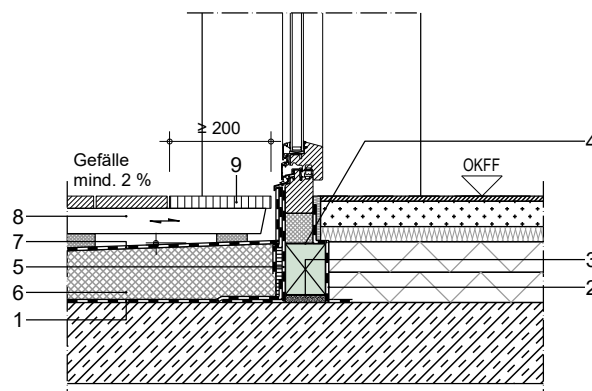
- 1 Horizontalabdichtung
- 2 Luftdichter Anschluss
- 3 Kraftschlüssige Unterfütterung, z.B. schwindarmer Mörtel
- 4 Schwelle als trockenes Vollholzprodukt (GK 0) mind. 15 cm über GOK
- 5 Versprung mind. 5 cm gegenüber Außenbauteil
- 6 Vertikalabdichtung mind. 15 cm über Außenabdichtung bzw. 5 cm über OK Gitterrost
- 7 Fassadenbekleidung (z.B. Holzfaser-WDVS)
- 8 Sockelabschlussprofil mit Fugendichtung
- 9 Perimeterdämmung im Spritzwasserbereich (auch aus bauphysikalischen Gründen)
- 10 Dämmstreifen z.B. Schaumglas in Bitumenbett
- 11 Thermische Trennung der Betonbauteile
- 12 Offener, wasserableitender Belag auf UK
- 13 Unterkonstruktion höhenverstellbar auf Schutzschicht
- 14 Horizontalabdichtung der Decke/Balkon
- 15 Gitterrost als Spritzwasserschutz



Weitere Informationen zur
Detailausbildung in der
des ZVDH- Planungshilfe
„Barrierefreie Übergänge
bei Balkonen und Dachter-
rassen“ [11]

Abb. 5.6.6: Sockelausbildung bei Aufstockung Staffgeschoss auf Massivdecke

- 1-4 wie Abb. 5.6.5
- 5 Dampfsperre (Behelfsabdichtung) hochgeführt
- 6 Gefälledämmung, druckfest
- 7 Horizontalabdichtung nach DIN 18531, an Fensterelement hochgeführt
- 8 Unterkonstruktion auf Bautenschutzstreifen
- 9 Gitterrost als Spritzwasserschutz



a) Häusliches Bad mit Badewanne mit Wandbrause und Duschabtrennung:

Die Wandbereiche um Waschbecken und WC gelten als gering spritzwasserbeansprucht, während der Duschbereich und der Boden mäßig beansprucht sind.

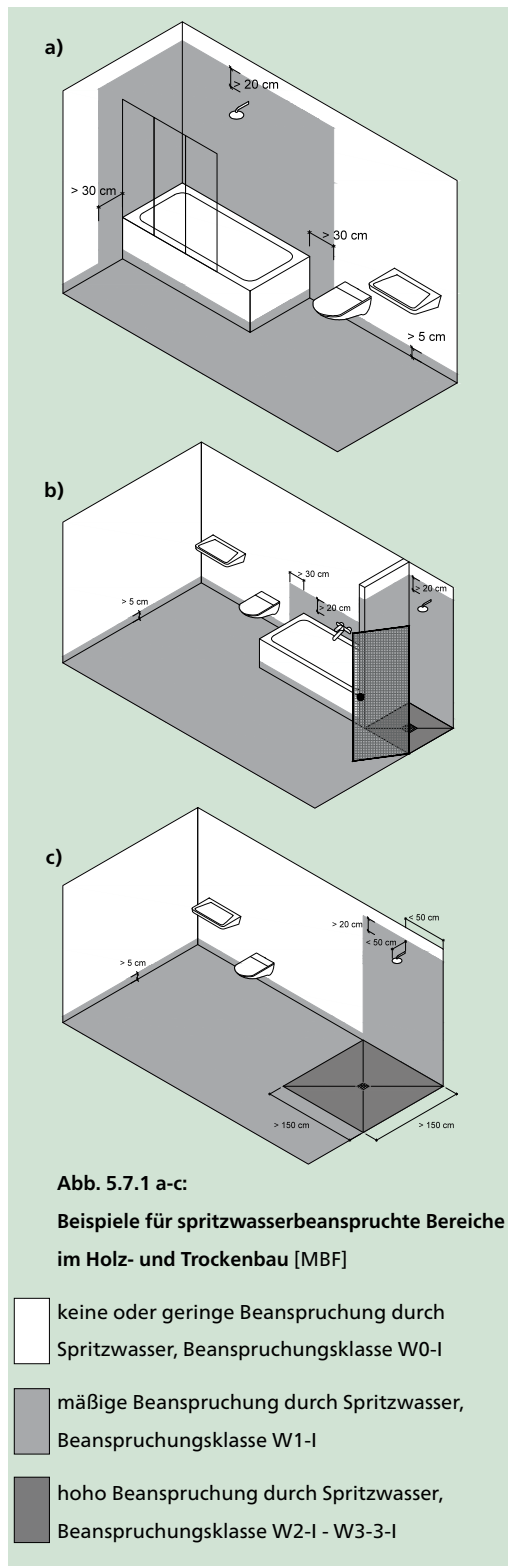
Fehlt die Duschabtrennung, liegt eine hohe Beanspruchung des Bodens vor (nicht empfohlen).

b) Häusliches Bad mit Badewanne ohne Duschnutzung und mit bodengleicher Dusche mit Duschabtrennung:

Die durch Spritzwasser beanspruchten Wandbereiche der Wanne verringern sich. Der Boden bleibt mäßig beansprucht, der Untergrund der Dusche ist hoch beansprucht, weshalb hier besondere Anforderungen an Materialauswahl und Abdichtung gelten (sofern keine Duschtasse vorhanden).

c) Häusliches Bad mit bodengleicher Dusche ohne wirksamen Spritzwasserschutz, aber ausreichender Wasserablaufzone von mind. 150 cm

Hier sind ausschließlich baurechtlich geregelte Abdichtungssysteme auf feuchteunempfindlichen Untergründen anzuwenden.



5.7 _ Bäder und Feuchträume

Konstruktionen in Holzbauweise haben sich neben Trockenbaukonstruktionen auch in durch Feuchtigkeit beanspruchten Innenbereichen bewährt, sofern die Holzbauteile gegen eine unzulässige Feuchtebeanspruchung geschützt werden. Die erforderlichen Schutzmaßnahmen richten sich nach der Spritzwasserbeanspruchung, woraus sich die Anforderungen an die Ausführung des Untergrunds und das zu verwendende Abdichtungssystem ergeben.

Wassereinwirkungsklassen

Gemäß DIN 18534 werden folgende Wassereinwirkungsklassen für Innenräume (I) unterschieden, siehe Tab. 5.7.1 und in Abb. 5.7.1:

- W0-I: geringe,
- W1-I: mäßige,
- W2-I: hohe,
- W3-I: sehr hohe Wassereinwirkung.

Eine hohe Beanspruchung durch Spritzwasser liegt i.d.R. bei Bodenflächen vor, wenn bei diesen aufgrund fehlender Duschabtrennungen mit erheblichen Wasseranfall zu rechnen ist. Für den Holzbau werden Duschabtrennungen oder ausreichende Wasserablaufzonen mit 1,5 Meter Abstand zur Feuchtequelle empfohlen, (vgl. Abb. 5.7.1c). Wand- und Deckenflächen im nicht oder nur gering durch Spritzwasser beanspruchten Bereich (W0-I) müssen nicht abgedichtet werden, z.B. Bereiche um Waschbecken oder Spülen. Oberflächen mit mäßiger Beanspruchung im Innenbereich (W1-I) sind abzudichten, wobei die Untergründe aus feuchteempfindlichen Materialien ausgeführt werden können, z.B. Gipsbaustoffe (keine Holzwerkstoffe). Bereiche mit hoher Beanspruchung (W2-I) müssen dagegen aus feuchteunempfindlichen Materialien bestehen, siehe Tab. 5.7.2.

Bäder im Wohnungsbau

Bäder in privat genutzten Wohnhäusern sind keine „Nassräume“ im Sinne der DIN 18195 und unterliegen damit keiner sehr hohen Wassereinwirkung. Da die Klimabedingungen in privaten Bädern und Küchen mit denen von Wohnräumen vergleichbar sind, dürfen die Holzbauteile der Gebrauchsklasse GK 0 zugeordnet werden, wenn durch eine fachgerechte Abdichtung eine Feuchtebeanspruchung der Holzkonstruktion verhindert wird. Hierzu sind alle durch Spritzwasser beanspruchten Oberflächen, Durchdringungen und Anschlüsse wasserdicht auszuführen. Bei geringer Spritzwasserbeanspruchung (z.B. Waschbecken, Spülen, WC-Becken) sind keine besonderen Schutzmaßnahmen erforderlich.

Abdichtungssysteme

Im Holzbau haben sich Verbundabdichtungen aus flüssig zu verarbeitende Polymerdispersionen oder Kunststoffabdichtungsbahnen bewährt. In Verbindung mit keramischen Belägen entsteht eine robuste Abdichtung im Verbund (AIV) mit hoher Wasserundurchlässigkeit. Verbundsysteme aus Kunststoff-Zement-Mörtel-Kombination (Dichtungsschlämmen) sowie Reaktionsharze bleiben meist speziellen Anwendungsbereichen vorbehalten, z.B. bei chemischer Beanspruchung in Großküchen. Geeignete Abdichtungssysteme in Abhängigkeit der Wassereinwirkung und zulässige Untergründe sind in Tab. 5.7.2 aufgeführt.

Ausführungshinweise

Die Abdichtung muss nicht zwingend unter Sanitärobjekten (Bad- oder Duschwannen) hindurchgeführt werden. Vielmehr kommt es auf eine fachgerechte, dauerhafte Abdichtung des Wand- und Bodenanschlusses an, wofür die Objekte insbesondere im Anschlussbereich setzungssicher montiert werden müssen (siehe Abb. 5.7.2). Auch Badmöbel (z.B. Waschtische) sind dicht an die aufgehenden Bauteile anzuschließen.

Es empfiehlt sich an Holzbalkendecken unterhalb von Bädern auf eine unterseitige Folie zu verzichten, um evtl. Leckagen zeitnah erkennen zu können. (Dusch-)Wannen sollten unterseitig durch Revisionsöffnung kontrollierbar sein. Für den mehrgeschossigen Holzbau bzw. bei Nutzungen ohne Möglichkeit der regelmäßigen Inaugenscheinnahme oder bei besonders wertvoller Bausubstanz wird der Einbau von Feuchtesensoren (Detektionssysteme) empfohlen.

Entscheidend für die dauerhafte Funktionstüchtigkeit der Abdichtung ist die fachgerechte Ausbildung im Bereich von Bauteilfügungen, Anschlüssen an Sanitärobjekten sowie Durchdringungen von Wasserleitungen. Hierbei ist es zwingend erforderlich die *Primärabdichtung* mit systemzugehörigen elastischen Dichtungsbändern bzw. Manschetten auszuführen. Die Silikonfuge hat als Wartungsfuge hierbei nur untergeordnet eine abdichtende Funktion (*Sekundärabdichtung*), siehe Abb. 5.7.2 bis 5.7.4.

Untergründe für Verbundabdichtungen

Die Auswahl des richtigen Plattenbaustoffs als Untergrund für die Abdichtungen richtet sich neben der Belastbarkeit nach der Wassereinwirkungsklasse (siehe Tab. 5.7.2). Die erforderliche Plattendicke ist abhängig von der Unterkonstruktion bzw. der Auflast.

Grundsätzliche Anforderungen an den Untergrund:

- Ebenheit abgestimmt auf Belag bzw. Beschichtung
- ausreichend tragfähig und trocken
- maßhaltig und begrenzt verformbar
- frei von durchgehenden Rissen, Öl und Fett sowie losen Bestandteilen und Staub
- Löcher, Fugen, Risse und ähnliche Vertiefungen ausspachteln oder anderweitig verschließen.

Tab. 5.7.1: Wassereinwirkungsklassen für Innenräume nach DIN 18534-1

Wassereinwirkung (Klasse)		Anwendungsbeispiele	Geeignete Untergründe, Abdichtungsmaßnahme
W0-I	gering Flächen mit nicht häufiger Einwirkung aus Spritzwasser	Wandflächen über Waschbecken in Bädern und Spülbecken in häuslichen Küchen Bodenflächen im häuslichen Bereich ohne Ablauf, z.B. Küchen, Hauswirtschaftsräume, Gäste-WCs	feuchteempfindliche Untergründe, keine Abdichtung
W1-I	mäßig Flächen mit häufiger Einwirkung aus Spritzwasser oder seltener Einwirkung aus Brauchwasser, ohne Intensivierung durch anstauendes Wasser	Wandflächen über Badewannen und in Duschen in Bädern Bodenflächen in häuslichen Bädern mit Ablauf Bodenflächen in Bädern ohne/mit Ablauf ohne hohe Wassereinwirkung, z.B. durch Duschabtrennung geschützt	feuchteempfindliche Untergründe, mit Abdichtung
W2-I	hoch Flächen mit häufiger Einwirkung aus Spritzwasser und/oder Brauchwasser, vor allem auf dem Boden zeitweise durch anstauendes Wasser intensiviert	Wandflächen über Badewannen und in Duschen in Bädern Bodenflächen in häuslichen Bädern mit Ablauf Bodenflächen in Bädern ohne/mit Ablauf ohne hohe Wassereinwirkung, z.B. durch Duschabtrennung geschützt Wand- und Bodenflächen von Sport- bzw. Gewerbestätten	feuchteunempfindliche Untergründe, mit Abdichtung
W3-I	sehr hoch Flächen mit sehr häufiger oder lang Einwirkung aus Spritz- und/oder Brauchwasser und/oder Wasser aus intensivem Reinigungsverfahren, durch anstauendes Wasser intensiviert	Flächen im Bereich von Umgängen von Schwimmbädern Flächen von Duschen und Duschanlagen in Sport- bzw. Gewerbestätten Flächen in Gewerbestätten (gewerbliche Küchen, Wäscherien, Brauereien etc.)	feuchteunempfindlich Untergründe, mit mineralischer Abdichtung

Tab. 5.7.2: Anforderungen an Untergründe¹⁾ für Abdichtungen und keramische Beläge sowie geeignete Abdichtungssysteme bei geringer bis hoher Beanspruchung nach [MBF]

Untergrund	Wassereinwirkungsklassen								
	W0-I - gering			W1-I – mäßig			W2-I – hoch		
	Boden	Wand	Decke	Boden	Wand	Decke	Boden	Wand	Decke ⁶⁾
Gipsplatten nach DIN EN 520 (z.B. GKB bzw. GKBI) ¹⁾	o ²⁾	o	o	F-B-P ²⁾³⁾	F-B-P	o	-	-	-
Gipsplatten, vliesarmiert nach EN 15283-1 (GM-H1)	o	o	o	F-B-P ²⁾³⁾⁵⁾	F-B-P ²⁾⁵⁾	o	-	2)	2)
Gipsfaserplatten nach EN 15283-2	o	o	o	F-B-P ³⁾	F-B-P	o	-	-	-
Gips-Wandbauplatten nach EN 12859	x	o	x	x	F-B-P	x	x	-	x
Gipsputze	x	o	o	x	F-B-P	o	x	-	-
Kalk-Zementputze	x	o	o	x	o ⁷⁾	o	x	F-B-P	D
Calciumsulfat-Estriche (CA)	o	x	x	F-B-P ³⁾	x	x	-	x	x
Zementestrich (CE)	o	x	x	o ⁷⁾	x	x	MR-B-P	x	x
Gussasphaltestrich (AS)	o	x	x	o ⁷⁾	x	x	o ⁷⁾	x	x
Zementgebundene mineralische Bauplatten ⁴⁾	o	o	o	o ²⁾⁵⁾⁷⁾	o ²⁾⁷⁾	o	MR-B-P	F-B-P	D
Zementbeschichtete Hartschaumplatten ⁶⁾	o	o	o	o ⁷⁾	o ⁷⁾	o	o ⁷⁾	o ⁷⁾	o
Holz und Holzwerkstoffplatten ⁸⁾	o	o	o	p ⁷⁾	p ⁷⁾	o	-	-	-
Fußnoten	Anwendungsbereiche			Abdichtungsarten					
¹⁾ Anwendung nach DIN 18181 (ausgenommen Böden)	o	Bereich ohne erforderliche Abdichtung (abzudichten, wenn vom Auftraggeber oder Planer für erforderlich gehalten und beauftragt)				F-B-P	AIV Flüssig, Bahnen-, Plattenf.		
²⁾ Herstellerangaben beachten						MR-B-P	AIV-F ausschließlich Mineralisch oder Reaktionsharz oder B-P		
³⁾ im Bereich von genutzten Bodenabläufen nicht zulässig (z.B. barrierefreier Duschbereich)		Anwendung nicht zulässig				MR	AIV-F ausschließlich Mineralisch oder Reaktionsharz		
⁴⁾ ausgenommen sind zementgebundene Bauplatten mit organischen Zuschlägen						D	Abdichtung empfohlen		
⁵⁾ Abdichtungen von Fugen und Befestigungsmitteln siehe Herstellerangaben	x	Anwendung nicht möglich				P	Plattenförmige Abdichtung		
⁶⁾ Eigenständige Abdichtung mit Verwendungsnachweis abP/ETA (AIV-P), wird vollflächig auf den Untergrund aufgebracht, Ausnahmen siehe Herstellerangaben									
⁷⁾ Detailabdichtung erforderlich, wenn Wasser in feuchteempfindliche Bauteilschichten gelangen kann, z.B. Dämmung									
⁸⁾ als direkter Untergrund für plattenförmige Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Platten verwendbar									

**Weitere Informationen,
Ausführungshinweise und
Details enthalten:**

[MBF] Merkblatt Bäder,
Feucht- und Nassräume im
Holz- und Trockenbau,
Ausgabe 4/2018 sowie
[MBV] Merkblatt Verbundab-
dichtungen des ZDB, Ausgabe
8/2019

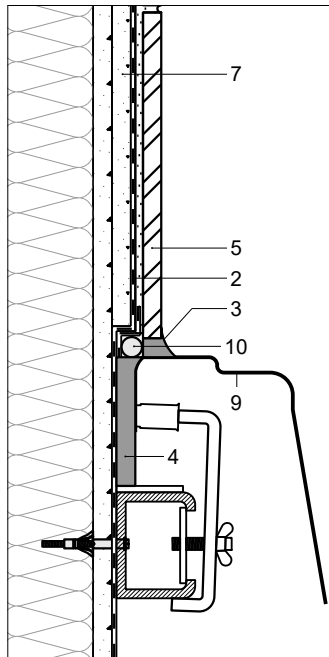


Abb. 5.7.2 Setzungsfreie Befestigung von Sanitäröb-
jekten mit Wannenleiste und Dichtungsband [MBF]

- 1 Flächenabdichtung (P)
- 2 Elastisches Dichtungsband (P)
- 3 Silikonfuge (S)
- 4 Wannendichtband (P)
- 5 Fliesen im Dünnbett
- 6 Sockelfliese
- 7 Beplankung (HWSt + GKBi oder 2 x GKBi)
- 8 Trockenestrichelemente (z.B. Gipsfaser)
- 9 Duschtasse bzw. Badewanne
- 10 Hinterlegeband (z.B. Schaumstoffschnur)

P = Primärabdichtung

S = Sekundärabdichtung

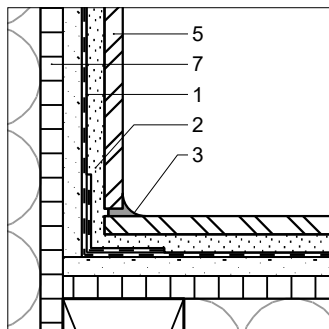


Abb. 5.7.3 Ausführung der Verbundabdichtung bei
Eckverbindungen von Wänden mit Spritzwasserbe-
reich [MBF]

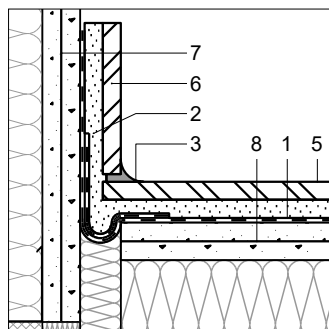


Abb. 5.7.4 Beispiel für Boden-Wand-Anschluss mit
Flächenabdichtung im Spritzwasserbereich [MBF]

6 _ Holzbauteile GK 0 im Außenbereich

6.1 _ Grundsätzliche bauliche Maßnahmen

Die Planung und Umsetzung baulicher Holzschutzmaßnahmen sind eine wesentliche Voraussetzung für eine lange Lebensdauer von Bauteilen im Außenbereich. DIN 68800-2 benennt Randbedingungen, um auch im Außenbereich befindliche Holzbauteile in die GK 0 einstufen zu können. Diese besonderen baulichen Maßnahmen (vgl. Kap. 4.3) werden nachfolgend anhand von Beispielen für tragende Bauteile exemplarisch erläutert.

Erforderliche bauliche Maßnahmen zur Einstufung von Bauteilen im Außenbereich in die GK 0:

1. Begrenzung der Querschnittsmaße bei Bauteilen aus Vollholz auf 16/16 cm bzw. 20/20 cm bei Brettschichtholz.
2. Verwendung technisch getrockneter Hölzer mit gehobelter Oberfläche.
3. Verhinderung von Stauwasser in Anschlussbereichen.
4. Abdeckung von Hirnholzflächen.
5. Direktes Abführen von Niederschlagswasser.
6. Oberseitiges Abdecken nicht vertikal stehender Bauteile.
7. Vermeidung von Spritzwasser im Sockelbereich.

Mit der **Begrenzung der Querschnittsdicke** wird die Rissbildung begrenzt, so dass kapillarer Wassereinschluss und damit eine unzuträgliche Feuchteerhöhung sowie die Eiablage holzerstörender Insekten vermieden werden. Eine kurzfristige Erhöhung der Holzfeuchte auf $u \geq 20\%$ kann dagegen im Oberflächenbereich als unkritisch angesehen werden (vgl. Kap. 3.1).

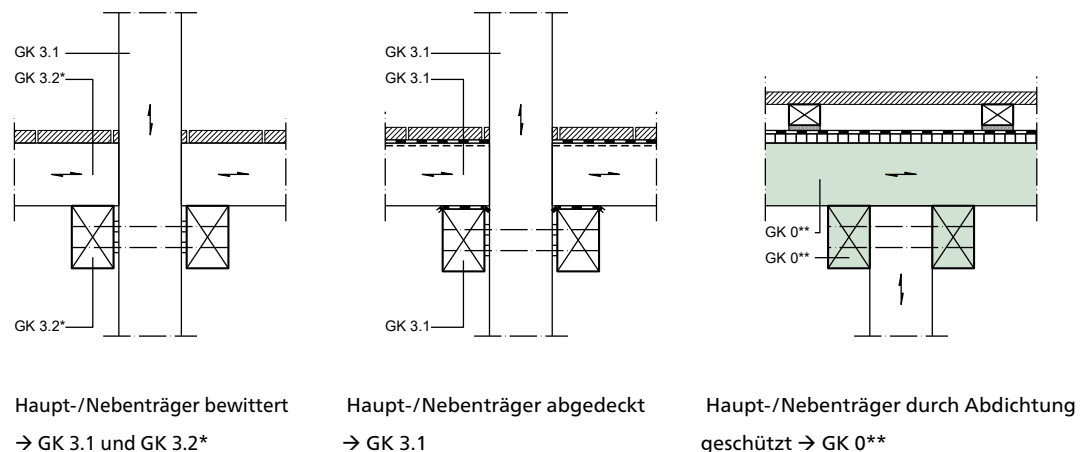
Mittels **technischer Trocknung und gehobelten Oberflächen** wird die Feuchteaufnahme eines Holzbauteils verlangsamt. Zudem erfolgt ein schnellerer Abfluss von Oberflächenwasser. Vollholz mit Keilzinkung darf nicht im bewitterten Außenbereich (NKL 3 bzw. GK 3) angewendet werden, Brettschichthölzer nur mit geeigneten Klebstoffen und Lamellendicken ≤ 35 mm (vgl. Hinweise in Kap. 3.3). Kleinteilige Bauteile wie Fassadenprofile können eine sägeraue bzw. feingesägte Oberfläche aufweisen, die sich z.B. in Verbindung mit deckenden Beschichtungen bewährt haben.

Stauwasser in Anschlussbereichen kann verhindert werden, wenn an den Fugestellen der Bauteile mindestens 6 mm Abstand verbleiben, um Wasser- und Schmutzeinlagerung zu verhindern. Zudem muss sichergestellt sein, dass in Schlitze und Bohrungen für Verbindungsmittel kein Wasser eindringen kann (siehe Abb. 6.1).



Abb. 6.1: Einlassen einer Unterlegscheibe an einem Pfostenanschluss eines Brückengeländers aus Eiche

Abb. 6.2 Einstufung von Bauteilen einer Balkonkonstruktion in die Gebrauchsklassen nach DIN 68800-2 gemäß Fachregel Balkone und Terrassen [FR02]



*GK 4 wenn Schmutzablagerungen möglich

**GK 1 wenn Bauteil nicht auf Insektenbefall kontrollierbar oder kein technisch getrocknetes Holz verwendet

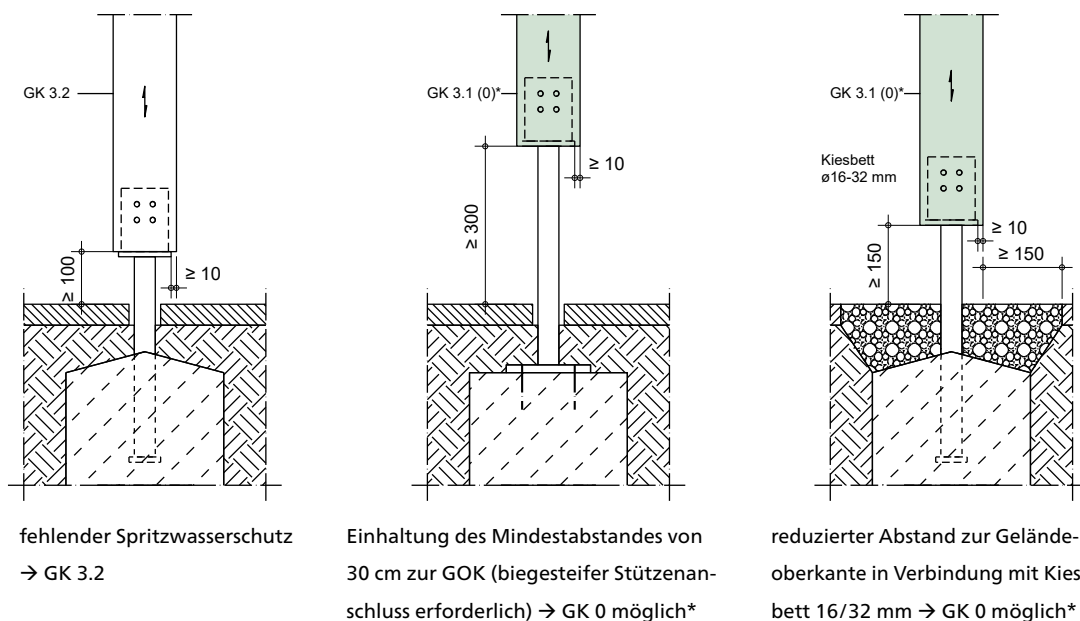
Die **Abdeckung von Hirnholz** ist von besonderer Bedeutung, da die Feuchteaufnahme über die Hirnholzfläche besonders schnell erfolgt. Abschrägungen oder Versiegelungen waagerechter Hirnholzoberflächen sind nur für nichttragende Bauteile mit kleinen Querschnitten und geringen Anforderungen an das Aussehen akzeptabel, z.B. bei Zaunpfosten.

Ein **direktes Abführen von Niederschlagswasser** erfolgt durch Vermeidung direkt witterungsbeanspruchter Horizontalflächen sowie einer fachgerechten Ausbildung von Anschlüssen z.B. mit ausreichend großen Fugen. Sind horizontale Fläche nicht zu vermeiden, müssen diese zur Einstufung in GK 0 durch eine oberseitige Abdeckung mit ausreichendem seitlichen Überstand geschützt werden. Hierfür eignen sich beispielsweise gekantete Bleche, bei denen eine vollflächige Auflage auf dem Holz durch strukturierte Trennlagen oder andere Maßnahmen zu vermeiden ist (vgl. Abb. 6.2).

Vorschläge zur **Spritzwasservermeidung** im Sockelbereich und der Einstufung von Schwellen in GK 0 enthält Kapitel 5.6. Diese Vorschläge gelten auch für die Ausführung von Holzfassaden. Stützen müssen durch die Verwendung geeigneter Stützenfüße ebenfalls die Mindestanforderungen an den Abstand zur Geländeoberkante (GOK) erfüllen:
 ≥ 30 cm bei befestigter GOK
 ≥ 15 cm bei wasserabsorbierender Oberfläche (Kiesschüttung).

Beispiele zur Ausführung von Stützenfüßen enthält Abbildung 6.3. Dabei ist darauf zu achten, dass eine höhere Positionierung des Stützenanschlusses Auswirkung auf die Standsicherheit haben kann.

Abb. 6.3: Einstufung von Stützen in die Gebrauchsklassen
nach DIN 68800-2 gemäß Fachregel Balkone und Terrassen [FR02]



Weiterführende Informationen in den Fachregeln des Zimmerhandwerks:

Fachregel 01: Fassaden aus Holz und Holzwerkstoffen [FR01]

Fachregel 02: Balkone und Terrassen [FR02]

*GK 0 für Stütze nur wenn alle Bedingungen für Außenbauteile erfüllt sind!

Hinweis: Stabdübel sollten nur einseitig gebohrt und von der witterungsabgewandten Seite aus eingebracht werden!

Anwendungsgrenzen der GK 0

Eine Einstufung der Außenbauteile in die GK 0 ist nur unter Einhaltung aller genannten Anforderungen/der vorgeschlagenen Maßnahmen möglich. Umfassende Regeln zur Ausführung enthalten die Fachregeln des Zimmerhandwerks [FR01, FR02].

Im Zweifelsfall wird in den Bereichen der Gebrauchsklasse GK 3.1 die Anwendung von Holzarten mit erhöhter Dauerhaftigkeit (z.B. Lärche oder Douglasie; siehe Kap. 3, Tab. 3.2) empfohlen. Bauteile im Anwendungsbereich der GK 3.2 mit zu erwartender Feuchteanreicherung sind als leicht austauschbare Verschleißbauteile oder mit geeigneter Dauerhaftigkeit, z.B. aus Eichenkernholz herzustellen.

Weiterführende Informationen zu Holzbrücken:

hh 1/9/1: Entwurf von Holzbrücken

hh 1/9/2: Tragwerksplanung von Holzbrücken

hh 1/9/3: Musterzeichnungen für Holzbrücken

6.2 _ Entwurfsgrundlagen für Holzbrücken

Holzbrücken und Brückenbauteile aus Holz sind ein typisches Beispiel für die Anwendung von Holz im Außenbereich. Nachfolgend werden die grundsätzlichen Entwurfskriterien vorgestellt, eine umfassende Darstellung enthalten die Schriften der holzbau handbuch-Reihe [hh 1/9/1-3].

Grundlage von Entwürfen zeitgemäßer Holzbrücken ist die geschützte Bauweise gemäß des Nationalen Anhangs zur DIN EN 1995-2. Dieser unterscheidet für geschützte Bauweisen drei Konstruktionsarten (vgl. Abb. 6.4.):

- a) Brücke mit untenliegender Verkehrsbahn
- b) Brücke mit obenliegender Verkehrsbahn
- c) gedeckte Brücke

In allen Fällen sind tragende Holzkonstruktionen durch eine wasserdichte Ebene zu schützen, so dass eine mittlere Materialfeuchte unter 20 % gewährleistet und Pilz- oder Insektenbefall ausgeschlossen sind. Die Variante c) beschreibt dabei das ursprüngliche Holzschutzprinzip historischer Holzbrücken. Die Varianten a) und b) stellen modernere Entwurfsprinzipien dar, wobei sich die Variante b) mit einem ausreichenden seitlichen Überstand ($> 30^\circ$) eines dichten Belages auch ohne seitliche Verschalung ausführen lässt. Entsprechend der Lage und Exponiertheit der Brücke kann es empfehlenswert sein, den Überstand deutlich zu erhöhen.

Priorisierung des baulichen Holzschutzes

Die Normenreihe der DIN 68800 priorisiert den baulichen (konstruktiven) Holzschutz gegenüber dem Einsatz von chemischen Holzschutzmitteln. Im Sinne einer nachhaltigen Bauweise gilt dieser Ansatz auch für den Holzbrückenbau. Sofern alle konstruktiven Maßnahmen erschöpft sind, lässt sich durch den Gebrauch heimischer Holzarten mit hoher Dauerhaftigkeit auch bei Holzbrücken auf chemischen Holzschutz verzichten. Nicht zuletzt auch durch die Verwendung thermisch oder chemisch modifizierter Hölzer sind die Verwendung von mit Bioziden behandelten Hölzern und von Tropenhölzern entbehrlich (siehe Anlage).

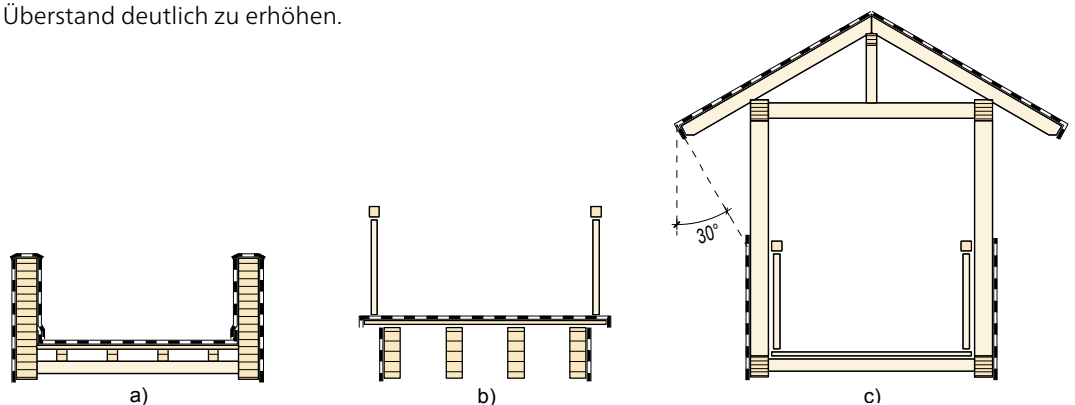
Zuordnung der Gebrauchsklassen

Die in Teil 1 der DIN 68800 definierten Gebrauchsklassen (vgl. Tab. 3.1) finden auch für Brückenbauteile Anwendung. Je nach Feuchteexposition werden diese den GK 1 bis GK 3.2 zugeordnet, um daraus entsprechende Gefährdungs- bzw. Schutzmaßnahmen ableiten zu können. Abb. 6.5 enthält eine Zuordnung der Gebrauchsklassen für die Bauteile gängiger Brückenquerschnitte.

Für nichttragende Bauteile wie Bekleidungen, Verschalungen oder Geländerfüllungen, deren konstruktiver Schutz nicht wirtschaftlich herstellbar ist, ist grundsätzlich kein chemischer

Abb. 6.4: Konstruktionsarten von Holzbrücken und ihre Abdichtungs- bzw. Schutzebenen:

- a) untenliegende,
- b) obenliegende Verkehrsbahn,
- c) gedeckte Brücke

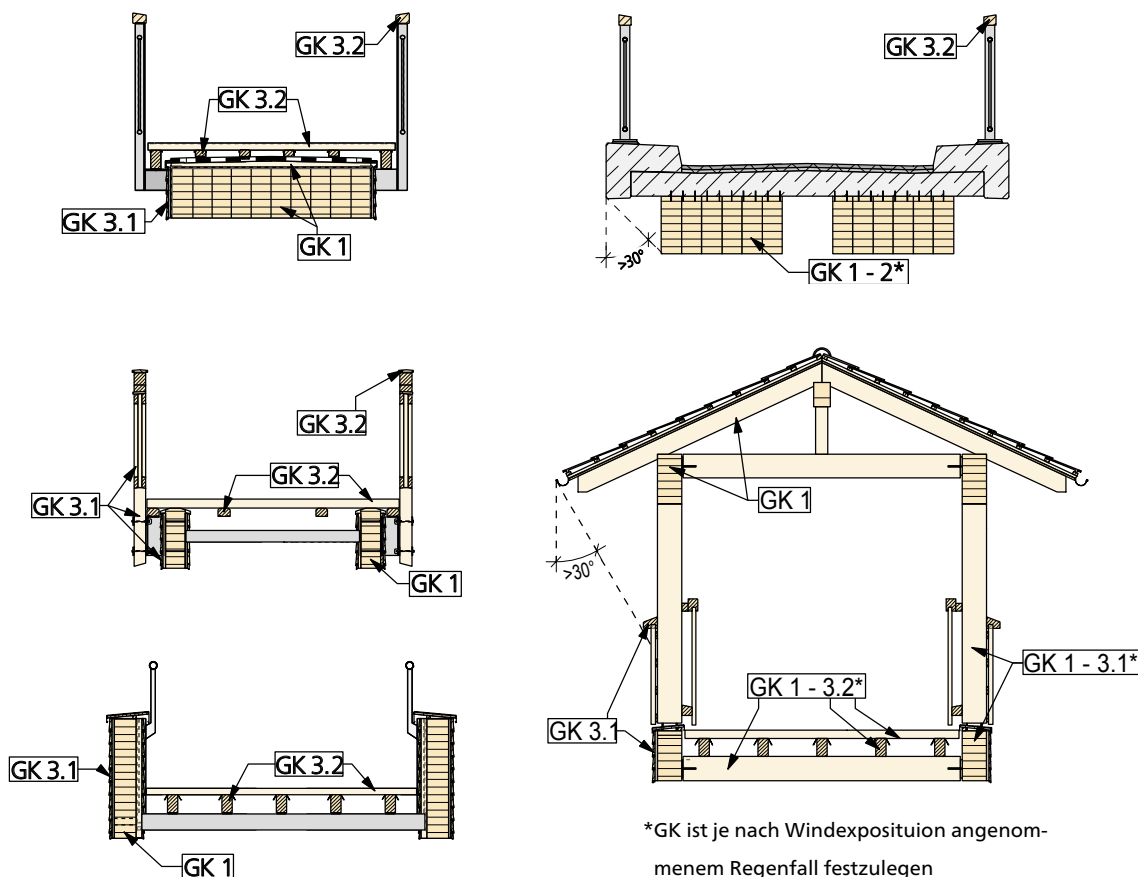


Holzschutz vorzusehen. Mit dauerhaften einheimischen Holzarten oder auch mit modifizierten Hölzern (Hinweise dazu siehe Anlage) lässt sich eine längere Lebensdauer gewährleisten. Andernfalls sind Bauteile entsprechend häufiger auszutauschen.

Brückenträger überdachter Brücken über Wasser werden der Gebrauchsklasse 2 zugeordnet. In Rahmen eines Forschungsprojektes ließ sich keine erhöhte Belastung für Bereiche von Holzbrücken über Gewässern feststellen, sofern ein ausreichender Abstand zur Geländeoberfläche eingehalten ist [12]. Mit entsprechenden konstruktiven Maßnahmen lassen sich Bauteile bei Brücken gemäß Abb. 6.6 in die GK 1 bis 3.2 zuordnen und aus einheimischen Holzarten realisieren.

Abb. 6.5: Zuordnung von Brückenbauteilen zu den Gebrauchsklassen nach DIN 68800-1

- GK 0 = ständig trocken (keine Gefährdung)
- GK 1 = trocken, Gefährdung durch Insekten möglich
- GK 2 = gelegentlich feucht, Gefährdung durch Insekten/Pilze
- GK 3.1 = gelegentlich feucht, keine Feuchteanreicherung
- GK 3.2 = häufig feucht, Anreicherung von Wasser möglich Bauteile hier als Verschleißbauteile einfach austauschbar konstruieren!



7 _Glossar

Bauliche Holzschutzmaßnahmen

bzw. grundsätzliche bauliche Maßnahmen sind vorbeugende konstruktive oder bauphysikalische Maßnahmen zur Vermeidung einer unzuträglichen Veränderung des Feuchtegehalts von Holz und Holzwerkstoffen. Grundsätzliche bauliche Maßnahmen sind bereits in der Planungsphase zu berücksichtigen und bei der Ausführung konsequent einzuhalten.

Besondere bauliche Maßnahmen

ermöglichen es, Holzbauteile in die Gebrauchs-kategorie GK 0 einzustufen, wenn dies allein anhand der grundsätzlichen Maßnahmen nicht möglich ist. Hierzu zählen die technische Trocknung, besondere Konstruktionsprinzipien sowie besondere rechnerische Nachweise des Tauwasser-schutzes.

Dampfdiffusionsvorgänge

bezeichnen den Feuchtetransport durch Molekülwanderung, verursacht durch den Dampfdruckunterschied der das Bauteil umgebenden Luft. Im Winter liegt ein Dampfdruckgefälle von der Raumseite nach außen vor, bei Erwärmung der Außenseite kehrt sich dieser um. Durch diese Umkehr- oder Rückdiffusion besteht die Möglichkeit, dass im Bauteil enthaltene Feuchte auch zur Raumseite hin austrocknen kann.

Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke

bzw. der s_d -Wert dient als Maß für den Diffusionswiderstand einer Bauteilschicht und berechnet sich aus der Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (μ -Wert) des Materials und der Schichtdicke d in Metern:

$$s_d = \mu \cdot d \text{ [m]}$$

In DIN 4108-3 werden folgende Definitionen vorgenommen:

diffusionsoffen	$s_d \leq 0,5 \text{ m}$
diffusionsbremsend	$0,5 \text{ m} < s_d \leq 10 \text{ m}$
diffusionshemmend	$10 \text{ m} < s_d < 100 \text{ m}$
diffusionssperrend	$100 \text{ m} \leq s_d < 1.500 \text{ m}$
diffusionsdicht	$s_d \geq 1.500 \text{ m}$

Farbkernholz

bezeichnet den inneren Holzteil im Holzquerschnitt, in dem alle wasserleitenden und speichernden Zellen außer Funktion sind. Bei Farbkernholz (z.B. Kiefer, Lärche) zeichnet sich der Kern deutlich vom Splintholz ab. Der Kern ist gegenüber dem Splint dauerhafter gegenüber Pilz- und Insektenbefall. Die Dauerhaftigkeit von Holzarten nach DIN EN 350 bezieht sich auf den Kern.

Fasersättigungsbereich

bezeichnet den Zustand von Holz, bei dem die Zellwände vollständig mit Wasser gesättigt sind, jedoch noch kein freies Wasser in den Zellhohlräumen vorhanden ist. Der Fasersättigungsbereich liegt für Nadelhölzer bei ca. 28 bis 32 % Holzfeuchte vor.

Feuchteschutz

umfasst im Holzbau alle baulichen Maßnahmen, um Holzkonstruktionen vor unzuträglicher Feuchteeinwirkung durch äußere und nutzungsbedingte Einflüsse zu schützen. Zwischen dem Feuchteschutz, dem Wärmeschutz und dem Holzschutz besteht ein direkter Zusammenhang. Maßnahmen zum Feuchteschutz verhindern eine Verminderung der Wärmedämmwirkung und sorgen dafür, dass keine Schäden an der Holzkonstruktion entstehen, die aus einer dauerhaften Erhöhung der Holzfeuchte resultieren können.

Feuchteeintrag (unplanmäßig)

bezeichnet die Feuchte, welche infolge unvorhergesehener Ereignisse zu einer Feuchteerhöhung von Holzbauteilen führt. Ursachen können Bewitterung während der Bauphase, erhöhte Baufeuchte oder konvektiver Feuchteeintrag durch Undichtigkeiten in der Gebäudehülle sein.

Feuchtevariable Dampfbremsen

auch feuchteadaptive Dampfbremsen, verändern ihren Dampfdiffusionswiderstand in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte in unmittelbarer Umgebung. Bei trockenem Raumklima liegen i.d.R. dampfbremsende Eigenschaften $s_d > 2$ m vor, bei feuchtem Raumklima diffusionsoffene. Solche feuchtevariablen Eigenschaften weisen spezialbeschichtete Baupappen, Polyamidfolien und in begrenztem Maße auch Holzwerkstoffe auf. Feuchtevariable Dampfbremsen werden i.d.R. in außen diffusionshemmenden bis -dichten Aufbauten eingesetzt, um eine Bauteiltrocknung bei unplanmäßig eingebrachter Feuchte zu ermöglichen. Bei Folien muss gemäß DIN 68800-2 Pkt. 7.5 das Alterungsverhalten berücksichtigt werden.

Gebrauchsklasse (GK)

früher als Gefährdungsklasse bezeichnet, klassifiziert die gegebene Einbausituation der Holzbauteile im Hinblick auf das resultierende Schädigungsrisiko. Wichtiges Kriterium ist hierbei die Holzfeuchte, die sich unter ungünstigen Bedingungen im bzw. auf dem Bauteil ergeben kann. Weitere Kriterien sind direkte Witterungsbeanspruchung mit oder ohne Feuchteanreicherung im Bauteil, die Zugänglichkeit von Insekten sowie der Kontakt mit Meerestieren. In der GK 0 ist das Befalls- bzw. Schadensrisiko durch holzerstörende Insekten oder Pilze so gering bzw. auszuschließen, dass keine Notwendigkeit für vorbeugende chemische Holzschutzmaßnahmen nach DIN 68800-3 oder die Verwendung von

Hölzern mit erhöhter Dauerhaftigkeit vorliegt. Die Einstufung in die GK 0 ist das Ziel baulicher Holzschutzmaßnahmen.

Gleichgewichtsfeuchte

bezeichnet die massenbezogene Holzfeuchte eines Bauteils, welche sich nach Einbau während der Nutzungsphase ergibt. Diese unterliegt je nach Jahreszeit einem Schwankungsbereich. Holzbauteile sollten möglichst mit einer Holzfeuchte nahe der zu erwartenden Einbaufeuchte eingebaut werden, um das Schwinden bzw. Quellen von Bauteilen zu begrenzen.

Holzfeuchte

ist u.a. das Kriterium für die Befallswahrscheinlichkeit von Holzprodukten durch holzerstörende Pilze. Maßgebend hierfür ist die massenbezogene Holzfeuchte u_m , d.h. das Verhältnis des im Holz vorhandenen Wassergewichts zum Gewicht des Holzes im darrtrockenen Zustand. Bis 20 % Holzfeuchte wird von trockenem Holz gesprochen, welches keiner Gefährdung ausgesetzt ist. Holzbauteile die längerfristig auf Holzfeuchten nahe des Fasersättigungsbereichs auffeuchten sind durch holzerstörende Pilze gefährdet. Als planmäßige Holzfeuchte werden die Einbaufeuchte des Holzes sowie rechnerisch zulässige Feuchteerhöhungen aus Tauwasseranfall bezeichnet.

Holzschutz

umfasst Maßnahmen, die eine Wertminderung oder Zerstörung von Holz und Holzwerkstoffen durch Pilze, Insekten oder Meerestiere verhüten und eine lange Gebrauchsdauer von Holzkonstruktionen sicherstellen.

Holzerstörende Insekten

stellen für verbaute Hölzer ausschließlich in Form von Trockenholzinsekten, z.B. Hausbock oder diverse Nagekäferarten, eine Gefährdung dar. Die Larven dieser Insekten entwickeln sich im Holz und zerstören es durch ihre Fraßgänge. Hohe Holzfeuchten und ein Primärbefall durch holzerstörende Pilze begünstigen den Befall.

Holzerstörende Pilze

können sich aus Sporen erst über einen längeren Zeitraum bei auftretenden relativen Luftfeuchten von mehr als 95% oder im Bereich lokaler Auffeuchtungen oberhalb der Fasersättigung entwickeln. Kurzfristige Auffeuchtungen oberhalb der Fasersättigung sind über Zeiträume von bis zu drei Monaten tolerierbar.

Konvektion

beschreibt den Feuchtetransport in Folge von Luftströmung. Sie resultiert aus Undichtigkeiten der Gebäudehülle, angetrieben durch Druck infolge von Wind- oder Temperaturunterschieden. Zur Verhinderung von Konvektion wird die Gebäudehülle innen luftdicht und außen winddicht ausgeführt.

Moderfäule

wird durch im Boden vorhandene Pilze ausgelöst und kann Holz sehr schnell abbauen. Bei üblichen Konstruktionen des Hoch- und Bückenbaus stehen die tragenden Bauteile zwar nicht im direkten Kontakt mit dem Erdreich, Moderfäule kann sich aber auch in Bereichen mit Schmutzansammlungen oder hoher Spritzwasserbeanspruchung ausbilden, weshalb auf einen ausreichenden Spritzwasserschutz zu achten ist.

Nassräume

sind gemäß Definition nach DIN 18195 Innenräume, in denen nutzungsbedingt Wasser in solcher Menge anfällt, dass zu seiner Ableitung eine Fußbodenentwässerung erforderlich ist. Bäder und Feuchträume im Wohnungsbau ohne Bodenablauf zählen ebenso nicht zu den Nassräumen wie fachgerecht ausgeführte bodengleiche Duschen.

Nutzungsklasse (NKL)

bezeichnet die Klassifikation eines Holzbauteils in Abhängigkeit seiner Gleichgewichtsfeuchte über den gesamten Bauteilquerschnitt, welche für die bei der Bemessung relevanten Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften maßgebend sind und mit zunehmender Holzfeuchte abnehmen.

Primär- und Sekundärabdichtung

bezeichnen Schutzmaßnahmen von Holzbauteilen gegenüber Spritzwasserbeanspruchung. Die Primärabdichtung wird dabei als Abdichtungssystem auf geeignetem Untergrund aufgebracht und muss sowohl in der Fläche als auch an Fugestellen, bei Durchdringungen sowie im Anschlussbereich an Sanitärobjekte dauerhaft funktionieren. Als Sekundärabdichtung wird die Fugendichtung (meist als Silikonfuge) in Anschlussbereichen bezeichnet. Sie hat nur untergeordnet abdichtende Funktion und ist als Wartungsfuge anzusehen.

Splintholz

bezeichnet den äußeren, an das Kambium anschließenden Teil des Holzes, der lebende Zellen enthält und saftführend ist. Splintholz ist grundsätzlich als nicht dauerhaft gegenüber Feuchte eingestuft.

Technisch getrocknetes Holzprodukt

bezeichnet Holz, welches in einer technischen Anlage bei einer Temperatur von $T \geq 55^\circ \text{C}$ über 48 Stunden auf eine Holzfeuchte von $u \leq 20 \%$ getrocknet wurde. Hierzu zählen u.a. Vollholz mit und ohne Keilzinkung, Balkenschichtholz sowie Brettschicht- und Brettsperrholz.

Technische Klassen von Holzwerkstoffen

bezeichnen den Anwendungsbereich von Holzwerkstoffen, z.B. für die tragende oder nichttragende Anwendung in den verschiedenen Nutzungsklassen, z.B. OSB/2 oder OSB/3 (tragende Anwendung im Trocken- bzw. Feuchtebereich).

Trocknungsreserve

bezeichnet die rechnerisch verbleibende Verdunstungsmenge, welche sich aus der Bilanz aus Verdunstungs- und Tauwassermenge ergibt. Sie ist die maßgebende Größe für die Einschätzung der Robustheit eines beidseitig geschlossenen Bauteils bei unplanmäßigem Feuchteeintrag.

Hierfür gelten folgende Anforderungen:

250 g/(m² a) bei Dächern und obersten
Geschossdecken

100 g/(m² a) bei Wänden

Wasserdampfdiffusion

siehe Dampfdiffusionsvorgänge

Wasserdampfkonvektion

siehe Konvektion

8 _ Regelwerke, Literatur

8.1 _ Technische Baubestimmungen

Regelmäßig aktualisierte Listen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) – www.dibt.de

[MTB] Muster-Verwaltungsvorschrift der technischen Baubestimmungen, regelmäßig aktualisiert unter www.dibt.de

[HSV] DIBt-Holzschutzmittelverzeichnis als Schrift des DIBt; regelmäßig aktualisiert, zuletzt erschienen im Erich Schmidt Verlag

Normen im Alleinvertrieb des Beuth-Verlags, Berlin – www.beuth.de

(Produktnormen sind hier nicht aufgeführt)

Normenreihe Holzschutz:

DIN 68800-1: 2019-06: Holzschutz – Teil 1: Allgemeines

DIN 68800-2: 2022-02: Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau

DIN 68800-3: 2020-03: Holzschutz – Teil 3: Vorbeugender Schutz von Holz mit Holzschutzmitteln

DIN 68800-4: 2020-12: Holzschutz – Teil 4: Bekämpfungsmaßnahmen gegen Holz zerstörende Pilze und Insekten und Sanierungsmaßnahmen

Deutsche Normen:

VOB ATV DIN 18334: 2016-09, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Zimmer- und Holzbauarbeiten
DIN 4108-3: 2018-10: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung

DIN 4108-7: 2011-01: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtigkeit von Gebäuden – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele

DIN 4108-10: 2021-11: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe

DIN 4074-1: 2012-06: Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 1: Nadelschnittholz

DIN 18195: 2017-07: Abdichtung von Bauwerken – Begriffe

DIN 18531-1: 2017-07: Abdichtung von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen – Teil 1: Nicht genutzte und genutzte Dächer – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze

DIN 185341-1: 2017-07: Abdichtung von Innenräumen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze

DIN 20000-1: 2017-06: Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 1: Holzwerkstoffe

DIN 20000-5: 2022-11 Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 5: Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt; Entwurf

Harmonisierte europäische Normen:

DIN EN 350: 2016-12, Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz – Teil 2: Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit und Tränkbarkeit von ausgewählten Holzarten von besonderer Bedeutung in Europa

DIN EN 1995-1-1: 2010-12, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau mit Änderungen A1 (2008) und A2 (2014)

DIN EN 1995-1-1/NA: 2013-08, Nationaler Anhang – national festgelegte Parameter – Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau

DIN EN 1996-1-1: 2013-02, Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk mit Nationalen Anhängen

DIN EN 13986: 2015-06, Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen – Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung; mit Änderung A1 (2014-09)

DIN EN 14081-1: 2019-10: Holzbauwerke - Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

DIN EN 15026: 2007-07: Wärme- und feuchte-technisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation

8.2 _ Fachregeln und Merkblätter

Fachregeln des Zimmererhandwerks herausgegeben von Holzbau Deutschland – Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes – www.holzbau-deutschland.de

[FR01] Fachregel 01: Außenwandbekleidungen aus Holz und Holzwerkstoffen, Ausgabe 01/2020

[FR02] Fachregel 02: Balkone und Terrassen, Ausgabe 12/2020

[FRDD] Fachregeln des Deutschen Dachdeckerhandwerks Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik e.V. – www.dachdecker-regelwerk.de (Auswahl):

- Grundregel für Dachdeckungen, Abdichtungen und Außenwandbekleidungen, Stand 09/1997
- Regeln für Dachdeckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen, Stand 12/2012
- Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen, Stand 01/2010
- Merkblatt Wärmeschutz bei Dach und Wand, Stand 05/2018

[KFR] Richtlinie für die Ausführung von Klempnerarbeiten an Dach und Fassade (Klempnerfachregeln) – Zentralverband Sanitär Heizung Klima (ZVSHK) – www.zvshk.de

Merkblätter:

[MBF] Merkblatt 5: Bäder, und Feucht- und Nassräume im Holz- und Trockenbau, Ausgabe 4/2020; Bundesverband der Gipsindustrie e.V. – www.gips.de

[MBV] Merkblatt Verbundabdichtungen, Ausgabe 8/2019; Zentralverband Deutsches Baugewerbe – www.zdb.de

[MBB] Merkblatt 18: Beschichtungen auf Holz und Holzwerkstoffen im Außenbereich, Ausgabe 2006; Bundesverband Farbe- und Sachwertschutz e.V. – www.farbe-bfs.de

Wissenschaftlich Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege:

[WTA 6-8] WTA-Merkblatt 6-8: „Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen - Vereinfachte Nachweise und Simulation“, Ausgabe 08/2016

[WTA 8-14] WTA-Merkblatt 8-14: Ertüchtigung von Holzbalkendecken nach WTA II: Balkenköpfe in Außenwänden, Ausgabe 9/2014

8.3. _ Fachliteratur

[1] Gersonde, M.; Grinda, M. (1984): Untersuchungen über das Vorkommen von Schäden durch holzerstörende Pilze und Insekten an Holzleimbaukonstruktionen. Forschungsbericht. Bundesanstalt für Materialprüfung, Fachgruppe „Biologische Materialprüfung

[2] Aicher, S.; Radovic, B.; Volland, G. (2001): Untersuchungen zur Befallswahrscheinlichkeit von Brettschichtholz durch Hausbock, bauen mit holz, 12/2001

[3] Radovic, B. (2008): INFORMATIONSDIENST HOLZ spezial: Unempfindlichkeit von technisch getrocknetem Holz gegen Insekten, Holzabsatzfonds

[4] Glauner, R.; Grosser, D.; Melcher, E.; Plarre, R.: (2022): Holzschutz – Praxiskommentar zu DIN 68800 Teile 1 bis 4. Hrsg.: DIN, Prof. Rainer Marutzky, iVTH; Beuth Verlag Berlin

[5] Radovic, B. (2009): INFORMATIONSDIENST HOLZ spezial Holzschutz für konstruktive Vollholzprodukte, Holzabsatzfonds/ Verband der deutschen Sägeindustrie, Bonn/ Wiesbaden

[6] Winter, S.; Schmidt, D.; Schopbach, H. (2004): Schimmelpilzbildung bei Dachüberständen und an Holzkonstruktionen; Bauforschung für die Praxis, band 66: Fraunhofer IRB Verlag

[7] Schmidt, D.; Kehl, D.; Kober, T.; Rabold, A. (2019): INFORMATIONSDIENST HOLZ holzbau handbuch Reihe 3, Teil 2, Folge 1: Flachdächer in Holzbauweise, Holzbau Deutschland-Institut e.V.

[8] Winter, S.; Bauer, P.; Werther, N. (2008): Untersuchung der klimatischen Verhältnisse in Kriechkellern unter gedämmten Holzbohlenplatten zur Vermeidung von Bauschäden bei nicht unterkellerten Gebäuden und zur Kostenreduzierung; Forschungsbericht MFPA Leipzig und TU München

[9] Kehl, D.; Borsch-Laaks, R.; Schopbach, H.; Wagner, G.: Holzbalkendecke an Mauerwerk in HOLZBAU Heft 1/2015; Kastner Verlag

[10] Polleres, S. (2015): Richtlinie Sockelanschluss Holzhausbau – Leitfaden für Planung und Ausführung: Holzforschung Austria – www.holzforchung.at

[11] Anders, C.: Barrierefreie Übergänge bei Dachterrassen und Balkonen; Planungshilfe des Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks - Fachverband Dach-, Wand und Abdichtungstechnik e.V., Köln, 2020

[12] Koch, S.: Untersuchung der langfristigen Holzfeuchteentwicklung an geschützten Holzbrücken. In: 7. Doktorandenkolloquium Holzbau Forschung + Praxis, S. 105-112, Institut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart, DE-Stuttgart, 2018

[13] Böttcher, P. (1999): INFORMATIONSDIENST HOLZ Anstriche für Holz und Holzwerkstoffe im Außenbereich, Arbeitsgemeinschaft Holz e.V. Düsseldorf

Anhang _ Weitere Holzschutzmaßnahmen

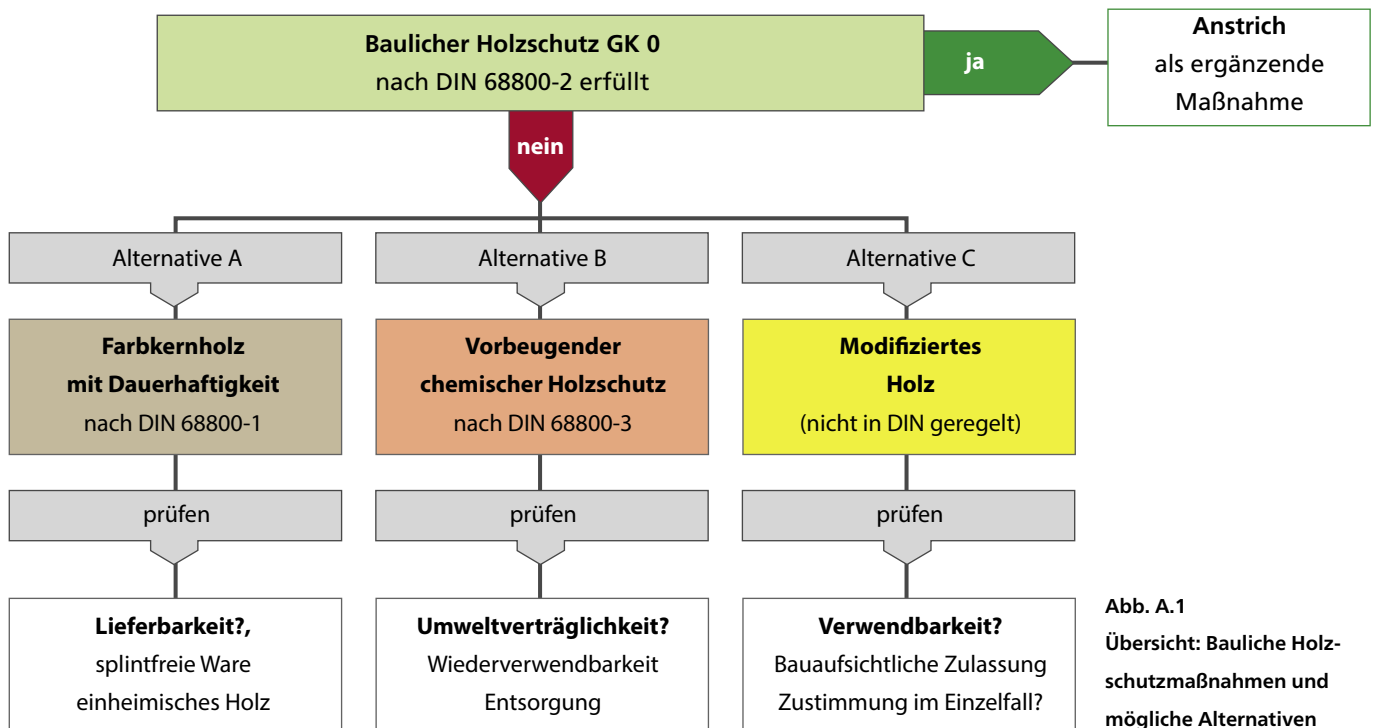


Abb. A.1
Übersicht: Bauliche Holz-
schutzmaßnahmen und
mögliche Alternativen

A _ Überblick

DIN 68800-1 benennt neben den vorbeugenden baulichen Holzschutzmaßnahmen auch weitere Maßnahmen, über die nachfolgend ein kurzer Überblick gegeben wird (siehe Übersicht in Abb. A.1). Damit sollen die Anwendungsmöglichkeiten, aber auch die Anwendungsgrenzen aufgezeigt werden.

Bauliche Holzschutzmaßnahmen umfassen alle konstruktiven Maßnahmen, durch die Feuchtigkeit und holzerstörende Insekten vom Holzbauteil ferngehalten werden oder ein schnelles Abtrocknen ermöglichen. Im Rahmen der Planung sind entsprechende Maßnahmen festzulegen, so dass auf weitere vorbeugende Holzschutzmaßnahmen verzichtet werden kann (Kapitel 1 bis 6 dieser Schrift).

Die **Natürliche Dauerhaftigkeit** ist die mehr oder minder ausgeprägte Eigenschaft einer Holzart, ohne zusätzliche Maßnahmen einem

Befall durch Schädlinge zu widerstehen. Die Dauerhaftigkeit wird im Wesentlichen durch die Holzinhaltsstoffe und die Umgebungsbedingungen beeinflusst. Die Möglichkeiten, durch dauerhafte Holzarten in den höheren Gebrauchsklassen auf chemischen Holzschutz zu verzichten, werden in Kapitel 3.3 aufgezeigt.

Vorbeugende chemische Holzschutzmittel

sind biozidhaltige Produkte zum Schutz von Holz gegen Befall durch Holz zerstörende oder die Holzqualität beeinträchtigende Organismen. Deren Anwendung ist in DIN 68800-3 geregelt. Zu unterscheiden sind hierbei vorbeugend und bekämpfend wirkende Produkte sowie Holzschutzmittel mit insektizider und/oder fungizider Wirksamkeit. Werkseitig mit Holzschutzmittel behandelte Produkte müssen ebenso wie bauseits behandelte Bauteile über eine Kennzeichnung verfügen (siehe Abschnitt B).

Beschichtungen zum Oberflächenschutz, aufgebracht als Anstrich oder industrielle Beschichtung, können einen zusätzlichen Beitrag zum Schutz des Holzes liefern, indem sie die Wasseraufnahme über die Holzoberfläche behindern. Ohne konkrete Definition ihrer Inhaltsstoffe und ihrer Auftragsmenge ist eine Beschichtung keine vorbeugende chemische Holzschutzmaßnahme im Sinne der DIN 68800-3.

Bei **modifizierten Hölzern** handelt es sich um Produkte mit individueller Schutzwirkung. Die derzeit bekanntesten Systeme sind thermisch behandelte und acetylierte Hölzer. Thermisch behandelte Hölzer werden anders als bei der konventionellen technischen Trocknung deutlich höheren Temperaturen (160° bis über 200° C) ausgesetzt, wodurch eine geringere Feuchteaufnahme-fähigkeit des Holzes und damit auch ein deutlich verringertes Schwinden und Quellen erzielt wird. Damit einher geht aber auch eine Ver-

änderung der Festigkeitseigenschaften, weshalb für die tragende Anwendung ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis vorliegen muss. Eine solcher Nachweis ist auch bei acetyliertem Holz erforderlich, welches durch Behandlung mit Essigsäureanhydrit eine verbesserte Dauerhaftigkeit erhält. Beispielanwendungen hierfür finden sich im Brückenbau.

Physikalische Maßnahmen beschreiben die Anwendung von hohen Temperaturen zur Abtötung von Holzschädlingen. Diese werden gemäß DIN 68800-4 bei der Bekämpfung Holz zerstörender Pilze und Insekten im Rahmen von Sanierungsmaßnahmen verwendet.

B _ Notwendigkeit des chemischen Holzschutzes

Vorbeugend chemische Holzschutzmittel haben biozide Wirkungen und sind giftig gegen spezielle Insekten und/oder Pilze. Die DIN 68800-3 behandelt keine ungiftigen Holzschutzmittel.

Tab. A.1: Prüfprädikate für vorbeugend wirksame Holzschutzmittel nach DIN 68800-3

Gebrauchsklasse	Prüfprädikate nach DIN 68800-3
GK 0	keine vorbeugende Maßnahme erforderlich!
GK 1*	Iv
GK 2*	Iv + P
GK 3*	Iv + P + W
GK 4	Iv + P + W + E

Iv = Insektenvorbeugend

P = Pilzwidrig

W = Witterungs-/Auswaschbeständig

E = Erd-/Wasserkontakt (Schmutzablagerungen in Fugen)

*Einstufung in GK 0 durch besondere bauliche Holzschutzmaßnahmen nach DIN 68800-2 möglich!

Die Entwicklung und die breite Anwendung technisch getrockneter Vollholzprodukte und Holzwerkstoffe sowie die jahrzehntelangen Erfahrungen mit diffusionsoffenen Bauweisen haben den chemischen Holzschutz in den üblichen Anwendungsbereichen des Hochbaus entbehrlich gemacht. DIN 68800-2 zeigt mit den besonderen baulichen Holzschutzmaßnahmen zudem Möglichkeiten auf, wie trotz Einstufung in die Gebrauchsklassen GK 1 bis GK 3 auf die Verwendung von chemischen Holzschutzmitteln verzichtet werden kann (siehe Kap. 4.2 und Kapitel 6).

In den besonderen Fällen, bei denen eine Anwendung chemischer Holzschutzmittel dennoch erforderlich wird, müssen Mittel verwendet werden, deren Wirksamkeit und Umweltverträglichkeit nachgewiesen ist. Entsprechende Mittel

sind im Holzschutzmittelverzeichnis des DIBt aufgeführt [HSV]. Je nach Anwendungsbereich müssen die Holzschutzmittel über ein Prüfprädikat für vorbeugenden Holzschutz verfügen (siehe Tab. A.1). Möglichkeiten zur Ausrüstung des Holzes sind dabei Spritzen und Sprühen, Streichen (auch automatisiert), Fluten, Tauchen und Trogtränken oder Vakuum- bzw. Kesseldruckimprägnierung.

Zu beachten ist, dass sich moderne Vollholzprodukte nicht ohne weiteres mit Holzschutzmitteln behandeln lassen. Durch die technische Trocknung und die meist glatte (gehobelte oder egalisierte) Oberfläche ist die Aufnahmefähigkeit sehr eingeschränkt. Eine Imprägnierung kann nur bei Kiefernholz oder bei vorheriger Perforation (Nadelung) der Oberfläche stattfinden.

Die erforderliche Auftragsmenge bei Beschichtungen mit Holzschutzmitteln sind auf glatten Oberflächen nur in mehreren Arbeitsgängen in Verbindung mit öligen Holzschutzmitteln zu erzielen. Aufgrund der bei direkter Witterungsbeanspruchung in GK 3 bedingten kurzen Instandhaltungsintervalle sind zur Gewährleistung der

dauerhaften Wirksamkeit dieser Holzschutzmaßnahme eine regelmäßige Kontrolle und Wartung erforderlich (siehe übliche Instandsetzungsintervalle von Beschichtungen in Tab. A.2).

C _ Beschichtungen bzw. Anstriche

Beschichtungen auf Holzbauteilen sollen diese im Außenbereich vor Feuchteeinwirkung und UV-Einstrahlung schützen und meist eine dekorative Wirkung erzielen. Wenngleich durch einen Anstrich die Feuchteaufnahmefähigkeit des Bauteils reduziert wird, handelt es sich ohne Kennzeichnung als Holzschutzmittel und ohne regelmäßige Wartung um keine vorbeugend wirksame Holzschutzmaßnahme. Anstriche sind nur dann ein wirksames Mittel zur Verlängerung der Gebrauchsdauer, wenn ihre dauerhafte Funktionstüchtigkeit sichergestellt ist.

Voraussetzung hierfür ist die Auswahl des richtigen Beschichtungssystems, eine sorgfältige Untergrundvorbereitung und Verarbeitung sowie die regelmäßige Instandhaltung. Tabelle A.2 benennt Instandhaltungsintervalle von Beschichtungssystemen in Abhängigkeit ihrer Witterungsbeanspruchung bei regelmäßiger Wartung.

Tab. A.2: Instandsetzungsintervalle von Beschichtungssystemen bei regelmäßiger Wartung bei unterschiedlicher Witterungsbeanspruchung [13]

Beschichtungssystem	Außenraumklima ¹⁾	Freiluftklima I ²⁾	Freiluftklima II ³⁾
Farblos und gering pigmentierte Systeme	5 Jahre	1 Jahr	< 1 Jahr
Dünnschichtlasuren mit ausreichender Pigmentierung	8-10 Jahre	2-3 Jahre	1-2 Jahre
Dickschichtlasuren mit ausreichender Pigmentierung	10-12 Jahre	4-5 Jahre	2-3 Jahre
Deckende Lacke ohne fungizide Grundierung	12-15 Jahre	3-4 Jahre	2-3 Jahre
Deckende Lacke mit fungizider Grundierung	12-15 Jahre	5-8 Jahre	4-5 Jahre

1) Außenraumklima: Bauteile konstruktiv gegen unmittelbare Wettereinwirkung geschützt (GK 2)

2) Freiluftklima I: Bauteile mit geringem konstruktiven Witterungsschutz (Gebäude bis 3 Geschosse = Normalfall)

3) Freiluftklima II: Auf Holzbauteile kann Klima ungehindert einwirken, zusätzlich abrasive Wirkung z.B. durch Sand (Gebäude über 3 Geschosse oder Gebäude in besonders exponierten Lagen)

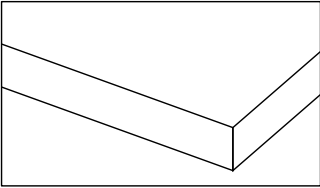
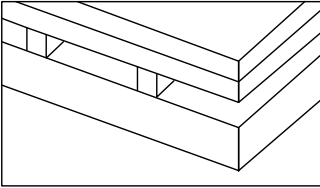
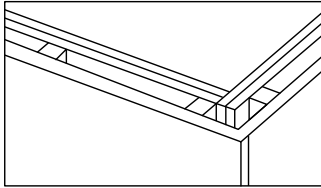
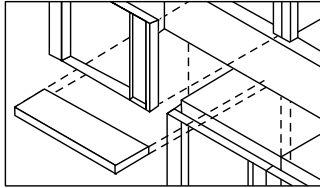
Als Anstrichsysteme werden lasierende und deckende Anstriche in verschiedenen Schichtdicken unterschieden. Bei der Auswahl ist zu beachten, ob es sich um maßhaltige oder nicht maßhaltige Bauteile handelt. Fenster zählen beispielsweise zu den maßhaltigen Bauteilen, weshalb hier diffusionsbremsenden Anstrichsysteme zu bevorzugen sind, um Verformungen zu begrenzen. Bei diffusionsbremsenden Anstrichsystemen ist zu beachten, dass das Holzbau teil bei einem Feuchteintritt aufgrund der Beschichtung langsamer trocknet, wodurch ein erhöhtes Schadenrisiko besteht. Hinweise zur Auswahl und Anwendung von Beschichtungssystemen enthalten die Merkblätter des Bundesverbandes Farbe und Sachwertschutz [MBB].

Weiterführende Schriften aus der holzbau handbuch Reihe des INFORMATIONSDIENST

HOLZ (hh = Reihe/Teil/Folge)

- hh 1/1/7: Holzrahmenbau
- hh 1/9/1: Entwurf von Holzbrücken
- hh 3/2/1: Flachdächer in Holzbauweise
- hh 4/1/1: Holz als konstruktiver Baustoff
- hh 4/2/1: Konstruktionsvollholz, Duuobalken, Triobalken
- hh 4/2/2: Herstellung und Eigenschaften von geklebten Vollholzprodukten
- hh 4/5/3: Holzfaser-Wärmedämm-Verbundsysteme – Eigenschaften, Anforderungen, Anwendungen
- hh 4/6/1: Bauen mit Brettsper Holz
- hh 5/2/1: Holzschutz bei Ingenieurholzbauten

Die Schriften stehen als kostenloser Download zur Verfügung: www.informationsdienst-holz.de. Die Mitglieder des Informationsvereins HOLZ erhalten die Schriften bei Neuerscheinung als kostenloses Druckexemplar. Weitere Informationen unter: www.informationsdienst-holz.de/mitglieder.de

dataholz.eu			
DE	EN	Anmelden	infoholz.at Informationsdienst Holz Fensterbau.info Suche
Geprüfte / zugelassene Baustoffe	Geprüfte / zugelassene Bauteile	Bauteilfugungen	Anwendungen
 Stabförmige Werkstoffe Spanwerkstosse Faserwerkstoffe Lagenwerkstoffe Hobelwaren Holzfußböden und Parkett Dämmstoffe Bekleidungsstoffe Folien/Abdichtungen Fassadensysteme Fensterbaumaterialien	 Aussenwand Innenwand Trennwand Geschossdecke Decke gegen unbeheizt Geneigtes Dach Flachdach / flachgeneigtes Dach	 Aussenwand Innenwand Trennwand Geschossdecke Flachdach / flachgeneigtes Dach	 Planungshilfe Flachdach Planungshilfe Fenstermontage Holzbauprojekte Technische Broschüren, Literatur

dataholz.eu bietet Architekten, Planern, Baubehörden und Ausführenden eine Sammlung bauphysikalischer und ökologischer Daten für Holz- und Holzwerkstoffe, Baustoffe, Bauteile und Bauteilfugungen für den Holzbau.

dataholz.eu wird für Deutschland von der Technischen Universität München (TUM) betreut und ist ein gefördertes Projekt der DBU – Deutsche Bundesstiftung Umwelt und dem Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks.

Die auf einer Datenbank basierende Umsetzung erlaubt dem Benutzer zu der gesuchten Information einen einfachen und raschen Zugang über die Auswahl des Holzbauteils oder dessen bauphysikalische Parameter. Der Inhalt des Kataloges wird ständig aktualisiert und erweitert.

dataholz.eu enthält Informationen zu

- geprüften/zugelassenen Baustoffen (Holz und Holzwerkstoffe und mehr)
- geprüften/zugelassenen Bauteilen (Bauteilaufbauten)
- Bauteilfugungen (Detailkonstruktionen, siehe Beispiel)
- Anwendungen (Planungshilfen, Beispielprojekte)

Im geschützten Bereich (Anmeldung erforderlich) finden sich bauphysikalische Prüfgutachten für Behörden sowie herstellereigene Nachweise zu Bauteilen. Die von akkreditierten Prüfanstalten freigegebenen gesicherten Kennwerte können in Österreich gegenüber Baubehörden als Nachweis herangezogen werden. Die bereitgestellten Nachweise sind in Deutschland im Vorfeld durch den verantwortlichen Planer zu prüfen! Der Einsatz von Holz im Hochbau wird wesentlich erleichtert, die Vorbereitungszeit für Projekte verkürzt.

dataholz.eu ist eine eingetragene Schutzmarke und wird als Plattform von der Holzforschung Austria – Österreichische Gesellschaft für Holzforschung, Wien mit zahlreichen Projektpartnern betrieben.

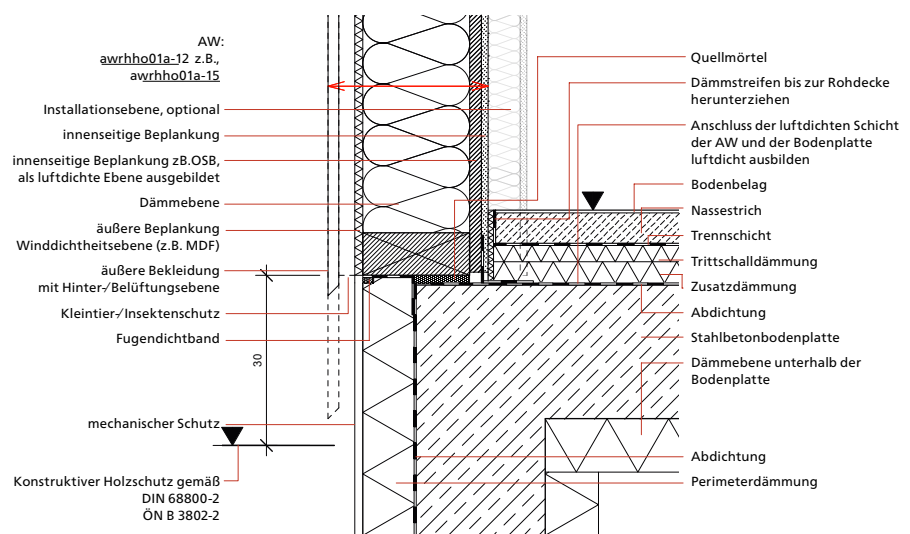


Abb. Sockeldetail aus der Sammlung von Bauteilfugungen in www.dataholz.eu



Holzbau Deutschland-Institut e.V.
Kronenstraße 55-58
D-10117 Berlin
www.institut-holzbau.de

Technische Anfragen an:

Fachberatung Holzbau
Telefon 030 / 57 70 19 95
Montag bis Freitag 9 bis 16 Uhr
Dieser Service ist kostenfrei.
fachberatung@informationsdienst-holz.de
www.informationsdienst-holz.de

Ein Angebot des
Holzbau Deutschland-Institut e.V.
In Kooperation mit dem
Informationsverein Holz e.V.