

Rudolf Lückmann/Franziska Pietryas

# HOLZBAU

Konstruktion – Bauphysik – Projekte

## Inhalt

## Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	5	<b>4 Holzbausysteme</b> .....	233
<b>Autorenverzeichnis</b> .....	9	Konstruktionsdetails .....	260
<b>So nutzen Sie Ihr Software-Programm</b> ..	11	<b>5 Projektbeispiele</b> .....	305
<b>1 Grundlagen</b> .....	15	5/1 Projekt „Sanierung und Erweiterung des Landratsamts Dillingen“ .....	307
<b>2 Anforderungen an den Holzbau</b> ...	47	Projekt „Sanierung und Erweiterung des Landratsamts Dillingen“ – Konstruktionsdetails .....	315
2/1 Holzschutz .....	49	5/2 Projekt „Neubau Werkstatt für behinderte Menschen und Medizinisches Versorgungszentrum in Neuwied“ ...	323
2/2 Brandschutz .....	72	Projekt „Neubau Werkstatt für behinderte Menschen und Medizinisches Versorgungszentrum in Neuwied“ – Konstruktionsdetails .....	332
2/3 Schallschutz .....	103	<b>6 Sanierung von Holzbauten</b> .....	341
2/4 Wärme- und Feuchteschutz .....	117	<b>7 Normen und Vorschriften</b> .....	379
2/5 Sommerlicher Wärmeschutz .....	129	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	383
2/6 Gebäudetechnik im Holzbau .....	131		
<b>3 Holzkonstruktionen</b> .....	137		
3/1 Holztragwerke .....	139		
3/2 Wandkonstruktionen .....	148		
3/3 Deckenkonstruktionen .....	162		
3/4 Dachkonstruktionen .....	189		
3/5 Holzverbindungen .....	222		

# 1 Grundlagen

Der Holzbau hat in den mitteleuropäischen Breiten eine lange Tradition. Neben dieser alten handwerklichen Baukunst erscheinen Holzbauten heute in einem neuen, modernen Erscheinungsbild.

Durch die Technologisierung in der Planung und Holzbearbeitung und viele Innovationen bei Holzwerkstoffen und Verbindungsmitteln entwickelte sich dieser Baustoff zum anspruchsvollen Rohstoff für hochkomplexe Bauprojekte. Auch im klassischen Hausbau erobert Holz seine frühere Rolle zurück.

Holz ist einer der am vielseitigsten verwendbaren Rohstoffe überhaupt. Die weltweit jährlich produzierte Holzmenge übersteigt die Menge an produziertem Stahl, Aluminium und Beton deutlich. Daneben zählt Holz zu den nachhaltigen Rohstoff- bzw. Energiequellen, sofern die genutzte Menge nicht die nachgewachsene Menge übersteigt. Die leichte Bearbeitbarkeit und der damit verbundene niedrige Energiebedarf bei der Gewinnung und Verarbeitung spielen ebenfalls eine wichtige Rolle bei der ökologischen Bewertung. In Ökobilanzen schneiden Holzprodukte hervorragend ab.

Argumente für das Bauen mit dem Werkstoff Holz sind:

- ▶ nachwachsender Rohstoff
- ▶ CO<sub>2</sub>-speichernd
- ▶ geringer Energieaufwand
- ▶ leicht und energiesparend zu verarbeiten
- ▶ trockene Bauweise
- ▶ kurze Bauzeiten durch Vorfertigung
- ▶ guter Wärmeschutz ist leicht zu erreichen
- ▶ vollständige Verwertung möglich, keine Abfälle
- ▶ neue Holzwerkstoffe ermöglichen moderne Holzbauweisen
- ▶ angenehmes Wohnklima
- ▶ Flächengewinn durch relativ „dünne“ Außenbauteile
- ▶ Wiederverwertbarkeit; stoffliches Recycling
- ▶ Bauen auch ohne Holzschutzmittel möglich

## Materialkunde Holz

### Materialeigenschaften, allgemein

Die Eigenschaften des Holzes sind geprägt durch seine organische Natur, seine Porosität, seine Anisotropie und seine Hygroskopizität. Holzeigenschaften sind grundsätzlich artspezifisch, variieren aber auch innerhalb einer Art bedingt durch die Herkunft des Holzes. Splint- und Kernholz unterscheiden sich nur in Bezug auf Permeabilität und Dauerhaftigkeit, in ihren technologischen Eigenschaften jedoch nicht.

### Anisotropie

Beim Holz lassen sich anhand des Aufbaus drei anatomische Hauptrichtungen definieren:

- ▶ parallel zur Faserrichtung
- ▶ radial zur Faserrichtung
- ▶ tangential zur Faserrichtung

Die meisten Holzeigenschaften hängen stark von diesen anatomischen Hauptrichtungen ab, d.h., Holz besitzt eine ausgeprägte Anisotropie. So ist beispielsweise das mittlere Quell- und Schwindmaß für Fichtenholz in tangentialer Richtung etwa 25-mal größer als in Faserrichtung. Da der Faserverlauf im Schnittholz für Planer und Verwender unvorhersehbar ist, wird bei stabförmigen Bauteilen i.d.R. nur zwischen Eigenschaften parallel und quer zur Faser unterschieden. Dabei werden für die Eigenschaften quer zur Faser Mittelwerte aus Eigenschaften in radialer und tangentialer Richtung gebildet. Für flächige Bauteile müssen dagegen i.d.R. drei Beanspruchungsrichtungen (parallel und quer zur Faserrichtung der Decklage oder des Deckfurniers und senkrecht zur Bauteilfläche) unterschieden werden.

### Hygroskopische Eigenschaften, Dichte und elastomechanische Eigenschaften

Die hygroskopische Eigenschaft von Holz – d.h. seine Neigung, Feuchtigkeit aus der Umgebung aufzunehmen und in den Zellhohlräumen und Zellwandungen einzulagern – bewirkt seine vergleichsweise geringe Dimensionsstabilität bei wechselnder Umgebungsfeuchte. Die Feuchteaufnahme bzw. -abgabe über das Hirnholz ist strukturbedingt deutlich größer als über die Seitenflächen. Ist kein Wasser in den Zellhohlräumen eingelagert, und wird Wasser in die Zellwände eingelagert oder aus ihnen abgegeben, so quillt bzw. schwindet das Holz. Der Punkt, bei dem kein tropfbares Wasser in den Zellhohlräumen vorhanden ist und unterhalb dessen das Holz bei Feuchteänderungen quillt oder schwindet, heißt Fasersättigungspunkt. Die Holzfeuchtigkeit gleicht sich dem Umgebungsklima an.

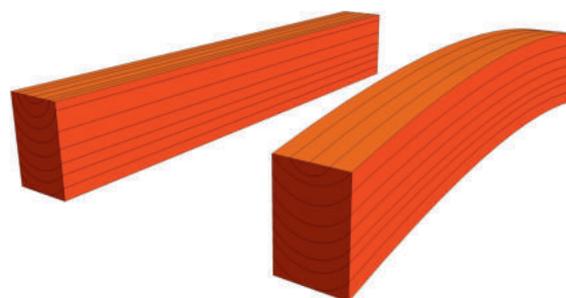
Bei den üblicherweise im Bauwesen verwendeten Holzarten ist die Fasersättigung etwa bei einer mittleren Holzfeuchte um 30 bis 35 % erreicht. Die Holzfeuchte wird als prozentuales Massenverhältnis des im Holz enthaltenen Wassers bezogen auf das absolut trockene Holz bestimmt und üblicherweise als mittlere Holzfeuchte aus mehreren Messungen mithilfe eines elektrischen Holzfeuchtemessgeräts ermittelt. Trockensortiertes Holz ist Schnittholz, das bei einer Holzfeuchte von maximal 20 % sortiert wird. Die Sortierkriterien der DIN 4074-1 und -2 sind auf die Messbezugsfeuchte von 20 % bezogen.

Empfehlenswert ist es, Holzbauteile mit dem Feuchtigkeitsgehalt einzubauen, der auch als Mittelwert im fertigen Bauwerk (Tabelle 1) zu erwarten ist. Wenn das Holz nachtrocknen kann, darf die Holzfeuchte beim Einbau höher sein. Dabei ist die ATV DIN 18334 zu beachten. In den meisten Fällen kann nach dem Einbau des Holzes auch mit einem Nachtrocknen gerechnet werden. Das bedeutet, dass auch im eingebauten Zustand mit Schwinden zu rechnen ist.

Tab. 1: Mittlere Gleichgewichtsfeuchte

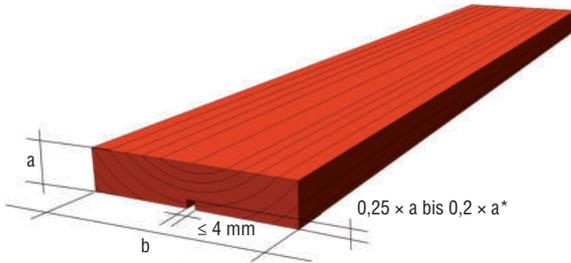
Klimaeinfluss nach Bauwerksform	Geschlossen		Offen überdeckt	Der Witterung ausgesetzt
	Mit Heizung	Ohne Heizung		
Feuchtegehalt im fertigen Bauwerk	(9 ± 3) %	(12 ± 3) %	(15 ± 3) %	(18 ± 6) %
künstliche Trocknung der Bretter für BSH auf	8–9 %	10–12 %	12–14 %	12–14 %

Die Schwindmaße sind tangential zu den Jahresringen größer als radial, in weitringigem Holz größer als in engringigem, im Splintholz größer als im Kernholz. Beim Einbau des Holzes sollte daher auf die Lage der Jahresringe Rücksicht genommen werden.

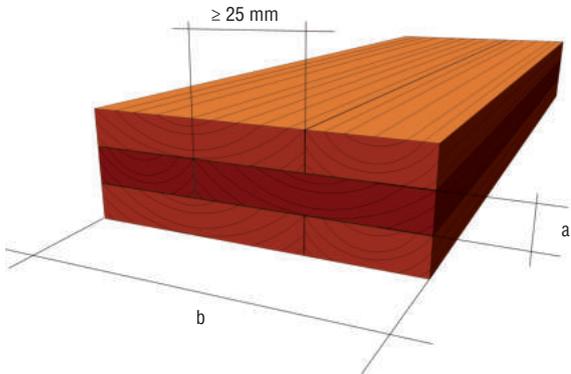


Links dargestellt: das Idealbild; rechts dargestellt: Balkenlage mit Kernseite nach oben, Splintseite nach unten, stärkeres Schwinden im Splint bewirkt Krümmung entgegen der Durchbiegung

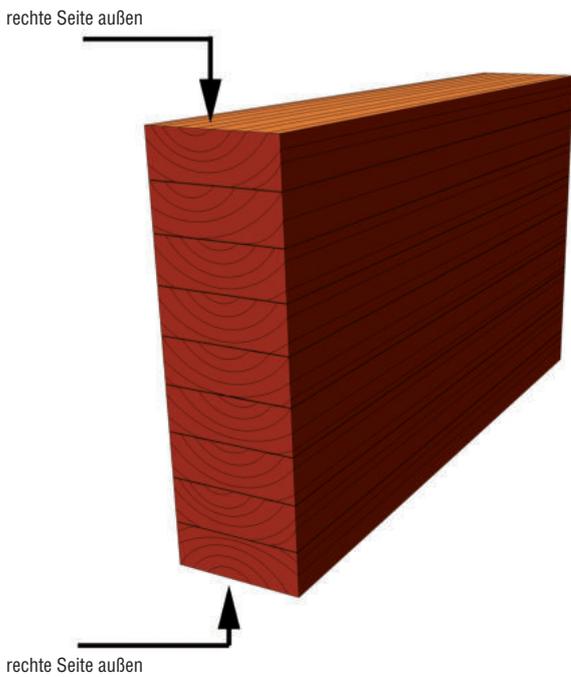
Bild 1: Berücksichtigung der Jahresringlage bei einer Balkenlage



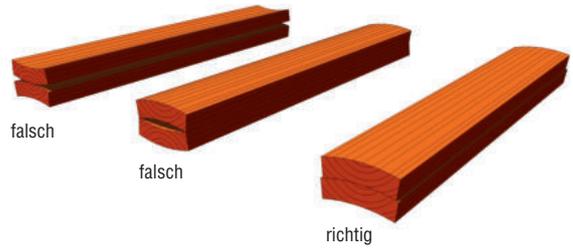
**Bild 2:** Entlastungsnute



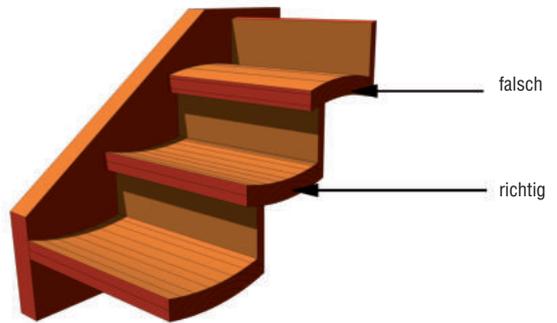
**Bild 3:** Verleimter Querschnitt



**Bild 4:** Verleimter Querschnitt



**Bild 5:** BSH-Lamellen



**Bild 6:** Treppenstufen

**Tab. 2:** Rechenwerte der Quell- und Schwindmaße für Holzfeuchteänderungen um 1 %, ergänzt durch die Schwind- und Quellmaße in tangentialer und radialer Richtung

Holzart	$\alpha_t$	$\alpha_r$	Mittelwert
	Tangential zum Jahresring	Radial zum Jahresring	
NH, BSH, EI	0,32	0,16	0,24
BU, YAN, AGQ, GRE	0,40	0,2	0,30
TEK, AFZ, MEB	0,25	0,15	0,20
AZO	0,41	0,31	0,36

## 2/1

# Holzschutz

Der Begriff Holzschutz umfasst alle Maßnahmen bei Holz und Holzwerkstoffen, die Schäden durch übermäßiges Quellen oder Schwinden bzw. eine Zerstörung durch Pilze und Insekten verhindern sollen. Dabei erfolgt eine Unterscheidung in

- ▶ baulichen Holzschutz,
- ▶ chemischen Holzschutz.

Grundsätzlich jedoch gilt, dass Maßnahmen des konstruktiven Holzschutzes immer anzuwenden sind und Maßnahmen des chemischen Holzschutzes nur in Ergänzung dort angewandt werden sollen, wo dieser nicht mehr ausreicht.

### Normen für den Holzschutz

Der Holzschutz ist in DIN 68800 geregelt.

Die Normenreihe DIN 68800 „Holzschutz“ wurde grundlegend überarbeitet und neu strukturiert. Besondere Bedeutung kommt dabei den Teilen 1 und 2 zu, wobei die technischen Möglichkeiten für vorbeugende bauliche Holzschutzmaßnahmen vor den chemischen Holzschutzmaßnahmen weiter gestärkt wurden.

Die DIN 68800 besteht aus vier Teilen:

- ▶ Teil 1: Holzschutz im Hochbau – Allgemeines
- ▶ Teil 2: Holzschutz im Hochbau – Vorbeugende bauliche Maßnahmen
- ▶ Teil 3: Holzschutz im Hochbau – Vorbeugender chemischer Holzschutz
- ▶ Teil 4: Holzschutz im Hochbau – Bekämpfungsmaßnahmen gegen holzerstörende Pilze und Insekten

Bei der Auswahl der Hölzer sollte DIN 68364 „Kennwerte von Holzarten, Festigkeit, Elastizität“ herangezogen werden, die Angaben zur natürlichen Dauerhaftigkeit der verschiedenen Holzarten macht.

DIN EN 335-1 legt Gebrauchsklassen fest, welche die verschiedenen Gebrauchsbedingungen widerspiegeln.

Darüber hinaus behandelt die DIN EN 350-2 die Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten und die natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz. In Teil 2 dieser Norm ist der Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit und Tränkbarkeit von ausgewählten Holzarten von besonderer Bedeutung in Europa enthalten.

**Tab. 1:** Klassifikation der natürlichen Dauerhaftigkeit gegen holzerstörende Pilze nach DIN EN 350-2

Dauerhaftigkeit	Holzart
1 – sehr dauerhaft	Afzelia, Teak, Merbau
2 – dauerhaft	Eiche
3 – mäßig dauerhaft	Douglasie, Lärche
4 – wenig dauerhaft	Tanne, Hemlock, Fichte
5 – nicht dauerhaft	Birke, Buche, Esche, Linde

### Baulicher Holzschutz

In der DIN 68800-2 sind vorbeugende Maßnahmen zur Sicherung der Dauerhaftigkeit von Holzbauanteilen oder Holzwerkstoffen festgelegt. Die technischen Möglichkeiten für den vorbeugenden baulichen Holzschutz wurden in dieser Norm deutlich erweitert. So sieht die Neufassung (2012-02) nun die Pflicht zur grundsätzlichen Anwendung des baulichen Holzschutzes vor.

Die wesentlichen Aufgaben des vorbeugenden baulichen Holzschutzes sind:

- ▶ Sicherstellung des allgemeinen Feuchteschutzes der Konstruktion
- ▶ Schaffung der Voraussetzungen für die Einstufung des Bauteils in eine niedrigere Gefährdungsklasse und damit verbunden die Reduzierung des Aufwands für den chemischen Holzschutz

Als baulicher Holzschutz verstehen sich alle vorbeugenden konstruktiven, bauphysikalischen und organisatorischen Maßnahmen, die einzig der Umsetzung folgender Ziele dienen:

- ▶ Verhinderung schädlicher Formänderungen infolge unzuträglicher Veränderungen des Feuchtegehalts im Holz/Holzwerkstoff
- ▶ Verhinderung eines Bauschadens infolge von Insektenbefall
- ▶ Verhinderung eines Bauschadens infolge von Pilzbefall, verursacht durch unzuträgliche Erhöhung des Feuchtegehalts

Um auf einen chemische Holzschutz verzichten zu können, müssen folgende grundlegende Bedingungen erfüllt sein:

- ▶ Die Holzfeuchte ist dauerhaft unterhalb der Fasersättigungsfeuchte.
- ▶ Das Holz ist für Schadholzinsekten unzugänglich eingebaut oder so geartet bzw. modifiziert, dass es von Schadholzinsekten nicht befallen wird.
- ▶ Durch die Umgebung allein ausreichend geschützte tragende Holzbauteile liegen vor, wenn
  - ▶ sie nicht bewittert sind und auch nicht durch andere Einflüsse eine Befeuchtung über die entsprechende Fasersättigung erfolgt
  - ▶ sie für Insekten unzugänglich eingebaut oder entsprechend kontrollierbar sind. Bei einem Befall von Insekten sind dann entsprechende Gegenmaßnahmen erforderlich.

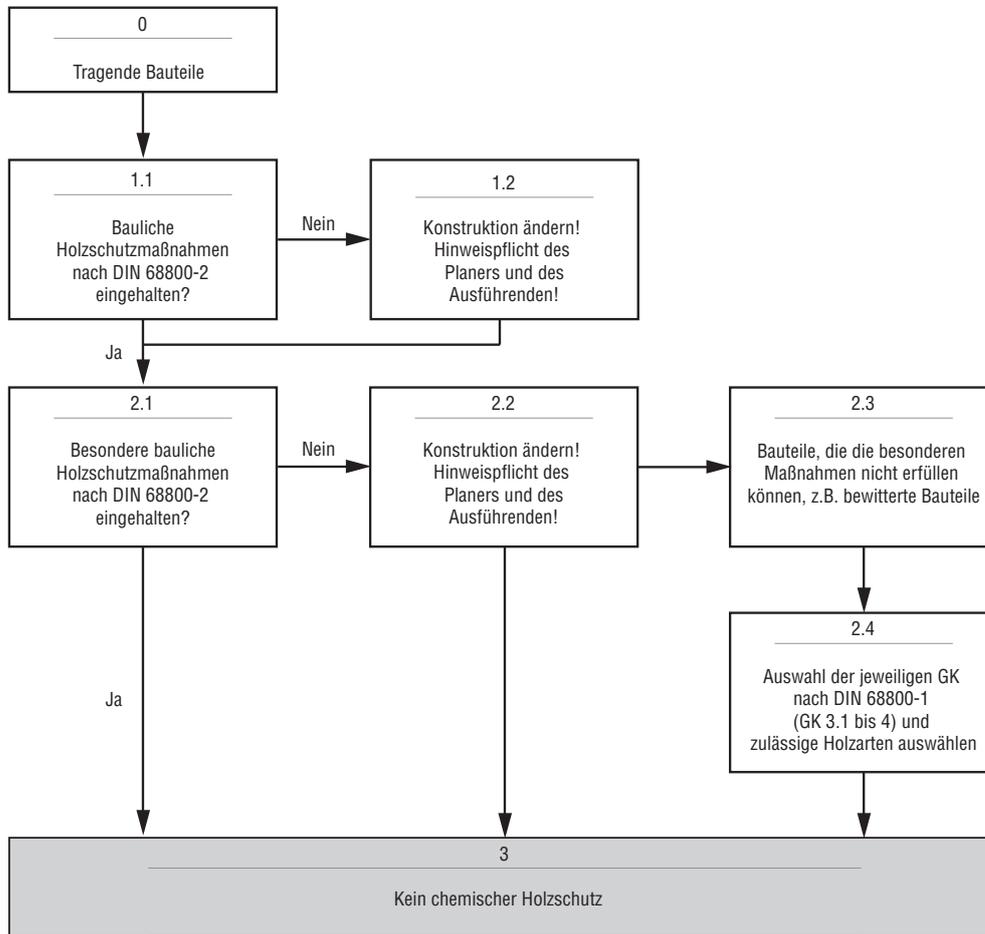
Ein Insektenbefall kann ausgeschlossen werden, wenn

- ▶ nachweislich technisch getrocknetes Holz (im Sinne der DIN 68800) verwendet wird. Dies gilt nicht für natürlich getrocknetes Altholz, das mittels Heißluftverfahren erhitzt wurde.
- ▶ Brettschichtholz, Brettsperrholz und Furnierschichtholz

Die Gefährdung von Holz durch holzerstörende Pilze, Insekten oder Moderfäule ist abhängig von den Umgebungsbedingungen und der baulich konstruktiven Ausbildung der Holzbauteile.

Die DIN 68800-1 legt aufgrund gegebener Gefährdungen unter den verschiedenen Einsatzbedingungen Gebrauchsklassen (früher Gefährdungsklassen) fest. Diesen werden Schutzmaßnahmen zugeordnet. Es werden nach DIN EN 335 die fünf Gebrauchsklassen GK 1 bis 5 unterschieden. Die Gebrauchsklasse GK 0 ist in DIN EN 335 nicht Bestandteil. Die DIN 68800-1 definiert diese zusätzlich bzw. weiterhin. Bei GK 0 ist die dauerhafte Funktionsfähigkeit weder durch Insekten noch durch Pilze gefährdet. Dabei unterscheiden sich die Feuchte- und Expositionsbedingungen nicht von GK 1 (siehe Tabelle 2). Ein sicherer Schutz gegen einen Befall durch Insekten und Pilze ist durch die Verwendung von Holzbauteilen der GK 0 nicht gegeben. Es wird lediglich das Risiko eines Bauschadens vermieden. Ein Befall durch Insekten und Pilze ist nur durch chemischen Holzschutz möglich.

Es gilt stets die höchste Gebrauchsklasse, die an einem Bauteil festzustellen ist, für das gesamte Bauteil.



**Bild 1:** Ablaufschema zur Auswahl des notwendigen Holzschutzes

**Tab. 2:** Gebrauchsklassen (Gefährdungsklassen) [nach DIN 68800 und DIN EN 335]

Gebrauchsklasse (Gefährdungsklasse)	Beanspruchung	Kriterien	Gebrauchsbedingungen Erläuterungen
0	ständig trocken (< 20 %) mittlere rel. Luftfeuchtigkeit bis 85 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ unkontrollierbarer Insektenbefall nicht möglich</li> <li>▶ kontrollierbarer zulässig</li> <li>▶ Pilzbefall nicht möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Bauteil im Innenbereich</li> <li>▶ nicht der Witterung und keiner Befeuchtung ausgesetzt</li> </ul>
1	ständig trocken (< 20 %) mittlere rel. Luftfeuchtigkeit bis 85 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gefährdung durch Insektenbefall</li> <li>▶ Pilzbefall nicht möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Bauteil im Innenbereich</li> <li>▶ nicht der Witterung und keiner Befeuchtung ausgesetzt</li> </ul>

Tab. 2: Gebrauchsklassen (Gefährdungsklassen) [nach DIN 68800 und DIN EN 335] (Fortsetzung)

Gebrauchsklasse (Gefährdungsklasse)		Beanspruchung	Kriterien	Gebrauchsbedingungen Erläuterungen
2		gelegentlich feucht (> 20 %) mittlere rel. Luftfeuchtigkeit über 85 % oder zeitweise Befeuchtung durch Kondensation	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Außenbauteile ohne unmittelbare Wetterbeanspruchung (unter Dach, nicht der Bewitterung ausgesetzt)</li> <li>▶ Innenbauteile, mit gelegentlicher hoher Umgebungfeuchte, die zu einer nicht dauerhaften Befeuchtung führt</li> <li>▶ Gefährdung durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Insektenbefall</li> <li>▶ Pilzbefall</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Bauteil unter Dach</li> <li>▶ nicht der Witterung (Regen, Schlagregen) ausgesetzt</li> <li>▶ gelegentliche, aber nicht andauernde Befeuchtung</li> </ul>
3	3.1	gelegentlich feucht (> 20 %) Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, nicht zu erwarten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Außenbauteile ohne Wetterschutz (nicht unter Dach), mit Bewitterung</li> <li>▶ ohne ständigen Erd- oder Wasserkontakt</li> <li>▶ Innenbauteile in Nassbereichen oder Nassräumen, ungeschützt</li> <li>▶ aufgrund rascher Rücktrocknung ist eine Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, nicht zu erwarten</li> <li>▶ Gefährdung durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Insektenbefall</li> <li>▶ Pilzbefall</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ der Witterung (Regen) ausgesetzt</li> <li>▶ nicht längere Zeit nass</li> <li>▶ Wasser wird sich nicht ansammeln</li> </ul>
	3.2	häufig feucht (> 20 %) Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, zu erwarten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Außenbauteile ohne Wetterschutz (nicht unter Dach), mit Bewitterung</li> <li>▶ ohne ständigen Erd- oder Wasserkontakt</li> <li>▶ Innenbauteile in Nassbereichen oder Nassräumen, ungeschützt</li> <li>▶ eine Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, nicht zu erwarten</li> <li>▶ Gefährdung durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Insektenbefall</li> <li>▶ Pilzbefall</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ der Witterung (Regen) ausgesetzt</li> <li>▶ kann längere Zeit nass bleiben</li> <li>▶ Wasser kann sich ansammeln</li> </ul>
4		vorwiegend feucht (> 20 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Außenbauteile mit ständigem Erd- oder Süßwasserkontakt und so bei mäßiger bis starker Beanspruchung vorwiegend ständiger Befeuchtung ausgesetzt</li> <li>▶ Gefährdung durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Insektenbefall</li> <li>▶ Pilzbefall</li> <li>▶ Moderfäule</li> </ul> </li> </ul>	ständige Befeuchtung
5		ständig feucht (> 20 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Bauteile mit ständigem Meerwasserkontakt</li> <li>▶ Gefährdung durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Insektenbefall</li> <li>▶ Pilzbefall</li> <li>▶ Moderfäule</li> <li>▶ Holzschädlinge im Meerwasser</li> </ul> </li> </ul>	ständige Befeuchtung

## 3/1

# Holztragwerke

Holz ist als Baustoff sehr geeignet. Insbesondere für kleinere und konstruktiv einfache Dachstühle findet Holz vorrangig Verwendung. Es lässt sich verhältnismäßig leicht und mit einfachen Werkzeugen (auch vor Ort auf der Baustelle) bearbeiten. Hinzu kommt in der heutigen Zeit, dass der Energieverbrauch für die Produktion und Verarbeitung des Rohstoffs Holz erheblich günstiger ist als bei anderen Baustoffen. Beim Heranwachsen des Holzes wird CO<sub>2</sub> gebunden.

Vorteile:

- ▶ hohe Tragfähigkeit im Verhältnis zum Eigengewicht
- ▶ übernimmt Druck- und Querkräfte
- ▶ einfache Montage auf der Baustelle
- ▶ schlechte Wärmeleitfähigkeit
- ▶ Feuerwiderstand kann durch Vergrößerung des Querschnitts erreicht werden

Nachteile:

- ▶ Schutz vor Spritzwasser und Tauwasser erforderlich
- ▶ Schutz vor ständigen Einwirkungen von wechselnder Erdfeuchte erforderlich
- ▶ Veränderungen der Holzfeuchte wirken sich auf die Formstabilität aus (Schwinden und Quellen)
- ▶ Schutz vor Angriff von Pilzen, Bakterien und Insekten baulich-konstruktiv oder chemisch gewährleisten

### Tragwerke aus Vollholz

Vollholz ist insbesondere im Wohnungsbau und auch für landwirtschaftliche Gebäude der bevorzugte Baustoff.

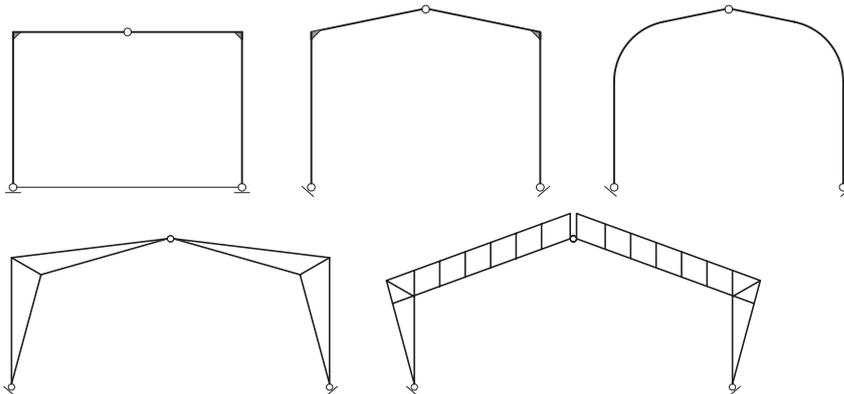
Im Verlauf der Entwicklung von Konstruktionen geneigter Dächer wurden zunächst Systeme von Holzdachstühlen entwickelt, vor allem die klassischen Dachbindersysteme des Sparren- und Pfettendachs.

Auch größere Spannweiten können mit Tragelementen aus Vollholz überbrückt werden. Entsprechend dem statischen System unterscheidet man zwischen Bindersystemen und Rahmensystemen.

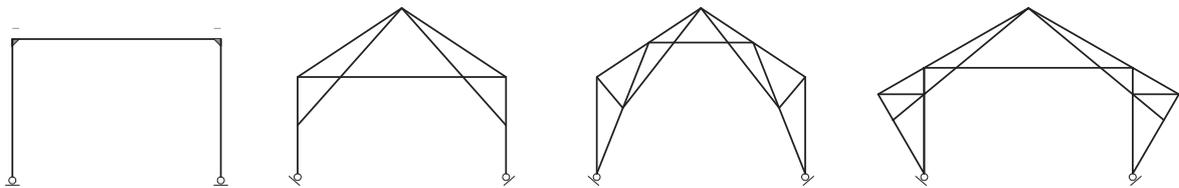
Dachbindersystem, Einfeldträger



Rahmensystem, Dreigelenkrahmen



Rahmensystem, Zweigelenkrahmen

**Bild 1:** Beispiele für Hallendächer (landwirtschaftliche Bauten)

### Systematik der Tragsysteme

Ein Gesamttragwerk besteht aus dem Haupttragssystem, dem Nebentragsystem und dem Tertiärtragssystem.

#### Haupttragssysteme

Das Haupttragssystem bestimmt die Anzahl und die Abstände der erforderlichen Stützen und wird aus dem Grundriss entwickelt.

#### Nebentragsysteme

Das Nebentragsystem gestaltet die Dachform und auch die Innenraumstruktur, außerdem erfüllt es Stabilisierungsaufgaben für das Gesamttragwerk. Es ist abhängig von

- ▶ seinen Auflagern, Art und Lage,
- ▶ der Anzahl, der Form und der Verknüpfung selbstständiger Trageinheiten.

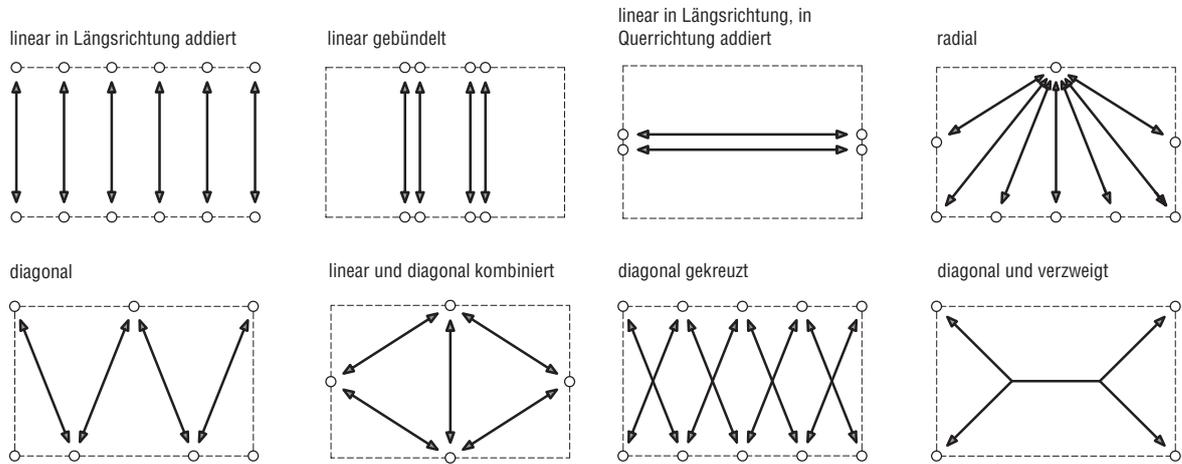


Bild 2: Haupttragssysteme im Grundriss

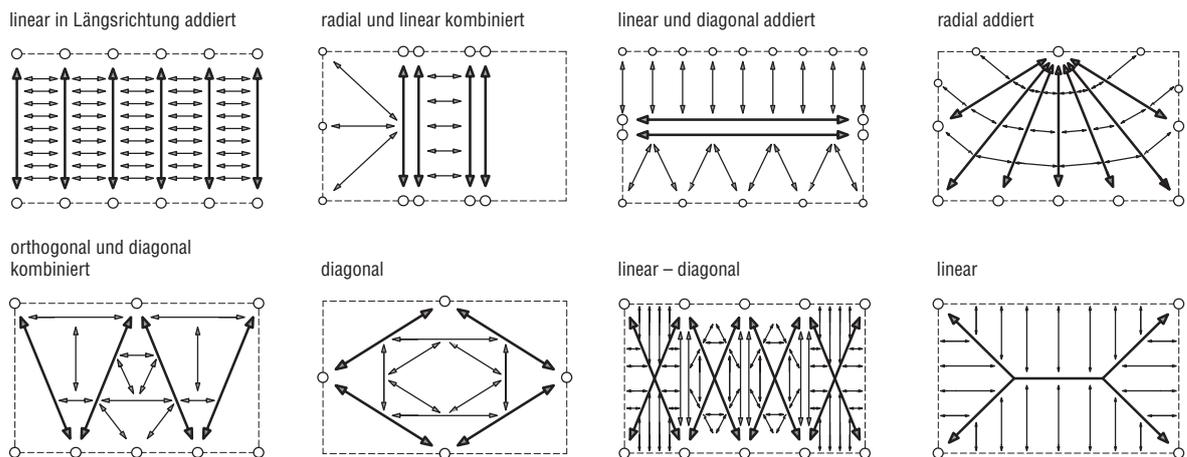


Bild 3: Nebentragssysteme im Grundriss

### Tertiärtragssysteme

Tertiärtragssysteme sind die Dachhautträger. Je nach Eignung kommen Schalungen aus Platten aus Holz, Massivholzelemente, Trapezbleche usw. zum Einsatz. Ihre Auswahl erfolgt nach den Kriterien des Wärme- und Brandschutzes und der Akustik, aber auch nach architektonischen und gestalterischen Gesichtspunkten.

### Aussteifung

Die Effizienz und damit die Wirtschaftlichkeit eines Tragwerks wird bestimmt durch:

- ▶ Haupttragssystem
- ▶ Nebentragssystem
- ▶ Wahl der Querschnittsformen
- ▶ Abstütungen
- ▶ Abstreben
- ▶ Unterspannungen
- ▶ Gelenke
- ▶ Auskragungen

# 4 Holzbausysteme

## Einführung

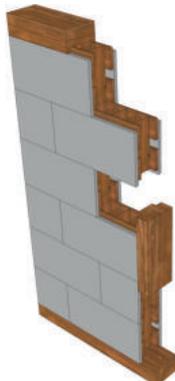
Als System wird eine Gesamtheit von Elementen bezeichnet, die so aufeinander bezogen sind und in einer Weise interagieren, dass sie als eine aufgaben-, sinn- oder zweckgebundene Einheit angesehen werden können.

Es werden folgende Systeme unterschieden:

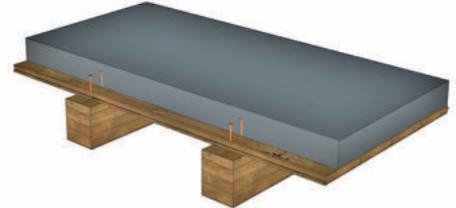
- ▶ offene Systeme  
Offene Systeme sind derzeit vorrangig am Markt überwiegend als bauteilbezogene Produkte konzipiert. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der Anwendungsbereiche Dach, Decke und Wand. Damit verbunden ist eine hohe Flexibilität. Offene Systeme müssen mit anderen Systemen kombinierbar sein. Typische Beispiele sind die Holzrahmen- und die Skelettbauweise.

- ▶ geschlossene Systeme  
Bei geschlossenen Systemen handelt es sich um komplett angebotene Produkte, deren einzelne Elemente nicht ausgewechselt werden können. Dies kann auch für die Planung gelten. Dies stellt einen gewissen Nachteil dar, da sie nur einen begrenzten Markt ansprechen. Ein Sonderfall der geschlossenen Systeme sind die Baukastensysteme (siehe unten). Bei den geschlossenen Systemen sind die Module und Elemente nicht beliebig miteinander kombinierbar.
- ▶ Baukastensysteme  
Das Baukastensystem kombiniert eine begrenzte Anzahl von Elementen oder Modulen. Dies bedeutet einen hohen Vorfertigungsgrad und eine große Planungstiefe und bezieht auch die Bereiche Planung, Fertigung, Logistik und Montage mit ein.

Tab. 1: Bauteilsysteme, Wände

Wände			
Beplante Systeme	Massivholzsysteme		
beplante Wände	Vollholzwände	plattenförmige, verleimte Wände	zusammengesetzte Wände
			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ einseitig beplankt</li> <li>▶ beidseitig beplankt</li> <li>▶ mit und ohne Dämmung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Brettstapel</li> <li>▶ Brettschichtholz</li> <li>▶ Vollholzbalken</li> <li>▶ Blockbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Brettsperrholz</li> <li>▶ Furnierschichtholz</li> <li>▶ Holzwerkstoffplatten</li> <li>▶ verleimte Vollholzplatten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Lignotrend</li> <li>▶ Lignoseiss</li> <li>▶ Steko etc.</li> </ul>

Tab. 2: Bauteilsysteme, Decken und Dächer

Decken und Dächer			
Stabförmige Systeme	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Balkendecke</li> <li>▶ Sparrenlage</li> <li>▶ Träger</li> <li>▶ Binder</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ sichtbar</li> <li>▶ teilweise sichtbar</li> <li>▶ bekleidet</li> </ul>
Holzverbundsysteme	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Rippendecken</li> <li>▶ Holzkastendecken</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Hohlkasten mit und ohne Dämmung</li> <li>▶ Rippen</li> </ul>
Massivholzsysteme	Vollholzdecke		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Brettstapel</li> <li>▶ Brettschichtholz</li> <li>▶ Vollholzbalken</li> <li>▶ Vollholzbalken</li> </ul>
	plattenförmige, verleimte Decken		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Brettsper Holz</li> <li>▶ Furnierschichtholz</li> <li>▶ Mehrschichtplatten</li> <li>▶ Flächenelemente</li> </ul>
Holz-Beton-Verbundsysteme			<p>Verbund zwischen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Beton und stabförmigen Systemen</li> <li>▶ Beton und Holz-Beton-Verbundsystemen</li> <li>▶ Beton und Massivholzsystemen</li> </ul>

*Elemente* sind die kleinsten Bestandteile eines Systems. Im bautechnischen Sinne bezeichnet man damit ein vorgefertigtes Produkt oder den Werkstoff, der nochmals bearbeitet werden muss, bevor er mit anderen Elementen zu einem Bauteil oder Modul zusammengefügt wird.

*Module* sind komplexer als Elemente. Sie sind Einheiten, die aus mehreren Elementen zusammengesetzt sind. Sie können jederzeit ausgetauscht werden.

Die *Bauweise* beschreibt eine besondere Art und Weise der Herstellung einer Konstruktion. Es werden unterschieden:

- ▶ traditionelle Bauweisen, z.B.:
  - ▶ Fachwerkbau
  - ▶ Blockbau
- ▶ moderne Bauweisen:
  - ▶ Skelettbau
  - ▶ Holzrahmenbau
  - ▶ Holztafelbau
  - ▶ Massivholzbau
  - ▶ verschiedene herstellerbezogene Bausysteme

## Planungsaspekte

### Vorauswahl des Systems

Die Auswahl eines Systems ist ein Teil des Entwurfs- und Planungsprozesses. Dabei spielen die folgenden kurz beschriebenen Kriterien eine Rolle:

- ▶ Nutzungsbereich  
Für welche Bauaufgabe muss das System geeignet sein?
  - ▶ Wohngebäude, Ein- und Zweifamilienhäuser, Reihenhäuser
  - ▶ Geschosswohnungsbau, Mehrfamilienwohnhäuser
  - ▶ Gewerbe- oder Verwaltungsbauten
  - ▶ Gebäude besonderer Art und Nutzung
  - ▶ temporäre Bauten
- ▶ Gestaltungsfreiheit
  - ▶ Leistungsfähigkeit des Deckensystems, der Dach- und Wandelemente
  - ▶ Beeinflussung des Raumprogramms durch die Raumstruktur

- ▶ Kopplung oder Entkopplung des Ausbausystems vom Konstruktionsraster
- ▶ Flexibilität bei Änderungen und/oder Ergänzungen am Entwurf
- ▶ konkrete Unterschiede der einzelnen Systemlösungen
  - ▶ Notwendigkeit eines Gerüsts
  - ▶ erforderliche Qualifikation des Montagetrupps
  - ▶ Transport und Montage der Elemente
  - ▶ Robustheit der Elemente bei Transport und Montage
  - ▶ Witterungs- und Feuchteschutz
  - ▶ Empfindlichkeit der Fügetechnik

### Planungsablauf

Die Systemwerkplanung erfolgt allgemein nach folgendem Schema:

- ▶ Vor- oder Entwurfsplanung
- ▶ Genehmigungsplanung, M 1:100
- ▶ Ausführungs- und Tragwerksplanung, M 1:50 bis 1:5, unter Einbeziehung der Ausführungsplanung der haustechnischen Gewerke

Ergeben sich aus dem Entwurf Sonderkonstruktionen wie beispielsweise Anarbeiten an den Bestand, ungewöhnliche Geschosshöhen oder hoch beanspruchte Bauteile, erfordern diese einen weiteren Planungsbedarf, z.B. für:

- ▶ Unterkonstruktionen (Keller)
- ▶ Fassadenanschlüsse
- ▶ Dichtungen
- ▶ Verankerungen
- ▶ Integration der technischen Gebäudeausrüstung
- ▶ kontrollierte Lüftungsanlage
- ▶ Leerrohre für Elektroleitungen
- ▶ Fenster und Türen

### Konstruktion

Für Standardsituationen stellen Systemlösungen üblicherweise Regelquerschnitte und -details zur Verfügung. Diese sind an bestimmte Voraussetzungen und Randbedingungen gebunden, die es zu beachten gilt. Herstellerangaben dürfen keinesfalls als vereinfachtes Konstruktions- und Nachweisprin-

## 5/1

# Projekt „Sanierung und Erweiterung des Landratsamtes Dillingen“

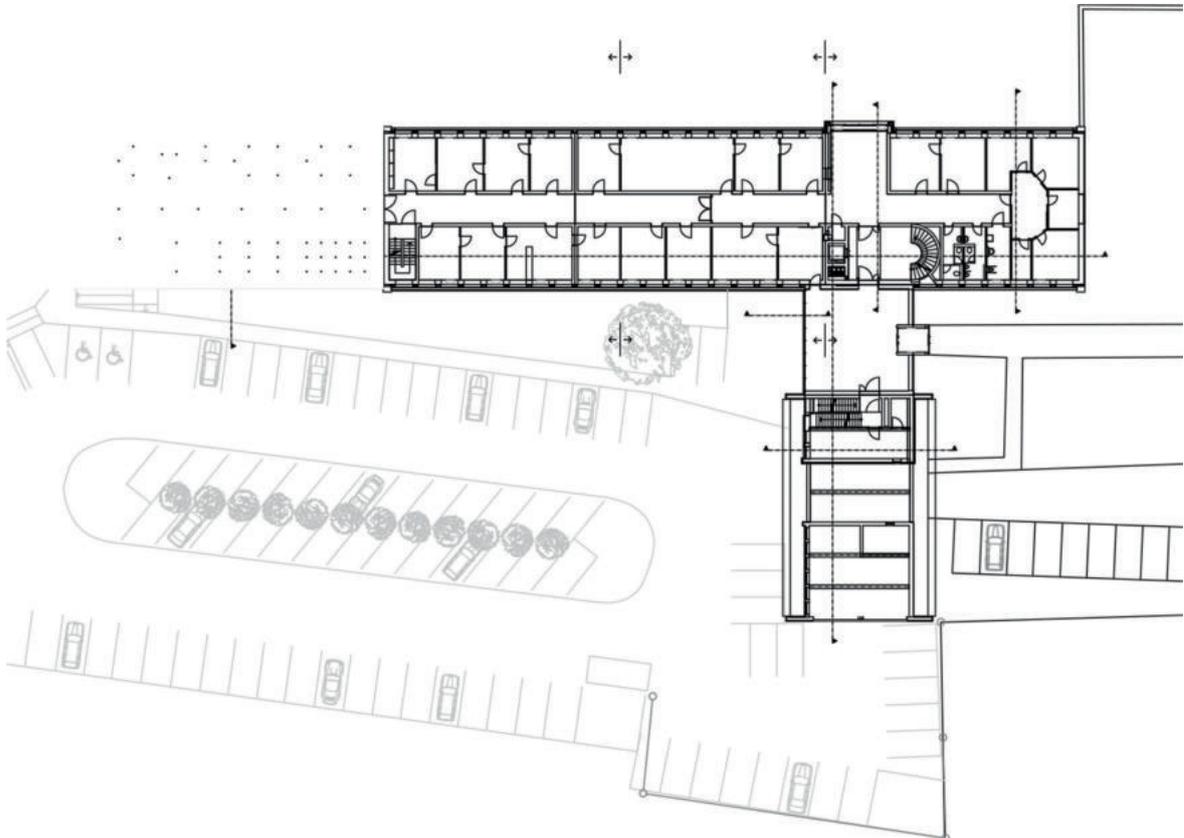
Steckbrief	
Bauherr	Landkreis Dillingen a.d. Donau
Entwurf und Projektleitung	DBW Architekten, Haunsheim
Fachplanung TES-Fassade	Vallentin & Reichmann Architekten GbR, München
Holzbau	Gumpp & Maier GmbH, Binswangen
Bruttogeschossfläche	6.347,31 m <sup>2</sup>
Gesamtbaukosten (brutto)	6.000.000 € (KG 200–700)
Bauzeit	04/2019-11/2019



### Projektbeschreibung

Die Große Kreisstadt Dillingen a. d. Donau ist Verwaltungssitz des Landkreises Dillingen. Im Jahr 1967 wurde hier das Landratsamt als fünfgeschossiger Stahlbetonskelettbau errichtet. Die 1960er-Jahre waren durch eine enorme Bauaktivität geprägt. Neben den klassischen Baumaterialien wie Kalksand- und Ziegelstein gewann der Stahlbetonskelettbau an Bedeutung.

Der Bestandsbau hat eine Ausdehnung von etwa 65,50 m Länge und 15,50 m Breite. Er besteht aus dem Hautgebäude in Form eines Längsbau mit vier oberirdischen Geschossen und einem davor angeordneten Querbau, der etwas niedriger ist. Ein großzügiges Foyer fungiert als Bindeglied zwischen Längs- und Querbau.



**Bild 1:** Grundriss Erdgeschoss

Die Bausubstanz des Landratsamtes Dillingen zeigte sich nach 50 Jahren Nutzungszeit noch weitgehend funktionsfähig. Es traten Mängel an den Fenstern und Fassadenblechen auf, was allerdings erwartbar war. Die Flachdachkonstruktion, ein Holzstabdach mit Brettschalung und Dachpappenabdichtung, wies Undichtigkeiten auf. Vor allem die Regenwasserfallrohre, die als Innenentwässerung ausgeführt waren, zeigten Leckagen, sodass in einigen Amtsräumen auch Feuchteschäden offensichtlich zutage traten.

Die Qualität der Gebäudehülle hinsichtlich des Wärmeschutzes ließ ebenfalls zu wünschen übrig. Eine vollständige Dämmung des Kellers und des Flachdachs fehlte. Nachträglich hatte man den Hohlraum zwischen dem flach geneigten Holzdachstuhl und der Stahlbetondecke mit einer PU-Spritzdämmung mit 120 mm Stärke ausgefüllt.



**Bild 2:** Blick auf den Längstrakt mit Foyer  
(Foto: Z-Studio GmbH)

Der Ursprung des Projekts war das Streben nach einer energetischen Sanierung im Hinblick auf die Einsparung von Heizenergie und Verringerung der Unterhaltskosten für das Gebäude. Im Zuge der Grundlagenermittlung wurde zusätzlich erkannt, dass das Gebäude Probleme mit der Überhitzung in den Sommermonaten hat. In den Räumen konnte es bis 32 °C warm werden.

Im Bauwesen sollte nach dem Grundsatz gehandelt werden, die Bausubstanz so lange zu erhalten, wie sie funktionstüchtig und wirtschaftlich genutzt und erhalten werden kann. In jedem Bauwerk steckt sog. graue Energie. Das ist Energie, die bei der Herstellung des Gebäudes und der Baumaterialien entstanden ist und nun in der Substanz „gespeichert“ ist. Mit einem Abriss würde diese freigesetzt werden bzw. entsteht bei einem Neubau erneut. Daher ist eine Sanierung nachhaltiger als die Errichtung eines Neubaus, wenn der Zustand der Substanz dies zulässt. Um dies zu beurteilen, sind eine ausführliche Grundlagenermittlung und Bestandsanalyse notwendig, wobei Tragwerk, Bausubstanz, technische Ausstattung, Schadstoffbelastung etc. untersucht werden.

Bei den Voruntersuchungen am Objekt wurde eine Schadensanalyse durchgeführt, die zwei Gefahrstoffe auswies.

Im Bereich der rückgebauten Dämmungen wurden künstliche Mineralfasern (KMF) gefunden. Diese sind potenziell krebserregend, da sie aufgrund ihrer Größe (Verhältnis Faserbreite zu Faserlänge) tief in die Lunge eindringen können. Diese Stoffe sind als gefährlicher Abfall eingestuft und dürfen nur von speziellen Unternehmen entsorgt werden. Die Kosten hierfür sind mit denen der Asbestsanierung vergleichbar.

In den alten Dachabdichtungen wurden ebenfalls gesundheitsschädliche Stoffe gefunden. Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe – kurz PAK – gelten ebenfalls als gefährlicher Abfall und waren fachgerecht zu entsorgen. Die Dachabdichtungen wurden mehrlagig aufgebracht und mit heißem Teer miteinander verklebt. So waren auch die Brett-schalung und der mineralische Unterbau aufgrund des eingedrungenen Teers mit PAK belastet.



**Bild 3:** Feuchte- und schadstoffbelastete Dachkonstruktion

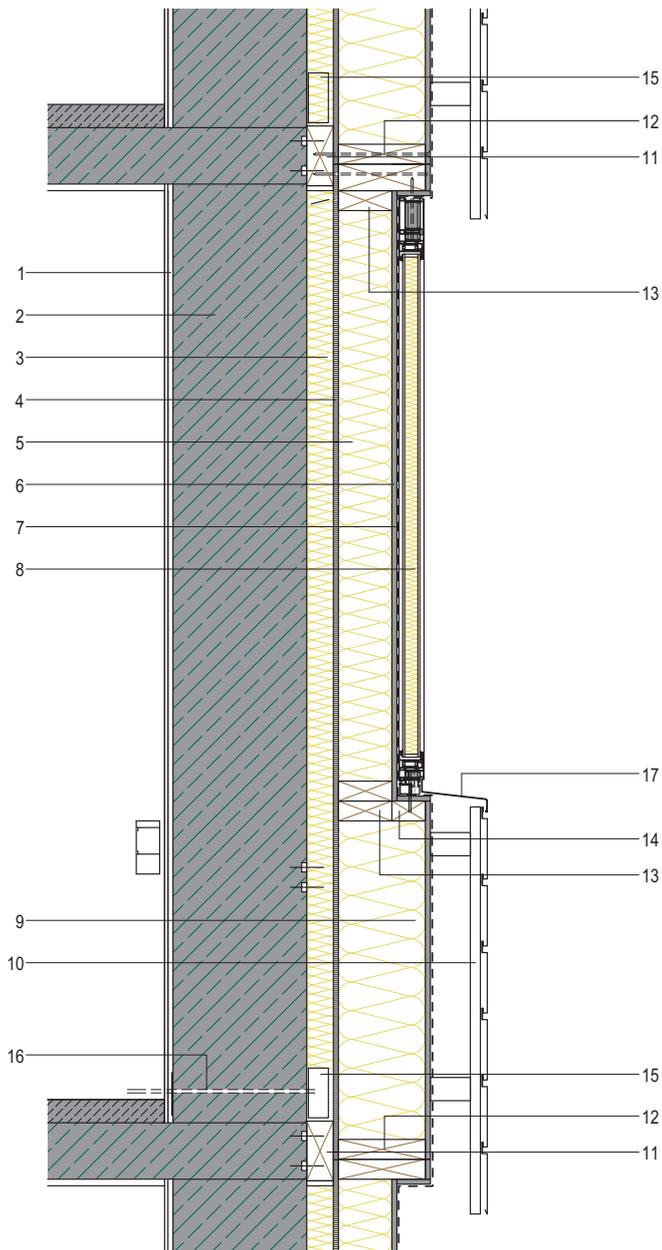
Die Ertüchtigung der Gebäudehülle sollte im laufenden Betrieb erfolgen. Dazu wurde im ersten Schritt ein ohnehin geplanter Erweiterungsbau errichtet, der in Verlängerung des Längstrakts an den Bestand angebunden wurde. So wurden für die Sanierung Ausweichräume geschaffen, damit der Amtsbetrieb ohne Ausfallzeiten fortgeführt werden konnte.



**Bild 4:** Neue Fassade des Erdgeschosses

Fassadenschnitt, Vertikalschnitt durch Stahlbetonstütze im Fensterbereich

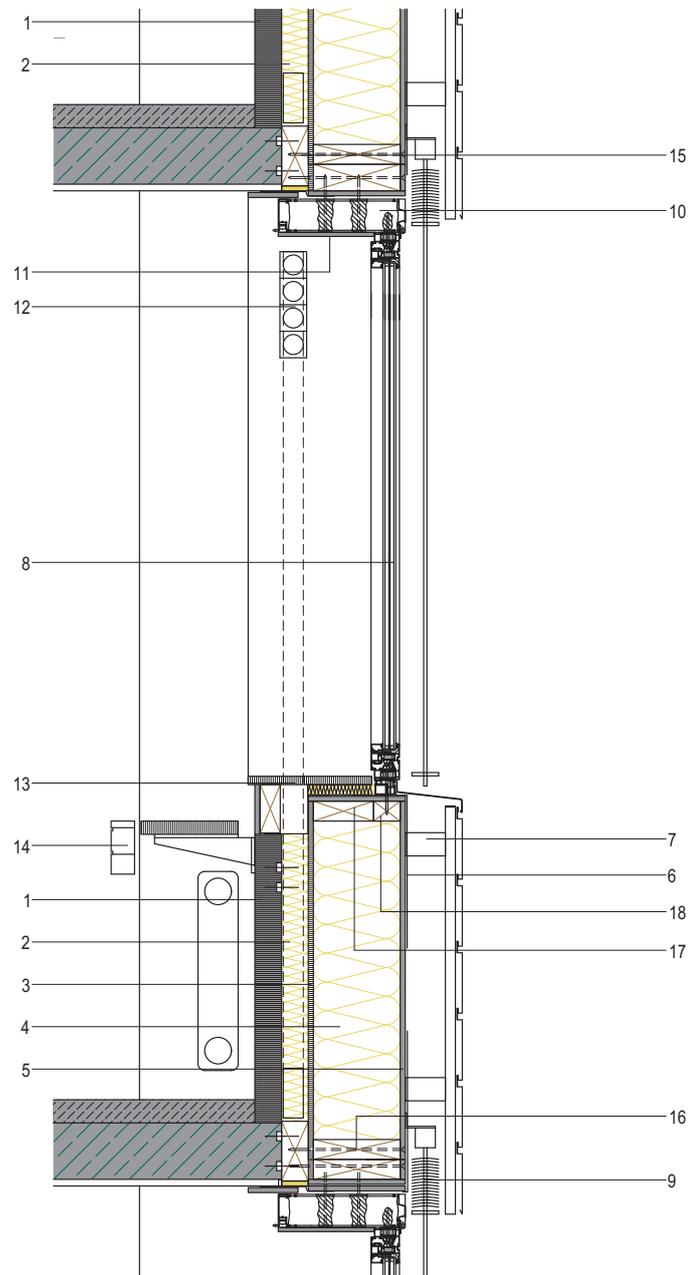
1:20



- |   |   |
|---|---|
| 1 Innenwandbekleidung   | 10 Fassadenbekleidung aus Titanzinkblech    |
| 2 Außenwand aus Stahlbeton, Bestand, d = 400 mm                 | 11 Binde, 80/180 mm                         |
| 3 Spalt ausgedämmt, mineralischer Dämmstoff, WLG 035, d = 80 mm | 12 Konstruktionsvollholz, Rahmen, 60/260 mm |
| 4 OSB-Platte, d = 15 mm   | 13 Konstruktionsvollholz, Rahmen, 60/160 mm |
| 5 mineralischer Dämmstoff, WLG 035, d = 160 mm                  | 14 KVH 60/100 mm                            |
| 6 Gipsfaserplatte, d = 15 mm                                    | 15 Kabelkanal, horizontal, 60/150 mm        |
| 7 Unterspannbahn, diffusionsoffen                               | 16 Anbindung Kabel, luftdichte Durchführung |
| 8 Fensterelement  | 17 Blechabdeckung, Fensterbankabdeckung     |
| 9 mineralischer Faserdämmstoff, WLG 035, d = 260 mm             |   |

## Fassadenschnitt, Vertikalschnitt durch Fensterband

1:20



- 1 Brüstungselement, Sandwichplatte, Bestand
- 2 Spalt ausgedämmt, mineralischer Dämmstoff, WLG 035, d = 80 mm
- 3 OSB-Platte, d = 15 mm
- 4 mineralischer Dämmstoff, WLG 035, d = 260 mm
- 5 Gipsfaserplatte, d = 15 mm
- 6 Unterspannbahn, diffusionsoffen
- 7 Fassadenbekleidung aus Titanzinkblech
- 8 Fensterelement
- 9 Sonnenschutz, Raffstoreanlage

- 10 Lüftungsgerät
- 11 Untersicht Gipskartonplatte
- 12 Klemmdosen, luftdicht eingebaut
- 13 Fensterbank aus Multiplex, d = 25 mm
- 14 Kabelkanal
- 15 Binde, 80/180 mm, befestigt über Halfenschienen und Halfenschrauben
- 16 Konstruktionsvollholz, Rahmen, 60/260 mm
- 17 Konstruktionsvollholz, Rahmen, 60/160 mm
- 18 KVH 60/100 mm

## 6 Sanierung von Holzbauten

Der Erhalt, die Pflege und die Ertüchtigung von Bauwerksbestand rücken in den letzten Jahren zunehmend in den Mittelpunkt des Baugeschehens. Maßnahmen der Sanierung nehmen einen erheblichen Anteil an den derzeitigen Bauaufgaben ein.

Beim Bauen im Bestand kommt es darauf an, die Individualität der alten Bausubstanz zu erhalten, die Anpassung an heutige Nutzungsbedürfnisse sowie geltende Vorschriften vorzunehmen und nach dem aktuellen Stand der Technik umzusetzen.

Die Sanierung eines Gebäudes ist eine komplexe Aufgabe und geht meist über eine Instandhaltung und Instandsetzung hinaus. Sie schließt meist eine Modernisierung ein, die neben der eigentlichen Nutzungsanpassung auch erhebliche Eingriffe in die Bausubstanz erforderlich machen kann.

### Grundlagen

#### Bestandsschutz

Für Gebäude, die aufgrund früherer Baubestimmungen und -genehmigungen errichtet wurden, gilt prinzipiell Bestandsschutz, d.h., dass eine Anpassung an aktuelle Bauvorschriften nicht zwingend erforderlich ist. Dies gilt auch, wenn Änderungen ausgeführt werden, die nicht genehmigungspflichtig sind.

Der Bestandsschutz geht verloren, wenn nachfolgende Sachverhalte gegeben sind:

- ▶ Änderung der Nutzung
- ▶ wesentliche Änderungen, die die Stand- und Funktionssicherheit berühren
- ▶ Beseitigung von Bauschäden, die einen Eingriff in das statisch-konstruktive Gefüge des Gebäudes erforderlich machen
- ▶ aufgrund des Bauzustands Gefahren für die öffentliche Sicherheit und Ordnung
- ▶ Veränderung der Gestaltung bzw. des Erscheinungsbilds des Gebäudes

#### Baugenehmigungsverfahren

Die Umsetzung der geltenden Normen auf Altbauten bedeutet oftmals viel zu große Eingriffe in die Altbausubstanz.

Bevor mit einer Sanierung, Instandsetzung oder Modernisierung begonnen wird, ist zu prüfen, ob hierfür ein Genehmigungsverfahren notwendig ist. Bei folgenden Maßnahmen ist ein Bauantrag erforderlich:

- ▶ Nutzungsänderung
- ▶ Errichtung, Wegnahme oder Hinzufügen von Um- und Anbauten
- ▶ Beseitigung von Anlagen
- ▶ Maßnahmen an einem Kulturdenkmal

Bei Sanierungsarbeiten an einem unter Denkmalschutz stehenden Bauwerk ist in jedem Fall eine denkmalrechtliche Genehmigung einzuholen. Die Genehmigung wird i.d.R. durch die untere Denkmalschutzbehörde erteilt. In Deutschland liegt die Gesetzgebungskompetenz für Denkmalschutz und Denkmalpflege bei den Bundesländern. Sie ist Teil der sog. Kulturhoheit der Länder. So gibt es in Deutschland 16 Denkmalschutzgesetze, die die Begriffe Kulturdenkmal und Denkmalschutz jeweils unterschiedlich definieren. Die Gesetze sind im Detail unterschiedlich gestaltet, beruhen aber auf inhaltlich einheitlichen Grundprinzipien. Alle Gesetze definieren den Denkmalschutz als ein „öffentliches Interesse“.

#### Bauphysikalische Aspekte

##### Wärme- und Feuchteschutz

Grundsätzlich werden an die Ausführung von Bauteilen bei Modernisierungen die gleichen Mindestanforderungen gestellt wie an Neukonstruktionen. In der DIN 4108-2 finden sich die entsprechenden Grenzwerte für den Wärmedurchlasswiderstand R.

Dieser Mindestwärmeschutz muss an jeder Stelle vorhanden sein. Wird der Mindestwärmeschutz unterschritten, müssen die Konsequenzen sorgfältig untersucht werden. Denn eine Unterschreitung kann dazu führen, dass infolge zu geringer Oberflächentemperaturen auf der Rauminnenseite Tauwasser ausfällt, was wiederum die Gefahr von Schimmelpilzbildung mit sich bringt. Auch das Nutzerverhalten ist dann ggf. anzupassen. Dies betrifft meist das Lüftungsverhalten und die damit verbundene Regulierung der Raumluftfeuchte.

Dass beim Energieeinsparen Handlungsbedarf besteht, ist in den 70er-Jahren unter dem Eindruck der Energiekrise deutlich geworden. Mit dem Energieeinspargesetz (EnEG) vom Juli 1976 und in den folgenden Jahren wurden auf nationaler Ebene technische Vorschriften erlassen, die den Energieverbrauch reduzieren sollten.

Mit dem GEG werden die bis dahin parallel laufenden Regeln integriert:

- ▶ Energieeinsparungsgesetz – EnEG
- ▶ Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG
- ▶ Energieeinsparverordnung – EnEV

Mit dem GEG werden nun auch Niedrigstenergiegebäude in das vereinheitlichte Energieeinsparrecht integriert. Ziel des GEG ist der möglichst sparsame Einsatz von Energie in Gebäuden. Hierzu gehört auch der zunehmende Anteil an erneuerbaren Energien zur Erzeugung der Wärme und des Stroms etc.

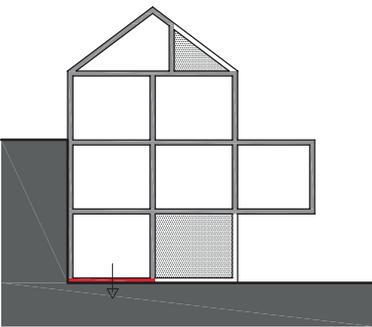
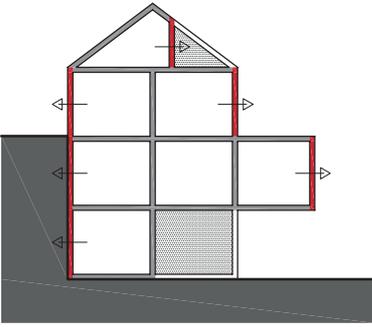
Das GEG ist in neun Teile gegliedert. Es unterscheidet die Anforderungen an Gebäude grundsätzlich nach:

- ▶ zu errichtende Gebäude (Teil 2)
  - ▶ Wohngebäude (Anlage 1)
  - ▶ Nichtwohngebäude (Anlage 2)
- ▶ bestehende Gebäude (Teil 3 und Anlage 7)

Neben den Anforderungen an die einzelnen Bauteile der Gebäudehülle werden auch Dichtheit und Mindestluftwechsel von Gebäuden, Mindestwärmeschutz und Wärmebrücken beschrieben und Anforderungen an den Jahres-Primärenergiebedarf und den spezifischen Transmissionswärmeverlust gestellt.

Für Baudenkmäler oder Altbauten mit besonders erhaltenswerter Bausubstanz können Ausnahmen (§ 105 GEG) gelten, wenn die Erfüllung des GEG die Substanz oder auch das Erscheinungsbild beeinträchtigen oder andere Maßnahmen zu einem unverhältnismäßig hohen Aufwand führen. Befreiungen sind bei den zuständigen Behörden (Landesrecht) zu beantragen.

Tab. 1: Anforderungen an Bauteile [nach GEG]

Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108 R [m²K/W]	Skizze	Wärmedurchgangskoeffizient nach GEG U [W/(m²K)]			
		Bedingungen	Wohngebäude	Nichtwohngebäude Solltemperatur ≥ 19 °C	Nichtwohngebäude Solltemperatur 12 bis < 19 °C
<b>Bodenplatten – unter Abschluss von Aufenthaltsräumen, die an das Erdreich grenzen</b>					
≥ 0,9		Ersatz oder erstmaliger Einbau	≤ 0,3	≤ 0,3	keine Anforderungen
		Aufbau oder Erneuerung von Fußbodenaufbauten auf der beheizten Seite	≤ 0,5	≤ 0,5	keine Anforderungen
<b>Außenwände – Wände von Aufenthaltsräumen, die an die Außenluft, das Erdreich und gegen Bodenräume/Durchfahrten/offene Hausflure etc. abgrenzen</b>					
≥ 1,2		Außenwände Ersatz oder erstmaliger Einbau	≤ 0,24	≤ 0,24	≤ 0,35
		Außenwände anbringen bzw. Erneuerung von außenseitigen Bekleidungen bzw. Erneuerung des Außenputzes etc.	≤ 0,24	≤ 0,24	≤ 0,35
		Wände gegen Erdreich Ersatz oder erstmaliger Einbau	≤ 0,30	≤ 0,30	keine Anforderungen
		Wände gegen Erdreich anbringen bzw. Erneuerung von außenseitigen Bekleidungen bzw. Erneuerung des Außenputzes etc.	≤ 0,30	≤ 0,30	keine Anforderungen