

A photograph of a modern building facade. The building features a white base with dark grey or black panels on the upper level. Large windows are visible, some reflecting the sky and others showing interior views. A balcony with a glass railing is also visible. The sky is overcast.

**Moderner Aus- und Leichtbau**  
**EINBLICKE IN DEN MODERNEN LEICHTBAU 12/2016**

Mousonstraße

# Vorlesungsreihe Moderner Aus- und Leichtbau

## Modul „Einführung in den modernen Leichtbau“: Erläuterungen

Leichtbauweisen sind Bauweisen, deren besondere Vorteile

- in der Leichtigkeit der Systeme,
- dem schnellen, effektiven Bauablauf und
- der bauphysikalischen Leistungsfähigkeit der Systeme liegen.

Sie können in Holzbauweise oder als Stahlleichtbau ausgeführt werden.

Die Bauteile werden bauseits einzeln errichtet oder werkseitig vorgefertigt.

Der Architekt benötigt ein konstruktives und bauphysikalisches Verständnis der Bauweisen, um die Einsatz- und Gestaltungsmöglichkeiten voll ausschöpfen zu können.

In diesen Unterlagen finden Lehrende und Studierende der Architektur und des Bauwesens das grundlegende Wissen für Entwurf, Planung, Baukonstruktion und Bauphysik zusammengestellt zu einem

„Einblick in den modernen Leichtbau“.

Die Unterlage dient zum auszugsweisen oder umfassenden Gebrauch in der Lehre, beim Selbststudium oder in Projekten. Sie gehört zu einer Informationsreihe zu Themen des modernen Aus- und Leichtbaus. Weiterführende Informationen und ergänzende Module finden Sie unter [www.moderner-aus-und-leichtbau.de](http://www.moderner-aus-und-leichtbau.de) .

Alle verwendeten Bilder dürfen für Lehre und Studium unter der Quellenangabe [www.moderner-aus-und-leichtbau.de](http://www.moderner-aus-und-leichtbau.de) frei verwendet werden.

# Einführung in den modernen Leichtbau: Inhaltsangabe

## Planungswissen

- Moderner Leichtbau: Bauaufgaben und Einsatzbereiche
- Leichtbauweisen: Kennzeichen, Unterschiede, Vorteile

## Baukonstruktion

- Holzrahmen- und Holztafelbauweise: Grundlagen
- Konstruktiver Holzschutz in Holzrahmen- und Holztafelbauweise
- Stahlleichtbauweise: Systeme und Details
- Fassaden und Außenwände in Leichtbauweise

## Entwurf und Gestaltung

- Fassaden im Leichtbau: Material und Gestaltungsbeispiele

## Bauphysik

- Wärme- und Feuchteschutz von Außenbauteilen
- Brandschutz von Außenbauteilen
- Schallschutz bei Außenbauteilen

A photograph of a modern building facade. The building features a prominent concrete structure with large, cantilevered balconies. The upper floors are framed by bright orange panels and large windows. The sky is blue with some clouds. The text is overlaid on a semi-transparent white banner across the top of the image.

Planungswissen

**MODERNER LEICHTBAU: BAUAUFGABEN UND EINSATZBEREICHE**

## Moderner Leichtbau

Der moderne Leichtbau umfasst verschiedene Holz- und Stahlleichtbauweisen.

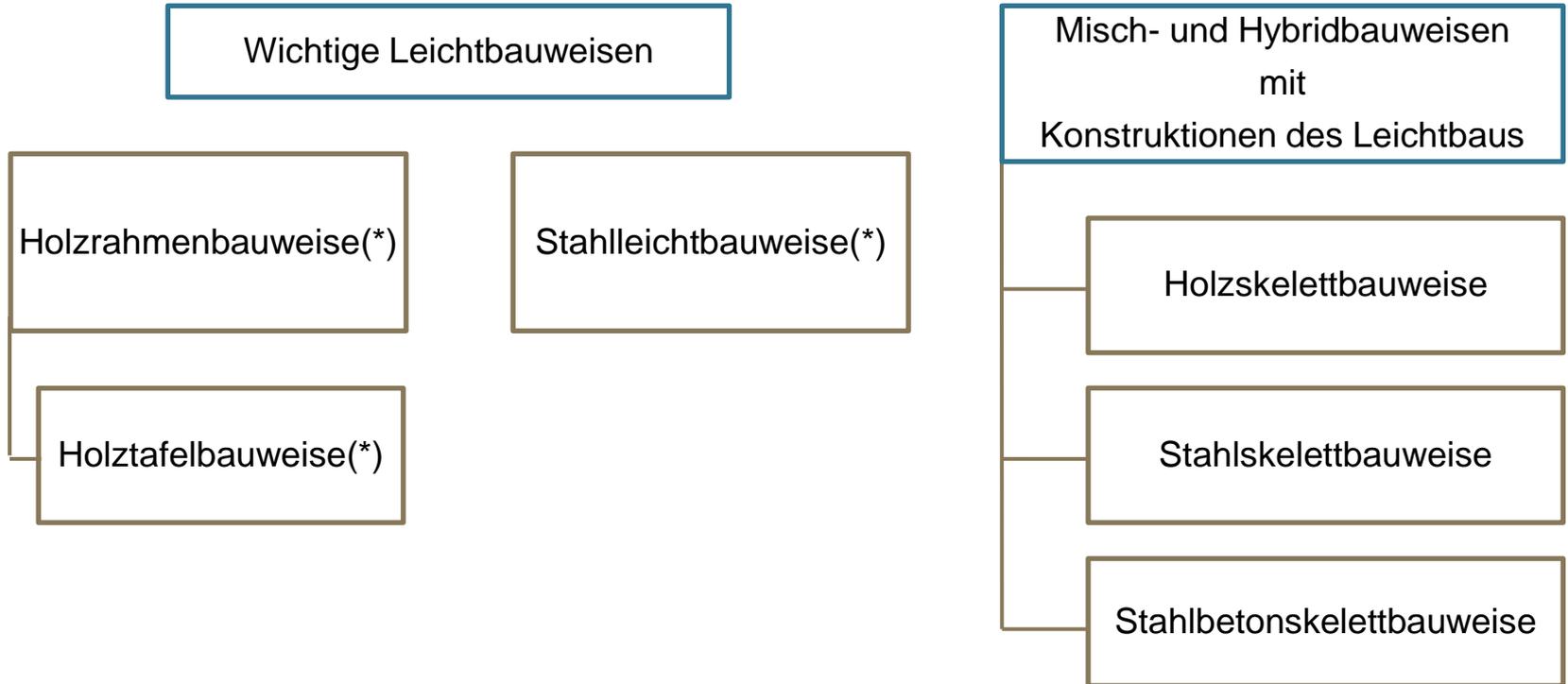
Leichtbauweisen können

- vor Ort aus einzelnen Komponenten errichtet,
- aus werkseitig vorgefertigten Modulen montiert oder
- als Kombination aus bauseitig errichteten und vorgefertigten Bauteilen erstellt werden.

Vorteile aller Bauweisen des moderne Leichtbaus sind

- die **Flexibilität der Grundrisse** der Bauten über den gesamten Gebäude-Lebenszyklus,
- das **geringe Gewicht** der Konstruktionen, das den Einsatz auch in statisch schwierigen Situationen erlaubt,
- die **kurzen Bauzeiten** aufgrund der vorwiegend trockenen Bauweise und der Möglichkeit zur Vorfertigung,
- die **bauphysikalische Leistungsfähigkeit** im Wärmeschutz, Schall- und Brandschutz,
- die **Erdbebensicherheit** vieler Leichtbaukonstruktionen.

# Moderner Leichtbau: Bauweisen und Konstruktionsprinzipien



(\*) Jeweils in den Konstruktionsarten „Balloon framing“ oder „Platform framing“, wie auf den folgenden Seiten erläutert.

## Moderner Leichtbau: Haupteinsatzbereiche

Der moderne Leichtbau kommt überall da zum Einsatz, wo effektive Bauabläufe und Leichtigkeit der Konstruktionen von entscheidender Bedeutung sind.

Wichtige Einsatzbereiche sind

- die **Aufstockungen oder Ergänzung** von Bestandsbauten,
- die Errichtung von ein- oder mehrgeschossigen **Neubauten** in Holz- oder Stahlleichtbauweise,
- die Errichtung oder Modernisierung von Bauten in **modularer und Hybridbauweise**,
- die Errichtung von unabhängigen **Raumsystemen** in Bestandsbauten und
- temporäre Bauten.

## Moderner Leichtbau: Aufstockungen

Aufstockungen sind architektonisch reizvolle Aufgaben, mit der Chance, ästhetisch nicht ansprechende oder nicht zeitgemäße Bauten gestalterisch aufzuwerten.

Aufstockungen leisten so einen wertvollen Beitrag zur ästhetischen Weiterentwicklung bebauter Räume; und dies gilt besonders für dicht bebaute Innenstadtlagen mit unterschiedlichen architektonischen Qualitäten.

Durch Aufstockungen entstehen neue Wohn- und Nutzflächen ohne zusätzlichen Bedarf an Bauland, Verkehrs- und Erschließungsflächen.

Zusätzlich kann durch eine Aufstockung eine erhebliche energetische Verbesserung des Bestandsbaus erreicht werden.

Aufstockungen in Leichtbauweise weisen folgende erhebliche Vorteile auf:

- **Leichte Konstruktionen** mit geringer Belastung des Bestandes, daher ist eine Aufstockung auch in statisch schwierigen Situationen möglich,
- **kurze Bauzeit mit geringem Eingriff** in den Bestand, daher ist die Aufstockung unter Nutzung des Bestands möglich.



















## Moderner Leichtbau: Ein- oder mehrgeschossige Neubauten

In **Holz- und Stahlleichtbauweise** werden Bauten für Gewerbe und Produktion, **mehrgeschossige** Wohnbauten, aber auch Kindergärten und anders genutzte Gebäude errichtet.

Bauten in Holzbauweisen können seit der Novellierung der Musterbauordnung (MBO) im Jahr 2002 und der Übernahme in diverse Landesbauordnungen auch im Hinblick auf den Brandschutz bis zu fünfgeschossig ausgeführt werden.

Gebäude im Stahlleichtbauweise werden eingesetzt, wo nichtbrennbare Baustoffe gefordert sind.

Bei beiden Bauweisen ist eine **bauseitige Erstellung** und/oder eine **teilweise werkseitige Vorfertigung** möglich. Diese Möglichkeiten und die trockene Bauweise sorgen für besonders kurze Bauabläufe.

Es ist wichtig, dass die Besonderheiten der Bauweisen schon im Vorfeld bei der Planung berücksichtigt werden.





## Moderner Leichtbau: Lösungen für Hybridbauweisen und modulares Bauen

Die Weiterentwicklung der Bauabläufe und der Druck zur Verkürzung der Bauabläufe begünstigen den Trend zum modularen Bauen und zur Erhöhung des Vorfertigungsgrades.

Hybridbauweisen kombinieren die Vorzüge verschiedener Bauweisen in einem Bauwerk.

So werden z.B. **Stahl- bzw. Stahlbetonskelettbauten mit Außenwänden** oder **vorgefertigten Raummodulen** in Leichtbauweise kombiniert.

Beliebige Rohbauten werden mit vorgehängten, hinterlüfteten Fassaden in Leichtbauweise versehen.

Leichtbau ist sowohl für die Modernisierung als auch für den Neubau eine effiziente und qualitativ hochwertige Lösung.

Er verlangt vom Architekten eine **genaue Steuerung und Planung**.

Lösungen sind sowohl in Holz- als auch in Stahlleichtbauweise möglich.



Quelle: Fermacell GmbH









## Moderner Leichtbau: Selbstständige Raumsysteme in Stahlleichtbauweise

Selbstständige Raumsysteme werden mit Systemen der Stahlleichtbauweise realisiert.

Sie sind selbsttragende, freigestaltbare Konstruktionen in leichter, trockener Stahlleichtbauweise.

Sie werden für Ausstellungseinheiten, Büros, Sanitärbereiche oder Produktionseinheiten z.B. in Museen, Hallen, Lofts oder entkernten Gebäuden eingesetzt

.





## Baukonstruktion

### HOLZRAHMEN- UND HOLZTAFELBAUWEISE: GRUNDLAGEN



## Holzrahmen- und Holztafelbauweise

Das Tragwerk besteht in Holzrahmen- und Holztafelbauweisen aus einem Ständerwerk aus Kanthölzern, das mit beidseitiger geeigneter Beplankung, Dämmung und geeigneten Maßnahmen zum Feuchte- und Wetterschutz zu Tafeln zusammen gefügt wird.

Statisch wirken die Beplankungen und das Ständerwerk in Holzrahmen- und Holztafelbauweise bei der Lastabtragung zusammen.

Der Unterschied beider Bauweisen besteht in der Montage:

- Der **Holzrahmenbau** wird überwiegend **bauseits** errichtet,
- der **Holztafelbau** besteht aus **werkseitig vorgefertigten** Wand- und/oder Deckenelementen.

Die Bemessung der Bauten erfolgt nach Eurocode 5.

Da die Beplankungen statisch wirksam sind, müssen sie für den Anwendungsfall über eine europäisch technische Zulassung verfügen.

Geeignet sind Gips- oder Gipsfaserplatten, zementgebundene Platten oder Holzwerkstoffplatten mit einer ETA für diesen Anwendungsbereich.

## Bauweisen: Holzrahmenbauweise, Ballon-Bauweise

In der **Ballon-Bauweise (balloon framing)** werden die Ständer ungestoßen über die gesamte Gebäudehöhe geführt.

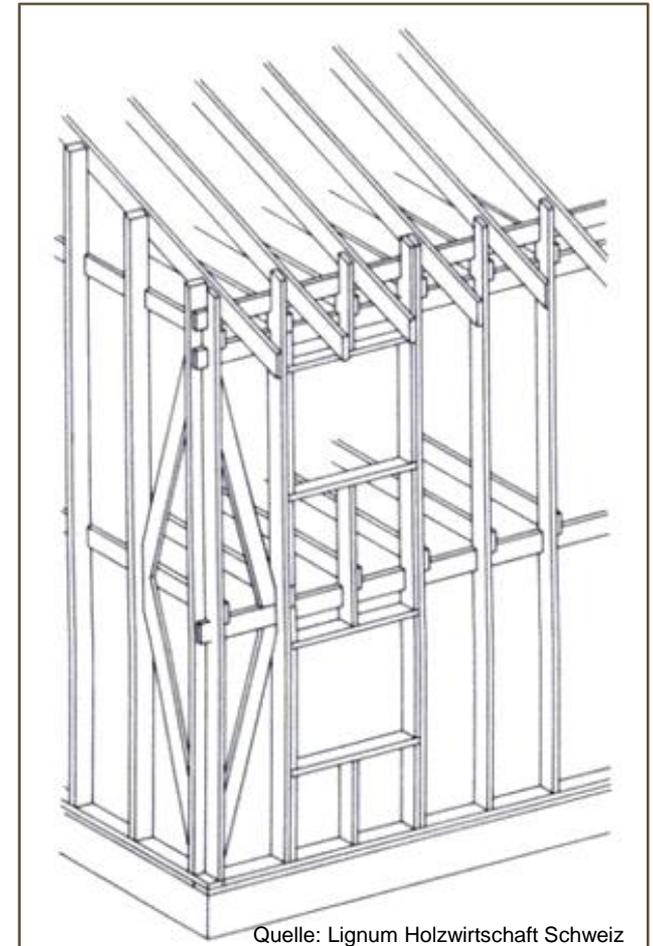
Die Deckenplatten werden innen eingehängt bzw. auf Randbohlen aufgelegt.

Die Konstruktion ist setzungsarm und bauphysikalische sehr günstig. Die Außenwände bilden eine ungestörte Fläche mit durchgehender Außenhülle, Dämmung und luftdichter Schicht.

In der Detailausbildung ist diese Konstruktionsweise aufwändiger.

Sie ist ideal für zweigeschossige Bauwerke.

Im Unterschied zur Holztafelbauweise wird der Bau **auf der Baustelle** aus Einzelteilen und -komponenten **errichtet**. Die Ständerkonstruktion bildet das Tragwerk.



Quelle: Lignum Holzwirtschaft Schweiz

## Bauweisen: Holzrahmenbau, Plattform-Bauweise

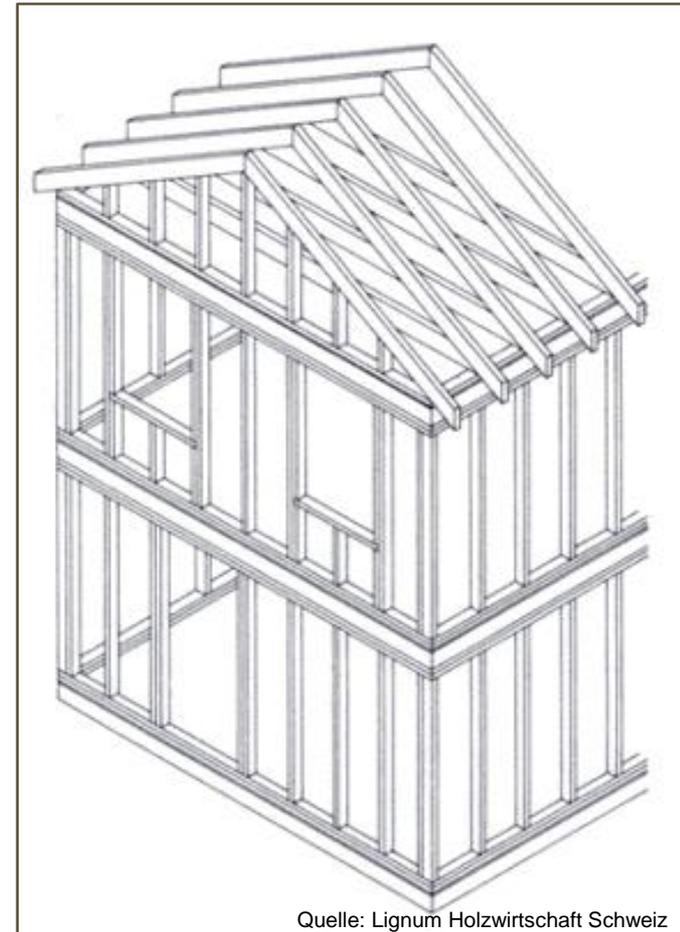
Bei der Plattform-Bauweise werden die Bauten geschossweise, jeweils auf der Decke des darunter liegenden Geschosses errichtet.

In Amerika wird diese Bauweise als **Platform framing** bezeichnet.

Die Deckenplatten liegen auf den Geschosswänden auf. Dies erfordert eine besonders sorgfältige, bauphysikalische Ausarbeitung der Details.

In der Ausführung ist diese Konstruktionsart einfacher.

Das Gebäude kann bauseitig oder teilweise aus vorgefertigten Elementen errichtet werden. Der Übergang zur Holztafelbauweise mit vorgefertigten Tafелеlementen ist fließend.



Quelle: Lignum Holzwirtschaft Schweiz

## Bauweisen: Holzrahmenbau, Quasi-Ballon-Bauweise

Die Quasi-Ballon-Bauweise ist eine weiterentwickelte Plattform-Bauweise, bei der der Geschosstoß nicht auf der Ebene der Geschossdecke, sondern oberhalb von ihr angeordnet ist.

So sind geschossweises Bauen und eine konsequente Weiterführung von Dämmung und luftdichter Schicht möglich.

Die Quasi-Ballon-Bauweise eignet sich besonders für mehrgeschossige Bauten.

## Bauweisen: Holztafelbauweise

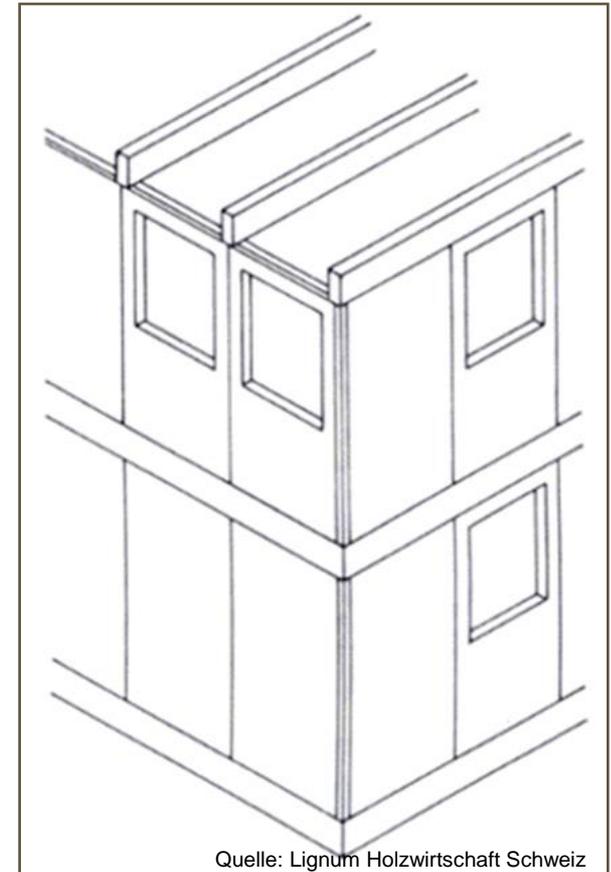
Eine Weiterentwicklung des Holzrahmenbaus ist die Holztafelbauweise.

Bei der Tafelbauweise werden die abschließenden **Wände und Fassadenelemente** nicht bauseitig erstellt, sondern **einschließlich erforderlicher Einbauten werkseitig vorgefertigt** und auf der Baustelle montiert.

Die Holztafelelemente können tragend bzw. nicht tragend ausgebildet werden. Sie können als Innenwände, Außenwände, Fassaden-, Dach- oder Deckenelemente eingesetzt werden.

Vorteile des Holztafelbaus sind:

- Die hohe Präzision durch die werkseitige Fertigung,
- schneller Bauablauf durch hohen Vorfertigungsgrad,
- witterungsunabhängige Herstellung.



Quelle: Lignum Holzwirtschaft Schweiz

## Bauweisen: Holztafelbauweise

Holztafeln sind Verbundelemente aus Holzrahmen mit ein- bzw. beidseitiger Beplankung aus geeignetem Plattenmaterial und geeignetem Dämmmaterial.

Als Beplankung können z.B. eingesetzt werden:

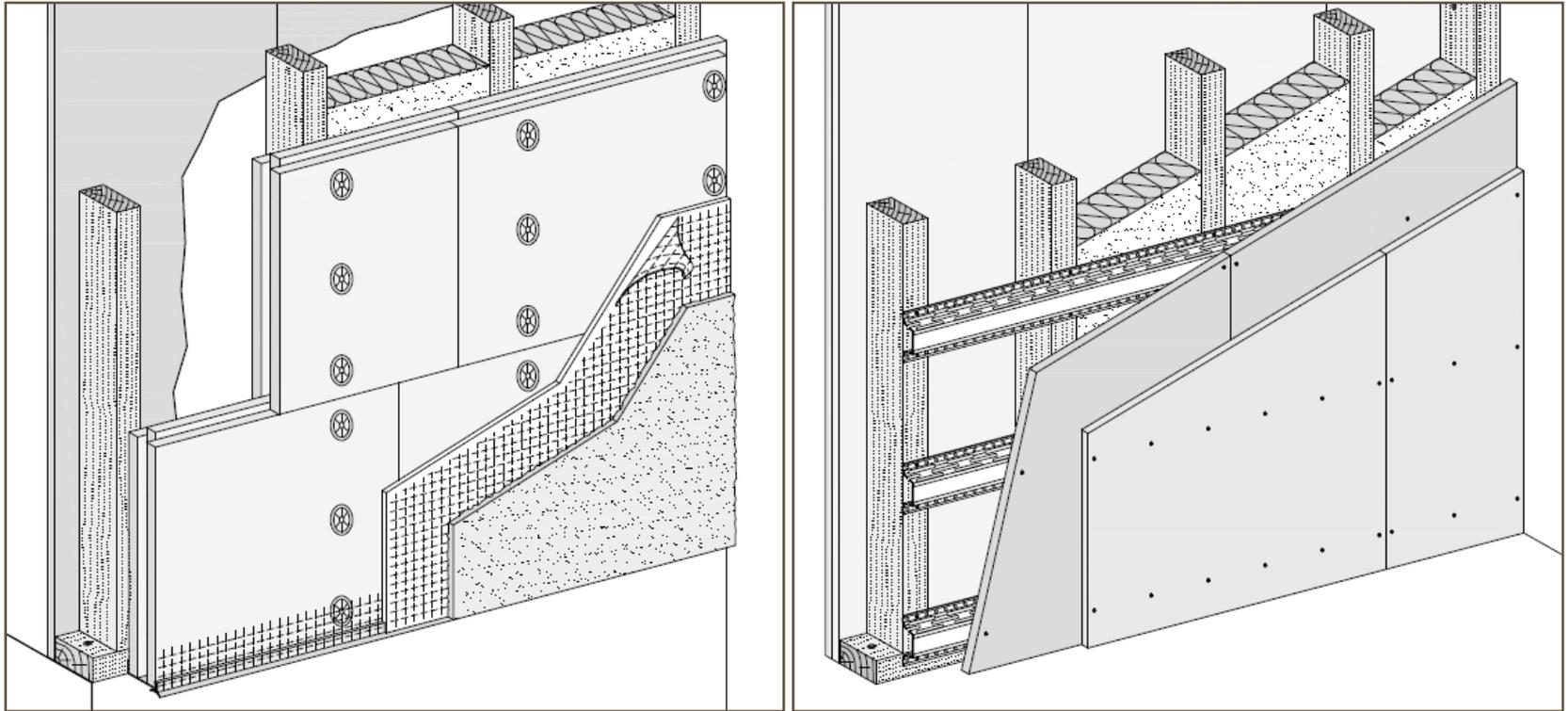
- Holzwerkstoffe
- zementgebunden Platten
- Gipsfaserplatten

Installationen, Einbauten, Fenster oder Türen werden ebenfalls werkseitig montiert.

Aufgrund der Vorfertigung ist die Holztafelbauweise besonders für Bauaufgaben geeignet, bei denen ein hohe Präzision oder ein besonders schneller Bauablauf gefordert sind.

In Holztafelbauweise werden ein- und mehrstöckige Wohn- oder Bürobauten ebenso errichtet, wie Pavillions oder temporäre Bauten.

# Wandkonstruktionen für den Holzrahmen- und Holztafelbau, Beispiele









Planungswissen

**KONSTRUKTIVER HOLZSCHUTZ IN HOLZRAHMEN- UND HOLZTAFELBAUWEISE**

## Holzschutzmaßnahmen

DIN 68800 beschreibt die Maßnahmen zum vorbeugenden Holzschutz und

- priorisiert baulich-konstruktive Maßnahmen vor Holzschutzmitteln,
- benennt Gebrauchsklassen analog zu DIN EN 335,
- regelt verbindliche Holzschutzmaßnahmen für tragende und aussteifende Bauteile,
- gibt Empfehlungen für nicht tragende Bauteile,
- gibt Regeldetails zur Ausführung vor,
- schreibt eine maximale Holzfeuchte von  $u \leq 20\%$  bei Einbau vor.

# Vorgeschriebener chemischer Holzschutz für tragende und aussteifende Bauteile

Gebrauchsklassen und Holzschutzmaßnahmen nach DIN EN 335-2 / DIN 68800-1			
Gebrauchsklasse	Beanspruchung		erf. Holzschutzmaßnahmen
0 <i>nur für Deutschland, nach DIN 68800-1</i>	Innen verbautes Holz, ständig trocken, Anflug durch holzschädigende Insekten nicht möglich oder Holzquerschnitt kontrollierbar		<b>keine, Einsatz von Holzschutz nur in begründeten Ausnahmefällen zulässig</b>
1	Innen verbautes Holz, ständig trocken, Anflug durch holzschädigende Insekten möglich		lv,
2	Bauteil unter Dach nicht der Witterung (Regen, Schlagregen) ausgesetzt, gelegentliche, nicht andauernde Befeuchtung		lv, P
3.1	Holz nicht unter Dach, aber ohne ständigen Erd- und/oder Wasserkontakt,	nicht zu erwarten	lv, P, W
3.2	Anreicherung von Wasser im Holz -auch räumlich begrenzt-	zu erwarten	lv, P, W
4	Holz in dauerndem Erdkontakt oder ständiger starker Befeuchtung ausgesetzt		lv, P, W, E

Durch konstruktive Maßnahmen, Einstufung in Gebrauchsklasse 0 erreichbar.

lv = gegen Insekten vorbeugend wirksam, P = gegen Pilze vorbeugend wirksam (Fäulnisschutz),  
W = Witterungskontakt, ohne ständigen Erd- und Wasserkontakt, E = ständiger Erd- und Wasserkontakt

## Holzschutz in Holzrahmen- und Holztafelbauweise

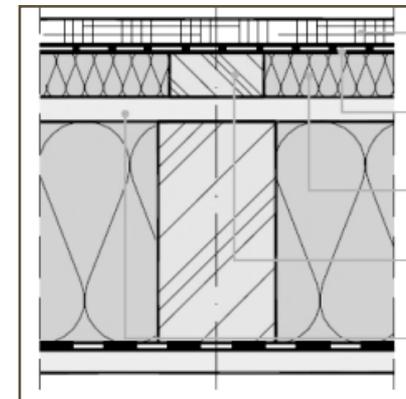
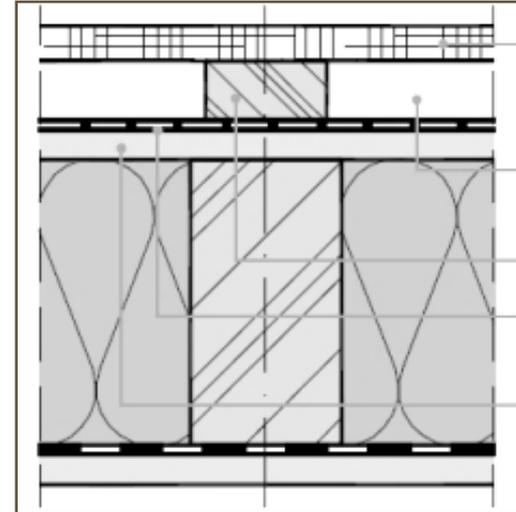
Außenwände können in die Gebrauchsklasse 0 eingestuft und **ohne Holzschutzmittel** ausgeführt werden, wenn sie folgenden Aufbau aufweisen:

- Außen ein dauerhaft wirksamer Wetterschutz aus
  - einer vorgehängten Fassade mit äußerer diffusionsoffener Bekleidung oder Beplankung, mit  $s_d \leq 0,3$  m oder mit geeignetem Dämmstoff,
  - einem Wärmedämmverbundsystem oder
  - einer Mauerwerks-Vorsatzschale,
- Faserdämmstoffe als außenliegende Dämmung oder als Gefachdämmung,
- Holzständerkonstruktion aus trockenen Holzprodukten,
- einer diffusionshemmenden Schicht mit  $s_d \leq 2,0$  m, die auch im Bereich von Anschlüssen und Durchdringungen luftdicht ausgebildet ist.

**Zusätzlich ist auf die regelgerechte Ausführung von Details wie Bauteil-Anschlüssen zu achten.**

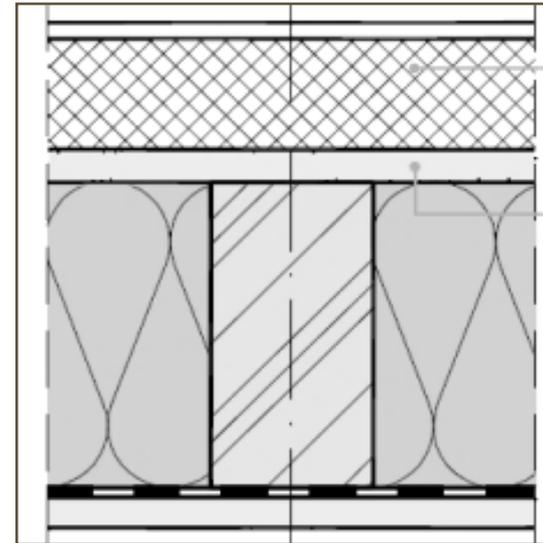
## Beispiele für dauerhaft wirksamen Wetterschutz nach DIN 68800, Seite 1/2

- **Hinterlüftete Außenwandbekleidung** auf lotrechter Lattung mit Konterlattung.  
mit Abstand Bekleidung - Oberfläche Außenwand bzw. Dämmung:  $\geq 20$  mm und Be- und Entlüftungsöffnungen von  $\geq 50$  cm<sup>2</sup>/m-Wandlänge
- **Belüftete Außenwandbekleidung** auf lotrechter Lattung mit Konterlattung (ohne Abbildung)  
mit Abstand Bekleidung - Oberfläche Außenwand bzw. Dämmung:  $\geq 20$  mm und unten angeordnete Belüftungsöffnungen von  $\geq 100$  cm<sup>2</sup>/m-Wandlänge
- **Kleinformatige Außenwandbekleidungen** wie Bretter, Schindeln oder Schiefer auf waagerechter oder senkrechter Lattung mit dahinterliegender wasserableitender Schicht wie Unterdeckplatten oder Unterdeckbahnen und nicht belüftetem Hohlraum  $\geq 20$  mm zwischen Wand und Bekleidung

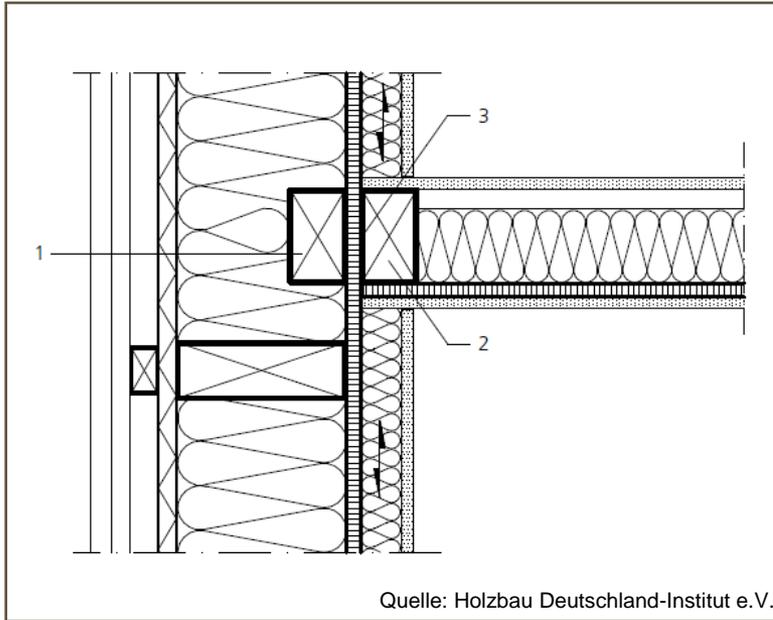


## Beispiele für dauerhaft wirksamen Wetterschutz nach DIN 68800, Seite 2/2

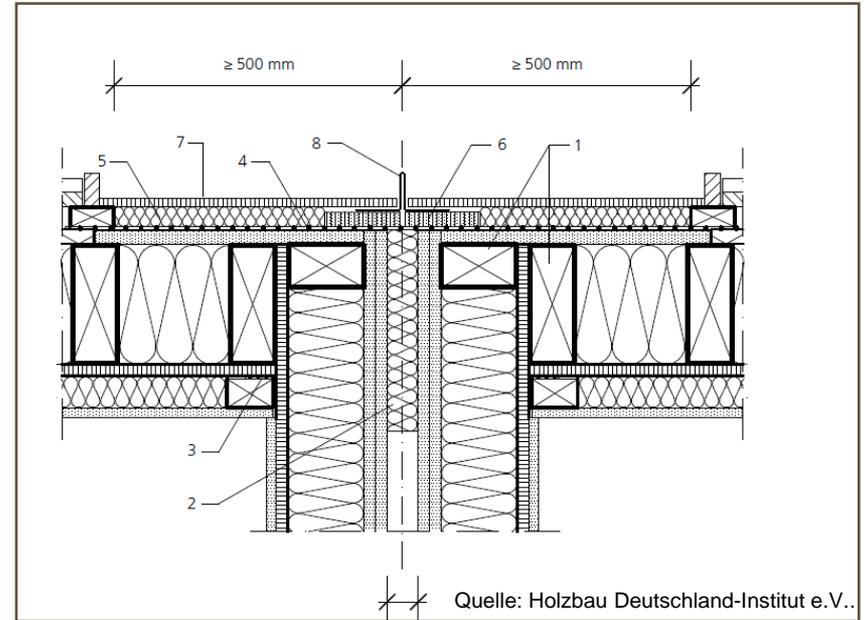
- **Wärmedämmverbundsysteme oder Putzträgerplatten** mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis für diesen Anwendungsfall.
- Außenwandbekleidungen bei Skelettkonstruktionen wie z.B. Sandwichelemente



# Beispieldetails für GK0-Konstruktionen im Holzrahmenbau: Wandanschlüsse

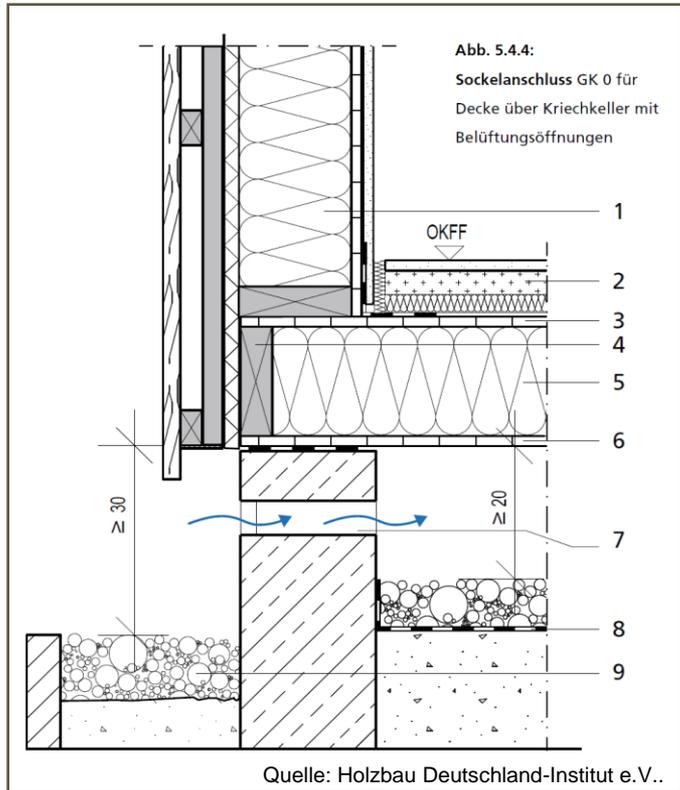


Anschluss Innenwand an Außenwand

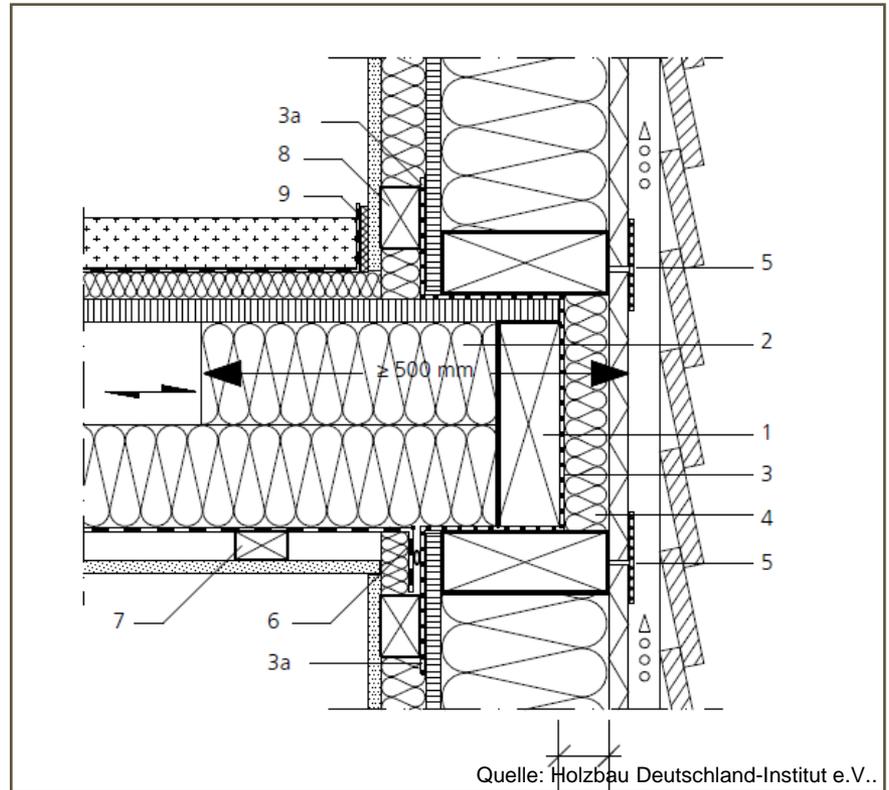


Anschluss Außenwände / Gebäudetrennwand

# Beispieldetails für GK0-Konstruktionen im Holzrahmenbau: Sockelausbildung und Deckenaufleger



Sockelausbildung



Ausbildung Deckenaufleger / Außenwand

A photograph of a modern office interior. The space features white walls and a dark floor. A prominent feature is a long wall of glass partitions, likely for office cubicles or meeting rooms. The glass is held in place by a silver-colored metal frame. To the left, there is a white wall with several vertical rectangular openings. A green exit sign is visible on the ceiling. The overall aesthetic is clean, minimalist, and professional.

**Baukonstruktion**

## **STAHLLEICHTBAUWEISE: SYSTEME UND DETAILS**

## Bauweisen: Stahlleichtbau

Der Stahlleichtbau ist eine Ständerbauweise, bei der dünnwandige, kaltgeformte Stahlblechprofile eingesetzt werden.

Der Stahlleichtbau ist eine tragende Bauweise, entwickelt aus den Arbeitstechniken des Trockenbaus. Die Vorteile sind:

- der besonders **effiziente Montagablauf**,
- die **großen, realisierbaren Spannweiten** bis zu 17 Metern,
- die **Nichtbrennbarkeit** des Baustoffes.

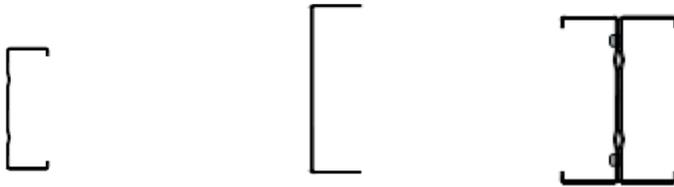
In Stahlleichtbauweise werden konstruiert

- ein- und mehrgeschossige Büro- und Wohngebäude
- Hallen und andere Industrie- und Gewerbebauten,
- Aufstockungen und Erweiterungen bestehender Gebäude,
- Raumsysteme und
- Fassadensysteme.

## Bauweisen: Stahlleichtbau

Der Stahlleichtbau ist ebenfalls eine Tafelbauweise mit Ständern und Riegeln aus dünnwandigen, kaltgeformten Stahlblechprofilen und statisch mitwirkender Beplankung.

Gängig sind C-Profile und U-Profile in verschiedenen Abmessungen sowie Profilkombinationen in 0,6 bis 2,0 mm Blechdicke.



Die Verbindung untereinander erfolgt mechanisch durch direkte Verschraubung. Für Anschlüsse oder Befestigungen stehen geeignete Winkel oder Zubehörteile zur Verfügung.

Die Bemessung erfolgt durch den Statiker nach den Vorgaben von DIN EN 1993 bzw. EC 3 Teil 1.3 .

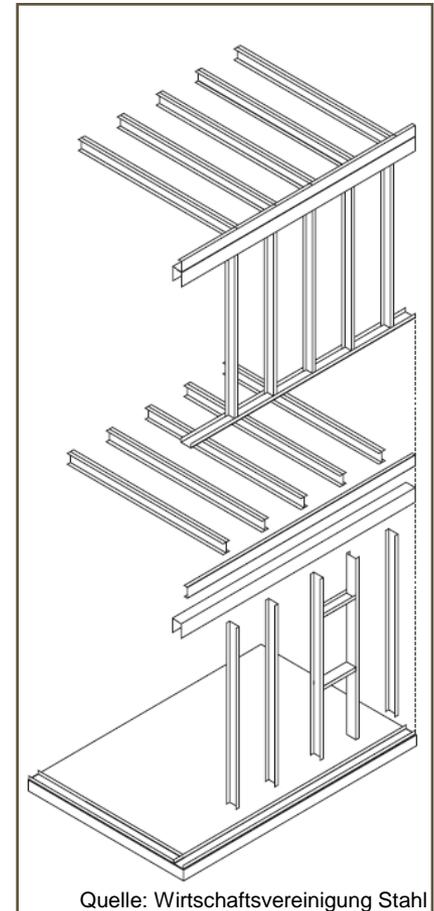
Aufgrund der Besonderheiten von dünnwandigen Profilen werden zulässige Spannweiten und Lasten für die einzelnen Profile den Bemessungstabellen der Hersteller entnommen.

## Stahlleichtbau: Konstruktionsprinzipien

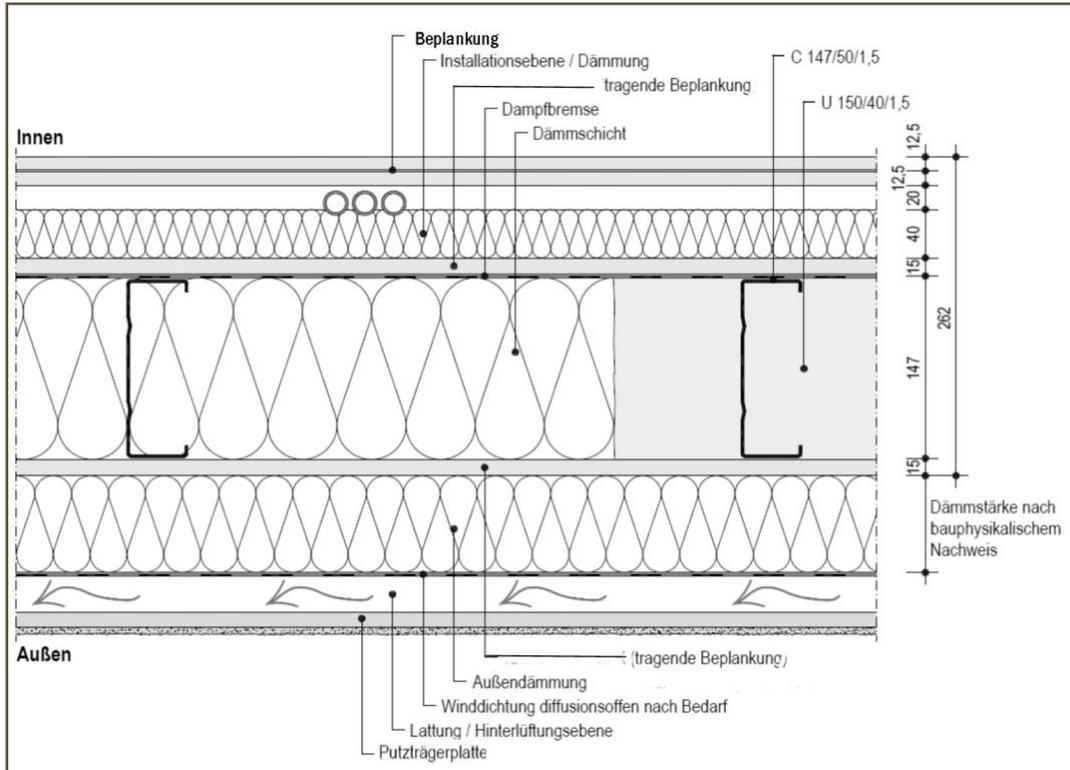
Die häufigste Konstruktionsart ist die **Plattform-Bauweise**. Hier werden die Geschosse nacheinander auf den Decken des darunter liegenden Geschosses errichtet. Dies vereinfacht den Bauablauf erheblich.

Bei der **Ballon-Bauweise** werden die vertikalen Elemente (Ständer, Außenwände) über alle Geschosse geführt. Dieses System ist bautechnisch aufwändiger.

Die konsequente Ausbildung der bauphysikalisch wichtigen Details im Bereich des Deckenaufagers ist hier einfacher. Luftdichte Schicht, Wärmedämmung, Witterungsschutz können leicht ungestört durchgeführt werden.



# Konstruktionsbeispiele: Außenwand in Stahlleichtbauweise



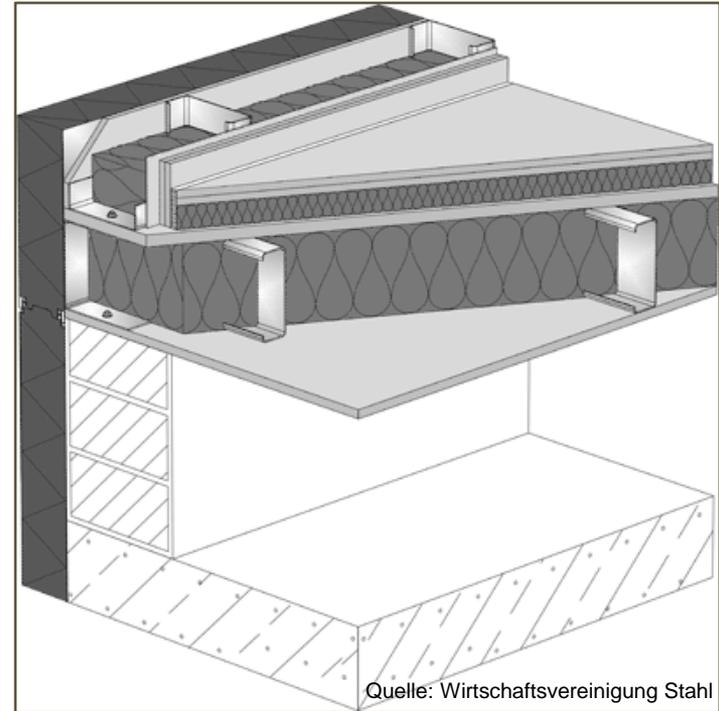
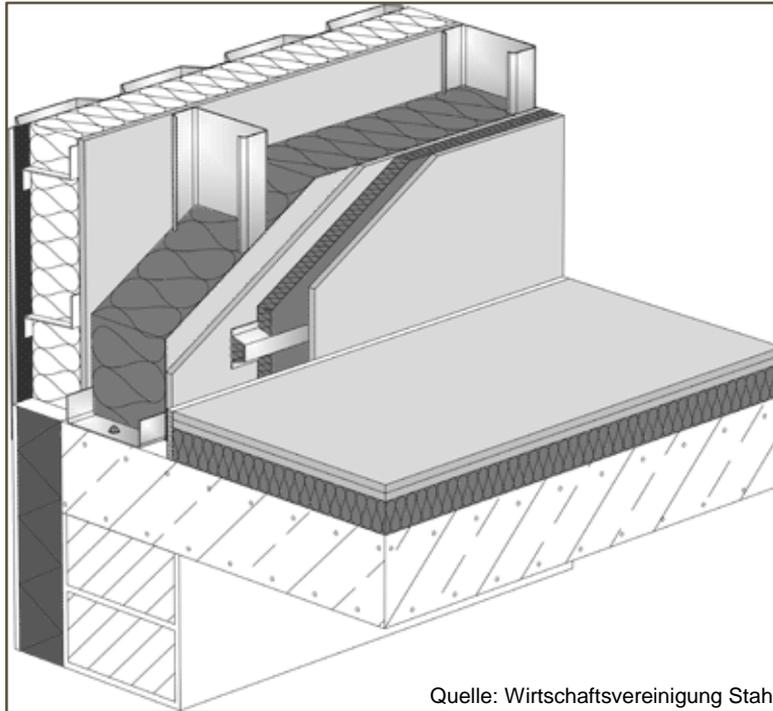
Beispiel einer Außenwandkonstruktion in Stahlleichtbauweise mit hinterlüfteter Fassade und innen liegender Installationsebene

## Konstruktionsbeispiele: Tragende Deckenkonstruktion in Stahlleichtbauweise



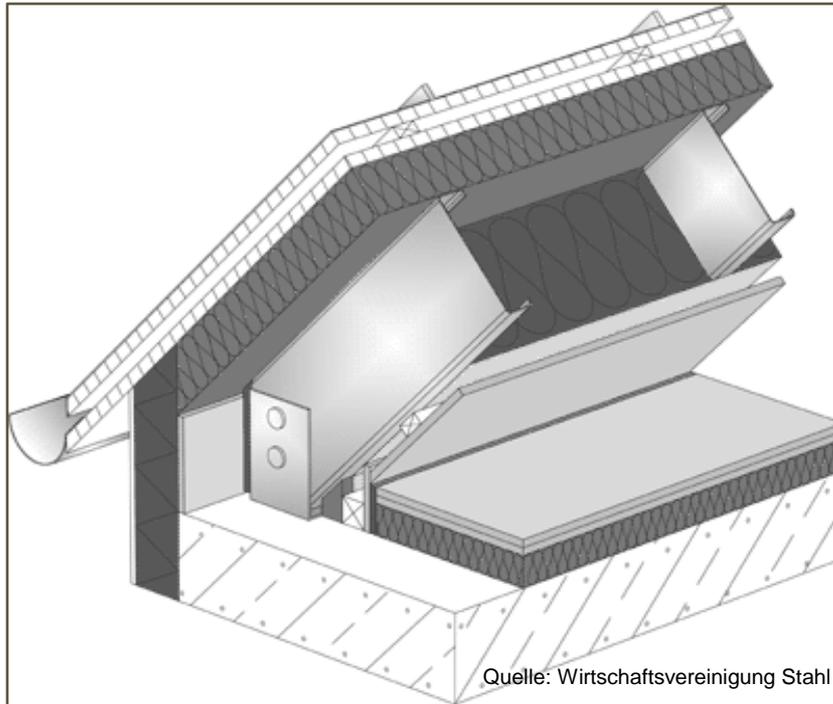
Quelle: Protektorwerk

# Aufstockungen mit Stahlleichtbaukonstruktionen: Anschluss an Massivbauten, Aufstockung



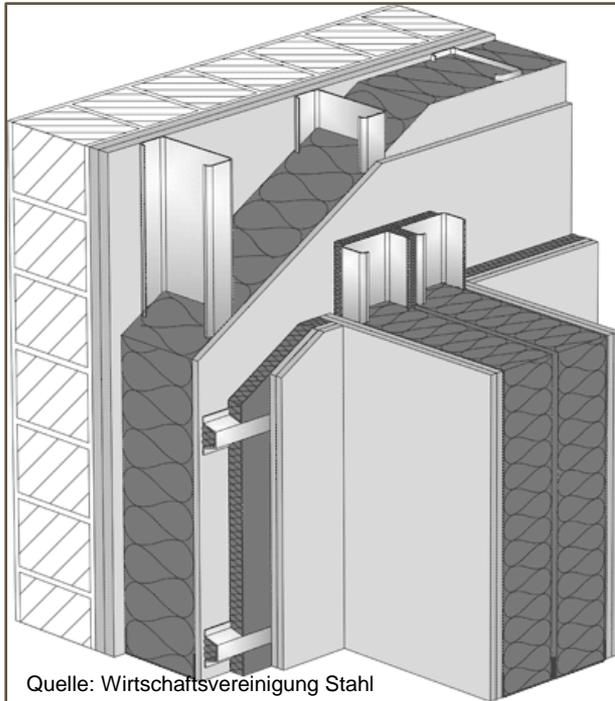
Beispiele für den Anschluss von Stahlleichtbaukonstruktionen an massive Bauteile.

## Aufstockungen mit Stahlleichtbaukonstruktionen: Anschluss an Massivbauten, Aufsetzen eines Steildaches



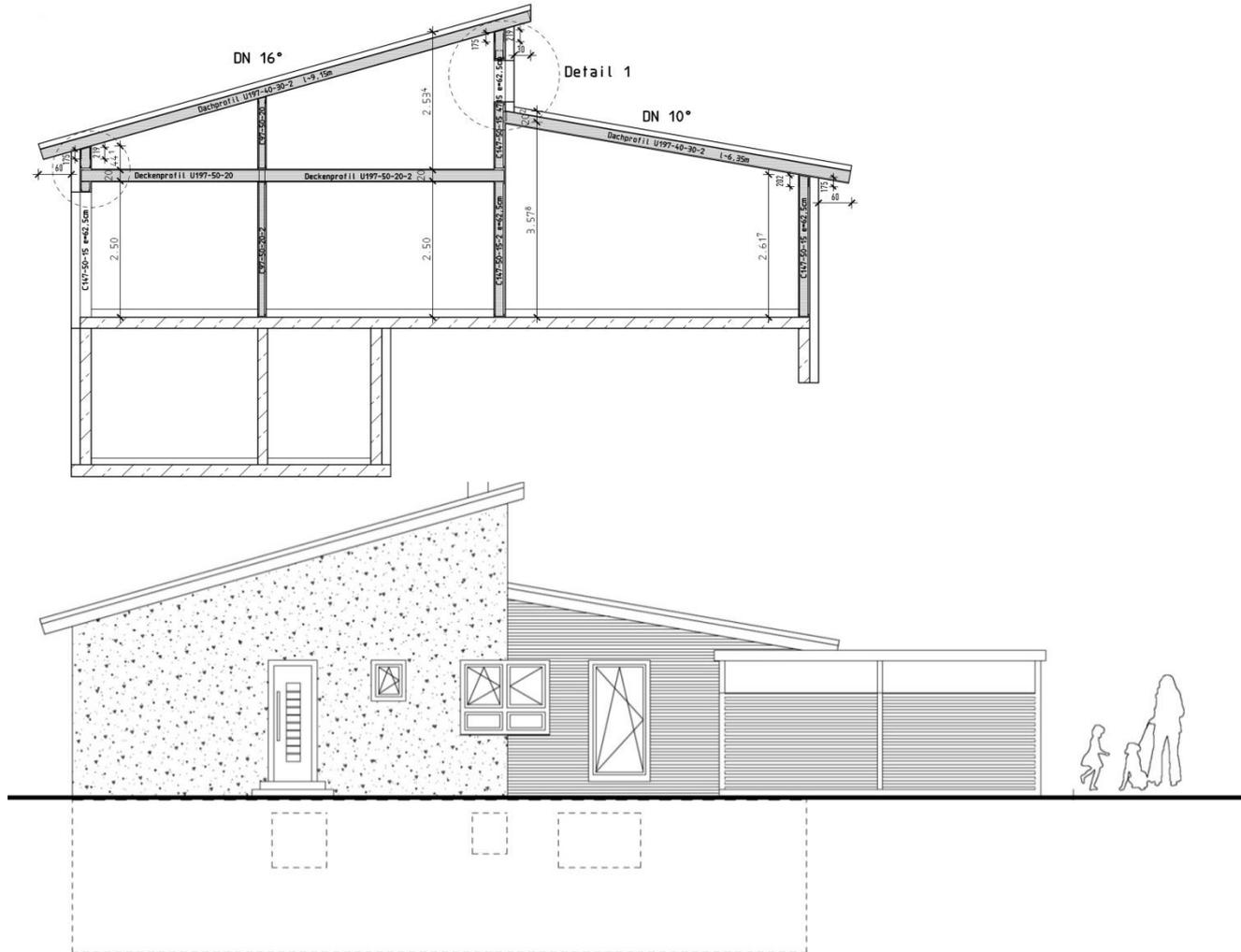
Beispiel für den Anschluss eines Steildaches in  
Stahlleichtbauweise auf eine massive Konstruktion

## Anbauten und Erweiterungen mit Stahlleichtbaukonstruktionen: Anschluss an Massivbauten



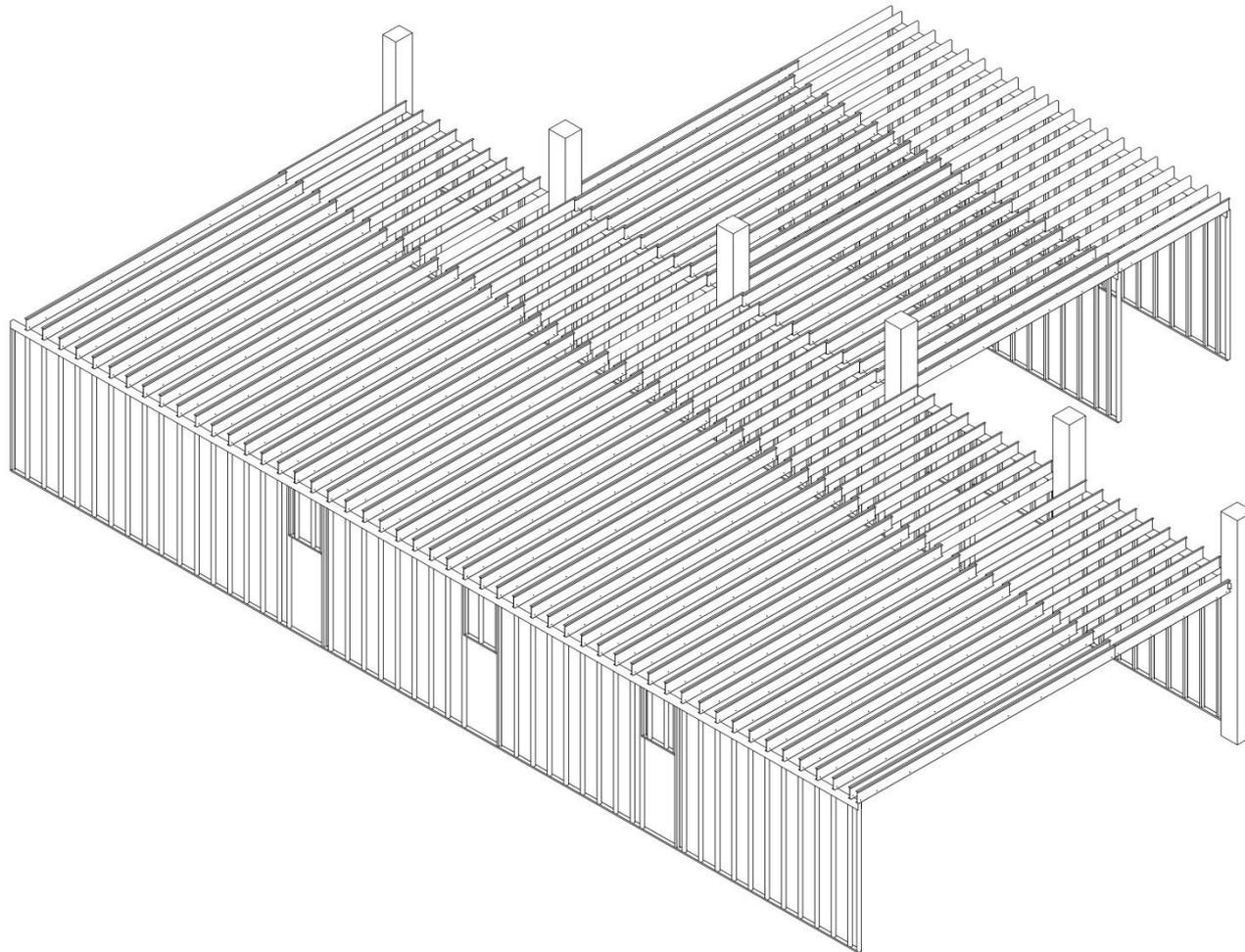
Beispiel für den Anschluss eines  
Stahlleichtbaus an einen Massivbau.

# Planungsbeispiele: Einfamilienhaus in Stahlleichtbauweise





# Konstruktionsbeispiel: Raumsystem in Stahle Leichtbauweise







**Baukonstruktion**

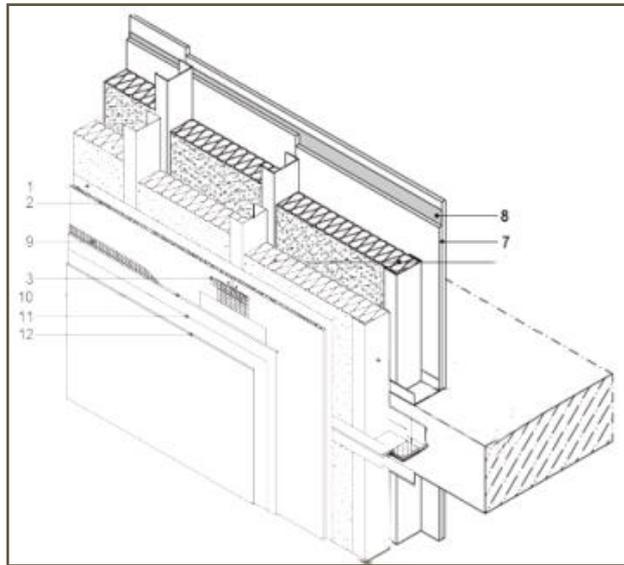
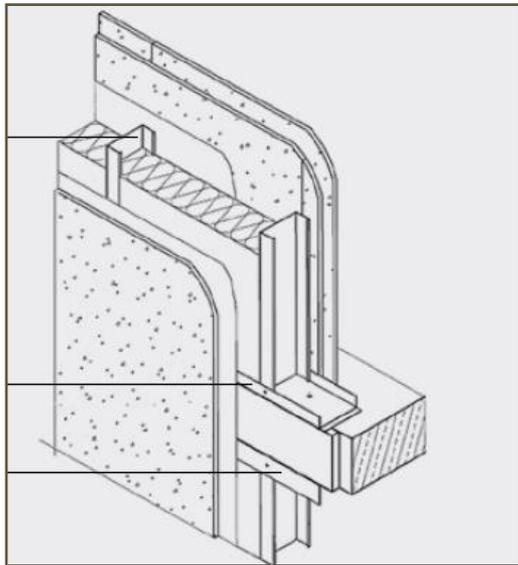
**FASSADEN UND AUßENWÄNDE IN LEICHTBAUWEISE**

## Außenwände in Leichtbauweise für verschiedene Bauweisen

Außenwand Lösungen in Leichtbauweise können als

- Fassadenausfachungen bzw. zwischengestellte Außenwand oder als
- vorgehängte Außenwände bzw. Außenwand-Elemente ausgeführt werden.

Sie werden meist als vorgefertigte Elemente geplant.  
Auch Vor-Ort-Montage ist möglich.







## Fassaden in Leichtbauweise für verschiedene Bauweisen

Fassadensysteme werden unterschieden nach Kalt- und Warmfassaden.

**Kaltfassaden** sind vorgehängte, hinterlüftete Fassade.

Sie gehören nicht mehr zur thermischen Hülle des Gebäudes.

**Hinterlüftete Fassaden** werden mit verschiedenen beschichteten Plattenwerkstoffen oder Putzträgerplatten mit Putzsystemen ausgeführt.

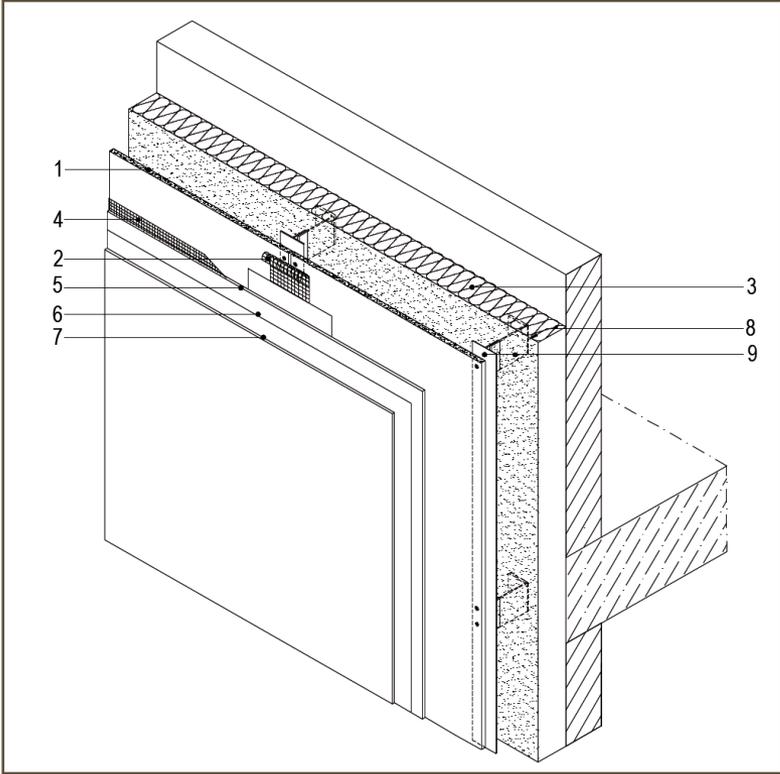
**Warmfassaden** sind der äußere Abschluss der thermischen Hülle.

Warmfassaden sind

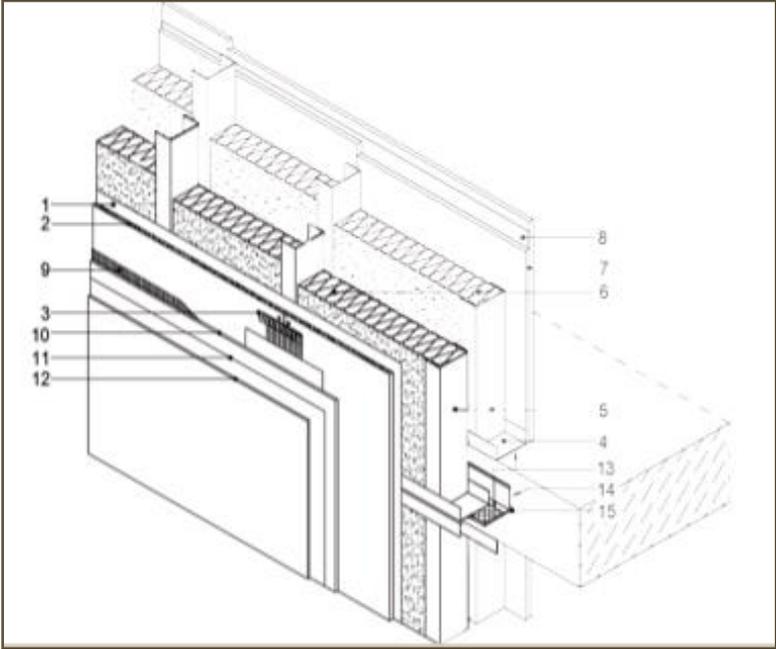
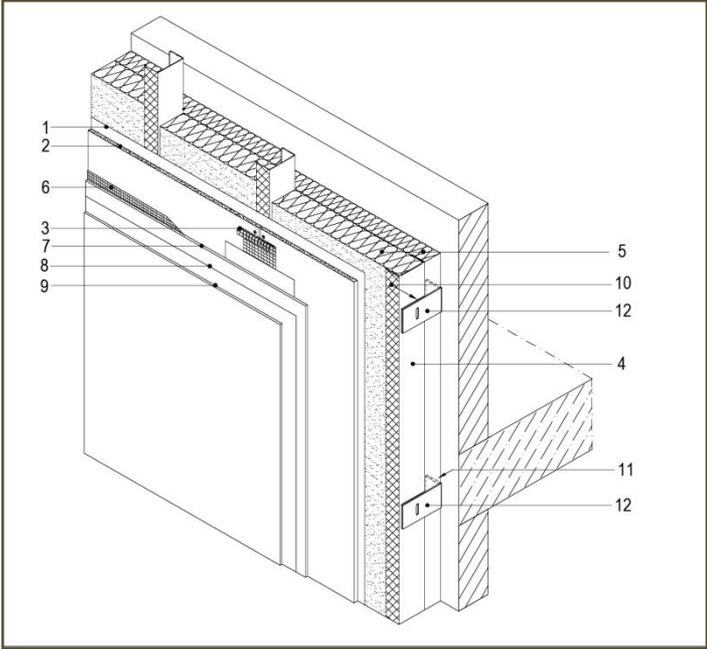
- Wärmedämmverbundsysteme,
- vorgehängte nicht hinterlüftete Fassaden oder
- vorgestellte, nicht hinterlüftete Fassaden.

Plattenwerkstoffe für Fassaden benötigen eine Zulassung für diesen Verwendungszweck. Als Putzträgerplatten werden z.B. zugelassene zementgebundene Platten verwendet.

# Vorgehängte, hinterlüftete Fassade in Leichtbauweise



# Vorgehängte bzw. vorgestellte, nicht hinterlüftete Fassaden in Leichtbauweise





Entwurf und Gestaltung

**FASSADEN IM LEICHTBAU: MATERIAL- UND GESTALTUNGSBEISPIELE**











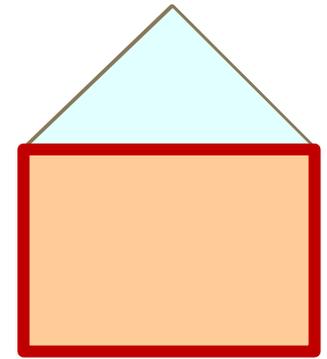
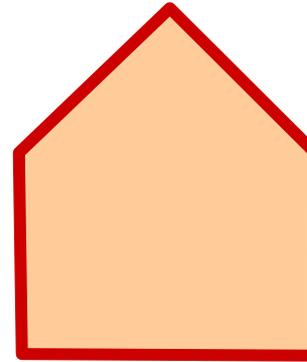
**Bauphysik**

**WÄRME- UND FEUCHTESCHUTZ VON AUSSENBAUTEILEN**

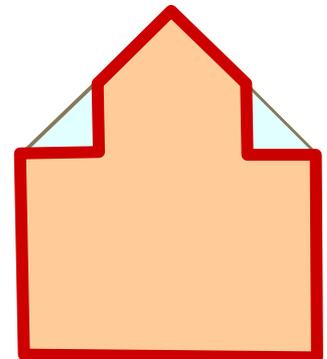
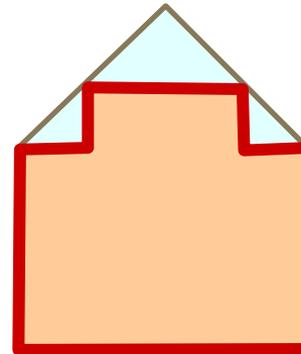
## Wärme von Außenbauteilen: Anordnung und Dimensionierung

Grundregeln:

Die Wärmedämmung bildet zusammen mit der luftdichten und der diffusionshemmenden Schicht eine thermische Hülle um das beheizte Gebäude.



Die Dimensionierung der Wärmedämmung und der Dampfbremse wie auch die Detailausbildungen erfolgen nach energetischem Konzept und den Vorgaben der EnEV sowie der DIN 4108.



## Wichtige Bauteilschichten für Wärme- und Feuchteschutz

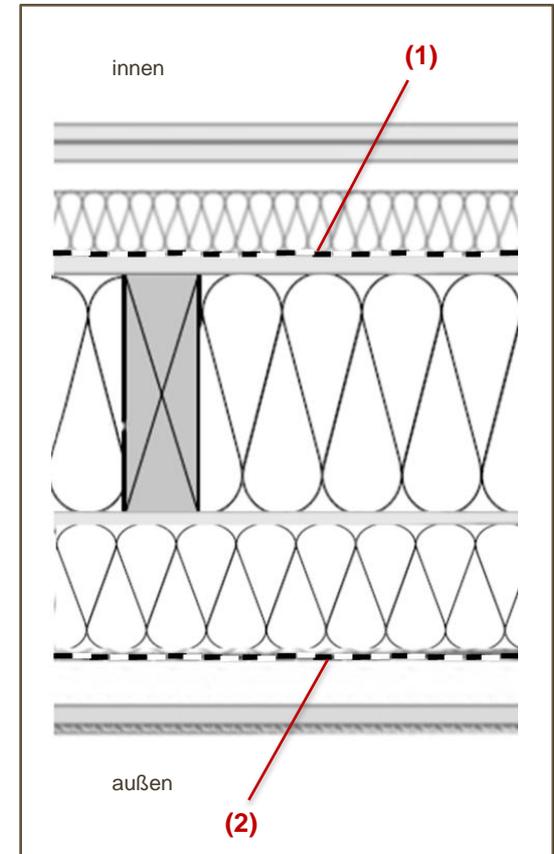
Die Wärmedämmung bildet zusammen mit **der innen liegenden luftdichten und der diffusionshemmenden Schicht (1)** eine Hülle um das beheizte Gebäude.

Luftdichte und diffusionshemmende Schicht können, müssen aber nicht identisch sein.

Sie können aus Folien oder Plattenbaustoffen gebildet werden. An Stoßstellen und Durchführungen erweisen sich Folien in der Praxis als günstiger.

Die innen liegende Installationsebene schützt die luftdichte Schicht.

Auf der **Außenseite** der Dämmung wird eine **winddichte Schicht (2)** angeordnet, die eine Hinterströmung der Dämmebene mit kalter Außenluft verhindert. Im Holzbau ist die winddichte Schicht oft mit der zweiten wasserführende Schicht unter der Bedachung bzw. hinter der Fassade identisch.



## Feuchteschutz von Außenbauteilen: Luftdichte Schicht

Die luftdichte Ausführung von wärme gedämmten Konstruktionen ist eine wichtige Voraussetzung für funktionstüchtigen Wärme- und Feuchteschutz.

Sie minimiert die Konvektion (Austausch von Luftströmen) zwischen dem Rauminnen und der Außenluft. Konvektion ist eine Hauptursache für Feuchteschäden in Holzkonstruktionen.

Planungs- und Ausführungsfehler bei der luftdichten Schicht führen zu schwerwiegenden Bauschäden. Daher muss die luftdichte Schicht in allen Details genau geplant und die Ausführung sorgfältig überwacht werden.

Die Prüfung der Gebäudehülle erfolgt anlassbezogen oder vereinbarungsgemäß mit dem „Blower-door-Test“ nach DIN EN ISO 9972. Zwingend vorgeschrieben ist er,

- wenn der reduzierte Luftwechsel  $0,6 \text{ 1/h}$  in der EnEV- oder Passivhausberechnung angesetzt wurde,
- wenn eine mechanische Lüftungsanlage eingebaut wird und im EnEV-Nachweis berücksichtigt wird,
- bei KfW-geförderten Effizienzhäusern nach Vorgaben der KfW.

Luftdichte Schicht und diffusionshemmende Schicht sind in den meisten Fällen identisch.

## Gründe für die Forderung nach Luftdichtheit

Die Anforderungen an die Luftundurchlässigkeit bezwecken, unkontrollierte Wärmeverluste zu vermeiden.

Verluste aufgrund von Luftströmungen sind unverhältnismäßig hoch.

Reduziert werden soll auch die hohe Feuchtebelastung durch Fugenströmung.

Verglichen mit dem Wassereintrag durch Diffusion fällt hier bis zu 3000-mal mehr Wasser an.

Das ergibt eine überproportionale Feuchtebelastung mit einem hohen Schadenspotential.

## Feuchteschutz von Außenbauteilen: Diffusionshemmende Schicht

Die **diffusionshemmende Schicht**, (Dampfbremse/Dampfsperre) hemmt den Transport von Feuchtigkeit durch Diffusion aus dem Gebäudeinneren in die Gebäudehülle oder umgekehrt.

Sie verhindert oder reduziert die Bildung von Kondenswasser im Bauteilinneren so, dass bei richtiger Anordnung und Bemessung der Feuchteanfall im Bauteilinneren vermieden wird oder unschädlich bleibt.

Die diffusionshemmende Schicht ist meist gleichzeitig auch die luftdichte Schicht des Bauteils.

Kennwert ist der  $s_d$ -Wert, die wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke. Sie bewertet Dampfdurchlässigkeit einer Bauteilschicht.

$$s_d = \mu * d \text{ (m)}$$

Mit  $\mu$  = Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl des Baustoffs (dimensionslos) und  $d$  = relative Dicke der jeweiligen Bauteilschicht (m).

Die Bemessung erfolgt nach DIN 4108-3, nach dem Glaser-Verfahren.

## $s_d$ -Werte: Grenzen und Definition nach DIN 4108-3

$s_d$ -Wert	Grad der Dichtheit	Feuchtigkeitsschutz
$< 0,5$	diffusionsoffen	gering
$0,5 < s_d < 1500$	diffusionshemmend	mittel
$s_d \geq 1500$	diffusionsdicht	hoch

Die diffusionshemmende Schicht ist sorgfältig und dicht auszuführen um Tauwasseranfall in der Konstruktion zu vermeiden. Besondere Sorgfalt bei der Ausführung ist bei Anschlüssen und Durchführungen erforderlich.

Nachweisfrei sind Bauteile mit folgendem Verhältnis zwischen Dampfbremse und außenliegenden Schichten nach DIN 4108-3 bzw. in Anlehnung an DIN 68800-1:

Zeile	$s_d$ -Wert außen: $s_{d,e}$	$s_d$ -Wert innen: $s_{d,i}$	Bemerkungen zu Zeile 3:
1	$\leq 0,1$	$\geq 0,1$	Anwendung von Zeile 3 nur bei werkseitiger Vorfertigung nach Holztafelbau-Richtlinie mit zusätzlicher Prüfung der Luftdichtigkeit. Das Ausschöpfen der zulässigen Werte nach DIN 68800-1 mit $s_{d,e} \leq 4,0$ m wird nicht empfohlen.
2	$0,1 \text{ m} \leq s_{d,e} \leq 0,3 \text{ m}$	$\geq 2,0 \text{ m}$	
3	$0,3 \text{ m} \leq s_{d,e} \leq 2,0 \text{ m}$	$\geq 6 \times s_{d,e}$	

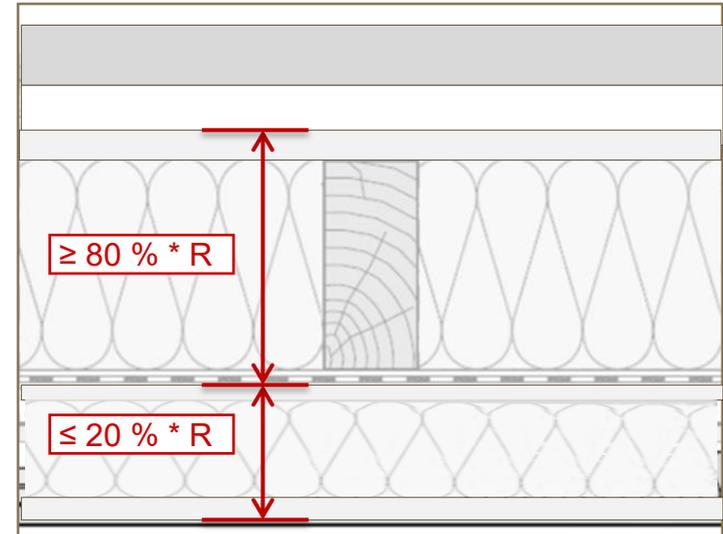
## Lage der diffusionshemmenden Schicht

Im Normalfall wird

die diffusionshemmende Schicht raumseitig,  
vor der Dämmung angeordnet.

Bei nachträglicher, innenseitiger Wärmedämmung  
darf sie im Inneren der Konstruktion angeordnet sein,  
wenn sich  $\leq 20\%$  des gesamten  
Wärmedurchlasswiderstandes  $R$  vor der  
diffusionshemmenden Schicht befindet.

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} \dots = \sum \frac{d_i}{\lambda_i}$$



## Die luftdichte Schicht: Ausführung von Details nach DIN 4108-7

DIN 4108-7 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden - Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele“ enthält präzise Vorgaben für die Ausführung der luftdichten Schicht.

Nach **DIN 4108-7** sind Gipsplatten, Gipsfaserplatten Faserzementplatten, Bleche und Holzwerkstoffplatten **in der Fläche als luftdicht** eingestuft.

Bei vorschriftsmäßiger Fugentechnik gilt dies auch für die Fugenbereiche von Gips- und Gipsfaserplatten.

Zur Absicherung von Stößen, Anschlüssen und Durchdringungen wird die Luftdichtheitsschicht (meist die diffusionshemmende Folie) angeordnet.

Ausführungsvorschriften gibt DIN 4108-7.

# Bauphysik BRANDSCHUTZ IM LEICHTBAU



# Übergeordnete Ziele und grundsätzliche Regelung des Brandschutzes

Der Brandschutz dient dem Schutz von Leben, Gesundheit und Werten.

Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass

- der Entstehung eines Brandes und
- der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird,
- und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren
- sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.

Quelle: § 14 Musterbauordnung, 2002)

## Brandschutzanforderungen in Deutschland

- Die Landesbauordnungen geben für alle Bauvorhaben die maßgeblichen Brandschutzanforderungen im jeweiligen Bundesland vor.
- Sie setzen die Anforderungen und Regelungen der Musterbauordnung in den Bundesländern in baurechtliche Anforderungen um.
- Demnächst sind zusätzlich die Bestimmungen der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VVTB) zu beachten.
- Nur im **Holzbau** (Holzrahmen-, Holztafel- oder Fachwerkbauweise) mit einer Höhe OKF > 7 Meter sind zusätzlich die Anforderungen der **M-HFHolzR**(\*) zu beachten.

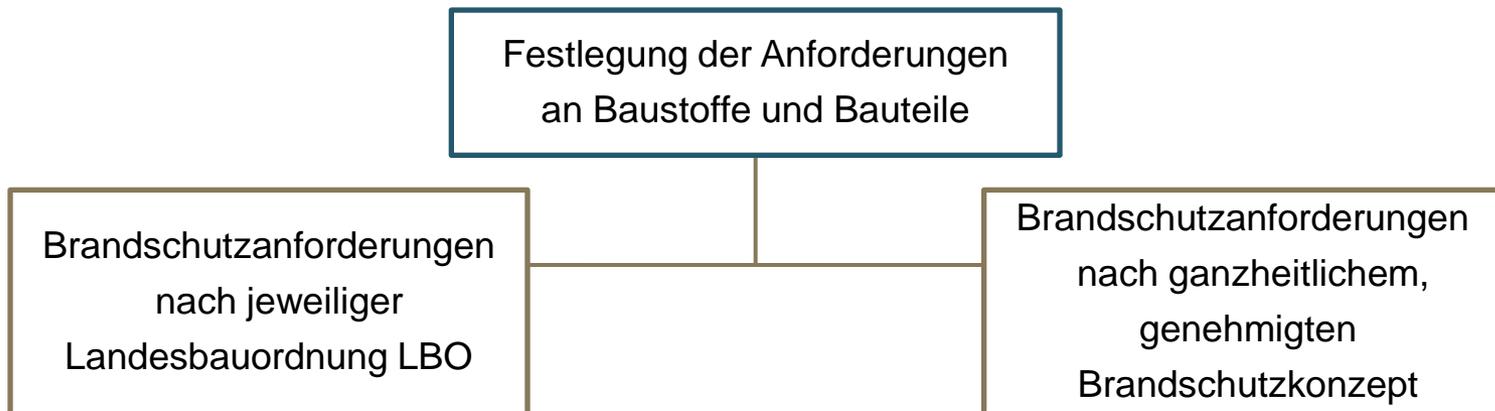
(\*)M-HFHolzR = Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise

## Wege zu Genehmigungen im Brandschutz

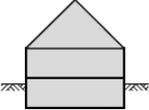
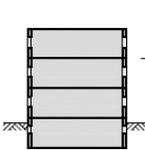
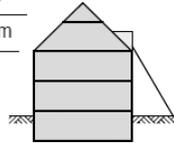
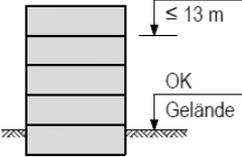
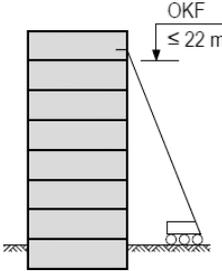
Falls die Forderungen nach LBO und ggf. weiterführender Verordnungen nicht erfüllt werden, kann **alternativ ein genehmigungspflichtiges, projektbezogenes Brandschutzkonzept vorgelegt** werden.

Darin wird eine **brandschutztechnische Gesamtlösung** beschrieben, die alle Komponenten des Brandschutzes (baulicher, anlagentechnischer, abwehrender und organisatorischer Brandschutz) umfassen muss.

Dieser Weg wird für mehrgeschossige Holzbauten häufig beschrritten.



# Einteilung von Gebäudeklassen in der Musterbauordnung und zugehörige brandschutztechnische Anforderungen

1 Freistehend land- oder forstwirtschaftlich genutzt	2 Freistehend und OKF $\leq 7$ m und $\leq 2$ NE und $\leq 400$ m <sup>2</sup> gesamt <sup>1)</sup>	3 Nicht freistehend OKF $\leq 7$ m und $\leq 2$ NE und $\leq 400$ m <sup>2</sup> gesamt <sup>*</sup> )	4 Sonstige Gebäude OKF $\leq 7$ m	5 OKF $\leq 13$ m und $\leq 400$ m <sup>2</sup> <sup>*</sup> ) je NE	6 13 m < OKF $\leq 22$ m oder > 400 m <sup>2</sup> <sup>*</sup> ) je NE
					
<b>Bauaufsichtliche Anforderungen nach MBO 2002</b> (tragende und aussteifende Wände, Stützen, Trennwände, Decken zwischen NE)					
keine Forderungen	feuerhemmend		hochfeuerhemmend	feuerbeständig	
Feuerwehreinsatz mit Steckleiter möglich			Drehleiter nötig		
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ NE = Nutzungseinheit</li> <li>■ OKF = Oberkante des Fußbodens des höchstgelegenen Geschosses mit Aufenthaltsraum, ab OK Gelände</li> <li>■ <sup>*</sup>) = Brutto-Grundfläche der Nutzungseinheiten ohne Kellergeschoss</li> </ul>					
<b>Tabelle 1: Gebäudeklassen</b>					

## Brandschutzanforderungen an Bauteile

- Anforderungen an Bauteile werden in den LBO durch Bezeichnungen (feuerhemmend, hochfeuerhemmend, feuerbeständig) ausgedrückt.
- Diesen Bezeichnungen liegen klare Anforderungen zugrunde, die das Brandverhalten der Bauteile und der Baustoffe beschreiben.

Das Brandverhalten der Bauteile wird alternativ erfüllt durch

- die entsprechende Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-2 oder
- die entsprechende Klassifizierung nach DIN EN 13501-2.

## Bauaufsichtliche Benennung und ihre Zuordnung

Die jeweilige LBO fordert Bauteile in definierter Feuerwiderstandsdauer und bestehend aus Baustoffen bestimmter Baustoffklassen. Die Benennungen sind wie folgt zugeordnet.

Bauaufsichtliche Benennungen	Kurzbezeichnung nach DIN 4102-2	Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-2	Auswahl von Zuordnungen der Klassifizierung nach DIN EN 13501-2
feuerhemmend	F 30-B	F 30	R 30, EI 30, REI 30
feuerhemmend und aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 30-A	F 30	R 30, EI 30, REI 30
		und aus nichtbrennbaren Baustoffen	
hochfeuerhemmend	F 60-AB	F 60	R 60, EI 60, REI 60
		und in wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen	
	F 60-A	F 60	R 60, EI 60, REI 60
		und aus nichtbrennbaren Baustoffen	
feuerbeständig	F 90-AB	F 90	R 90, EI 90, REI 90
		und in wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen (nicht in allen Bundesländern zulässig)	
feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 90-A	F 90	R 90, EI 90, REI 90
		und aus nichtbrennbaren Baustoffen	

## Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102-2: Erläuterungen

Die Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-2 kennzeichnet **ein Bauteil**.  
 Sie wird ergänzt durch die Angabe der Feuerwiderstandsdauer in Minuten.

Bauteile (Auswahl)	Kurzbezeichnung	Dauer des Erhalts jeweils	Feuerwiderstandsdauer
Wände, Decken, Dächer, Stützen, Treppen, Unterzüge, Glasbauteile	<b>F</b>	> 30 min > 60 min > 90 min > 120 min > 180 min	F 30 F 60 F 90 F 120 F 180
Türen und Feuerschutzabschlüsse	<b>T</b>		T 30 usw.
Lüftungsleitungen	<b>L</b>		L 30 usw.
Kabel- und Installationskanäle	<b>E bzw. I</b>		E 30 bzw. I 30 usw.
Glasbauteile mit gegenüber der F-Klassifizierung reduzierten Brandschutzeigenschaften	<b>G</b>		G 30 usw.

## Klassifizierungen nach DIN EN 13501-2: Erläuterungen

Die Klassifizierung nach DIN EN 13501-2 informiert über Bauteileigenschaften, die während der Feuerwiderstandsdauer des Bauteils erhalten bleiben.

- Für **tragende, raumabschließende Bauteile** wie tragende Außenwände, Innenwände und Geschossdecken sind die Kriterien **R, E und I** gefordert.
- **Nicht tragende Wände** müssen die Kriterien **E und I** erfüllen.

Bauteileigenschaften nach DIN EN 13501-2 (Auswahl)	Kurzbezeichnung	Dauer des Erhalts (bauaufsichtlich relevant)
Tragfähigkeit	<b>R</b> (Résistance)	<b>&gt; 30 min</b> <b>&gt; 60 min</b> <b>&gt; 90 min</b>
Raumabschluss	<b>E</b> (Etanchéité)	
Wärmedämmung	<b>I</b> (Isolation)	
Widerstand gegen mechanische Einwirkung	<b>M</b> (Mechanical)	
Richtungsangaben der Brandbelastung	(a → b) (i ← o)	above → below in ← out

## Feuerwiderstandsklasse von Bauteilen: Bezeichnung nach DIN 4102-2 und DIN EN 13501-2, Beispiele

Bezeichnung am Beispiel ausgewählter Bauteile mit einer Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten.

Bauteile	Geforderte Eigenschaften im Brandfall	Bezeichnung nach DIN 4102	Bezeichnung nach DIN 13501
Stützen, Träger	Tragfähigkeit	F 90	R 90
Nichttragende Wände	Raumabschluss, Wärmedämmung	F 90	EI 90
Steildächer, tragende Wände, Geschossdecken	Tragfähigkeit, Raumabschluss, Wärmedämmung	F 90	REI 90
Abgehängte Unterdecken	Raumabschluss, Wärmedämmung	F 90 von oben	EI 90 (i → o) EI 90-ef (o → i)

Die Feuerwiderstandsdauer des Bauteiles setzt sich zusammen aus

- den erforderlichen Eigenschaften für die entsprechende Bauteilkategorie und
- eventuellen Zusatzinformationen, wie z.B.:  
(i → o) von innen nach außen, (o → i) von außen nach innen oder  
ef = Beanspruchung durch Außenbrand.

## Brandschutztechnische Einstufung von Bauteilen in Holzbauweise

- Bauteile in Holzrahmen- bzw. Holztafelbauweise gelten als feuerhemmend, wenn sie als EI 30 bzw. REI 30 nach DIN EN 13501-2 klassifiziert sind oder eine Feuerwiderstandsdauer von F 30 aufweisen.

Damit Bauteile in **Holztafel-, Holzrahmen- und Fachwerkbauweise** (nicht Holz-Massivbauweise) bauaufsichtlich als **hochfeuerhemmend** eingestuft werden, gelten für sie nach M-HFHolzR besondere Kriterien:

Sie dürfen

- in wesentlichen Teilen aus brennbaren Baustoffen bestehen.

Sie müssen

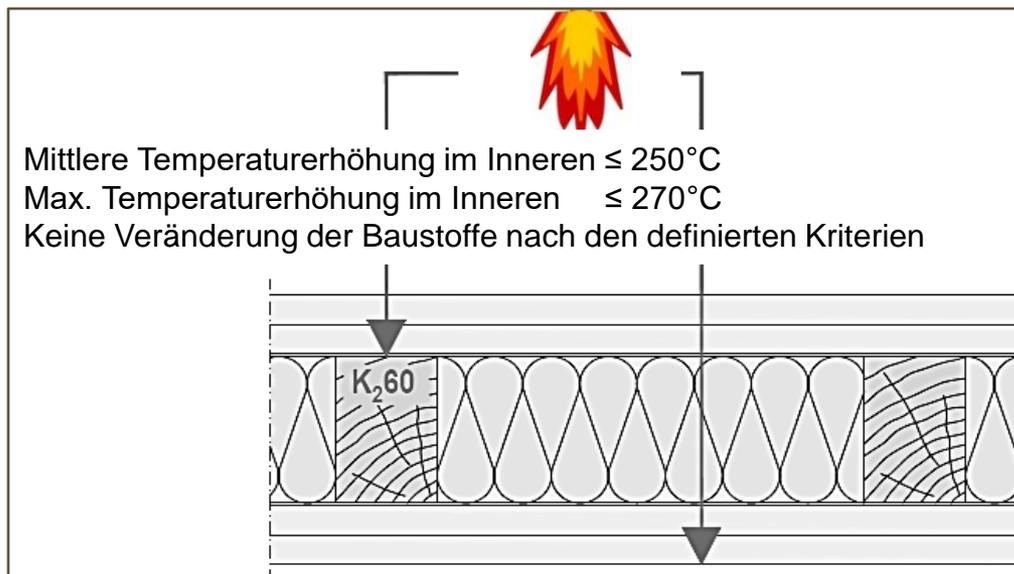
- vollständig mit einer Brandschutzbekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) umgeben sein,
- ausschließlich nichtbrennbare Dämmstoffe enthalten,
- als REI 60 (Feuerwiderstandsdauer nach DIN 13501-2) klassifiziert sein,
- zusätzlich das Kapselkriterium K260 erfüllen.

## Das Kapselkriterium

Mit  $K_1$  bzw.  $K_2$  werden die Bekleidungen der Bauteile klassifiziert, die im Brandfall dem Feuer zugewandt sind.

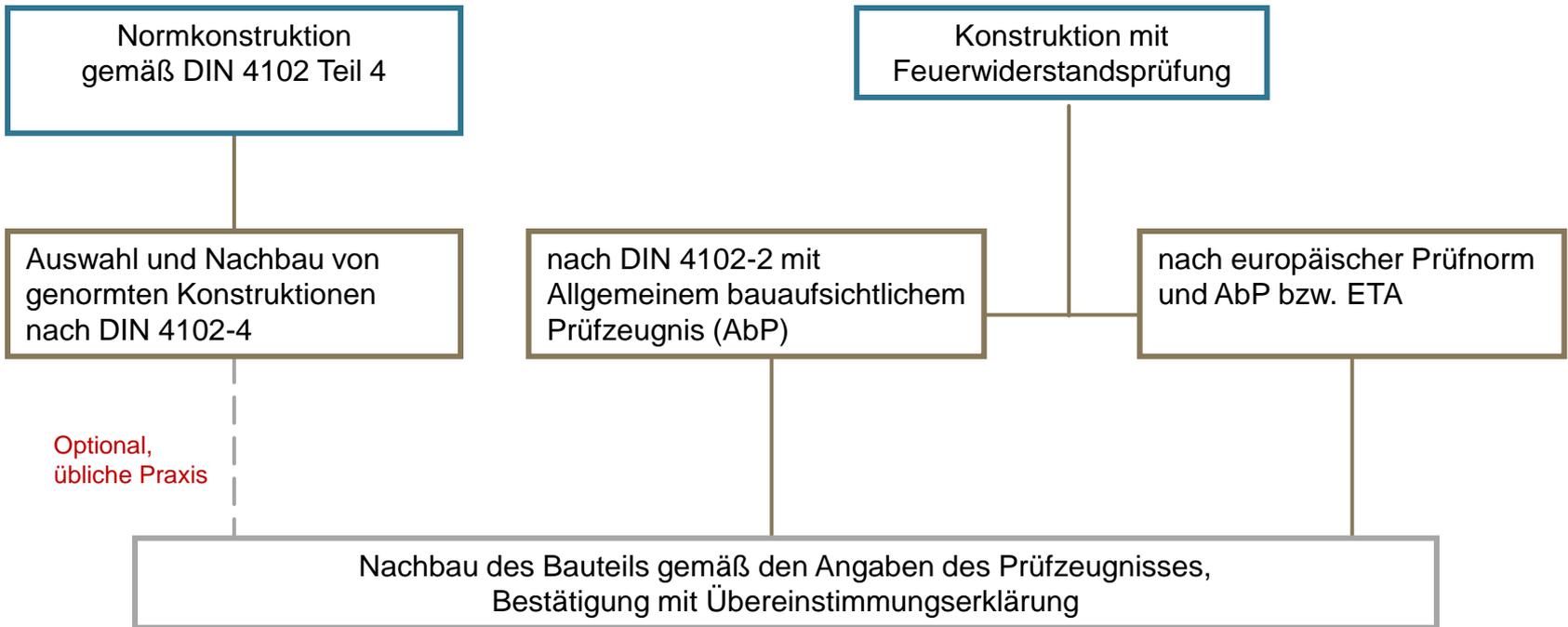
Es wird ihre Fähigkeit beurteilt, die **Baustoffe im Konstruktionsinneren** vor Hitze und Zerstörung **zu schützen**. Die Prüfung erfolgt nach DIN EN 14135.

Durch das Einhalten des Kapselkriteriums  $K_2,60$  ist sichergestellt, dass im Inneren von Holzbauteilen innerhalb von 60 Minuten **keine weiteren Brandnester und Schwelbrände** entstehen und so die tragende Konstruktion in diesem Zeitraum nicht geschädigt wird.



# Möglichkeiten des Nachweises der Feuerwiderstandsdauer nach Bauteilkatalog oder Prüfzeugnis

Für alle Bauweise bestehen generell folgende Möglichkeiten zum Nachweis der Feuerwiderstandsdauer eines Bauteils:



Da die Konstruktionen des Stahlleichtbaus nicht in DIN 4102-4 enthalten sind, ist hier nur ein Nachweis über AbP oder ETA möglich.

## Brandschutzkonstruktionen für Leichtbau

Die Konstruktionen des modernen Leichtbaus sind im Brandschutz hoch leistungsfähig.  
Die wichtigsten Brandschutzkonstruktionen sind:

- Tragende Außenwände,
- Gebäudeabschluss- bzw. Gebäudetrennwände,
- Brandwände,
  
- nicht tragende Trennwände
  
- tragende Dach- und Deckensysteme
  
- abgehängte Decken und Deckenbekleidungen.

In Skelettbauten kommen zusätzlich brandschutztechnische Stützen- und Trägerbekleidungen zum Einsatz.

Die Konstruktionen können jeweils nach dem Bauteilkatalog DIN 4102-4 oder bei herstellerspezifischen Konstruktionen nach Prüfzeugnis ausgeführt werden.

Weitergehende Informationen zum Thema Brandschutz im Aus- und Leichtbau finden Sie im entsprechenden Modul.

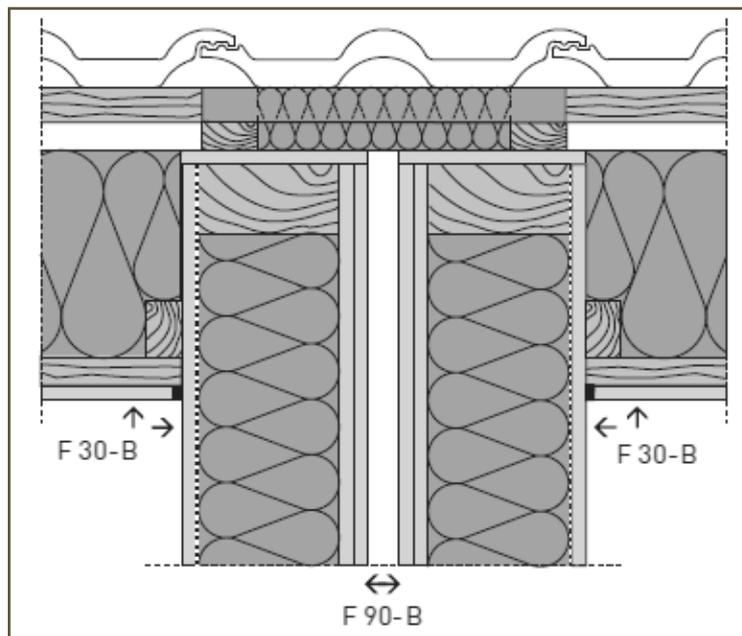
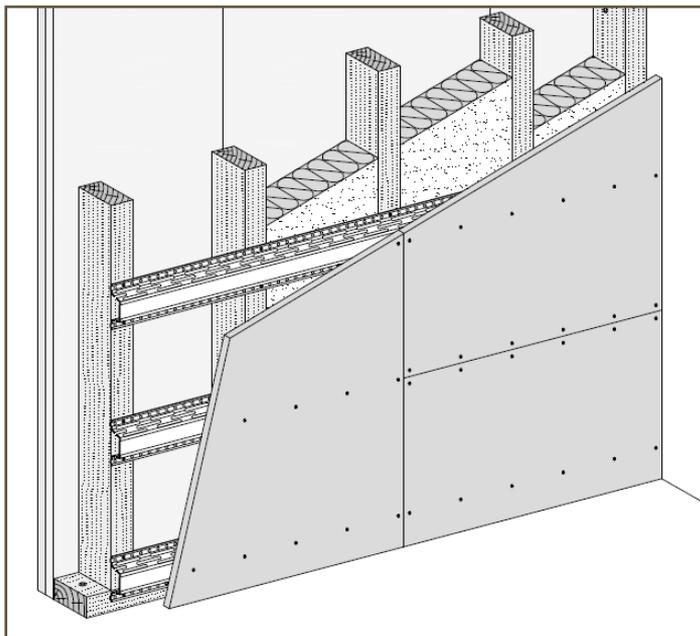
## Gebäudeabschluss- bzw. Gebäudetrennwände: Einsatzbereiche und Anforderungen



- Gebäudeabschlusswände werden i.d.R. gefordert bei aneinandergereihten Gebäuden auf getrennten Grundstücken sowie bei Gebäuden, die in geringem Abstand zur Nachbargrenze errichtet werden.
- Gebäudetrennwände werden in ausgedehnten Bauten im Abstand von max. 40 Metern bzw. in landwirtschaftlichen Gebäuden zwischen Wohn- und landwirtschaftlichen Teil gefordert.
- Beide haben die Anforderung **F 30 von innen** und **F 90 von außen** zu erfüllen.

**Im Einzelfall gelten die Anforderungen der jeweiligen LBO.**

## Gebäudeabschluss- bzw. Gebäudetrennwände: Beispiele



## Brandwände: Einsatzbereiche und Anforderungen

- Brandwände werden zur Sicherung von Brandabschnitten zwischen oder innerhalb von Gebäuden eingesetzt.
- Sie müssen in der Feuerwiderstandsklasse F90 angehören, aus nichtbrennbaren Baustoffen hergestellt und so beschaffen sein, dass sie bei einem Brand ihre Standsicherheit nicht verlieren, und die Verbreitung von Feuer und Rauch auf andere Gebäude oder Brandabschnitte verhindern.
- Sie müssen als Brandwände klassifiziert oder nachgewiesen sein.
- Brandwände müssen durchgehend im Allgemeinen in allen Geschossen übereinander angeordnet sein. ....

*(Zitat LBO NRW)*

Im Einzelfall gelten die Anforderungen der jeweiligen LBO.

Brandwände können in Stahlleichtbauweise, nicht aber Holzbauweise erstellt werden.

## Nicht tragende Wände F90 mit mechanischer Beanspruchung



- Zusätzlich zu „Brandwänden“ werden „nicht tragende Wänden F 90 mit mechanischer Beanspruchung“ bzw.
- Wände mit der europäischen Klassifizierung EI 90-M angeboten,
- die ebenfalls nach einem Brandversuch von 90 min zusätzlich einer Prüfbelastung von 3000 Nm standgehalten haben.



**Bauphysik**  
**SCHALLSCHUTZ BEI AUSSENBAUTEILEN**

# Luftschalldämmung von Außenbauteilen

Außenbauteile müssen die Anforderungen der DIN 4109-1 an den Luftschallschutz von Außenbauteilen erfüllen, die unterschieden werden nach

- dem vorhandenen oder zu erwartenden „maßgeblichen Außenlärmpegel“ nach DIN 4109-2,
- der Raumart und der Nutzung der Räume.

Anforderungen an Außenbauteile nach DIN 4109-1, Tabelle 7:

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	Lärm- pegel- bereich	„Maßgeblicher Außenlärm- pegel“  dB	Raumarten		
			Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungs- stätten, Unterrichtsräume und Ähnliches	Büroräume und Ähnliches
			$R'_{w,ges}$ des Außenbauteils (dB)		
1	I	bis 55	35	30	-
2	II	56 bis 60	35	30	30
3	III	61 bis 65	40	35	30
4	IV	66 bis 70	45	40	35
5	V	71 bis 75	50	45	40
6	VI	76 bis 80	b	50	45
7	VII	> 80	b	b	50

b: Die Anforderungen sind hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.

## Nachweis des Schallschutzes für Außenbauteile

- Der maßgebliche Außenlärmpegel wird nach den Vorgaben von DIN 4109-2 ermittelt. Dabei wird nach den verschiedenen Lärmquellen (Straßen-, Schienen-, Luft-, Wasserverkehr, Industrie/Gewerbe) unterschieden. Die Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen gegen Fluglärm sind im „Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm“ festgelegt.
- Der erforderliche Wert  $R'_{w,ges}$  des Außenbauteils wird nach Din 4109-1, Tabelle 7 bestimmt.
- Die bewerteten Schalldämm-Maße  $R_w$  werden nach Bauteilkatalog DIN 4109-33 oder Herstellerangaben ermittelt. DIN 4109-33 enthält Angaben zu verschiedenen leichten Dachkonstruktionen mit tragenden Holzsparren oder Metallträgern, Aufsparrendämmung, Zwischensparrendämmung oder einer Kombination aus beidem. Bei der Ermittlung des gesamten bewerteten Bau-Schalldämm-Maß nach DIN 4109 wird das Außenbauteil mit evtl.. Fenstern, Türen und Einbauteilen beurteilt.
- Die Übertragung über flankierende Bauteile wird beim Schallschutz von Außenbauteilen nur in besonderen Fällen berücksichtigt.
- Der Nachweis des Luftschallschutzes gegen Außenlärm ist erbracht, wenn

$$R'_{w,ges} - 2 \text{ dB} \geq \text{erf. } R'_{w,ges} + K_{AL}$$

mit  $K_{AL}$  = Korrekturwert nach DIN 4109, Gl.33

