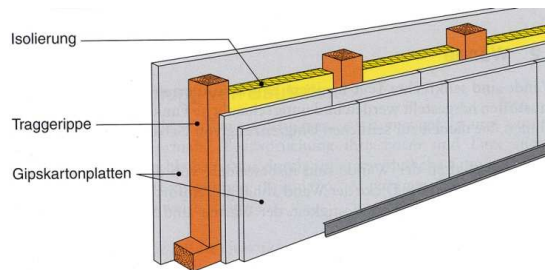
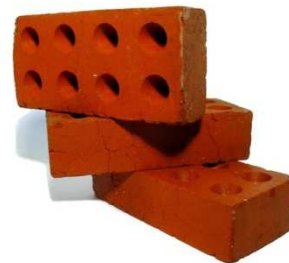
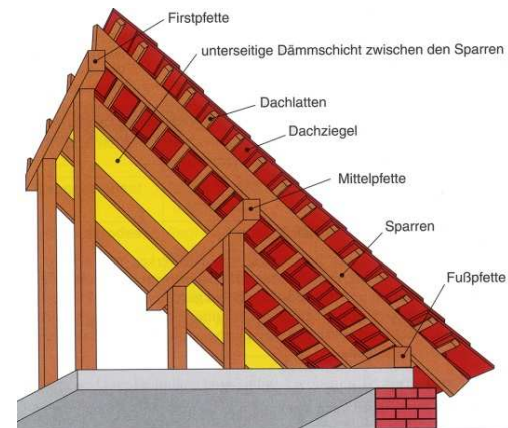


## BAUKUNDE



**Baustoffe**  
**Bauteile**  
**Brandverhalten**



# Inhaltsverzeichnis

- 1. Einleitung**
- 2. Was sind Baustoffe?**
- 3. Das Brandverhalten von Baustoffen**
- 4. Was sind Bauteile?**
- 5. Das Brandverhalten von Bauteilen**
- 6. Standardisierte Begriffe**

# 1. Einleitung

**Wesentliche Gefahren** bei Bränden und Hilfeleistungen sind **Einstürze** von baulichen Anlagen oder deren Teile.

Die häufigsten Brände sind in Gebäuden, daher ist es **notwendig**, dass die Feuerwehrangehörigen die wesentlichen Merkmale einer **baulichen Anlage kennen und beurteilen** können.



# 1. Einleitung

- ❖ Jeder eingesetzte Feuerwehrangehörige muss die in seinem Tätigkeitsbereich drohende Gefahr eines bevorstehenden Einsturzes oder eine Ausbreitung erkennen und richtig beurteilen können.
- ❖ Ein Schutz vor dieser Gefahr ist nur dann möglich, wenn die Einsatzkräfte wissen, wie sich **Baustoffe, Bauteile und bauliche Anlagen** unter normalen Bedingungen und im Brandfall verhalten.
- ❖ Welche **Standfestigkeit und Belastbarkeit** der Gebäude und Gebäudeteile sind noch vorhanden?
- ❖ Wo und wann kann es zu **Einstürzen oder Brandausbreitungen** kommen?

# 1. Einleitung

- ❖ Bei Bränden werden Baustoffe und Bauteile auf Temperaturen erwärmt, den sie im normalen täglichen Gebrauch **nicht** ausgesetzt sind.
- ❖ Je nach Eigenschaft und Menge der brennenden Stoffe werden Brandtemperaturen von **800°C bis 1.200°C** erreicht.
- ❖ Diese Brandeinwirkungen führen dazu, dass die Bauteile ihre **Festigkeit verlieren** und die **Tragkraft nachlässt**.

## 2. Was sind Baustoffe?

- ❖ Baustoffe sind Materialien, die natürlich vorkommen oder künstlich hergestellt werden. Diese werden unverändert eingebaut oder zur Herstellung von Bauteilen oder Bauwerken verwendet.

Beispiele:

- Holz
- Beton, Stahlbeton, Zement, Kalk
- Glas
- Kunststoff
- Stahl, Gusseisen, Leichtmetalle
- natürliche und künstliche Steine

## 2.1 Eigenschaften der Baustoffe

### ❖ Festigkeit

Die Festigkeit eines Baustoffes ist der Widerstand, den er beim Einwirken äußerer Kräfte entgegensetzt.

Diese Kräfte können Druck-, Zug-, Biege-, Scher-, Schub-, Torsions- oder Knickspannungen in den Bauteilen verursachen.

### ❖ Tragfähigkeit

Die Tragfähigkeit eines Bauteils hängt von der Festigkeit des Baustoffes ab (Dicke, Querschnitt).

### ❖ Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit bedeutet die Wärme innerhalb eines festen Baustoffes fortzuleiten.

**Merke:**

Poröse leichte Baustoffe leiten die Wärme schlecht weiter, dichte schwere Baustoffe dagegen gut.

## 2.1 Eigenschaften der Baustoffe

### ❖ Wärmeausdehnung

Baustoffe dehnen sich bei Wärme mehr oder weniger gut aus und ziehen sich bei einer Abkühlung wieder zusammen.

**Merke:**

Je höher die Temperatur und je größer die Wärmeleitfähigkeit eines Baustoffes ist, desto größer ist seine Ausdehnung.

### ❖ Wärmekapazität

Jeder Baustoff braucht, um auf eine bestimmte Temperatur erwärmt werden zu können, eine eigene, spezifische Wärmemenge.

**Merke:**

Je dichter ein Baustoff ist, desto größer ist die Wärmekapazität

## 2.2 Holz

### ❖ Zusammensetzung

Holz ist ein natürlicher, brennbarer Stoff. Holz hat eine hohe Festigkeit bei vergleichsweise geringem Gewicht. Je dichter das Fasergewebe ist, desto härter ist Holz (Hart- und Weichholz). Es kann große Druck- und Zugspannungen aufnehmen.

### ❖ Anwendungsarten

In tragenden und nichttragenden Konstruktionen, bspw. Fachwerkkonstruktionen, Dachkonstruktionen, Treppen, Balkendecken, Wand- und Deckenbekleidung



## 2.2 Holz

HOLZ				
<b>Rohdichte</b>	0,45	bis	0,83	kg/dm <sup>3</sup>
<b>Wärmeleitfähigkeit</b>	0,14	bis	0,23	W/mK
<b>Zündtemperatur</b>	270	bis	340	°C
<b>Zersetzungstemperatur</b>			110	°C
<b>Verbrennungstemperatur</b>			1.100	°C
<b>Abbrandgeschwindigkeit</b>	0,4	bis	1,1	mm/min

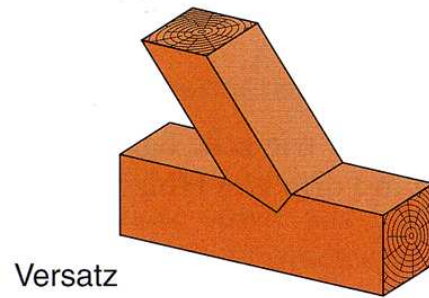
## 2.2 Holz

### ❖ **Verbindungsmittel**

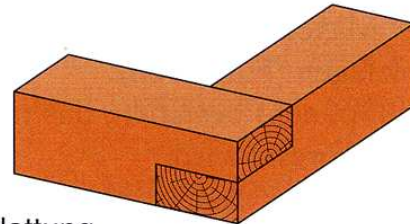
Zu den traditionellen Verbindungen gehören im Wesentlichen der Versatz, die Verblattung und die Verzapfung.

Bei den Verbindungen im Ingenieurholzbau werden Stöße oder Knotenpunkte mit meist schnell herstellbaren Verbindungen unter Verwendung von Formstücken aus Stahl miteinander verbunden: Nagel, Klammer- oder Schraubverbindungen, Bolzen, Dübel, Nagelplatten.

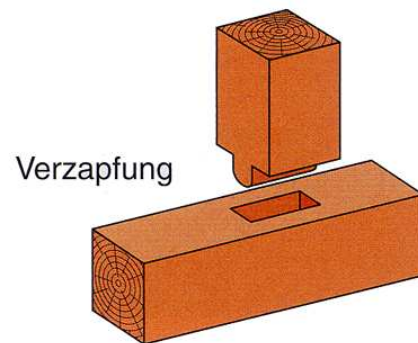
## 2.2 Holz



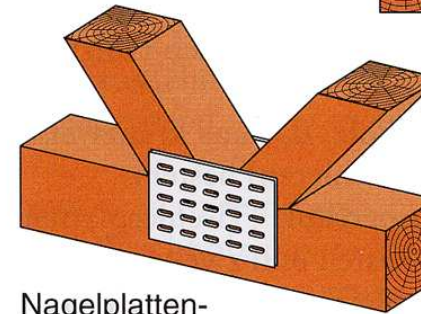
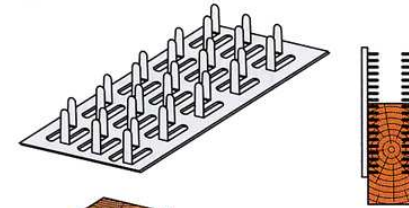
Versatz



Verblattung



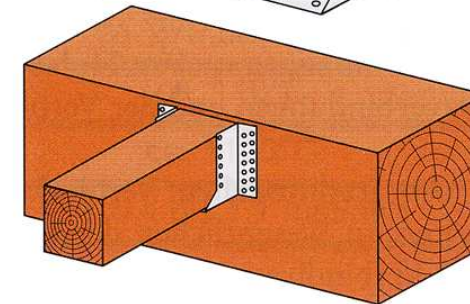
Verzapfung



Nagelplatten-  
verbindung



Balkenschuh-  
verbindung



## 2.3 Stahlbeton

### ❖ Zusammensetzung

Beton ist ein künstlich hergestellter Baustoff, der aus Zement als Bindemittel, sowie Zuschlagstoffen (Sand, Kies, Splitt usw.) und Wasser hergestellt wird. Je nach Art und Rohdichte der Zuschlagstoffe entsteht Schwer-, Normal- oder Leichtbeton.

Beton besitzt eine hohe Druckfestigkeit, aber nur eine geringe Zugfestigkeit. Deshalb werden Stahleinlagen in Form von Betonstabstählen, Betonstahlmatten, Stahldrähten usw. eingelegt. Diese Stahlbewehrung nimmt die Zug- und Biegespannungen auf (-> Stahlbeton).

### ❖ Anwendungsarten

Fundamente, Stützen, Wände, Platten, Decken und Treppen.

## 2.3 Stahlbeton

Stahlbeton				
<b>Dichte</b>	0,20	bis	2,80	kg/dm <sup>3</sup>
<b>Wärmeleitfähigkeit</b>	0,50	bis	2,10	W/mK
<b>Wärmekapazität</b>			0,80	KJ/kg K
<b>Wärmeausdehnungszahl</b>			0,010	mm/m K
<b>Nennfestigkeit</b>	5	bis	55	N/mm <sup>2</sup>

## 2.4 Spannbeton

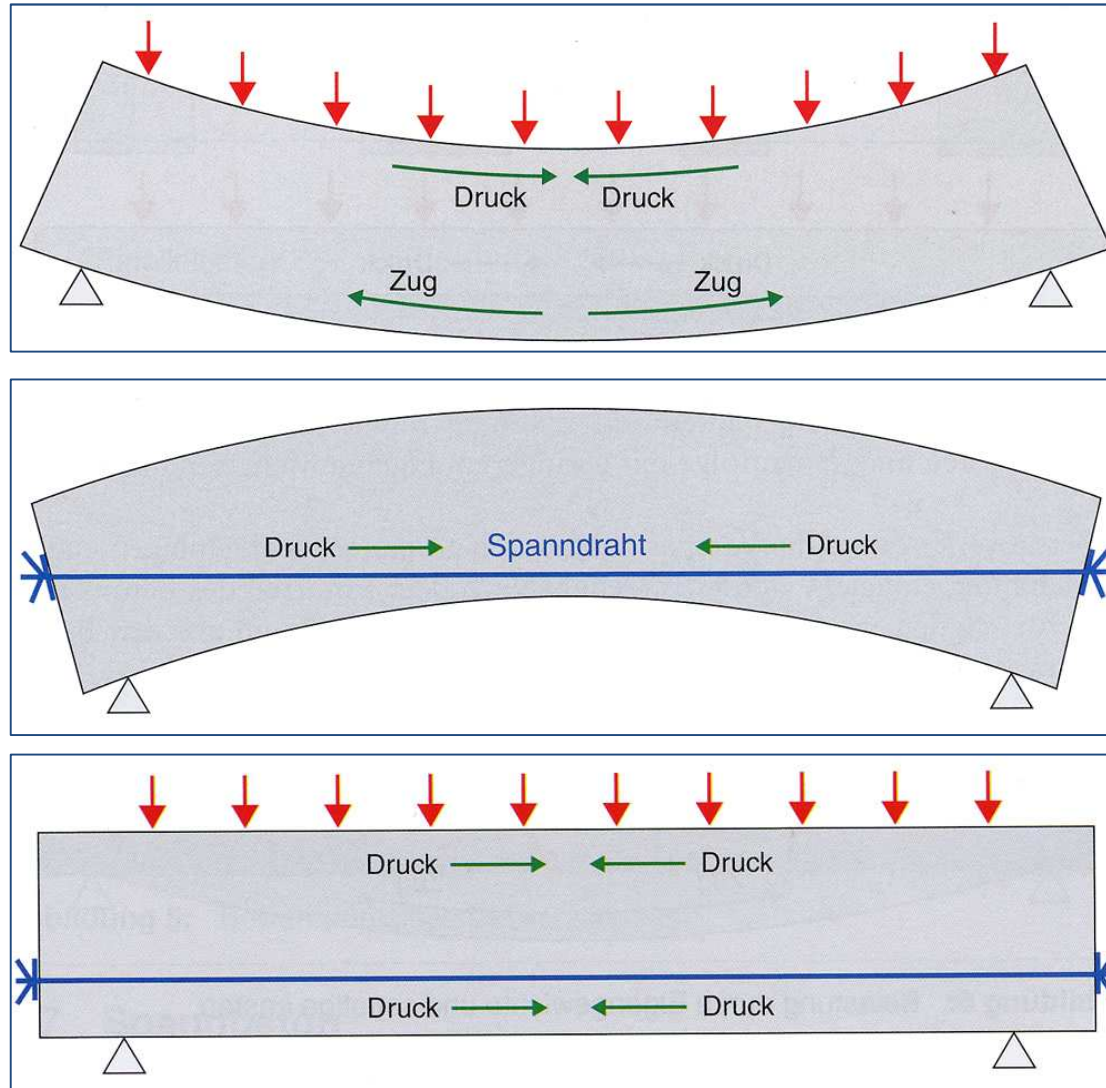
### ❖ Zusammensetzung

Spannbetonteile sind waagrechte Bauteile, bei denen der Beton durch Einleiten von Kräften derart vorgespannt wird, dass im Inneren des Bauteils über den gesamten Bauteilquerschnitt Druck erzeugt wird und das Bauteil unter Gebrauchslast nicht auf Zug beansprucht werden kann.

### ❖ Anwendungsarten

Brückenbau, Hochbaubereich, Fertigteilbau z.B. als Hallenbinder

## 2.4 Spannbeton



## 2.5 Natürliche Steine

### ❖ Zusammensetzung

Natürliche Steine sind alle auf der Erde vorkommenden Steine. Sie bestehen aus Mineralien wie Quarz, Feldspat, Ton, Eisenoxid und Silikaten. Unterteilt werden sie anhand ihrer Art der Entstehung: Erstarrungssteine (Granit, Basalt, Bims), Ablagerungsgesteine (Sand- und Kalksteine) und Umwandlungsgesteine (Schiefer, Marmor).

Natürliche Steine haben eine ungleichmäßige Struktur und Festigkeit. Sie können Risse, Wasser- und sonstige Einschlüsse haben und sind hart, druckfest.

### ❖ Anwendungsarten

Natürliche Steine werden unbearbeitet oder bearbeitet eingesetzt, kommen aber heute wegen ihrer Eigenschaften nicht mehr so häufig im Bauwesen vor. Oftmals stehen nur gestalterische Elemente im Vordergrund. Beispielsweise für Verkleidungen, Treppen- und Fußbodenbeläge.

Häufige Verwendung fanden sie in historischen Gebäuden wie Kirchen, Monumentalbauten usw. als Fundamente, Decken, Stützen usw.

## 2.6 Künstliche Steine

### ❖ Zusammensetzung

Künstliche Steine werden aus Lehm, Ton, Zement, Kalk o.Ä. sowie Zuschlagsstoffen hergestellt. Sie haben ein poröses oder ein dichtes, aber vor allem Dingen ein gleichmäßiges Gefüge.

Die Wärmeleitfähigkeit und Wärmeausdehnung ist gering.

### ❖ Anwendungsarten

- Mauerziegel
- Klinker
- Dachziegel
- Kalksandsteine
- Betonsteine



### ❖ Verbindungsmittel

Mauermörtel oder Dünnbettmörtel oder spezielle Kleber.

## 2.7 Stahl

### ❖ Zusammensetzung

Stahl ist ein schmiedbares Eisen mit einem geringem Kohlenstoffgehalt. Durch verschiedene Herstellungs- und verarbeitungsformen, durch Beimengen anderer Stoffe (Legierungen) und durch Wärmebehandlungen erhält Stahl verschiedene, dem jeweiligen Zweck angepasste, Eigenschaften.

Stahl ist ein nichtbrennbarer Stoff mit einer sehr guten Wärmeleitfähigkeit und einer großen Wärmeausdehnung. Er hat große Zug-, Druck-, Biege- und Scherfestigkeit. Stahl ist elastisch.

### ❖ Anwendungsarten

Im Bauwesen als sog. Baustähle verwendet:

- Bleche, Band- und Flachstähle
- Profile
- Rohre
- Drähte

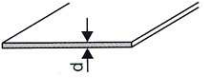
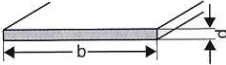
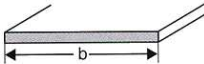
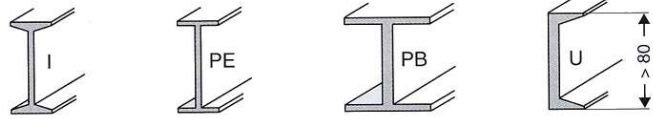
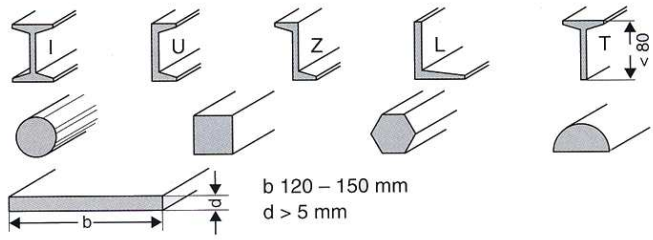
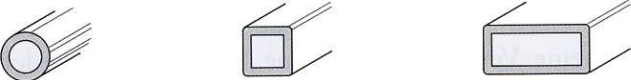

## 2.7 Stahl

### ❖ Verbindungsmittel

- Schweißen
- Löten
- Schraubverbindungen
- Nieten
- Kleben

Stahl			
<b>Dichte</b>	7,85		kg/dm <sup>3</sup>
<b>Wärmeleitfähigkeit</b>	60,00		W/mK
<b>Wärmeausdehnungszahl</b>	0,012		mm/m K
<b>Bruchspannung</b>	310	bis 630	N/mm <sup>2</sup>
<b>kritische Temperatur</b>	450	bis 550	°C

# 2.7 Stahl

Bezeichnung	Querschnittsform
Stahlbleche	 <p> <math>d &lt; 0,5 \text{ mm}</math> Feinstblech  <math>d &lt; 3,0 \text{ mm}</math> Feinblech  <math>d 3,5 - 4,75 \text{ mm}</math> Mittelblech  <math>d &gt; 4,75 \text{ mm}</math> Grobblech                 </p>
Breitflachstahl	 <p> <math>b &gt; 150 \text{ mm}</math>  <math>d &gt; 3 \text{ mm}</math> </p>
Bandstahl	 <p> <math>b &lt; 600 \text{ mm}</math> Schmal- und Mittelband  <math>b \text{ mind. } 600 \text{ mm}</math> Breitband                 </p>
Formstahl	
Stabstahl	 <p> <math>b 120 - 150 \text{ mm}</math>  <math>d &gt; 5 \text{ mm}</math> </p>
Stahlrohre	
Walzdraht	 <p>&lt; 5 mm</p>

## 2.8 Kunststoffe

### ❖ Zusammensetzung

Kunststoffe sind synthetische Stoffe, die durch chemische Umwandlung aus Erdöl- oder Erdgaserzeugnissen oder auch aus Kohle, Kalk, Luft und Wasser hergestellt werden.

Die chemische Zusammensetzung bestimmt dabei die wesentlichen Eigenschaften. Kunststoffe werden in drei Gruppen eingeteilt:

- Thermoplaste (PVC, Polystyrol, Polyethylen, Acrylglas)
- Duroplaste (Phenolharz, Epoxydharz)
- Elastomere (Silikone, Polyurethan)

### ❖ Anwendungsarten

Im Bauwesen zu Ausbauzwecken: Bekleidungen, Fußbodenbelege, Fenster, Rohre, Isolierungen, Dichtungen, Dach- und Wandelemente

## 2.9 Sonstige Baustoffe

### ❖ Aluminium

Aluminium ist ein leichter, fester und korrosionsbeständiger Baustoff. Im Bauwesen als Dacheindeckungen oder Wandverkleidungen eingesetzt oder für Profile von Leichtbaukonstruktionen verwendet.

### ❖ Bitumen

Wird aus Erdöl gewonnen und ist wasserunlöslich, wasserundurchlässig und witterungsbeständig. Bitumen findet Verwendung als Klebemittel, Isolieranstrich oder als Dachabdichtungsbahnen.

### ❖ Glas

Durch Schmelzen bei ca. 1.500°C aus Sand, Soda, Kalk und Metalloxiden hergestellt. Im Baubereich wird Glas als Flachglas (ebene oder gebogene Scheiben), Pressglas (Glassteine, Glasdachziegel), Glasfasern (Glaswolle) oder Schaumglas (Dämmplatten) verwendet.

## 2.9 Sonstige Baustoffe

### ❖ Gusseisen

Im Gegensatz zu Stahl ist Gusseisen nicht elastisch sondern sehr spröde. Es kann Druckspannungen, aber kaum Biege- oder Zugspannungen aufnehmen und wird überwiegend zur Herstellung von Säulen oder Stützen verwendet.

### ❖ Sonstige Metalle

Als nicht tragende Bauteile wie Kupfer oder Zink für Dacheindeckungen, Rohrleitungen, Dachrinnen usw.

### ❖ Mineralwolle

Als Glas- oder Steinwolle zur Wärme- und Schalldämmung eingesetzt.

### ❖ Mörtel

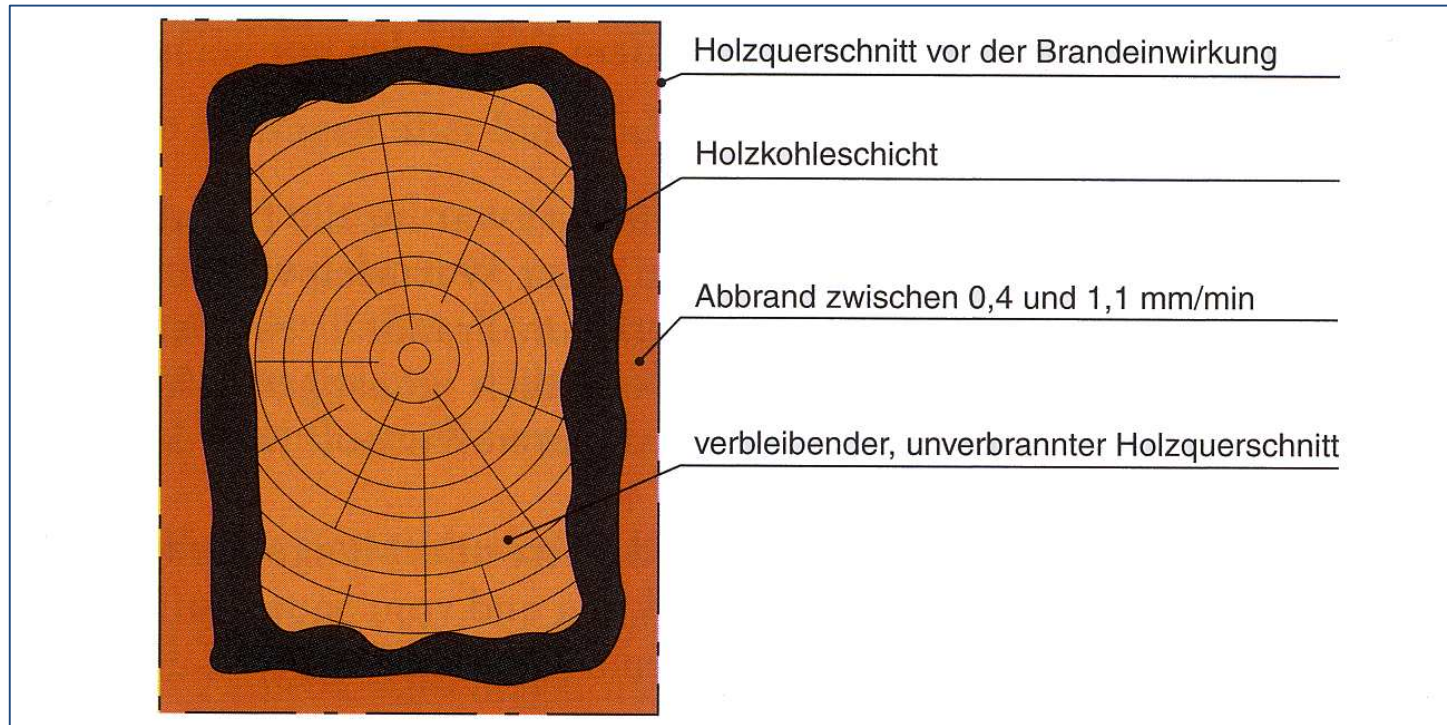
Als Mauermörtel, Putzmörtel oder Estrichmörtel eingesetzt.

### 3. Das Brandverhalten von Baustoffen

- ❖ Baustoffe können sowohl brennbar als auch nicht brennbar sein. Die Brennbarkeit ist für die Brandausbreitung von Bedeutung, jedoch hängt der **Festigkeitsverlust** unter Wärmeeinwirkung von anderen Faktoren ab.
- ❖ Im Brandfall treten in Abhängigkeit von der Art und Menge des brennbaren Stoffes, von der Dauer der Brandeinwirkung und vom Sauerstoffgehalt **Temperaturen zwischen 800°C und 1.200°C** auf.

## 3.1 Brandverhalten von Holz

Zuerst werden die äußeren Holzschichten erwärmt, das im Holz vorhandene Wasser verdunstet und die Holzsubstanz zersetzt sich. Es bilden sich **brennbare Gase**, die mit anderen Zersetzungsprodukten ein brennbares Gasgemisch bilden und bei Entzündung als **Flamme abbrennen**.



## 3.2 Brandverhalten von Beton

### ❖ Stahlbeton

Aufgrund seiner geringen Wärmeleitfähigkeit und seiner großen Wärmekapazität erfolgt zunächst nur eine **Durchwärmung** in den äußeren Betonschichten, die sich nur langsam zum Inneren hin fortsetzt.

Bei hohen Temperaturen können sich an der Oberfläche **Abplatzungen** bilden. Wenn nach Abplatzungen der Stahl nicht durch Beton abgedeckt ist, kommt dieser zu einer 30-mal schnelleren Erwärmung als Beton.

### ❖ Spannbeton

Spannbeton verhält sich im Brandfall zunächst wie (Stahl)-Beton. Das Ausdehnen der vorgespannten Stahleinlagen führt zum Nachlassen der Spannkraft. Die **kritische Temperatur** der hochfesten Spezialstähle liegt jedoch schon bei rund 350°C.

## 3.3 Brandverhalten von Steinen

### ❖ Natürliche Steine

Bei Erwärmung eines natürlichen Steines entstehen im Inneren **Materialspannungen**, die zu schlagartigem **Abplatzungen** führen können. Besonders bei raschen Abkühlen durch Löschwasser entstehe verstärkte Abplatzungen.

Bei **Kalkgesteinen und Marmor** treten bei Erwärmung Veränderungen der Struktur auf. Bei Temperaturen von 800 – 950 °C werden CO<sub>2</sub> und Kalk frei, der Stein löst sich auf und zerfällt.

### ❖ Künstliche Steine

Aufgrund ihres gleichmäßigen Gefüges und der geringen Wärmeleitfähigkeit und -ausdehnung ist die Gefahr der Abplatzungen geringer als bei natürlichen Steinen. Eine **Zerstörung** der Steine durch Abplatzungen setzt **erst nach längerer Branddauer** ein.

## 3.4 Brandverhalten von Stahl

Wegen der guten Wärmeleitfähigkeit erfolgt eine schnelle und gleichmäßige Durchwärmung der Bauteile. Dies führt zunächst zu einer **Ausdehnung der Bauteile**.

### Beispiel:

Ein 10 m langer Stahlträger wird von 20 °C auf 400 °C erwärmt.

**Die Längenausdehnung des Stahlträgers beträgt in diesem Fall ca. 4,6 cm!**

Mit zunehmender Erwärmung **verliert der Stahl** dann seine **Festigkeit**. Bei Baustählen passiert dies bereits in einem Temperaturbereich von 300 °C bis 550 °C. Das Erreichen der kritischen Temperatur hängt von der zugeführten Wärmemenge, der Erwärmungsgeschwindigkeit und der Zusammensetzung, der Masse und der Profilform des Stahlbauteils ab.

## 3.4 Brandverhalten von Stahl

### **Merke:**

Bei Erreichen der kritischen Temperatur, die vereinfacht bei 500 °C angenommen wird, hat der Stahl ungefähr die Hälfte seiner Tragfähigkeit verloren. Bei Temperaturen von 700 °C bereits zwei Drittel. Dann besteht konkrete Einsturzgefahr!

Des Weiteren ist zu beachten, dass durch die gute Wärmeleitfähigkeit des Stahl es zu einer Brandübertragung auf andere Baustoffe und Bauteile kommen kann.



## 3.5 Brandverhalten von Kunststoffen

Kunststoffe sind in der Regel **entzündbare und brennbare Stoffe**. Je nach Art des Kunststoffes entstehen bei der Verbrennung mehr oder weniger giftige Gase und häufig dichter schwarzer Rauch.

Viele Kunststoffe verlieren schon bei geringer Temperatur ihre Festigkeit. Sie sind nicht formbeständig und tropfen (auch brennend) ab.

Die Brandgase bestimmter Kunststoffe enthalten auch Chlorwasserstoffverbindungen, die zu erheblichen Folgeschäden an der Bausubstanz führen können.

## 3.6 Brandverhalten v. sonstigen Baustoffen

### ❖ Aluminium

Aluminium erwärmt sich sehr rasch und verliert bei Temperaturen ab 150 °C seine Festigkeit. Schon bei ca. 650 °C schmilzt es und tropft ab.

### ❖ Bitumen

Bitumen brennt sehr heftig unter starker Rauchentwicklung (Ruß) und ist nur schwer zu löschen.

### ❖ Glas

Die Widerstandfähigkeit bei Bränden ist verhältnismäßig gering. Unter Brandeinwirkung zerspringen Gläser und fallen auseinander. Eine gewisse Beständigkeit gegenüber Brandeinwirkungen gibt es bei gegossenem Glas mit Drahteinlagen oder bei gepresstem Glas erreicht.

## 3.6 Brandverhalten v. sonstigen Baustoffen

### ❖ Gusseisen

Gusseisen ist bei hohen Temperaturen zunächst weniger empfindlich als Stahl. Es verliert aber bei hohen Temperaturen schlagartig seine Festigkeit.

### ❖ Sonstige Metalle

Metalle werden rasch erwärmt, leiten die Wärme gut, dehnen sich stark aus und verlieren schnell ihre Festigkeit. Sie schmelzen rasch aufgrund ihrer sehr niedrigen Schmelzpunkte.

### ❖ Mörtel

Maurermörtel verhält sich im Brandfall gut, selbst bei langandauernden Bränden werden die Mörtelfugen höchstens bis zu einer Tiefe von 2 bis 3 cm zerstört.

Putzmörtel, z.B. Kalk-Gipsmörtel sind sehr widerstandsfähig gegen Brandeinwirkungen.

## 3.7 Die Baustoffklassen

Die Sicherheit von baulichen Anlagen hängt sehr stark von dem Brandverhalten ihrer Gebäudebestandteile ab. In den Vorschriften des Bauordnungsrechts werden deshalb Anforderungen an Baustoffe (**brennbar oder nichtbrennbar**) und Bauteile (**feuerhemmend oder feuerbeständig**) gestellt.

Daher werden die Baustoffe in Abhängigkeit von Art und Form auf der Grundlage genau beschriebener Brandversuche in **Baustoffklassen** eingeordnet.

Die Einordnung eines Baustoffes zu einer Baustoffklasse muss durch ein Prüfzeugnis bzw. Prüfzeichen nachgewiesen werden. Die Baustoffklasse kann durch Kennzeichnung des Baustoffs oder der Verpackung ersichtlich sein.

## 3.7 Die Baustoffklassen

Baustoff- klasse	bauaufsichtliche Benennung	Beispiele
<b>Baustoffklasse "A": nicht brennbare Stoffe</b>		
A 1	ohne brennbare Bestandteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gips, Kalk, Zement, Steine</li> <li>- Beton, Glas, Stahl</li> <li>- Faserbetonplatte</li> <li>- bestimmte Mineralfaserplatten</li> <li>- Fiber-Silikatplatten</li> </ul>
A 2	mit geringen brennbaren Bestandteilen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geschlossene Gipskartonplatten</li> <li>- bestimmte Mineralfaserplatten</li> </ul>
<b>Baustoffklasse "B": brennbare Stoffe</b>		
B 1	schwer entflammbar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gelochte Gipskartonplatten</li> <li>- Holzwolle-Leichtbauplatten</li> <li>- bestimmte Spanplatten</li> <li>- bestimmte Kunststoffherzeugnisse</li> <li>- Gussasphalt</li> </ul>
B 2	normal entflammbar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Holz und Holzwerkstoffe &gt; 2mm</li> <li>- bestimmte Dachpappen</li> <li>- PVC-Bodenbeläge</li> </ul>
B 3	leicht entflammbar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Papier</li> <li>- Holzwolle</li> <li>- Holz und Holzwerkstoffe &lt; 2mm</li> <li>- Stroh, Reet</li> </ul>

## 4. Was sind Bauteile?

Bauteile bestehen aus einem oder mehreren Baustoffen und sind Bestandteile eines Bauwerkes.

### ❖ **Tragende Bauteile:**

haben die Aufgabe, die anfallenden lotrechten und waagrechten Lasten aufzunehmen und bis in den Baugrund weiterzugeben.

### ❖ **Aussteifende Bauteile:**

Dienen zur Aufnahme horizontal wirkender Kräfte; z.B. aus Wind und Schiefstellung, die ebenfalls in den Baugrund weitergeleitet werden müssen.

### ❖ **Raumabschließende Bauteile:**

Werden nur durch Ihr Eigengewicht belastet und dienen nur dem Raumabschluss. Sie müssen in der Regel keine auftretenden Kräfte aufnehmen oder übertragen.

## 4. Was sind Bauteile?

### ❖ Beispiele:

- Wände, Decken, Treppen, Schornsteine, Dächer, Balkone usw.
- Stützen, Pfeiler, Träger, Unterzüge, Brüstungen, Kragplatten usw.
- Türen, Tore, Klappen, Fenster, Verglasungen usw.
- Lüftungsleitungen, Rohrleitungen usw.

## 4.1 Beanspruchung von Bauteilen

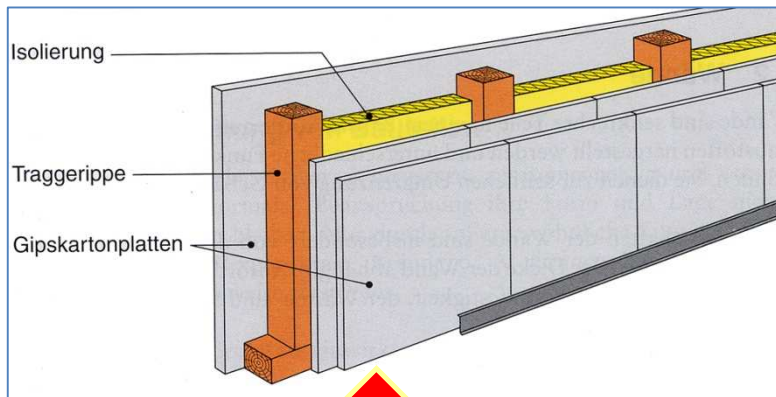
Bauwerke und Bauteile werden so bemessen, zusammengefügt und verankert, dass sie **bei normaler Beanspruchung ihre Form und Lage nicht verändern und stehen bleiben**. Lediglich durch außergewöhnliche Einwirkungen (z.B. Erdbeben, Explosion, Brand, Schneedruck) können Bauwerke oder Bauteile ganz oder teilweise zerstört werden.

**Im Brandfall** erleiden Bauteile aus brennbaren Baustoffen einen Tragfähigkeitsverlust durch Querschnittsminderung, während Bauteile aus nicht brennbaren Stoffen ihre Festigkeit verlieren.

Die Folge ist, dass die Bauteile nicht mehr ihre bestimmungsgemäßen Aufgaben erfüllen können und es zu **Einstürzen oder Brandausbreitungen** kommen kann.

# 4.2 Wände

## ❖ Unterteilung der Wände:



**Leichtbauwand  
mit Holzständerkonstruktion**

Unterscheidung	Beispiele
<b>Baustoffe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mauerwerkwände</li> <li>- Betonwände</li> <li>- Stahlwände</li> <li>- Holzwände</li> </ul>
<b>Ausführung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Massivwände</li> <li>- Leichtbauwände</li> </ul>
<b>Funktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tragende Wände</li> <li>- nicht tragende Wände</li> <li>- aussteifende Wände</li> </ul>
<b>Lage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Innenwand</li> <li>- Außenwand</li> </ul>
<b>Aufgabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Treppenraumwände</li> <li>- Wohnungstrennwand</li> <li>- Gebäudetrennwand</li> </ul>
<b>Brandverhalten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- feuerhemmende Wände</li> <li>- feuerbeständige Wände</li> <li>- Brandwand</li> </ul>

## 4.2 Wände

### ❖ Unterteilung der Wände:

**Brandwand**



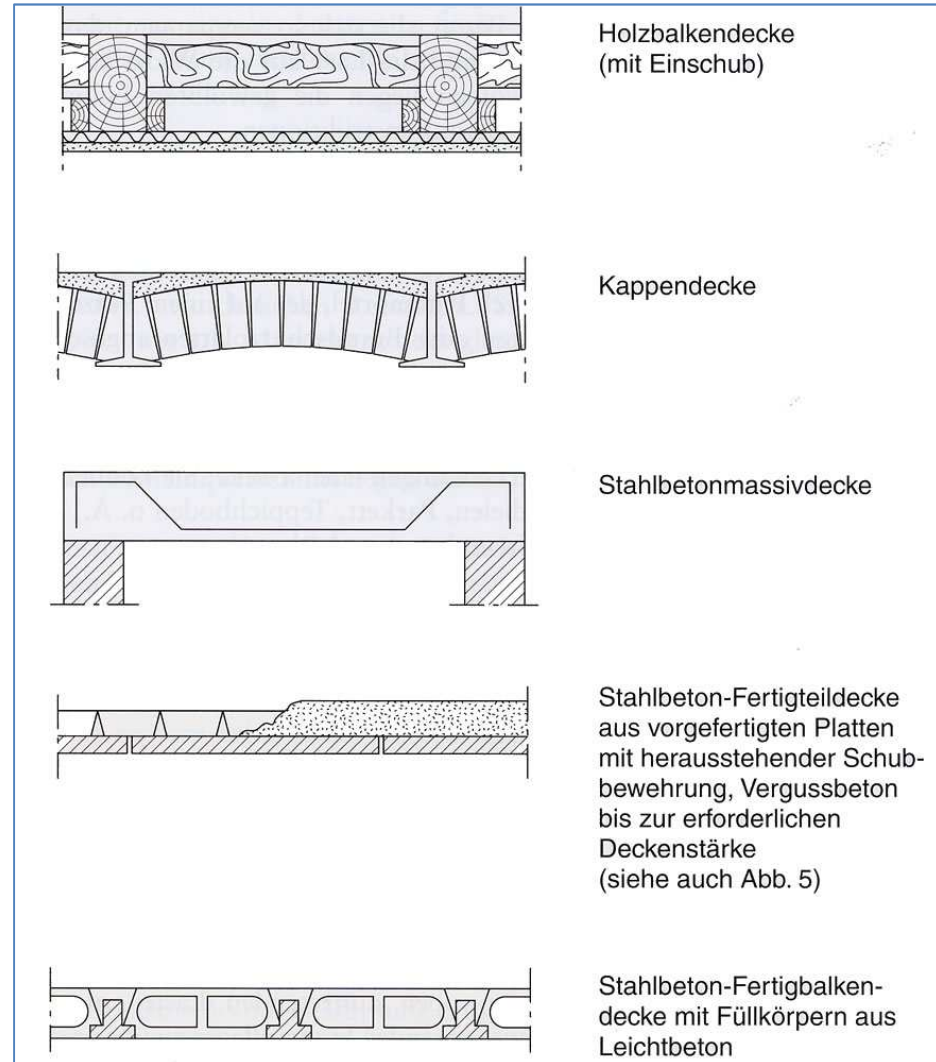
**Merke:**

Durch Abklopfen der Wand kann festgestellt werden, ob es sich um eine massive (meist tragende) Wand oder eine Leichtbauwand (nicht tragend) handelt.

# 4.3 Decken

## ❖ Unterteilung der Decken:

Unterscheidung	Beispiele
<b>Massivdecken</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Stahlbetondecke</li> <li>– Stahlbeton-Fertigteildecke</li> <li>– Stahlbetonrippendecke</li> <li>– Stahlträgerdecke</li> </ul>
<b>Gewölbedecken</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– massive Gewölbe</li> <li>– Rippengewölbe</li> </ul>
<b>Holzbalkendecken</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– einfache Holzbalkendecke</li> <li>– verputzte oder verkleidete Holzbalkendecke</li> <li>– Holzbalkeneinschubdecke</li> </ul>



## 4.4 Schornsteine und Kamine

Schornsteine dienen zur Abführung von Rauch- und Abgasen oder feuchter Luft über die Dächer ins Freie.

### **Merke:**

Bei der Verbrennung von festen oder flüssigen Brennstoffen lagern sich oftmals im Schornstein Rußpartikel ein, die sich bei unzureichender Reinigung des Kamins entzünden können (**Kaminbrand**).

Von der Feuerwehr darf in diesem Fall **kein Wasser eingesetzt** werden, da das Löschwasser aufgrund der hohen Temperaturen schlagartig verdampft. (1 Liter = ca. 1.500 Liter Wasserdampf!) Dies führt zu einem Druckanstieg im Schornstein, der zu Rissen in den Wandungen führen kann.

Eine wirksame Brandbekämpfung erfolgt immer durch eine Reinigung mit entsprechendem Schornstein-Reinigungswerkzeug.

## 4.5 Treppen

Treppen können aus brennbaren (z.B. Holz) oder nicht brennbaren Baustoffen (z.B. Beton, Stahl) gefertigt sein.

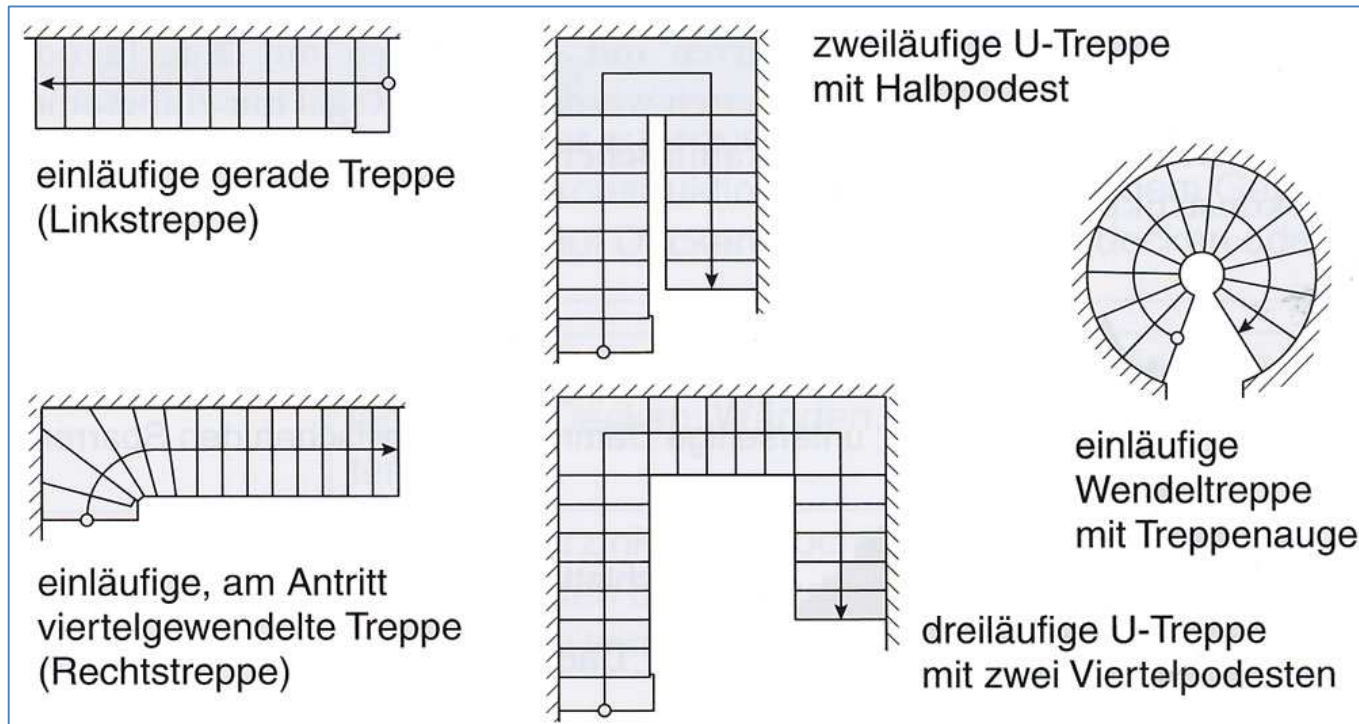
Unterscheidung	Beispiele
Treppenlauf	besteht aus mindestens 3 Treppenstufen in ununterbrochender Folge zwischen zwei Ebenen
Treppenpodest	ist der Treppenabsatz am Anfang oder Ende eines Treppenlaufes
Zwischenpodest	liegt als Treppenabsatz zwischen zwei Treppenläufen
Treppenauge	ist der von Treppenläufen und dem Treppenpodest umschlossene freie Raum
Treppenöffnung	ist die Aussparung in Geschossdecken für den Treppenlauf

### **Merke:**

Treppen, und insbesondere Treppen in Treppenträumen, dienen als Fluchtweg für die Nutzer der baulichen Anlagen (1. Rettungsweg).

Für die Feuerwehr dienen sie im Einsatzfalle als Angriffs- und Rettungsweg.

# 4.5 Treppen



**Merke:**

Bei der Benutzung von Treppen im Einsatzfalle ist zu beachten, dass je nach verwendeter Baustoff die Stabilität der Treppe durch Brandeinwirkungen oder sonstige Schäden beeinträchtigt sein kann.

## 4.6 Dächer und Bedachungen

Das Dach bildet die obere Begrenzung eines Bauwerks und schützt das Gebäude vor Witterungs- und Klimaeinflüssen. Es besteht aus der Dachkonstruktion und Dachbedeckung.

Die tragenden Dachkonstruktionen bestehen meist aus den Baustoffen Holz, in Einzelfällen auch aus Beton oder Stahl.

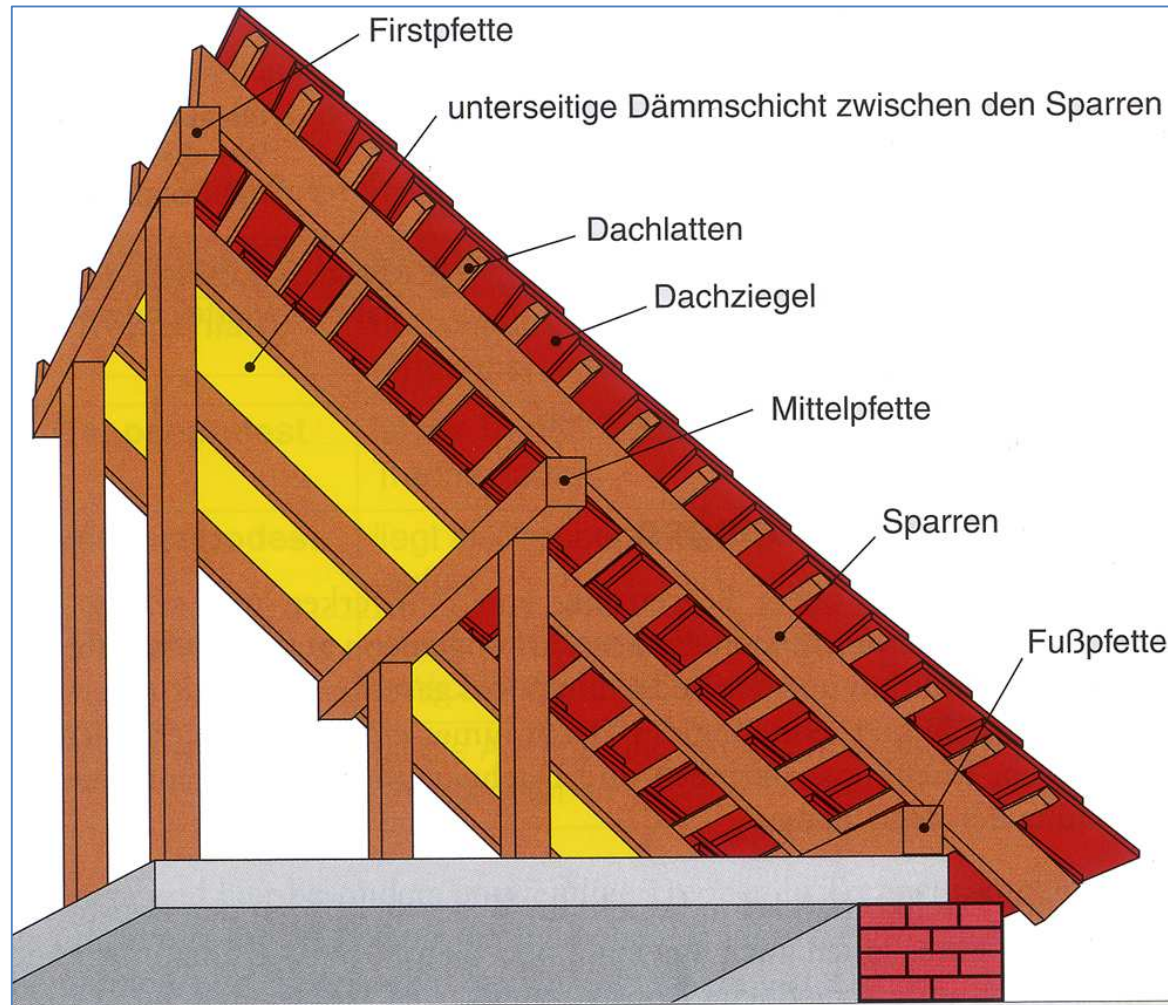
Dachkonstruktionen müssen wegen den Windlasten verankert werden.

**Merke:**

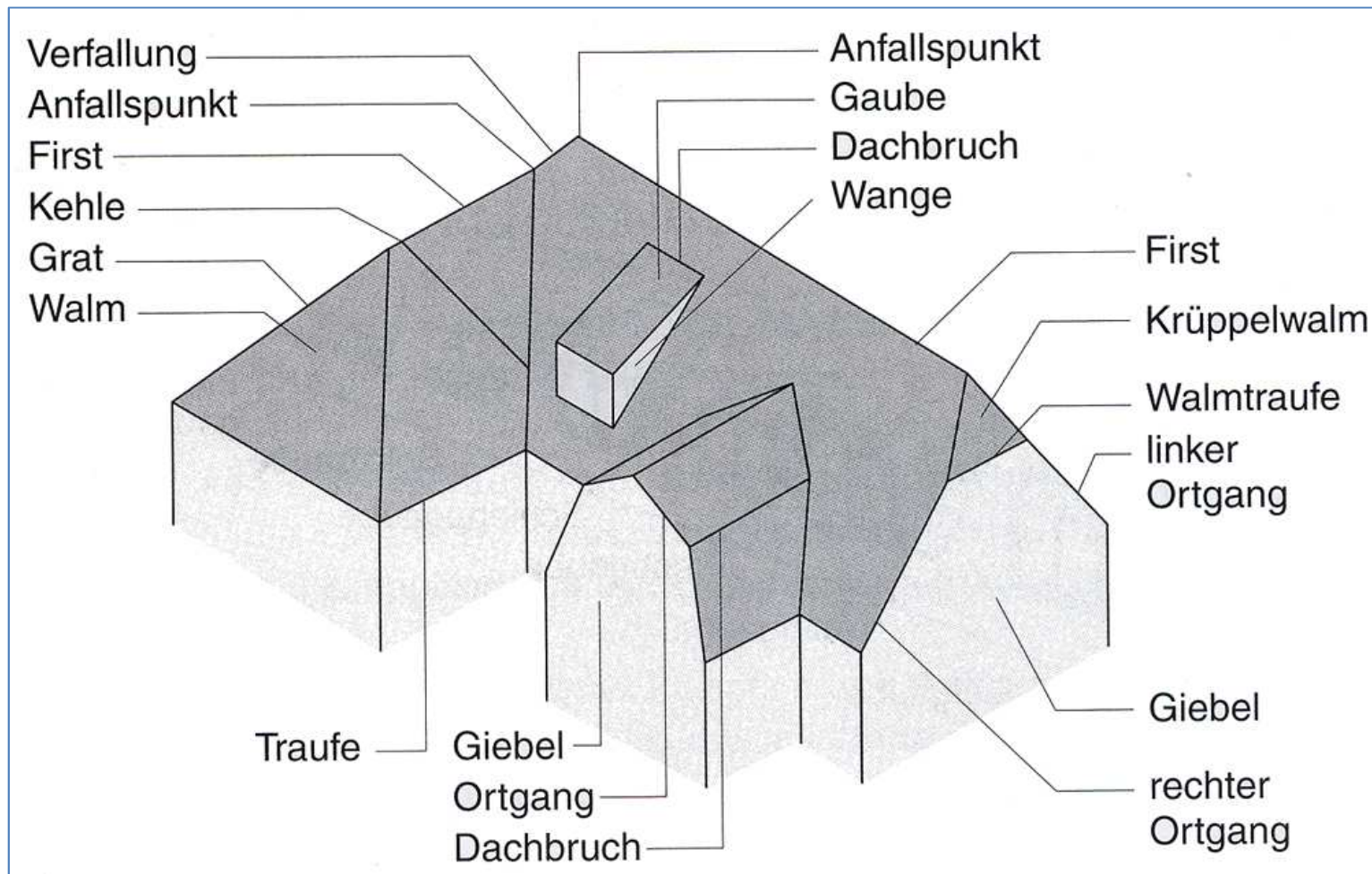
Ein Dach wird als „**harte Bedachung**“ bezeichnet, wenn es widerstandsfähig gegen Flugfeuer und strahlende Wärme ist.

Ansonsten wird es als „**weiche Bedachung**“ bezeichnet.

## 4.6 Dächer und Bedachungen



## 4.6 Dächer und Bedachungen

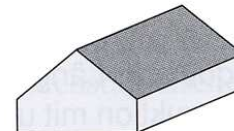


# 4.6 Dächer und Bedachungen

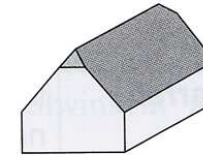
**Dachformen**



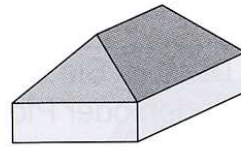
Pultdach



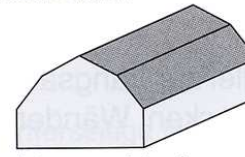
Satteldach



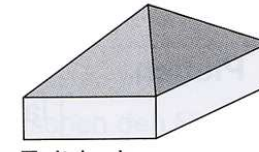
Krüppelwalmdach



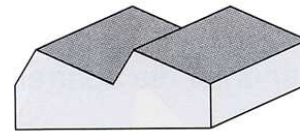
Walmdach



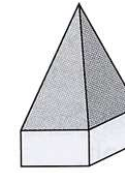
Mansarddach



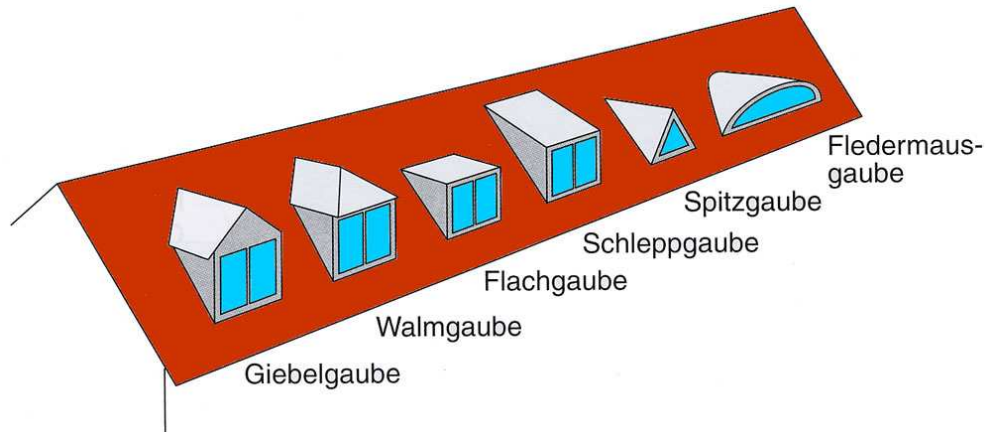
Zeltdach



Sheddach



Turmdach



**Gaubeformen**



## 5. Das Brandverhalten von Bauteilen

- ❖ Bauteile sollen die Ausbreitung von Bränden verhindern und so gefährdeten Personen einen Rückzug ermöglichen. Die vorrückenden Einsatzkräfte gewinnen dadurch Zeit für die Durchführung von Löschmaßnahmen.
- ❖ Für einen gewissen Zeitraum **muss im Brandfall die erforderliche Festigkeit von Bauteilen gewährt sein.**

### **Merke:**

Das Ausmaß der möglichen **Zerstörung** von Bauteilen hängt von der **Höhe der auftretenden Brandtemperatur**, der **Dauer der Temperatureinwirkung**, der **Wärmeleitfähigkeit** der Baustoffe und der **Abmessungen** der Bauteile ab.

## 5.1 Bauteile aus Holz

Brennende Holzkonstruktionen sind am ehesten durch Einsturz gefährdet. Insbesondere solche, die feingliedrig sind und deren Knotenpunkte mit Metallbauteilen (bspw. Nagelplatten) ausgeführt sind. Auch **Knotenpunkte** in traditioneller Verbindungsart sind gefährdet. Diese gilt es zu **erkennen und abzulöschen**.

Ein bevorstehender Einsturz von Holzkonstruktionen ist meist an **knarrenden, knackenden oder berstenden Geräuschen**, am **starken Abbrand** mit Querschnittsverringernungen an Holzbauteilen und am **Durchbiegen von Holzkonstruktionen** erkennbar.

## 5.1 Bauteile aus Holz



**Brand am 12.12.09**  
Obere Bahnhofstr. in Oberstdorf

**Einsturz der Holzkonstruktion  
nach Querschnittsverringering  
des Baustoffs**



## 5.2 Bauteile aus Beton

Im Vergleich zu anderen Konstruktionen ist das Brandverhalten von **Stahlbetonkonstruktionen recht gut**. Kritisch ist es erst dann, wenn es zu Abplatzungen kommt und Stahleinlagen frei liegen.

**Spannbetonbauteile verhalten** sich zunächst wie sonstige Betonbauteile. Aufgrund ihrer schlanken Querschnitte, die sie schneller durchwärmen lässt, sind sie im Brandfall jedoch **empfindlicher** als Stahlbetonbauteile.

Das Ausdehnen führt zum Nachlassen der Spannkraft, bereits ab 350°C wird die kritische Temperatur der hochfesten Spezialstähle erreicht.

Bauteile aus **Faserzement-Wellpappen zerbersten „explosionsartig“** bei einer Brandeinwirkung, dabei werden Teile durch die Luft geschleudert. Es ist ein ausreichender Sicherheitsabstand einzuhalten.

## 5.2 Bauteile aus Beton



**Freiliegender Baustahl  
nach Abplatzungen**

**Umherfliegende Teile  
von Faserzementplatten**



## 5.3 Bauteile aus Stahl

Bei **Stahlkonstruktionen** besteht aufgrund ihres Dehnungsverhaltens eine **erhebliche Einsturzgefahr**. Bereits nach 10 bis 15 Minuten kann sich eine Stahlkonstruktion soweit erwärmen, dass angrenzende Bauteile und Wandaufleger verschoben oder sogar Wände eingedrückt werden.

Mit zunehmender Erwärmung verliert die Stahlkonstruktion ihre Festigkeit, die Stahlträger biegen sich durch, Stahlstützen knicken ein und die Konstruktion stürzt dann zusammen.

In baulichen Anlagen, bei denen **Stahltrapezbleche** im Bereich von Wand- oder Dachkonstruktionen verwendet werden, kommt es häufig zu folgenden Problemen für die Einsatzkräfte:

- Bleche dehnen sich schnell aus, verschieben sich ineinander, verlieren schnell ihre Festigkeit
- Verbindungen wie Nieten und Schrauben werden schnell zerstört, die Folge ist Instabilität
- Beim Brand laufen Isolierungen oder Bitumen in die Sicken der Bleche;

## 5.3 Bauteile aus Stahl



**Verlust der Tragfähigkeit  
der Stahlkonstruktion  
nach enormer  
Hitzeinwirkung**



## 5.3 Bauteile aus Stahl



Stahltrapezbleche bei einem Brand



## 5.4 Bauteile aus Steinen

Bei Konstruktionen aus **natürlichen Steinen** kommt es zu **Abplatzungen**. Diese führen zu einer geringeren Traglast, es kann zu Einstürzen kommen.

Bauteile **aus künstlichen Steinen** sind zunächst sehr widerstandsfähig gegen Brandeinwirkungen. Auch hier kommt es bei höheren Temperaturen zu Abplatzungen.

Einseitig dem Feuer ausgesetzte Wände (z.B. Giebelwände) können sich verschieden stark erwärmen und so sich unterschiedlich stark ausdehnen oder wölben und somit die Standfestigkeit verlieren.

### **Merke:**

Bei Freistehenden und hohen gemauerten Wänden und Bauteilen besteht durch Brandeinwirkung eine erhebliche Einsturzgefahr!

Daher müssen die Einsatzkräfte aus dem Gefahrenbereich weiträumig abgezogen und der Bereich abgesperrt werden.

Der Sicherheitsabstand beträgt das 1,5-fache der Bauteilhöhe.

## 5.5 Geprüftes Brandverhalten v. Bauteilen

Die richtige Auswahl von Bauteilen mit einem bestimmten Brandverhalten kann wesentlich die Ausbreitung eines Brandes und die Standfestigkeit einer baulichen Anlage beeinflussen.

Gemäß Bauordnungsrecht werden daher häufig je nach Größe und Benutzung eines Gebäudes in bestimmten Bereichen Bauteile in **feuerhemmender** oder **feuerbeständiger Ausführung** gefordert und verwendet.

Das Brandverhalten der Bauteile wird durch die Feuerwiderstandsdauer gekennzeichnet und gibt die Mindestdauer in Minuten an, die ein Bauteil den Durchgang eines Feuers verhindert.

Feuerwiderstandsklasse	Feuerwiderstandsdauer	bauaufsichtliche Benennung
F 30	mind. 30 Minuten	feuerhemmend
F 60	mind. 60 Minuten	
F 90	mind. 90 Minuten	feuerbeständig
F 120	mind. 120 Minuten	
F 180	mind. 180 Minuten	

## 5.5 Geprüftes Brandverhalten v. Bauteilen

Die verschiedenen Sonderbauteile werden durch Kurzzeichen gekennzeichnet, die dann in Kombination mit einer Zahlenangabe die Feuerwiderstandsklasse angeben und somit das Bauteil und die Feuerwiderstandsdauer beschreiben.

Kurzzeichen	Bauteile und Sonderbauteile
F	Brandwände
F	Wände, Decken, Stützen
W	nicht tragende Außenwände, Brüstungen, Schürzen
T	Feuerschutzabschlüsse (Türen, Tore, Klappen, Rollläden)
L	Lüftungsleitungen (Schächte, Kanäle, Rohre, Formstücke)
K	Absperrungen in Lüftungskanälen (Brandschutzklappen)
S	Kabelabschottungen
R	Rohrabschottungen und -ummantelungen
I	Installationsschächte und -kanäle
E	Funktionserhalt elektrischer Kabelanlagen
G	Brandschutzverglasungen (durchlässig für Wärmestrahlung)
F	Brandschutzverglasungen (undurchlässig für Wärmestrahlung)

## 6. Standardisierte Begriffe

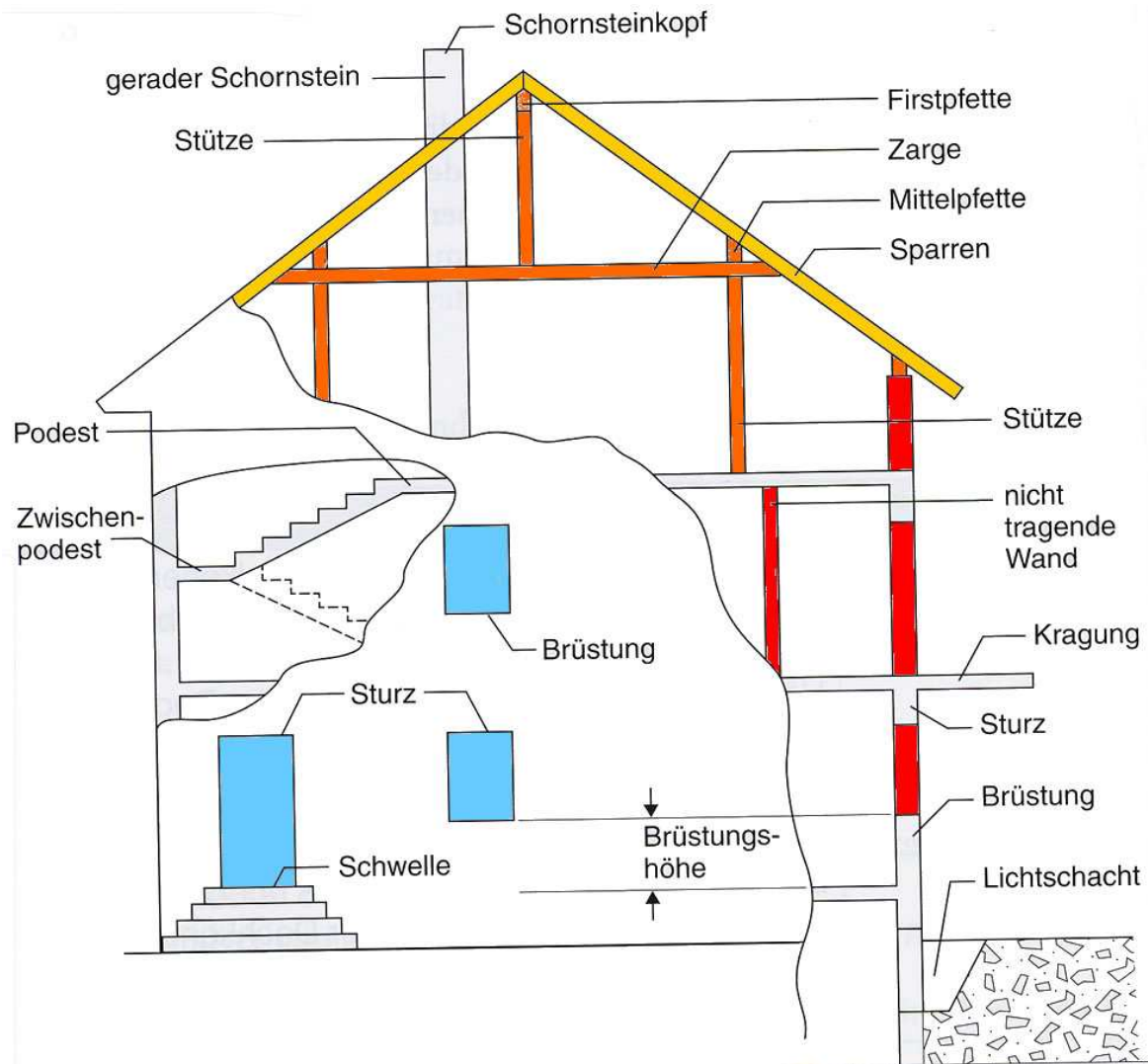
- ❖ Für eine eindeutige und zweifelsfreie Verständigung zwischen den Einsatzkräften an einer Schadensstelle ist es erforderlich, dass allgemeingültige Begriffe verwendet werden.

Begriff	Erläuterung
<b>Brüstung</b>	Bauteile im Bereich von Fenstern, Balkonen, rampen oder Plattformen, die das Ende einer begehbaren Fläche begrenzen und so den Absturz aus Höhen verhindern. Sie bestehen in der regel aus Wänden und reichen vom Fußboden bis zur Unterkante einer Wandöffnung oder der Oberkante einer Schutzeinfassung.
<b>Kniestock</b>	Der von der Deckenoberkante des obersten Geschosses bis zur Unterkante der Dachkonstruktion reichende Teil einer Außenwand.
<b>Firstfette</b>	Der oberste waagrechte Balken für die Auflage der Sparren.
<b>Fußfette</b>	Der unterste waagrechte Balken für die Auflage der Sparren.
<b>Geschoss</b>	Die auf einer Ebene liegenden Räume eines Gebäudes, die jeweils durch Decken voneinander getrennt sind. Es können ein Untergeschoss (Kellergeschoss) oder mehrere Untergeschosse, ein Erdgeschoss, ein oder mehrere Obergeschosse und ein oder mehrere Dachgeschosse vorhanden sein.
<b>Kragplatte</b>	Das horizontal über eine Unterstützung (z.B. eine Außenwand) herausragende plattenförmige Bauteil, das in der Regel begehbar ist (z.B. eine Balkonplatte).

## 6. Standardisierte Begriffe

<b>Begriff</b>	<b>Erläuterung</b>
<b>Lichtschart</b>	Das U-förmige Bauteil vor Öffnungen un Untergeschossen, das die Belichtung und Belüftung von Räumen unter Erdglöeiche ermöglicht.
<b>Mittelpfette</b>	Der mittleren waagrechten Balken für die Auflage der Sparren.
<b>Pfosten</b>	Die senkrechten tragenden Unterstüzungen unter den Mittel- und Firtspfetten.
<b>Podest</b>	Das waagrechte plattenförmige Bauteil, an dem der Treppenlauf einer Treppe beginnt bzw. endet.
<b>Schornsteinkopf</b>	Der aus der Dachhaut herausragende Teil eines Kamins.
<b>Schwelle</b>	Der untere Abschluss einer Türöffnung oder ein waagrechter Holzbalken, auf dem die Pfosten einer Dachkonstruktion stehen.
<b>Sparren</b>	Die parallel zur Dachfalllinie verlaufenden Teile einer Dachkonstruktion, die über die Dachlattung oder die Dachschalung die Dachhaut aufnehmen.
<b>Spitzboden</b>	Der verbleibende Teil einer Dachkonstruktion oberhalb eines ausgebauten Dachgeschosses.
<b>Sturz</b>	Die waagrechte, tragende Überdeckung einer Wandöffnung, z.B. über einem Fenster oder einer Türe.
<b>Zange</b>	Die waagrechte, aussteifende Querverbindung zwischen Sparren.

## 6. Standardisierte Begriffe



## 6. Standardisierte Begriffe

- ❖ In Abhängigkeit von den Baustoffen unterscheidet man:
  - **Holzbau**
  - **Stahlbau**
  - **Betonbau**
  - **Mauerwerksbau**
  
- ❖ In Abhängigkeit von dem Zusammenfügen unterscheidet man:
  - **Massivbau**
  - **Tafelbau**
  - **Skelettbau**
  - **Fachwerkbau**

## 6. Standardisierte Begriffe

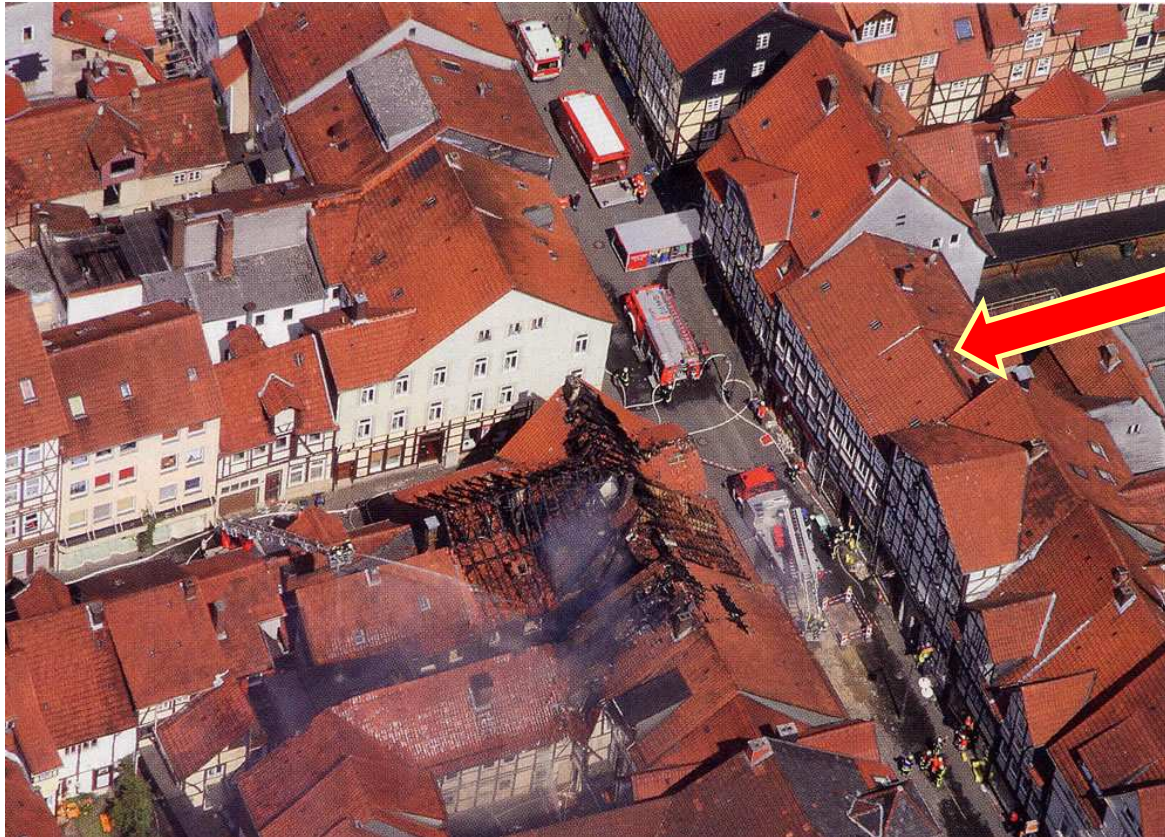
❖ Mit einer Bauweise wird die Anordnung von Gebäuden auf einem Grundstück und innerhalb eines Baugebietes hinsichtlich ihrer Stellung zu den Grundstücksgrenzen bezeichnet:

- **geschlossene Bauweise**

- **offene Bauweise**

## 6. Standardisierte Begriffe

### ❖ Beispiel geschlossene Bauweise:



**Gebäude  
ohne  
seitlichen  
Grenzabstand**

## 6. Standardisierte Begriffe

### ❖ Beispiel geschlossene Bauweise:



**Dominoeffekt in einem Dorf  
in der Schweiz: ein Haus  
neben dem anderen  
gerät in Brand**

## 6. Standardisierte Begriffe

### ❖ Beispiel offene Bauweise:



**Beispiel Au:  
Gebäude mit seitlichem Grenzabstand  
als Einzelhäuser**

## Quellen:

- Kemper, Baukunde, Reihe Fachwissen Feuerwehr, ecomed Verlagsgesellschaft, 2. Auflage 2007
- <http://www.feuerwehr-oberstdorf.de>, 2009
- <http://www.ziegelsteine.de>, 2010
- <http://www.essen.de>, 2010
- <http://www.uni-duesseldorf.de>, 2010
- Feuerwehrmagazin, Ausgabe 9, S. 36 – 41, September 2006
- Feuerwehrmagazin, Ausgabe 10, S. 36, Oktober 2006
- Feuerwehrmagazin, Ausgabe 12, S. 46 - 47, Dezember 2006
- Feuerwehrmagazin, Ausgabe 11, S. 40, November 2008
- Feuerwehrmagazin, Ausgabe 7, S. 34 - 35, Juli 2009

# Fragen

## Anmerkungen

## Diskussion

