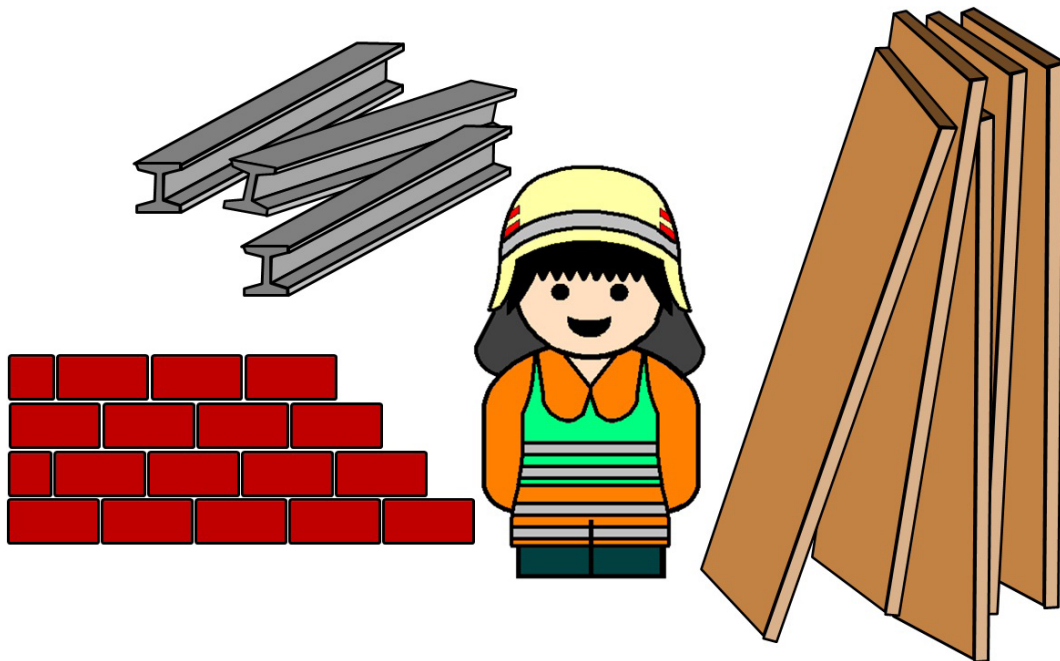


Baukunde



August 2012 – Ferdinand Wirsching, Peter Schmidt



Baden-Württemberg

LANDESFEUERWEHRSCHULE

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	Seite 5
3. Beanspruchungsarten von Bauteilen	Seite 6
4. Baustoffe	Seite 8
4.1. Natürliche Baustoffe	Seite 8
4.2. Künstliche Baustoffe	Seite 8
5. Bauteile	Seite 11
6. Dächer	Seite 13
7. Bauarten	Seite 15
8. Bauweisen	Seite 16

1. EINLEITUNG

Kenntnisse in der Baukunde sollen dem Zugführer dabei helfen, im Bereich von Bauwerken

- im Einsatzfall Gefahren rechtzeitig zu erkennen und richtig einzuschätzen
- die Wahrscheinlichkeit einer Brand- und Schadensausbreitung zu beurteilen
- richtige Entscheidungen zu treffen (z.B. Abstützmaßnahmen oder Gebäudesperrungen zu veranlassen)
- vorbeugend auf mögliche Gefahrenpunkte hinzuweisen

Bei der Anfertigung von Einsatzberichten sollen zudem die richtigen Fachausdrücke Verwendung finden.

2. LASTEN

Alle auftretenden Lasten müssen über tragende Bauteile bis in die Fundamente und von dort in den Baugrund weitergeleitet werden. In Bild 1 ist dies beispielhaft dargestellt.



BILD 1: LASTEN UND KRÄFTE AM BAU

Man unterscheidet hierbei zwischen ständige Lasten, die sich zusammensetzen aus:

- dem Eigengewicht der Bauteile
- dem Erddruck
- dem Wasserdruck

sowie Verkehrslasten, die sich zusammensetzen aus den Gewichtskräften von

- Personen
- Fahrzeugen
- Lagerstoffen
- Einrichtungen
- Schneelasten
- Windkräfte

Ein Bauwerk ist so bemessen, dass es im Normalfall sämtliche vorsehbaren Lasten ohne Schaden zu nehmen aufnehmen bzw. weiterleiten kann. Im Brandfall können jedoch zusätzliche, nicht vorhergesehene Lasten auftreten und letztendlich ein Bauwerk oder Teile davon zum Einsturz bringen.

Zusätzliche Lasten können entstehen aus:

- Bauwerkstrümmer
- Temperaturdehnungen von Bauteilen
- Eisdruck (bei Frost)
- Gewichtszunahme durch Löschwasser (z.B. bei saugfähigen Lagerstoffen),
Gewichtszunahme durch Eisbildung (bei Frost)
- Bauwerkssenkung (Tragfähigkeitsminderung von tragenden Bauteilen durch Brandeinwirkung) sowie
- durch das Aufquellen quellfähiger Lagerstoffe bei Berührung mit Löschwasser

3. BEANSPRUCHUNGSARTEN VON BAUTEILEN

Die Beanspruchung von Bauteilen in einem Bauwerk können auf verschiedene Arten beansprucht werden. Man unterscheidet dabei in:

Druck

Druckkräfte pressen ein Bauteil (Fundament, Stütze, tragende Wand) zusammen. In dem Bauteil entsteht eine „Druckspannung“, die im Querschnitt einer Stütze überall gleich groß ist.

Zug

Zugkräfte versuchen, ein Bauteil (Seil, Fachwerksstreben, Dach- und Hängebalken) zu strecken oder zu dehnen. Im Querschnitt eines auf Zug belasteten Bauteils baut sich eine gleichmäßig verteilte „Zugspannung“ auf.

Biegung

Kräfte, die senkrecht zur Längsrichtung eines Bauteils (Balken, Unterzüge, Treppenstufen, Dachsparren) angreifen, biegen das Bauteil durch. Bei einem beidseitig aufgelagerten Balken entstehen dabei an der oberen Querschnittshälfte Druckspannungen, in der unteren Zugspannung. Die Querschnittsmitte bleibt spannungslos (neutrale Faserschicht oder Nulllinie). Diese Spannungsverteilung nennt man „Biegespannung“ (siehe Bild 2).

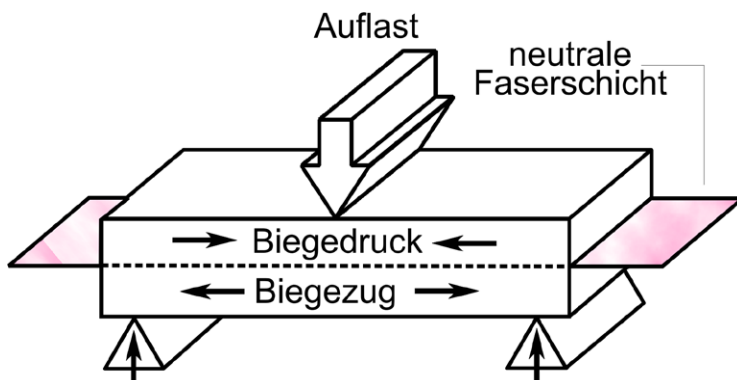


BILD 2: BIEGUNG

Abscheren

Verbindungselemente von Bauteilen (Niete, Schrauben, Dübel, Bolzen) werden auf Abscheren beansprucht (siehe Bild 3). Die dabei in dem Verbindungselement entstehende Spannung nennt man „Scherspannung“.

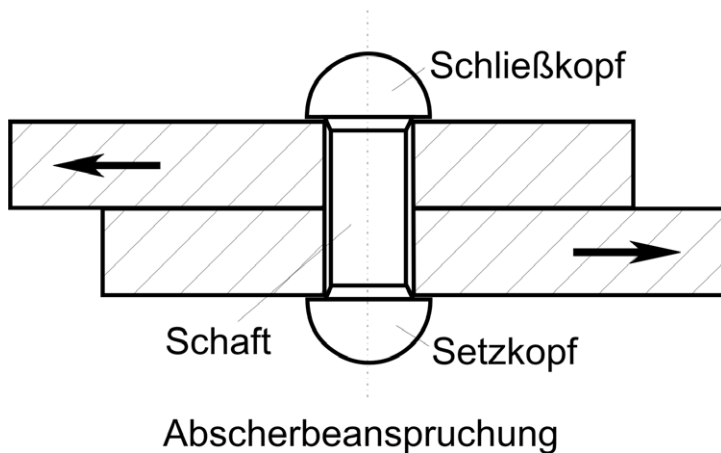


BILD 3: ABSCHEREN

Schub

Bei einem auf Biegung beanspruchten Bauteil (Balken) entsteht zusätzlich zur „Biegespannung“ eine „Schubspannung“. Die Schubkräfte versuchen, die Bauteilfasern in Längsrichtung gegeneinander zu verschieben. Bei mehreren übereinander gelegten, auf Biegung beanspruchten Brettern wird bei Biegebeanspruchung die gegenseitige Verschiebung deutlich; sie erreicht in den Auflagerpunkten ihren Maximalwert (siehe Bild 4). Vernagelt man die Bretter miteinander, so wird die gegenseitige Verschiebung verhindert und die Belastbarkeit des Balkens erhöht. Die Schubkräfte werden in diesem Fall von den Nägeln aufgenommen.

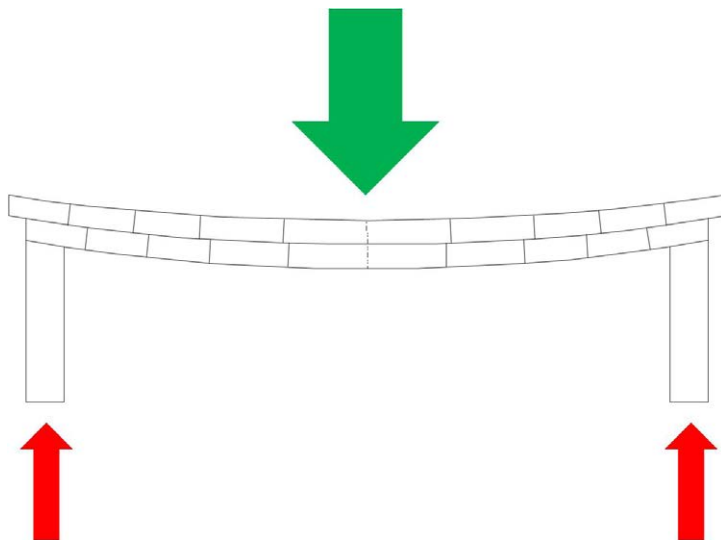


BILD 4: SCHUB

Knicken

Schlank, druckbelastete Bauteile (Pfeiler, Säulen) können bei Überbelastung instabil werden und ausknicken. Der Vorgang des Ausknickens, der im Gegensatz zu den anderen Beanspruchungsarten stets zum Einsturz führt, ist im Prinzip eine Überbeanspruchung des Bauteils durch Biegung infolge von Längskräften.

4. BAUSTOFFE

Baustoffe werden zum Errichten von Bauwerken oder Gebäuden genutzt. Gesetzlich werden Baustoffe als Bauprodukte bezeichnet und in der Bauproduktrichtlinie geregelt. Baustoffe kann man grob in natürliche und künstliche Baustoffe einteilen.

4.1. Natürliche Baustoffe

Holz

Holz ist ein uneinheitlich zusammengesetzter, brennbarer Baustoff. Die Tragfähigkeit von Holz, sowie die Widerstandsfähigkeit gegen Entzündung sind bei Laubholz hoch (z.B. Eiche und Buche) und bei Nadelholz niedrig (z.B. Fichte, Tanne, Kiefer). Die zulässige Druckspannung von Nadelhölzern beträgt in Faserrichtung etwa 10 N/mm^2 und senkrecht zur Faserrichtung 2 N/mm^2 .

Holz kann sich bei Temperaturen von 340 °C aufwärts spontan von selbst entzünden. Bei genügend langer vorhergehender Erwärmung ist jedoch eine Selbstentzündung bereits bei Temperaturen ab 150 °C aufwärts möglich.

Nach dem Anbrennen des Holzes bildet sich auf der Oberfläche eine Schicht Holzkohle, die aufgrund ihrer geringen Wärmeleitfähigkeit (etwa $1/6$ der des Holzes) die weiter innen gelegenen Holzschichten schützt. Angekohlte, massive Holzbauteile behalten noch lange nahezu ihre volle Tragfähigkeit. Zudem ist die Wärmeausdehnung von Holzbauteilen im Brandfalle unbedeutend.

Das Verhalten von Holzbauteilen im Brandfalle ist insgesamt relativ gut vorhersehbar. Am stärksten gefährdet sind feingliedrige Holzbauteile (Fachwerkstreben in Holz-Fachwerkbindern), sowie Knoten- und Anschlusspunkte, da hier oftmals stählerne Verbindungsmittel verwendet werden (Nägel, Bolzen, Nagelplatten).

Natursteine

Im Brandfalle bauen sich bei Natursteinen aufgrund ihres uneinheitlichen Gefüges und ihrer Dichte hohe innere Spannungen auf, die zum schlagartigen Zerplatzen des Steins führen können. Sandstein zerplatzt nicht, verliert aber auch bei Temperaturen ab etwa 500 °C seine Festigkeit.

4.2. Künstliche Baustoffe

Künstliche Baustoffe bieten oft Materialeigenschaften, die von natürlichen Baustoffe nicht erreicht werden können.

Gebrannte Steine

Ziegel, Steinzeuge, Rohre und Fliesen weisen bereits in Folge ihres Herstellungsverfahrens ein sehr gleichmäßiges Gefüge, sowie eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Brandbelastung auf.

Ungebrannte Steine

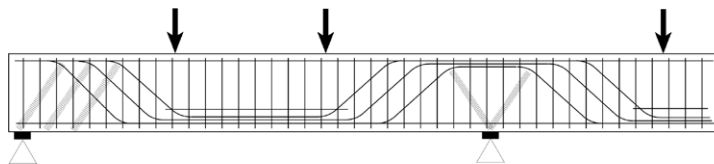
Ungebrannte Steine sind Kalksandsteine, Betonsteine, Leichtbetonsteine, sowie Gipsbauplatten. Auch sie sind gleichmäßiger im Gefüge als Natursteine und daher auch entsprechend widerstandsfähiger gegen Brandbelastung.

Stahlbeton

Beton besteht aus Zement, Zuschlagstoffen und Wasser. Betonbauteile können hohe Druckkräfte aufnehmen, jedoch nahezu keine Zugkräfte. Diese werden in zug- und biegebeanspruchten Bauteilen durch Bewehrungsseisen aufgenommen (Stahlbeton). Die Bewehrungsseisen verhindern ein Aufreißen des Beton auf der Zugseite (siehe Bild 5). Bei länger andauernder Erhitzung verliert der Beton zunächst das in ihm enthaltene physikalisch gebundene Wasser.

Ab 400 °C aufwärts beginnt die Zersetzung von einzelnen Bestandteilen des Zementsteins, wodurch ein Rückgang in der Druckfestigkeit zu beobachten ist. Oberhalb 600 °C werden zusätzlich die Zuschlagsstoffe angegriffen, so dass es zu weiteren Festigkeitseinbußen und Abplatzungen kommt. Infolge der Abplatzungen werden die Stahleinlagen schnell erhitzt und beginnen sich zu dehnen. Bei großflächigen Abplatzungen und freiliegender Bewehrung besteht höchste Einsturzgefahr.

Die Durchwärmung von Stahlbetonbauteilen geht infolge der geringen Wärmeleitfähigkeit langsam vonstatten. Auch kann man aufgrund des Zustandes brandbeaufschlagter Bauteile im Vergleich zu Stahlbauteilen noch relativ gut abschätzen, ob ein Einsturz bevorsteht oder nicht.



Bewehrungsführung und Tragverhalten von Stahlbetonbalken

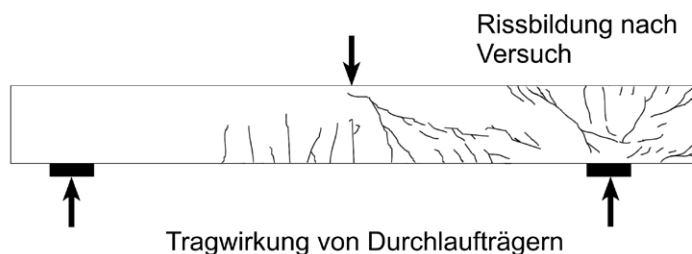


BILD 5: BEWEHRUNG UND TRAGVERHALTEN

Spannbeton

Es gibt zwei Fertigungsverfahren für Spannbeton. Beim Vorspannen vor dem Verbund werden die Stahleinlagen vor dem Einbringen des Betons von zwei starren Widerlagern aus gespannt. Wenn der Beton erhärtet ist, wird die Vorspannung an den Widerlagern gelöst und die Spannkraft überträgt sich auf den Beton, der zusammengedrückt wird (siehe Bild 6).

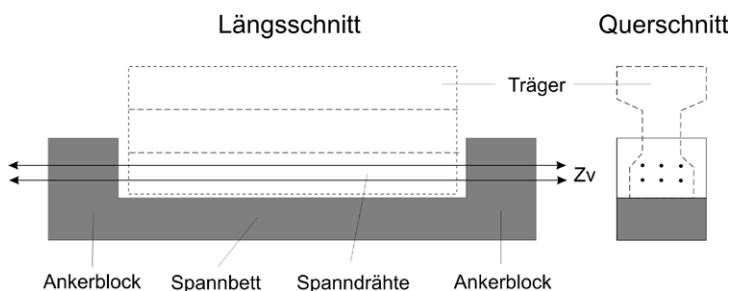


BILD 6: VORSPANN VOR DEM VERBUND

Beim Vorspannen mit nachträglichem Verbund werden zunächst Hüllrohre anstelle der Spanndrähte einbetoniert. Nach dem Erhärten des Betons werden die Spanndrähte in die Hüllrohre eingezogen und gespannt. Anschließend werden die Hohlräume zwischen Spann Stahl und Hüllrohr mit Zementmörtel ausgepresst.

Die Vorspannung bewirkt eine Durchbiegung des Bauteils, die entgegengesetzt zur späteren Durchbiegung im Gebrauchszustand verläuft. Die anschließende Durchbiegung unter Belastung ist im Vergleich zu der bei Stahlbetonbauteilen sehr gering, da beispielsweise an der Unterseite eines Betonbalkens im Beton keine Zugkräfte mehr auftreten können (siehe Bild 7).

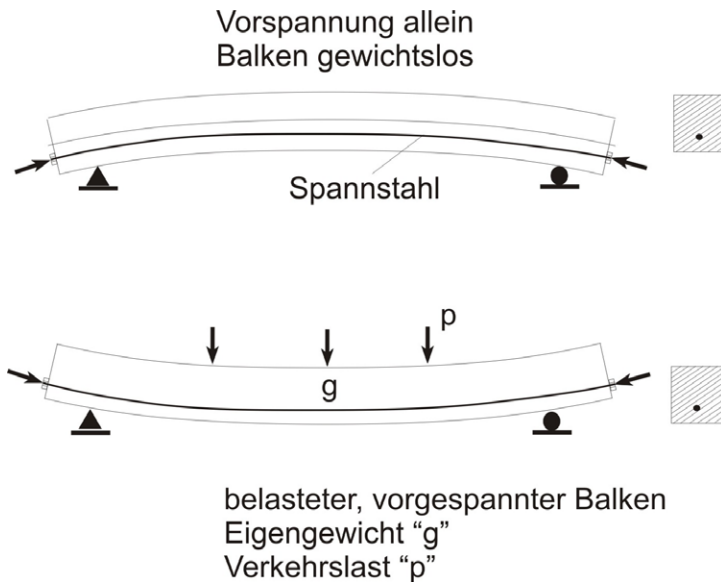


BILD 7: VORSPANNUNG MIT NACHTRÄGLICHEM VERBUND

Spann betonteile sind feingliedrig und weit gespannt. Im Brandfalle liegt die kritische Temperatur des Spannstahls bei knapp über 350°C. Bereits ein geringes Nachlassen der Vorspannkraft im Spannstahl führt zu sofortigem Einsturz ohne Vorwarnung.

Baustahl

Baustahl findet im Hochbau vorwiegend als Profilstahl Verwendung. Auf Grund seines dichten und homogenen Gefüges kann er sowohl große Druck- als auch Zugkräfte aufnehmen. Seine Wärmeleitfähigkeit ist im Vergleich zu Holz und Beton sehr groß, daher sind ungeschützte Stahlbauteile bereits nach kurzzeitiger Erhitzung durchwärmt und haben ihre Umgebungstemperatur angenommen. Stahl wird bei zunehmender Erhitzung „weich“; bleibende Verformungen treten auf. Die Versagenstemperatur von Stahlbauteilen liegt bei ca. 500 °C. Aber auch unterhalb der Versagenstemperatur besteht bei Stahlkonstruktionen infolge des „Dehnungsverhaltens“ Einsturzgefahr.

Bei Erhitzung um 100 °C dehnt sich Stahl um 1,2 % seiner ursprünglichen Länge aus. Angrenzende Bauteile können dadurch verschoben werden. Auch kann ein Stahlträger, der sich nach einem Brandfall infolge der Abkühlung wieder auf seine ursprüngliche Länge zusammenzieht, von seinen Auflagern abrutschen. Das Verhalten von Stahlkonstruktionen ist im Brandfall daher unberechenbar.

5. BAUTEILE

Bauteile sind die einzelnen Elemente aus denen sich ein Bauwerk zusammensetzt. Sie sind nach DIN 6789 definiert und können sogar einzelne Baustoffe umfassen.

Wände

Tragende Wände nehmen senkrechte und waagrechte Lasten auf.

Aussteifende Wände werden zur Knickaussteifung tragender Wände eingebaut; auch andere tragende Wände können eine aussteifende Funktion haben.

Nichttragende Wände werden meist nur durch ihr Eigengewicht beansprucht; können jedoch als Außenwände auch Windlasten auf tragende Wände übertragen.

Stützwände sollen das hinter ihnen liegende Erdreich abstützen.

Decken

Gewölbedecken findet man in den Kellern alter Gebäude. Sie bestehen meistens aus Ziegelmauerwerk.

Eine Sonderform stellt die „preußische Kappendecke“ dar, die infolge ihrer eingearbeiteten Stahlträger im Brandfall sehr stark einsturzgefährdet ist (siehe Bild 8).

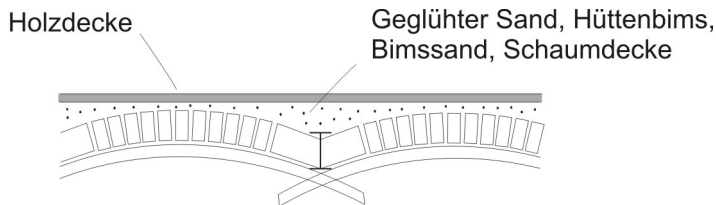


BILD 8: GEWÖLBEDECKE

Plattendecken bestehen aus Beton mit eingelegten Baustahlmatten und sind im Wohnungsbau sehr verbreitet. Bei Balkendecken bestehen die tragende Elemente entweder aus Holz- (siehe Bild 9), Stahl- oder Betonelementen (siehe Bild 10) mit oder ohne Zwischenbauteilen (s. Bild 9).

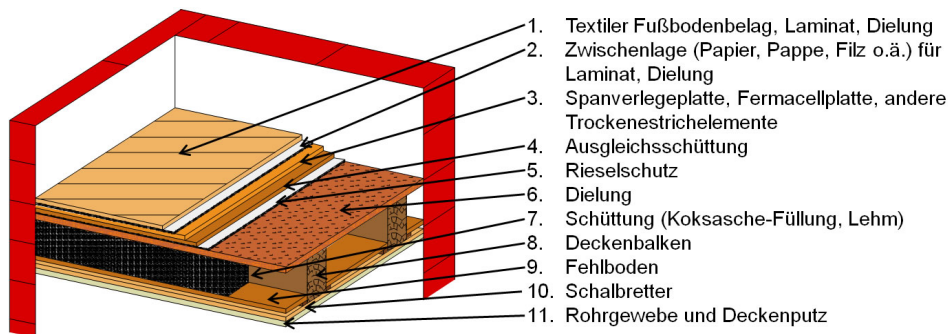


BILD 9: BALKENDECKE AUS HOLZ

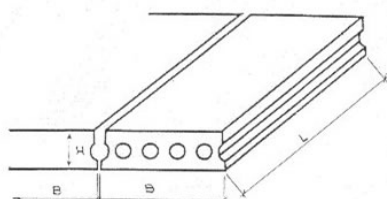


BILD 10: DECKE AUS STAHLBETONHOHLDIELN (QUELLE: WWW.KOTERSKI-BETONWAREN.DE)

Bei *Plattenbalkendecken* bzw. *Stahlbetonrippendecken* sind Tragbalken und Oberdecke in einem Stück gegossen (siehe Bild 11).

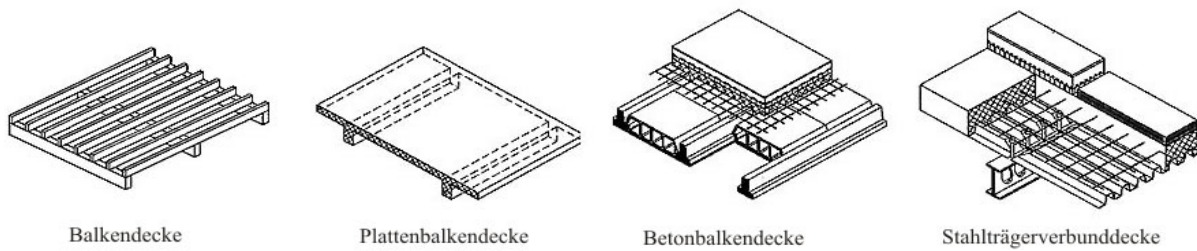


BILD 11: PLATTENBALKENDECKE (QUELLE:WWW.ARCH-FORUM.CH)

Die *Kassettendecke* ist ein Sonderfall der Stahlbetonrippendecke mit sich kreuzenden Betonrippen.

Träger

Träger sind meist waagrecht aufgelagerte, vorwiegend biege-beanspruchte tragende Bauteile (Deckenbalken, Unterzüge, Fensterstürze).

Binder

Binder sind freitragende Dachkonstruktionen, die, sofern es sich um Stahl oder Holzkonstruktionen handelt, oftmals in Fachwerkbauweise ausgeführt werden (siehe Bild 12). Es gibt jedoch ebenfalls stählerne oder hölzerne „Vollwandbinder“.

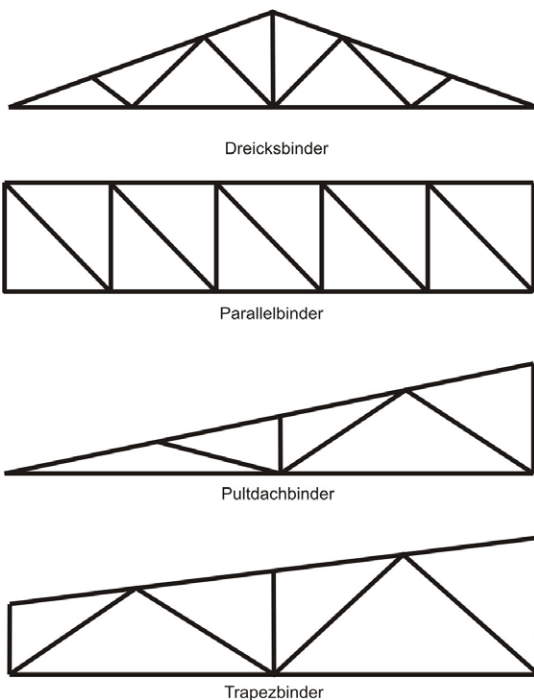


BILD 12: BINDERFORMEN

Pfeiler, Säulen und Stützen

Pfeiler, Säulen und Stützen finden oft im Fertigteilbau Verwendung. Sie sind stets hohen Druckkräften ausgesetzt und bei Überbelastung knickgefährdet. Im Brandfall muss bei diesen Bauteilen von einer allseitigen Beflammung ausgegangen werden.

6. DÄCHER

Das Dach als abschließendes Gebäudeteil unterteilt sich in Dachtragwerk und Dachdeckung. Das Dach eines Bauwerks kann in verschiedenen Dachformen ausgeführt sein, deren Eigenschaften und Konstruktion auch für den Feuerwehreinsatz interessant sein kann.

Dachformen und Dachlinien

Einen Überblick über die verschiedenen Dachformen gibt das Bild 13. Die Dachlinien haben ebenfalls eine eindeutige Benennung, die Bild 14 erklärt.

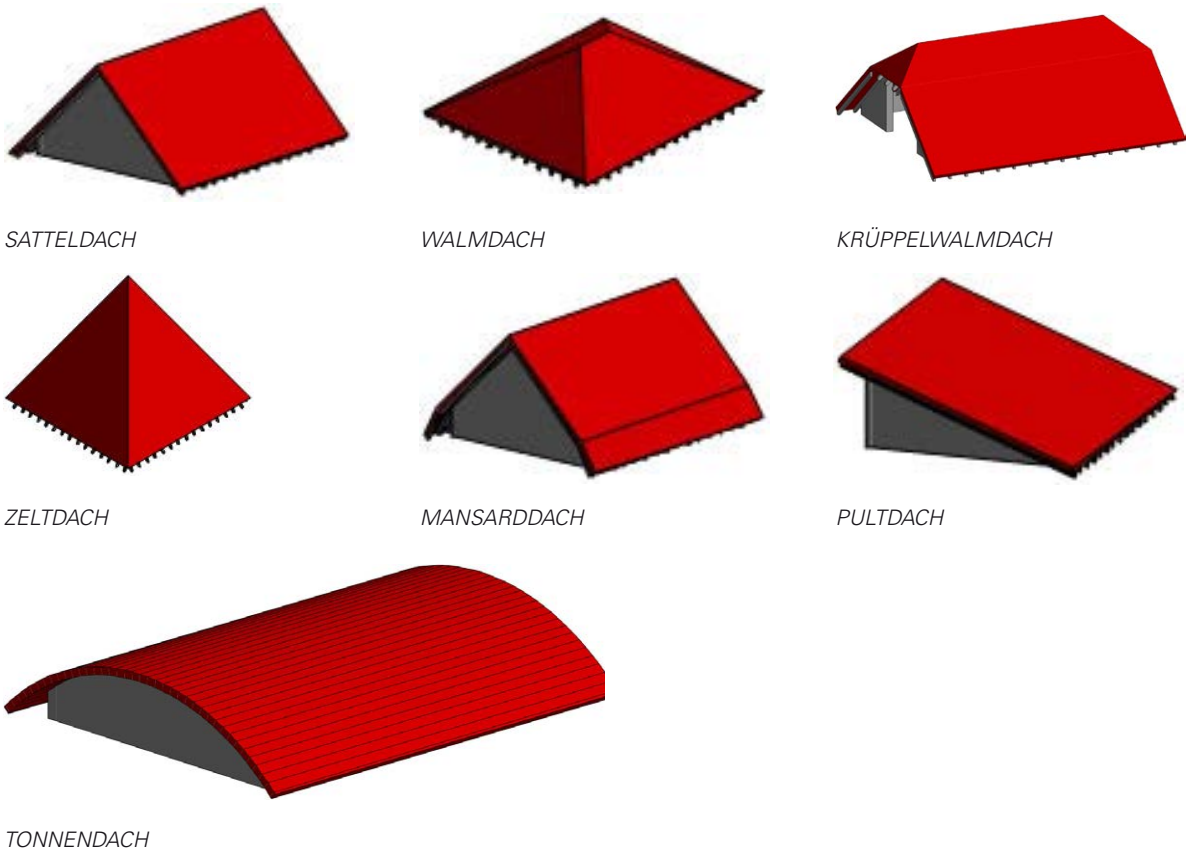


BILD 13: DACHFORMEN

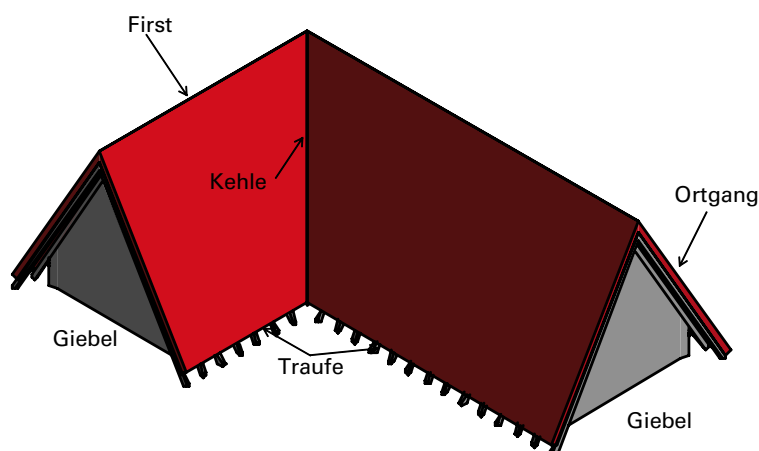


BILD 14: DACHLINIEN

Das Sparrendach

Beim Sparrendach bilden jeweils zwei Sparren (Gespärre) mit der darunter liegenden Decke ein steifes Dreieck. Die Sparren werden biege- und druckbelastet. Die Anschlüsse an den Fußpunkten müssen dabei so ausgeführt werden, dass sie die relativ hohen auftretenden Horizontalkräfte aufnehmen können. Die Längssteifigkeit des Gespärres wird durch diagonal unter den Sparren angeordneten „Windrispen“ sicher gestellt (siehe Bild 15). Im Brandfall stürzt beim Versagen eines Knotenpunktes oder eines Sparren der gegenüberliegende Sparren auch ein.

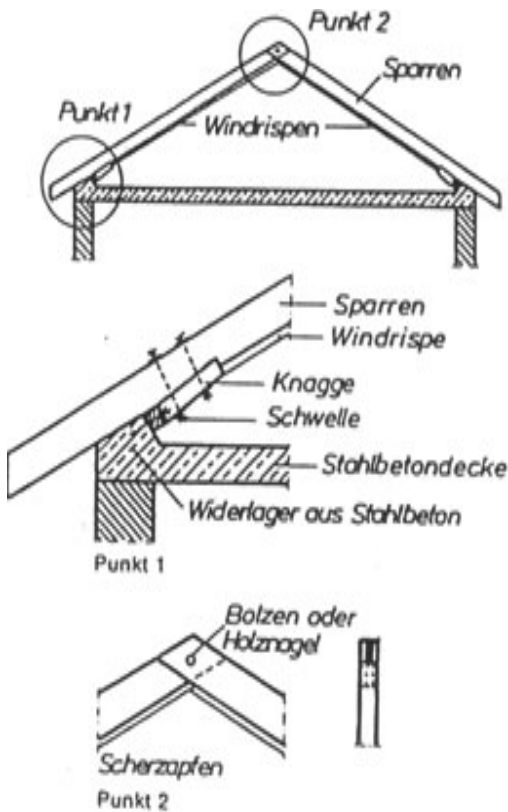


BILD 15: SPARRENDACH

Das Kehlbalkendach

Dächer mit großer Spannweite (größer als 4,5 m) werden als Kehlbalkendächer ausgeführt. Das Sparrenpaar wird dabei zusätzlich durch die Anordnung eines waagrechten Kehlbalkens aussteift (siehe Bild 16). Der Kehlbalken kann, je nach Lastfall, sowohl auf Druck als auch auf Zug beansprucht werden.

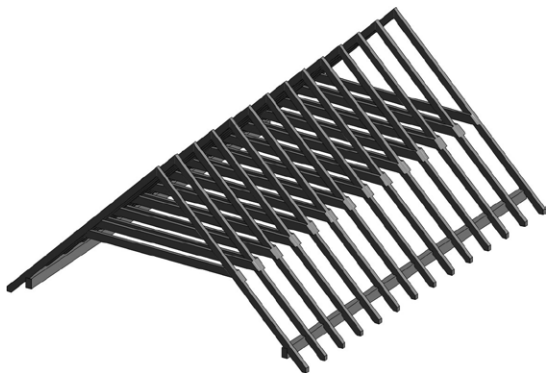


BILD 16: KEHLBALKENDACH

Das Pfettendach

Abhängig von der Gebäudebreite wird der Pfettendachstuhl einfach, zweifach oder dreifach stehend ausgebildet. Die Sparren lagern an den Fußpunkten auf Schwellen oder Fußpfetten. Beim einfach stehenden Dachstuhl ist nur eine Firstpfette als oberes Auflager für die Sparren vorhanden. Beim zweifachen stehenden Stuhl wird auf die Firstpfette verzichtet; dafür wird im oberen Sparrendrittel eine Mittelpfette angeordnet. Der dreifach stehende Dachstuhl hat neben einer Mittelpfette zusätzlich eine Firstpfette (siehe Bild 17). Die Pfetten sammeln die senkrechten Dachlasten und leiten sie über Pfosten auf die tragenden Decken oder auf tragenden Wände weiter. Bei schräg angeordneten Pfosten (Streben) spricht man von einem liegenden Pfettendachstuhl.

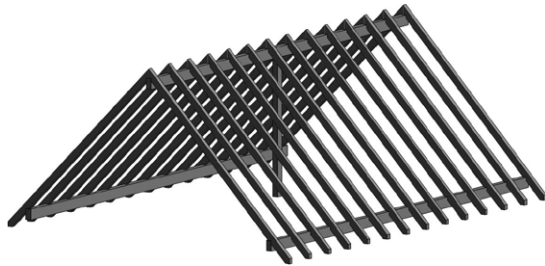


BILD 17: PFETTENDACH

7. BAUARTEN

Mit der Bauart wird die Art der Zusammenfügung der Baustoffe und Bauteile beschrieben. Grobe Unterscheidungsmerkmale sind z.B.:

- Mauerwerksbau
- Stahlbetonbau
- Spannbetonbau
- Holzbau
- Stahlbau
-

Natürlich kommen im Hochbau vielerlei Mischformen der verschiedenen Bauarten vor. Es ist daher präzise, zusätzlich noch bei der Beschreibung eines Gebäudes das Bauefüge anzugeben wie z.B.:

- Fachwerkbau
- Massivbau (nur beim Baustoff Beton gebräuchlich)
- Fertigteilbau
- Tafelbau
- Skelettbau (Gerippebau)
- Verbundbau

Ein Bauwerk kann nun exakt beschrieben werden, z.B.:

- Holz-Fachwerkbau mit Mauerwerksausführung
- Stahlbeton-Massivbau (im Unterschied zum Stahlbeton-Fertigteilbau)
- Holz-Tafelbau
- Stahl-Skelettbau mit Gasbeton-Fertigteilausfachung

Beim Skelettbau werden sämtliche Lasten über die Stützen ins Erdreich weitergeleitet. Wichtig ist insbesondere bei leichteren Bauarten (Holzbau, gegebenenfalls auch Stahlbau), dass in einem Brandfalle die der Quersteifigkeit dienenden Bauteile (Wandscheiben, diagonale Streben) ihre Tragfähigkeit behalten da ansonsten das gesamte Bauwerk wie ein Kartenhaus einstürzen kann.

8. BAUWEISEN

Unter der Bauweise versteht man die Anordnung von Gebäuden auf Grundstücken.

Offene Bauweise

Die Gebäude werden mit seitlichem Grenzabstand als Einzelhäuser, Doppelhäuser oder als Hausgruppen mit der Länge von höchstens 50 m errichtet.

Geschlossene Bauweise

Die Gebäude werden ohne seitlichen Grenzabstand errichtet (Hausgruppen).

Bebauungsweisen

Unter der Bebauungsweise versteht man die Art und Anordnung der Gebäude unter Einbeziehung ihrer Geschosshöhe (im Gegensatz zur Bauweisen, bei der die Geschosshöhe nicht berücksichtigt wird).

Art der Gebäude:

- Einzelhaus
- Doppelhaus
- Reihenhauses
- Eckhaus
- Hausgruppe

Anordnung der Gebäude:

- Reihenbebauungsweise
- Zeilenbebauungsweise

Geschosshöhe der Gebäude:

- eingeschossiges Haus
- mehrgeschossiges Haus (Genaue Angabe der Geschosse)
- Hochhaus