

Einführung Bautechnik, Gebäudetechnik, Bauprozess

Allgemein

Das Modul vermittelt die grundsätzlichen Aspekte, der Hochbaukonstruktion von Massiv- und Stabbauweisen hinsichtlich Tragwerksgestaltung und der Bauphysik. Die Teilnehmenden sollen in die Lage versetzt werden, einfache Konstruktionen überschauen sowie deren typischen Bauschäden einschätzen zu können. Wir stellen die beiden grundsätzlichen Konstruktionsweisen Stabwerk und Massivbau in den Mittelpunkt der Betrachtung und erläutern deren typische Konstruktionen vom Fundament über die Wand bis zum Dach, sowie deren bauphysikalischen Aspekte.

Die Studierenden sollen die wesentlichen Grundlagen des Bauens kennen und anwenden lernen, um mit deren Hilfe Immobilien hinsichtlich ihrer Konstruktion einschätzen und beurteilen zu können.

Anhand von Vorlesungen werden den Studierenden Vorgehensweisen und Techniken vermittelt, die unterschiedlichen Forderungen, die an ein Bauwerk gestellt werden, zu erkennen, zu analysieren. Dazu gehören Grundwissen über Materialkunde, Bau- und Bauwerkstheorie sowie Baugeschichte.

Zum Eingang sollen deshalb die wichtigsten Kenntnisse zur Materialkunde aufgefrischt werden:

Materialkunde

Stein

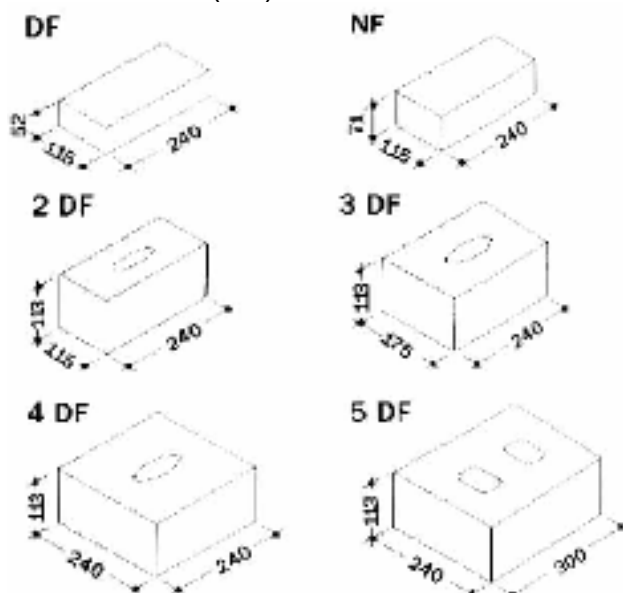
künstliche Mauersteine

Ziegel

Ziegel werden aus Lehm (Sand-Ton-Gemisch), Ton oder Tonmergel, teilweise unter Zusatz von Magermitteln, nass von Hand oder in Strangpressen geformt. Die gängigen Formate sind in der DIN 105 geregelt:

Normalformat (NF) – Deutschland:

24 × 11,5 × 7,1 cm



Für das Bauen im Bestand und bei Bauwerkssanierung immer noch von Bedeutung:

Reichsformat (RF) – Deutschland:

25 x 12,0 x 6,5 cm

Nach der Formung werden die Ziegel getrocknet und anschließend bei 900° C gebrannt. Dabei tritt an der Außenseite eine Verklinkerung ein, die den Stein gegen Umwelteinflüsse dauerhaft macht. Diese Schicht darf nicht zerstört werden, beispielsweise bei Reinigung alter Gebäude (keinesfalls Sandstrahlen!), sonst geht der Stein kaputt.

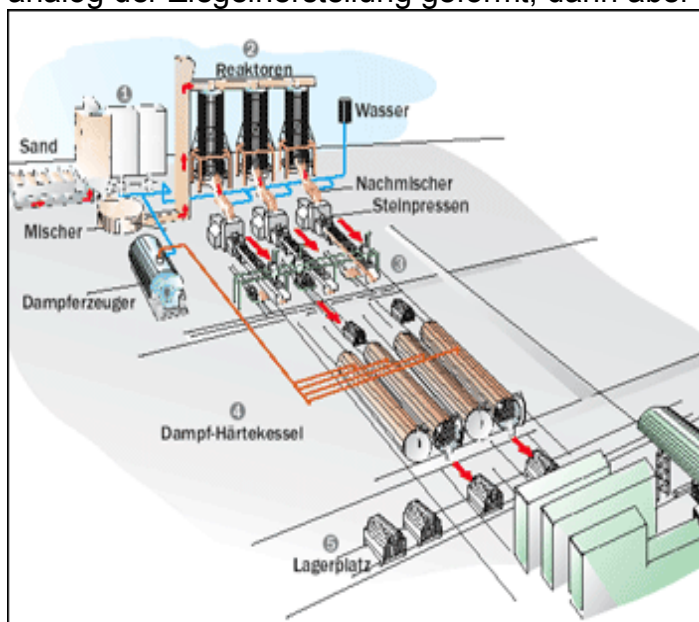


Klinker sind Ziegel, die aus besonders qualitativollen Grundstoffen, oft mit Zusatz von mineralischen oder metallischen Zusätzen hergestellt werden. Sie werden bei 1200° C bis zur Sinterphase (Schmelzprozess) gebrannt. Dadurch werden Klinker besonders hart und widerstandsfähig. Da die Wasseraufnahme bei 3 - 6% begrenzt ist sind Klinker frostsicher.

Porenziegel entstehen durch Beimischung von Sägespänen, Styroporkügelchen oder Kohlengruss unter die Grundstoffe. Beim Brennen der Ziegel hinterlassen diese Zusätze Gaseinschlüsse im Ziegel. Dadurch reduziert sich dessen Gewicht, wobei gleichzeitig der Wärmedurchgangskoeffizient steigt.

Kalksandstein

Kalksandsteine werden aus gebranntem Kalk (CaO) und Quarzsand im Verhältnis 1 : 12 analog der Ziegelherstellung geformt, dann aber bei 200° C unter Dampfdruck gehärtet.



Natürliche Mauersteine

Die wichtigsten natürlichen Steinarten sind: **Kalkstein**, **Sandstein**, **Granit**, **Basalt**.

Im Bauwesen kommen Natursteine heute in der Regel nur noch für den Ausbau in Betracht. Bei der Sanierung alter Bauwerke wird man allerdings, deren typische Qualitäten und Eigenschaften zu untersuchen haben.

In der Regel werden aber Natürliche Mauersteine genauso verwendet, wie künstliche.



Roter Kalkstein



Kalk-Sinter-Terrassen von Pamukkale, Türkei



Sandstein (mit Bohrgängen von Würmern)



Sandstein (vergrößert)



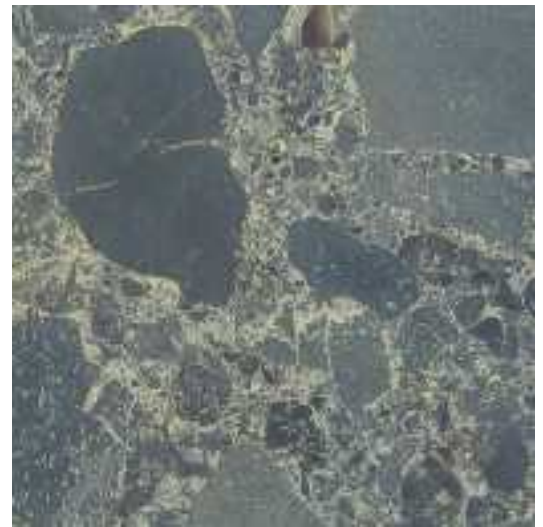
Granit



Vergrößerung: Feldspat, Quarz und Glimmer



Basaltsteinbruch



Basaltprobe

Mörtel

Der Mörtel dient im Mauerwerksbau zum Ausgleich der Mauersteine, und um eine gleichmäßige Druckübertragung zu gewährleisten. Nicht jedes Mauerwerk muss mit Mörtel vermauert werden (Trockenmauerwerk). Natürlich wirkt der Mörtel auch „klebend“. Dieser Aspekt wird heute immer wichtiger.

Der Mörtel besteht aus einem Bindemittel (Kalk, Zement), einem Zuschlagsstoff (Sand) und Wasser, je nach Anwendung in verschiedenen Mischungsverhältnissen. Nach diesen Mischungsverhältnissen unterscheidet man gem. DIN Anhang A der DIN 1053-1 vier Mörtelgruppen.

Mörtel wird als dünne Schicht, etwa 1 cm, aufgetragen und der Mauerstein dann in den Verband gesetzt. Beim Trocknen bindet der Mörtel ab und wird hart. Dabei verliert der Mörtel Volumen. Dadurch schrumpft das Mauerwerk, pro Fuge bis zu 1 mm.



Mörtel: Hart, spröde, Trockenrisse

Unterschieden werden die Mörtelgruppen aber auch nach deren Bindemitteln:

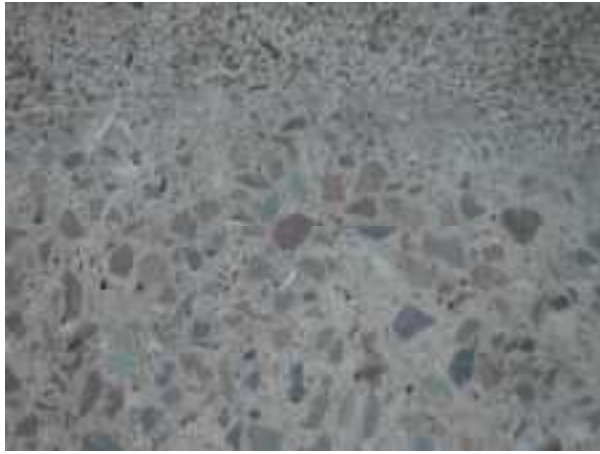
Kalkmörtel

Das Bindemittel ist gemäß DIN 1060 gelöschter Kalk, $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Kalkmörtel ist der Standardmörtel im Mauerwerksbau.

Zementmörtel

Das Bindemittel ist Zement. Wegen seiner höheren Härte und Klebkraft wird Zementmörtel bei besonderen Anforderungen eingesetzt. Er ist allerdings teurer als Kalkmörtel. Außerdem erreicht er leicht höhere Härten als der Mauerstein.

Beton

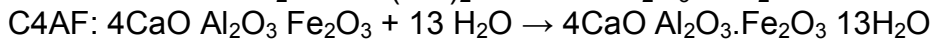
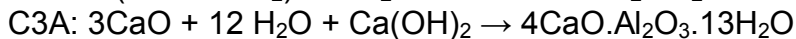
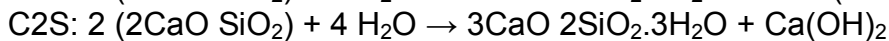
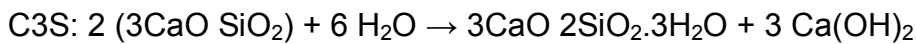


Beton; Entmischung



Betoniervorgang

Beton ist ein Gemisch, ähnlich dem Mörtel, aus Zement als Bindemittel, Zuschlagsstoffen (Quarzkies in verschiedenen Korngrößen), Zusatzmittel und Wasser, das in Schalungen gegossen werden kann. Chemisch besteht Zement aus **gebranntem Kalk**, CaO, **Aluminiumoxyd**, Al₂O₃, und **Siliciumoxyd**, SiO₂. Der Abbindeprozess, nach DIN in 28 Tagen erreicht, kann wie folgt beschrieben werden:



Vereinfacht kann man sagen: Aus einer zähflüssigen Masse wird ein künstliches Fels-gestein. Es ist hochfest, hoch druckfest, in Grenzen wasserundurchlässig und umwelt-beständig.

Der Beton wird gem. DIN 1045-1 und -2 in folgende Betonfestigkeiten aufgeteilt:

Druckfestigkeitsklassen für Normalbeton nach DIN 1045-1 und DIN1045-2*				
Überwachungs- klasse	Festigkeits- klasse	charakteristische Zylinderdruck- festigkeit (N/mm ²)	Mittelwert der Würfel- druckfestigkeit f _{cm} (N/mm ²)	Mittlere Zugfestigkeit(N/mm ²)
1	C8/10*	8	-	-
	C12/15	12	20	1,6
	C16/20	16	24	1,9
	C20/25	20	28	2,2
	C25/30	25	33	2,6
2	C30/37	30	38	2,9
	C35/45	35	43	3,2
	C40/50	40	48	3,5
	C45/55	45	53	3,8
	C50/60	50	58	4,1

3	C55/67	55	63	4,2
	C60/75	60	68	4,4
	C70/85	70	78	4,6
	C80/95	80	88	4,8
	C90/105	90	98	5,0
	C100/115	100	108	5,2

Ein gebräuchlicher Beton ist z.B. C25/30 entsprechend der alten Betonklasse B35

Die hohe Härte aber bedingt eine hohe Sprödigkeit. Daraus folgt eine geringe Zug- und Biegefestigkeit.

Stahlbeton

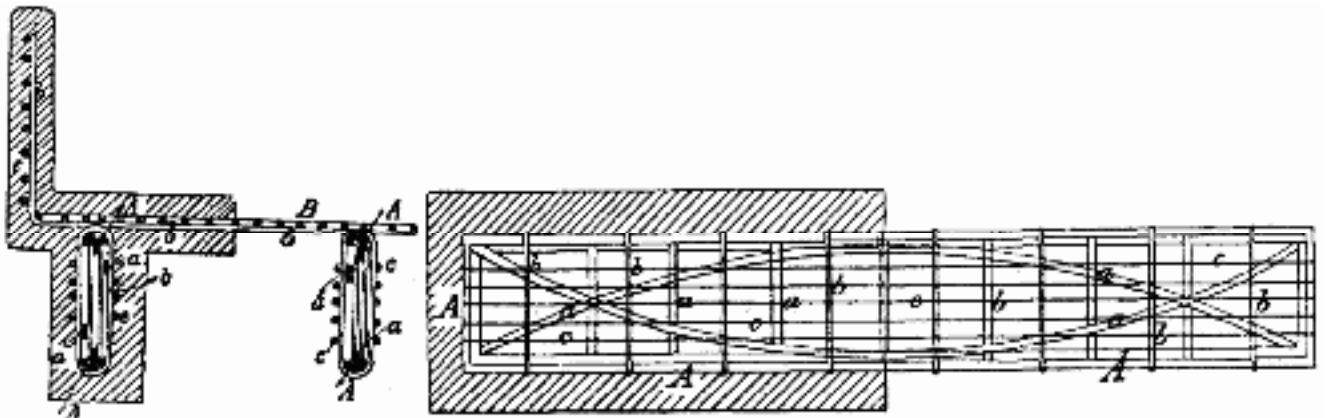
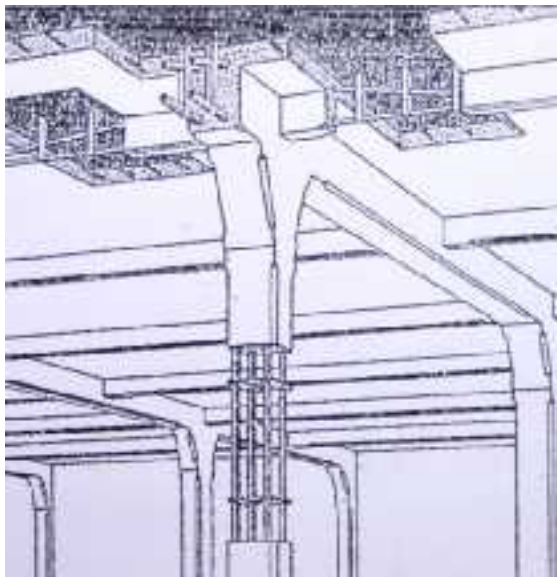


Fig. 1. Patentzeichnung Moniers für Eifenbetonbalken vom Jahre 1878 (Querschnitt und Längenschnitt).

Um diese Eigenschaften dem Beton zusätzlich zu verleihen, entwickelte man den **Stahlbeton** (Monier, 1867). Der Stahl wird in Stabform als Bewehrung in den Beton eingelegt, bzw. in die Schalung wird die Bewehrung mit Abstand eingebaut und gesichert, der Beton hineingegossen und verdichtet.



Bewehrung nach Hennebique

Der **Stahl** übernimmt im Bauteil alle **Zug-** und **Biegebeanspruchungen**, der **Beton** alle Beanspruchungen auf **Druck**. Dabei resultieren die Belastungen nicht nur aus äußeren Lastannahmen, sondern auch aus Spannungen innerhalb des Materials. Beton kriecht und schwindet. Daraus resultierende Risse verhindern beispielsweise die Wasserdichtigkeit des Bauteils.



Ein besonderes Problem des Stahls ist jedoch, dass er in Gegenwart von Luft und Wasser rostet. Dies wird durch die basischen Anteile im Beton verhindert. Dazu muss allerdings die Stahlbewehrung allseitig und mit genügend Abstand von Beton umgeben sein. Man spricht von der **Betondeckung**, üblicher Weise 2 – 3 cm.

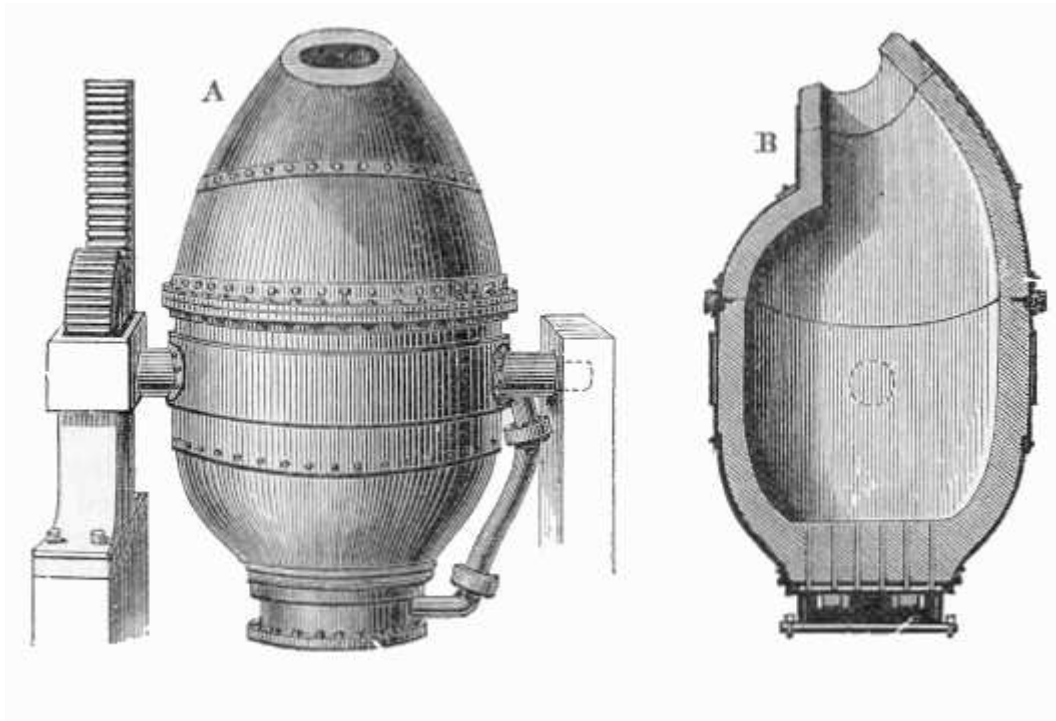
Bewehrungsstahl wird gem. DIN 1045-1:2001-07 klassifiziert und zwar als **Betonstabstahl** BSt 500S, als Stabstahl mit Durchmessern von 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 28, 32, 40 und 50 mm, wobei in Deutschland Anfang 2006 nur bis 28 mm keine besondere Zulassung erforderlich war und Lieferlängen bis 24 m üblich sind.

Betonstahlmatten BSt 500M, in verschiedenen Varianten, als fertig verschweißte Matten aus geripptem und profiliertem Betonstabstahl bis Durchmesser 12 mm.

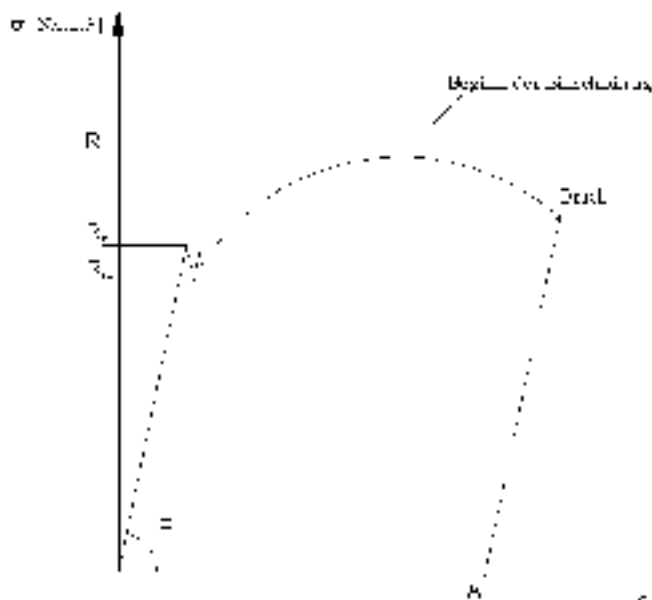
Stahl

Als Stahl bezeichnet man gem. DIN EN 10020 alle Legierungen, deren Hauptbestandteil Eisen ist und deren Kohlenstoffgehalt unter 2 % liegt. Bei höherem Kohlenstoffanteil spricht man von Eisen.

Zunächst wird Eisen bei 1.500 bis 1.800° C aus Eisenerz in der Regel im Hochofen gewonnen. Danach wird das Roheisen mit Zuschlagstoffen im Konverter zu Stahl veredelt.



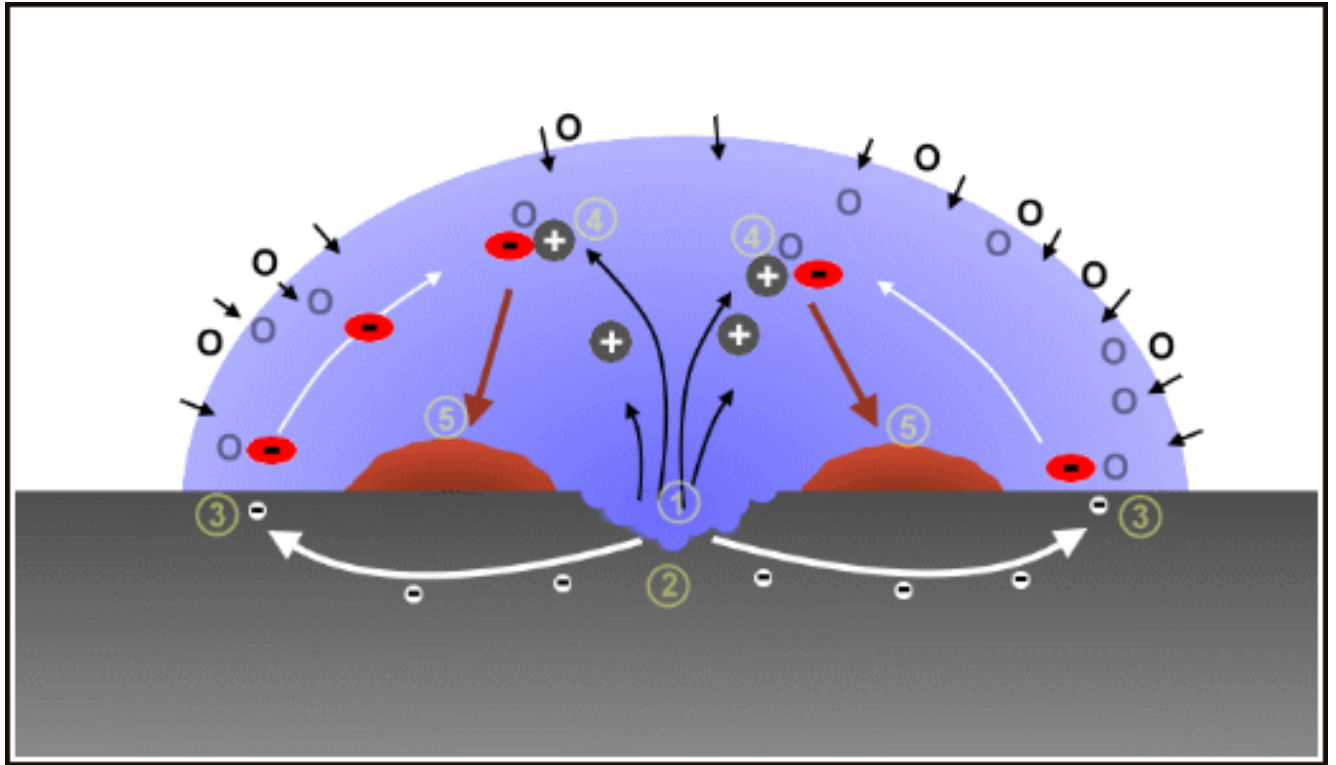
Stahl ist hoch **druck-**, **zug-** und **biegefest**. Der Elastizitätsmodul beträgt im Schnitt 350 kN/mm².



typische Verformungskurve für Stahl

Daher können schon große Belastungen mit verhältnismäßig geringen Querschnitten abgetragen werden. Man spricht von schlanken Bauteilen. Schlanke Bauteile unterliegen jedoch unter Druck der Knickgefahr. Dieses Knicken ist **keine** Materialeigenschaft, sondern beruht ausschließlich auf dem Querschnitt des Bauteils. Bauteile aus Stahl werden deshalb möglichst so eingesetzt, dass sie auf Zug oder Biegung belastet werden.

Problematisch am Stahl ist, dass er seine Festigkeit bei Erwärmung verliert, z.B. bei 500° C schon um die Hälfte! Im Brandfall können nach 10 Minuten schon über 1000° C erreicht werden. Konstruktiv belastete Stahlbauteile müssen im Bauwesen in der Regel ummantelt werden.



Problematisch ist weiterhin, dass Stahl unter Einfluss von Luft und Wasser leicht **korrodiert**. Der umgangssprachliche Rost hat dabei eine **geringe Festigkeit** bei gleichzeitiger **Vergrößerung des Volumens** um das **Siebenfache**! Der Rost sprengt eine Stahlkonstruktion geradezu auf oder auch den umhüllenden Beton. Stahl und Stahlkonstruktionen sind deshalb immer gegen Korrosion zu schützen. Dies geschieht überwiegend durch Anstriche und/oder Feuerverzinken.



Trotz der Nachteile ermöglicht Stahl durch seine Zug- und Biegefestigkeit die größten Spannweiten im Bauwesen. Bevor Stahl zur Baukonstruktion in erforderlich größeren Mengen zur Verfügung stand, konnten Zug- und Biegebelastungen nur durch Holzkonstruktionen aufgenommen werden.

Holz

Holz ist ein **natürlicher** und **nachwachsender** Rohstoff, dessen Konstruktionen in der DIN 1052 (neu) geregelt werden. Als Naturprodukt hat Holz keine absolut gleichen Eigenschaften. Die diversen Holzarten unterscheiden sich in ihren Festigkeiten und diese auch noch in der Richtung und Art der Belastung. Längs zur Faser beispielsweise 10 N/mm², quer zur Faser 0,3 N/mm². Weiterhin muss beachtet werden, dass Holz seine Form und seinen inneren Verbund im Laufe der Zeit ändert.

Holzarten

Im Bauwesen unterteilt man die Hölzer grundsätzlich in Laub- und Nadelholz. Als **Nadelholz (NH)** werden hauptsächlich **Kiefer** und **Fichte** verwendet, bei ungünstigen Umweltbedingungen auch Lärche und Douglasie.

Man unterscheidet nach **Sortierklassen** nach DIN 4074-1 und 2

- **S7** für untergeordnete Bauteile: 8,0 N/mm²
- **S10** für normale Belastungen oder Bauteile: 10,0 N/mm²
- **S13** für hohe Beanspruchungen und hohe optische Qualität 10,5 N/mm²

Man unterscheidet nach Festigkeiten entsprechend der Biegefestigkeit

C 16, C 24, C 30, C 35 und C 40

Bei den Laubhölzern wird vornehmlich Buche verwendet, Eiche, Erle oder Birke spielen eine untergeordnete Rolle. Laubhölzer haben in der Regel eine höhere Festigkeit als Nadelhölzer. Auch sind die Festigkeiten in allen Belastungsrichtungen ähnlicher. Statt von Sortierklassen spricht man bei **Laubhölzern** von **Gruppen**:

- Gruppe A: 12,5 N/mm²
- Gruppe B: 13,0 N/mm²
- Gruppe C: 17,0 N/mm²

Wegen Geschwindigkeit des Wachstums von Laubbäumen, ist ihr Holz etwa um das Doppelte teurer als von Nadelbäumen.

Schnittklassen

Vom Holz bis zum Bauteil unterteilt man das Material entsprechen in

Vollholz

Baurundholz besteht aus entästeten, entrindeten oder rundgeschälten Baumstämmen bzw. Stammabschnitten.

Bauschnittholz **Kantholz** wird aus Rundholz durch Sägen parallel zur Stammachse hergestellt, hat eine Mindestdicke von 6 cm und in der Regel einen (zumindest annähernd) rechteckigen Querschnitt. Es kann scharfkantig sein (Schnittklasse S nach DIN 68365) oder Baumkanten haben (Schnittklassen A, B oder C).

Der **Balken** ist eine Sonderform des Kantholzes. Beim Balken misst die längere Seite des Querschnitts mindestens 20 cm.

Als Bauschnittholz hat eine **Bohle** eine Dicke von mindestens 40 mm und eine Breite von mindestens der dreifachen Dicke.

Ein **Brett** hat eine maximale Dicke von 40 mm und eine Breite von mindestens 80 mm. Bretter zur Herstellung von Brettschichtholz können auch größere Dicken als 40 mm aufweisen.

Eine **Latte** ist ebenfalls bis 40 mm dick, hat aber im Gegensatz zum Brett eine Breite von maximal 80 mm.

Brettschichtholz

Brettschichtholz (BSH) aus ca. 30 bis 40 mm dicken Lamellen Holz. Die Holzart darf innerhalb eines Brettschichtbinders nicht gewechselt werden. Es kommen vor allem Fichte, Kiefer oder Buche zum Einsatz. Der Brettschichtbinder kann jedoch in fast jeder Krümmung verleimt werden!

Brettschichtholz wird nach der neuen DIN 1052 (August 2004) in die Klassen GL24h, GL24c, GL28h, GL28c, GL32h, GL32c, GL36h und GL36c eingeteilt. GL steht dabei für "Glued Laminated Timber" = Brettschichtholz. Die nachfolgende Zahl gibt die zulässige Biegespannung in N/mm² an. Das c bzw. h steht für kombiniertes bzw. homogenes Brettschichtholz. Wobei kombiniert dafür steht das es aus 2 Decklamellen mit hoher Qualität und Mittelamellen aus weniger guter Qualität besteht.

Holzwerkstoffe

Unter Holzwerkstoffen versteht man zumeist Plattenwerkstoffe. Dabei können ähnlich dem Brettschichtholz Furniere verleimt werden. Dann entstehen im Volksmund Sperrholz genannte **Furnierplatten**.

Furniere dienen auch als Ober- und Unterseite von Stäbchen- oder **Tischlerplatte**, deren Kern aus Holzleisten bzw. –stäbchen bestehen.

Weiterhin können Hobel- oder Sägespäne sowie Rindenraspel mit Holzleim vermengt zu Platten gepresst werden. Dadurch erhält man die Gruppe der **Spanplatten**.

Allgemeine Holzeigenschaften

Vergleicht man die mittleren Zug- und Druckfestigkeiten von Stahl (ca. 300 N/mm²) und Holz (10 N/mm²), so ist der Unterschied rund 30-fach. Entsprechend größer müssen die Querschnitte ausfallen. Da größere Querschnitte das Risiko des Knickens bei Druckbelastungen senken, wird man Holz am besten als druckbelastetes Tragwerk konstruieren. Gleichzeitig vereinfacht diese Konstruktionsart alle Verbindungen der Bauteile untereinander.

Problematisch an Holz sind seine Empfindlichkeit gegenüber Wasser, sowie seine Anfälligkeit gegenüber tierischen und pflanzlichen Angriffen. Wesentlich hängen diese Eigenschaften von der Holzfeuchte ab. Bei einer Holzfeuchte unter 12% sind Schädigungen dieser Art zu unterbinden. Grundsätzlich müssen alle Holzkonstruktionen so gestaltet sein, dass Wasser weiträumig von den tragenden Teilen weggeführt wird und diese Teile möglichst von Luft umspült werden. Noch heute sind 400 Jahre alte Holzhäuser und –brücken in vollem Umfang gebrauchstüchtig! Diese Fragen werden durch den **Baulichen Holzschutz**, DIN 68800-2, beantwortet. Bekannt, aber auf die Dauer nicht im gleichen Umfang erfolgreich, ist der **Chemische Holzschutz** gemäß DIN 68800-3. Dem Baulichen Holzschutz ist immer der Vorzug zu geben.

Weiterhin sieht man die **Brennbarkeit von Holz** als problematisch an. Dabei lehrt die Erfahrung eines Lagerfeuers, dass dicke Balken nicht von alleine durchbrennen. Der Brandschutz geht deshalb neben der Verschalung analog zum Stahlbau von **Querschnittsvergrößerungen** tragender Holzbauteile aus. Man rechnet, eine Schicht von 3 – 4 cm zu verlieren. Der Restquerschnitt trägt dann immer noch die Nutzlast sicher ab.