

# Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen

## Baustoffe

### Stahl














- nicht brennbar
- sehr guter Wärmeleiter, gleichmäßige Erwärmung
- nimmt Zug- und Druckbelastungen auf
- bis zu gewissen Grenzen elastisch (geht nach Belastung in die ursprüngliche Form zurück)

im Brandfall:

- starke Wärmeausdehnung
  - Berechnung: Wärmeausdehnungskoeffizient · erhitze Länge (Spannweite) · Temperaturdifferenz  
Beispiel: 25 m Spannweite, Erwärmung um 600 °C (bzw. Kelvin)  
 $0,01 \text{ mm}/(\text{m}\cdot\text{K}) \cdot 25 \text{ m} \cdot 600 \text{ K} = 150 \text{ mm} = 15 \text{ cm!}$
  - sich ausdehnende Träger können angrenzende Konstruktionen verschieben/umstoßen,
  - entwickeln enorme Kräfte wenn die Ausdehnung behindert wird
  - können beim Erkalten (bzw. beim schnellen Abkühlen durch Löschmittel) herunterfallen, wenn Sie das Auflager im erhitzten Zustand weggedrückt haben und danach „zu kurz“ sind
- verliert bei Erwärmung seine Festigkeit
  - 50% bei ca. 500°C
  - 2/3 bei ca. 700°C
  - bei noch höheren Temperaturen ist mit Einsturz zu rechnen, da die Tragfähigkeit dann nicht einmal mehr für das Eigengewicht ausreicht.
- Brandübertragung durch Wärmeleitung
- schlagartiger Einsturz, kündigt sich nicht an

### wichtige Daten

#### Glühfarben

Farbe	Temperatur
 Dunkelbraun	550 °C
 Braunrot	630 °C
 Dunkelrot	680 °C
 Dunkelkirschrot	740 °C
 Kirschrot	780 °C
 Hellkirschrot	810 °C
 Hellrot	850 °C
 Gut Hellrot	900 °C
 Gelbrot	950 °C
 Hellgelbrot	1000 °C
 Gelb	1100 °C
 Hellgelb	1200 °C
 Gelbweiß	>1300 °C

Dichte	ca. 7,85 kg/dm <sup>3</sup>
Wärmeleitfähigkeit	ca. 60 W/(m·K)
Wärmeausdehnungskoeffizient	ca. 0,01 mm/(m·K)

## Beton

- nicht brennbar
- geringe Wärmeleitfähigkeit
- nur auf Druck belastbar

im Brandfall:

- Erwärmung zunächst nur in den äußeren Schichten → Abplatzungen durch Ausdehnung des eingelagerten Wassers und von Zuschlagstoffen

## wichtige Daten

Dichte	ca. 0,2 bis 2,8 kg/dm <sup>3</sup>
Wärmekapazität	ca. 0,08 kJ/(kg·K)
Wärmeleitfähigkeit	ca. 0,5 bis 2,1 W/(m·K)
Wärmeausdehnungszahl	ca. 0,01 mm/(m·K)

## Stahlbeton

- nicht brennbar
- auf Druck und Zug belastbar

Die sonstigen Daten entsprechen denen von normalem Beton.

im Brandfall:

- sobald die Stahleinlagen freiliegen → weitere Betonschichten platzen durch die stärkere Erwärmung des Stahls ab → Tragfähigkeitsverlust → Einsturz

Sonderfall Spannbeton:

- durch die schlankeren Querschnitte werden die Bauteile schneller durchwärmt
- kritische Temperatur der Stahleinlage bei 350 °C

## Holz

- schlechter Wärmeleiter
- keine Längenausdehnung

im Brandfall:

- Einsturzgefahr ab 50%-tigem Verlust des tragenden Querschnitts
- Einsturz kündigt sich durch Knacken und Knirschen an
- Einsturz tragender Teile kann durch Löschen/Kühlen verhindert bzw. verzögert werden.

## Nagelplattenbinder



Vorsicht bei Nagelplattenbindern (Bild rechts): Diese werden oftmals z.B. bei **Discountern (Aldi, Lidl, Netto, usw.)** für die **Dachkonstruktion** verwendet. Es gibt keine statischen Reserven und bei Hitzeeinwirkung versagen diese erfahrungsgemäß nach 10 bis 15 Minuten, was in der Folge zum **Einsturz der kompletten Dachkonstruktion** führt. Da das Versagen vom metallenen Nagelplattenbinder und nicht von der Holzkonstruktion ausgeht **kündigt sich ein Einsturz nicht an!**

### wichtige Daten

Rohdichte	ca. 0,45 bis 0,83 kg/dm <sup>3</sup>
Wärmeleitfähigkeit	ca. 0,14 bis 0,23 W/(m·K)
Zündtemperatur	ca. 270 bis 340 °C
Zersetzungstemperatur	ca. 110 °C
Verbrennungstemperatur	ca. 1100 °C
Abbrandgeschwindigkeit	ca. 0,4 bis 1,1 mm/min

### künstliche Steine

aus Lehm, Ton, Zement, Kalk, usw.

- nicht brennbar
- geringe Wärmeleitfähigkeit
- geringe Wärmeausdehnung
- nur auf Druck belastbar

im Brandfall:

- Abplatzungen, aber geringer als bei natürlichen Steinen
- sehr widerstandsfähig gegen Brand

### Natürliche Steine

- druckfest
- gute Wärmeleitfähigkeit
- nicht brennbar

im Brandfall:

- Abplatzungen durch Materialspannungen und Wassereinschlüsse, insbesondere beim schlagartigen Abkühlen mit Löschwasser
- bei starker Erwärmung Zerstörung der Struktur (z.B. Kalkstein) → Steine zerfallen bzw. zerbröseln

### Kunststoffe

- geringe Dichte
- isolieren
- geringe Wärmeleitfähigkeit
- hoher Heizwert

im Brandfall:

- Entstehung sehr giftige Brandgase und von dichtem schwarzem Rauch
- oftmals Verlust der Festigkeit und in der Folge (brennendes) Abtropfen

## **Aluminium**

- vergleichsweise geringe Dichte
- gute Festigkeit
- guter Wärmeleiter

im Brandfall:

- Festigkeitsverlust schon bei 150 °C
- schmilzt bei ca. 650 °C und tropft ab

## **Glas**

- nicht brennbar
- bei Verwendung als Bauteil mit brandschutztechnischer Anforderung entweder Einsatz von G- oder F-Verglasung
  - G-Verglasung stellt den Raumabschluss über die angegebene Zeit sicher (z.B. G30-Verglasung), lässt aber Strahlungswärme durch
  - F-Verglasung erhält den Raumabschluss und verhindert über aufschäumende Schichten zwischen den Scheiben auch den Durchtritt von Strahlungswärme

im Brandfall:

- Widerstandsfähigkeit von normalen Verglasungen (nicht F und G) eher gering

## **Gusseisen**

- nicht brennbar
- nur auf Druck belastbar
- sehr spröde
- zur Erhöhung der Feuerbeständigkeit ggf. (nachträglich) mit Beton ausgegossen

im Brandfall:

- bei hohen Temperaturen schlagartiger Festigkeitsverlust
- Zerspringt bei schlagartiger Abkühlung

## **Mineralwolle (Glas- oder Steinwolle)**

- nicht brennbar


## **Bitumen**

- brennbar
- nicht wasserlöslich
- schmilzt bei Wärmeeinwirkung

im Brandfall:

- heftiges Brandverhalten
- Starke Rauchentwicklung
- Schwer zu löschen (in geschmolzenem Zustand brennbare Flüssigkeit)

## Quellenangabe

- B1-Lehrgang 02/2012 am Führungs- und Schulungszentrum der BF Köln
- B4-Lehrgang 2013 an der Berliner Feuerwehr- und Rettungsdienst-Akademie
- Bild Nagelplattenbinder:  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:FEMA\\_-\\_1135\\_-\\_Project\\_Impact\\_principles\\_-\\_roof\\_reinforcements.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:FEMA_-_1135_-_Project_Impact_principles_-_roof_reinforcements.jpg)
- Tabelle Glühfarben:  **Glühen**, nach Ulrich Fischer: Tabellenbuch Metall. 41. Auflage. Verlag Europa-Lehrmittel Nourney, Vollmer, 2001, ISBN 3-8085-1721-2, S. 128B.

## Stichwörter