# 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
  - $\circ$  Berechnung: Wärmeausdehnungskoeffizient  $\cdot$  erhitze Länge (Spannweite)  $\cdot$

Temperaturdifferenz

Beispiel: 25 m Spannweite, Erwärmung um 600 °C (bzw. Kelvin)

 $0.01 \text{ mm/(m·K)} \cdot 25 \text{ m} \cdot 600 \text{ K} = 150 \text{ mm} = 15 \text{ cm!}$ 

- o 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

Gidinarben	
Farbe Tempera	tur
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	С
Wärmeleitfähigkeit	С
Wärmeausdehnungskoeffizie	nt c

## **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/dm³
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

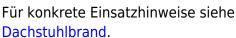
- schlechter Wärmeleiter
- · keine Längenausdehnung

#### 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 (2. Bild): Diese werden oftmals z.B. bei Discountern (Aldi, Lidl, Netto, usw.) für die Dachkonstruktion verwendet. Es gibt keine statischen Reserven, was beim Versagen eines Binders eine Kettenreaktion hervorruft da die weiteren Binder die Last nicht aufnehmen können. 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/dm³
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 Goder 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 LIDL-Markt: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lidl.JPG, veröffentlicht vom Wikipedia-User joho345 als gemeinfrei (public domain)
- Bild Nagelplattenbinder: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:FEMA\_-\_1135\_-Project\_Impact\_principles\_-\_roof\_reinforc ements.jpg
- Tabelle Glühfarben: Glühen, nach Ulrich Fischer: Tabellenbuch Metall. 41. Auflage. Verlag Europa-Lehrmittel Nourney, Vollmer, 2001, ISBN 3-8085-1721-2, S. 128B.

Brandeinsatz allgemein