



CORPS GRAND-DUCAL
INCENDIE & SECOURS

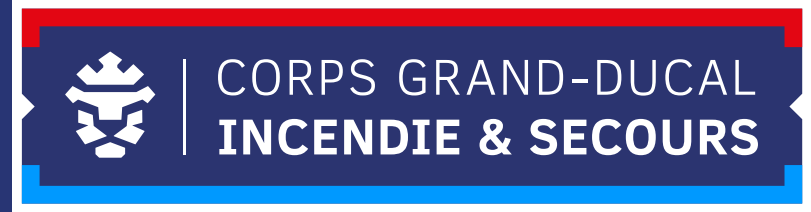


CORPS GRAND-DUCAL
INCENDIE & SECOURS

Baukunde

FIS III.1

2021; Version 2.0



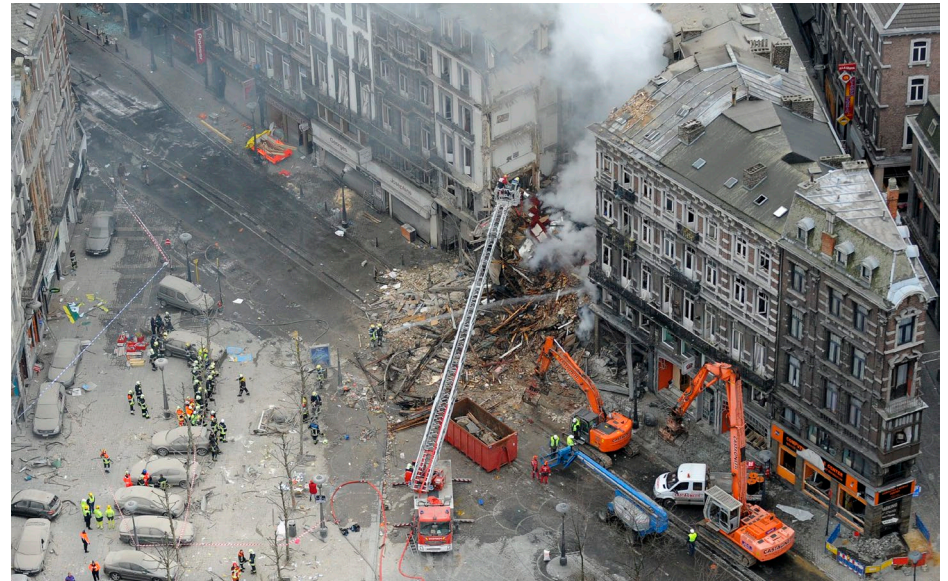
Allgemeines

Corps grand-ducal d'incendie et de secours

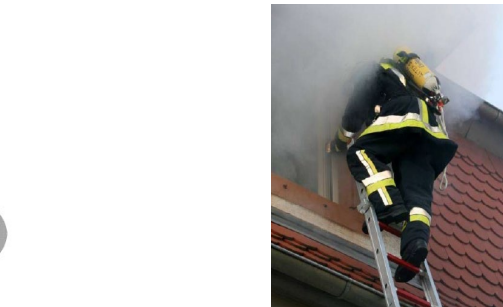
Feuer Liège 26.1.2010



<http://www.youtube.com/watch?v=yQ79XLB31yc>

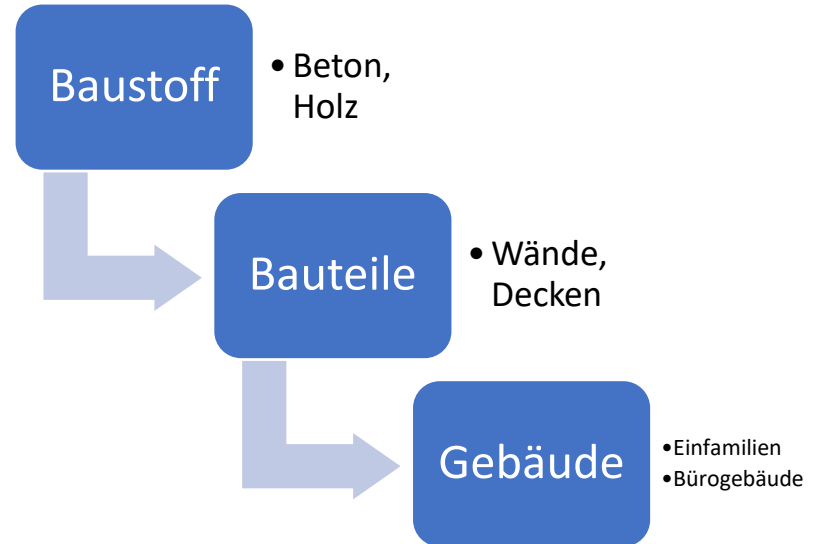


Einsatzszenarien



Corps grand-ducal d'incendie et de secours

Aufbau Gebäude



Baustoffe



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

Beispiele:

Holz, Beton, Stahlbeton, Glas, Kunststoff, Stahl

Eigenschaften der Baustoffe



Brandverhalten
(800°C – 1200°C)

Brennbarkeit

Festigkeitsverlust

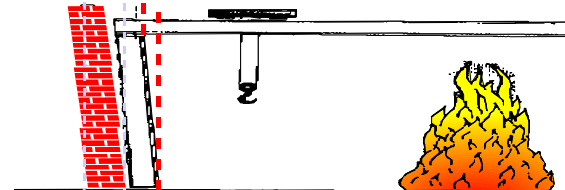
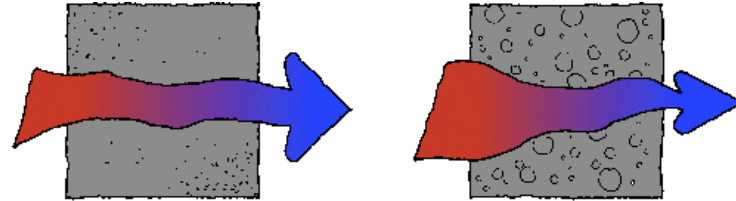
Wärmeausdehnung

Wärmeleitfähigkeit

Wärmeenergie



Die Wärmeleitfähigkeit ist das Maß für die Fähigkeit eines Stoffes, Wärmeenergie in sich zu leiten.



Belastung der Bauteile



Normale Belastung

- Eigengewicht
- Verkehrslast (200-500 kg/m²)
- Wind- und Schneelast

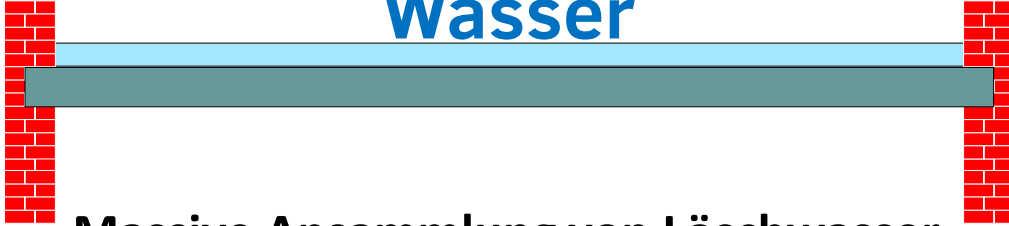
Überbelastung bei Bränden

- Ansammeln von Löschwasser
- Ansammeln von Schutt
- Vollaugen mit Wasser
- Explosionsdruck oder -sog

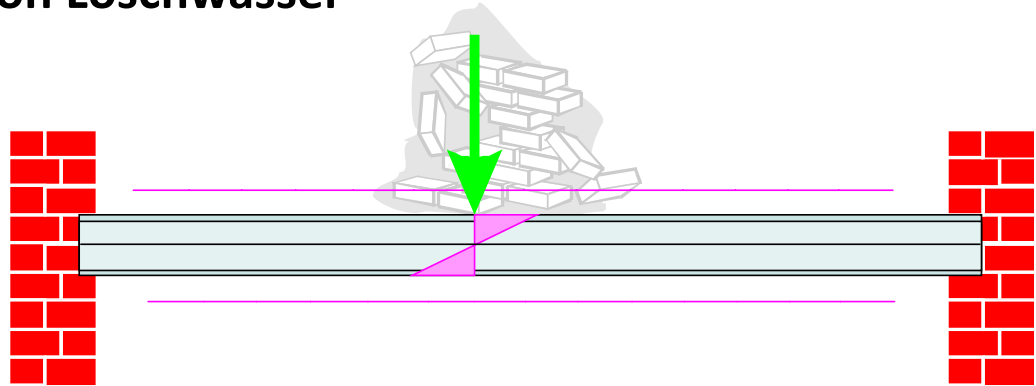
Überlastung von Bauteilen



Wasser



Massive Ansammlung von Löschwasser



Belastung durch Einsturztrümmer oder Bauschutt

Bauweise



Geschlossene



Gebäude
ohne
seitlichen
Grenzabstand

Offene



Gebäude mit seitlichem
Grenzabstand
als Einzelhäuser

Lage des Objektes



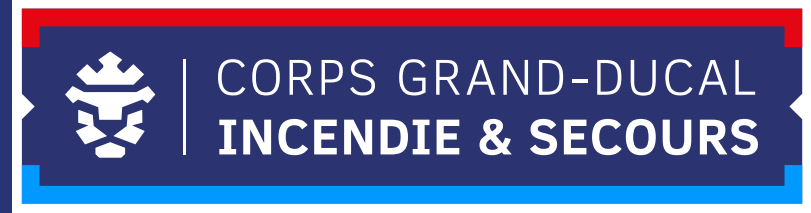
Freistehend



Angebaut



Zweiseitig angebaut



Holz

Corps grand-ducal d'incendie et de secours

Holz

- Brennbarer Stoff
- Wärmeleitfähigkeit und Wärmeausdehnung sehr gering
- keine Schwächung der Tragfähigkeit bei Temperaturerhöhung
- Tragfähigkeitsverlust durch Abrennen des Querschnitts



Abbrand



100%



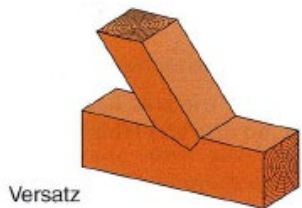
≈75%



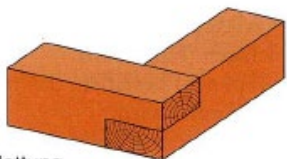
≈50%

Einsturzgefahr!

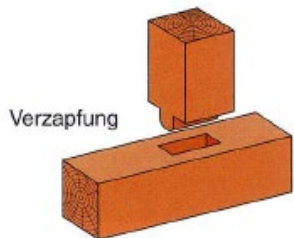
Verbindungsmitel



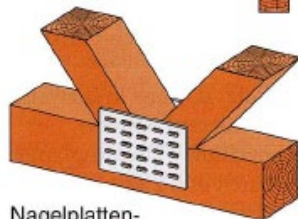
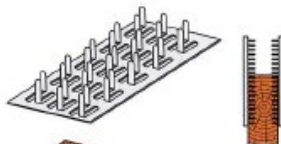
Versatz



Verblattung



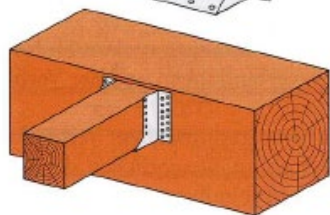
Verzapfung



Nagelplattenverbindung



Balkenschuhverbindung



Fazit



- Holz ist brandtechnisch größtenteils unkritisch, da beurteilbar.
- Holztreppen können bei Brandereignissen eventuell nicht mehr als Angriffsweg nutzbar sein.



Brand am 12.12.09
Obere Bahnhofstr. in Oberstdorf

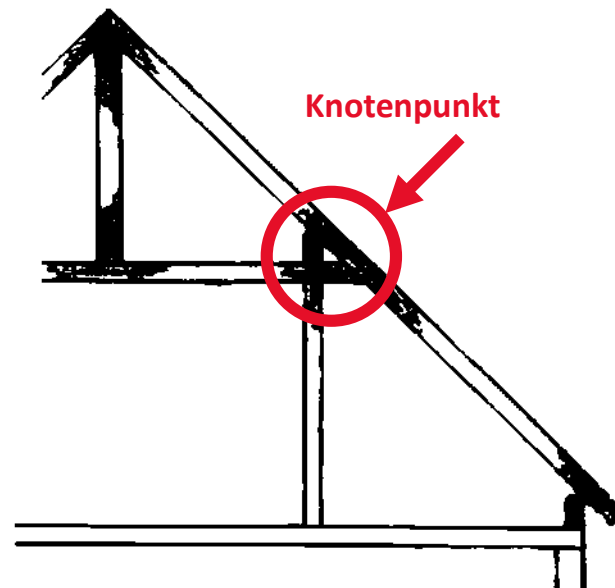
Einsturz der Holzkonstruktion
nach Querschnittsverringering
des Baustoffs

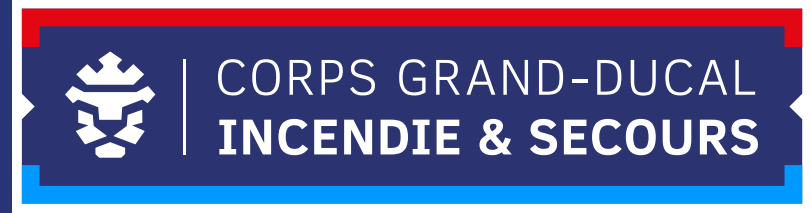


Anzeichen



- Querschnittsminderung
- Verformungen:
- Lotabweichung:
- Rissbildung:
- Zerstörung an **Knotenpunkten**
- Knarren, Knacken





Stahl

Corps grand-ducal d'incendie et de secours

Stahl

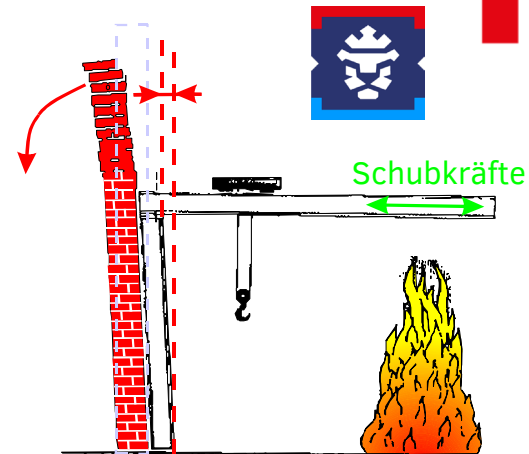
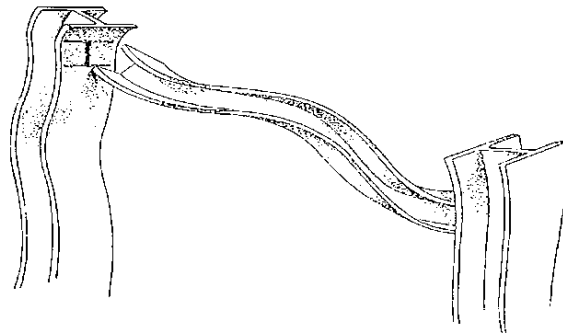


- Nicht brennbar
- Festigkeitsverlust ab 470°C
- Hat bei 500°C nur 50% seiner Festigkeit
- Hat bei 700°C nur noch 30% seiner Festigkeit
- Hohe Wärmeleitfähigkeit
- Hohe Wärmeausdehnung (ca. 6mm/m bei 500°C)
- Tragfähigkeitsverlust durch Erwärmung und Ausdehnung
- Erhebliche Einsturzgefahr



Anzeichen

- Verformungen
- Längenänderungen
- Lotabweichungen
- Risse
- Temperaturerscheinungen



Bauteile aus Stahl



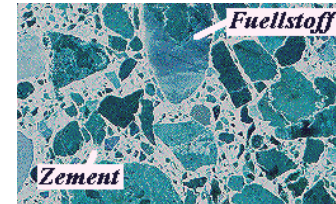
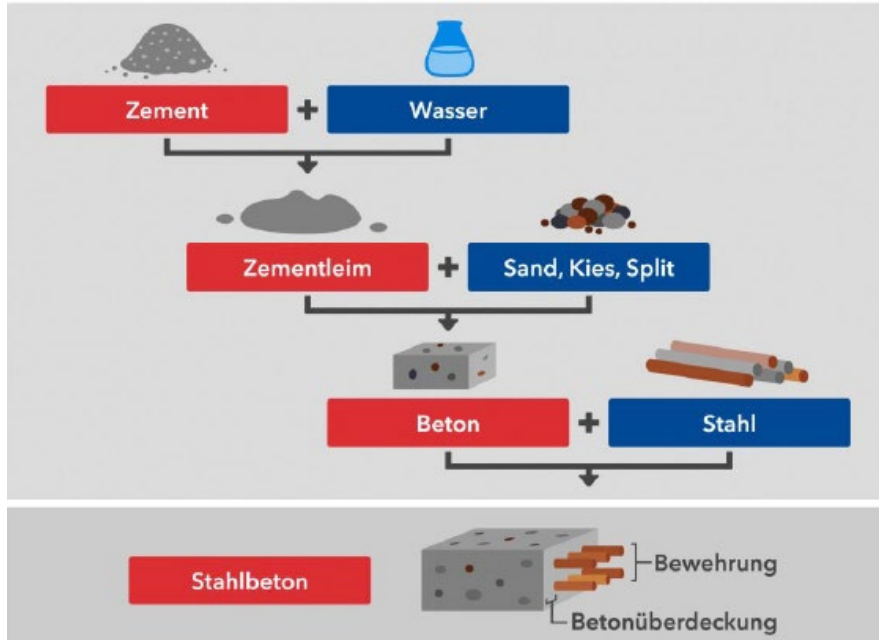
**Verlust der Tragfähigkeit
der Stahlkonstruktion
nach enormer
Hitzeinwirkung**





(Stahl-)Beton

Beton



Beton

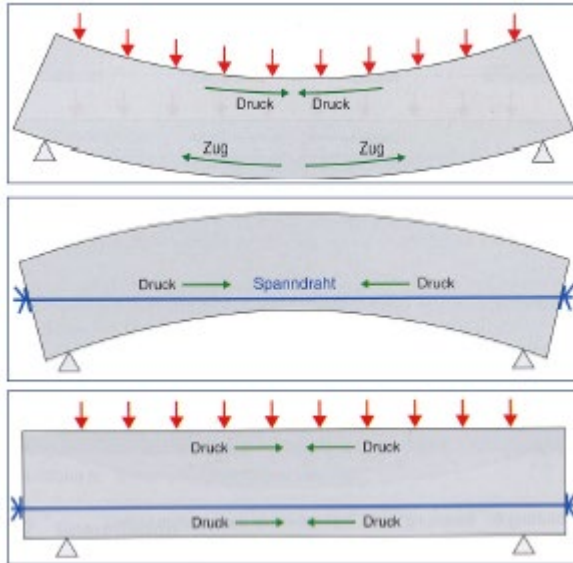
- Nicht brennbar
- Stahlbewehrung nimmt Zug- und Biegespannung auf
- Keine Wärmeausdehnung
- **Ab Erwärmung auf 600°C ist mit Zerstörung zu rechnen.**

Tragfähigkeitsverlust

- Abplatzen : Beton
- Festigkeitsverlust : Stahl



Spannbeton



Corps grand-ducal d'incendie et de secours

Anzeichen

- Abplatzungen - Risse

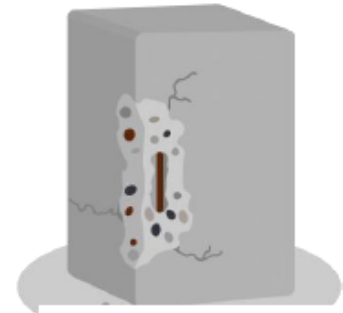
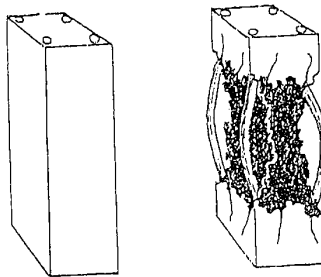
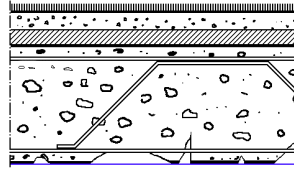


Abbildung
17_Grafik_BK23_HLFS,
Betonabplatzungen



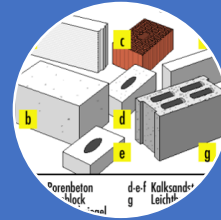
Steine

Steine



Natürliche

- Granit, Basalt, Sandstein, Schiefer



Künstliche

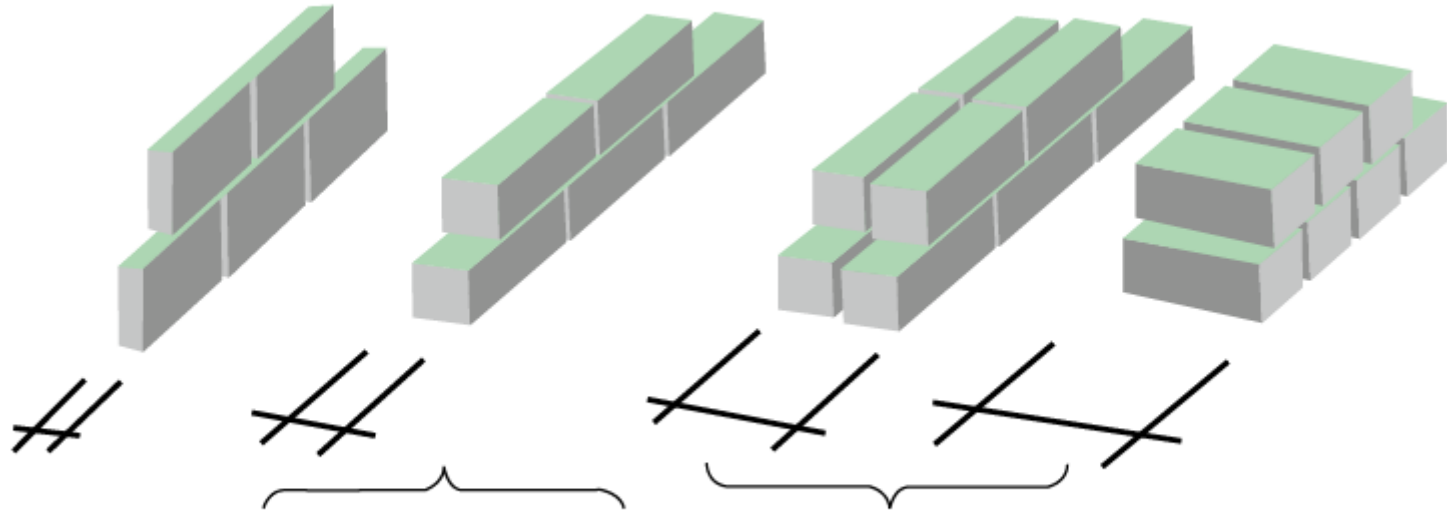
- Gebrannte (Ziegel, Klinker,...)
- Ungebrannt (Kalksandstein, Betonstein)



Feuerwiderstand



Vollfugig vermaueretes Mauerwerk aus Backstein, Kalksandstein, Betonstein, Blähtonstein



8 cm

EI 30

10 cm

EI 60

12 cm

REI 90

25 cm

REI 180

Mauerstärke
Feuerwiderstand

Anzeichen



- Nicht brennbar
- Natürliche Steine: Schlechtes Brandverhalten, da beim Erhitzen Spannungen im Stein entstehen
- Wärmeleitfähigkeit und Wärmeausdehnung gering
- Risse
- Schiefstellung



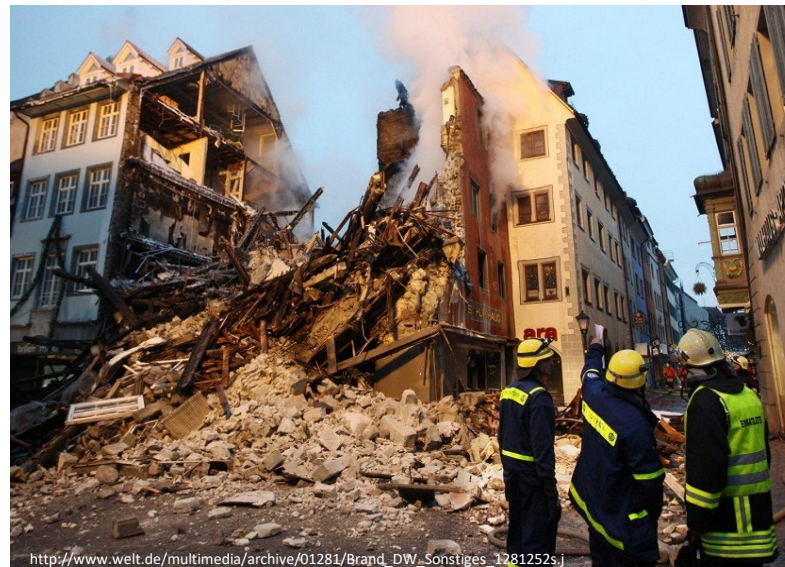
Abbildung 13_Giebelwand nach Brand, FF Gensingen

Fachwerkhäuser



- Abplatzungen können zur geringeren Traglast führen.
- Einseitig dem Feuer ausgesetzte Wände => Einsturzgefahr

http://www.youtube.com/watch?v=-xNK_SIFWtM





Glas – Kunststoffe - Aluminium

Kunststoffe



- Synthetischer Stoff aus Erdöl und Erdgas
- Brennbar
- Festigkeitsverlust
- Schmelzen und tropfen brennend ab
- Sehr dichte toxische Brandgase
- Die Brandgase von PVC enthalten Chlorwasserstoff, das in Verbindung mit dem Wasser der Luftfeuchtigkeit Salzsäure ergibt



<http://www.kuvbb.de/images/kunststoffe.jpg>

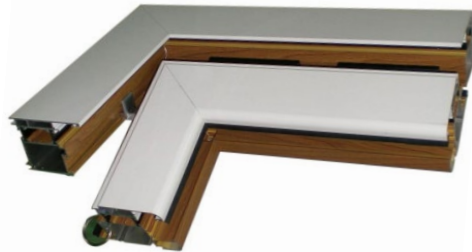
Glas



- Wird aus Sand hergestellt
- Geringe Widerstandsfähigkeit bei Brand
- Können bei Brand zerspringen
- Drahteinlagen oder gepresstes Glas sind beständiger

Aluminium

- Leicht, fest, korrosionsbeständig
- Schnelle Erwärmung
- Festigkeitsverlust ab 150°C
- Niedriger Schmelzpunkt (650°C)



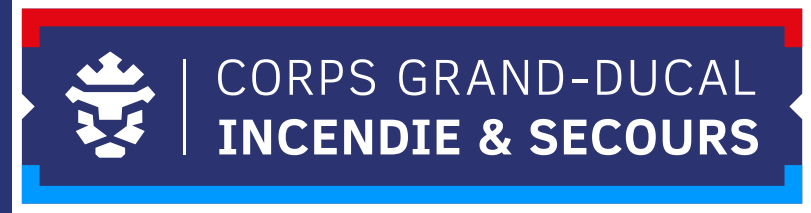
Innenraumeinrichtung



<https://www.youtube.com/watch?v=IEOmSN2LRq0>

- 0:30 min Entstehungsbrand in beiden Räumen
- 0:57 min Beginn der starken Rauchentwicklung im modernen Raum (modern)
- 1:32 min modern: Rauchschiebtbildung
- Altmodischer Raum (alt): noch kein Rauch sichtbar
- 3:12 min modern: Couch in Vollbrand, erste Flammzungen im Rauch
- alt: Sofa noch immer im frühen Entstehungsbrandstadium
- 3:18 min modern: Übergang zum Zimmervollbrand
- alt: Entstehungsbrand
- 3:32 min alt: Verrauchung unter der Decke wird sichtbar
- >25 min alt: Zimmervollbrand





Gebäudeteile

Wände



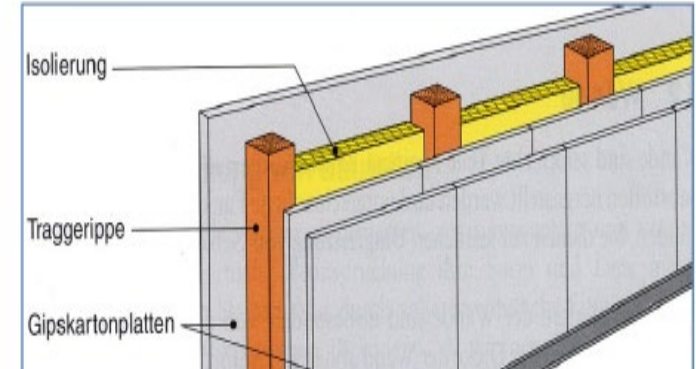
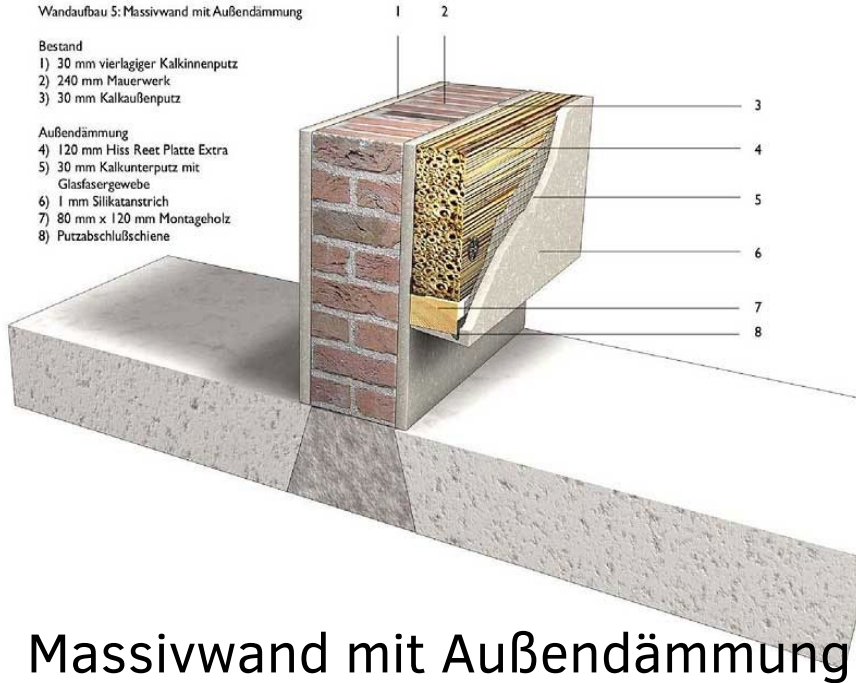
Wandaufbau 5: Massivwand mit Außendämmung

Bestand

- 1) 30 mm vierlagiger Kalkinnenputz
- 2) 240 mm Mauerwerk
- 3) 30 mm Kalkaußenputz

Außendämmung

- 4) 120 mm Hiss Reet Platte Extra
- 5) 30 mm Kalkunterputz mit Glasfasergewebe
- 6) 1 mm Silikatanstrich
- 7) 80 mm x 120 mm Montageholz
- 8) Putzabschlußschiene



Leichtbauwand mit Holzständerkonstruktion

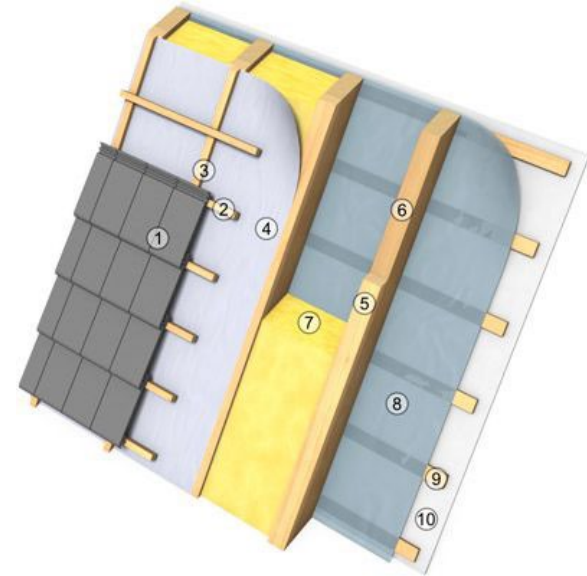
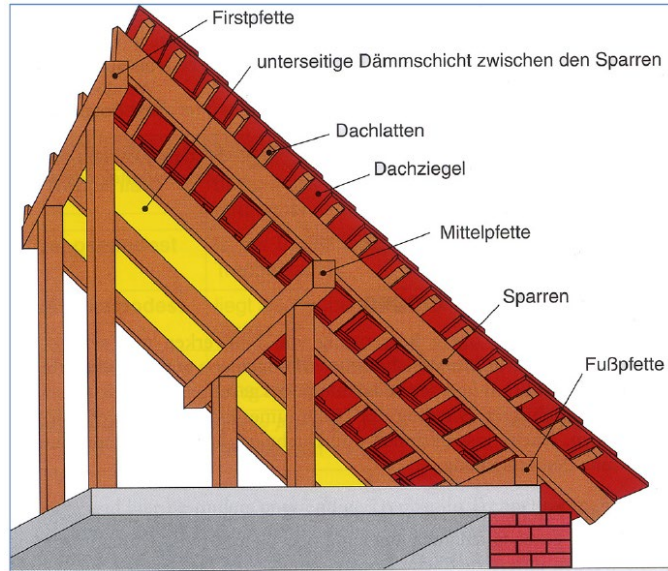
Durch Abklopfen der Wand kann festgestellt werden, ob es sich um eine massive (meist tragende) Wand oder eine Leichtbauwand (nicht tragend) handelt.

Massivwand mit Außendämmung

Dächer



Das Dach bildet die obere Begrenzung eines Bauwerks und schützt das Gebäude vor Witterungs- und Klimaeinflüssen.



Verhalten von Gebäudeteilen



■ Dachkonstruktion, Zwischenböden

- Ausbreitung zwischen Isolation und Konstruktion

■ Brandmauer / Brandabschnitte

- Mögliche Haltelinie

■ Dach

- Einsturz nach Innen
- Einsturz nach Aussen

■ Stahlkonstruktion (Offen / Verdeckt)

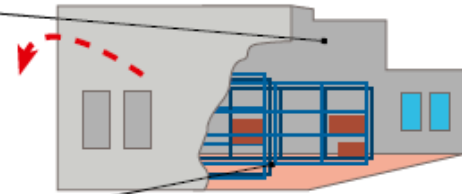
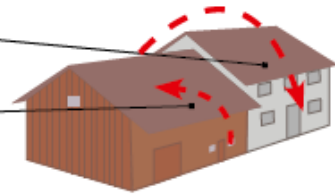
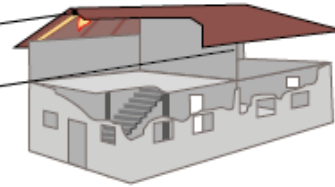
- Einsturzgefahr bei hohen Temperaturanstieg

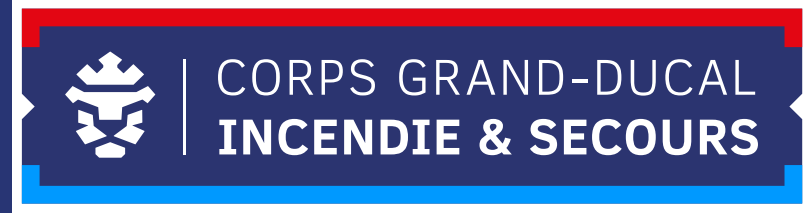
■ Hallenwände

- Bei Einsturzgefahr Platzbedarf nach Aussen (Trümmerbereich)

■ Metallgestelle / Hochregallager

- Tragfähigkeit sinkt bei Temperaturanstieg (können einseitig einknicken/umkippen, usw.)



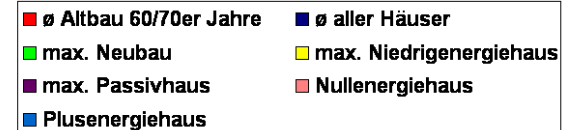
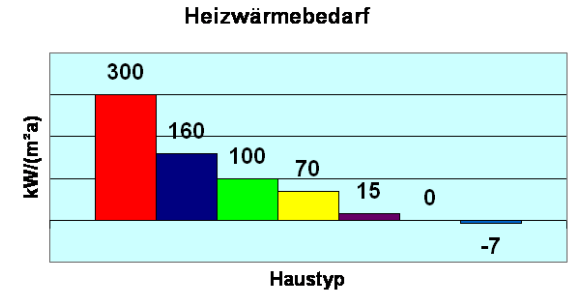
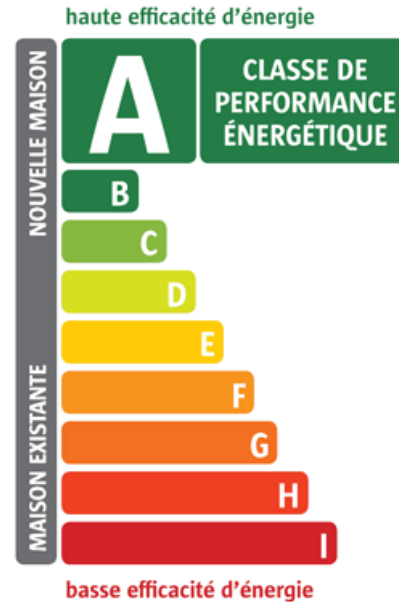


Neue Bauweisen

Energieeffiziente Bauweise



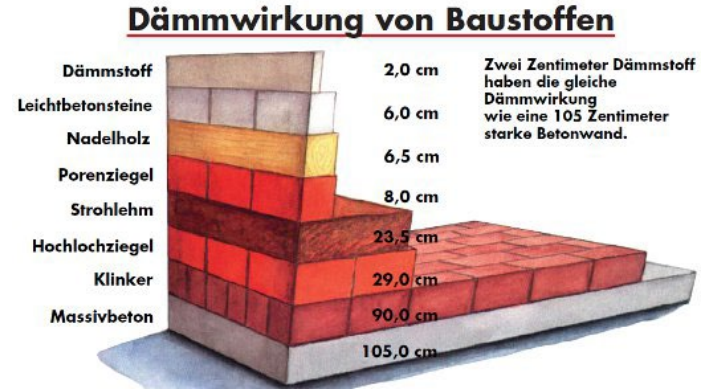
- Niedrig-Energiehaus
- Passivhaus
- Null-Energiehaus
- Plus-Energiehaus



Merkmale energieeffizienter Bauweisen



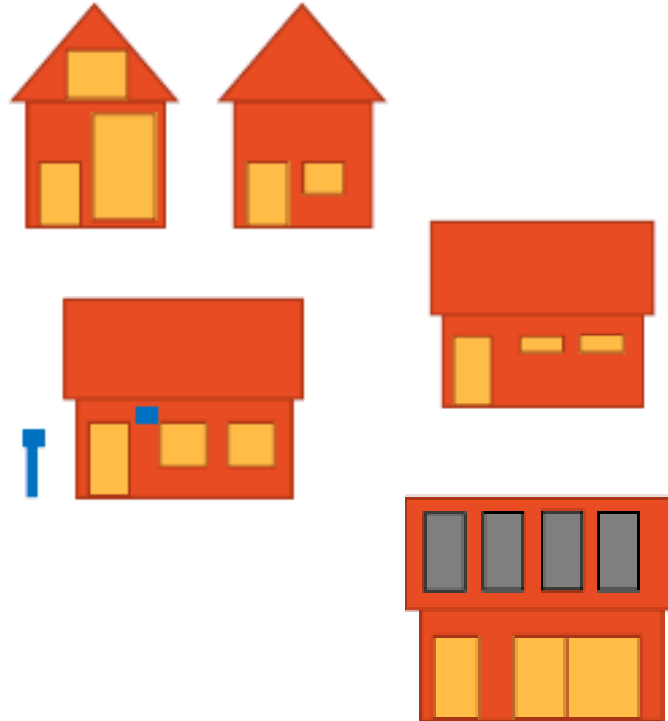
- Hochwärmegedämmt
- Hohe Dichtigkeit
- Mehrfachscheibenisolierverglasung
- Kontrollierte Wohnraumlüftung
- Alternative Heiztechniken (keine Heizung)

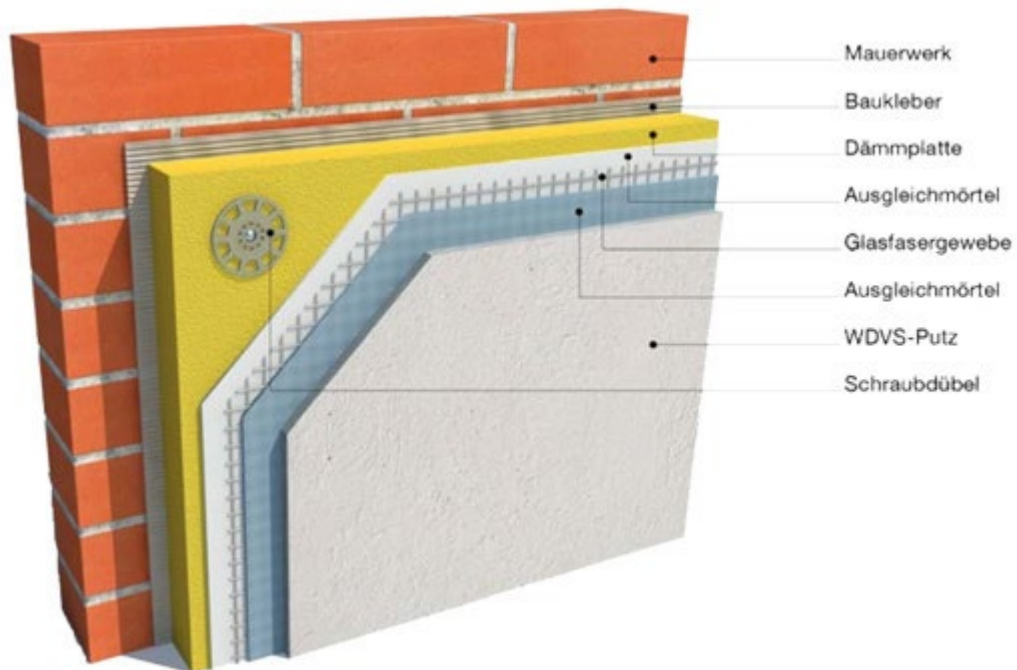


Erkennungsmerkmale



- Nordseite: Kleine fenster
- Südseite: Grosse Fenster
- Keine Schonsteine
- (oft keine Dachfenster)
- Lüftungsanlage
- PV-Anlage / Solarthermie

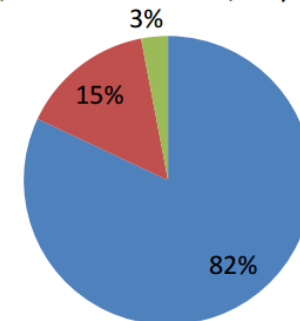




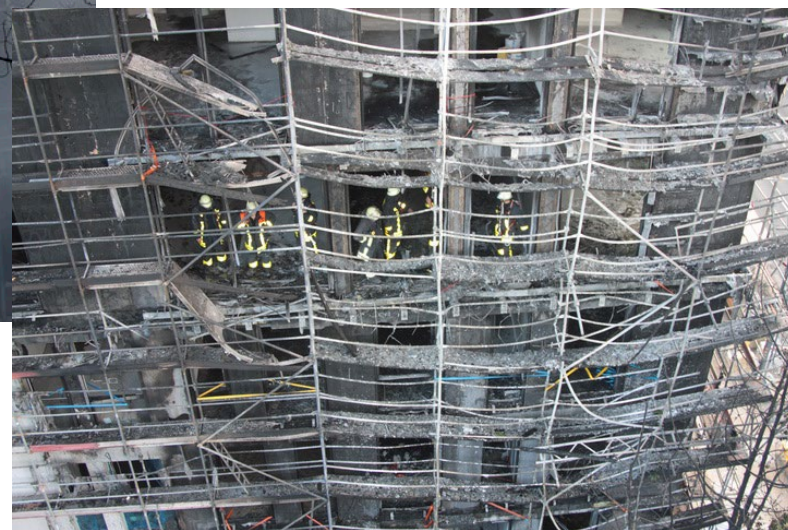
[Fachverband WDVS e.V. Stand 2013]

Anteil

- EPS
- Mineralwolle
- Holzweichfasern, Mineralschaum, nachwachsende Rohstoffe, Phenolhartschaum, Polyurethan







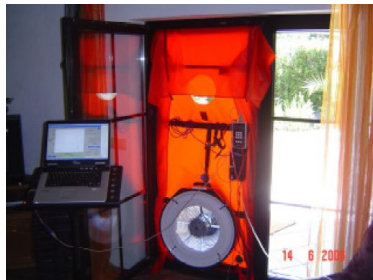
<http://www.feuerwehr.de/einsatz/berichte/einsatz.php?n=18972>

Naturdämmung

- Naturdämmung ist unlöschbar denn sie sind wasserabweisend



Luftdichtheit



Blower-Door Versuch



Verfügbare Luftmenge (Sauerstoff!) im Brandfall?

Blower-Door - Versuch

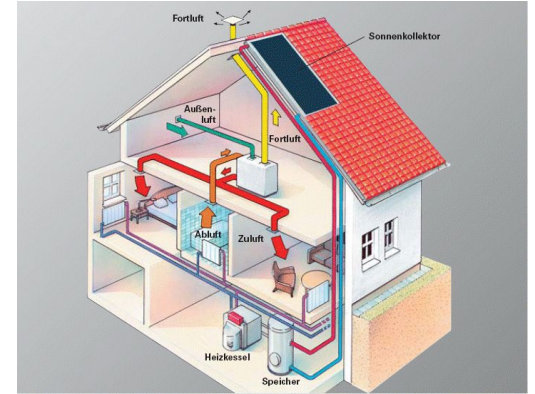
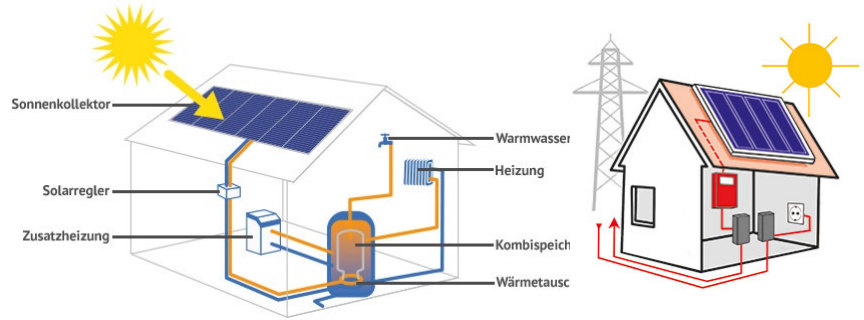
Typische Ergebnisse der Gebäude-Dichtheitsmessung sind:

- undichten Altbauten 10 (4 bis 12 h⁻¹)
- „schlechte“ Neubauten 5 (3 bis 7 h⁻¹)
- bei Niedrigenergiehäusern 1 (1 bis 2 h⁻¹)
- bei Passivhäusern 0,3 (0,1 bis 0,6h⁻¹)

Merkmale energieeffizienter Bauweise



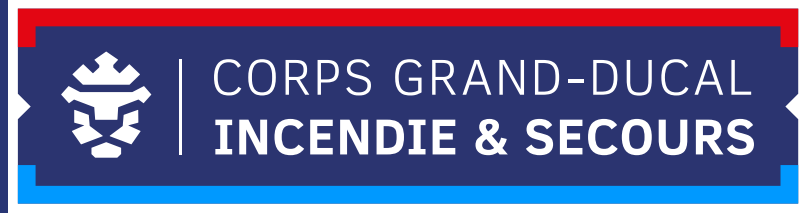
- Lüftungsanlagen
- Einsatz regenerativer Energien
 - PV-Anlagen
 - Solarthermie



Brandmerkmale



- Rascher Übergang von brandlast- auf einen ventilationsgesteuerten Brand
- Rauch- und Wärmeabzugsöffnungen müssen erst geschaffen werden
- Zeitpunkt des Flashovers tritt verspätet/überhaupt nicht ein
- Wahrscheinlichkeit Rollover (Rauchdurchzündung) steigt
- Gefahr von Backdraft höher



Zusammenfassung - Einsatzgrundlagen

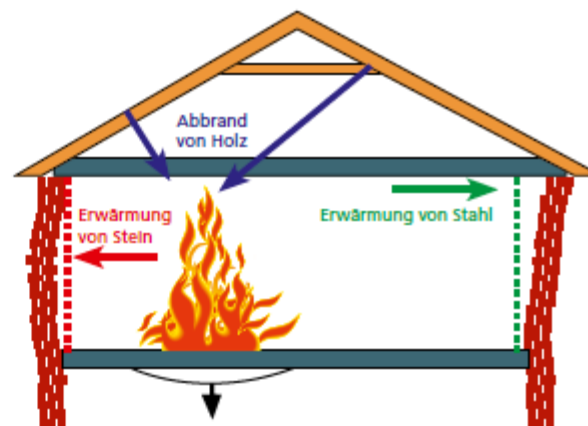


4.2.2 Tragwerke

■ Ursachen:

- Querschnittsverlust (Abbrand von Holz)
- Festigkeitsverlust (Erhitzung von Stahl)
- Wärmedehnung (Erwärmung von Stahl)
- Lockerung des Gefüges (Strukturveränderung Stein)
- Versagen von Verankerungen (Sprengwirkung)
- Überlastung von Bauteilen (Brandschutt, Löschwasser)
- Innendruck (quellfähige Stoffe in Silos)
- Witterungseinfluss (Windangriff)

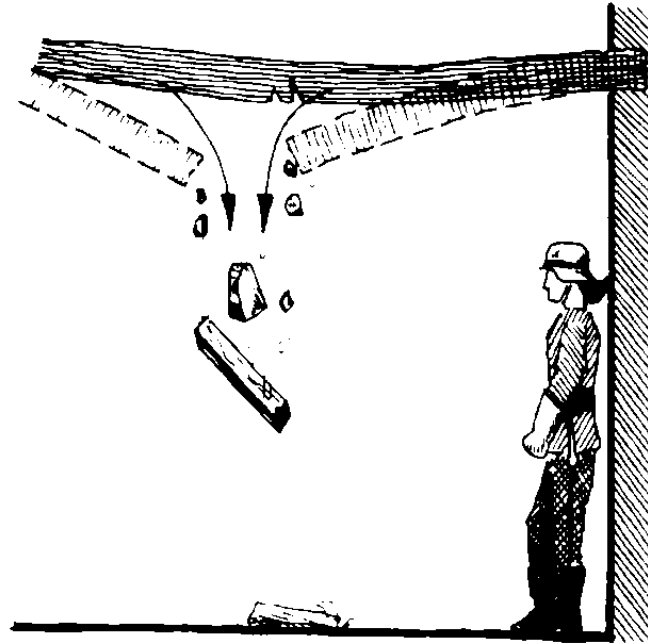
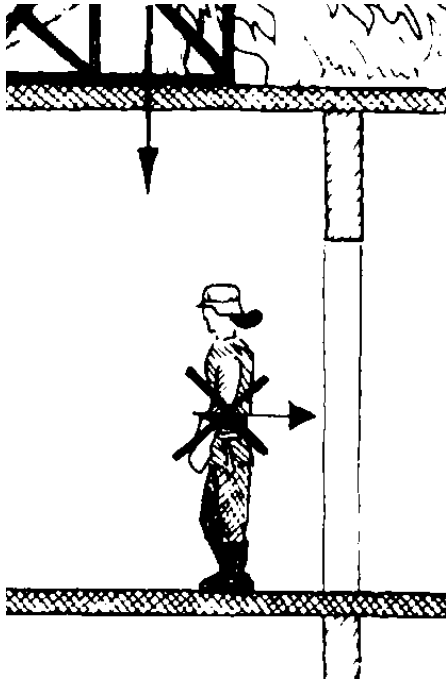
Ziel ist es: Einsturz verhindern/verzögern!



Einsatzgrundlagen - Einsturz



Schutz in Fenster-, Tür- oder sonstigen Maueröffnungen



Einsatzgrundlagen - Schnee



- Eigenschutz (Absturzsicherung mittels Drehleiter)
- Wenig Einsatzkräften auf dem Dach aufhalten
- Personenansammlung verhindern
- Feldweise räumen



**Merci fir är
Opmierksamkeet!!**

6. ÜBERSICHT BAUSTOFFE/-TEILE UND IHR VERHALTEN IM BRANDFALL

Baustoff / Bauteil	Brennbarkeit	Wärmeleitfähigkeit	Ausdehnung	Versagen / Einsturz	Sonstiges Verhalten
Holz	brennbar	schlecht	vernachlässigbar	Bei 50% des tragenden Querschnittes	Versagen oder Lockerung meist an Verbindungsstellen
Nagelplattenverbindungen	brennbar	schlecht	vernachlässigbar	Ohne Vorwarnung! Meist durch Lockerung an den Nagelplatten	Nicht dafür ausgelegt Brände zu überstehen
Kunststein	Nicht brennbar	schlecht	vernachlässigbar	Erst bei langer Brandbeaufschlagung und hohen Temperaturen	Bei höheren Temperaturen Zerstörung der Fugen → Instabilität/evtl. Einsturz
Naturstein	Nicht brennbar	gering	vernachlässigbar	Erst bei langer Brandbeaufschlagung und hohen Temperaturen	Durch unterschiedliches Gefüge Risse/Abplatzungen möglich
Stahlbeton	Nicht brennbar	schlecht	Bei langdauernder Brandbeaufschlagung Ausdehnung der Stahleinlagen und Abplatzen des Betons	Erst bei sehr langer Brandbeaufschlagung und hohen Temperaturen	Einsturzgefahr erst wenn großflächig Stahlbewehrung freiliegt
Stahl	Nicht brennbar	Sehr gut	Etwa 1,2 mm pro Meter bei Erwärmung um 100°C	Festigkeitsverlust bei etwa 500°C → Einsturzgefahr!	Gefahr der Brandausbreitung durch Wärmeleitung von Stahlbauteilen
Kunststoffe (außer schwer entflammbare)	Leicht brennbar	schlecht	vernachlässigbar	Verlieren schnell ihre Festigkeit, tropfen (brennend) ab	Bildet dichten schwarzen, sehr giftigen Rauch
Glas (außer G-/F-Glas)	Nicht brennbar		vernachlässigbar	Wird spröde Kann platzen	Lässt Wärmestrahlung durch → Gefahr der Brandausbreitung
Dämmstoffe	Unterschiedlich je nach Baustoff	schlecht	vernachlässigbar		Können in ungünstigen Fällen an Fassaden zur Brandausbreitung führen

