# Baukunde

Mai 2018 – Lisa Hammermeister

Baden-Württemberg

LANDESFEUERWEHRSCHULE

N:\Lehrgange\F3\Doku\F3_Baukunde.indd

© April 2018

## INHALTSVERZEICHNIS


**1. Einleitung** ..... Seite 5

**2. Einsatzbeispiel: Brand in einem Fachwerkhaus** ..... Seite 5

Holz ..... Seite 5

Naturwerksteine ..... Seite 7

Ausfachungen ..... Seite 8

**3. Einsatzbeispiel: Brand in einem modernen Wohnhaus** ..... Seite 8

Künstliche Steine ..... Seite 8

Wärmedämmung und Inneneinrichtung ..... Seite 9

Niedrigenergie-/Passivbauweise ..... Seite 11

**4. Einsatzbeispiel: Brand in einem Supermarkt** ..... Seite 12

Dachkonstruktion ..... Seite 12

Brettschichtholz ..... Seite 12

Stahlbetonwände ..... Seite 13

Spannbeton ..... Seite 13

**5. Einsatzbeispiel: Brand in einem modernen Büro-& Geschäftsgebäude** ..... Seite 13

Stahl-Dachkonstruktion ..... Seite 14

Glaselemente ..... Seite 15

**6. Übersicht Baustoffe/-teile und ihr Verhalten im Brandfall** ..... Seite 16

© April 2018

## 1. EINLEITUNG

Als Gruppenführer eines Löschfahrzeuges besteht generell die Möglichkeit, als erste Führungskraft an ein brennendes Objekt zu kommen, dort die Lage zu beurteilen und daraufhin Entscheidungen für die Erstmaßnahmen treffen zu müssen. Gefahren an der Einsatzstelle können sich auch durch die Bauweise oder das verwendete Baumaterial ergeben.
Deshalb benötigt man für die Beurteilung eines Gebäudes bezüglich dessen Standfestigkeit und des Brandverhaltens ein grundlegendes Wissen über das verbaute Material, um die Gefährdung für sich, die Mannschaft und evtl. betroffene Personen abschätzen und adäquate Maßnahmen einleiten zu können. Baustoffe (Ausgangsmaterialien wie Metalle oder Holz) und die daraus gefertigten Bauteile reagieren auf die schnellen Temperaturerhöhungen, wie sie bei Bränden vorkommen, unterschiedlich. So gibt es Baustoffe, die die Brandlast vergrößern können, da sie selber brennbar sind. Sie würden somit die Gefahr der Brandausbreitung erhöhen. Andere wiederum sind selber nicht brennbar, verlieren aber im Brandfall ihre Standfestigkeit oder dehnen sich aus, was zum Einsturz eines Gebäudes führen kann. Verformen sich Bauteile entstehen dadurch manchmal Öffnungen, wo vorher keine waren. Es kann dann zur Ausbreitung von Rauch in Gebäudeteile kommen, die nicht direkt durch das Brandgeschehen beeinträchtigt sind. Um diese unterschiedlichen Brandverhalten verschiedener Baustoffe zu verdeutlichen, betrachten wir nun einige Einsatzbeispiele:

## 2. EINSATZBEISPIEL: BRAND IN EINEM FACHWERKHAUS

Sie sind alarmiert zu einem Wohnhausbrand im Ortskern ihrer Gemeinde. Sie wissen, dass es sich um ein älteres Gebäude aus Holzfachwerk handelt. Das betreffende Haus steht auf einem Sockel aus Natursteinen und hat ein mit Schiefer gedecktes Dach. Die Treppen und Decken im Gebäude bestehen aus Holz.
Je nach Brandobjekt können die unterschiedlichen Baustoffe Auswirkungen auf den Brandverlauf haben. Es kann notwendig sein, bei der Beurteilung und Planung des Einsatzes diese mit einzubeziehen. Auf die Verwendung und das Verhalten der Baustoffe und Bauteile im Brandfall wollen wir im Folgenden eingehen.

*ABB. 1 [1]: FRONTALANSICHT BEI ANKUNFT*

### Holz

Holz wird für eine Vielzahl von Bauteilen verwendet, da es günstig ist und vielseitig eingesetzt werden kann. Nutzungsbeispiele sind Wände, Decken, Dachkonstruktionen, Fachwerk, Treppen, Türen und Einbauten. Holz dehnt sich bei Wärme kaum aus und leitet diese auch schlecht weiter.
Die Brandeigenschaft (Verkohlung) ist abhängig von dem Verhältnis Oberfläche zum Volumen, der Holzart, der Oberflächenbeschaffenheit, der Brandtemperatur, der Art der Konstruktion und dem Feuchtigkeits- und Harzgehalt des Holzes.

[1] Bild: Lisa Hammermeister

Dass Holzbalken nach einem Brand zu einem großen Teil noch tragfähig sind und nur äußerlich verbrannt sind, beruht darauf, dass die äußere Zone bei dem Zersetzungsprozess verkohlt und damit eine dämmende „Schutzschicht“ entsteht. Die „Schutzschicht“ hat eine noch geringere Wärmeleitfähigkeit als das unverbrannte Holz. Dadurch steigt die Temperatur im Inneren langsamer an und führt zu einer geringeren Abbrandgeschwindigkeit. Diese beträgt je nach Holzart ungefähr 1 mm/min. Besondere Aufmerksamkeit gilt den Verbindungs-/Knotenpunkten. Vor allem wenn diese aus anderen Materialien bestehen, kann dadurch die Wärme nach innen geleitet werden und so zum schnelleren Abbrennen der Verbindung führen. Hier droht als erstes ein Versagen der Bauteile. Eine Einsturzgefahr besteht ab etwa 50% Abbrand des tragenden Querschnittes der Holzbauteile.

*ABB. 2 [2]: HOLZKOHLESCHICHT AN VERBRANNTEN HOLZBALKEN*

Bei etwa 10 cm starken Fachwerkbalken wäre dies bei einer Kantenlänge von durchschnittlich 7 cm der Fall. Das entspricht etwa 20 min Brandeinwirkung (bei angenommenem Abbrand auf drei Seiten) bevor die Holzbalken versagen würden. Darüber müssen Sie sich als Gruppenführer aber grundsätzlich zuerst einmal weniger Gedanken machen. Anders sieht dies bei den Dachlatten aus, die aufgrund ihrer geringeren Abmessungen nach etwa 10 min durchbrennen und somit das Herabfallen der Dacheindeckung herbeiführen können.

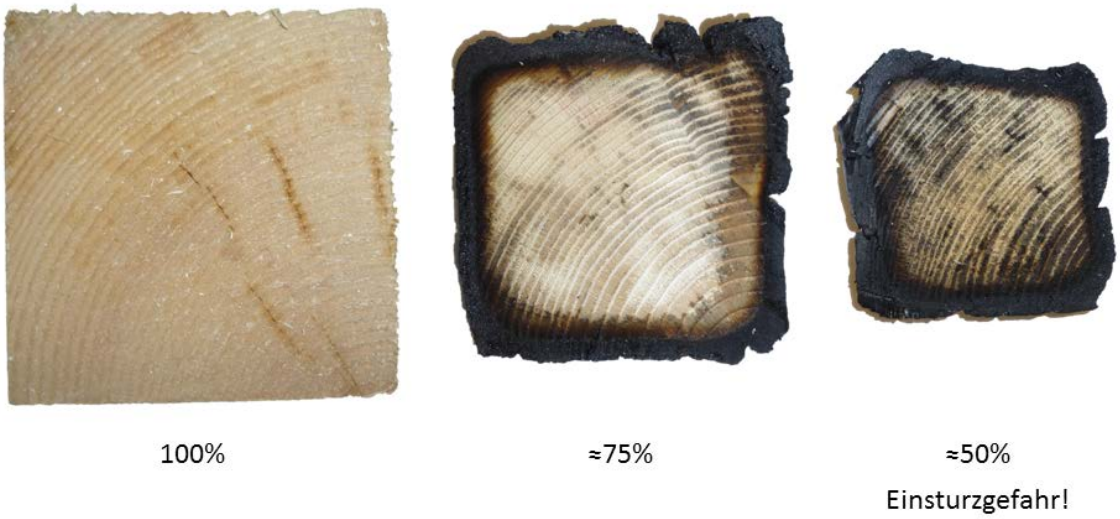


*ABB. 3 [3]: DIMENSIONSUNTERSCHIEDE DES QUERSCHNITTES EINES ABGEBRANNTEN HOLZBALKENS*

2) Bild: Freiwillige Feuerwehr Linkenheim-Hochstetten, Hamann/Zarkaitis, Scheunenbrand 10.04.2017
3) Bild: Lisa Hammermeister


© April 2018

In Wohngebäuden wird Holz auch oft für den Innenausbau genutzt. Dient Holz zur Abtrennung von Räumen, kann es durch dessen Abbrand zur Ausbreitung von Feuer und Rauch kommen. Eine Menschenrettung im Obergeschoss mittels Innenangriff kann durch eventuellen Abbrand einer Holztreppe nicht mehr möglich sein.

*ABB. 4 [4] : ABGEBRANNTER ABER NOCH STABILER DACHSTUHL*

Fazit:

- Holz ist brandtechnisch größtenteils unkritisch, da beurteilbar.
- Bei Wohnungs- und Zimmerbränden kann es durch Holztrennelemente oder Holzfachwerk zur Brand- und Rauchausbreitung kommen.
- Holztreppen können bei Brandereignissen eventuell nicht mehr als Angriffsweg nutzbar sein.
- Im Dachgeschoss muss bei Durchbrand der Dachlatten mit herabfallenden Ziegeln gerechnet werden.

*Siehe hierzu auch: Hinweise zu Dachstuhlbränden auf der Homepage der LFS*

https://www.lfs-bw.de/Fachthemen/Einsatztaktik-fuehrung/loescheinsatz/Documents/Hinweise_Dachstuhlbraende.pdf

**Naturwerksteine**

Bei natürlichen Steinen handelt es sich um einen nichtbrennbaren Baustoff, der durch seine unterschiedliche Beschaffenheit auch unterschiedlich auf einen Temperaturanstieg reagiert. Im Allgemeinen kann man aber sagen, dass es ab etwa 500°C zu Gefügeänderungen, zur Volumenzunahme und auch zum Festigkeitsverlust kommen kann. Die Erhöhung der Spannungen bei Erwärmung und der Kontakt mit Löschwasser können zu schlagartigen Abplatzungen führen sowie eventuell auch zu plötzlichem Versagen ohne Vorankündigung und daraus resultierend zur Gefahr des Einsturzes.
Bei unserem Einsatzbeispiel muss also mit Abplatzungen am Mauerwerk gerechnet werden, die bei längerer Branddauer, in Verbindung mit Gefügeänderungen, auch die Standfestigkeit des Gebäudes beeinflussen können. Breitet sich das Feuer auf den Dachstuhl aus, muss durch die Hitzeeinwirkung mit zerberstenden und herabfallenden Schieferschindeln gerechnet werden, auch wenn die Dachlattung noch nicht durchgebrannt ist.

Fazit:

- Aufpassen bei größeren/lang andauernden Bränden in Natursteingebäuden; es kann zur Einsturzgefahr durch Abplatzungen an Steinen und Festigkeitsverlust der Fugen kommen.
- Natursteine als Dacheindeckung können schon vor Versagen der Dachlatten herabfallen.

4) Bild: Josef Abt, Aichacher Nachrichten (abgerufen am 15.05.2017), unter: http://www.augsburger-allgemeine.de/aichach/Blitz-schlaegt-in-Stall-ein-Dachstuhl-brennt-ab-id21641371.html

### Ausfachungen

Die Zwischenräume des Fachwerks, also die Ausfachungen, bestehen aus Astgeflecht welches mit feuchtem Lehm verputzt wurde. Da der Lehm ungebrannt ist, enthält er immer einen gewissen Wasseranteil. Somit quillt oder schwindet er je nach Luftfeuchte der Umgebung. Durch das Verdampfen des Wassers kommt es im Verlauf eines Brandes zur Abplatzung des Lehms und zum Durchbrennen der Zwischenräume des Fachwerks. Im Gegensatz zu gemauerten Wänden ist dies hinsichtlich einer schnelleren Brandausbreitungsmöglichkeit innerhalb des Gebäudes zu beachten, da sich Feuer und Rauch durch den fehlenden Rauchabschluss ausbreiten können.

*ABB. 5 [5]: DURCH BRANDEINWIRKUNG ABGEPLATZTER LEHM AN EINER AUSFACHUNG*

Fazit:

- Vorsicht bei Bränden in Altbauten, evtl. sind Öffnungen der Ausfachungen zur Kontrolle auf Glutnester notwendig.
- Der Raumabschluss von Bauteilen kann durch das Durchbrennen der Ausfachung versagen.

## 3. EINSATZBEISPIEL: BRAND IN EINEM MODERNEN WOHNHAUS

Sie sind alarmiert zu einem Wohnhausbrand im Neubaugebiet ihrer Gemeinde. Vor Ort sehen Sie, dass es sich um ein gemauertes Haus handelt, mit einer Dachkonstruktion aus Holz und mit Ziegeln gedeckt. Das gesamte Gebäude soll mit einem Wärmedämmverbundsystem gedämmt werden, welches gerade angebracht wird. Zudem handelt es sich um ein Niedrigenergiehaus.

*ABB. 6 [6]: FRONTALANSICHT BEI ANKUNFT*

Die Treppen im Gebäude bestehen aus Stein und die Inneneinrichtung ist modern gehalten.
Das Verhalten der Baustoffe und Bauteile im Brandfall:

### Künstliche Steine

Bei künstlichem Stein handelt es sich um einen nichtbrennbaren Baustoff der aufgrund seiner homogenen Struktur widerstandsfähiger gegen Brandeinwirkung ist als vergleichsweise Naturstein. Man unterscheidet gebrannten und ungebrannten Mauerstein. Ungebrannte Steine bestehen z.B. aus Kalksand, Porenbeton, Leichtbeton oder Beton. Gebrannte Steine bestehen zumeist aus Lehm oder Ton zu unterschiedlichen Anteilen und sind äußerst temperaturbeständig, da sie bereits einmal einer entsprechenden Temperatur ausgesetzt waren (900 – 1200°C) und die dadurch beschädigten Baustoffe danach ausgesondert wurden. Die Mengen der Zuschlagstoffe bestimmen die Eigenschaften.

5) Bild: Rainer Schwarz, www.Brand-Feuer.de unter :http://brand-feuer.de/index.php?title=Baustoff (abgerufen am 15.05.2017)
6) Bild: Lisa Hammermeister


© April 2018

Bei einer Brandbeaufschlagung im oben genannten Beispiel dauert es sehr lange, bis das Mauerwerk durch die Wärmebeaufschlagung Schaden nimmt, eher kann es bei längerer Brandbeaufschlagung zu Rissen in den Mörtelfugen kommen. Die Risse verursachen je nach Tiefe Durchtrittsöffnungen für Rauch und können zur Instabilität einzelner Steine, selten auch der ganzen Mauer führen.

*ABB. 7 [7]: DURCH BRANDEINWIRKUNG ZERSTÖRTE FUGEN AN EINER MAUER AUS GEBRANNTEM STEIN*

Fazit:

- Unkritisch selbst bei längerer Brandeinwirkung.
- Risse in den Fugen bilden eventuell Durchtrittsöffnungen für Rauch.
- Durch Risse eventuell Instabilität einzelner Steine oder Mauerteile.

**Wärmedämmung und Inneneinrichtung**

Wärmedämmverbundsysteme sind Wärmedämmungen zum Dämmen von Gebäudeaußenwänden. Sie werden, je nach Anforderung, in unterschiedlichen Stärken und aus unterschiedlichen Materialien, mit unterschiedlichen Brandeigenschaften, verbaut. Die Dämmung ist nach der Fertigstellung eines Gebäudes durch den Verputz nicht mehr zu sehen und bereitet der Feuerwehr meist auch keine Probleme. Aber, vor allem bei Flammenbildung an Fenstern und Türen oder an Brandstellen in der Nähe von Gebäudeaußenwänden (z.B.: PKW-Brand am Gebäude) und während der Montagearbeiten kann es, wenn der Brand unter den Putz gelangt, zu einer schnellen Brandausbreitung kommen. Durch die starke Rauchentwicklung können gesamte Gebäudeteile verraucht, sowie Rettungswege unpassierbar werden. Somit müssen bei solchen Objekten, wenn es gebrannt hat, alle Räume sowie die Fassade kontrolliert und evtl. verrauchte Bereiche belüftet werden.

Die heutige moderne Innenausstattung vieler Wohnungen und Gebäude beinhaltet oft große Mengen an Kunststoffen, z.B. Böden, Teppiche, Matratzen, Sofas, oder Elektrogeräte. Die Problematik im Brandfall liegt hier bei der starken Rauch- und Rußbildung und dessen Giftigkeit. So bilden sich beim Verbrennen von Kunststoffen große Mengen an Dioxinen und Chlorwasserstoffen. Alle Kunststoffe sind brennbar und tropfen teilweise brennend ab.
Früher wurden zur Füllung von Polstermöbeln meist Stoffe wie Rosshaar oder Schafschurwolle verwendet. Leder, Wolle oder Hanfstoffe wurden für Bezüge, Decken oder Vorhänge verwendet. Diese Stoffe verbrennen langsam und bilden weniger Rauch als Kunststoffe.

7) Bild: Freiwillige Feuerwehr Linkenheim-Hochstetten, Hamann/Zarkaitis, Scheunenbrand 10.04.2017

*VIDEO: BRANDVERSUCH IN WOHNRÄUMEN MIT ALTMODISCHEN EINRICHTUNGSGEGENSTÄNDEN IM VERGLEICH MIT MODERNEM MOBILIAR.*

*Video auf YouTube:*

*Legacy Room VS Modern Room*
*https://www.youtube.com/watch?v=lEOmSN2LRq0*

| | |
|---|---|
| 0:30 min | Entstehungsbrand in beiden Räumen |
| 0:57 min | Beginn der starken Rauchentwicklung im modernen Raum (modern) |
| 1:32 min | modern: Rauchschichtbildung |
| | Altmodischer Raum (alt): noch kein Rauch sichtbar |
| 3:12 min | modern: Couch in Vollbrand, erste Flammenzungen 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 |

Im folgenden Schaubild sind unterschiedliche Stoffe und die Rauchgasentstehung bei deren Verbrennung zu sehen. Dabei ist ersichtlich, dass eine Verbrennung von Kunststoffen immer zu einer sehr starken Rauchgasentstehung führt. Da die Rauchgasenstehung ein sehr komplexer Vorgang ist, können von der Rauchmenge aber keine Rückschlüsse auf die Toxizität des Rauches oder die Sichtweite im Raum getroffen werden.


© April 2018

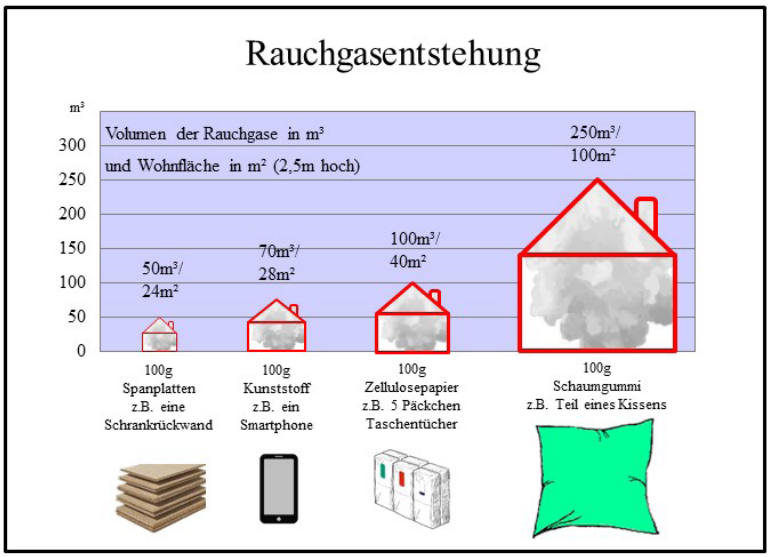


*ABB. 8 [8]: RAUCHGASENTSTEHUNG DURCH UNTERSCHIEDLICHE MATERIALIEN*

Durch die starke Rauchentwicklung und Brennbarkeit der Rauchgase selbst, kann es zu einer sehr schnellen Brandausbreitung kommen.

Fazit:

- Vorsicht bei Bränden im Bereich von Dämmungen, evtl. starke Brandausbreitung. Nach dem Brand ist unter Umständen das Öffnen der Dämmung notwendig.
- Vorsicht bei der Brandbekämpfung – schnelle Brandausbreitung möglich.

**Niedrigenergie-/Passivbauweise**

Niedrigenergie- oder Passivhäuser zeichnen sich dadurch aus, dass sie durch optimale Wärmedämmung, Wärmebrückenfreiheit, sehr hohe Luftdichtigkeit und Luftwärmerückgewinnung sehr wenig Energie verbrauchen. Um diese Technik nutzen zu können, bedarf es allerdings immer einer Lüftungsanlage um Luftfeuchtigkeit nach draußen und Frischluft energiesparend wieder hinein zu befördern. Diese Lüftungsanlage kann im Brandfall dazu führen, dass sich der Brandrauch in mehrere Räume im Haus, trotz evtl. geschlossener Türen, ausbreitet.

Fazit:

- Kontrolle aller Räume bei vorhandenen Lüftungsanlagen.
- Vorsicht bei der Öffnung von Zugängen – schnelle Brandausbreitung durch Frischluftzufuhr möglich.

8) Quelldaten: Tretzel, Ferdinand (1996): Rotes Heft Nr.18 – Formeln, Tabellen und Wissenswertes für die Feuerwehr. 7. Auflage. Stuttgart: Kohlhammer

## 4. EINSATZBEISPIEL: BRAND IN EINEM SUPERMARKT

Sie fahren zu einem Brand im ortsansässigen Discounter. Das Gebäude wurde aus Stahlbetonfertigteilen und einem Dach aus Brettschichtholzbalken im Nagelplattenverbund errichtet.

Das Verhalten der Baustoffe und Bauteile im Brandfall:

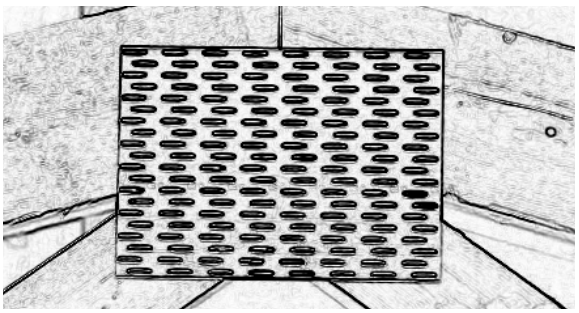

*ABB. 9 [9]: NAGELPLATTE ZUR VERBINDUNG VON HOLZBALKEN IM DACHTRAGWERK*

### Dachkonstruktion

Nagelplattenbinder:
Das Dach des Supermarktes wurde aus Nagelplattenbindern hergestellt. Das sind Verbindungen von Holzelementen mittels Nagelplatten aus verzinktem Stahl mit herausgestanzten Nägeln von 7-21 mm Länge. Unter hohem Druck werden diese auf die Seiten der zu verbindenden Hölzer aufgebracht. Meistens sind dabei die Holzelemente stumpf aneinandergestoßen ohne weitere Verbindungen wie z.B. Zapfen. Sie erlauben die kostengünstige Fertigung von Dächern mit freitragenden Spannweiten bis zu 35 Metern. Durch die Wärmebeaufschlagung bei einem Brandereignis kommt es zu unterschiedlichem Verhalten der Materialien. Das Ausdehnen des Metalls und die Verkohlung des Holzes führt zu einem Reibungsverlust an den Nägeln und deshalb zu einem Herauslösen der Nagelplatte aus dem Holzbauteil. Des Weiteren kann der Tragfähigkeitsverlust des Metalls zum Versagen der Verbindung führen. Aufgrund der Konstruktionsart kann bereits das Versagen eines Nagelplattenbinders zum Einsturz der gesamten Dachkonstruktion führen.
Häufig werden Nagelplattenbinder verwendet an: Supermärkten, Reithallen und Tierställen und großen Lager- und Maschinenhallen. Im Wohnhausbau wird selten auch mit Nagelplattenbindern gearbeitet. Hier sind die Hölzer im Gegensatz zum Industriebau gehobelt und die Verbindungen nicht mit einer maximalen Auslastung verbaut, was ein weniger schnelles Versagen der Konstruktion zur Folge hat. Allerdings ist gegenüber einer konventionellen Bauweise schneller mit einem Versagen des Daches zu rechnen.

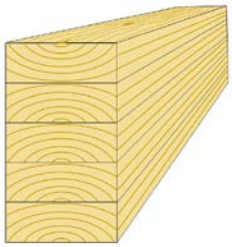

*ABB. 10 [10]: BRETTSCHICHTHOLZBALKEN*

### Brettschichtholz

Das Brettschichtholz (Balken aus mehreren verklebten Brettern) reagiert im Brandverlauf wie Vollholz. Die Klebestellen sind nicht weniger feuerwiderstandsfähig als das Holz selbst und führen somit nicht zu einem vorzeitigen Versagen der Brettschichthölzer.

Fazit:
- Bei Entstehungsbrand unkritisch.
- Bei größerem Brand gefährlich, da schlagartiger Einsturz möglich!
- Auch bei kleineren Bränden ist eine Kontrolle des Dachraumes bzw. der Verbindungsflächen zwingend erforderlich!

9) Bild: Lisa Hammermeister
10) Bild: Lisa Hammermeister


© April 2018

### Stahlbetonwände

Die Stahlbetonwände des Gebäudes verhalten sich im Brandfall insgesamt betrachtet positiv. Durch festgelegte Bemessungs- und Ausführungskriterien, die sich in den Normen wiederfinden, lassen sich praktisch alle brandschutztechnischen Anforderungen erfüllen.

Erst bei lange andauernder Wärmebeaufschlagung kann es ab ca. 500°C zu Abplatzungen von Zement und Zuschlagstoffen kommen. Die innenliegenden und somit bisher geschützten Stahleinlagen, die zur Aufnahme der Zugkräfte in den Beton verlegt werden, können dadurch freigelegt werden. Da Stahl bei Erwärmung seine Festigkeit verliert, besteht bei großflächigen Abplatzungen und großflächig freiliegendem Bewehrungsstahl die Gefahr von Teileinstürzen.

*ABB. 11 [11]: DURCH BRANDEINWIRKUNG ABGEPLATZTER BETON MIT FREILIEGENDER STAHLBEWEHRUNG*

### Spannbeton

Spannbeton ist Beton mit vorgespannten Stahleinlagen. Aus Spannbeton werden waagrechte Bauteile hergestellt, die durch ihre feingliedrige Struktur und weite Spannweiten auffallen. Vornehmlich wird Spannbeton an Objekten verwendet, welche einerseits große Lasten aufnehmen und zugleich filigran ausfallen sollen, beispielsweise Brücken und Hallen mit großen Spannweiten. Die kritische Temperatur bei Brandereignissen liegt aufgrund der verwendeten Spezialstähle und der geringeren Querschnitte und dadurch einhergehender schnellerer Durchwärmung bei nur ca. 350°C!

Fazit:

- In der Regel unkritisch
- Erst bei sehr langer Brandbeaufschlagung und Freilegung der Stahleinlage Einsturzgefahr!
- Aufpassen bei filigranen querverlaufenden Betonteilen!
  Es könnte sich um Spannbeton handeln, bei dem schon geringere Temperaturen zum Einsturz führen können.

## 5. EINSATZBEISPIEL: BRAND IN EINEM MODERNEN BÜRO-& GESCHÄFTSGEBÄUDE

Sie fahren zu einer ausgelösten Brandmeldeanlage in einem Büro- & Geschäftsgebäude. Das Gebäude wurde aus Stahlbetonteilen gebaut und mit einer Stahl-Dachkonstruktion mit zwischenliegenden Glaselementen versehen. Somit besteht im innenliegenden Atrium ein lichtdurchflutetes Areal für die Fertigungshalle an der außenherum angeordnet die Büros liegen.

*ABB. 12 [12]: INNENANSICHT BÜRO- & GESCHÄFTSGEBÄUDE*

11) Bild: Deckensanierung nach Brandfall – Garage Gerold Frei – Ehrendingen, Schweiz http://www.sp-reinforcement.ch/sites/default/files/field_project_col_image_img/bild_c_grossflaechige_betonabplatzungen.jpg (abgerufen am 15.05.2017)

12) Bild: Lisa Hammermeister

Das Verhalten der Baustoffe und Bauteile im Brandfall:

### Stahl-Dachkonstruktion

Der hier in der Dachkonstruktion verwendete Stahl kann aufgrund seiner Struktur sowohl große Zug- als auch Druckkräfte aufnehmen. Allerdings besitzt er eine hohe Wärmeleitfähigkeit. Durch hohe Temperaturen verlieren Stähle ihre Stabilität, ihre Festigkeit und können sich verformen. Die Versagenstemperatur liegt bei 500°C.

*ABB. 13 [13]: DURCH HITZEEINWIRKUNG VERBOGENE STAHLTRÄGER*

Stahl dehnt sich bei einer Erhitzung pro 100°C etwa um 1,2 mm/m aus. Dies kann dazu führen, dass Stahlträger angrenzende Bauteile verschieben. Wenn die Konstruktion nach dem Verschieben noch steht, ist spätestens nach dem Löschen des Brandes, wenn sich die Stahlträger wieder abkühlen und zusammenziehen, mit einem Einsturz zu rechnen, da die Träger möglicherweise von den Auflagern rutschen. Diese Eigenschaften sind sowohl bei der Auswahl der Aufstellungsorte der Fahrzeuge als auch bei einem Innenangriff zu berücksichtigen, um die Gefährdung der eingesetzten Mannschaft richtig beurteilen zu können.
Durch die Ausdehnung ist auch ein Durchbrechen der raumabschließenden Bauteile möglich, was eine weitere Brand- und Rauchausbreitung zur Folge hätte.

*VIDEO: EINSTURZ EINES SILODACHES DURCH BRANDEINWIRKUNG*

*Video auf YouTube:*
*Einsturz Siloturm Nordzucker Uelzen*
*https://www.youtube.com/watch?v=fkI1Nb4JFXQ*

Fazit:

- Erst bei größerer Brandausbreitung kritisch dann aber keinen Innenangriff mehr durchführen lassen!
- Kontrolle von Räumen die mit Stahlbauteilen verbunden sind, da eine eventuelle Brandausbreitung durch Wärmeleitung möglich ist.

13) Bild: Freiwillige Feuerwehr Pfalzgrafenweiler, Pfalzgrafbrand 23.05.2015


© April 2018

### Glaselemente

Glas ist nicht brennbar aber spröde und hart, reißt oder platzt bei schneller Temperaturveränderung. Somit gibt es große Öffnungen frei, welche die Brandausbreitung begünstigen können. Zudem ist Glas durchlässig für Wärmestrahlung. Wenn dies seitens des vorbeugenden Brandschutzes nicht toleriert wird, kann spezielles Glas verbaut werden. G-Verglasung ist feuerwiderstandsfähig, lässt aber Wärmestrahlung durch. F-Verglasung ist feuerwiderstandsfähig, lässt allerdings durch eine aufschäumende Brandschutzschicht die Wärmestrahlung nicht mehr durch.
Das schlagartige Abkühlen durch Wasser bei Brandbekämpfungsmaßnahmen kann, vor allem bei feuerwiderstandsfähigen Gläsern, zum Bersten der Scheiben führen.

Fazit:

- Vor allem im Innenangriff sollte, sofern ersichtlich, darauf geachtet werden, dass Schläuche nicht durch geborstenes Fensterglas oder von Glasresten ungesäuberte Fensterrahmen gezogen werden, da dies zu Beschädigungen am Schlauchmaterial führt.

## 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 |
| **Nagelplatten-verbindungen** | 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 |


© April 2018