

Max Hahn's

Supposé Connu der Berufsfeuerwehr

Teil 7: ***Vorbeugender Brandschutz***

Nur wenn ein Feuerwehrangehöriger über das nötige theoretische Wissen verfügt, kann er den Gefahren am Einsatzort mit Bedacht begegnen

3. Auflage
September 2014

Vorwort

Das „Supposé Connu der Berufsfeuerwehr“ das Sie in den Händen halten soll das Grundwissen eines Berufsfeuerwehrangehörigen in den Bereichen Chemie, Brandlehre, Wärmelehre, Löschlehre, Elektrizitätslehre, der ABC-Gefahrenstoffe und des vorbeugenden Brandschutzes, zusammenfassen. Gemäß dem Zitat vom Brandoberinspektor Ferdinand Rockholtz der BF Remscheid: *„Das nötige theoretische Wissen eines Berufsfeuerwehrangehörigen ist so breit wie der Ozean und so tief wie eine Regenpfütze“* ist es zum einen schier unmöglich alle Themenbereiche in welchen der Berufsfeuerwehrangehörige Kenntnisse haben muss, in einem einzigen Dokument abzudecken und zum anderen sollen aus Berufsfeuerwehrangehörigen weder Chemiker noch Ingenieure gemacht werden.

Demnach ist das „Supposé Connu der Berufsfeuerwehr“ selbstverständlich unvollständig und nahezu endlos erweiterbar. Es soll auf einfache, verständliche und bildliche Art und Weise das Fachwissen wiedergeben, welches ich im Laufe meines Ingenieurstudiums, meiner Grundausbildung bei der Berufsfeuerwehr Essen sowie meiner Berufserfahrung bei der Berufsfeuerwehr der Stadt Luxemburg in den Bereichen Chemie, Brandlehre, Wärmelehre, Löschlehre, Elektrizitätslehre und der ABC-Gefahrenstoffe, bekommen habe.

Im „Supposé Connu der Berufsfeuerwehr“ wurde nichts neu erfunden. Das „Supposé Connu der Berufsfeuerwehr“ basiert auf monatelangen Recherchen in Lehrbüchern, dem Internet und der Grundausbildung der BF Essen.

Fast ein Jahr habe ich in Essen verbracht um dort bei der BF meine Grundausbildung zum Brandmeister und die Ausbildung zum Rettungssanitäter zu absolvieren.

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denen bedanken, die dazu beigetragen haben, dass ich eine so lehrreiche und angenehme Zeit bei der BF Essen verbringen konnte. Sie sind es die aus mir einen Berufsfeuerwehrmann gemacht haben. Wie Brandmeister Mathias Geistor der BF Essen sagte: Max, du kamst als Ingenieur und gehst als Feuerwehr-Ingenieur.

Ohne die Grundausbildung und die Grundausbildungsunterlagen der BF Essen wäre es mir nicht mal ansatzweise möglich gewesen das vorliegende Handbuch auszuarbeiten.

Ziel des „Supposé Connu der Berufsfeuerwehr“ ist es auch keineswegs das geforderte Wissen für Einsatzleiter zusammenzufassen sondern vielmehr das Grundwissen des Berufsfeuerwehrangehörigen anzuschneiden.

Heute findet man auf dem Markt Tausende von Feuerwehrbüchern die nahezu alle sehr ins Detail gehen, jedoch keines was versucht mehrere Bereiche anzuschneiden, ohne sich dabei im Detail zu verlieren. Auf sogenanntes „Nice-to-know-Wissen“ wird demnach versucht zu verzichten.

Ich wünsche Ihnen eine angenehme Lektüre und hoffe, dass das Lesen des „Supposé Connu der Berufsfeuerwehr“ für Sie genau so lehrreich sein wird, wie das Verfassen es für mich war.

HAHN Max

Offizier der BF Luxemburg 2010-2014

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS.....	3
7.3 Vorbeugender Brandschutz	4
BIBLIOGRAPHIE	60
Bücher / Vorlesungen	60
Web.....	60

7.3 VORBEUGENDER BRANDSCHUTZ

EINLEITUNG

Wie man aus der nachfolgenden Abbildung erkennen kann, setzt sich der Brandschutz aus dem vorbeugenden und dem abwehrenden Brandschutz zusammen. Wird erst in der Brandbekämpfungsphase auf eine der 5 Voraussetzungen für eine Verbrennung (siehe Brandlehre) eingegriffen, spricht man von abwehrendem Brandschutz. Beim vorbeugenden Brandschutz wird zusätzlich zwischen baulichem, organisatorischem und technischem vorbeugendem Brandschutz unterschieden.

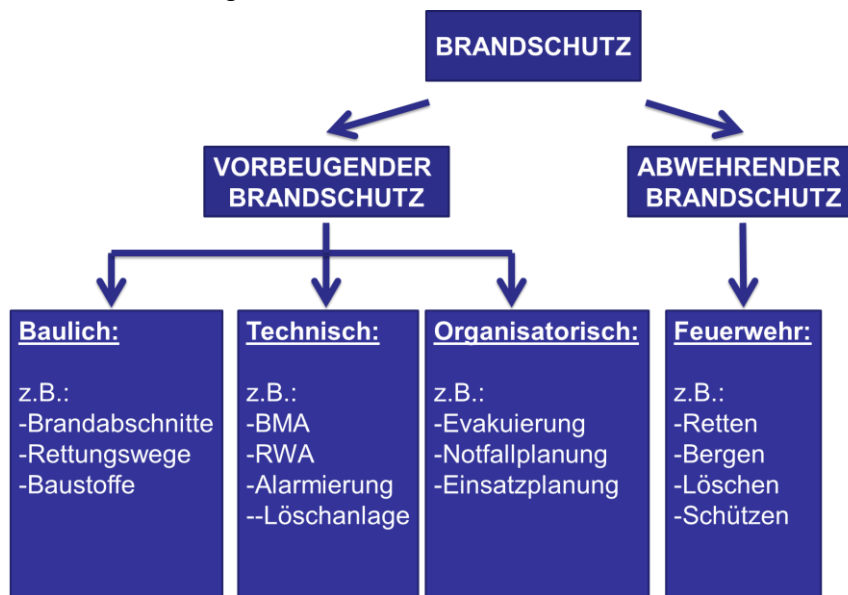


Abbildung 1 Aufbau des Brandschutzes (©Max Hahn – BF Luxemburg)

Wie der Name „Vorbeugender Brandschutz“¹ es vermuten lässt, ist es u.a. Aufgabe des VB's Bränden vorzubeugen; also bestenfalls Brände vor deren Entstehung zu „löschen“.

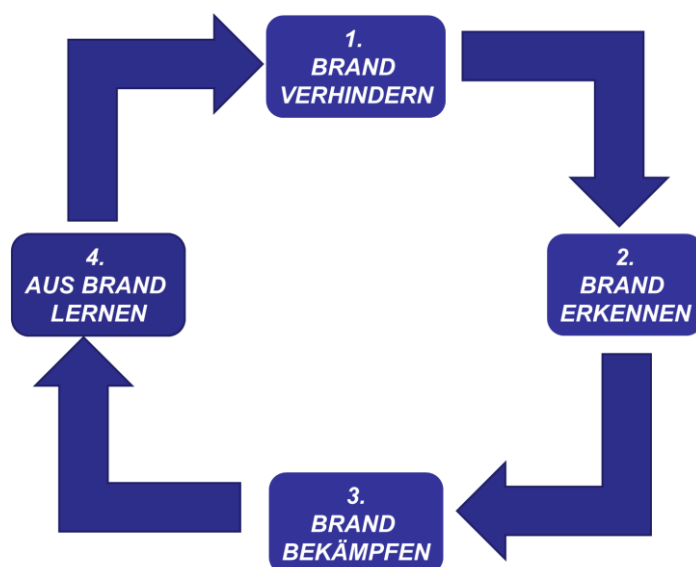


Abbildung 2 Maßnahmenkette VB (©Max Hahn – BF Luxemburg)

¹ im Folgenden nur noch VB genannt

1. Brand verhindern

Bränden vorzubeugen heißt: die Möglichkeit zur Entstehung von Bränden so gering wie möglich zu halten. Dies kann z.B. erreicht werden durch:

- Geringe Brandlast → z.B.: durch Verwendung von nicht brennbaren Materialien
- Vermeidung von Zündfunken → z.B.: Verbot von offenem Feuer
- Verhinderung des Übergriffes von Bränden auf Nachbarräume/-gebäude → z.B.: Brandabschottung

2. Brand erkennen

Wird der Brand nicht vor dessen Entstehung „gelöscht“, so ist es Ziel des VB's dafür zu sorgen, dass ein Brand so früh wie möglich erkannt wird und Menschen frühzeitig und gezielt evakuiert werden. (Man spricht von technischem Brandschutz)

- Flächendeckender Einsatz von empfindlichen Meldesystemen → z.B.: Alarmierung durch Rauchmelder/Brandmeldeanlage
- Weiterleitung der Alarme zu einer ständig besetzten Stelle
- Menschen frühzeitig und gezielt evakuieren

3. Brand bekämpfen

Eine weitere Aufgabe des VB's ist es, dafür zu sorgen, dass im Brandfall der Brand objektspezifisch, schnellst- und bestmöglich bekämpft werden kann.

- Objektspezifisch: Einsatz von automatischen Löschsystemen → z.B. Sprinkleranlage
- Schnelle Alarmierung und Lenkung für Feuerwehrangehörige → z.B.: Alarmis / Beschilderung: BMA, RWA, Stegleitung, Wandhydranten, Gebäudepläne...
- Jede Behinderung des Löschangriffs vermeiden (z.B. Freihalten von Feuerwehr-Aufzügen)

4. Aus Brand lernen

Aus Brandereignissen Schlüsse ziehen und diese zur künftigen Schadenverhinderung umsetzen:

- Registrierung, Analyse und Auswertung der bekannten Brände
- Umsetzung in technische Regeln und Erfahrungsberichte

7.3.1 BAUKUNDE

7.3.1.1 EINLEITUNG

Die häufigsten Brände sind in Gebäuden, daher ist es notwendig, dass die Feuerwehrangehörigen die wesentlichen Merkmale einer baulichen Anlage kennen und beurteilen können.

Jeder eingesetzte Feuerwehrangehörige muss die drohende Gefahr eines bevorstehenden Einsturzes oder einer Ausbreitung des Schadens/Brandes:

- erkennen und richtig beurteilen können,
- dem Einsatzleiter weitermelden,
- andere Einsatzkräfte warnen und sich selbst im Notfall rechtzeitig in Sicherheit bringen.



Ein Schutz vor diesen Gefahren ist aber nur möglich, wenn sowohl der Einsatzleiter als auch die Einsatzkräfte wissen wie sich Baustoffe und Bauteile:

- unter normalen Bedingungen und im Hilfeleistung– oder Brandfall verhalten,
- welche Standfestigkeit und Belastbarkeit Gebäude und Gebäudeteile haben,
- wo und wann es zu Einstürzen oder Brandausbreitungen kommen kann.

Einsturzgefahr erfolgt, weil sich die Tragfähigkeit von Baustoffen im Brandfall negativ verändert → Folge: oftmals Teil- oder Gesamteinstürze. Teilweise zerstörte Bauteile verharren in einem labilen Gleichgewicht

Durch geringe Krafteinwirkung (Löschwasserstrahl, Wind) ist ein Gesamteinsturz möglich

Abbildung 3 Mögliche Ursachen für Gebäudeeinstürze

7.3.1.2 ERKUNDUNG

Neben Fragen wie: „Sind Personen gefährdet?“, „Anzahl der Personen?“ und „Wo sind diese Personen?“ ist die Gebäudebeurteilung von großer Bedeutung.

Man unterscheidet zwischen Außen- und Innenerkundung. Beide Erkundungsmaßnahmen sind für die gesamte Einsatzdauer durchzuführen.

Wichtige Erkundungsinformationen können durch Ortskundige (Verwalter, Eigentümer, Hausmeister, Bewohner) gegeben werden.



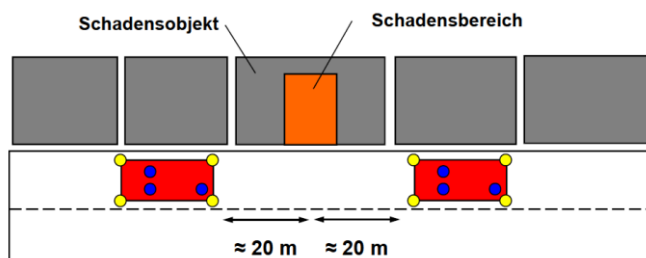
7.3.1.3 GEBÄUDEBEURTEILUNG

Die Gebäudebeurteilung setzt sich hauptsächlich aus den 7 folgenden Punkten zusammen:

- 1.: Lage des Gebäudes (freistehend, angebaut, zweiseitig angebaut....)
- 2.: Gebäudenutzung (Krankenhaus, Altersheim, Schule, Industriegebäudes, Wohngebäude....)
- 3.: Anzahl des Geschosse (Gebäude geringer Höhe, Gebäude mittlerer Höhe, Hochhäuser, Untergeschosse)
- 4.: Bauart (Mauerwerksbau, Betonbau, Holzbau, Stahlbau...)
- 5.: Gebäudegrundriss → Erstellen einer Skizze (u.a. wichtig für Anleiterbereitschaft, Belüftung, Angriffsweg, Fluchtweg)
- 6.: Vorhandene Brandlast
- 7.: Brandschutztechnische Einrichtungen (Brandmeldeanlage, Steigleitung und deren Einspeisung, Sicherheitstreppe, Räume oder sonstiger Rettungsweg, Feuerwehraufzug, Rauch- und Wärmeabzugsanlage, Hausbrandsprünchanlage....)

Allgemein gilt:

Die Fahrzeugaufstellung erfolgt i.d.R. eine B-Länge (20m) vom Gebäude entfernt.



Sonderfall → Einsturzgefährdete Gebäude:

Es ist ein Trümmerschatten von der 1,5-fachen Gebäudehöhe einzuhalten.



$$a = 1,5 \times h$$

7.3.1.4 GEBÄUDETYPEN

Gebäude werden in 3 Kategorien unterteilt: Gebäude geringer Höhe (Bâtiments bas), Gebäude mittlerer Höhe (Bâtiments moyens) und Hochhäuser (Bâtiments élevés). Der vorbeugende Brandschutz der Berufsfeuerwehr der Stadt Luxemburg hat allgemeingültige Vorschriften (SST-1500), welche für alle Gebäudetypen und alle Gebäudehöhen gelten sowie Vorschriften in Abhängigkeit der Gebäudehöhe (SST-1501-1503).

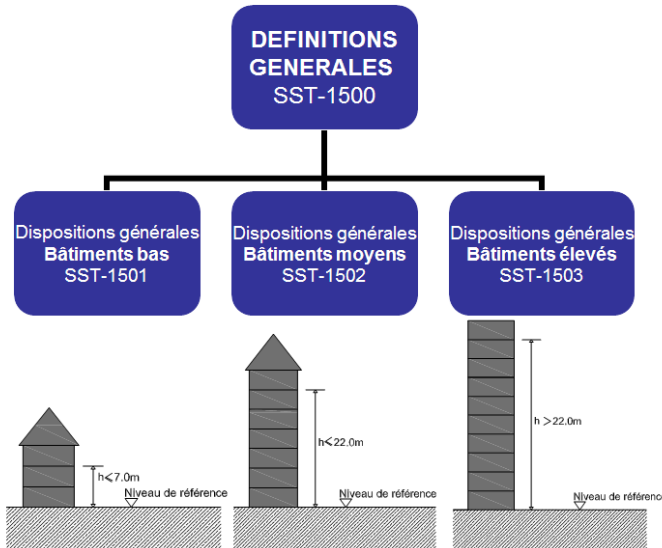


Abbildung 4 Gebäudekategorien (©Max Hahn – BF Luxemburg)

Die Unterteilung in diese 3 Gebäudetypen hat ihren Grund:

Bei Gebäuden geringer Höhe können Feuerwehrleitern als Rettungs- und Angriffsweg genutzt werden.

Bei Gebäuden mittlerer Höhe können die Drehleitern DL 23/12 als Rettungs- und Angriffsweg genutzt werden.

Bei Hochhäusern muss die Architektur die benötigten Nottreppenhäuser bieten.²

Daneben gibt es gebäudetypabhängige Vorschriften (Dispositions spécifiques SST 1504-1515)

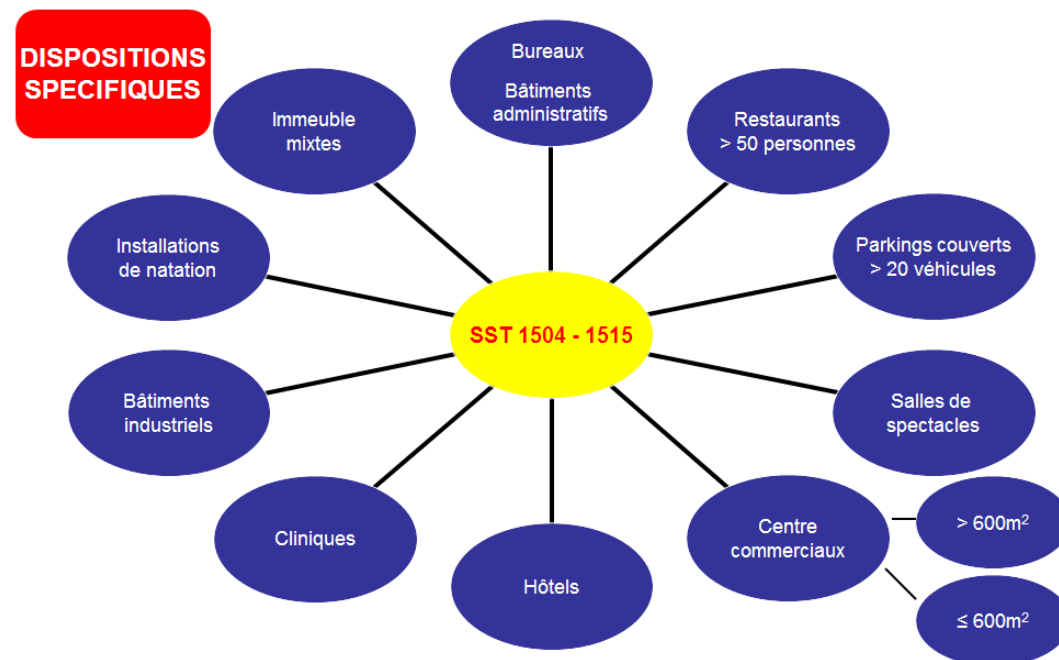


Abbildung 5 Gebäudetypabhängige Vorschriften, neu: „Crèches“ (©Max Hahn – BF Luxemburg)

² Zur Info: Bei Hochhäusern werden Feuerwehraufzüge und Steigleitungen verlangt. Trockenleitungen ($\varnothing=80\text{mm}$) ab 22m und Nassleitungen (\varnothing =gemäss Anforderung der Berechnungen) ab 60m. Ab 60m wird zudem eine Sprinkleranlage gefordert.

7.3.2 BAUSTOFFE

Man unterscheidet zwischen Bauteilen und Baustoffen. Bauteile bestehen aus Baustoffen; sie werden bei Bränden auf Temperaturen zwischen 800 und 1200°C erwärmt

- Bauteilen (Wände, Stützen, Decken, Böden, Treppen, Fenster, Türen, Treppengeländer, usw.)
- Baustoffe (Holz, Beton, Glas, Kunststoff, usw.)

7.3.2.1 BRANDEIGENSCHAFTEN

Im Folgenden wird kurz auf die Brandeigenschaften von den gängigsten Baustoffen eingegangen. Bei den Brandeigenschaften handelt es sich um die Brennbarkeit, die Wärmeausdehnung, die Wärmeleitfähigkeit und die Tragfähigkeit.

1: Brennbarkeit (Réaction au feu)

Die Baustoffe können brennbar oder nicht brennbar sein. Die Brennbarkeit der verschiedenen Baustoffe ist zwar für die Brandausbreitung von Bedeutung, der Festigkeitsverlust unter Wärmeeinwirkung hängt aber von anderen Faktoren ab.

So kann z.B. im Brandfall ein Bauteil aus brennbarem Baustoff (z.B. Holz) ein wesentlich günstigeres Verhalten aufzeigen als ein Bauteil aus einem nichtbrennbaren Baustoff (z.B. Stahl).

Baustoffe werden gemäß ihrem Brandverhalten in die folgenden Baustoffklassen eingeteilt. Die Bezeichnungen welche in unseren Nachbarländern gebraucht werden, sind lediglich informationshalber eingefügt.

Abkürzung	Eigenschaften	Deutschland	Belgien	Frankreich
A1	<i>Nicht brennbar Kein Beitrag zum Brand</i>	A1	A0	M0
A2	<i>Nicht brennbar Vernachlässigbarer Beitrag zum Brand</i>	A2	A1	M1
B	<i>Schwer entflammbar Geringer Beitrag zum Brand</i>	B1	A2	M2
C	<i>Schwer entflammbar Sehr geringer Beitrag zum Brand</i>	B1	A2	M2
D	<i>Normal entflammbar Hinnehmbarer Beitrag zum Brand</i>	B2	A3	M3
E	<i>Normal entflammbar Hinnehmbares Brandverhalten</i>	B2	A3	M3
F	<i>Leicht entflammbar Keine Anforderungen</i>	B3	A4	M4

Tabelle 1 Baustoffklassen gemäß DIN EN 13501-1

Die Brennbarkeit bezieht sich auf das Brandverhalten nach Eintritt der Zündung. Im Folgenden sind zur Verdeutlichung einige Beispiele:

Nicht brennbare Baustoffe

- A1: Ohne brennbare Bestandteile (z.B.: Steine, Beton, Glas, Stahl)
- A2: Mit geringen brennbaren Bestandteilen (z.B.: Gipskarton)

Brennbare Baustoffe

- **B und C:** schwer entflammbare Stoffe:

Brennen nach dem Entzünden nur bei weiterer Energiezufuhr weiter und erlöschen bei Wegnahme der Zündquelle. (z.B.: Spanplatten, Wolle, Leder)

- **D und E:** normal entflammbare Stoffe:

Brennen nach Wegnahme der Zündquelle mit normaler Geschwindigkeit weiter. (z.B.: Holz $\varnothing > 2\text{mm}$, Kohle)

- **F:** leicht entflammbare Stoffe:

Brennen nach dem Entzünden mit hoher Flammenausbreitungsgeschwindigkeit und unter schneller Freisetzung ihrer Verbrennungswärme. (z.B.: Stroh, Holz $\varnothing < 2\text{mm}$, Tapete, Papier)

2: Wärmeausdehnung (siehe Wärmelehre)

Allgemein gilt: Je höher die Temperatur und je höher die Wärmeleitfähigkeit eines Baustoffes ist, desto grösser ist die Ausdehnung des Stoffes.

Praktische Bedeutung für den Brandfall: Längenänderung von z. B. Stahlträgern

Die Längenzunahme hängt vom Material, von der Temperaturzunahme und der Ausgangslänge ab:

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta T$$

Δl = Längenausdehnung [m]
 α = Ausdehnungskonstante [mm/(m•K)]
 l_0 = Anfangslänge [m]
 ΔT = Temperaturänderung $T_2 - T_1$ [K]

3: Wärmeleitfähigkeit (siehe Wärmelehre)

Die Wärmeleitfähigkeit eines Baustoffs ist seine Fähigkeit, Wärme fortzuleiten.

Allgemein gilt: Poröse leichte Baustoffe leiten die Wärme schlecht weiter, dichte schwere Baustoffe dagegen gut.

4: Tragfähigkeit (Résistance au feu)

Bei steigender Temperatur nimmt die Festigkeit der Stoffe mehr oder weniger ab.

Bei höheren Temperatur werden die Elastizitäts - bzw. Bruchgrenze schon bei kleineren äußeren Kräften erreicht. (Einsturzgefahr)

7.3.2.2.: BAUSTOFF HOLZ

Holz ist der älteste und bekannteste Baustoff. Holz ist ein natürlicher, ökologischer nachwachsender Rohstoff.

Im Normalfall nimmt Holz sehr große Zug- und Druckfestigkeit auf; dies schon bei geringen Querschnitten. (im Normalfall → hohe Tragfähigkeit)



1.: Brennbarkeit

Holz ist brennbar und besteht aus ca.: 50% Kohlenstoff, 44% Sauerstoff, 6% Wasserstoff und 1% Stickstoff und Mineralsubstanzen. Die Zündtemperatur beträgt zwischen 270° C - 340° C.

wenn $\varnothing > 2\text{mm}$: Baustoffklasse D, E „brennbarer Stoff - normal entflammbar“

wenn $\varnothing < 2\text{mm}$: Baustoffklasse F „brennbarer Stoff - leicht entflammbar“

2.: Wärmeausdehnung

Sehr geringe Wärmeausdehnung.

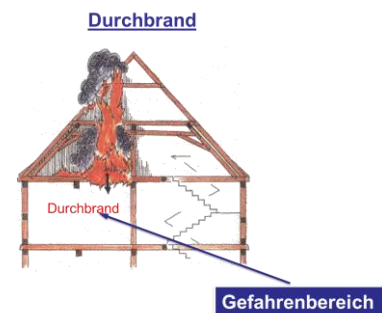
3.: Wärmeleitfähigkeit

Sehr schlechter Wärmeleiter → $\lambda = 0,09 \dots 0,19 \text{ W} / (\text{m} \times \text{K})$

4.: Tragfähigkeit

Tragfähigkeitsverlust durch Abbrand → **ab 50% Abbrand** des tragenden Querschnittes besteht für Holzkonstruktionen Einsturzgefahr

- besitzt in massiver Form (Balken) eine geringe Abbrandrate 0,5 - 1,0 mm/min.



Anzeichen für den Einsturz von Holzkonstruktionen:

Ein bevorstehender Einsturz ist meist an knarrenden, knackenden oder berstenden Geräuschen und am Durchbiegen der Holzkonstruktionen erkennbar.

Sonstige Brandeigenschaften

Holz ist gegen plötzliche Temperaturschwankungen (Löschwasser) unempfindlich

Holz bildet im Brandfall eine schützende Holzkohlenschicht (Durch die Brandeinwirkung bildet sich auf der Oberfläche des Holzes eine Holzkohlenschicht, die als eine Art „Schutzschicht“ den weiteren Abbrand des Holzes stark verzögert)



BEISPIEL

Ein Kantholz besitzt die Maße von 10 cm x 10 cm. Nach wieviel Minuten besteht Einsturzgefahr? Gehen Sie davon aus, dass das Kantholz von den 4 Seiten gleichmäßig abbrennt.



Einsturzgefahr bei 50% Abbrand → also 50% von: $10\text{cm} \times 10\text{cm} = 100\text{cm}^2 \rightarrow$ also 50cm^2

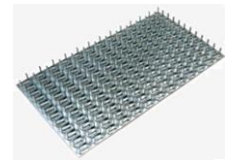
$50\text{cm}^2 \approx 7\text{cm} \times 7\text{cm}$

Die Abbrandrate beträgt demnach jeweils 1,5cm pro Seite.

Bei einer Abbrandrate von 1 mm/min ist der Abbrand von 1,5 cm = 15 mm nach ca. 15 Minuten erreicht → Einsturzgefahr

NAGELPLATTENBINDER

Bei den Verbindungen im Ingenieurholzbau werden Stöße von Holzbalken oder Knotenpunkte mit meist schnell herstellbaren Verbindungen unter Verwendung von Formstücken aus Stahl verbunden.



Durch die fortschreitende Holzkohlenbildung bei Bränden lockern sich die Nagelplatten und fallen schließlich ab - die Folge ist ein schlagartiger Einsturz des Daches ohne Vorwarnung!

→ Schnelles Versagen im Brandfall → Hohe Einsturzgefahr



7.3.2.3.: BAUSTOFF STAHL

Brandverhalten von Stahl

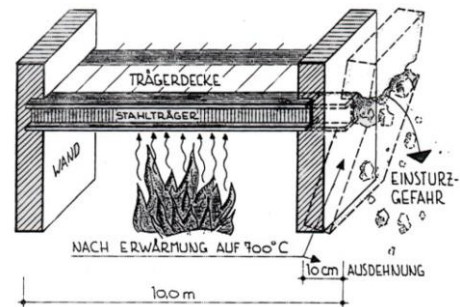
1.: Brennbarkeit

Nicht brennbar: → Baustoffklasse A1, „nicht brennbarer Stoff ohne brennbare Bestandteile“

2.: Wärmeausdehnung

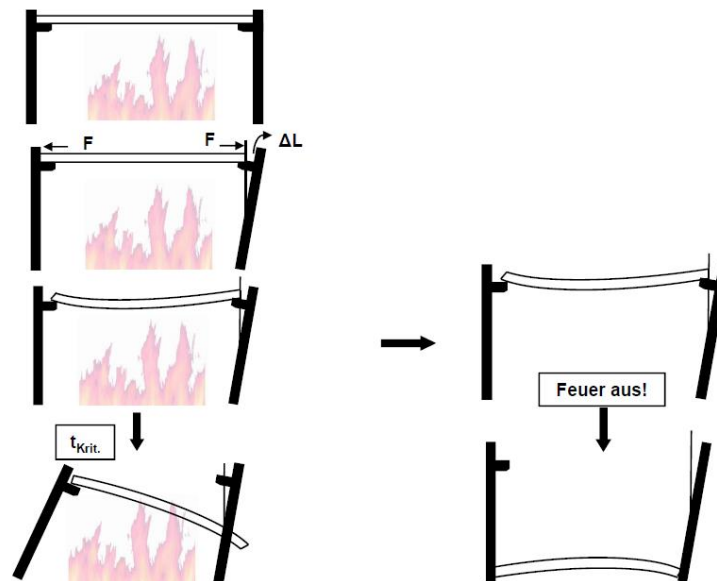
Sehr hohe Wärmeausdehnung → $\alpha = 0,012 \text{ mm} / (\text{m} \times \text{K})$

Stahl dehnt sich bei einer Erwärmung um 1,2 mm pro m Trägerlänge je 100 Kelvin Temperaturerhöhung aus.



Stahlträger können andere Bauteile auseinander oder aus ihren Lagerpunkten drücken → Einsturz der Konstruktion

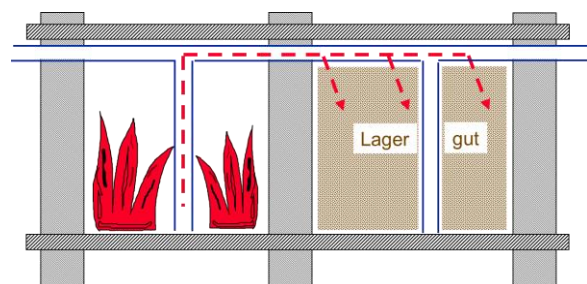
Stahlträger zieht sich schlagartig zusammen, Träger verlässt sein Aufnahmelager → Einsturz der Konstruktion



3.: Wärmeleitfähigkeit

Sehr hohe Wärmeleitfähigkeit → $\lambda = 48...58 \text{ W} / (\text{m} \times \text{K})$

Dadurch erfolgt eine rasche Durchwärmung der Stahlbauteile und angrenzender Bausubstanzen. Brandausbreitung in andere Bereiche ist sehr leicht möglich.



4.: Tragfähigkeit

Tragfähigkeitsverlust durch: Wärmeeinwirkung; *mit steigender Temperatur nimmt die Tragfähigkeit rapide ab*

- **500°C → Verlust von 50% seiner Tragfähigkeit**
- **700°C → Verlust von 70% seiner Tragfähigkeit**
- **800°C → Verlust von 100% seiner Tragfähigkeit**

Als Richtwert für die Durchwärmung von Stahl werden 30 C/min angesetzt.

Das heißt, dass Stahl nach ca. 17 Minuten nur noch 50% seiner Tragfähigkeit besitzt:

500°C / 30°C/min → 17 min

Anzeichen für den Einsturz von Stahlkonstruktionen:

- Verformung / Verdrehung
- Längenänderung
- Temperaturerscheinungen am Stahl (Blasenwurf des Anstrichs, Glutfarbe)

Sonstige Brandeigenschaften

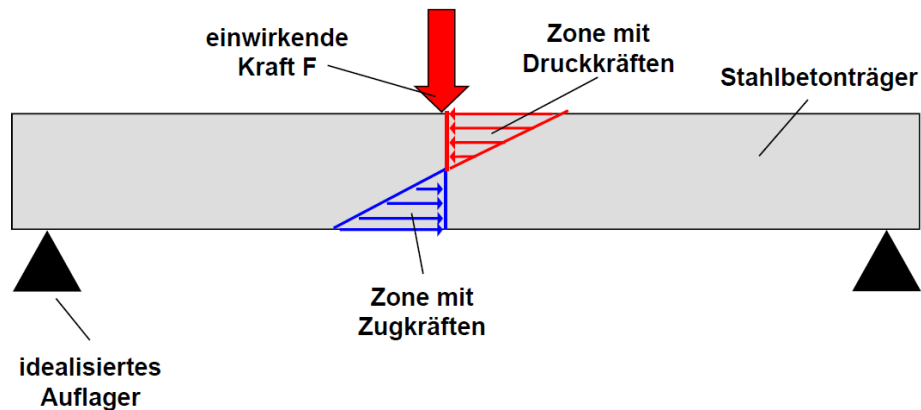
Um den Nachteil der sehr hohen Wärmeausdehnung vom Stahl zu verringern, werden Stahlelemente in der Praxis brandschutztechnisch bekleidet/beschichtet oder es wird Stahlbeton verwendet.

7.3.2.4.: BAUSTOFF BETON

Beton besteht aus Zement (Bindemittel), Sand, groben Zuschlagstoffen wie Kies und Wasser. Beton kann nur Druckspannungen aufnehmen. Um teilweise Zugspannungen und Biegespannungen aufnehmen zu können, werden Stahleinlagen in den Beton eingearbeitet (Bewehrungen).

Prinzip der Kräfteverteilung im “Verbundwerkstoff Stahlbeton”:

(erläutert am Beispiel “Stahlbetonträger auf zwei Stützen”)



Brandverhalten von Beton

1.: Brennbarkeit

Nicht brennbar

Baustoffklasse A1, „nicht brennbarer Stoff ohne brennbare Bestandteile“

2.: Wärmeausdehnung

Sehr geringe Wärmeausdehnung; trotz hohem Wärmeausdehnungskoeffizient³ ($\rightarrow \alpha = 0,013 \text{ mm} / (\text{m} \times \text{K})$)

Aufgrund der gleichen Wärmeausdehnung von Beton und Stahl werden diese Baustoffe in der Stahlbeton-Verbundbauweise zusammen verwendet.

3.: Wärmeleitfähigkeit

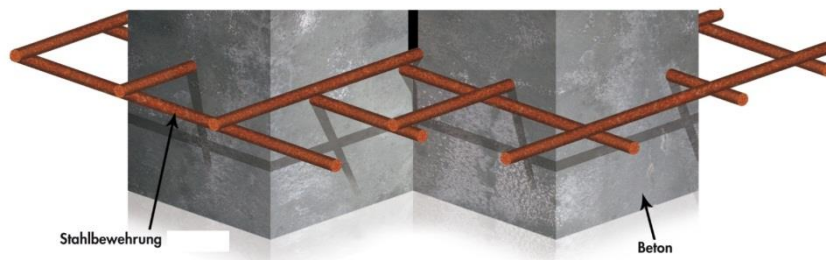
Schlechter Wärmeleiter $\rightarrow \lambda = 2,1 \text{ W} / (\text{m} \times \text{K})$

4.: Tragfähigkeit

Wie im Normalfall \rightarrow hohe Druckfestigkeit aber geringe Zugfestigkeit.

³ problemlos weil geringe Wärmeleitfähigkeit

7.3.2.5.: STAHLBETON

Brandeigenschaften „Stahlbeton“:

1.: Brennbarkeit → Nicht brennbar (Baustoffklasse A1)

2.: Wärmeausdehnung → keine Wärmeausdehnung (wie Beton)

3.: Wärmeleitfähigkeit → geringe Wärmeleitfähigkeit (wie Beton)

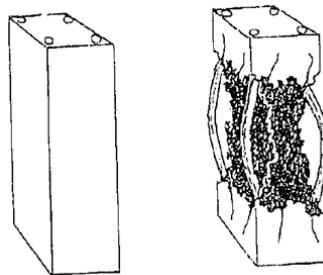
4.: Tragfähigkeit → bei ca. 550°C besteht bei Stahlbeton Einsturzgefahr der Konstruktion⁴ (Betonteile platzen ab und legen die Bewehrung frei, die dann ohne Schutz sind)

Betonüberdeckung:

2,5cm → R60

3,0cm → R90

6,0cm → R180

Anzeichen für Einsturz einer Stahlbeton-Konstruktion:

- Verformung
- Abplatzungen
- Risse

Sonstige Brandeigenschaften:

Stahlbetonbauteile versagen plötzlich, jedoch erst nach langer und intensiver thermischer Beanspruchung!

Ein Innenangriff in Bauwerken aus Stahlbeton ist fast immer möglich und erfolgversprechend.

⁴ In der Regel werden bei Betonwänden, die brandschutztechnisch richtig dimensioniert sind, wegen der relativ schlechten Wärmeleitung des Betons Temperaturen von bis zu 500 °C im Innern des Querschnittes nicht erreicht. Deshalb bleiben unter Berücksichtigung der tatsächlichen Lasten und einer relativ niedrigen Erwärmung des Betons die Tragfähigkeitseigenschaften sowohl während eines Brandes als auch danach weitgehend erhalten.

SPANNBETON

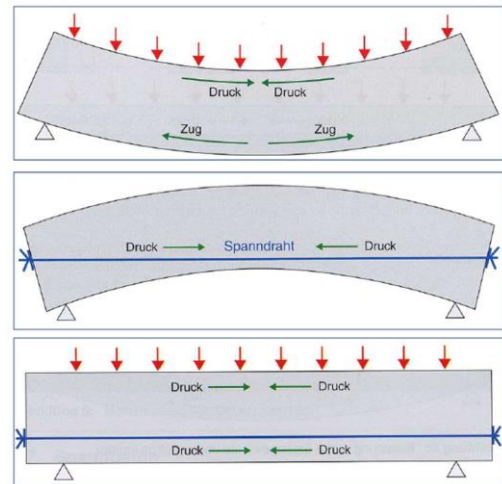
Baustoff Spannbeton

Im Spannbeton werden durch vorgespannte Stähle so große Druckspannungen im Betonquerschnitt erzeugt, dass selbst bei voller Belastung keine Zugspannungen auftreten können.

Der Beton wird praktisch verdichtet. Durch diese Technik ist es möglich mit kleineren Betonquerschnitten große Spannweiten zu erreichen, z.B. Brückenbau. Aufgrund dieser schlanken Querschnitte erwärmt sich Spannbeton schneller. Daher ist Spannbeton im Brandfall empfindlicher als herkömmlicher Stahlbeton.

Brandeigenschaften:

Wie Stahlbeton, aber: durch Erwärmung geht Vorspannung verloren.



7.3.2.6.: BAUSTOFF STEIN

Man unterscheidet:

- Natürliche Steine
- Künstliche Steine (gebrannte und nichtgebrannte künstliche Steine)

NATÜRLICHE STEINE



Bezeichnung für alle auf der Erde vorkommenden Steine. (Granit, Basalt, Sandstein, Schiefer, Marmor,...)

Verwendung: Mauerwerk, Säulen, Pflastersteine, Treppenstufen

Brandeigenschaften „Natürliche Steine“:

1.: Brennbarkeit → Nicht brennbar (Baustoffklasse A1)

2.: Wärmeausdehnung → keine Wärmeausdehnung

3.: Wärmeleitfähigkeit → hohe Wärmeleitfähigkeit (aber ungleichmäßige Wärmeleitfähigkeit der verschiedenen im Stein gebundenen Mineralien → dies führt zu inneren Spannungen)

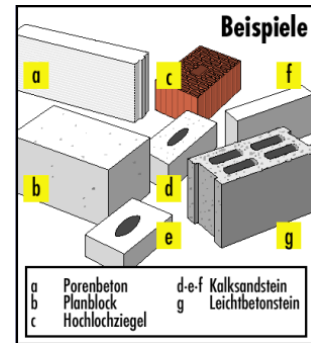
4.: Tragfähigkeit

Natürliche Steine können Wasser enthalten und innere Risse haben. Daher neigen natürliche Steine im Brandfall zum Reißen/Platzen. → Einsturzgefahr.

Brandverhalten: schlecht (Innere Spannungen durch Erhitzen/schnelles Abkühlen)

KÜNSTLICHE STEINE

Man unterscheidet zwischen nichtgebrannten künstlichen Steinen und gebrannten künstlichen Steinen.



Nichtgebrannte künstliche Steine:

Nichtgebrannte künstliche Steine werden in Formen gepresst und an der Luft getrocknet (oder unter Dampf gehärtet)

Beispiele: Betonsteine, Lehmstein, Bimssteine, Kalksandsteine

Brandeigenschaften „Nichtgebrannte künstliche Steine“:

1.: Brennbarkeit → Nicht brennbar (Baustoffklasse A1)

2.: Wärmeausdehnung → geringe Wärmeausdehnung

3.: Wärmeleitfähigkeit → geringe Wärmeleitfähigkeit

4.: Tragfähigkeit → geringe Abplatzungen erst nach längerer Branddauer möglich

Brandverhalten: gut/sehr gut

Gebrannte künstliche Steine:

Gebrannte künstliche Steine bestehen aus Lehm, Ton oder tonigen Massen sowie Zuschlagstoffen. Sie werden bei ca. 1200 °C gebrannt.

Beispiele: Mauerstein, Dachziegel, Klinker, Rohre

Brandeigenschaften „Gebrannte künstliche Steine“:

1.: Brennbarkeit → Nicht brennbar (Baustoffklasse A1)

2.: Wärmeausdehnung → sehr geringe Wärmeausdehnung

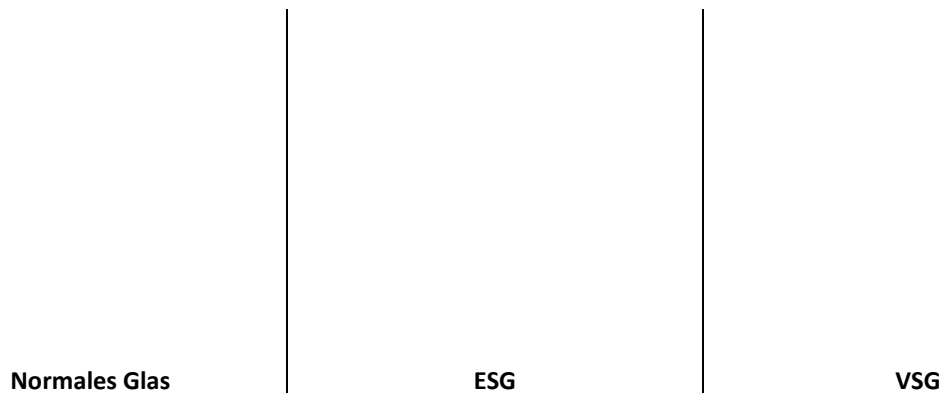
3.: Wärmeleitfähigkeit → sehr geringe Wärmeleitfähigkeit

4.: Tragfähigkeit → lange Standfestigkeit (geringe Abplatzungen erst nach längerer Branddauer möglich)

Brandverhalten: sehr gut (durch hohe Produktionstemperaturen)

7.3.2.7.: GLAS

Allgemein wird zwischen normalem Glas, Einscheibensicherheitsglas ESG und Verbundsicherheitsglas VSG unterschieden.



Brandeigenschaften vom Baustoff Glas:

1.: Brennbarkeit → Nicht brennbar (Baustoffklasse A1)

2.: Wärmeausdehnung → geringe Wärmeausdehnung → $\alpha=0,009\text{mm} / (\text{m} \times \text{K})$

3.: Wärmeleitfähigkeit → schlechte Wärmeleitfähigkeit → $\lambda=0,6-1,0 \text{ W} / (\text{m} \times \text{K})$

4.: Tragfähigkeit → Glas ist spröde; die Wärmeausdehnung reicht aus um den spröden Stoff zu Bruch gehen zu lassen → Spannungen im Fensterrahmen

Hauptsächlich entstehen Defekte im Glas durch einen Schock. Das heißt, durch eine schnelle und intensive Temperaturveränderung.

Sonstige Brandeigenschaften:

Glas schmilzt zwischen 900 und 1.100 °C.

Bei Brandschutz-Verglasungen gibt es zwei verschiedene Kategorien:

Die EI- und die E-Verglasungen. Diese unterscheiden sich grundsätzlich darin, dass die **EI-Verglasungen Wärmestrahlung zurückhalten** und die E-Verglasungen nicht.

Diese Eigenschaft ist besonders für die Planung von Rettungswegen von Bedeutung, da die flüchtenden Personen vor Wärmestrahlung zu schützen sind.

Beispielsweise müssen Verglasungen in notwendigen Fluren bis zu einer Höhe von 1,8 m als EI-Verglasungen ausgeführt sein (DIN 4102-13, Abschnitt 4).

Darüber dürfen auch E-Verglasungen eingebaut werden.

E-Verglasung:

beständig gegen Flamme und Rauch
(nach DIN-Norm: G-Verglasung)

Als E-Verglasung gelten lichtdurchlässige Bauteile, die dazu bestimmt sind, entsprechend ihrer Feuerwiderstandsdauer nur die Ausbreitung von Feuer oder Rauch zu verhindern.

Der Durchtritt der Wärmestrahlung wird nicht verhindert

In der Regel bleiben E-Verglasungen im Brandfall durchsichtig.

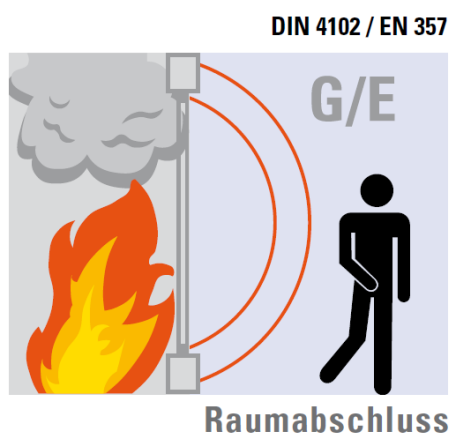
EI-Verglasung:

beständig gegen Flamme, Rauch und Wärmestrahlung
(nach DIN-Norm: F-Verglasung)

Als EI-Verglasungen gelten lichtdurchlässige Bauteile, die dazu bestimmt sind, entsprechend ihrer Feuerwiderstandsdauer nicht nur die Ausbreitung von Feuer und Rauch, **sondern auch den Durchtritt von Wärmestrahlung zu verhindern**.

D.h. die vom Feuer abgekehrte Oberfläche darf sich um nicht mehr als 140K (Mittelwert) bzw. 180K (größter Einzelwert) erwärmen.
Ein angehaltener Wattebausch darf nicht zünden oder glimmen.

EI-Verglasungen werden im Brandfall undurchsichtig.



7.3.2.8.: GIPS

Gips besteht zu 1/3 aus Wasser und härtet an der Luft aus.

Brandeigenschaften von Gips:

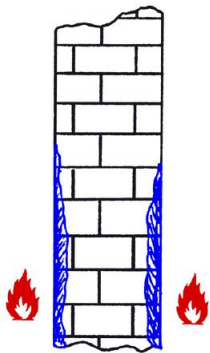
Dem Feuer ausgesetzt, muss zuerst das im Gips kristallin gebundene Wasser ausdiffundieren, bevor ein Temperaturanstieg möglich ist. Deshalb wird mit Gipsprodukten ein hervorragender Brandschutz erzielt. Gips erhöht die Feuerwiderstandsdauer von Decken und Wänden.

Bei Brandbeaufschlagung kommt es zu Abplatzungen welche durch schlagartiges Abkühlen verstärkt werden.

7.3.2.9.: MÖRTEL

Mörtel dient zum Verbinden von Steinen und ist ein Gemenge aus: einem Bindemittel (Zement und/oder Kalk), Sand, Wasser und Zuschlagstoffen.

Mörtel erhärten an der Luft (*oder chemische Aushärtung*)



Brandeigenschaften von Mörtel:

Mörtel besitzt ein gutes Brandverhalten; selbst bei langandauernden Bränden werden die Mörtelfugen ab 750°C bis zu einer Tiefe von 2-3cm zerstört.



7.3.3 FEUERWIDERSTANDSKLASSEN

Das europäische Klassifizierungssystem DIN EN 13501 zur Beurteilung des Brandverhaltens von Baustoffen und Bauprodukten in das luxemburgische Baurecht eingeführt.

Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen werden gemäß DIN EN 13501-2 mit einer Kombination aus einem oder mehreren Buchstaben (als Kurzzeichen zur Beschreibung bestimmter Kriterien) sowie einer dranhängenden Zahl (Feuerwiderstand in Minuten) angegeben.

Mögliche Feuerwiderstandsdauer: 30, 60, 90, 120, 180 und 240 Minuten

0	→	ohne Feuerwiderstand
30, 60	→	feuerhemmend
90, 120, 180 und 240	→	feuerbeständig

Innerhalb dieser Feuerwiderstandszeiten muss das jeweilige Bauteil bestimmte Eigenschaften gewährleisten, die durch die Voranstellung der Buchstaben R, E, I, W, M oder P beschrieben werden. Hinter der Feuerwiderstandsdauer können ggf. die Buchstaben S oder C angegeben werden.

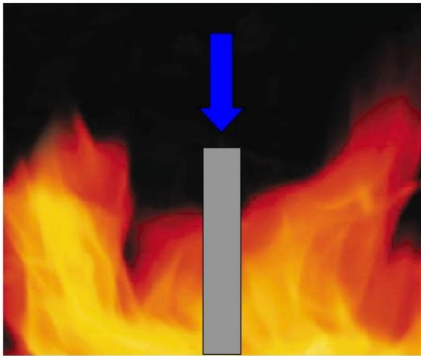
Abkürzung	Eigenschaften	Bedeutung
R	Tragfähigkeit (z.B.: Erhalt der statisch zugeordneten Funktionen von Decken, Wänden, Stützen, Unterzügen....)	Resistance
E	Raumabschluss (Widerstand eines Bauteiles gegenüber einer einseitigen Brandeinwirkung um einen Flammendurchtritt zu vermeiden)	Étanchéité
I	Wärmedämmung ⁵	Isolation
W	Begrenzung des Wärmestrahlung auf der dem Feuer abgewandten Seite	Wormth
M	Mechanische Einwirkung auf Wände ⁶	Mechanical
C	Selbstschließend (z.B.: Rauchschutztüren, Feuerschutzabschlüsse)	Closing
S	Gas- und Rauchdichtheit (z.B.: Rauchschutztüren)	Smoke
P	Erhaltung der Energieversorgung und Signalübertragung (z.B.: elektrische Kabel)	

Tabelle 2 Charakteristische Eigenschaften gemäß DIN EN 13501-1

⁵ Die Temperatur auf der dem Feuer abgewandten Seite darf innerhalb der Feuerwiderstandsdauer im Durchschnitt maximal 140 °C, und an der wärmsten Stelle maximal 180°C über der mittleren Ausgangstemperatur liegen. Die Temperaturerhöhung des Türrahmens darf 360°C betragen.

⁶ Im Brandfall herabstürzende Bauteile dürfen nicht zu einer Beeinträchtigung der Funktionen R, E und I führen (Beispiel Brandwand REI-M).

Tragfähigkeit [R]ésistance



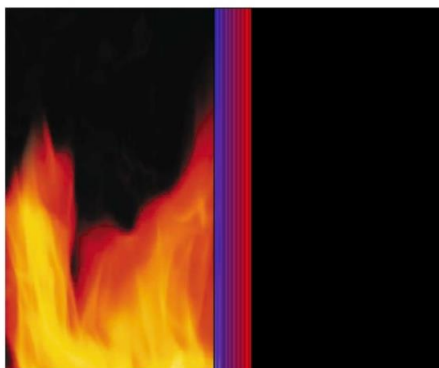
Bauteil widersteht der Brandbeanspruchung

Raumabschluss [E]tanchéité



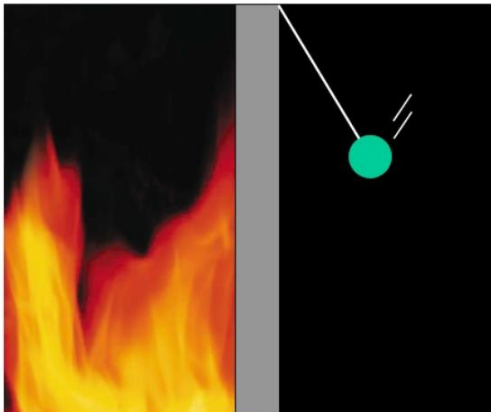
Bauteil verhindert Feuerschritt
(keine Öffnungen, keine Entflammung)

Wärmedämmung [I]solation



Bauteil verhindert Übertragung von
Wärme (max. 140 °C im Mittel)

Widerstand gegen mechanische Beanspruchung [M]echanical



Bauteil widersteht einer
Stoßbeanspruchung

Selbstschließende Eigenschaft [C ...]



Bauteil schließt selbstständig

BEISPIELE

Beispiel: Innenwand REI90

R: tragende Innenwand (die Tragfähigkeit bleibt während minimal 90 Minuten erhalten)

E: Raumabschluss

I: Wärmedämmung während minimal 90 Minuten

Beispiel: Tür EI30-CS

E: Raumabschluss

I: Wärmedämmung während minimal 30 Minuten

C: Selbstschließende Tür

S: Rauchdichtheit während minimal 30 Minuten

Die folgende Abbildung zeigt die Temperaturentwicklung im Brandfall in Funktion der Zeit. Baustoffe und Bauteile werden gemäß dieser Einheitstemperaturzeitkurve getestet.

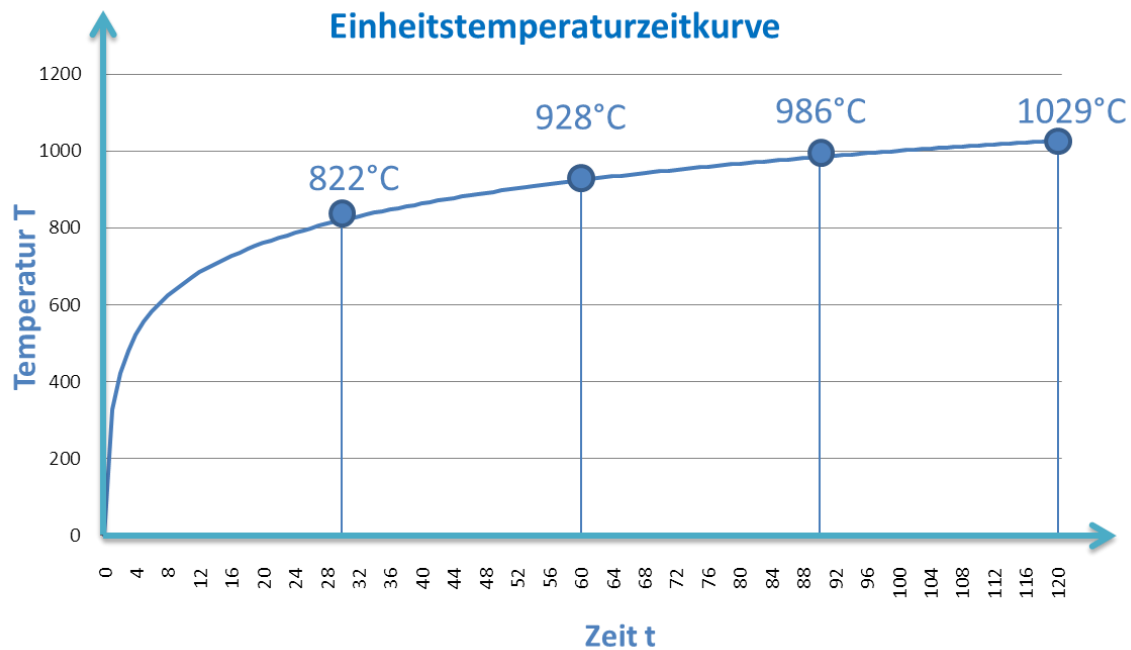


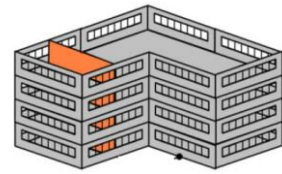
Abbildung 6 Einheitstemperaturzeitkurve nach DIN 4102 Teil 2 (©Max Hahn – BF Luxemburg)

Hat man beispielsweise eine zertifizierte EI-30 Tür, so müssen, bei einer Temperaturerhöhung von 822°C, die folgenden Kriterien während mindestens 30 Minuten eingehalten werden.

Die Temperatur auf der dem Feuer abgewandten Seite darf innerhalb von 30 Minuten im Durchschnitt maximal 140 °C, und an der wärmsten Stelle maximal 180°C über der mittleren Ausgangstemperatur liegen. Die Temperaturerhöhung des Türrahmens darf 360°C betragen.

BRANDWÄNDE

Brandwände sind Wände zur Trennung oder Abgrenzung von Brandabschnitten. Sie sind dazu bestimmt, die Ausbreitung von Feuer und Rauch auf andere Gebäude oder Gebäudeabschnitte zu verhindern (DIN 4102-3 Abschnitt 4.1). Sie müssen aus Baustoffen der Baustoffklasse A und minimal die Feuerwiderstandsfähigkeit von REI90-M erfüllen.



Brandwände können durchgehend oder versetzt angeordnet werden. Die Brandabschnitte dürfen eine maximale Länge von 40m haben. Um eine Brandausbreitung über das Dach zu verhindern, müssen Brandwände einen Dachüberstand von mindestens 30cm.

Die Brandabschottung ist jeweils zwischen den Brandabschnitten sicherzustellen; z.B.: bei Kabel- und Rohrdurchführungen, Steigeschächten, in Lüftungsrohren mittels Brandschutzklappen, durch selbstschließende Türen/Tore, usw.

7.3.4 PERSONENEVAKUIERUNG

Ziel des vorbeugenden Brandschutzes ist u.a. zu überprüfen, dass Gebäude so konzipiert werden, dass bei einer Evakuierung keine Massenpanik ausbricht.

7.3.4.1 MAXIMALE PERSONENBELEGUNG

Gebäudetypabhängig werden vom vorbeugenden Brandschutz der BF Luxemburg folgende maximale Personenbelegungen zugelassen:

Gebäudetyp	Personen / m ²	m ² / Person	
Administrative Gebäude Bureaux (Bâtiments administratifs)	0,10	10	
VERANSTALTUNGSRÄUME / SALLES DE SPECTACLES			
Stehend / debout	3,00	0,33	
Sitzend / assis (Fläche abzüglich Fluchtwegen und Bühnen)	1,00	1,00	
Ausstellungsräume und – hallen / Salles et halls d'exposition	1,50	0,66	
RESTAURANTS > 50 Personen			
Stehend / debout	2,00	0,50	
Sitzend / assis	1,00	1,00	
EINKAUFSZENTREN / CENTRE COMMERCIAUX			
> 600m ²	0,30	3,33	
≤ 600m ²	0,05	20,00	
Im EG und ≤ 600m ² au rez-de-chaussée ≤ 600m ²	0,10	10,00	
Magasin de meubles, de jardinage	0,04	25,00	
Mail	0,20	5,00	
Mail - exclusivement restauration	/	0,00	

7.3.4.2 MINIMALE ANZAHL AN NOTAUSGÄNGEN/NOTTREPPENHÄUSER

Unter Notausgang versteht man Türen, welche die Evakuierung von Personen aus dem Gebäudeinneren nach außen ermöglichen.

Neben den reglementären Notausgängen gibt es auch noch so genannte Zusatznotausgänge (Sorties accessoires). Dabei handelt es sich um Notausgänge, welche nicht den Anforderungen an einen Notausgang erfüllen. Oftmals handelt es sich bei Zusatznotausgängen um Fenster, Balkone oder zu schmale Notausgänge oder Nottreppenhäuser.

Die minimale Anzahl der Notausgänge/Nottreppenhäuser ist abhängig von der maximal zulässigen Personenbelegung:

Gebäudenutzung	→	1 - 50 Personen	1 geforderter Notausgang/Nottreppenhaus
Gebäudenutzung	→	51 - 500 Personen	2 geforderte Notausgänge/Nottreppenhäuser
Gebäudenutzung	→	501 - 1000 Personen	3 geforderte Notausgänge/Nottreppenhäuser
Gebäudenutzung	→	1001 - 1500 Personen	4 geforderte Notausgänge/Nottreppenhäuser
Gebäudenutzung	→	1501 - 2000 Personen	5 geforderte Notausgänge/Nottreppenhäuser
Gebäudenutzung	→	2001 - 2500 Personen	6 geforderte Notausgänge/Nottreppenhäuser

Jedes Gebäude, jeder Raum, jedes Stockwerk, welches zwischen 51 und 500 zulässige Nutzer hat, benötigt minimal 2 Notausgänge/Nottreppenhäuser.

Pro 500 weitere Personen ist jeweils ein zusätzlicher Notausgang/Nottreppenhaus erforderlich.

Für Administrative Gebäude (Bürogebäude) ist pro Nutzungsfläche von 400m² ein Notausgang/Nottreppenhaus erforderlich.



7.3.4.3 NOTAUSGÄNGE



Man unterscheidet zwischen:

1.: Ein geforderter Notausgang

- für Räume im ersten und zweiten Untergeschoss (unmittelbar unter dem Evakuationsgeschoss)
- für Räume mit einer maximalen Personenbelegung in den beiden Geschossen von 20 Personen
- für Räume die ausschließlich während des Tages benutzt werden

2.: Ein geforderter Notausgang mit einem Zusatznotausgang

- für eine maximale Personenbelegungen von 50 Personen pro Geschoss

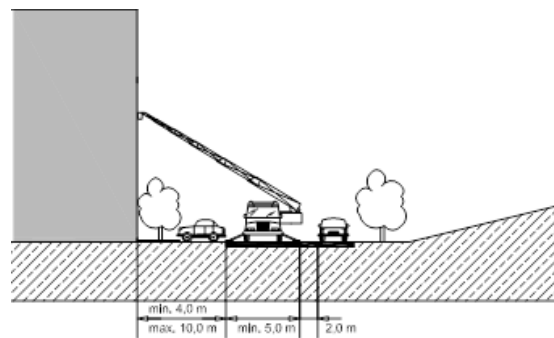
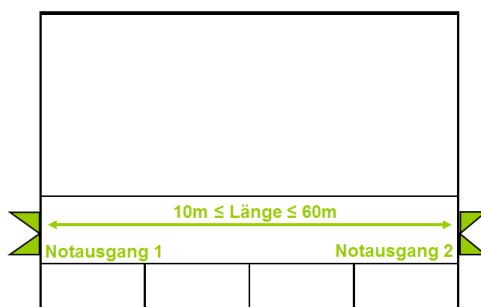


Abbildung 7 Ein geforderter Notausgang mit einem Zusatznotausgang (Quelle: Dispositions générales ITM-SST 1501.1)

3.: Zwei geforderte Notausgänge

Die Notausgänge müssen wenigstens 10 Meter und maximal 60 Meter voneinander entfernt sein ($51 \leq \text{Personenbelegung} \leq 500$)

**4.: Drei (und mehr) geforderte Notausgänge**

Zwei Notausgänge müssen wenigstens 10 Meter und maximal 60 Meter voneinander entfernt sein. Alle zusätzlichen Notausgänge müssen wenigstens 5 Meter voneinander entfernt sein.

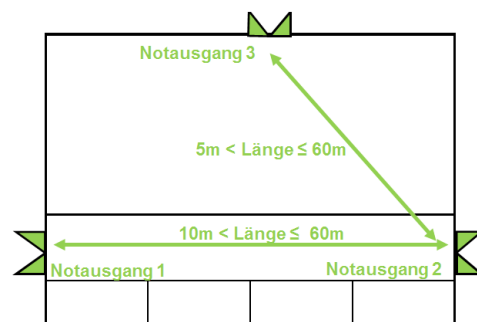
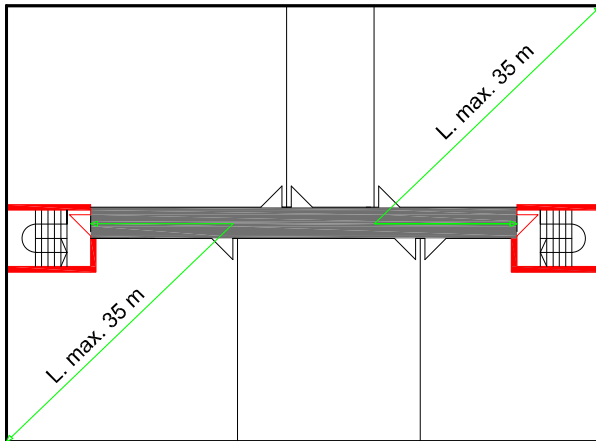
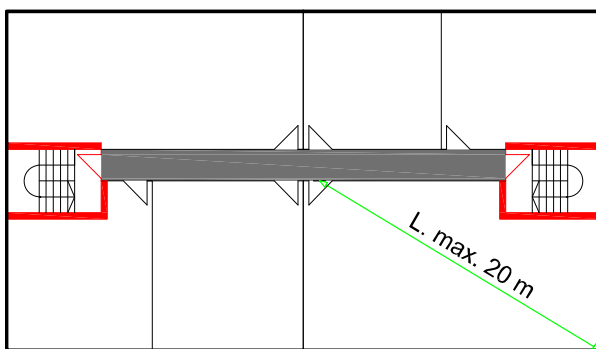


Abbildung 8 Maximale Fluchtweglängen 1/2 (©Max Hahn – BF Luxemburg)

7.3.4.4 MAXIMALE FLUCHTWEGLÄNGEN



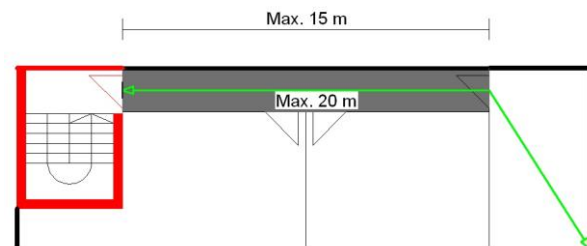
Die maximal zulässige Fluchtweglänge jedes beliebigen Aufenthaltspunktes bis zum Notausgang/Nottreppenhaus beträgt 35 Meter.



Die maximal zulässige Fluchtweglänge aus einem Raum beträgt 20 Meter.

Die Notausgänge/Nottreppenhäuser müssen wenigstens 10 Meter und maximal 60 Meter voneinander entfernt sein.

Alle zusätzlichen Notausgänge müssen wenigstens 5 Meter voneinander entfernt sein.



Hat man nur einen Notausgang/Nottreppenhaus so beträgt die maximal zulässige Fluchtweglänge jedes beliebigen Aufenthaltspunktes bis zum Notausgang/Nottreppenhaus 20 Meter.

Die weitentfernteste Tür darf maximal 15 Meter vom Notausgang/Nottreppenhaus entfernt sein.

Abbildung 9 Maximale Fluchtweglängen 2/2 (Quelle: Dispositions générales ITM-SST 1501.1)

7.3.4.5 NOTAUSGANGS- UND FLUCHTWEGBREITEN

Die minimal geforderte Notausgangstürbreite/Fluchtwegbreite berechnet sich gemäß folgender Tabelle:

Allgemein: Kleinflächige Nutzeinheiten (zellulare Gebäude)	
Administrative Gebäude (Büros) Einkaufszentren $\leq 600\text{m}^2$	0,6 cm pro Person
Großflächige Nutzeinheiten	
Veranstaltungsräume Restaurants Einkaufszentren $> 600\text{m}^2$	für die ersten 300 Personen $\rightarrow 1\text{cm pro Person}$ für die restlichen Personen $\rightarrow 0,75\text{cm pro Person}$

Tabelle 3 Minimal geforderte Notausgangstürbreiten/Fluchtwegbreiten

Die minimal zulässige Breite von Fluren und Korridoren beträgt mindestens 1,2 Meter, selbst wenn der errechnete Wert kleiner ist.

In Parkings, Gebäuden mit gemischter Nutzung (Bâtiments mixtes) und Kindertagestätten (Crèches) kann der Wert auf 1m verkleinert werden.

Die minimale zulässige Notausgangstürbreite beträgt immer wenigstens 0,9 Meter, selbst wenn der errechnete Wert kleiner ist.

7.3.4.6 NOTTREPPENHAUSBREITEN

Die minimal geforderte Nottreppenhausbreite berechnet sich gemäß folgender Tabelle:





Allgemein: Kleinflächige Nutzeinheiten (zellulare Gebäude)	
Administrative Gebäude (Büros) Einkaufszentren $\leq 600\text{m}^2$	Treppenhaus mit Fluchtrichtung $\searrow \rightarrow 0,75\text{cm pro Person}$  Treppenhaus mit Fluchtrichtung $\nearrow \rightarrow 1,25\text{cm pro Person}$ 
Großflächige Nutzeinheiten	
Veranstaltungsräume Restaurants Einkaufszentren $> 600\text{m}^2$	Treppenhaus mit Fluchtrichtung $\searrow \rightarrow 1,25\text{cm pro Person}$  Treppenhaus mit Fluchtrichtung $\nearrow \rightarrow 2,00\text{cm pro Person}$ 

Tabelle 4 Minimal geforderte Nottreppenhausbreiten

Die minimale zulässige Nottreppenhausbreite beträgt immer wenigstens 1,2 Meter, selbst wenn der errechnete Wert kleiner ist.

7.3.4.7 NOTBELEUCHTUNG

Die **Notbeleuchtung** wird wirksam wenn die normale elektrische Beleuchtung nicht funktioniert. Bei der Notbeleuchtung wird zwischen Ersatzbeleuchtung und Sicherheitsbeleuchtung unterschieden:

Ersatzbeleuchtung:

Teil der Notbeleuchtung, der vorgesehen ist, damit notwendige Tätigkeiten im Wesentlichen unverändert fortgesetzt werden können. (Beispiel: Einkaufszentrum)

Sicherheitsbeleuchtung:

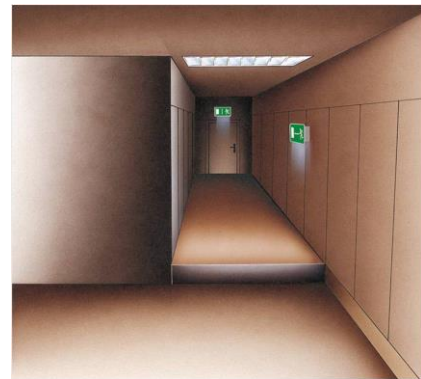
Teil der Notbeleuchtung, der Personen das sichere Verlassen eines Raumes/Gebäudes ermöglicht, oder der es Personen ermöglicht, einen potentiell gefährlichen Arbeitsablauf zu beenden.

Die Sicherheitsbeleuchtung ist in verdunkelten Räumen (z.B.: Parkhäusern, Kinosälen, Theatersälen) auf Dauerbetrieb zu schalten.

Sicherheitsbeleuchtung für Rettungswege:

Zur Sicherstellung der reibungslosen Evakuierung von Gebäuden sind sämtliche Fluchtwege mit einer Sicherheitsbeleuchtung auszurüsten.

Die minimal geforderte Beleuchtungsstärke beträgt 1lx (20cm über dem Fußboden). Die Beleuchtungsstärke von 1lx reicht aus, um Konturen von Hindernissen wahrnehmen zu können; wodurch Unfälle vermieden werden sollen.⁷



Bei der Sicherheitsbeleuchtung wird beim Ausfall der normalen Beleuchtung (Ausfall der elektrischen Gebäudeversorgung, Auslösung von FI-Schutzschaltern oder Auslösung von Sicherungen) die Sicherheitsbeleuchtung über Batterien gewährleistet. Hierbei wird zwischen Zentralbatterie- und Einzelbatterie-Anlagen unterschieden. Bei Einzelbatterieanlagen ist in jeder Sicherheitsleuchte ein Batterieblock installiert. Jener Batterieblock wird im Normalfall vom Netz geladen und beim Ausfall der normalen Beleuchtung speist die Batterie die Sicherheitsleuchte. Bei der Zentralbatterieanlage stehen mehrere Batterien an einer zentralen Stelle. Diese Batterien werden im Normalfall vom Netz geladen und beim Ausfall der normalen Beleuchtung speisen diese Batterien sämtliche Sicherheitsleuchten.

7.3.4.8 BEISPIEL: EVAKUIERUNG EINES EINKAUFSZENTRUMS

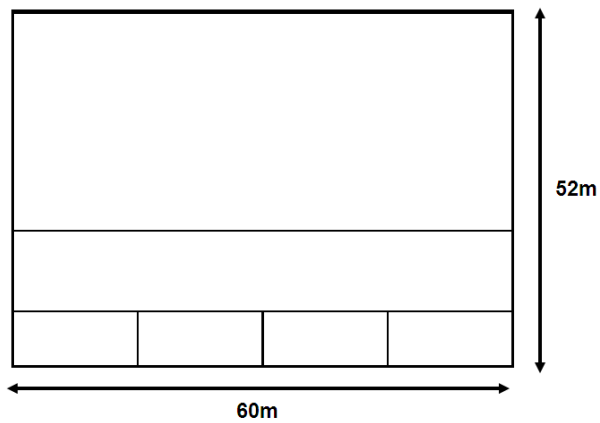
Ein Einkaufszentrum besteht aus vier kleinen und einem großen Geschäft. Die kleinen Geschäfte haben jeweils eine Fläche von 120m² und das große Geschäft hat eine Grundfläche von 1920 m². Zwischen diesen Geschäften befindet sich ein Einkaufsflur (Mail) von 720m².

1.: Ermitteln Sie die maximale Personenbelegung

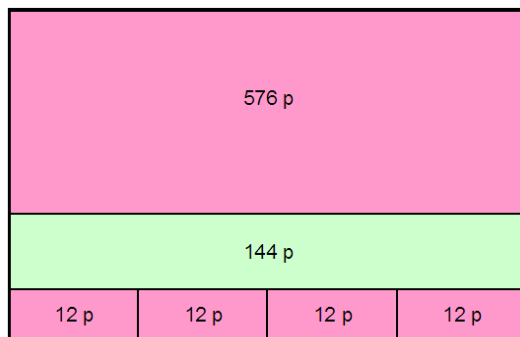
2.: Ermitteln Sie die minimale Anzahl der Notausgänge

⁷ Sicherheitsbeleuchtung für Arbeitsplätze mit besonderer Gefährdung: z.B.: Produktionsküchen, Technik → 50lx

3.: Ermitteln Sie die minimale Gesamt-Notausgangsbreite

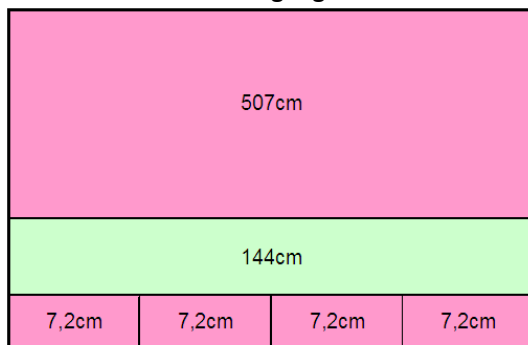


Grundriss EG



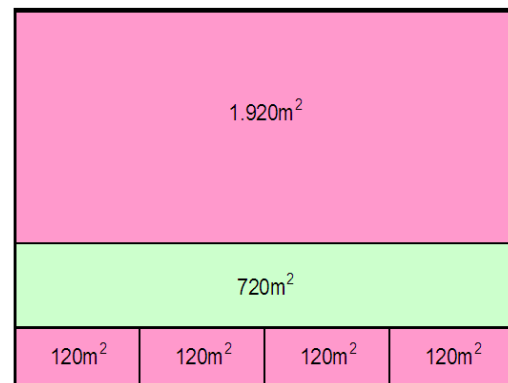
commerce mail

Maximale Personenbelegung = 768



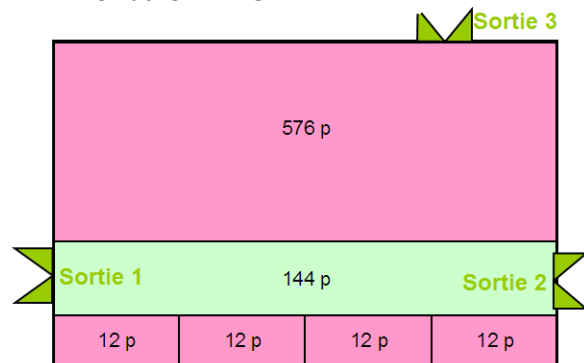
commerce mail

Minimale Notausgangsbreite = 6,8 Meter



commerce mail

Einzelflächen im EG



commerce mail

Minimale Notausgänge = 3

Abbildung 10 Beispiel: Evakuierung eines Einkaufszentrums (©Max Hahn – BF Luxemburg)

7.3.5 BRANDMELDEANLAGEN BMA

VORBEMERKUNG

Bei der Auslösung einer BMA ist grundsätzlich von tatsächlichen Brand auszugehen; auch wenn über 90% Fehlalarme sind! Nach einer Alarmierung muss zwingend zum Einsatzort ausgerückt werden; auch wenn anschliessend telefonisch ein Fehlalarm gemeldet wird.

Bei Auslösung einer BMZ rücken objektabhängig ein HTLF oder ein HTLF und eine Drehleiter aus.



7.3.5.1 INSTALLATIONSVERPFLICHTUNG EINER BMA

Alle genehmigungspflichtigen Betriebe “Établissements Classés” müssen mit einer BMA ausgestattet werden.

(Gesetz vom 10. Juni 1999 die genehmigungspflichtigen Betriebe betreffend; das s.g. Commodo-Gesetz)⁸

7.3.5.2 AUFSCHALTBEDINGUNGEN

Bei der BF Luxemburg sind ca. 150 BMA's aufgeschaltet

Zur Aufschaltung fordert die BF Luxemburg:

- 1.: Interventionspläne (Format A3)
- 2.: Ein Feuerwehrschlüsseldepot FSD und ein Feuerwehranzeigetableau FAT
- 3.: Angabe der gebäudespezifischen Risiken
- 4.: Angabe von Kontaktpersonen inkl. Telefonnummer

⁸ Das Gesetz hat u.a. zum Gegenstand:

- die Sicherheit, die Gesundheit bzw. den Schutz vor Belästigungen der Öffentlichkeit, Nachbarschaft oder der Belegschaft der Betriebe zu gewährleisten, die Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer am Arbeitsplatz sowie die menschliche Umgebung und Umwelt zu schützen

7.3.5.3 ALARMIERUNG

Bei der Alarmierung wird zwischen Intern-, Extern- und Fern-Alarm unterschieden:

- Intern- Alarm: Warnung vor Ort anwesender Personen vor Gefahr
- Extern-Alarm: Warnung der Bevölkerung außerhalb des Objektgeländes
- Fern-Alarm: Alarmierung einer sich nicht vor Ort befindlichen beauftragten hilfeleistenden Stelle (z.B. Feuerwehr oder Sicherheitsfirma)

Beim Fernalarm wird der Brand auf der Feuerwehr-Leitstelle oder bei einer Sicherheitsfirma (z.B.: G4S) angezeigt. Auf der Feuerwehrleitstelle geschieht dies ausschließlich für die ca. 150 aufgeschalteten Gebäude. Als Übertragungseinrichtung ÜE wird eine ISDN-Wählverbindung benutzt (Alarmis).



Aufschaltung bei der Feuerwehr: → Feuerwehr rückt aus

Aufschaltung bei einer Sicherheitsfirma: → Sicherheitsfirma kontaktiert Kontaktperson und fährt zur Kontrolle Vorort. (Im Brandfall wird die Feuerwehr kontaktiert.)

7.3.5.4 ÜBERTRAGUNGSWEGE

Die Verbindung von Brandmeldern mit der Brandmeldezentrale erfolgt über Übertragungswege.

Diese waren in alten Systemen „normale“ Kupferleitungen über die Gleichstromsignale übertragen wurden. Heute sind Übertragungswege kabellos (funkgesteuert) oder BUS-Systeme. BUS-Systeme haben zwei Aufgaben:

- 1.: Die Versorgung der Peripherieelemente mit Energie
- 2.: Die Übertragung der Zustandsmeldungen und Adressen der Peripherieelemente an die Zentrale

Übertragungswege können als:

- Ringleitung (Anfang und Ende der Leitung sind aktiv mit der Peripherieanschaltungsbaugruppe der Brandmelderzentrale verbunden)
- Stichleitung (Die Leitung ist einseitig in der Brandmelderzentrale aufgeschaltet)
- Gemischte Struktur (Die Übertragungswege sind grundsätzlich als Ringleitungen ausgeführt, von diesen gehen dann weitere Stichleitungen aus)

7.3.5.5 BESTANDTEILE EINER BRANDMELDEANLAGE

Im Folgenden werden die gebräuchlichsten Bauteile einer Brandmeldeinstallation kurz aufgeführt.

Bei den Brandmeldern wird primär zwischen manuellen und automatischen Brandmeldern entschieden.

Nach Betätigung eines manuellen Brandmelders wird umgehend die Übertragungseinrichtung (Alarmis) ausgelöst.

Nach Betätigung eines automatischen Brandmelders kann die Übertragungseinrichtung (Alarmis) zeitverzögert ausgelöst werden. Die Zeitverzögerung kann beispielsweise 3, 5 oder 7 Minuten betragen. Dies wird in 24/24Stunden besetzten Gebäuden benutzt um nach der Auslösung eines automatischen Brandmelders Vorort zu kontrollieren ob es sich um einen Fehlalarm handelt oder nicht.⁹

Die BMZ kann so programmiert werden, dass erst nach Ansprechen von mehreren automatischen Brandmeldern alarmiert wird.

Manueller Brandmelder



Zur Vermeidung von Fehlalarmen sind sie zweistufig auszulösen:

Scheibe einschlagen und Knopf drücken

→ Installation: bei Notausgängen und in Fluchtwegen alle 40 m

Automatische Brandmelder

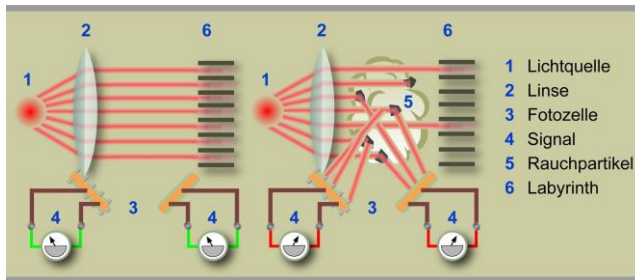


Erkennen den Brand auf Grund einer typischen physikalischen Kenngröße. Das ist üblicherweise Rauch oder Wärme.

(Wie wir wissen, steigt der warme Brandrauch durch Wärmeströmung nach oben)

Daneben gibt es zur Überwachung auch noch Flammenmelder, Gasmelder.

⁹ Während dieser Zeit kontrolliert der Pförtner/das Sicherheitspersonal Vorort (ausgelöster Melder)
Der Pförtner/das Sicherheitspersonal kann die BMZ innerhalb dieser Zeit zurücksetzen → keine Alarmierung über Alarmis
Wird die BMZ während dieser Zeit nicht zurückgesetzt: → Alarmierung über Alarmis



Rauchmelder → Punktförmig

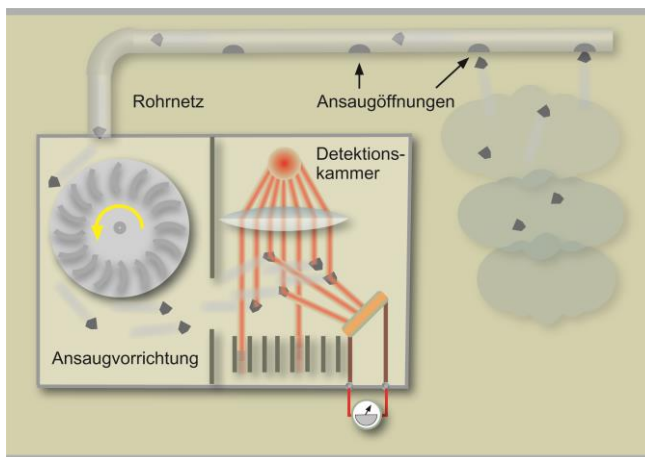
Licht in einer Messkammer wird durch ein Labyrinth abgelenkt. Im Brandfall wird das an den Rauchpartikeln gestreute Licht durch einen optischen Empfänger gemessen.¹⁰

→ Installation: Erfassungsradius von 5,7 Metern

Rauchmelder → Linienförmig (Beamer)

Gemessen wird die Trübung durch Rauch auf dem Lichtweg einer „Lichtschanke“.

Ausgehend von einer Sendediode wird das Licht (Lichtstrahl) zu einem Reflektor gesandt der das Licht in sich zurück spiegelt und dem Empfänger zur Auswertung zuführt.



Rauchmelder → Ansaugrauchmelder

Der Ansaugrauchmelder ist ein aktiver Melder, d.h. er ist nicht darauf angewiesen, dass der Rauch von selbst in seine Messkammer bzw. Messstrecke eintritt, er saugt Luft aus dem überwachten Raum an und erkennt darin enthaltene Rauchpartikel.

Je mehr Ansaugöffnungen vorhanden sind, umso größer ist die Luftverdünnung, d.h. umso schwieriger wird die Messung.

¹⁰ Beim Rauchmelder sind die Fotozellen so angeordnet, dass sie kein direktes Licht von der Lichtquelle empfangen können. Ohne Rauch trifft das Licht auf ein Labyrinth und wird so vollständig absorbiert. Befinden sich Rauchpartikel im Bereich der Lichtstrahlen, so wird das Licht gestreut. Einige dieser Strahlen treffen auf die Fotozelle(n), die somit ein Signal erzeugt.

Punktförmiger Wärmemelder Wärmedifferenzialmelder

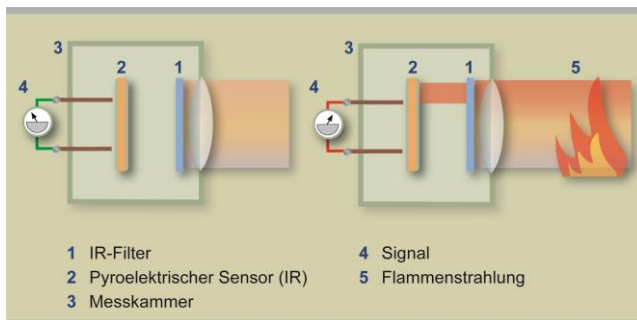


Beim Wärmedifferenzialmelder wird der für eine Alarmauslösung erforderliche Temperaturanstieg pro Zeiteinheit ($^{\circ}\text{C}/\text{min}$) festgelegt.

Überschreitet der gemessene Temperaturanstieg pro Zeiteinheit diesen Wert, wird alarmiert.

Wärmedifferenzialmelder basieren meist auf dem Funktionsprinzip eines Thermistors. (Halbleiterelement mit temperaturabhängigem Widerstand)

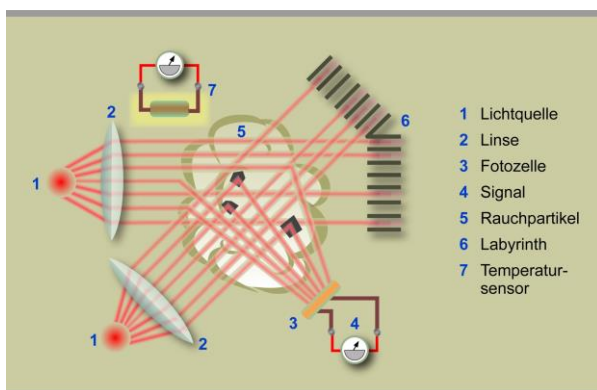
→ Installation: Erfassungsradius von 3,5 Metern



Flammenmelder

Infrarot-Flammenmelder

Flammenmelder reagieren auf die Lichtabstrahlung des Feuers. Sie müssen um zu funktionieren der direkten, uneingeschränkten Lichtstrahlung ausgesetzt sein.



Mehrsensormelder

Kombination mehrerer Sensoren in einem Meldergehäuse.

Signalgeber

Akustisch und optisch



Der Brand wird im betroffenen Gebäude durch Sirenen oder Blitzleuchten angezeigt und fordert so die Gebäudenutzer zur Selbstrettung auf.



Parallelanzeigen

Falls Melder nicht ersichtlich sind (z.B.: Melder in Zwischendecken, in Doppelböden, in Lüftungskanälen oder in abgeschlossenen Räumen) so sind Melder-Parallelanzeigen zu installieren.

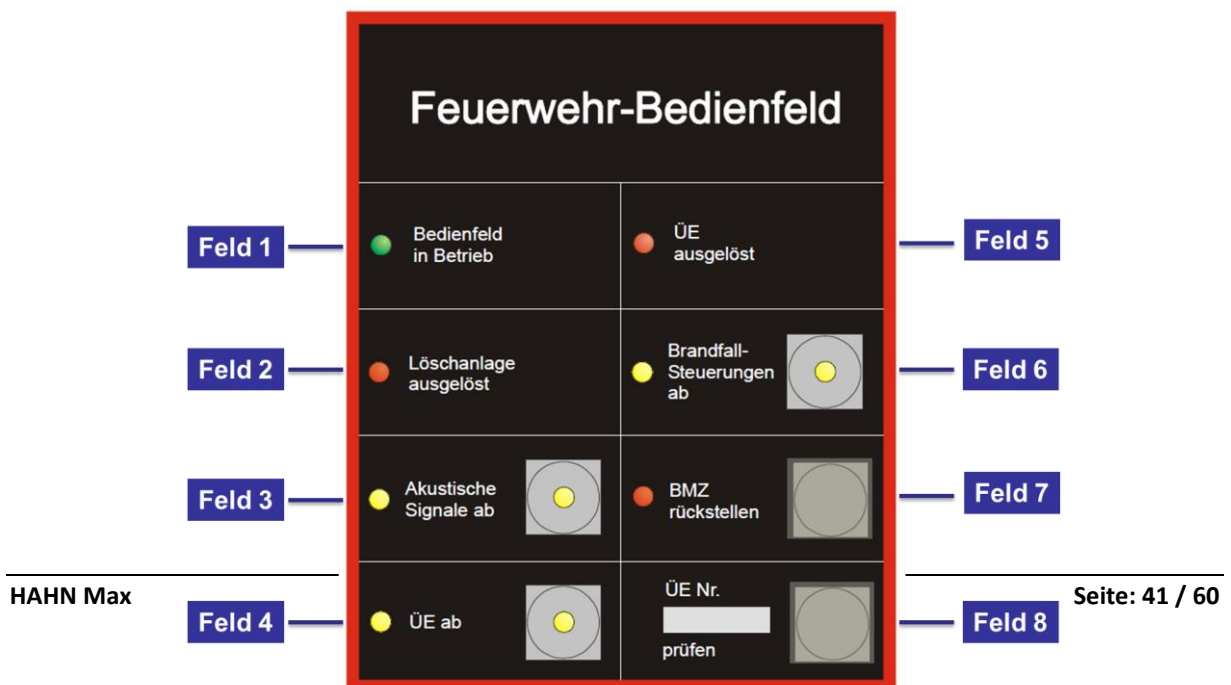
Feuerwehrbedienfeld (FBF)

Das FBF dient zur einheitlichen Bedienung aller Brandmelderzentralen. Das FBF zeigt den Zustand einer BMZ.

Das FBF muss sich im selben Raum wie die BMZ und in deren unmittelbaren Nähe befinden.

Über das FBF können akustische Signale, Brandfallsteuerungen aus- und wieder angeschaltet werden.

Die BMZ kann rückgestellt werden (Abschluss des Einsatzes).



Feld 1: Bedienfeld in Betrieb

LED an: das FBF ist betriebsbereit
(Im Ruhezustand darf nur dies LED leuchten!)

Feld 2: Löschanlage ausgelöst

LED an: Löschanlage hat ausgelöst
(z.B.: Sprinkleranlage, Gaslöschanlage)

Feld 3: Akustische Signale ab

LED an: akustische Räumungs-Signale (z.B.: Sirenen) wurden über BMZ abgeschaltet
Taster: Abschalten der akustischen Räumungs-Signale

Taster-LED an: nach Abschaltung der akust. Signale über das FBF

Wichtig: Taster nach der Zurückstellung der BMZ zurücksetzen!

Feld 4: ÜE ab

LED an: ÜE (Alarmis) über BMZ abgeschaltet

Taster: ÜE abschalten

Taster-LED an: wenn ÜE über FBF abgeschaltet

Feld 5: ÜE ausgelöst

LED an: Übertragung zur Leiste
bei Alarm
oder
wenn „ÜE Nr. XXX prüfen“ gedrückt

Feld 6: Brandfallsteuerungen ab

LED an: Brandfallsteuerungen (BFS) über BMZ abgeschaltet

Taster: BFS abschalten

LED-Taster: BFS über FBF abgeschaltet

Feld 7: BMZ zurückstellen

BMZ ist oder war im Alarmzustand. Beim Betätigen des Tasters wird die Brandmeldeanlage zurückgesetzt und die rote LED erlischt.

Feld 8: ÜE nr. XXX prüfen

Taster: führt zu einer Prüfung der ÜE an der Leiste

Anzeige „ÜE ausgelöst“ muss aufleuchten



Feuerwehrschlüsseldepot (FSD)

Das FSD (auch Feuerwehrschlüsselkasten FSK genannt) enthält den Objektschlüssel bei nicht ständig besetzten Brandmeldezentralen.

Das Feuerwehrschlüsseldepot muss in unmittelbarer Nähe des Zugangs zur BMZ/FBF eingebaut werden. Der Standort des Feuerwehrschlüsseldepots wird in Absprache mit dem VB festgelegt.

Entnahme des/der Objektschlüssel:

- 🔑 Bei Brandalarm wird die äußere Tür des FSD's automatisch entriegelt und gibt somit den Zugang zur Innentür frei.
- 🔑 Die Innentür wird mit dem FSD-Feuerwehrschlüssel¹¹ geöffnet.
- 🔑 Der Objektschlüssel kann jetzt entnommen werden.

¹¹ FSD-Feuerwehrschlüssel sind auf dem ganzen Gebiet der Stadt Luxemburg einsetzbar. Bei der BF Luxemburg gibt es 2 FSD-Feuerwehrschlüssel (für alte und neue Zylinder). Landesweit gibt es leider unterschiedliche Zylinder.

- 🚒 Bei Einsatzende muss der Objektschlüssel wieder im Überwachungszyylinder gesichert werden.
- 🚒 Nach der Deponierung des Objektschlüssels ist die Innentür unverzüglich zu verschließen.
- 🚒 Die Außentür muss verschlossen werden und wird nach dem Rücksetzen der BMA verriegelt.

Feuerwehr Anzeige-Tableau (FAT)

Das FAT zeigt den Zustand einer BMZ an (daher spricht man auch von Parallelanzeigetableau). Es zeigt den ersten und letzten eingegangenen Alarm im Display an.

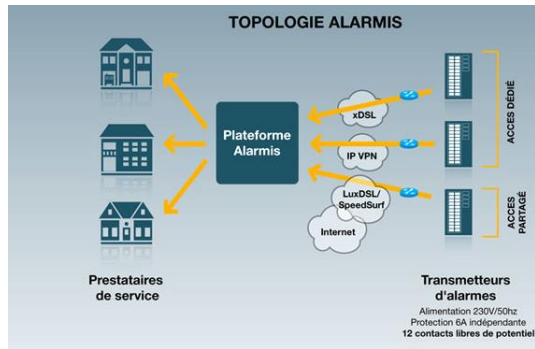
Taste „Anzeigenebene“ wechselt zwischen verschiedenen Meldungslisten (Alarm, Störung, Abschaltung). Mit den Tasten „weitere Meldungen“ kann man in einer Liste blättern. Mit der Taste „Summer ab“ kann das akustische Signal des FAT abgestellt werden bzw. ein Anzeigetest durchgeführt werden.



Feuerwehrlaufkarten

Sämtliche Melder sind nummeriert. Löst ein Melder aus, so wird der Alarm an der Brandmeldezentrale angezeigt.

Für jede Meldernummer gibt es eine Feuerwehrlaufkarte mit gleicher Bezeichnung. Auf dieser Laufkarte ist der „Laufweg“ von der Brandmeldezentrale bis zum besagten Melder aufgeführt. Feuerwehr-Laufkarten werden vom VB der BF Luxemburg nicht mehr gefordert!



Brandfallsteuerung: Alarmis ÜE

Umgehende Alarmierung der BF Luxemburg bei Alarmauslösung. Ausserhalb der Stadt Luxemburg: Aufschaltung zum 112.



Brandfallsteuerung: Rauch- und Wärmeabzugsanlage

Fenster oder Klappen öffnen, Lüfter anfahren

Brandfallsteuerungen: Aufzug

Der Alarm wird von der Aufzugsteuerung so umgesetzt, dass der Aufzug nicht mehr gerufen werden kann und in die bestimmungsgemäße rauchfreie Etage nächst dem Gebäudeausgang gefahren wird und dort mit geöffneten Türen stehen bleibt.

Ausnahme: Feuerwehraufzüge (Ab Hochhaus gefordert. Bei unklaren lagen darf der Feuerwehraufzug nur bis 2 Etagen unterhalb des Einsatzgeschosses eingesetzt werden)



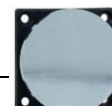
Brandfallsteuerungen: Löschanlage

Automatische Löschanlage: im Brandfall kann durch die Brandmeldezentrale eine automatische Löschanlage gesteuert werden.



Brandfallsteuerungen: Feststellanlage

HAHN Max



Seite: 44 / 60

Im Normalfall sind Brandschutztüren betriebsbedingt geöffnet. Im Brandfall werden sie geschlossen.

Mögliche Funktionsweise: Elektromagnet hält die Tür auf. Wird der Stromkreis unterbrochen, verschwindet die magnetische Kopplung und die Tür fällt zu.

Brandfallsteuerung: Lüftungsanlage

Im Brandfall soll die Gebäudelüftung nicht nur abgeschaltet werden, sondern zusätzlich müssen die Brandschutzklappen zwischen verschiedenen Brandabschnitten geschlossen werden.

Ausnahme: wenn die Lüftung Teil der geregelten Entrauchung ist. (Nachteil: nach einem Brand sehr umständliche und kostspielige Säuberung der Lüftungsrohre)



7.3.5.6 STANDARDEINSATZREGELN BMA

Anfahrt:

- Feuerwehreinsatzzentrale:
- versucht telefonisch Kontakt mit dem Betreiber herzustellen
 - studiert Interventionspläne (Anfahrt, Eingang, FSD, Risikoeinschätzung)

Angriffstrupp rüstet sich folgendermaßen aus:

1. PSA
2. PA und Atemschutzmaske (*Maske nur umgehängt*)
3. Funkgeräte
4. Fluchthaube
5. WBK und Lampe

Einsatzleiter studiert Interventionspläne (Anfahrt, Eingang, FSD, Risikoeinschätzung)

Eintreffen:

Objekt mit FSD: Einsatzleiter entnimmt den Objektschlüssel aus dem FSD

Objekt ohne FSD: bei verschlossener Tür → Tür wird aufgebrochen/ggf. wird Fenster geöffnet/eingeschlagen

- Kontakt unter den Einsatzkräften: 2m-Funk
- Angriffstrupp rüstet sich mit C-Tragekorb, Hohlstrahlrohr (und Feuerwehrraxt) aus
- Einsatzleiter + Angriffstrupp zur BMZ
- Maschinist übernimmt Atemschutzüberwachung falls PA angeschlossen wird
- Wassertrupp bereitet sich vor.

Auswertung BMA:

- Auswerten welcher Melder ausgelöst hat und daraufhin raum/orts-spezifische Gefahren aus Interventionsplänen entnehmen.
- Falls vorhanden: dazugehörige Feuerwehrlaufkarte mitnehmen
- Einsatzleiter mit ausgerüstetem Angriffstrupp (PA nicht angeschlossen) zum ausgelösten Melder
- Türcheck bis zum ausgelösten Melder durchführen
- Rückmeldung geben

Abschließende Maßnahmen:

- BMA über FBF zurückstellen
- Über Zentrale bestätigen lassen, dass der Alarm gelöscht ist und Anlage wieder scharf ist.
- Türen die aufgeschlossen wurden wieder abschließen
- Objektschlüssel wieder in den FSD stecken
- Prüfen ob FSD geschlossen
- Einsatzstelle an Polizei oder Eigentümer übergeben

Die folgende Abbildung soll den Einsatzablauf verdeutlichen:

Abbildung 11 Einsatzablauf - Brandmeldeanlage

7.3.6 RAUCH- UND WÄRMEABZUGSANLAGE (RWA)

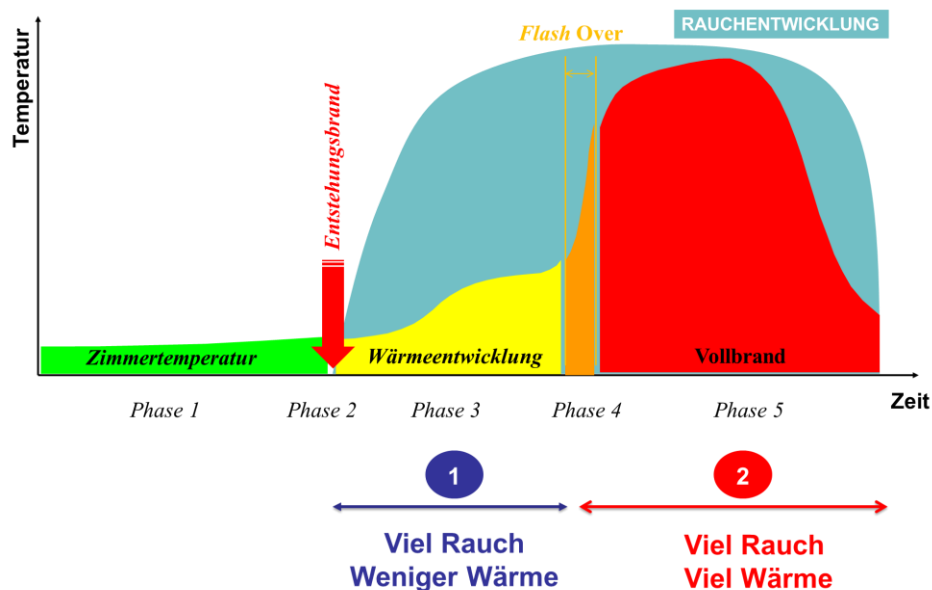
Vorbemerkung:

- 1.: In der Brandschutzerziehung wird gelehrt, dass im Brandfall die Fenster und Türen zu schließen sind, damit das Feuer durch Sauerstoffmangel erstickt. Dies gilt jedoch nicht für große Volumen, da hier genügend Sauerstoff vorhanden ist und daher nur der Abzug von Rauch und Wärme aus dem Brandraum behindert wird.
- 2.: RWA-Anlagen werden nicht nur zur Rauch- und Wärmeabführung der Fluchtwege eingesetzt sondern primär um den Rettungs- und Angriffsweg für Feuerwehrangehörige sicherzustellen.
- 3.: RWA-Öffnungen sind immer automatisch-öffnend zu installieren! Es ist ein weitverbreiteter Irrtum, dass RWA-Öffnungen erst beim Eintreffen der Feuerwehr geöffnet werden dürfen!

RAUCH UND WÄRME

Der anlagentechnische Brandschutz (z.B. BMA) sorgt für eine schnelle Brandenddeckung, Alarmierung und unterstützt die Evakuierung und den Innenangriff. In diesen Zeiträumen dominiert das Rauchgasproblem. (siehe folgende Abbildung)

In der Vollbrandphase nach dem Flash Over ist dagegen der bauliche (z.B. Brandwand, RWA) und der abwehrende Brandschutz dominierend, und nicht mehr der anlagentechnische Brandschutz. In diesem Zeitraum dominiert das Wärmeproblem. (siehe folgende Abbildung)



FUNKTIONSWEISE

Rauch- und Wärmeabzugsanlagen sind automatische Einrichtung, die entweder durch manuelle oder automatische Auslösung eine Abluft- und Zuluftöffnung¹² in einem Raum schaffen wodurch Rauch und Wärme, durch den thermischen Auftrieb, abgeführt werden.

So entstehen eine Rauchschiicht unter der Decke und eine raucharme Schicht über dem Boden, in der sich Flüchtende und Rettungskräfte problemlos orientieren und bewegen können.

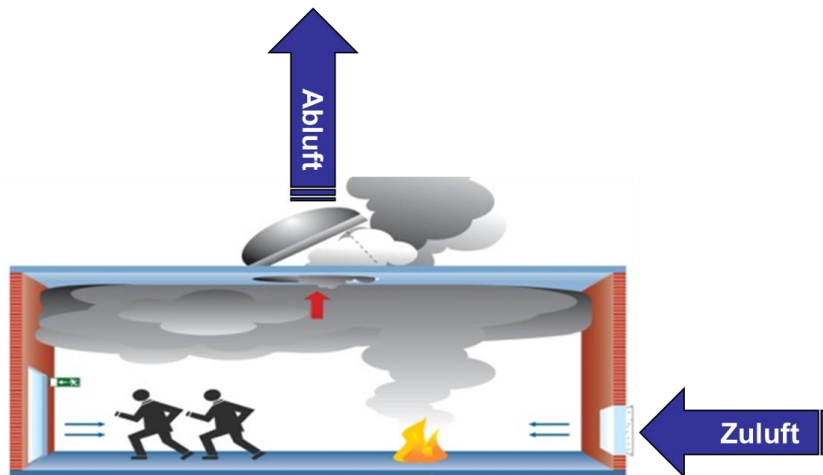
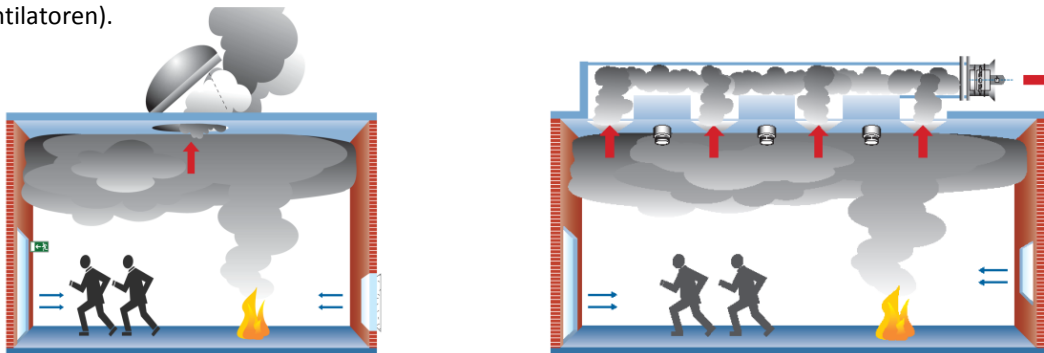


Abbildung 12 Prinzip einer Rauch- und Wärmeabzugsanlage

Die RWA kann natürlich (Rauchabzugsöffnung) oder mechanisch funktionieren (Rauchabsaugung über Ventilatoren).



Wichtig:

Wird die Entrauchung in Treppenhäusern mechanisch gewährleistet, so ist stets ein Überdruck im Treppenhaus zu behalten, da andernfalls der Rauch ins Treppenhaus (also in den Fluchtweg) gesaugt wird.

¹² Über elektrische Ketten- oder Zahnstangenantriebe werden Fenster geöffnet.

Die Abluftöffnung (Wand- oder Dachfenster) befindet sich im Dachbereich oder im oberen Wandbereich und sorgt für die Abfuhr von Rauch und Wärme

Die Zuluftöffnung (Türen, Tore, tief liegende Fenster) befindet sich im unteren Raumbereich in Bodennähe und sorgt für die Frischluftzufuhrnachströmung

FEUER INNERHALB EINES GEBÄUDES MIT UND OHNE RWA-ANLAGE

Beim Feuer innerhalb eines Gebäudes werden Rauch und Wärme durch die Raumdecke/das Dach daran gehindert, ins Freie abzuführen. Durch den thermischen Auftrieb steigen Rauch- und Wärme auf, und breiten sich dann unterhalb der Raumdecke/des Daches aus.

Der Rauch breitet sich schnell im ganzen Raum aus, bis der Raum völlig verqualmt ist. Die Rettung von Menschenleben und gezielte Löscharbeiten sind nur unter erschwerten Bedingungen möglich.

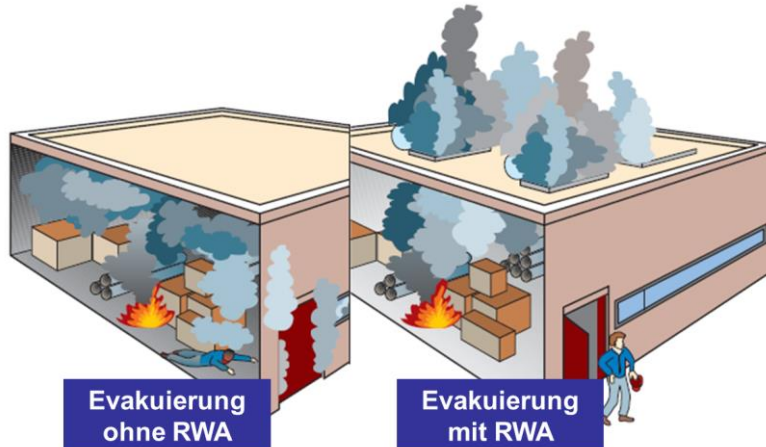


Abbildung 13 Evakuierung, mit und ohne RWA

Die Wärme birgt zwei weitere Gefahren:

- 1.: Beim Öffnen der Tür muss durch die plötzliche Sauerstoffzufuhr mit einer Durchzündung gerechnet werden. Es kommt zur so genannten Flash-Over-Situation.
- 2.: Dachkonstruktionen sind in der Regel nicht ausreichend temperatur- und druckbeständig und brechen oftmals ein. Die Rauch- und Brandgase können dann zwar entweichen, für das Gebäude und eventuell eingeschlossene Personen kommt allerdings jeder Rettungsversuch zu spät.

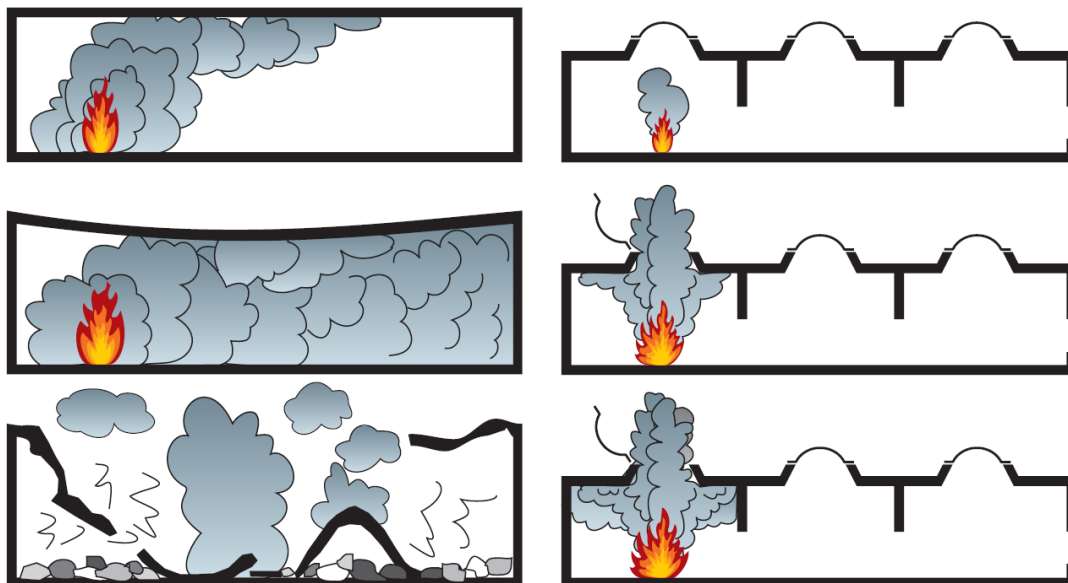


Abbildung 14 Brandverlauf in einem Gebäude, mit und ohne RWA (Quelle: FVLR-Fachverband)

Rauchschürzen

In Abbildung 14 (rechts) sind sogenannte Rauchschürzen vorhanden. Jene Rauchschürzen sollen ein Übertreten des Rauches in rauchfreie Brandabschnitte verhindern.

Rauchschürzen dürfen maximal 60m lang sein. Praxisversuche haben gezeigt, dass sich der Rauch bei größeren Längen abkühlt und unter die Rauchschürzen fällt.

Sind beispielsweise in Hallen mehrere Brandabschnitte vorhanden (wie in Abbildung 14; durch Rauchschürzen realisiert) so können die Abzugsöffnungen in den rauchfreien Brandabschnitten als Zuluftöffnung angesehen werden.

MERKE:

RWA's ermöglichen durch rechtzeitige Ableitung von Wärme und Rauch:

- Die Sicherung der Fluchtwege gegen Verqualmung
- Die Sicherung der Rettungswege gegen Verqualmung
- Den schnellen und gezielten Löschangriff der Feuerwehr
- Den Schutz der Gebäudekonstruktion
- Den Schutz von Sachwerten
- Verhindern eine Durchzündung der Brandgase

RWA, WANN ERFORDERT?

- 1.: Fensterlose Räume, ab $300\text{m}^2 \rightarrow$ abhängig von der Brandlast
- 2.: Einstöckige Gebäudeteile (z.B. Hallen), ab $300\text{m}^2 \rightarrow$ abhängig von Brandlast
- 3.: Atrien \rightarrow abhängig von Fläche und Brandlast
- 4.: Treppenhäusern \rightarrow ab R+3 (3.OG) und ab R-3 (3.UG)

RWA, DIMENSIONIERUNG?**1.: Allgemein**

Abluftöffnung: +/-1% der Raumfläche.

Zuluftöffnung: Verhältnis Zuluft/Abluft: Idealer Faktor 1,5 / 1.

Die Ab- und Zuluftöffnungen funktionieren automatisch.

2.: Sonderfall Treppenhäuser¹³

Abluftöffnung: muss grösser als 5% der Raumfläche sein und wenigstens 1m^2 haben.

Zuluftöffnung: Als Zuluftöffnung werden im Regelfall die Haustüren verwendet (minimale Fläche: 2m^2). Damit die Zuluft dauerhaft zur Verfügung steht, sind entsprechende Feststellvorrichtungen sinnvoll. Bei Schleusen (Zwei hintereinanderliegende Türen) sollten diese Feststellvorrichtungen an beiden Türen vorhanden sein.

Nur die Abluftöffnungen funktionieren automatisch.

Beispiel 1:

In einem Treppenhaus von 6m^2 welches vom EG zum 4.OG führt soll eine RWA-Anlage installiert werden. Bestimmen Sie die minimal benötigte Abluftöffnungen. Es werden jeweils Dachfenster von $1,5\text{m}^2$ installiert, wieviele werden benötigt? Funktioniert die RWA-Anlage automatisch?

Abluftöffnung: 5% von $6\text{m}^2 = 0,3\text{m}^2$

Da die Abluftöffnung aber wenigsten 1m^2 haben muss, beträgt die minimal benötigte Abluftöffnung 1m^2 . Wenn

Anzahl der Dachfenster: 1 Stück

Nur die Abluftöffnungen funktionieren automatisch.

Beispiel 2:

Eine Lagerhalle von 1.500m^2 wird mit einer RWA-Anlage ausgestattet. Bestimmen Sie die minimal benötigte Zuluft- und Abluftöffnungen. Es werden jeweils Dachfenster von $1,5\text{m}^2$ installiert, wieviele werden benötigt? Funktioniert die RWA-Anlage automatisch?

Zuluftöffnung: 1% von $1500\text{m}^2 = 15\text{m}^2$

Anzahl der Dachfenster: $15\text{m}^2 / 1,5\text{m}^2 = 10$ Stück

Ab- und Zuluftöffnungen funktionieren automatisch.

¹³ Ab dem 2. Untergeschoss (R-2) wird ein separates Treppenhaus für die Untergeschosse benötigt. Erklären lässt sich dies durch die oftmals hohe anzutreffende Brandlast in Untergeschossen (Lager, Abstellräume, Technikräume, usw.)

In der folgenden Abbildung ist das Brandverhalten mit (rechts) und ohne (links) RWA dargestellt.

Brandverhalten in Gebäude ohne RWA	Brandverhalten in Gebäude mit RWA
1.: Brandausbruch	1.: Brandausbruch
2.: Starke Gas- und Rauchentwicklung	2.: Gase und Rauch werden durch die automatisch öffnenden Dachöffnungen nach Außen geführt
3.: Totale Gas- und Rauchausbreitung → Schwierige Brandbekämpfung	3.: Keine weitere Ausbreitung von Rauch und Gasen. → Schnelle Brandbekämpfung möglich

Besonderheiten

Je grösser die Abluftfläche desto kleiner die Zuluftfläche (Abluftöffnung 50% von Grundfläche → keine Zuluft erfordert (Bsp.: Sofitel)

Je grösser die Zuluftfläche desto kleiner die Abluftfläche (Bsp.: Cargolux Maintenance-Halle)

In der folgenden Abbildung sind die Bestandteile einer Rauch- und Wärmeabzugsanlage dargestellt:

Abbildung 15 Bestandteile einer RWA

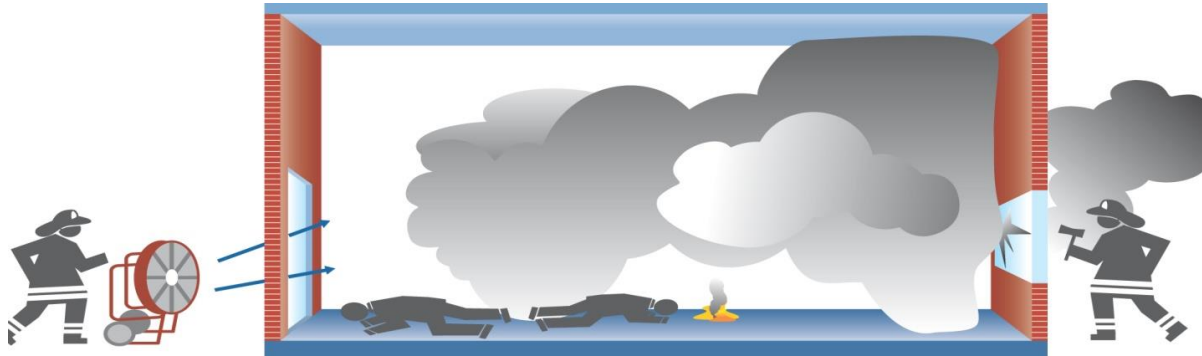
Baurechtliche Vorgaben:

In Treppenhäusern muss mindestens eine manuelle Auslösung (RWA-Taster) von 2 Stellen aus möglich sein, in der Nähe des Hauseingangs und am obersten Treppenpodest. In Gebäuden mit größerem Publikumsverkehr (z.B. Verkaufs- und Versammlungsstätten) ist in jedem Geschoss eine Auslösestelle vorzusehen.

Feuerwehlüfter

Wie wir bereits wissen, kann ein natürlicher Rauchabzug nur funktionieren, wenn sich eine Druckdifferenz im Gebäude einstellen kann. Dazu müssen die vom Brandherd aufsteigenden, heißen Gase beispielsweise durch eine Öffnung im Dach entweichen und es muss Frischluft über Zuluftöffnungen nachströmen. Dabei kann die Feuerwehr unterstützend eingreifen, indem sie vor Zuluftöffnungen Überdruckbelüfter in Stellung bringt. Bevor der Feuerwehlüfter (üblich ca. 20.000 bis 50.000 m³/h) eingesetzt wird, ist sicherzustellen:

- dass im oberen Bereich des Treppenraums ausreichend große Flächen (Öffnung zu Rauchableitung) offen und dazwischen liegende Fenster und Türen z.B. zu den Wohnungen geschlossen sind.

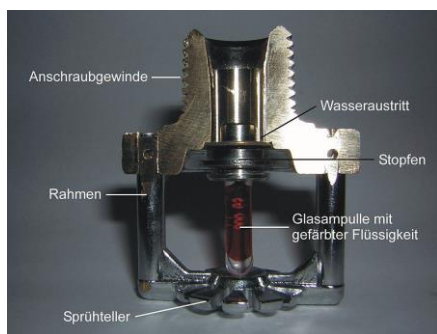


7.3.7 SPRINKLERANLAGE

Sprinkleranlagen sind Teil der Brandschutzeinrichtungen, die in der Regel von Behörden oder Versicherungen verlangt werden. Sie werden eingesetzt um Entstehungsbrände zu kontrollieren und somit die Entstehung eines Vollbrandes zu verhindern. Die Feuerwehr soll den Brand löschen. In ca. 90% der Fälle wird der Entstehungsbrand sogar vollständig von der Sprinkleranlage gelöscht.


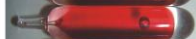
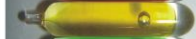



SPRINKLERANLAGE, WANN GEFORDERT?

- 1.: Einkaufszentren ab 3.000m²
- 2.: Parking > 50 Parkplätze
- 3.: Bei Überschreitung der maximal zulässigen Brandabschnittsflächen (z.B.: Büros, Atrien)
- 4.: Fensterlose Räume ab 600m² mit großer Brandlast (z.B.: Archive, Lager)
- 5.: Hochhäuser ab 60m



Die Sprinklerköpfe sprechen bei fest vorgegebenen Temperaturen an. Meistens werden Sprinklerköpfe eingesetzt welche bei 68°C auslösen. Die Auslösung erfolgt durch Ausdehnung einer sich in einer Glasampulle befindlichen Spezialflüssigkeit.

In Abhängigkeit der Auslösetemperatur (also der Temperatur bei welcher die Glasampulle, durch die Ausdehnung der sich in ihr befindlichen Spezialflüssigkeit, bricht) sind die Spezialflüssigkeiten farblich gekennzeichnet. In der Regel haben die Sprinklerköpfe einen Wasserdurchfluss von 60 Litern/min.¹⁴

	57 °C	Orange
	68 °C	Rot
	79 °C	Gelb
	93 °C	Grün
	141 °C	Blau
	182 °C	Violett

¹⁴ Bis zu 800l/min erhältlich (Typ: ESFR)

An der Raumdecke oder im oberen Bereich der Seitenwände werden mehrere solche Köpfe angebracht, die mit einem Wasserrohrnetz verbunden sind. Man unterscheidet zwischen Nass- und Trockenanlage.

Nassanlage:

Innerhalb des Sprinklersystems herrscht ein konstanter Wasserdruck von min. 0,5bar, der in der Sprinklerzentrale kontrolliert wird. Bei einem Feuer erwärmt sich die Flüssigkeit in den Glasampullen, dehnt sich aus und die Ampullen platzen, so dass die Düsen geöffnet werden und Wasser aus dem Sprinklerrohrnetz austritt. Bei einem Brand öffnen selektiv nur die Sprinkler, deren Ampullen die Auslösetemperatur erreicht haben. Im Durchschnitt liegt die Auslösetemperatur ca. 30 °C über der zu erwartenden Raumtemperatur.

Trockenanlage:

Vor allem in Bereichen, in denen Frostgefahr besteht und die Sprinklerleitungen einfrieren könnten, werden sogenannte Trockenanlagen eingesetzt. Bei diesen Anlagen ist das Rohrleitungsnetz zwischen Sprinklerkopf und Alarmventilstation mit Druckluft gefüllt. Erst nach dem Auslösen eines Sprinklerkopfes (wird durch Druckabfall in der Leitung bemerkt) wird die Anlage mit Wasser gefüllt. Die Sprinkleranlage kann auch aus Sicherheitsgründen so programmiert werden, dass neben dem Auslösen des Sprinklerkopfes die Steuerung der Sprinkleranlage erst beim Ansprechen von einem oder mehreren Brandmeldern auslöst.

7.3.8 ERMITTLUNG DER FEUERLÖSCHER-ANZAHL

Zur Ermittlung der benötigten Feuerlöscher sind prinzipiell drei Schritte durchzuführen:

- 1.: Bestimmung des Brandrisikos in Abhängigkeit der Brandlast und der Brandausbreitungsgeschwindigkeit, gemäß Tabelle 5.
- 2.: Bestimmung der Löscheneinheiten LE in Abhängigkeit der Raumfläche; gemäß Tabelle 6
- 3.: Bestimmung der benötigten Anzahl Feuerlöscher in Funktion des gewählten Feuerlöscher-Typs; gemäß Tabelle 7

1.: Bestimmung des Brandrisikos in Abhängigkeit der Brandlast und der Brandausbreitungsgeschwindigkeit

Brandrisiko		
Gering	Mittel	Hoch
Eingangsbereiche, Sporthalle, Schwimmbad, Bürobereiche ohne Papierlagerung	Schulen, Kulturzentrum, Bürobereiche mit Papierlagerung	Lager von gefährlichen Gütern oder mit hoher Brandlast

Tabelle 5 Bestimmung des Brandrisikos

2.: Bestimmung der Löscheneinheiten LE in Abhängigkeit der Raumfläche

Fläche in m ²	Löscheneinheiten LE		
	Brandrisiko → gering	Brandrisiko → mittel	Brandrisiko → hoch
50	3	6	12
100	5	9	18
200	6	12	24
300	8	15	30
400	9	18	36
500	11	21	42
600	12	24	48
700	14	27	54
800	15	30	60
900	17	33	66
1000	16	36	72
Für jede zusätzlichen 250m ²	3	6	12

Tabelle 6 Bestimmung der Löscheneinheiten LE

Wichtig:

Bei Raumflächen ab 400m², können bei Vorhandensein von Wandhydranten (RIA's) die ermittelten Löscheneinheiten LE um 1/3 gekürzt werden. Dies dürfen jedoch maximal 18 Löscheneinheiten entsprechen.

3.: Bestimmung der benötigten Anzahl Feuerlöscher in Funktion des gewählten Feuerlöscher-Typs

Löschereinheiten LE	Kennzeichnung der Feuerlöscher gemäß EN3	
	Brandklasse A	Brandklasse B
1	5A	21B
2	8A	34B
3		55B
4	13A	70B
5		89B
6	21A	113B
9	27A	144B
10	34A	
12	43A	183B
15	55A	233B

Tabelle 7 Bestimmung des Feuerlöscher-Typs und der benötigten Anzahl an Feuerlöschern

Der Feuerlöscher 27A/144B gilt als optimal und sollte nach Möglichkeit verwendet werden.

Beispiel 1:

Eine Sporthalle von 150m² soll normgerecht mit Feuerlöschern ausgestattet

werden. Wieviele Feuerlöscher werden benötigt? Geben Sie zwei Möglichkeiten an!

1.Schritt: Brandrisiko → gering

2.Schritt: Löschereinheiten → 6

3.Schritt:

1.Möglichkeit: Feuerlöschertyp 8A/34B → 3 Stück

2.Möglichkeit: Feuerlöschertyp 5A/21B → 6 Stück

**Beispiel 2:**

Die 1.400m² große Lagerhalle eines Papierherstellers soll normgerecht mit Feuerlöschern ausgestattet werden.

Wieviele Feuerlöscher werden benötigt? Geben Sie zwei Möglichkeiten an!

1.Schritt: Brandrisiko → hoch

2.Schritt: Löschereinheiten → $72 + (2 \times 9) = 90$

3.Schritt:

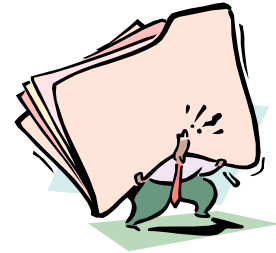
1.Möglichkeit: Feuerlöschertyp 34A → 9 Stück

2.Möglichkeit: Feuerlöschertyp 55A/233B → 6 Stück

BIBLIOGRAPHIE

BÜCHER / VORLESUNGEN

- „Baukunde - Moderne Bauformen“ und „Baustofflehre/Konstruktionslehre“
Autor: Guy Weis (BF Luxemburg)
- Baukunde
Autor: FFW Au-Thalhofen
- Baukunde – Brandverhalten von Baustoffen
Autor: Steve Meyer
- Baukunde im Feuerwehreinsatzdienst
Autor: Steffen Leppla (FF Oberau)
- Der anlagentechnische Brandschutz
Autor: vfdb
- Brandschutzleitfaden für Gebäude des Bundes
Autor: Bundesministerium der Verteidigung
- Brandschutz
Autor: Solaris
- Baulicher Brandschutz
Autor: VdS
- Bauprodukte im Feuer
Autor: Dr. Otto Widetschek
- Vorbeugender Brandschutz der BF Luxemburg:
Prescriptions de Sécurité Incendie
Définitions générales SST-1500
Dispositions générales SST 1501-1503
Dispositions spécifiques SIS1, SST 1504-1512
- Unterlagen GAB 2/2010 BF Essen
- Ausbildungsunterlagen IDF NRW / FVLR-Fachverband
- Gebäudebeurteilung Baukunde
Autor: FKS



WEB

<http://www.wikipedia.de>

<http://www.idf.nrw.de>

