

ZUMMENFASSUNG: RECHNERISCHE NACHWEIS BRANDRISIKOS nach F.R.A.M.E.

A. WAS IST F.R.A.M.E. ?

F.R.A.M.E. ist eine VIELUMFASSENDE, TRANSPARANTE und PRAKTISCHE Methode zum rechnerischen Nachweis des Brandrisikos von Gebäuden. Sie ist ein geeignetes Gerät für den Ingenieur, der ein effizientes und wirtschaftlich verantwortetes Brandschutzkonzept für neue oder bestehende Gebäude festlegen soll.

Die Vorgehensweise von F.R.A.M.E. entscheidet sich von Bauordnungen und ähnlichen Anforderungen, die vor allem die Personengefährdung einschränken wollen. F.R.A.M.E. berücksichtigt auch die Brandsicherheit von Gütern und Aktivitäten. Das Verfahren ermöglicht eine quantitative Beurteilung des Brandrisikos nach einheitlichen Bewertungsgrundlagen. Sie dient als Entscheidungshilfe für die Brandrisikobewertung, die Überprüfung und den Vergleich von Schutzkonzepten. Das Ergebnis einer systematischen Bestimmung der verschiedenen Einflußfaktoren ist eine Serie Werte, die rechnerisch ausdrücken was sonst eine umständliche Darstellung von positiven und negativen Aspekten benötigt. Das Verfahren ist nicht geeignet für Anlagen im Freien.

F.R.A.M.E. ist basiert auf der im Jahre 1960 durch den schweizerischen Ingenieur M. GRETENER entwickelten Methode und auf mehreren ähnlichen Vorgehensweisen : ERIC (Evaluation du Risque d'Incendie par le Calcul), in Frankreich bearbeitet durch SARAT und CLUZEL, der Deutschen Norm DIN 18230 und der Österreichischen TRBV100, der risikogerechten Festlegung der Versicherungsprämien, usw. Die Brandrisikobewertung nach GRETENER beurteilt nur das Risiko für Gebäude und den Gebäudeinhalt. Sie wurde vollständig überarbeitet mit zwei zusätzlichen Berechnungen für die Personen- und Aktivitätengefährdung, um F.R.A.M.E. zu erreichen. Das Verfahren ist empirisch aufgebaut, wurde jedoch in der Praxis überprüft und durch eine doppelte Kontrolle bestätigt :

- a) Für eine Serie Gebäuden, die durch brandschutztechnischen Sachverständigen als ausreichend geschützt beurteilt sind, bekommt man auch niedrige rechnerische Werte.
- b) Für eine Serie Gebäuden, wo es wirklich gebrannt hat, sind die Schwächen ganz deutlich in der Bewertung zurückzufinden.

Heute gibt es schon Hunderte von Berechnungen, die die richtige Tätigkeit der F.R.A.M.E.-Methode beweisen.

WOZU KANN F.R.A.M.E. BENUTZT WERDEN?

Entwurf effizienter Brandschutzkonzepte

Das erste Ziel der F.R.A.M.E. Methode ist dem Planer zu helfen, ein effizientes und ausgeglichenes Brandschutzkonzept auszuarbeiten. Der erfahrene Sachverständige sieht bei der Bewertung die Schwächen, die Einzelheiten der Berechnung deuten die erforderlichen Brandschutzmaßnahmen an und die Endwerte unterstützen seine Vorschläge.

Untersuchung bestehender Situationen

F.R.A.M.E. kann einfach eingesetzt werden, um bestehende Situationen zu verifizieren, auch wenn man keine Verbesserungen nachstrebt. Die Bewertung deutet die Schwächen und Stärken an, und misst die Entfernung zwischen der Realität und der tatsächlichen Brandsicherheit. F.R.A.M.E. kann auch prüfen, ob ein gesetzlich richtiger Brandschutz imstande ist ein Gebäude oder eine Aktivität vor einer Katastrophe zu hüten.

Schätzung der vorhersagbaren Brandschäden

Erfahrungsgemäß gibt es eine direkte Verbindung zwischen dem berechneten Risiko R und den vorhersagbaren Schäden im Falle eines beträchtlichen Brandes. F.R.A.M.E. kann dienen, diese Brandschäden einzuschätzen. Wenn der effektive Schaden viel größer ist als der berechnete Wert, dann ist das ein Hinweis auf Brandstiftung. "Ungewöhnliche Hilfe" ist wahrscheinlich die beste Erklärung des Unterschiedes.

Vergleich zwischen dem Verfahren und den Baurichtlinien

Die Vorgehensweise von F.R.A.M.E. entscheidet sich einigermaßen von Baurichtlinien : Die Methode orientiert den Planer erst an einen richtigen Brandschutz der Güter, und danach an den Personenschutz. Das heißt, dass man die Brandschutzmaßnahmen des Gebäudes erst richtig bestimmt und zusätzlich für eine adäquate Sicherung der Gebraucher und Geschäfte anpasst. Baurichtlinien beschränken oft die Auswahl der Pläne auf präventive Maßnahmen. Der Feuerwiderstandsdauer der Bauteile ist meistens vorgeschrieben, Sprinkleranlagen sind nur selten verpflichtet. F.R.A.M.E. erlaubt eine breitere Auswahl, aber gewährleistet eine gleiche Bilanz zwischen Risiken und Schutzmaßnahmen, wie in den Baurichtlinien.

Alternative Lösungen

Dank diesem eingebauten Gleichgewicht kann F.R.A.M.E. verwendet werden, um alternative Lösungen zu vergleichen, vor allem wenn zu explizite Vorschriften in bestehenden Gebäuden undurchführbare Brandschutzmaßnahmen erfordern. Eine erste Berechnung nach den Vorschriften bewertet das vorgeschlagene Sicherheitsniveau, und die zweite Berechnung gilt als Nachweis des äquivalenten Brandschutzes.

Qualitätskontrolle für den Sicherheitsingenieur

Eine äußerst geeignete Anwendung für F.R.A.M.E. ist die Selbstkontrolle des Feuerschutzingenieurs. Die systematische Beurteilung der Teilfaktoren verpflichtet ihn gründlich zu arbeiten und die Vorgehensweise der Methode schließt die am meist subjektive Einschätzungen aus.

B.GRUNDTHESE UND GRUNDKONZEPT

F.R.A.M.E. stützt sich auf fünf Grundthesen:

1) In einem gut geschützten Gebäude befinden Brandgefahr und Brandschutz sich im Gleichgewicht.

Wenn dieses Gleichgewicht in Ziffern bewertet ist, dann kann man behaupten, dass der Quotient (Gefahr : Schutz = Risiko) nicht größer ist als 1 für adäquat geschützte Gebäude und, dass ein höherer Quotient einen schlechteren Zustand wiedergibt.

Das im F.R.A.M.E. eingebaute Gleichgewicht zwischen Gefahr und Schutz ist vergleichbar mit dem Risiko einer modernen Wohnung in einem städtischen Bereich. Der Brandschaden wird beschränkt auf den Raum, wo der Brand entsteht, er verursacht keine Opfer, und man kann das Haus nach Renovierungs- und Reparaturarbeiten wieder bewohnen.

$$\frac{\text{GEFAHR}}{\text{SCHUTZ}} = \text{RISIKO}$$

2) Die Brandgefährdung wird anhand von zwei Serien Zahlenwerte berechnet.

Die erste Serie enthält die Gefahrenfaktoren, die den Umfang des schlimmsten Szenarios bestimmen, die zweite enthält die Faktoren, die die Konsequenzen beurteilen. Das Gefahr wird auf diese Weise durch das "Potentielle Risiko P" und das "Akzeptierte Risiko A" bewertet.

3) Man berechnet die Brandschutzwerte mit den in Gruppen eingeteilten Brandschutzmaßnahmen, jeder mit seinen spezifischen Werten. Die angewandten Werte sind kennzeichnend für die verschiedene Schutzmittel:

- a) das am meist benutzte Löschmittel : Wasser
- b) die bautechnische Einrichtung der Fluchtwege
- c) die Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile
- d) Handlöschgeräte
- e) Automatische Melde- und Löschanlagen
- f) die öffentliche und private Feuerwehr
- g) die physische Trennung des Risikos

4) Jede Bewertung umfasst drei Berechnungen, jede für ein bestimmtes Szenario

Die erste Berechnung bewertet das Risiko für das Gebäude und die Güter, die Zweite für die Personen und die Dritte für die (wirtschaftliche) Tätigkeit im Gebäude. Die verschiedenen Rechenfaktoren beeinflussen das Risiko in jedem einzelnen Fall anders, und die Brandschutzmaßnahmen haben ein anderes Effekt auf die Sicherheit der Personen, Güter oder Aktivitäten.

5) Die Bewertung bezieht sich auf ein Brandabschnitt mit einem Niveau.

Wenn es mehrere Brandabschnitte gibt oder mehrere Niveaus, soll man eine Bewertung für jeden Brandabschnitt und jedes Niveau machen, oder mindestens für die repräsentative oder gefährlichste Brandabschnitte.

DEFINITIONEN und FORMELN

1)Für die Gebäude und Güter (Patrimonium)

Das Risiko für das Patrimonium R ist definiert als :

$$R = P / (A * D)$$

P = Potentielles Risiko

A = Akzeptiertes Risiko

D = Brandschutzwert

Das Potentielle Risiko P ist definiert als :

$$P = q * i * g * e * v * z$$

Dabei ist q der Brandlastfaktor, i der Brennbarkeitsfaktor, g der Grundflächenfaktor, e der Etagenfaktor, v der Rauchabzugsfaktor und z der Zugänglichkeitsfaktor

Das Akzeptierte Risiko ist definiert als :

$$A = 1.6 - a - t - c$$

Dabei ist 1.6 der Höchstwert für A, a ist der Aktivierungsfaktor, t der Fluchtzeitfaktor, c der Inhaltsfaktor

Der Brandschutzwert D ist definiert als :

$$D = W * N * S * F$$

Dabei ist W der Wasserversorgungsfaktor, N der Normalmaßnahmenfaktor, S der Sondermaßnahmenfaktor und F der Feuerwiderstandsfaktor

2) Für die Personen :

Das Risiko für die Personen R1 ist definiert als :

$$R1 = P1 / (A1 * D1)$$

P1 = Potentielles Risiko

A1 = Akzeptiertes Risiko

D1 = Brandschutzwert

Das Potentielle Risiko P1 ist definiert als :

$$P1 = q * i * e * v * z$$

Dabei ist q der Brandlastfaktor, i der Brennbarkeitsfaktor, e der Etagenfaktor, v der Rauchabzugsfaktor und z ist der Zugänglichkeitsfaktor

Das Akzeptierte Risiko ist definiert als :

$$A1 = 1.6 - a - t - r$$

Dabei ist 1.6 der Höchstwert für A, a der Aktivierungsfaktor, t der Fluchtzeitfaktor und r der Umgebungsfaktor

Der Brandschutzwert D1 ist definiert als :

$$D1 = N * U$$

Dabei ist N ist der Normalmaßnahmenfaktor und U der Fluchtfaktor

3) Für die Aktivitäten :

Das Risiko für die Aktivitäten R2 ist definiert als :

$$R2 = P2 / (A2 * D2)$$

P2 = Potentielles Risiko

A2 = Akzeptiertes Risiko

A2 = Akzeptiertes Risiko

D2 = Brandschutzwert

Das Potentielle Risiko P2 ist definiert als :

$$P2 = i * g * e * v * z$$

Dabei ist i der Brennbarkeitsfaktor, g der Grundflächenfaktor, e der Etagenfaktor, v der Rauchabzugsfaktor und z der Zugänglichkeitsfaktor

Das Akzeptierte Risiko ist definiert als :

$$A2 = 1.6 - a - c - d$$

Dabei ist 1.6 der Höchstwert für A, a ist der Aktivierungsfaktor, c der Inhaltsfaktor und d der Abhängigkeitsfaktor.

Der Brandschutzwert D2 ist definiert als :

$$D2 = W * N * S * Y$$

Dabei ist W der Wasserversorgungsfaktor, N ist Normalmaßnahmenfaktor, S der Sondermaßnahmenfaktor und Y der Rettungsfaktor

C. BERECHNUNG DER POTENTIELLEN RISIKEN

Die Potentiellen Risiken P , P_1 , P_2 sind definiert als Produkte der Faktoren : q der Brandlastfaktor, i der Brennbarkeitsfaktor, g der Grundflächenfaktor, e der Etagenfaktor, v der Rauchabzugsfaktor und z der Zugänglichkeitsfaktor.

Der **Brandlastfaktor q** wird berechnet mit der Brandbelastung : Die erfasst pro Brandabschnitt die gesamte Wärmemenge, die sich beim vollständigen Verbrennen aller Materialien freisetzt, geteilt durch die Grundfläche des betrachteten Brandabschnittes. Man bewertet die "Mobile" Brandbelastung Q_m für den Inhalt und die "Immobilie" Brandbelastung Q_i für das Gebäude.

Der **Brennbarkeitsfaktor i** deutet an, wie schnell ein Brand sich ausdehnen kann und wird berechnet anhand von T , der Temperaturerhöhung, notwendig um den Inhalt zu entzünden oder zu beschädigen; anhand von m , der Durchschnittsabmessung (in Meter) des Inhalts, und M , der Brennbarkeitsklasse der Oberfläche.

Der **Grundflächenfaktor g** deutet den horizontalen Einfluss eines Brandes an und wird berechnet anhand von l , der theoretischen Länge des Brandabschnittes, und b , der äquivalenten Breite.

Der **Etagenfaktor e** deutet den vertikalen Einfluss eines Brandes an und wird berechnet anhand von E , der Etagennummer.

Der **Rauchabzugsfaktor v** bewertet den Einfluss der Rauchgase und wird berechnet anhand von h , der Raumhöhe des Abschnittes, anhand vom Wärmeabzugskoeffizient k und Q_m , der "Mobilen" Brandbelastung. Der Wärmeabzugskoeffizient k ist das Verhältnis zwischen den Öffnungsflächen für Rauchabzug und den gesamten Brandschnittgrößen.

Der **Zugänglichkeitsfaktor z** deutet den Einfluss der Zugänglichkeit an und wird berechnet anhand von b , der Breite des Brandabschnittes, H , der Höhe über oder unter der Oberfläche des Abschnittsboden, und Z , den Zugangsrichtungen.

D. BERECHNUNG DER AKZEPTIERTEN RISIKEN

Die Akzeptierten Risiken geben wieder, dass ein Brandrisiko allgemein gesellschaftlich akzeptiert wird, wenn es keine unumkehrbaren Konsequenzen hat. Man berechnet sie mit dem Aktivierungsfaktor a , dem Fluchtzeitfaktor t , dem Inhaltsfaktor c , dem Umgebungsfaktor r und dem Abhängigkeitsfaktor d .

Der **Aktivierungsfaktor a** wird bewertet anhand von den möglichen Brandursachen im Gebäude. Diese findet man in den Verwendungsarten der Gebäude und den Nebentätigkeiten, den Heizungsanlagen, der elektrischen Ausrüstung, der Anwendung entzündlicher Produkte, und anderer gefährlichen Handlungen.

Der **Fluchtzeitfaktor t** wird bewertet anhand der Anzahl der Personen, ihrer Mobilität, der Größe des Brandabschnittes und den Eigenschaften der Rettungswege.

Der **Inhaltsfaktor c** bestimmt den Wert des Inhaltes und ist bewertet nach dem wirtschaftlichen Wert der Güter und den Ersatzmöglichkeiten.

Der **Umgebungsfaktor r** deutet an, ob die Umgebung den Fluchtweg hindern kann. Man berechnet diesen Faktor mit der "Immobilie" Brandbelastung Q_i und mit M , der Brennbarkeitsklasse der Oberfläche.

Der **Abhängigkeitsfaktor d** deutet an, wie empfindlich die Aktivität für Brand ist. Es ist das Verhältnis zwischen Umsatz und Mehrwert.

E.BERECHNUNG DER BRANDSCHUTZWERTE

Die Brandschutzwerte sind definiert als Produkte des Wasserversorgungsfaktors **W**, des Normalmaßnahmenfaktors **N**, des Sondermaßnahmenfaktors **S**, des Feuerwiderstandsfaktors **F**, des Fluchtfaktors **U**, und des Rettungsfaktors **Y**.

Der **Wasserversorgungsfaktor W** deutet die Qualität der Wasserversorgung an. Man bewertet die zur Verfügung stehende Wassermenge, und die Auslegung und den Druck des Hydrantenrohrnetzes.

Der **Normalmaßnahmenfaktor N** deutet die Qualität der Normalschutzmaßnahmen an. Man bewertet die Kette : Brandentdeckung - Erstangriff - Einsatzstufe der Feuerwehr.

Der **Sondermaßnahmenfaktor S** bestimmt in wie fern der Brandschutz anhand der automatischen Brandentdeckungs- oder Löschanlagen und den vielseitig ausgebauten und zuverlässigen Brandschutzsystemen ausgebreitet wird.

Der **Feuerwiderstandsfaktor F** bestimmt den Wert des Feuerwiderstandes der Tragkonstruktion, der Außenwände, der Decken und Trennwände, aber unter Berücksichtigung der Sondermaßnahmen.

Der **Fluchtfaktor U** bestimmt wie die Rettungswege zusätzlich geschützt, verbessert oder multipliziert worden sind .

Der **Rettungsfaktor Y** bestimmt wie die Nervenpunkte, Hauptdaten und Fertigungsstraßen geschützt worden sind.

FRAME für WINDOWS Berechnung

A.BERECHNUNG DER POTENTIELLEN RISIKEN

Bewertung des Brandlastfaktors q

Formel : $q = 2/3 * \log (Q_i + Q_m) - 0.55$

Der Brandlastfaktor q wird anhand der im Brandabschnitt vorhandenen Brandlasten berechnet. Man bewertet die "Mobile" Brandbelastung Q_m für den Inhalt und die "Immobilie" Brandbelastung Q_i für das Gebäude.

Die 'Immobilie' Brandbelastung Q_i beträgt (in MJ/m²)

Die 'Mobile' Brandbelastung Q_m beträgt (in MJ/m²)

Der berechnete Wert für q beträgt

Theoretisch berechnet man Q_m mit dem Brandabschnitt der gesamten Wärmemenge, die sich beim vollständigen Verbrennen der Materialien freisetzt, geteilt durch die Grundfläche des betrachteten Brandabschnittes. Es ist jedoch einfacher die Tabelle zu benutzen.

Diese Tabelle ist auf der Einteilung in Risikoklassen für Sprinkleranlagen bzw. Rauchentlüftungsanlagen basiert. Bei jeder Risikoklasse gehört eine typische Brandlast, wofür die Tabelle eine konservative Schätzung gibt.

Für Lagerisiken ist Q_m in MJ/m² = 300 x der gesamten Wasserleistung der Sprinkler in liter/min.m². Für Regallager mit Dachsprinklern und zusätzlichen Sprinklerebenen unter dem Dach muss erst die gesamte Wasserleistung berechnet werden. Eine Wasserleistung von 12.5 l/min.m² für jede Sprinklerebene wird der Wasserleistung des Dachsprinklernetzes hinzugefügt.

Die 'Immobilie' Brandlast kommt aus den brennbaren Elementen der Konstruktion des Gebäudes, z.B. Träger, Wände, Fenster, Bekleidung, usw. In der Praxis kann man einige Bauweisen andeuten, wobei man nur kleine Unterschiede in der Brandlast feststellt. Die Tabelle ergänzt die meist üblichen Werte.

Brandausdehnung i:

Der Brandausdehnungsfaktor i deutet an, wie schnell ein Brand sich ausdehnen kann; mit T berechnet man die Temperaturerhöhung notwendig um den Inhalt zu entzünden oder zu beschädigen; mit m die Durchschnittsabmessung (in Meter) des Inhaltes, und mit M die Brennbarkeitsklasse der Oberfläche.

Formel :

$$i = 1 - \frac{T}{1000} - 0.1 * \log m + \frac{M}{10}$$

Man kann sich vorstellen, dass der Inhalt eines Brandabschnittes nur eine bestimmte Temperaturerhöhung T ertragen kann ohne bleibenden Schaden, z.B., Menschen können eine Umgebungstemperatur von mehr als 100°C nicht überleben.

Brandausdehnung ist hauptsächlich wirksam an der Oberfläche der brennenden Objekte. Je größer die verfügbare Fläche, je leichter die Brandausdehnung, wie sich bei einem Lagerfeuer aufgebaut aus feinen Zweigen herausstellt.

Die Durchschnittsabmessung (in Meter) des Inhaltes ist kennzeichnend für das Verhältnis Volumen (in m³) / Oberfläche (in m²). Um diese Durchschnittsabmessung zu bewerten, nimmt man n bezeichnende Abmessungen des Inhaltes und berechnet die n-te Wurzel des Produktes dieser Zahlen. Die Durchschnittsabmessung liegt zwischen 2 m und 0.01 m.

Beispiele: Die Durchschnittsabmessung in einem Büro beträgt 0.3 m, in einem Lager mit Paletten 1 m, in einer Werkstatt für kleine Objekte 0.1 m.

Je größer die Brennbarkeit der Oberflächen, je einfacher die Brandausdehnung sich fortsetzt : Man soll diese Brennbarkeit festlegen und dabei Verpackungs- und Bekleidungsmaterialien berücksichtigen.

So bekommt Schmieröl in Blechdosen einen Wert von $M=0$, Elektromotoren verpackt mit Schaumstoffen werden jedoch mit $M=4$ bewertet. Das Brennverhalten verschiedener Materialien ist in mehreren Dokumenten festgelegt, z.B. in CEA-Klassen, Baustoffklassen, usw., oder nach Normverfahren festgelegt.

Die nächsten Werte sind typisch und ein Zwischenwert ist auch akzeptabel.

nicht brennbar (CEA-Klasse 6)

wenig brennbar oder feuerhemmend (CEA-Klasse 5)

schwer brennbar, nicht feuerhemmend (CEA-Klasse 4)

brennbar (CEA-Klasse 3)

leicht brennbar (CEA-Klasse 2)

entzündbar (CEA-Klasse 1)

Berechnung des Grundflächenfaktors g

Formel :

$$g = \frac{b + 5 \cdot \sqrt[3]{l \cdot b^2}}{200}$$

Messen Sie den längsten Abstand zwischen zwei Mittelpunkten der Seite des Brandabschnittes. Diese Distanz ist die theoretische Länge l . Messen Sie danach die totale Größe der Grundfläche des Brandabschnittes und teilen Sie diese Zahl durch die theoretische Länge l , um die äquivalente Breite b zu berechnen. So bekommt man ein Rechteck ebenso groß wie der Brandabschnitt.

Berechnung des Etagenfaktors e

Formel :

$$e = \frac{(|E| + 3)}{(|E| + 2)} \cdot 0.7^{|E|}$$

Man nummeriert die Etagen wie folgt : $E=0$ für die Hauptzugangsebene, alle höhergelegenen Etagen werden dann $E=1,2,3$, usw. Alle Kellergeschosse werden dann $E=-1, -2, -3$, usw.

Für Galerien und Zwischenebenen kann man eine Bruchteilzahl benutzen: z.B. eine erste Etage mit einer Galerie die 40 % der Grundfläche ausfüllt kann 1.4 als Etagennummer haben.

Berechnung des Rauchabzugsfaktors v

Formel :

$$v = 0.84 + 0.1 \cdot \log Q_m \cdot \sqrt{k} \cdot \sqrt{h}$$

Der Rauchabzugsfaktor v wird an hand von Q_m , K und h berechnet.

Q_m , die "Mobile" Brandbelastung, ist maßgebend für die Menge Rauch, die im Brandfall entsteht.

Für h misst man die Raumhöhe zwischen Boden und Decke. Für ein schräges Dach gilt die mittlere Höhe.

Der Wärmeabzugskoeffizient k ist das Verhältnis zwischen den Öffnungsflächen für Rauchabzug und den gesamten Brandschnittgrößen. Praktisch wird k wie folgt berechnet :

Vorausgesetzt wird, dass 30 % der Einzelbeglasungen und durchsichtigen Flächen aus Kunststoff im Dach und im obersten Drittel der Mauer durch das Feuer vernichtet werden und dem Rauchabzug zur Verfügung stehen.

Doppelverglasung, die nicht leicht zerbricht, wird NICHT berücksichtigt.

Geben Sie das aerodynamische Flächenmaß der Rauchabzüge in m^2 , sollte es solche Geräte geben.

Für mechanische Entlüftungssysteme wird vorausgesetzt, dass die Leistung pro 10.000 m³/h mit einer Dachöffnung von 1 m² übereinstimmt.

Die Summe dieser gleichwertigen Flächen wird durch die gesamte Brandschnittgröße dividiert, um k zu berechnen. Der k-Wert liegt zwischen 0 und 0.1, oder zwischen 0 und 10 %.

Berechnung des Zugänglichkeitsfaktors z

Formel :

$$z = 1 + 0.05 \cdot \text{INT} \left(\frac{b}{20 \cdot Z} + \frac{H^+}{25} - \frac{H^-}{3} \right)$$

Um den Zugänglichkeitsfaktor z zu bestimmen, benötigt man die Werte von b, H+, H- und Z.

Um Z, die Anzahl Zugangsrichtungen festzustellen, setzt man die Windrose mit dem Norden am Haupteingang, und überprüft aus welchen Windrichtungen der Brandabschnitt für den Löscheinsatz zugänglich ist. Z = 4, falls alle Seiten zugänglich sind, oder = 3, 2, 1, falls eine oder mehrere Hauptrichtungen nicht erreichbar sein. Wenn das Gebäude durch Brandmauern eingeteilt ist, muss die Seite mit der Brandmauer unbedingt als unzugänglich betrachtet werden.

Für die Bemessung der Höhe H bestimmt man die Distanz zwischen der Zugangsebene und dem Boden des Brandabschnittes. Da die Brandbekämpfung in unterirdischen Geschossen schwieriger ist, macht man einen Unterschied zwischen den positive Werten (H+) der Obergeschossen und den negativen Werten (H-) des Kellers.

Der Wert von b, die Breite des Brandabschnittes, wurde bereits bestimmt.

B.Berechnung der Akzeptierte Risiken

Berechnung des Aktivierungsfaktors a

Formel :

$$a = \sum a_i$$

Wegen der vielfältigen potentiellen Brandursachen benutzt man hier eine Tabelle mit Serien Ursachen, eingeteilt in folgende Kategorien : Hauptnutzungsart, Heizungsanlagen, elektrische Ausrüstung, Nebentätigkeiten, explosionsgefährdete Zonen.

Der Faktor a wird bestimmt als die Summe einer Serie von Faktoren ai, dessen Werte in der Tabelle angedeutet sind.

HAUPTNUTZUNGSART	
A1. Nicht industrielle Aktivität (Wohnungen, Bürogebäude, usw.)	0
A2. Industrie nicht brennbare Produkte (Sprinklerklasse BG2.1 oder N1)	0
B. Die meisten Industriearten (Sprinklerklassen BG2.2/3 oder N2 und N3)	0.2
C. Industrie brennbare Produkte, wie Papier, Holz, Petrochemie (Sprinklerklassen BG3 , oder N4 und HF)	0.4
D. Lagerungen (Sprinklerklasse BG4 oder HF)	0
HEIZUNGSANLAGEN (Raum und Prozess)	
E1. Ohne Heizung : kein Risiko	0
E2. Wärmeübertragung durch Feststoffe oder Wasser	0
E3. Wärmeübertragung durch getriebene Luft oder Öl	0.05
F1. Generator in einem brandhemmenden getrennten Heizungsraum	0
F2. Generator innerhalb des Brandabschnittes	0.1
G1. Energiequelle : Elektrizität, Kohlen, Heizöl	0
G2. Energiequelle : Gas	0.1
G3. Energiequelle : Abfallprodukte, Holz	0.15
ELEKTRISCHE AUSTRÜSTUNG	
I1. Konform und regelmäßig geprüft	0
I2. Konform ohne periodische Prüfung	0.1
I3. Nicht konform der Vorschriften	0.2
ZÜNDGEFAHR	
J0. Ständige Zündgefahr (Ex-Zone 0)	0.3
J1. Zündgefahr bei normaler Wirkung (Ex-Zone 1)	0.2
J2. Zündgefahr bei abnormaler Wirkung (Ex- Zone 2)	0.1
K1. Gefahr für Staubexplosionen	0.2
K2. Erzeugung von brennbarem Staub ohne Abzugsanlage	0.1
NEBENTÄTIGKEITEN	
L. Zusätzliche Schweißarbeiten	0.1
M. Zusätzliche mechanische Holz- oder Kunststoffbearbeitung	0.1
N. Oberflächenbekleidung mit brennbaren Produkten : z.B. Anstreichen, Lackieren, Spritzen, Eintauchen, Benutzen brennbarer Leime oder Lösemittel, usw.	
N1. In einem getrennten Raum mit geeigneter Abzugsanlage	0.05
N2. In einem getrennten Raum ohne Abzugsanlage	0.12
N3. Ohne Trennung gegen die Hauptaktivität	0.2
O. Besonderes Risiko, z.B. nicht kontrollierbarer Rauch	0.1

Bewertung des Fluchtzeitfaktors t

Formel:

$$t = \frac{p \cdot x \cdot [(b+l) + (X/x) + 1.25 \cdot H^+ + 2 \cdot H^-] \cdot (b+l)}{800 \cdot K \cdot [1.4 \cdot x \cdot (b+l) - 0.44 \cdot X]}$$

Der Faktor t berücksichtigt die Fluchtzeit und wird anhand der Personenanzahl, deren Mobilität, der Größe des Brandabschnittes und der Eigenschaften der Rettungswege bewertet.

Die gesamte Länge des Evakuierungsweges wird berechnet mit den Werten der Faktoren b, l, H+ oder H-, die bereits vorher eingeführt worden sind.

X ist die höchste Anzahl Personen, die bei einem Brand aus dem Brandabschnitt evakuiert werden müssen. Kennt man diese Anzahl nicht genau, dann kann man sie anhand der nächsten Tabelle und der Flachengröße des Brandabschnittes schätzen :

Die geschätzte Anzahl Personen ist für :	pro m ²	pro sq.ft
1. Wartesäle, Bahnsteige	3	0.3
2. Treffpunkte, wie Kirchen, Tanzlokale, Festsäle	1.5	0.1
3. Treffpunkte, wie Restaurants, Hallen	0.6	0.05
4. Klassen in Schulen	0.5	0.04
5. Kindergärten	0.3	0.03
6. Laboratorien und Werkstätten in Schulen	0.2	0.02
7. Krankenhäuser, Lazarette, usw.	0.1	0.01
8. Gefängnisse	0.1	0.01
9. Wohnungen, Residenzen, Hotels, Gasthäuser	0.05	0.005
10. Geschäfte, Bodengeschoß und Keller	0.4	0.04
11. Geschäfte, Obergeschoss	0.2	0.02
12. Bürogebäude	0.1	0.01
13. Werkstätten	0.03	0.003
14. Lagergebäude	0.003	0.0003

x ist die Anzahl der Ausgänge. Die minimale effektive Breite eines Ausgangs beträgt 60 cm, (es sei, es wurde gesetzlich anders bestimmt). Man soll aber die örtlichen Umständen beobachten, z.B. in einem Krankenhaus ist die Breite der Bette maßgebend. Man muss stets mit 20 cm verlorene Breite rechnen. Eine Tür mit einer 80 cm Öffnung hat so eine effektive Breite von 60 cm. Ein 2 m breiter Korridor hat eine effektive Breite von 180 cm.

Um den x-Wert zu bestimmen, berücksichtigt man alle Ausgänge, die erlauben den Brandabschnitt zu verlassen und den Zugangsweg zu diesen Ausgängen zu finden. Für jeden Weg bestimmt man die schmalste Breite in cm, zieht davon 20 cm ab und dividiert das Ergebnis durch 60. Man addiert den Quotient um den x-Wert zu bekommen.

Faktor p bewertet mögliche Verzögerungen der Evakuierung. Personen die sich selbständig fortbewegen können und mit dem Gebäude, in dem sie sich befinden, vertraut sind, können sich selbständig evakuieren. Das gilt jedoch nicht für Leute, die Hilfe brauchen oder die Ausgänge suchen müssen.

Der Wert von p ist :	p
Für bewegliche und selbständige Personen (z.B. Arbeiter)	1
Für bewegliche aber abhängige Personen (z.B. Schüler)	2
Für nicht-bewegliche Personen (z.B. kranke oder ältere Personen)	8
Zu den oben erwähnten Werten addiert man die folgenden Werte :	+2
Wenn es keinen deutlichen Evakuierungsplan gibt :	+2
Wenn es Gefahr für Panik gibt :	+2
Für Personen mit beschränkter Beobachtungsfähigkeit : wie z.B. Kranke, Alte, Behinderte, schlafende Hotelgäste, usw.	

K ist die Anzahl der Evakuierungsrichtungen, in die man den Brandabschnitt verlassen kann. Zwei Richtungen werden als unterschiedlich betrachtet, sobald man sich um 90° oder mehr drehen muss, um vom einen Ausgang zum anderen zu gehen. Man kann also nicht mehr als 4 Evakuierungsrichtungen haben.

Nehmen Sie den Ausgang mit den meisten Ausgangseinheiten als Hauptrichtung. Jede zusätzliche Evakuierungsrichtung muss mindestens halb so groß sein als die Hauptrichtung. Z.B. wenn der Hauptausgang drei Einheiten zählt, muss jede zusätzliche Evakuierungsrichtung zwei Einheiten breit sein.

Bestimmung des Inhaltsfaktors c

Formel :

$$c = c_1 + c_2 \quad \text{und} \quad c_2 = 1/4 \log V_r, \quad \text{wenn } V > 7 \text{ Millionen US\$ oder €uro (2000)}$$

$$V_r = V / 7 \text{ Millionen}$$

Faktor c bestimmt den Wert des Inhalts des Brandabschnittes und wird gemäß dem wirtschaftlichen Wert der Güter und der Ersatzmöglichkeiten bewertet. "Inhalt" beinhaltet ebenso den Wert des Brandabschnittes, der vorhandenen Güter als der Gebraucher.

Wählen Sie den Wert von c1 gemäß den Ersatzmöglichkeiten :

0 für einen austauschbaren Inhalt

0.1 für einen schwierig zu ersetzenden Inhalt

Beispiele: Maschinen mit langer Lieferfrist, große oder komplexe Ausrüstungen

0.2 für einen unersetzlichen Inhalt

Beispiele: Kunstwerke, historische Gebäude, einzigartige Maschinen

Der wirtschaftliche Wert des Inhaltes (Gebäude und Güter) bestimmt Faktor c2. Man bewertet sie in Millionen EURO oder US\$ und rechnet den Wert um laut dem Wert des Jahres 2000.

Aufmerkung : FRAME Version 1 rechnete mit dem wirtschaftlichen Wert aus 1985

Berechnung von r, der Umgebungsfaktor

$$\text{Formel : } r = 0.1 \log (Q_i + 1) + M/10$$

Man berechnet diesen Faktor mit der "Immobilie" Brandbelastung Q und mit M , der Brennbarkeitsklasse der Oberfläche, der vorher bestimmt werden.

Bestimmung des Abhängigkeitsfaktors d:

Der Abhängigkeitsfaktor d deutet an, wie empfindlich Brand für die Aktivität ist. Es ist das Verhältnis zwischen Umsatz und Mehrwert. Die Aktivität im Brandabschnitt wird durch einen Brand zeitweilig unterbrochen bzw. stillgelegt. Der Mehrwert ist ein Maß für die Unterbrechungsempfindlichkeit der Aktivität.

Der Mehrwert ist die Summe der Personalsunkosten, der finanziellen Kosten, der Abbuchungen und der Abschreibungen und der Betriebsresultate. Der Umsatz ist die Summe des durch die wirtschaftlichen Aktivitäten generierten Einkommen. Je größer das Verhältnis zwischen Mehrwert und Umsatz, je größer ist die Unterbrechungsempfindlichkeit der Aktivität.

Einige indikative Werte für d sind :	
Bemerkung : Nehmen Sie d = 0.3, falls Sie den Wert nicht kennen.	
Hochtechnologische Industrie (z.B. Flugzeugbau) :	0.7 bis 0.9
Feintechnologische Industrie (z.B. Elektronik) :	0.45 bis 0.7
Verarbeitende Industrie :	0.25 bis 0.45
Handelsunternehmen :	0.05 bis 0.15
Administrative Dienste :	0.8

C. Benutzung der Richtzahl Ro - das Anfangsrisiko

Formeln :

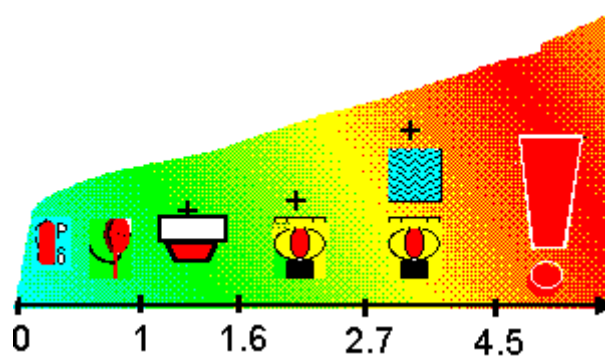
$$R_o = P : (A \cdot F_o) \text{ und}$$

$$F_o = 1 + \frac{f_s}{100} - \frac{f_s^{2.5}}{10^6}$$

Um den am meist passenden Schutz auszuwählen, ist es in der Praxis am einfachsten erst adäquate Schutzmaßnahmen für die Güter vorzusehen, und dann zu überprüfen, ob zusätzliche Maßnahmen für die Personen und Aktivitäten notwendig sind.

Die Wahl wird vereinfacht mit der Berechnung des Richtzahles Ro, das Anfangsrisiko, mit dem Wert von P, A, und dem strukturellen Feuerwiderstand Fo.

Nach Berechnung des Ro-Wertes bestimmt man die empfehlenswerten Maßnahmen gemäß der nächsten Skala :



Gemäß der Richtskala kann man die am meist geeigneten Brandschutzmaßnahmen für das Gebäude auswählen.

Wenn der Ro-Wert größer als 4.5 ist, ist das Risiko sehr schwierig zu schätzen, und müssen erst vorbeugende Maßnahmen vorgeschlagen werden, wie Einteilung in Brandabschnitten, Eliminieren von Risiken, besserer Rauchabzug, bessere Zugänge. Dafür muss man die P- und A-Werte wieder berechnen.

Wenn der Ro-Wert sich zwischen 1.6 und 4.5 befindet, ist eine Sprinkleranlage angewiesen. Von 2.7 ab wird man auch eine hochzuverlässige Löschwasserversorgung benötigen.

Befindet der Ro-Wert zwischen 1 und 1.6, ist eine automatische Brandmeldeanlage mit einer schnellen Feuerwehrintervention eine richtige Startwahl.

Befindet sich der Ro-Wert zwischen 0 und 1, reichen manuelle Löschmittel aus, wenn eine schnelle Feuerwehrintervention gewährleistet ist.

D. Bestimmung der Brandschutzwerte**Berechnung von W, dem Wasserversorgungsfaktor**

Wasser ist das am meist angewendete Löschmittel. Der **Faktor W** deutet die minimale Qualität der Wasserversorgung an. Man bewertet die zur Verfügung stehende Wassermenge, und die Auslegung und den Druck des Hydrantenrohernetzes.

Der Faktor w ist die Summe einer Reihe (ungünstigen) Faktoren w_i , von denen die Werte in der nächsten Tabelle angedeutet sind.

Formel :

$$W = 0.95^w \quad \text{und} \quad w = \sum w_i$$

WASSERVERSORGUNG	
WASSERVERSORGUNGSTYP	w_1
A. Wasserreserve allgemeiner Nutzung, automatisch nachgefüllt	0
B. Wasserreserve allgemeiner Nutzung, manuell nachgefüllt	4
VERFÜGBARE WASSERMENGE	w_2
D. Die Löschwassermenge ist ausreichend	0
E. es fehlt 10 % der Löschwassermenge	1
F. es fehlt 20 % der Löschwassermenge	2
G. es fehlt 30 % der Löschwassermenge	3
H. es fehlt mehr als 30%	4
I. es gibt keine Löschwasserreserve.	10
WASSERVERTEILNETZ	w_3
- Das Rohrleitungsnetz ist der Menge angemessen	0
- Der Rohrdurchmesser ist zu klein	2
- Es gibt kein Verteilnetz	6
HYDRANTEN	w_4
- Es gibt genügend Anschlußpunkte	0
- Ein Anschluss pro 50 bis 100 m Umriss	1
- Weniger als 1 Anschluss pro 100 m Umriss.	3
Druck im Netz.	w_5
- Der Druck ist genügend	0
- Der Druck ist niedriger	3

Bemerkungen :

1) Die nötige Löschwassermenge in m^3 der Gesamtbrandlast MJ/m² gleich, dividiert durch 4.

2) Man braucht auch ein adäquates Verteilnetz gemäß der Löschwassermenge bemessen. Die Rohrleitung ist ausreichend, wenn sie den folgenden Kriterien beantwortet : DN80 (3") für 70 m³; DN100 (4") bis 125 m³; DN150 (6") bis 250 m³; DN200 (8") bis 450 m³; DN300 (12") wenn die Wassermenge größer ist als 450 m³. Vernetzte Rohrleitungen sind für die doppelte Mengen zu gutachten.

3) Man soll genügend Anschlußpunkte (Hydranten) vorsehen : Normalerweise 1 C-Anschluss 65 mm oder größer pro 50 m Umriss. Ein B-Anschluss (80 mm) gilt für 2 x C (65), und ein A-Anschluss (100 mm) gilt für 3 x 65mm.

4) Der statische Druck im Netz (in m Wassersäule) muss genügend sein, um innerhalb des Brandabschnittes löschen zu können. Deshalb muss der Druck höher sein als die Höhe +35 m.

Normale Schutzmaßnahmen

Bei den Normalmaßnahmen bewertet man die Kette : Brandentdeckung - Erstangriff - Einsatzstufe der Feuerwehr.

Formel :

$$N = 0.95^n \text{ und } n = \sum n_i$$

NORMALE SCHUTZ	
ALARMIERUNG	n_1
Alle Elemente der Alarmierungskette sind vorhanden.	0
Es gibt kein Überwachungsdienst	2
Es gibt (auch) kein Meldernetz	2
Es gibt (auch) keine verantwortliche Person oder automatische Durchwahl	2
Es fehlt (auch) ein Innenwarnsystem	2
HANDLÖSCHMITTEL	n_2
Die Anzahl der Feuerlöscher reicht aus	0
Es fehlen Feuerlöscher oder sie sind dem Risiko nicht angemessen	2
Schlauchhaspeln und/oder Innenhydranten reichen aus	0
Es sind nicht genügend Haspeln und Innenhydranten vorhanden	2
Es gibt keine Haspeln oder Innenhydranten	4
EINSATZZEIT der FEUERWEHR	n_3
Ankunft nach weniger als 10 min	0
Ankunft nach 10 bis 15 min	2
Ankunft nach 15 bis 30 min	5
Ankunft nach mehr als 30 min	10
AUSBILDUNG	n_4
Alle 'Bewohner' kennen den Gebrauch der Handlöschmittel	0
Nur eine Interventionsgruppe ist mit den Handlöschmitteln vertraut	2
Keine ausgebildeten Personen sind anwesend	4

Die Alarmierung besteht normalerweise aus einem Überwachungsdienst, einem manuellen Brandmeldernetz, um den entdeckten Brand einer verantwortlichen Person oder der Feuerwehr zu melden, und einem System, um die Gebraucher des Gebäudes vor dem entstehenden Brand zu warnen.

Eine kontinuierliche Besetzung kann als ein Überwachungsdienst angenommen werden, ein generelles Telefonsystem kann als Brandmeldernetz dienen. Wenn es keine verantwortliche Person gibt, ist eine automatische Durchwahl zur Feuerwehr als gleichwertig anzunehmen.

Die normalen manuellen Löschmittel sind Feuerlöscher, Schlauche und Innenhydranten. Die Anzahl muss dem Risiko angemessen sein. Fast jedes Land hat dafür seine gesetzliche Vorschriften. Eine einfache Regel ist einen 6kg Pulverfeuerlöscher (ABC) pro 150 m² Flurfläche vorzusehen, und Schlauchhaspeln und Innenhydranten so festzulegen, dass jeder Punkt im Gebäude mit einem Wasserstrahl erreicht werden kann. Schlauchhaspeln sind geeignet für Gebäude mit kleiner Brandlast und ungeübten Gebrauchern. Innenhydranten werden bei einer hohen Brandlast und geübtem Personal bevorzugt.

Die Zeit zwischen der Brandmeldung und der Ankunft der ersten Feuerwehrgruppe ist maßgebend für die Zeit, in dem das Feuer sich weiter entwickeln kann, weil man nur mit eigenen Kräften den Brand bekämpfen kann. In dieser ersten Periode kann ein Brand nur durch den Gebrauch von Handlöschmitteln und ausgebildeten Personen bekämpft werden.

BERECHNUNG von S, dem Sondermaßnahmenfaktor

Formel :

$$S = 1.05^s \text{ und } s = \sum s_i$$

SPECIALE BESCHERMINGSMÄTREGELN	
Automatische Brandentdeckungsanlagen	S ₁
- Meldung durch Anspruch einer Sprinkleranlage	4
- Meldung mit Wärmemeldern	5
- Meldung mit Rauchmeldern	8
- Überwachung der elektronischen Kreise	2
- Mit Identifikation jedes einzelnen Melders	2
WASSERVERSORGUNG	
- Eine unerschöpfliche Wasserzufuhr (mindestens 4x des Mindestvorrates)	3
- Wasserzufuhr für Brandschutz reserviert	2
- Unabhängige (= eigene) Wasserversorgung	2
- Wasserquelle mit höher Zuverlässigkeit	5
- Zwei Wasserquellen mit höher Zuverlässigkeit	12
AUTOMATISCHE LÖSCHANLAGEN	
- Sprinkleranlagen ohne "eigene" Wasserzufuhr, z.B. am Trinkwassernetz	11
- Sprinkleranlagen mit eigener Wasserzufuhr	14
- Sprinkleranlagen mit zwei eigenen Wasserzufuhren	20
- Andere automatische Löschanlagen (Schaum, Pulver, CO ₂ , inertes Gas)	11
LÖSCHKRÄFTE	
Zeitliche Betriebsfeuerwehr	6
Permanente Betriebsfeuerwehr	14
Berufsfeuerwehr	8
Gemischte Feuerwehr mit einem Kern einsatzbereiter Mannschaften und Freiwilliger	6
Freiwillige Feuerwehr mit ersten Löschgruppe	5
Freiwillige Feuerwehr mit Piket, Gruppenalarm oder ähnlichem Aufrufsystem.	2

Die Sonderschutzmaßnahmen sind automatische Brandentdeckungs- oder Löschanlagen, und zusätzliche Mittel, die die Zuverlässigkeit der Brandschutzanlagen erhöhen.

Automatische Brandentdeckungsanlagen beschleunigen die Entdeckung eines Brandes und des Feuerwehreinsatzes. Sie sind nur akzeptabel, wenn die Meldungskette komplett ist, d.h., dass die Entdeckung eines entstehenden Brandes unmittelbar der Feuerwehr gemeldet wird, die ohne weitere Verzögerung eingreift.

Sprinkleranlagen, die mit einem Flußmelder ausgerüstet sind und derart mit einer Brandmeldezentrale verbunden sind, funktionieren als ein langsames thermisches Entdeckungssystem.

Rauchmelder reagieren schneller als Wärmemeldern, modernere Anlagen sind mit kontinuierlicher Überwachung ausgerüstet und können jeden einzelnen Melder identifizieren und sind deswegen hochwertig.

WASSERVERSORGUNG: Die Zuverlässigkeit der Wasserquellen und deren Größe erhöhen die Wahrscheinlichkeit einer effizienten Brandbekämpfung. Eine unerschöpfliche Wasserzufuhr, wie z.B. Seen, befahrbare Flüsse, sehr große Wasserbehälter, nimmt das Risiko weg, dass man keinen Vorrat mehr hat. Eine Wasserquelle mit höher Zuverlässigkeit hat eine doppelte Energieversorgung für die Erhaltung des Wasserdrucks.

AUTOMATISCHE LÖSCHANLAGEN :An dieser Stelle beobachtet man nur die automatischen Löschanlagen, die den gesamten Brandabschnitt schützen. Teilschutzsystemen für wichtige Zonen werden zum Faktor Y gerechnet.

LÖSCHKRÄFTE: Hiermit bewertet man den Einsatz der im Feuerwehrdienst ausgebildeten Leute, Freiwilliger und Berufspersonal. Die Betriebsfeuerwehr kann nicht nur während der Arbeitszeit (d.h. zeitlich) sondern auch außerhalb dieser Zeit (d.h. permanent) anwesend sein. Bei der öffentlichen Feuerwehr macht man den

Unterschied zwischen einer Berufsfeuerwehr die 24/24 Stunden einsatzbereit ist, einer gemischten Feuerwehr mit einem Kern ständig (24/24 St) einsatzbereiter Mannschaften und außerdem freiwilliger Mannschaften, einer freiwilligen Feuerwehr mit einer ständig einsatzbereiten ersten Löschgruppe, und einer freiwilligen Feuerwehr mit Piket, Gruppenalarm oder ähnlichem Aufrufsystem.

Berechnung des Feuerwiderstandsfaktors F.

Formel :

$$f = 1/2 fs + 1/4 ff + 1/8 fd + 1/8 fw$$

$$F = [1 + (f/100) - (f^{2.5} / 10^6)] * [1 - 0.025 *(S-1)]$$

Faktor F deutet den Wert des Feuerwiderstandes der Bauteile an, jedoch unter Berücksichtigung der verfügbaren Sonderschutzmaßnahmen (Faktor S), weil die Rolle des (passiven) Feuerwiderstandes in einem Gebäude mit aktivem Feuerschutz nicht so schwerwiegend ist.

Man berechnet erst den mittleren Feuerwiderstand in Minuten aus den Feuerwiderständen der Tragkonstruktion (fs), der Außenwänden (ff), der Decken (fd) und Trennwände (fw). Trennungen sollen nur beobachtet werden, wenn die Einteilungen kleiner als 1000 m² sind.

Der Feuerwiderstand der Bauteile wird in den meisten Ländern durch Prüfungen gemäß der Zeit / Temperaturkurve der Norm ISO R 834.2 bestimmt. Die Zertifikate sind aber nicht immer gleichwertig, da die Beurteilungskriterien nicht übereinstimmen.

Für alle Bauelemente ist das wichtigste Kriterium die Stabilität bei Brand, aber auch andere Eigenschaften wie die Wärmedämmfähigkeit, das Verhindern des Rauch- und Flammvorganges und das Behalten bestimmter Kennzeichen sind maßgebend für die Endzertifizierung.

Für FRAME ist nur die Stabilität bei Brand wichtig für die tragende Konstruktionsteile wie Stützen, Träger und Dächer. Für Wände gelten die Stabilität bei Brand und die Verhinderung des Brandübertrags. Die nachstehenden Beschränkungen sind zu beobachten.

1. Um keine unrealistisch hohen Werte zu bekommen, soll man keinen Widerstand von mehr als 120 min. einführen.
2. Man kann keine höheren Werte nehmen für die Wände und Decken als für die Struktur.
3. Für gemischte Konstruktionen gilt der Widerstand des schwächsten Elements.
4. Man kann Fenster in Außenwänden bis zu 5 % der Wandflächen unberücksichtigt lassen.
5. Für Dächer und Decken gelten die Kennzeichen der unteren Seite.
6. Für berieselte Gebäuden mit einer Struktur ohne eigenem Feuerwiderstand, darf man mit 30 bis 60 Minuten Feuerwiderstand rechnen, falls der Wasserzufuhr dafür vorgesehen ist.
7. Trennwände werden nur berücksichtigt, wenn sie den Brandabschnitt mindestens in vier Zonen einteilen und jede Zone kleiner ist als 1000 m².

Berechnung des Fluchtfaktors U

Formel :

$$U = 1.05^u \text{ und } u = \sum u_i$$

Automatische Brandmeldeanlagen:	U ₁
- Meldung durch Anspruch einer Sprinkleranlage	4
- Meldung mit Wärmemeldern	5
- Meldung mit Rauchmeldern	8
- Überwachung der elektronischen Kreise	2
- Mit Identifizierung jedes einzelnen Melders	2
- Lokale Brandmeldeanlage für Zonen mit hohem Risiko	2
- Warnung für maximal 300 Personen gleichzeitig	2
Schutz der Evakuierung	U ₂
Innentreppen mit feuerhemmendem Abschnitt	2
Innentreppen gegen Raucheindringung geschützt.	4
Außentreppen	8
Horizontale Evakuierung zum nahegelegenen Brandabschnitt für 50%	2
Horizontale Evakuierung zum nahegelegenen Brandabschnitt für 100%	2
Rutsche (nur für den erste oder zweite Stock)	8
Komplette Andeutung der Fluchtwege	4
Brandabschnittverteilung	U ₃
Brandabschnittverteilung in Zonen von max. 1000 m ² nach F30	2
Brandabschnittverteilung in Zonen von max. 1000 m ² nach F60	4
Sonderschutz	U ₄
Rauchabzugsanlagen durch Brandmelder bedient	3
Sprinkler in Zonen hohen Risikos	5
Sprinkler im ganzen Gebäude	10
Andere automatische Löschanlagen	4
Feuerwehr	U ₅
Öffentliche Berufsfeuerwehr	5
Öffentliche Feuerwehr (gemischt)	2
Freiwillige Feuerwehr mit ständiger Löschgruppe	8
Freiwillige Feuerwehr mit Piket	6
Zeitliche Betriebsfeuerwehr	4
Permanente Betriebsfeuerwehr	4

Automatische Brandmeldeanlagen beschleunigen die Entdeckung eines Brandes und die Evakuierung. Hier gelten die gleichen Werte als die des Faktor S, der Sondermaßnahmen.

Bei der Bestimmung des Fluchtfaktors berücksichtigt man eine Anzahl von Elementen des Sonderschutzes, die die Evakuierung beschleunigen und die Brandentwicklung verlangsamen, mit Brandabteilung und mit dem Schutz der Fluchtwege.

Brandabteilung und der Schutz der Evakuierungswege verlangsamen die Rauch- und Wärmeausdehnung. Das Einschränken des Evakuierungsweges und eine gute Signalisierung tragen dazu bei, dass Personen schneller den Weg zu einer sicheren Zone finden.

Berechnung des Rettungsfaktors Y

Formel :

$$Y = 1.05^y \text{ und } y = \sum y_i$$

BESCHERMING DER ACTIVITEITEN	y _i
Sonderschutz	
- Brandabteilung Rf30 von max. 1000 m2 je Abschnitt	2
- Brandabteilung Rf60 von max. 1000 m2 je Abschnitt	4
- Automatische Meldung in den kritischen Zonen	3
- Örtliche Sprinkler in kritischen Zonen	5
- Ein anderes automatisches Löschesystem in kritischen Zonen	4
Organisation	
- Finanzielle Daten geschützt	2
- Ersatzteile geschützt	4
- Wiederherstellung mit eigenen Mitteln möglich	2
- Wiederlokalisierung der Aktivität unmittelbar	3
- Vereinbarungen mit anderen Unternehmen	3
- Verbreitung der Aktivität über mehrere Produktionszentra	4

Bei der Bestimmung des Rettungsfaktors Y berücksichtigt man eine Anzahl von Vorkehrungen, die die sensiblen Elemente der Aktivität gegen die Auswirkung eines Brandes schützen, und es mit bestimmten Maßnahmen ermöglichen, die Aktivität wieder schnell aufzunehmen, an der gleichen Stelle oder nicht

E.SCHLUSSBERECHNUNG

Formel:

$$R = \frac{P}{A \cdot W \cdot N \cdot S \cdot F}$$

$$R_1 = \frac{P_1}{A_1 \cdot N \cdot U}$$

$$R_2 = \frac{P_2}{A_2 \cdot W \cdot N \cdot S \cdot Y}$$

Für einen gut geschützten Brandabschnitt sind R, R1 und R2 nicht größer als 1

Fire Risk Assessment Method for Engineering

Zusammenfassung Handbuch
FRAME 2.0 für Windows

© Erik De Smet
D/1996/ De Smet Erik, uitgever

Tweede uitgave 1999