

Fluchtweglänge > 40 m – Methodik und Kennwerte

Text Gerhard Greßlehner, Oliver Greßlehner, Bernhard Fellingner | Grafiken FireX

Der Fluchtweg ist essenzieller Bestandteil jedes Sicherheitskonzeptes und gleichzeitig die ewig begrenzende Randbedingung für Bauwerksdimensionen, innovative Architektur und Sonderbauwerke. Je nach Qualität des Regelwerkes sind weitere Faktoren wie Bauwerksgeometrie, Brandschutztechnik und Belegschaft berücksichtigt. Zusätzliches Feintuning bieten Ingenieurmethoden.

Es gibt meist zwei Möglichkeiten – gleichbedeutend einer Weggabelung – für Planer und Kunden zwischen Kosten/Einschränkungen und Ungewissheit.

Neben der Entscheidung an sich ist ein wesentlicher Aspekt über Erfolg und Misserfolg bei Verwendung von Ingenieurmethoden der Zeitpunkt bzw. die Projektphase, zu der der Konsulent hinzugezogen wird.

Je später der Einsatzzeitpunkt im Projektverlauf, umso höher die entrichtete Gesamtwertschöpfung durch permanent steigende Komplexität und Abhängigkeiten, begründet in den enger werdenden Verflechtungen der einzelnen Schnittstellen (Gewerke) → siehe Grafik 1.

Gleichwertiges Schutzniveau – Juristischer Ankerpunkt

Zu Beginn sind die normativen Maßnahmen der Regelwerke für den Terminus „sicher“ bei vorhandener und nicht vorhandener Überschreitung der 40 m Fluchtweglänge mit nachstehender Kernfrage zu analysieren: Welche Auswirkungen haben die Maßnahmen von sicheren Fluchtbereichen/sicheren Orten oder die Einhaltung einer geringen Brandlast auf das Schutzniveau wie in der Arbeitsstättenverordnung [1] und in den OIB-Richtlinien [2, 3] gefordert?

Nachstehend sind die normativen Schutzniveaukriterien (SNK) im Falle einer Selbstrettung aufgelistet:

- 01) Keine gefährlichen Stoffe oder nicht atembare Gase
- 02) Reduzierte Sturz- oder Verletzungsgefahr
- 03) Erforderliche Mindestbreite
- 04) Mindestanforderung an Feuerwiderstand und Brandverhalten nach EN 13501
- 05) Keine Aufzüge, Fahrtreppen und Fahrsteige
- 06) Leicht und eindeutig erkennbar
- 07) Geringe Brandlasten
- 08) Ausreichender Rauchabzug

Die Erweiterung der Fluchtweglänge in Betriebsbauten gemäß OIB-Richtlinie 2.1 [3] ist unter gleichwertiger Einhaltung der aufgelisteten Schutzniveaukriterien möglich, wenn weitere Schutzniveaukriterien eingehalten werden:

- 09) Ausreichende Raumhöhe (5 m/10 m)
- 10) Frühzeitige Alarmierung/Warnung (automatische Brandfrüherkennung BMA)

Implizit sind in dieser Erweiterung für Betriebsbauten noch weitere Schutzniveaukriterien enthalten:

- 11) Ortskundige bzw. unterwiesene Personen
- 12) Ausreichende Mindestmobilität (Altersbereich etc.)

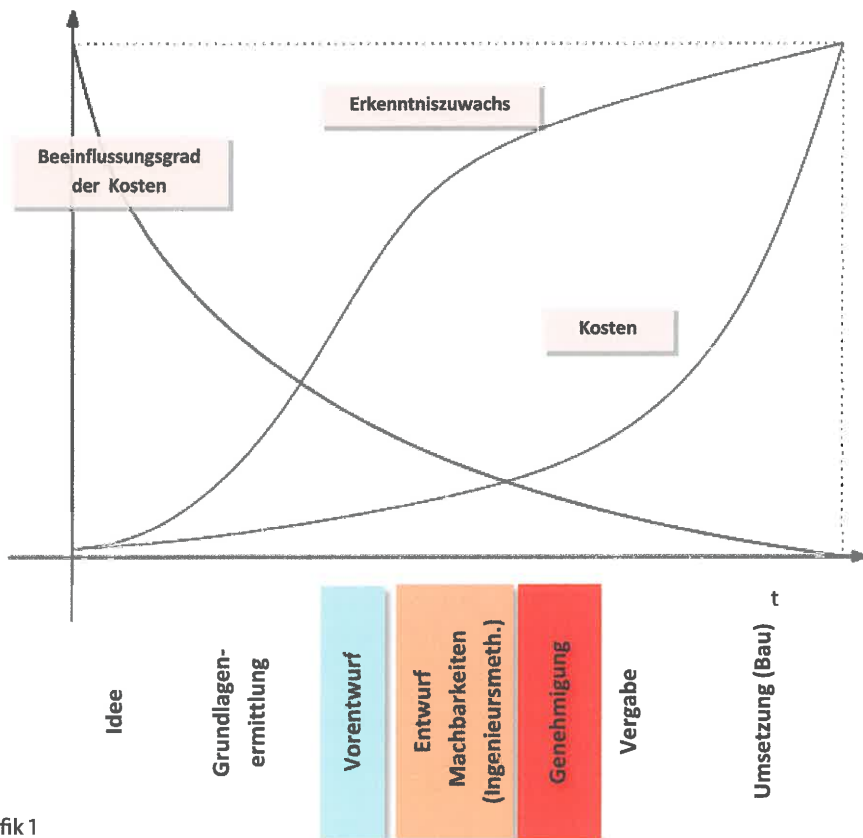
Unter Einhaltung dieser Kriterien 01 – 12 ist gemäß gültigem Regelwerk das Schutzniveau für eine sichere Entfluchtung im Störfall eingehalten (= normatives Schutzniveau).

Kosten

40 m maximale Fluchtweglänge, darüber hinaus bauliche und technische Maßnahmen zur Ausbildung von sicheren Bereichen in ober- und unterirdischen Tunneln oder gesicherten Stiegenhäusern. Dies in Verbindung mit zyklischen Wartungs- und Instandhaltungsaufwänden und potenziellen Einschränkungen für Logistik, Produktfluss und weitere Expansion.

Ungewissheit – Gleichwertiges Abweichen?

Was bedeutet „gleichwertiges Abweichen“ in Regelwerken ohne quantifizierbarer Wertigkeit von Maßnahmen und spartanischem Gebrauch von Zahlenwerten? Wieviel ist ein druckbelüfteter unterirdischer Fluchttunnel mit 30 m Länge im Sinne des Schutzniveaus wert?



Grafik 1 Projektphasen

RENEXPO®

PV & StromSpeicher

Einfluss der Fluchtweglänge – Abhängigkeitsanalyse

SNK	Abhängigkeit zur Fluchtweglänge	Auswirkungen auf Fluchtweglänge
01	KEINE	–
02	KEINE	–
03	KEINE	–
04	DIREKT	Erhöhte Ausbreitung von Feuer und Rauch im Entfluchtungszeitfenster, aufgrund der längeren Laufdauer bei erweiterter Fluchtweglänge bereits fortgeschritten
05	KEINE	–
06	KEINE	–
07	KEINE	–
08	DIREKT	Ident zu SNK 4)
09	DIREKT	Ident zu SNK 4)
10	INDIREKT	Reduzierte Detektions- und Reaktionszeit der Personen und somit eine erhöhte mögliche Laufdauer (= Fluchtweglänge)
11	INDIREKT	Geringere Ument-scheidungstendenz bzw. schnelle intuitive Fluchtwegwahl und dadurch geringere Gesamtfluchtungszeiten; komplexere Gebäudeformen
12	DIREKT	In der Regel potenziell erhöhte bzw. vorhersehbare Laufgeschwindigkeiten durch Alters-einschränkungen und vorhandene Personallisten (Achtung bei möglicher Anwesenheit von betriebs-fremden Personen in Ausnahmefällen)

Entsprechend der grundlegenden Abhängigkeitsfrage „Welche Auswirkung bedeuten 30 m bzw. 130 m Fluchtweglänge auf dieses Schutzniveaukriterium?“ ist ersichtlich, dass die Punkte 01, 02, 03, 05, 06 und 07 zwar fundamental für die sichere Entfluchtung sind, die steigende Fluchtweglänge jedoch nicht beeinflussen. Zwangsläufig müssen die verbleibenden längenabhängigen Punkte 04, 08, 09, 10, 11 und 12 in eine projektspezifische Bewertung mit quantitativen Grenzwerten führen, um das *normative Schutzniveau* als gleichwertig erachten zu können.



Ausstellung und Fachkongresse für Österreich, Bayern und Südtirol

- ☑ 2. Fachtagung P3 - Photovoltaik-Praxis für Profis
- ☑ 1. Internationaler Kongress: Pumpspeicherkraftwerke
- ☑ 3. Fachkongress PV-Speichersysteme
- ☑ 5. Jahreskonferenz - EU-Energieausweis
- ☑ Einführungsseminar: Kompaktwissen Strom

30 Aussteller
1.200 Besucher
500 Tagungsteilnehmer

26. - 27. November 2015
Messezentrum Salzburg

www.renexpo-austria.at/pv



Die Bewertung der direkten und indirekten Einflüsse – Methoden und Kennwerte

Aufgrund der resultierenden Abhängigkeitsmatrix ist oberhalb der normativen Fluchtweglängenbeschränkungen nachstehende Kernfrage verbindlich:

Erlaubt die Ausbreitung von Feuer und Rauch (Punkte 04, 08, 09) im Bauwerk die vollständige Entfluchtung (Selbstrettung) aller beteiligten Personen (Punkte 10, 11, 12) für den Störfall Brand?

Die Kernfrage ist ohne Zuwachs von Unschärfe in Bezug auf die Einhaltungskriterien der Gültigkeit der nachstehenden Zeitgleichung überführbar:

$$t_n < t_v$$

Ist die notwendige Entfluchtungszeit der beteiligten Personen geringer als die vorhandene Zeit, in der die Kriterien für die Personensicherheit entlang des Fluchtweges gewährleistet sind, ist von einer sicheren Entfluchtung mit gleichbleibendem Schutzniveau auszugehen. Quantifizierbare Kriterien für die Personensicherheit sind in der Literatur verankert. Die Bestimmung der Zeiten geschieht verbindlich über projektspezifische Untersuchungen.

- A) Numerische Brandsimulationen (CFD) → t_n
- B) Mikroskopische Entfluchtungsanalysen → t_v

A – Numerische Brandsimulationen

Um eine zuverlässige Aussage über die Einhaltung des Schutzzieles „Selbstrettung“ zu treffen, ist die Durchführung von numerischen Brandsimulationen

unumgänglich. Hieraus wird unter Berücksichtigung der realen Gegebenheiten (Kubatur, Brandlastdichte, Materialien, technische Brandschutzeinrichtungen etc.) der für die Selbstrettung zur Verfügung stehende Zeitrahmen (verfügbare Entfluchtungszeit) bestimmt.

In der Folge werden die Einflussparameter und ihre Auswirkungen auf die Ergebnisse kurz dargestellt.

Nutzung

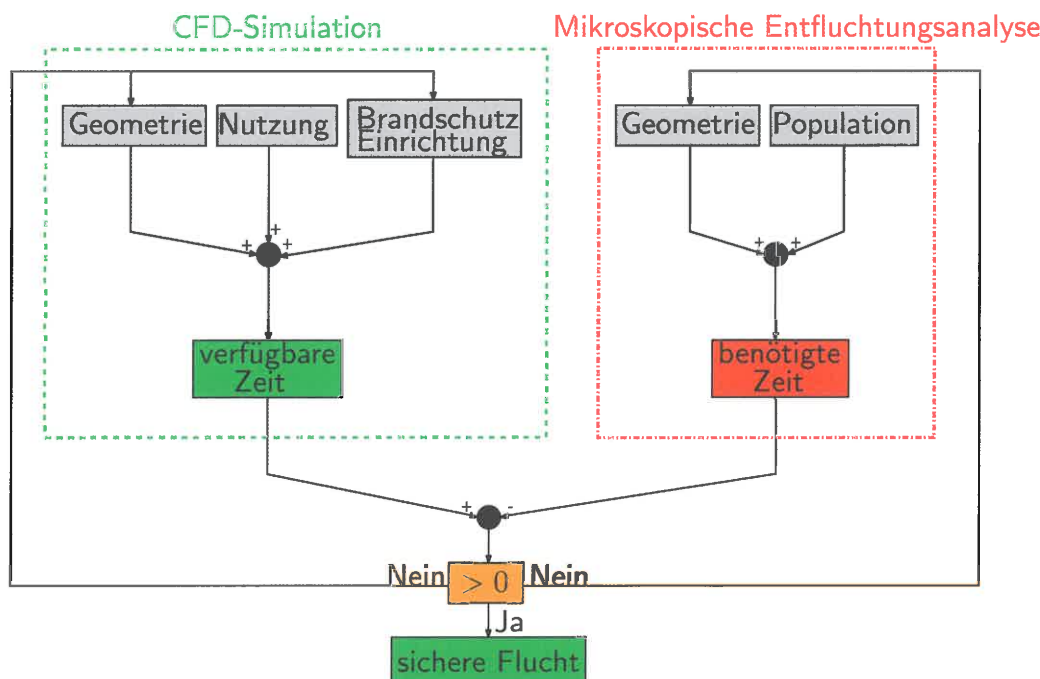
Wichtig hierbei ist eine möglichst genaue Vorstellung der zukünftigen Nutzung für den zu betrachtenden Gebäudeteil zu haben, um unter Berücksichtigung gewisser Sicherheitsreserven den entscheidenden Bemessungsbrand definieren zu können.

Geometrie

Über die Geometrie der Brandabschnittsfläche bzw. des Hallenplanes (Maschinenaufstellung oder Lagerkonfiguration) wird die maximale Brandfläche für das Bemessungsszenario festgelegt. Sinngemäß der OIB-Richtlinie 2.1 gilt: Mit steigender Hallenhöhe wächst die für die Flucht verfügbare Zeit. Diese Aussage ist allgemein gültig, wobei in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (Brandintensität, Zumischfaktoren Frischluft etc.) physikalische Grenzen gesetzt sind.

Technische Brandschutzeinrichtungen

- Brandmeldeanlage → Reduktion der Detektionszeit
 - Frühzeitige Warnung der anwesenden Personen – Einleiten der Flucht
 - Frühzeitige Alarmierung der Einsatzkräfte
 - Aktivierung der Brandfallsteuerungen
- Rauch- und Wärmeabzugsanlage → Steigerung der verfügbaren Entfluchtungszeit
 - Überprüfung, Dimensionierung, Optimierung der Zu- und Abluftöffnungen



Grafik 2
Optimierungsproblem – Selbstschutz

- Reduktion der Rauchgaseinwirkung (Sichtweite, Temperatur, Schadstoffe) auf die anwesenden Personen
Sprinkleranlagen → Steigerung der verfügbaren Entfluchtungszeit
- Begrenzung der Brandausdehnung und Brandeinwirkung
- Überprüfung, Dimensionierung, Optimierung der Sprinklerparameter

B – Mikroskopische Entfluchtungsanalysen

Ziel der mikroskopischen Entfluchtungsanalyse ist die Ermittlung der „notwendigen Entfluchtungszeit t_n “. Dieser Zeitwert beinhaltet

- das maximal notwendige Zeitfenster
 - von jedem relevanten Punkt im Bauwerk (längster Fluchtweg inklusive Interieur)
 - zu allen relevanten Betriebsituationen (Normalbetrieb, Versammlungen ...)
 - mit 2 (+ 4) möglichen Verfahrensszenarien
 - von allen anzunehmenden Personen
- bis die letzte Person den sicheren Bereich betritt.

Aus den beiden nachstehenden Szenarien für „selektive“ und „alternative“ Entfluchtung wird die notwendige Entfluchtungszeit t_n aus dem Maximum der Ergebniszeiten ermittelt.

Selektive Flucht $t_{n,s}$	In der selektiven Entfluchtung werden Personen an ungünstigen Bereichen (in der Regel mit erhöhter Fluchtweglänge) positioniert und deren Entfluchtungsverlauf analysiert. Diese ausgezeichneten Initialpunkte mit zugewiesenem Ausgang sind im Fluchtwegsplan darstellbar.
Alternative Flucht $t_{n,a}$	Ident zur selektiven Entfluchtung, jedoch wird für jede Person ein alternativer Ausgang gewählt, dessen Weg so geringe Überdeckung wie möglich zu dem Weg der selektiven Entfluchtung aufweisen soll – bestenfalls ein Ausgang in der entgegengesetzten Richtung.

Zusätzlich sind weitere Verfahrensszenarien mit dem bereits vorhandenen Modell bestimmbar, die weiteren Aufschluss über das vorliegende Schutzniveau zulassen.

Intuitive Flucht $t_{n,i}$	Die typische bzw. intuitive Entfluchtung überprüft die Flucht durch den Eingang, durch den die Personen das Gebäude betreten haben bzw. die Entfluchtung mit erhöhter (psychologischer) Präferenz.
Ausgangsauslastung	Wie viele Personen erlauben die Entfluchtungsmöglichkeiten, bis es zu erhöhten Entfluchtungszeiten (Staubildungen) kommt bzw. wie hoch ist der Grad der Ausgangsauslastung?
Laufzeitverteilung	Über das gesamte Berechnungsgebiet werden in mehreren Simulationen geringe Personendichten verteilt und deren Laufzeiten erfasst.

Auch das Schutzniveau und dessen Veränderung auf projektierte Maßnahmen sind bewertbar:

Spezielle Flucht $t_{n,sz}$	„Was wäre wenn ...“ angedachte Maßnahmen wie Fluchttunnel, zusätzliche oder wegfallende Fluchtwege können simuliert und auf Machbarkeit im Sinne einer sicheren Gesamtentfluchtung analysiert werden.
---	---

Resümee

Durch eine Vielzahl von Gesetzen, Verordnungen und Normen ist den Entscheidungsträgern im Projektteam der Überblick über das Regelwerk im Brand- und Personenschutz nicht mehr erlaubt. Steht in der Besprechungsagenda das Thema „Fluchtweglänge“ an, ist sowohl von Behörden- als auch Gewerksvertretern die Zahl „40 m“ schnell am Tisch. Mehr leisten jedoch intelligente Regelwerke und Ingenieurmethoden. Die Erfahrung aus zahlreichen Projekten zeigt, dass die Prozedur mit Brandsimulation und mikroskopischer Entfluchtungsanalyse eindeutige, belastbare Ergebnisse liefert. Ein Brandschutzkonzept schafft Überblick und Zusammenhang für Schnittstellen und beurteilende Instanzen.

Literaturverzeichnis

- [1] Verordnung der Bundesministerin für Arbeit, Gesundheit und Soziales, mit der Anforderungen an Arbeitsstätten und an Gebäuden auf Baustellen festgelegt und die Bauarbeiterschutzverordnung geändert wird (Arbeitsstättenverordnung – AStV), BGBl. II Nr. 368/1998, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 324/2014.
- [2] OIB-Richtlinie 2: „Brandschutz“, Österreichisches Institut für Bautechnik, Ausgabe 2015.
- [3] OIB-Richtlinie 2.1: „Brandschutz bei Betriebsbauten“, Österreichisches Institut für Bautechnik, Ausgabe 2015.



BFR SR Dipl.-Ing. Gerhard Greßlehner, Mitglied des Präsidiums des Österreichischen Bundesfeuerwehrverbandes, Vertreter Österreichs im Weltverband CTIF, Gesamtleitung der FireX Greßlehner GmbH. gerhard.gresslehner@firex.at



Dipl.-Ing. Oliver Greßlehner, Sachverständiger für Brand- und Explosionsschutz. oliver.gresslehner@firex.at



Dipl.-Ing. Bernhard Fellingner, Sachverständiger für Brandschutz. bernhard.fellingner@firex.at