

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 89 (1971)
Heft: 39

Artikel: Die Evakuierung von Gebäuden
Autor: Spehler, Remo A. / Peissard, W.G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-84997>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Von Remo A. Spehler, Stäfa, und W. G. Peissard, Zürich

Zusammenfassung

Brandkatastrophen in Gebäuden mit grossen Menschenansammlungen lassen immer wieder die Frage auftreten, welche Zeit für eine geordnete Räumung eines vollbesetzten Hauses notwendig sei. Es betrifft dies ebenso sehr Warenhäuser und Grosseinkaufszentren wie Unterhaltungsstätten, zum Beispiel Tanzlokale, Discobars, Theater und Konzertsäle. Es wird versucht, auf Grund von Erfahrungen und Überlegungen die Grundlagen zu schaffen, welche einerseits die zu treffenden baulichen Massnahmen bestimmen, andererseits eine rasche Räumung ohne Panik überhaupt ermöglichen. Als Beispiel wurde ein Warenhaus gewählt.

Einleitung

Brandkatastrophen in Gebäuden mit grossen Menschenansammlungen lassen immer wieder die Frage nach der rechtzeitigen Räumung auftauchen. Dieses Problem ist mit einem nachträglichen «hätte man» oder «wäre man» nicht zu lösen. Zur rechtzeitigen Evakuierung einer bestimmten Menschenmenge innerhalb eines gesetzten Zeitraumes müssen hindernisfreie Fluchtwege in genügender Breite und genügender Anzahl vorhanden sein. Die sofort durch jedermann nach aussen zu öffnenden Notausgänge dürfen auch auf der Aussenseite nicht verstellt sein, um eine rasche Zerstreung der aus dem Gebäude Flüchtenden zu erlauben. Im Ernstfall braucht eine Menschenansammlung eine gewisse Reaktionszeit, bis sie sich auf die Notausgänge zu in Bewegung setzt. Dass Rauch dabei rasch zu einer Panik führen kann, sei hier nur am Rande erwähnt.

Die vorliegende Untersuchung verfolgt den Zweck, Klarheit über die zur Räumung eines Gebäudes mit grossen Menschenansammlungen erforderliche Zeit zu gewinnen und eine einfache, allgemein gültige Formel zu finden. Die Überlegungen führen zwangsläufig zur Überprüfung der bisherigen Alarmorganisation, der vorhandenen Fluchtmöglichkeiten und anderer Sicherheitsmassnahmen.

Dabei sind namentlich auch die Bedingungen in Warenhäusern und Selbstbedienungsläden zu prüfen, in denen sich der Wunsch nach Umsatzsteigerung und das Verlangen nach Sicherheit der Kundschaft gerade die verkaufintensivsten Zonen gegenseitig streitig machen und vorübergehend angeordnete Verkaufsstände in den Fluchtwegen sozusagen zur Tagesordnung gehören.

Diese Untersuchung bezieht sich in allererster Linie auf die Evakuierung nicht gehbehinderter Personen, welche selbst in der Lage sind, sich zu helfen; sie kann sinngemäss auch auf die Räumung von Heimen und Spitälern angewandt werden, doch sind dort die Annahmen anders zu treffen, und es ist namentlich mit anderen Zeiten zu rechnen.

Die Evakuationsphase

Eine Räumung wird fast immer als Folge eines Brandausbruches notwendig. Andere Gründe sind denkbar, die Häufigkeit ihres Auftretens ist jedoch verschwindend klein.

Die gesamte Evakuationsphase setzt sich aus vier einzelnen Teilen zusammen (Bild 1):

1. Entdeckungszeit (E) der Ursache; im Falle eines Brandes die Entdeckung des Brandherdes möglichst in seiner Anfangsphase (Schwelbrand) zum Beispiel mittels einer automatischen Frühwarn-Feuermeldeanlage

2. Alarmierungszeit (A) zum Aufbieten der benötigten Hilfs-/Lösch-Kräfte, intern, der Polizei und/oder der Feuerwehr
3. Vorbereitungszeit (V) für die Auslösung des panikfreien Räumungsprogrammes
4. die eigentliche Evakuationszeit (E_v); in der Evakuationszeit ist die Reaktions- oder Verzögerungszeit (R) enthalten, die es braucht, bis die Menschenmenge sich in Bewegung setzt.

Der Erfolg einer Räumung im Ernstfall hängt von der raschen Entdeckung zum Beispiel des Brandherdes, der unverzüglichen Alarmierung von Hilfe und der wohl vorbereiteten und überdachten Programmierung des Räumungsvorganges ab. Die Kennzeichnung der Fluchtwege, die Orientierung des Personals und periodische Übungen sind dabei für den Erfolg von entscheidender Bedeutung.

Die Voraussetzungen

Eine der wesentlichen Bedingungen für den Erfolg der Räumung ist die Schaffung der nötigen baulichen und betrieblichen Voraussetzungen. Ihr Vorhandensein erlaubt erst eine vernünftige Organisation.

Die Schaffung zweckmässiger Fluchtwege wird bereits in verschiedenen nationalen Vorschriften berücksichtigt. Diese liegen der nachstehenden Berechnung der Evakuationszeit zugrunde. Namentlich wird auf die Vorschrift der französischen Sicherheitsbehörden und der National Fire Protection Association (NFPA) aus den USA verwiesen. Untersuchungen der japanischen Sicherheitsbehörden wurden ebenfalls berücksichtigt. Es wurden folgende vereinfachende Annahmen getroffen:

- Oberfläche pro Stockwerk 1000 m^2
- das Erdgeschoss sei mit ebenerdigen Ausgängen versehen, während die anderen Stockwerke durch seitliche Treppenhäuser mit dem Erdgeschoss verbunden seien
- in Anlehnung an die NFPA-Vorschriften gelte: Durchfluss in Treppenhäusern 45 Personen/min und Einheit von 60 cm Breite, Durchfluss ebenerdig mit 60 Per-

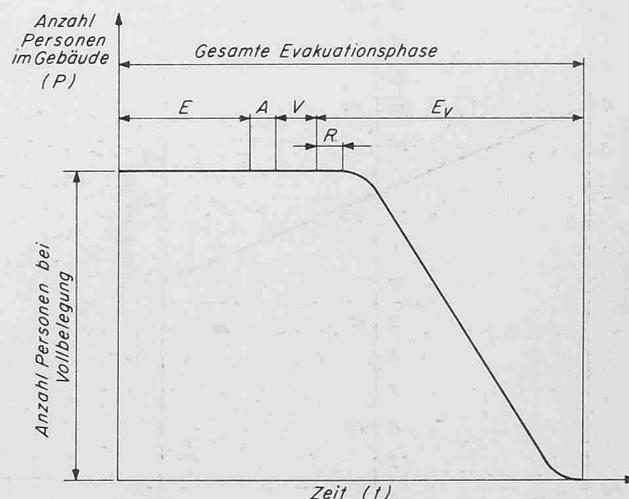


Bild 1. Ablauf der Evakuationsphase. E Entdeckungszeit der Ursache, A Alarmierungszeit, V Vorbereitungszeit für die Auslösung des Räumungsprogrammes, E_v eigentliche Evakuationszeit, R Reaktions- oder Verzögerungszeit

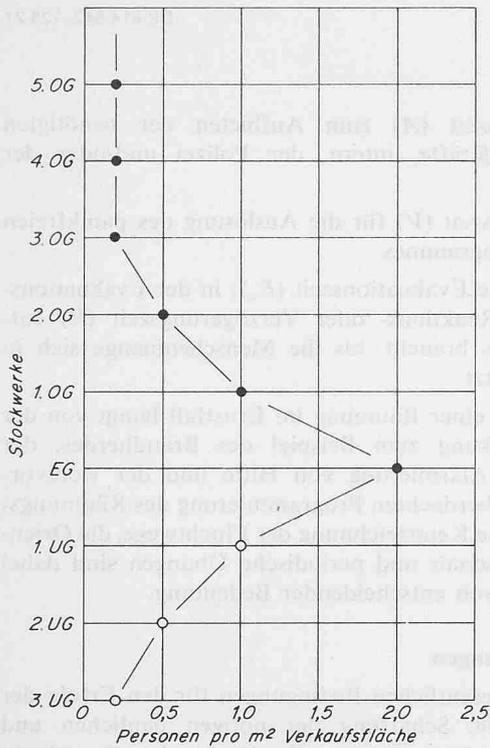


Bild 2. Annahmen über die Belegungsdichte der verschiedenen Stockwerke. Im 2. und 3. UG sind gemäss den schweizerischen Vorschriften keine Verkaufsflächen zugelassen.

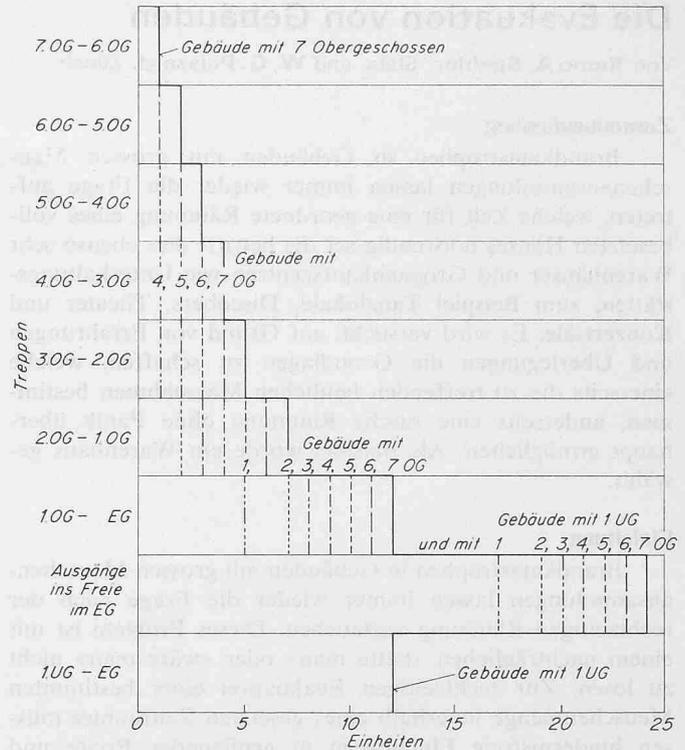


Bild 3. Notwendige Treppenbreiten und Breite der Ausgänge ins Freie für ein Warenhaus mit 1000 m² Stockwerkfläche in Abhängigkeit der Anzahl Stockwerke

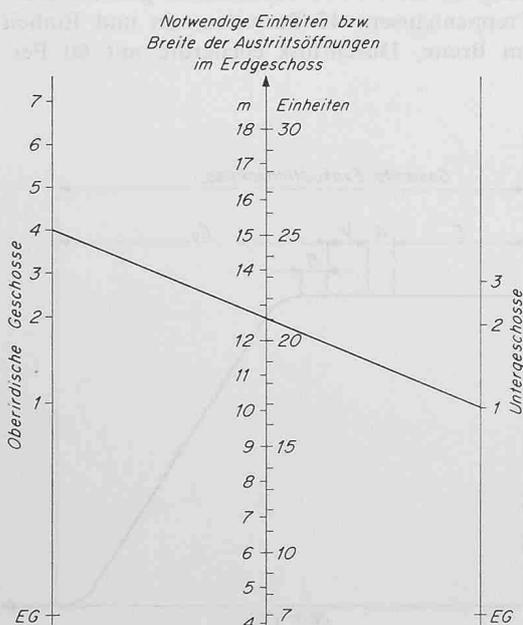


Bild 4. Nomogramm zur Bestimmung der notwendigen Austrittsöffnungen ins Freie im Erdgeschoss in Abhängigkeit der Anzahl Stockwerke für ein Warenhaus mit 1000 m² Stockwerkfläche

sonen/min und Einheit von 60 cm Breite, Durchflussgeschwindigkeit ebenerdig mit 60 cm/s. – Die gestreckte Länge der Treppen pro Stockwerk betrage 10 m.

– Die Belegungsdichte wurde in Anlehnung an die französischen Vorschriften gemäss Bild 2 wie folgt vorgesehen:

3. Untergeschoss	0,2 Personen/m²
2. Untergeschoss	0,5 Personen/m²
1. Untergeschoss	1 Person/m²
Erdgeschoss	2 Personen/m²
1. Stock	1 Person/m²
2. Stock	0,5 Personen/m²
3. Stock und höher	0,2 Personen/m²

Für eine Räumung ist diese Belegung, welche einer Vollbesetzung des Warenhauses entspricht, massgebend.

Aus grundsätzlichen Erwägungen ist für den Ernstfall von einer Benützung der Fahrstühle und Rolltreppen abzu-sehen. Diese werden ohnehin je länger je mehr für den raschen Einsatz der Löschkräfte beansprucht.

Breite der Treppenhäuser und Fluchtwege

Aus diesen Annahmen lässt sich die erforderliche Breite der Treppenhäuser, der Fluchtwege und Ausgänge berechnen. Nimmt man die durchschnittliche Breite eines Menschen mit 60 cm als eine Einheit an, so zeigt Bild 3 die Summe der benötigten Einheiten (Breite) in den Treppenhäusern für die jeweiligen Stockwerke bei einer Fläche von 1000 m² pro Stockwerk. Beispielsweise würde für ein vierstöckiges Gebäude mit einem Untergeschoss die Breite der Treppenhäuser im ersten Obergeschoss total 9 Einheiten = 5,4 m betragen, während die ebenerdigen Austrittsöffnungen im Erdgeschoss insgesamt 21 Einheiten = 12,6 m beanspruchen.

Die Austrittsöffnungen im Erdgeschoss hängen bei gleichbleibender Stockwerkfläche von 1000 m² von der Anzahl der Geschosse über und unter dem Boden ab. Das Nomogramm Bild 4 erlaubt eine rasche Bestimmung der erforderlichen Gesamtöffnungsbreite im Erdgeschoss in Abhängigkeit von der Anzahl der Stockwerke. So ergibt sich bei vier Obergeschossen und einem Untergeschoss wiederum die bereits berechnete Gesamtöffnung im Erdgeschoss von total 21 Einheiten = 12,6 m. Die Öffnungen bzw. Notausgänge sind über den ganzen Umfang des Erdgeschosses verteilt anzuordnen. Dadurch wird nicht nur die Räumung erleichtert, sondern auch der Zugang der Hilfskräfte von Aussen sicherer ermöglicht.

Die Evakuationszeit

Auf Grund dieser Unterlagen und in Anlehnung an eine von japanischen Fachleuten entwickelte Formel lässt sich nun die reine Evakuationszeit wie folgt berechnen:

$$t_{Ev} = \frac{P}{\sum B_t \cdot F_p} + \frac{L_h}{v}$$

t_{Ev}	Evakuationszeit in s
P	Anzahl Personen im Gebäude
B_t	Breite der Treppen (Einheiten 0,6 m) bzw. Austrittsöffnungen aus dem Gebäude in m
v	Flussgeschwindigkeit in m/s (Annahme 0,6 m/s)
L_h	Grösste Gesamt-Fluchtlänge in m; horizontale Länge des Fluchtweges (Stockwerk, Treppen)
F_p	Flusskoeffizient Personen pro m und s (Erfahrungswert 1,3 Personen pro m und s).

Unter Berücksichtigung der Verzögerung zu Beginn der Räumung, d. h. der Reaktionszeit R und der Zeit, die eine Person vom jeweiligen Standort beim Alarm bis zur nächsten Treppe oder zum nächsten Notausgang benötigt, erhält man die in Bild 1 gezeigte Kurve. Darin kann abgelesen werden, wieviel Personen sich zu einem bestimmten Zeitpunkt noch im Gebäude befinden.

Damit lässt sich nun die Evakuationszeit für Verkaufsfächen von 1000 m² pro Stockwerk berechnen. Für den angenommenen Fall eines Warenhauses von vier Ober- und einem Untergeschoss ergibt sich eine Gesamtbelegung von 4900 Personen. Die horizontale Entfernung im Treppenhaus beträgt maximal 40 m. Der Anmarschweg von einem beliebigen Standort bis zum Notausgang sei 20 m. Es ergibt sich die reine Evakuationszeit zu

$$t_{Ev} = 400 \text{ s} = 6 \text{ min } 40 \text{ s}$$

Das Diagramm, Bild 5, gibt die Ergebnisse solcher Berechnungen für Warenhäuser mit Verkaufsfächen von 1000 m² und 4000 m². Mit Hilfe dieser Darstellung ist es durch Interpolation möglich, die Werte für jeden normalen Fall zu bestimmen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich hier nur um die reine Evakuationszeit handelt; wie bereits früher erwähnt, setzt sich die gesamte Evakuationsphase aber aus den vier Teilen Entdeckungszeit, Alarmierungszeit, Vorbereitungszeit und Evakuationszeit zusammen.

Schlussfolgerungen

Die Evakuation einer grösseren Menschenansammlung aus einem Gebäude kann nicht beliebig beschleunigt werden. Mit dieser Tatsache muss man sich abfinden. Es muss mit allen Mitteln versucht werden, die Zeiten für die Entdeckung des Brandes, die Auslösung des Alarmes

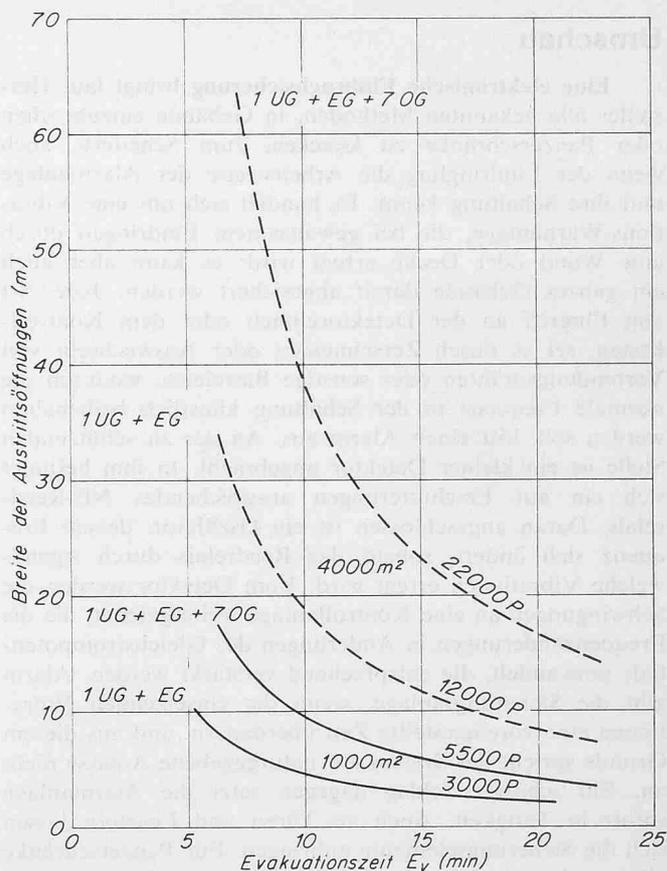


Bild 5. Reine Evakuationszeit E_v gemäss Bild 1 in Abhängigkeit der Breite der Austrittsöffnungen für Warenhäuser mit 1000 m² und 4000 m² Verkaufsfläche pro Stockwerk und mit 1 UG und EG bzw. 1 UG, EG und bis zu 7 OG

und die Vorbereitung der Räumung zu verkürzen. Besondere Bedeutung kommt dem frühzeitigen Erkennen der Gefahr zu. Eine automatische Frühwarn-Feuermeldeanlage ergibt den nötigen Zeitgewinn, in vielen Fällen ermöglicht sie sogar, von einer Räumung abzusehen. Wird eine solche aber nötig, so gilt es in erster Linie einer Panik vorzubeugen, denn Panik kann noch gefährlicher sein als Feuer.

Literaturverzeichnis

- [1] Building Exits Code for Life Safety from Fire, N.F.P.A., Boston, 1963.
- [2] William L. Hanbury: Principle and Practice of Plant Evacuation, 9th Annual Fire Prevention Conference, The Maryland Fire Brigades Assn. Inc., 24. 9. 1964.
- [3] Evacuation, Grand Memorial Buddhist Service, Shiran Temples, Japan.
- [4] Haure: La Prévention des Incendies dans les Grands Magasins, Protection civile et sécurité industrielle, Paris, juin 1968.
- [5] Haure: La sécurité contre l'incendie dans les Grands Magasins, «Revue technique du feu», Paris, févr. 1968.
- [6] R. Dumas: Pour protéger le public, quelques suggestions pratiques, «Revue technique du feu», Paris, févr. 1968.
- [7] V. M. Predtelschenski: Personenströme in Gebäuden, «Unser Brandschutz», Berlin, 1/1971.
- [8] M. Galbreath: Time of evacuation by stairs in high buildings, Fire Research Note No. 8, National Research Council of Canada, Division of Building Research, May 1969.

Adresse der Verfasser: Remo A. Spehler und W. G. Peissard in Firma Cerberus AG, 8708 Männedorf.