

Studiengesellschaft für  
unterirdische Verkehrs-  
anlagen mbH

Mathias-Brüggen-Str. 41  
50827 Köln  
STU2BR4BE0001I-Räum3

## **Anhang 2**

### **2. S-Bahn-Stammstrecke München**

#### **Räumungsberechnung für die uPva München Hbf (3) mit zentralem Aufgang**

Auftraggeber: Planungsgemeinschaft 2. S-Bahn-  
Stammstrecke München  
c/o Obermeyer Planen + Beraten,  
Hansastraße 40  
D-80686 München

Auftragnehmer: STUVAtec GmbH, 50827 Köln

## **1 Inhaltsverzeichnis**

1	Inhaltsverzeichnis .....	2
2	Allgemeines .....	3
3	Berechnung der Räumungszeit .....	6
4	Ergebnis.....	9
5	Literatur.....	9

## 2 Allgemeines

Die Räumungszeiten werden in Anlehnung an das in der amerikanischen Richtlinie NFPA 130 [1] angegebene Verfahren berechnet. Bei der Ermittlung der Räumungszeiten wird dabei von folgenden (teilweise von der NFPA 130 abweichenden) Festlegungen ausgegangen:

(1) Im Brandfall nutzbare Treppenanlagen

Bei der Berechnung der Räumungszeit wird davon ausgegangen, dass die Fahrgäste die uPva München Hbf (3) nur über den Notausgang in der Bayerstraße (Treppenanlagen am Westkopf) und über den Ausgang Schützenstraße am Ostkopf verlassen (nur diese Wege führen unmittelbar ins Freie).

Der zentrale Aufgang mit seinen Treppen zur Bahnhofshalle und seinen Verbindungsstollen zur U-Bahn bleibt bei der Räumungsberechnung unberücksichtigt. Die Fahrtreppen des zentralen Aufgangs müssen jedoch mit einer Brandfallsteuerung ausgestattet werden, da eine Nutzung dieser Treppen im Brandfall nicht ausgeschlossen werden kann.

(2) Die Verteilung der Personen (Tabelle 1) auf die Treppenanlagen erfolgt nach dem hydraulischen Prinzip.

Bahnsteig	Personenzahl	
nördlicher Außenbahnsteig	aussteigende Personen:	1632
Mittelbahnsteig	wartende Personen:	1356
südlicher Außenbahnsteig	aussteigende Personen:	1632
	Summe:	4620

Tabelle 1: Für die Räumung der uPva München Hbf (3) berücksichtigte Personenzahlen

- (3) Gehgeschwindigkeit auf dem Bahnsteig und im Fluchttunnel: 0,63 m/s (nach NFPA 130).
- (4) Gehgeschwindigkeit im Sperrengeschoss und im Freien: 1 m/s (nach NFPA 130).
- (5) Die Vertikalgeschwindigkeit der Personen beim Überwinden der aufwärts führenden Treppenanlagen wird wegen der großen Tiefenlage der uPva München Hbf (3)

abweichend von der NFPA 130 auf i.M. nur 0,2 m/s (80 % der von der NFPA 130 empfohlenen Geschwindigkeit) festgelegt. Hierdurch wird die größere körperliche Anstrengung und Ermüdung beim Begehen der hohen Treppenanlage berücksichtigt.

(6) Fluchtsaubreiten

Den Räumungsberechnungen wird eine Fluchtsaubbreite von 60 cm zugrunde gelegt. Die Treppenbreiten werden über diese Gehsaubbreite in die ganzzahlige Anzahl von Fluchtsauben umgerechnet. Restbreiten (< 60 cm) werden nicht in die Räumungsberechnungen mit einbezogen (Sicherheitsreserve). Dies gilt insbesondere für Fahrtreppen. Diese haben in der Regel eine Nutsaubbreite von 1 m. In den Räumungsberechnungen wird pro Fahrtreppe jedoch nur eine Fluchtsaub ange-setzt (Sicherheitsreserve).

(7) Personenkapazitäten der Treppenanlagen

Pro Fluchtsaub werden folgende Personenkapazitäten angesetzt:

a) Aufwärts begangene notwendige Treppe (feste Treppe): 33 Personen pro Minute (nach NFPA 130).

b) Aufwärts begangene, stillgesetzte Fahrtreppe: 25 Personen pro Minute.

- Auch fahrende Fahrtreppen werden gemäß NFPA 130 [1] als Rettungswege zugelassen. Es wird in der Räumungsberechnung deshalb davon ausgegangen, dass alle Fahrtreppen zur Zeit der Räumung ausgeschaltet sind. Dies gilt auch für aufwärts laufende Fahrtreppen (Sicherheitsreserve), die jedoch so lange wie möglich in Betrieb sein sollten, um z.B. älteren Menschen die Flucht zu erleichtern [2].

- Die Begebarkeit der stehenden Fahrtreppe ist beschwerlicher, da hier die Treppenstufen höher sind als bei notwendigen (festen) Treppen. Um diesem Umstand und der großen Tiefenlage Rechnung zu tragen, wird die Personenkapazität einer stehenden Fahrtreppe gegenüber den notwendigen Treppenanlagen (abweichend von NFPA 130 in Anlehnung an [3] auf drei Viertel reduziert ( $33 \times 3/4 \approx 25$ )).

- Gemäß [4] wird davon ausgegangen, dass während der Räumung der uPva eine der östlichen Fahrtreppen auf dem nördlichen Außenbahnsteig, die vom Bahnsteig in die dortige Verteilerebene hochführen, z.B. wegen Reparaturarbeiten nicht benutzbar ist (abweichend von der NFPA).

Bahnhofsereich		Treppenanlagen	Personenkapazität der Treppenanlagen [Personen / Minute]	Personenaufteilung auf die Treppenanlagen
Westkopf (Nottreppen)	nördlicher Außenbahnsteig	1 notwendige Treppe (feste Treppe), Breite 2,4 m	$4 \times 33 = 132$	745
	Mittelbahnsteig	1 notwendige Treppe (feste Treppe), Breite 2,4 m	$4 \times 33 = 132$	570
	südlicher Außenbahnsteig	1 notwendige Treppe (feste Treppe), Breite 2,4 m	$4 \times 33 = 132$	686
Ostkopf (Ausgang Schützenstraße)	nördlicher Außenbahnsteig	a) 1 notwendige Treppe (feste Treppe), Breite 2,4 m b) 2 Fahrtreppen, Breite je 1 m	$4 \times 33 + 1 \times 25 = 157$ (1 Fahrtreppe nicht nutzbar)	887
	Mittelbahnsteig	a) 1 notwendige Treppe (feste Treppe), Breite 2,4 m b) 2 Fahrtreppen, Breite je 1 m	$4 \times 33 + 2 \times 25 = 182$	786
	südlicher Außenbahnsteig	a) 1 notwendige Treppe (feste Treppe), Breite 2,4 m b) 2 Fahrtreppen, Breite je 1 m	$4 \times 33 + 2 \times 25 = 182$	946
			Summe:	4620

Tabelle 2: Verteilung der Personenströme bei der Räumung der uPva München Hbf (3) über den Notausgang Bayerstraße am Westkopf und den Ausgang Schützenstraße am Ostkopf (nur Treppenaufgänge, die direkt ins Freie führen)

(8) Keine Flucht durch den Streckentunnel

Es wird angenommen, dass die Fahrgäste nur über die Treppenanlagen, nicht aber über die Streckentunnel aus der Haltestelle fliehen.

### **3 Berechnung der Räumungszeit**

Die Räumungszeit RZ wird nach der NFPA 130 [1] für den längsten Rettungsweg aus der Addition der Geh- und Wartezeiten auf den einzelnen Rettungswegabschnitten ermittelt.

Zusätzlich werden folgende Zeiten berücksichtigt:

- a) Restfahrzeit nach Brandbeginn bis zur nächsten Station
- b) Erkundungszeit durch den Fahrzeugführer und
- c) Reaktionszeit der Fahrgäste.

In der Summe werden für die obigen Zeiten (vgl. a) bis c)) 5 Minuten in Ansatz gebracht. Im Forschungsvorhaben „Notfallszenarien“ [2] ist hierfür lediglich eine Zeitspanne von 4 Minuten festgelegt worden. Durch die eine Minute längere Zeitspanne wird im vorliegenden Brandschutzkonzept den besonderen Gegebenheiten der 2. S-Bahn-Stammstrecke Rechnung getragen (relativ großer Abstand zur nächsten Station bzw. zum Portal).

Es werden folgende Teilräumungszeiten ermittelt (Tabelle 3):

- a) Die Zeit RZ1 ist diejenige Räumungszeit, bis die letzte Person die Treppenanlage erreicht hat, die vom Bahnsteig in die nächst höhere Ebene (Verteilerebene) führt.
- b) Die Zeit RZ2 ist diejenige Räumungszeit, bis die letzte Person die Geländeoberfläche erreicht hat und 10 m vom jeweiligen Ausgang entfernt ist.

Für die Berechnung der Räumungszeiten wurden nur diejenigen Ausgänge berücksichtigt, die unmittelbar ins Freie führen. Es sind dies der Notausgang an der Bayerstraße (Westkopf) und der Ausgang Schützenstraße (Ostkopf).

Die Räumungszeit für den Ausgang Schützenstraße (Ostkopf) sind genauso groß wie für den Notausgang Bayerstraße (Westkopf). Im Folgenden wird die Räumungsrechnung daher am Beispiel des Ausganges Schützenstraße erläutert.

Zeitabschnitte der Räumung		Dauer [min]
Zeit bis Fluchtbeginn (bestehend aus der Restfahrzeit nach Brandbeginn bis in die nächste Station, der Erkundungszeit durch den Fahrzeugführer und der Reaktionszeit der Fahrgäste)		5,0
Gehzeiten der Person, die den längsten Rettungsweg hat	$T_1$ = Zeit zum Erreichen der Treppen von der Bahnsteigebene zur Verteilerebene (ca. 105 m / 0,63 m/s)	2,8
	$T_2$ = Zeit zum Überwinden des vertikalen Höhenunterschiedes (ca. 11 m / 0,2 m/s) zwischen Bahnsteigebene und Verteilerebene	0,9
	$T_3$ = Zeit zum Erreichen des einzigen Treppenaufganges auf der Verteilerebene am Ostkopf (ca. 40 m / 0,63 m/s)	1,1
	$T_4$ = Zeit zum Überwinden des vertikalen Höhenunterschiedes (ca. 13 m / 0,2 m/s) zwischen Verteilerebene und dem Treppenpodest	1,1
	$T_5$ = Zeit zum Erreichen des Treppenaufganges auf dem Treppenpodest (ca. 15 m / 0,63 m/s)	0,4
	$T_6$ = Zeit zum Überwinden des vertikalen Höhenunterschiedes zwischen Treppenpodest und Geländeoberfläche (ca. 15 m / 0,2 m/s)	1,3
	$T_7$ = Zeit für den Weg an der Geländeoberfläche (ca. 10 m / 1 m/s)	0,2
Wartezeit an den Treppenaufgängen	Wartezeit am Fuß der Treppenanlage von der Bahnsteigebene zur östlichen Verteilerebene: $W_1 = S_1 - T_1 = (5,6 - 2,8)$ min	2,8
	Wartezeit am Fuß der Treppenanlage von der Verteilerebene zur Geländeoberfläche $W_2 = S_2 - S_1 = 10,6$ min – 5,6 min	5
<b>Räumungszeit RZ1 (bis Treppe auf Bahnsteig) = 5 min + <math>T_1</math> + <math>W_1</math></b>		<b>ca. 11</b>
<b>Räumungszeit RZ2 (bis ins Freie) = 5 min + <math>T_1</math> + <math>T_2</math> + <math>T_3</math> + <math>T_4</math> + <math>T_5</math> + <math>T_6</math> + <math>T_7</math> + <math>W_1</math> + <math>W_2</math></b>		<b>21</b>

**Tabelle 3:** Räumungszeiten der uPva München Hbf (3) über den Ausgang **Schützenstraße am Ostkopf**

Zur Berechnung der Räumungszeiten müssen Geh- und Wartezeiten vorliegen. Die Wartezeiten werden mit Hilfe von Schleusungszeiten ermittelt (Tabelle 3). Als Schleusungszeit wird diejenige Zeit verstanden, die eine Personengruppe benötigt, um z.B. einen Engpass vor einem Treppenaufgang zu passieren.

Die Räumungszeit RZ ergibt sich aus der Addition der Gehzeiten  $T_i$ , den Wartezeiten  $W_i$ , der Restfahrzeit bis zur uPva München Hbf (3), der Erkundungszeit durch den Fahrzeugführer und der Reaktionszeit der Fahrgäste (Tabelle 3). Für die Ermittlung der Gehzeiten  $T_1$  bis  $T_7$  für die einzelnen Rettungswegabschnitte werden die entsprechen-

den Weglängen und Höhenunterschiede in der uPva in Verbindung mit den vorstehend genannten Gehgeschwindigkeiten herangezogen (Tabelle 3).

Für die Ermittlung der Wartezeiten auf den einzelnen Rettungswegabschnitten werden folgende Schleusungszeiten benötigt:

- (1) Schleusungszeit an den Treppenaufgängen von der Bahnsteigebene zur Verteilerebene

Die Personen auf den Außenbahnsteigen benötigen längere Schleusungszeiten als Personen auf dem Mittelbahnsteig (höhere Personenzahl auf den Außenbahnsteigen). Mit den in der Tabelle 2 für den nördlichen Außenbahnsteig genannten Personenkapazitäten und Personenaufteilung auf die Treppenanlagen ergibt sich am Ausgang Schützenstraße eine maximale Schleusungszeit von 5,6 Minuten:

$$S_1 = 887 \text{ Personen} / 157 \text{ Personen} / \text{Minute} = 5,6 \text{ Minuten.}$$

Im Vergleich dazu beträgt für den Mittelbahnsteig (Ausgang Schützenstraße) diese Schleusungszeit nur 4,3 Minuten.

- (2) Schleusungszeit an dem Treppenaufgang von der Verteilerebene zur Geländeoberfläche

Am Westkopf führen drei Treppenanlagen von der Bahnsteigebene (Außen- und Mittelbahnsteige) in die nächsthöher gelegene Verteilerebene. Von dort führt nur eine einzige Treppenanlage mit geringerer Personenkapazität weiter nach oben. Deshalb stauen sich vor diesem Treppenaufgang die Personen. Die zugehörige Schleusungszeit  $S_2$  beträgt:

- a) Personenanzahl insgesamt am Osttkopf (Tabelle 2)

$$(887 + 786 + 946) \text{ Personen} = 2.619 \text{ Personen}$$

- b) Personenkapazität der von der Verteilerebene zur Geländeoberfläche an der Schützenstraße hochführenden Treppenanlage (1 notwendige Treppe (feste Treppe) mit 3,6 m Breite und 2 Fahrtreppen):

$$(6 \times 33 + 2 \times 25) \text{ Personen} / \text{Minute} = 248 \text{ Personen} / \text{Minute}$$

- c) Schleusungszeit  $S_2 = 2.619 \text{ Personen} / 248 \text{ Personen} / \text{Minute} = 10,6 \text{ Minuten}$

Mit den Schleusungszeiten  $S_1$  und  $S_2$  können die zugehörigen Wartezeiten  $W_1$  und  $W_2$  berechnet werden (Tabelle 3). Insgesamt ergeben sich für den Ausgang Schützenstraße folgende auf den Brandbeginn bezogene Räumungszeiten (Tabelle 3):



- (1) Räumungszeit RZ1 bis zum Erreichen der Treppenanlagen der Bahnsteigebene:  
ca. 11 Minuten
- (2) Räumungszeit RZ2 bis zum Erreichen einer Entfernung von ca. 10 m vom Ausgang Schützenstraße im Freien: ca. 21 Minuten

Die Teilräumungszeiten für den Notausgang Bayerstraße sind genau so groß.

Wenn auch der zentrale Ausgang für die Räumung genutzt wird, ergeben sich um ca. 2 Minuten kürzere Räumungszeiten RZ2.

## **4 Ergebnis**

Es dauert ca. 21 Minuten bis alle Personen das Freie erreicht haben und die uPva München Hbf (3) geräumt ist.

## **5 Literatur**

- [1] NFPA 130: Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems; Ausgabe 2007, National Fire Protection Association, Quincy, USA
- [2] Notfallszenarien für Tunnelanlagen des schienengebundenen ÖPNV und deren Bewältigung, Bericht der Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e.V. - STUVA -, Köln, zum Forschungsauftrag FE 70.653/2001 des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn, 2005
- [3] Bosch, J. W.: North-South-Line: The Development of a new Safety Concept; International Tunnel Fire and Safety Conference, Rotterdam, Dezember 1999
- [4] DB Station & Service AG, Infrastruktur / Technik (I.SBT): Planungsempfehlungen für die brandschutztechnische Ausstattung unterirdischer Verkehrsanlagen (uPva), Stand 20.10.2005