

STUVAtec
Studiengesellschaft für
Tunnel und Verkehrs-
anlagen mbH

Mathias-Brüggen-Str. 41
50827 Köln

Köln, den 05.02.2019
2016179-HHAP-044

Anhang 2

U5 Ost – Hamburg

Haltestelle Bramfeld

Räumungsberechnung

Inhaltsverzeichnis		Seite
	Vorbemerkung	3
1	Aufgabenstellung	3
2	Objektbeschreibung	3
3	Grundlagen der Räumungsberechnung	7
4	Berechnung der Bemessungszeit	11
4.1	Allgemeines	11
4.2	Bemessungszeit über die Verteilerebene Ost	12
5	Zusammenfassende Bewertung	13
6	Verwendete Unterlagen	16

Vorbemerkung

Die TRStrab Brandschutz [1] unterscheidet folgende Begriffe, die für Räumungsberechnungen von Bedeutung sind:

(1) Selbstrettungszeit

Die Selbstrettungszeit ist die Zeit von Räumungsbeginn bis zum Ende der Selbstrettung.

(2) Bemessungszeit

Unter Bemessungszeit wird die Zeit zwischen Brandbeginn und Abschluss der Selbstrettung verstanden. Die Bemessungszeit setzt sich aus Restfahrzeit, Reaktionszeit und Selbstrettungszeit zusammen [1]. Ein Vergleich zwischen der Bemessungszeit und der Verrauchungszeit (Brandsimulation) gibt Auskunft, ob Fahrgäste bei einem Brandfall durch Brandgase gefährdet sind, oder ob sie sich rechtzeitig retten können. Fahrgäste werden durch Brandgase nicht gefährdet, wenn die Bemessungszeit kürzer als die Verrauchungszeit ist.

(3) Wirkungszeit

Mit Hilfe der Bemessungszeit kann die Wirkungszeit der Rauchschutzmaßnahmen ermittelt werden, die gemäß TRStrab Brandschutz [1] 10 % länger, mindestens jedoch Minute länger als die Bemessungszeit sein muss. Anders ausgedrückt darf die Haltestelle frühestens erst nach der ermittelten Bemessungszeit zuzüglich 10 % (mindestens jedoch 1 Minute) verrauchen.

1 Aufgabenstellung

Für die Haltestelle Bramfeld wird nachfolgend die Bemessungszeit (Kapitel 4) gemäß TRStrab Brandschutz [1] ermittelt.

2 Objektbeschreibung

Die Haltestelle Bramfeld der Linie U5 Ost ist eine Endhaltestelle mit folgenden zwei Ebenen:

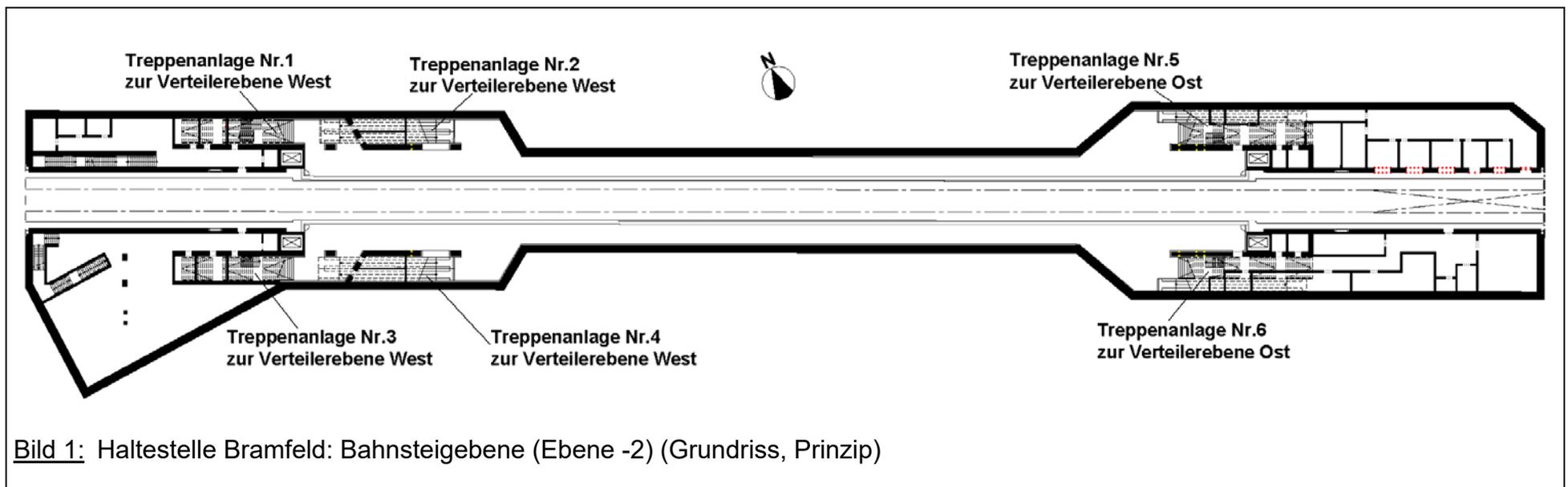
(1) Ebene -2

Auf der Ebene -2 befindet sich die in Ost-West-Richtung unterhalb der Straße Bramfelder Dorfplatz verlaufende Bahnsteigebene. Auf der Bahnsteigebene sind zwei Seitenbahnsteige angeordnet, die jeweils eine Länge von ca. 120 m aufweisen. Die Ebene -2 ist im Westen und im Osten über Treppenanlagen (Bild 1: Treppenanlagen Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3 und Nr. 4 bzw. Nr. 5 und Nr. 6) an die beiden Verteilerebenen West und Ost (Ebene -1) angebunden. Ferner ist an jedem Bahnsteigende je ein Aufzug angeordnet, der zur jeweiligen Verteilerebene führt (Bild 1, Tabelle 1). Einzig der westliche Aufzug des nördlichen Bahnsteigs führt weiter bis zur Geländeoberkante (GOK).

(2) Ebene -1

Von der Verteilerebene am westlichen Ende der Haltestelle stehen zwei zueinander seitlich versetzte Treppenanlagen bis zur Geländeoberfläche in Richtung Westen (Bild 2: Treppenanlagen Nr. 8 und Nr. 9) sowie eine Treppenanlage in Richtung Osten (Bild 2: Treppenanlage Nr. 10) zur Verfügung. Ferner kann über einen Verbindungsgang in Richtung Westen eine Treppenanlage erreicht werden, die auf der westlichen Seite der Braunfelder Chaussee ins Freie führt (Bild 2: Treppenanlage Nr. 7). Im Laufe der ausstehenden Planung wird entschieden werden, ob die Treppenanlage Nr. 7 tatsächlich umgesetzt wird. Da aufgrund der restlichen Randbedingungen der Weg über die Verteilerebene Ost bis ins Freie für die Räumungsberechnung maßgebend ist, hat es für die Räumungsberechnung keine nennenswerten Auswirkungen, ob die Treppenanlage Nr. 7 zur Verfügung steht oder nicht.

Von der östlichen Verteilerebene gelangen die Personen über eine Treppenanlage Richtung Nordosten (Bild 2: Treppenanlage Nr. 11) und eine Treppenanlage Richtung Süden (Bild 2: Treppenanlage Nr. 12) ins Freie (Tabelle 1). Die westliche Verteilerebene ist über zwei Aufzüge und die östliche Verteilerebene ist über einen Aufzug an die GOK angebunden.



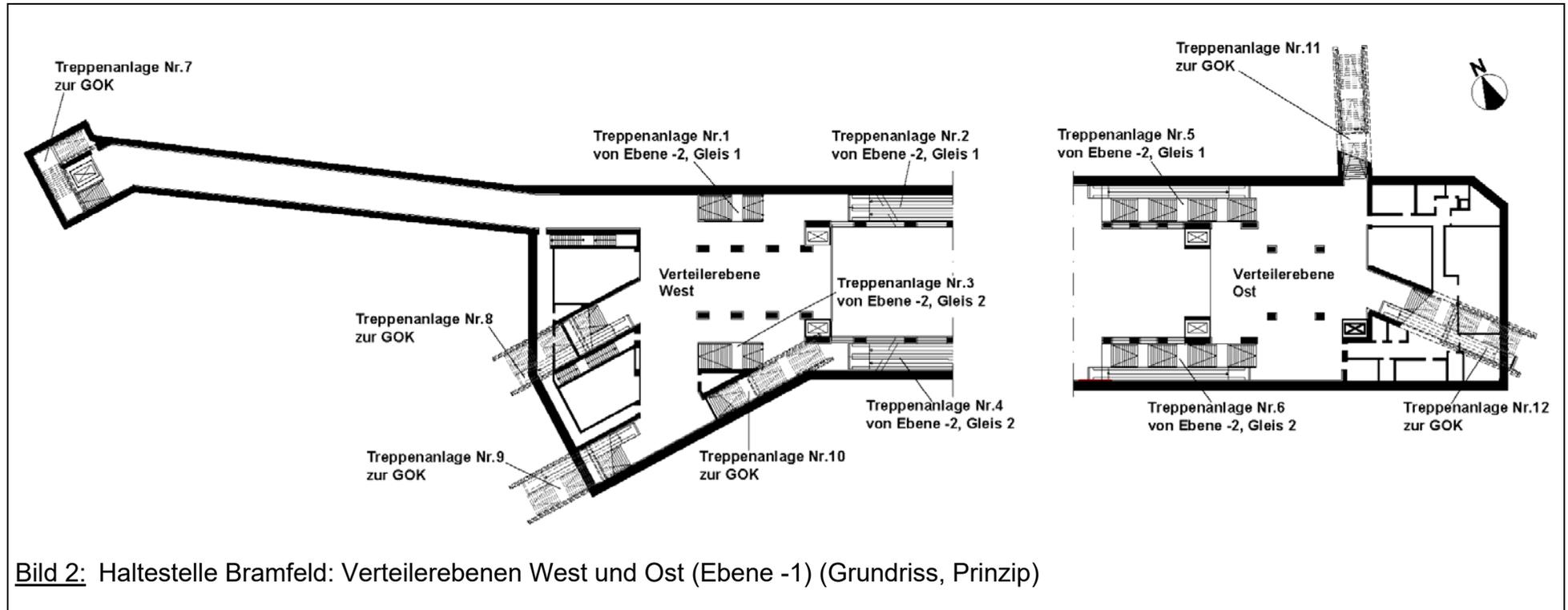


Bild 2: Haltestelle Bramfeld: Verteilerebenen West und Ost (Ebene -1) (Grundriss, Prinzip)

3 Grundlagen der Räumungsberechnung

Für die Räumungsberechnung werden folgende Grundlagen herangezogen:

(1) Maßgebende Personenzahl

Es wird gemäß TRStrab Brandschutz [1] angenommen, dass in der Haltestelle an beiden Bahnsteigkanten jeweils ein vollbesetzter U-Bahn-Zug (DT6-A) in Dreifachtraktion steht, der geräumt werden muss. Jeder U-Bahn-Zug in Dreifachtraktion besteht aus drei Zugeinheiten, die jeweils über 64 Sitzplätze und 255 Stehplätze verfügen [4]. Ein U-Bahn-Zug mit drei Zugeinheiten befördert demnach $3 \times (64 + 255) = 957$ Personen.

Die für die Räumung zu berücksichtigenden Personenzahlen werden gemäß TRStrab Brandschutz [1] wie folgt ermittelt:

$$P_{\max} = n \times (P1 + P2 + P3)$$

mit

n = Zahl der Gleise am Bahnsteig

P1 = Zulässige Sitzplätze der längsten gleichzeitig am Bahnsteig haltenden Zugeinheiten

P2 = Zulässige Stehplätze der längsten gleichzeitig am Bahnsteig haltenden Zugeinheiten

P3 = 30 % aus der Summe P1 + P2 (wartende Personen)

mit n = 1 (Seitenbahnsteig)

$$P1 + P2 = 957 \text{ und}$$

$$P3 = 0,3 \times 957 = 287$$

erhält man

$$P_{\max} = 1 \times (957 + 278) = 1.244 \text{ Personen}$$

Für die gesamte Haltestelle ergibt sich die maßgebende Personenanzahl für die Räumung von zwei vollbesetzten U-Bahn-Zügen in Dreifachtraktion und den wartenden Personen zu insgesamt $2 \times 1.244 = 2.488$ Personen.

(2) Verfügbare Treppenanlagen [6]

a) Treppenanlagen zur Verteilerebene West

An beiden Seitenbahnsteigen sind jeweils in Längsrichtung versetzt folgende Treppenanlagen zur Verteilerebene West angeordnet (Bild 1: Treppenanlagen Nr. 1 bis Nr. 4):

- 1 notwendige (feste) Treppe (Bild 1: Treppenanlagen Nr. 1 und Nr. 3) mit einer Nutzbreite von ca. 3 m
- 2 Fahrtreppen (Bild 1: Treppenanlagen Nr. 2 und Nr. 4) mit je einer Nutzbreite von je ca. 1 m

b) Treppenanlagen zur Verteilerebene Ost

An beiden Seitenbahnsteigen sind jeweils folgende Treppenanlagen zur Verteilerebene Ost angeordnet (Bild 1: Treppenanlagen Nr. 5 und Nr. 6):

- 1 notwendige (feste) Treppe mit einer Nutzbreite von ca. 3 m
- 1 Fahrtreppe mit einer Nutzbreite von je ca. 1 m

Von der Verteilerebene im Westen führen insgesamt vier Treppenanlagen ins Freie (Bild 2: Treppenanlagen Nr. 7 bis Nr. 10):

a) Treppenanlage hinter Verbindungsgang in Richtung Westen

Die in Richtung Westen ins Freie führende Treppenanlage Nr. 7 besteht aus:

- 1 notwendige (feste) Treppe mit einer Nutzbreite von ca. 2,4 m

b) nördliche Treppenanlage in Richtung Westen

Die nördliche Richtung Westen ins Freie führende Treppenanlage Nr. 8 besteht aus:

- 1 notwendige (feste) Treppe mit einer Nutzbreite von ca. 3 m
- 1 Fahrtreppe mit einer Nutzbreite von 1 m

c) südliche Treppenanlage in Richtung Westen

Die südliche in Richtung Westen ins Freie führende Treppenanlage Nr. 9 besteht aus:

- 1 notwendige (feste) Treppe mit einer Nutzbreite von ca. 3 m

- 1 Fahrtreppe mit einer Nutzbreite von 1 m

d) Treppenanlage in Richtung Osten

Die in Richtung Osten ins Freie führende Treppenanlage Nr. 10 besteht aus:

- 1 notwendige (feste) Treppe mit einer Nutzbreite von ca. 3 m

Von der Verteilerebene Ost führen die beiden folgenden Treppenanlagen in Richtung Nordosten und Süden ins Freie (Bild 2: Treppenanlagen Nr. 11 und Nr. 12):

a) Treppenanlage Richtung Nordosten

Die in Richtung Nordosten ins Freie führende Treppenanlage Nr. 11 besteht aus:

- 1 notwendige (feste) Treppe mit einer Nutzbreite von ca. 3 m

b) Treppenanlage Richtung Süden

Die in Richtung Süden ins Freie führende Treppenanlage Nr. 12 besteht aus:

- 1 notwendige (feste) Treppe mit einer Nutzbreite von ca. 3 m
- 1 Fahrtreppe mit einer Nutzbreite von 1 m

(3) Streckentunnel

Es wird angenommen, dass die Fahrgäste von der Bahnsteigebene (Ebene -2) nur über die Treppenanlagen ins Freie fliehen, nicht aber über die Streckentunnel.

(4) Vorlaufzeit

Für die Restfahrzeit (1,9 Minuten [5]) von der Haltestelle Steilshoop zur Haltestelle Bramfeld und die Alarmierungs- sowie Reaktionszeit (2 Minuten) der Fahrgäste wird gemäß den Vorgaben der TRStrab Brandschutz [1] eine Vorlaufzeit von 3,9 Minuten nach Brandbeginn angesetzt, bis die Flucht der Fahrgäste beginnt.

(5) Personenverteilung

Die Personen werden gemäß den verfügbaren Personenkapazitäten der Treppenanlagen verteilt (hydraulisches Prinzip).

Die Personen, die sich zu Räumungsbeginn auf den Verteilerebenen befinden, fliehen zeitgleich mit allen anderen Personen in der Haltestelle ins Freie und behindern hierdurch nicht die Flucht der Fahrgäste, die von der Bahnsteigebene kommen.

(6) Gehgeschwindigkeit nach NFPA 130 [3]

a) auf der Bahnsteigebene (Ebene -2): 0,63 m/s

b) auf der Verteilerebene (Ebene -1) und an der Geländeoberfläche: 1 m/s

c) Vertikalgeschwindigkeit der Personen beim Überwinden der Treppenanlagen in Aufwärtsrichtung: 0,24 m/s

(7) Den Räumungsberechnungen wird entsprechend dem Forschungsvorhaben Notfallszenarien [2] eine Gehspurbreite von 0,6 m zugrunde gelegt. Die Treppenbreiten werden über diese Gehspurbreite in die ganzzahlige Anzahl von Gehspuren umgerechnet. Restbreiten ($< 0,6$ m) werden bei der Aufteilung in Gehspuren nicht in die Räumungsberechnungen mit einbezogen (Sicherheitsreserve). Dies gilt insbesondere für Fahrtreppen. Diese haben eine Nutzbreite von ca. 1 m. In den Räumungsberechnungen wird pro Fahrttreppe jedoch nur eine Gehspur von ca. 0,6 m angesetzt (Sicherheitsreserve).

(8) Für eine aufwärts begangene notwendige (feste) Treppe wird eine Kapazität pro Spurbreite (0,6 m) von 33 Personen pro Minute angesetzt.

(9) Es wird in der Räumungsberechnung davon ausgegangen, dass alle Fahrtreppen zur Zeit der Räumung ausgeschaltet sind. Dies gilt auch für Fahrtreppen, die vom Brandereignis wegführen (Sicherheitsreserve). Diese Fahrtreppen sollten jedoch in der Praxis so lange wie möglich in Betrieb bleiben, um z. B. älteren Menschen die Flucht zu erleichtern [2].

(10) Stehende Fahrtreppen werden als Fluchtwege bei der Räumungsberechnung berücksichtigt.

(11) Es wird eine Fahrttreppe vom Bahnsteig in die Verteilerebene als nicht begehbar angenommen (z. B. wegen Wartungsarbeiten).

- (12) Die Begehbarkeit der stehenden Fahrtreppe ist beschwerlicher, da hier z. B. die Treppenstufen höher sind als bei notwendigen (festen) Treppen. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wird die Personenkapazität einer stehenden Fahrtreppe gegenüber den notwendigen Treppenanlagen abweichend von der NFPA 130 [3] in Anlehnung an [2] auf etwa drei Viertel reduziert ($33 \times \frac{3}{4} \approx 25$).
- (13) Aufzüge sind im Brandfall grundsätzlich nicht benutzbar und werden daher bei der Räumungsberechnung nicht berücksichtigt.

4 Berechnung der Bemessungszeit

4.1 Allgemeines

Die Bemessungszeit setzt sich aus 3,9 Minuten Vorlaufzeit und der Selbstrettungszeit (Zeit, in der Personen eigenständig oder unter gegenseitiger Hilfestellung den Gefahrenbereich verlassen) zusammen. Die Selbstrettungszeit wird in Anlehnung an die NFPA 130 [3] für den ungünstigsten Weg ins Freie ermittelt.

Da auf der Bahnsteigebene eine hydraulische Personenverteilung in Ansatz gebracht wird, haben alle Personen die beiden Seitenbahnsteige zeitgleich über die verfügbaren Treppenlagen verlassen. Über den Ostkopf der Haltestelle fliehen zwar weniger Personen ins Freie (Tabelle 1: 1.206 Personen) als über den Westkopf (Tabelle 1: 1.282 Personen), da am Ostkopf eine Fahrtreppe weniger verfügbar ist als am Westkopf (Tabelle 1). Da jedoch in der Verteilerebene Ost den 1.206 Personen eine geringere Treppenkapazität (Tabelle 1: $165 + 190 = 355$) als am Westkopf (Tabelle 1: $132 + 190 + 190 + 165 = 677$) zur Flucht zur Verfügung steht, ist zur Bestimmung der Selbstrettungszeit der Rettungsweg über die Verteilerebene Ost maßgebend.

Zur Bestimmung der Selbstrettungszeit müssen die Geh- und Wartezeiten berechnet werden. Die Wartezeiten werden mit Hilfe von Schleusungszeiten ermittelt. Als Schleusungszeit wird diejenige Zeit verstanden, die eine Personengruppe benötigt, um z. B. einen Engpass vor einem Treppenaufgang zu passieren.

Die Selbstrettungszeit ergibt sich aus der Addition der Gehzeiten für die verschiedenen Rettungswegabschnitte T_i und den Wartezeiten W_i an den Treppenaufgängen. Die zu bestimmende Bemessungszeit BZ (entspricht der Räumungszeit) bestehend aus 3,9 Minuten Vorlaufzeit und der Selbstrettungszeit wird nachfolgend berechnet.

Es wird dabei unterschieden zwischen den Bemessungszeiten BZ1 und BZ2. Bei BZ1 haben alle Personen die Bahnsteigebene verlassen und befinden sich aufgrund der geplanten Rauchschutzmaßnahmen in einem temporär raucharmen Bereich. Bei BZ2 haben alle Personen das Freie erreicht.

4.2 Bemessungszeit über die Verteilerebene Ost

Nachfolgend wird für die Ermittlung der längsten Bemessungszeit die Flucht vom südlichen Seitenbahnsteig über die Verteilerebene Ost gewählt. Die Personen fliehen vom südlichen Seitenbahnsteig über die Treppenanlage Nr. 6 zur Verteilerebene Ost (Ebene -1) und von dort über die Treppenanlagen Nr. 11 und Nr. 12 ins Freie (Bilder 1 und 2).

Von dem betrachteten südlichen Bahnsteig auf der Ebene -2 fliehen insgesamt 1.244 Personen (Kapitel 3, Absatz (1)). Diese 1.244 Personen verteilen sich nach dem hydraulischen Prinzip auf die verfügbaren Treppenanlagen. Es fliehen demnach zur Verteilerebene West 622 Personen (Tabelle 1: Treppe Nr. 3: 540 Personen und Treppe Nr. 4: 82 Personen) und zur Verteilerebene Ost 622 Personen (Tabelle 1: Treppe Nr. 6).

Die Schleusungszeiten der Treppenanlagen Nr. 6 und Nr. 12 des Fluchtwegs können wie folgt ermittelt werden (Tabelle 1):

- (1) Schleusungszeit am Fuß der von Ebene -2 zur Verteilerebene Ost (Ebene -1) führenden Treppenanlage Nr. 6:
 - a) Personenanzahl vor der Treppenanlage Nr. 8: 622 Personen
 - b) Personenkapazität der von der Ebene -2 zur Verteilerebene Ost (Ebene -1) führenden Treppenanlage Nr. 6:

5 Spuren x 33 Personen pro Minute je Spur + 1 Spur x 25 Personen pro Minute je Spur = 190 Personen pro Minute

- c) Schleusungszeit $S_1 = 622 \text{ Personen} / 190 \text{ Personen pro Minute} = 3,3 \text{ Minuten}$
- (2) Schleusungszeit am Fuß der von der Verteilerebene Ost (Ebene -1) ins Freie führenden Treppenanlage Nr. 12:
- a) Personen, die von der Treppenanlage Nr. 6 in der Verteilerebene Ost (Ebene -1) kommen und über die Treppenanlage Nr. 12 ins Freie fliehen:
645 Personen
- b) Personenkapazität der von der Verteilerebene Ost (Ebene -1) ins Freie führenden Treppenanlage Nr. 12:
5 Spuren x 33 Personen pro Minute je Spur + 1 Spur x 25 Personen pro Minute je Spur = 190 Personen pro Minute
- c) Schleusungszeit $S_2 = 645 \text{ Personen} / 190 \text{ Personen pro Minute} = 3,4 \text{ Minuten}$

Mit den Schleusungszeiten S_1 und S_2 können die zugehörigen Wartezeiten W_1 und W_2 berechnet werden.

Nach etwa 8 Minuten haben alle Personen die Bahnsteigebene verlassen (BZ1). Die Bemessungszeit BZ2 über die Verteilerebene Ost bis ins Freie beträgt ca. 9 Minuten (Tabelle 2).

5 Zusammenfassende Bewertung

Unter Beachtung der getroffenen Festlegungen kann zusammenfassend festgestellt werden, dass die beiden Bahnsteige ca. 8 Minuten nach Brandbeginn geräumt sind (BZ1). Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die Selbstrettungsphase spätestens 15 Minuten nach Brandbeginn beendet ist [2]. Da bereits alle Personen ca. 9 Minuten nach Brandbeginn das Freie erreicht haben, ist die ermittelte Bemessungszeit (BZ2) nicht zu beanstanden. Das Ergebnis gilt unabhängig davon, ob die Treppenanlage Nr. 7 zur Ausführung kommt, da der Weg über die Verteilerebene Ost bis ins Freie maßgebend ist.

Haltestellenbereich		Nr.	Treppenanlagen	Personenkapazität der Treppenanlagen [Personen/Minute]	Personenaufteilung auf die Treppenanlagen [Personen]	
Westkopf	Bahnsteig-ebene	nördlicher Seitenbahnsteig	1	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m	$5 \times 33 = 165$	507
			2	2 Fahrtreppen, Nutzbreite je 1 m	$2 \times 25 = 50$	153
		südlicher Seitenbahnsteig	3	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m	$5 \times 33 = 165$	540
			4	2 Fahrtreppen, Nutzbreite je 1 m (eine nicht nutzbar)	$1 \times 25 = 25$	82
Ostkopf		nördlicher Seitenbahnsteig	5	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m 1 Fahrtreppe, Nutzbreite 1 m	$5 \times 33 + 1 \times 25 = 190$	584
		südlicher Seitenbahnsteig	6	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m 1 Fahrtreppe, Nutzbreite 1m	$5 \times 33 + 1 \times 25 = 190$	622
Westkopf	Verteilerebene / Geländeoberfläche	Richtung Westen I	7	1 feste Treppe, Nutzbreite 2,4 m	$4 \times 33 = 132$	250
		Richtung Westen II	8	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m 1 Fahrtreppe, Nutzbreite 1 m	$5 \times 33 + 1 \times 25 = 190$	360
		Richtung Westen III	9	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m 1 Fahrtreppe, Nutzbreite 1 m	$5 \times 33 + 1 \times 25 = 190$	360
		Richtung Osten	10	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m	$5 \times 33 = 165$	312
Ostkopf	Verteilerebene / Geländeoberfläche	Richtung Nordosten	11	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m	$5 \times 33 = 165$	561
		Richtung Süden	12	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m 1 Fahrtreppe, Nutzbreite 1 m	$5 \times 33 + 1 \times 25 = 190$	645

Tabelle 1: Haltestelle Bramfeld: Treppenanlagen und deren Nutzung bei der Haltestellenräumung (2.488 Personen)

Zeitabschnitte der Räumung		Dauer [min]
Zeit bis Fluchtbeginn (bestehend aus Restfahrzeit bis zur Haltestelle Bramfeld und der Reaktionszeit der Fahrgäste)		3,9
Gehzeiten der Person, die den längsten Fluchtweg hat	T_1 = Zeit zum Erreichen der Treppenaufgänge von der Bahnsteigebene zur Verteilerebene (ca. 40 m / 0,63 m/s)	1,1
	T_2 = Zeit zum Überwinden des vertikalen Höhenunterschiedes (ca. 8,8 m / 0,24 m/s) zwischen Bahnsteig- und Verteilerebene Süd	0,6
	T_3 = Zeit zum Erreichen der Treppenaufgänge von der Verteilerebene Ost zur Geländeoberfläche (ca. 23 m / 1 m/s)	0,4
	T_4 = Zeit zum Überwinden des vertikalen Höhenunterschiedes zwischen Verteilerebene und Geländeoberfläche (ca. 7,5 m / 0,24 m/s)	0,5
	T_5 = Zeit für Weg an der Geländeoberfläche (ca. 10 m / 1 m/s)	0,2
Wartezeit an den Treppenaufgängen	Wartezeit am Treppenanfang von der Bahnsteigebene zur Verteilerebene Ost: $W_1 = S_1 - T_1 = (3,3 - 1,1)$ min	2,2
	Wartezeit am Treppenaufgang von der Verteilerebene Ost zur Geländeoberfläche: $W_2 = S_2 - S_1 = (3,4 - 3,3)$ min	0,1
Bemessungszeit BZ1 (letzte Person verlässt den Bahnsteig) = 3,9 min + T_1 + W_1		ca. 8
Bemessungszeit BZ2 (bis ins Freie) = 3,9 min + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + W_1 + W_2		ca. 9
Wirkungszeit der Rauchschutzmaßnahmen = BZ2 + 1 Minute		10

Tabelle 2: Haltestelle Bramfeld: Bemessungszeiten und Wirkungszeit für den Fluchtweg über die **Verteilerebene Ost**

Gemäß TRStrab Brandschutz [1] müssen Rauchschutzmaßnahmen 10 % länger, mindestens jedoch 1 Minute länger als die Bemessungszeit (entspricht der Verrau-
chungszeit) wirksam sein. Diese Wirkungszeit der Rauchschutzmaßnahmen muss
daher mindestens 10 Minuten betragen.

6 Verwendete Unterlagen

- [1] Technische Regeln für Straßenbahnen, Brandschutz in unterirdischen Be-
triebsanlagen (TRStrab Brandschutz), Ausgabe 24. Juni 2014
- [2] Notfallszenarien für Tunnelanlagen des schienengebundenen ÖPNV und de-
ren Bewältigung; Bericht der Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrs-
anlagen e.V. - STUVA - , Köln, zum Forschungsauftrag FE 70.653/2001 des
Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn 2005
- [3] NFPA 130: Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Sys-
tems; Ausgabe 2017, National Fire Protection Association, Quincy, USA
- [4] U5 Ost – Hamburg: Empfehlung zur Festlegung der Personenzahl zur Ermitt-
lung der Selbstrettungszeit, STUVAtec, 2016179-HHAP-008, 20. September
2016
- [5] U5 Ost – Hamburg: Angaben der IVE GmbH bezüglich der Fahrzeiten zwi-
schen den Haltestellen, 28. März 2018
- [6] U5 Ost – Hamburg: Planunterlagen von ZPP, Haltestelle Bramfeld (BD),
Stand 04. Dezember 2018