

STUVAtec
Studiengesellschaft für
Tunnel und Verkehrs-
anlagen mbH

Mathias-Brüggen-Str. 41
50827 Köln

Köln, den 05.02.2019
2016179-HHAP-042

Anhang 2

Hamburger HOCHBAHN – U5 Ost

Haltestelle Nordheimstraße

Räumungsberechnung

Inhaltsverzeichnis	Seite
Vorbemerkung	3
1 Aufgabenstellung	3
2 Objektbeschreibung	3
3 Grundlagen der Räumungsberechnung	4
4 Berechnung der Bemessungszeit	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Bemessungszeit über die Verteilerebene im Westen für die Variante Nr. 1 ohne die Treppenanlagen Nr. 9 und Nr. 10	11
4.3 Bemessungszeit über die Verteilerebene im Osten für die Variante Nr. 2 mit den Treppenanlagen Nr. 9 und Nr. 10	13
5 Zusammenfassende Bewertung	14
6 Verwendete Unterlagen	19

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

2 Objektbeschreibung

Die Haltestelle Nordheimstraße der Linie U5 Ost ist eine Durchgangshaltestelle mit folgenden zwei Ebenen:

(1) Ebene -2

Auf der Ebene -2 befindet sich die in Ost-West-Richtung unterhalb der Nordheimstraße gelegene 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 und Nr. 2 bzw. Nr. 3 und Nr. 4) an die beiden Verteilerebenen West und Ost (Ebene -1) angebunden. Ferner führt von jedem Bahnsteig jeweils ein Aufzug zu den beiden Verteilerebenen West und Ost (Bilder 1 und 2, Tabelle 1).

(2) Ebene -1

Von der Verteilerebene am westlichen Ende der Haltestelle stehen insgesamt vier Treppenanlagen bis zur Geländeoberfläche zur Verfügung (Bild 2: Treppenanlagen Nr. 5, Nr. 6, Nr. 9 und Nr. 10). Da die Umsetzung der beiden Treppenanlagen Nr. 9 und Nr. 10 noch nicht endgültig feststeht, werden nachfolgend die Räumungszeiten für beide Planungsstände (mit und ohne Treppenanlagen Nr. 9 und Nr. 10) berechnet.

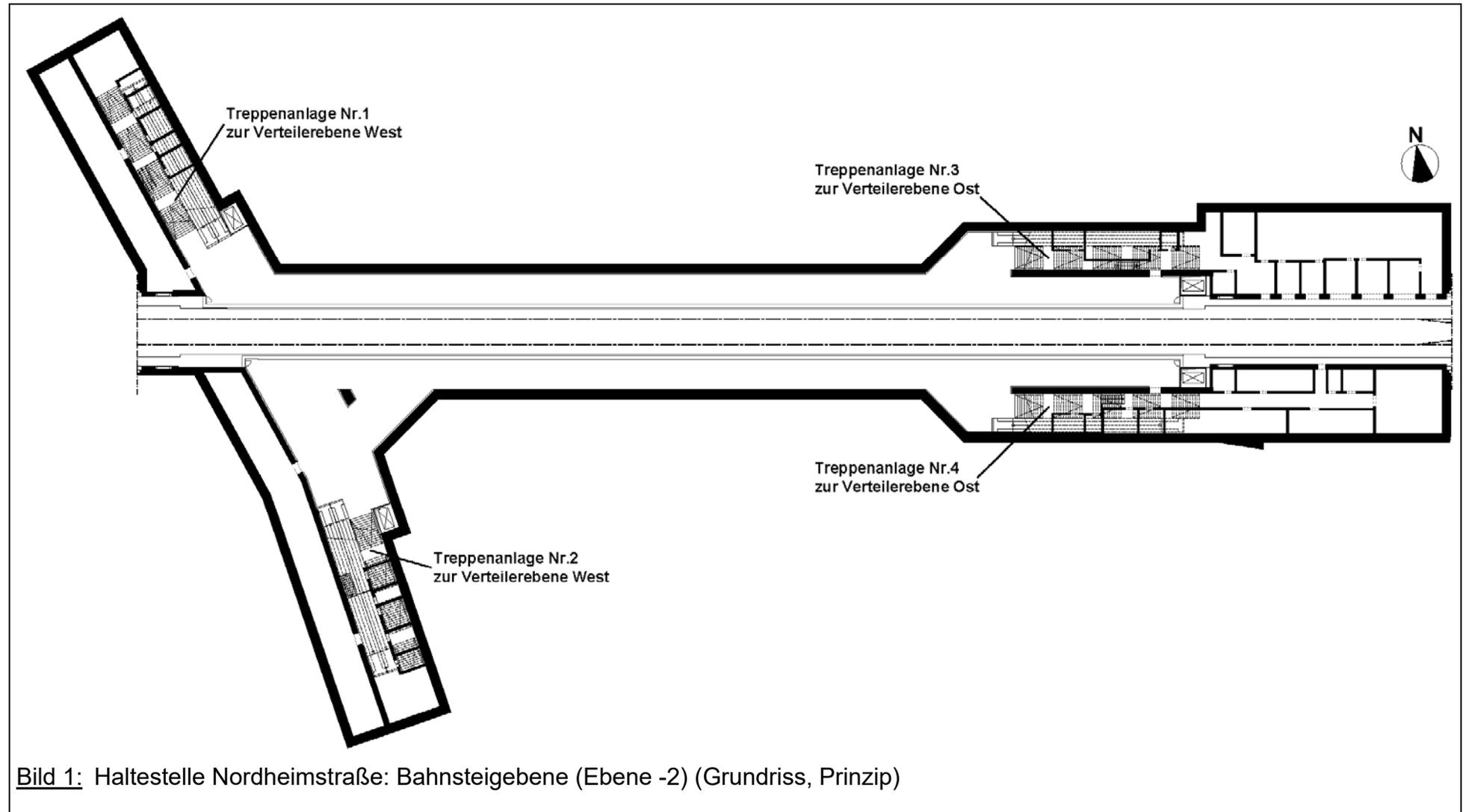
Von der östlichen Verteilerebene gelangen die Personen über die Treppenanlagen Nr. 7 und Nr. 8 Richtung Osten ins Freie (Bild 2; Tabelle 1). Die beiden westlichen Aufzüge schließen ferner an die GOK an. Von der östlichen Verteilerebene führt nur ein separater Aufzug von der Verteilerebene bis ins Freie.

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.



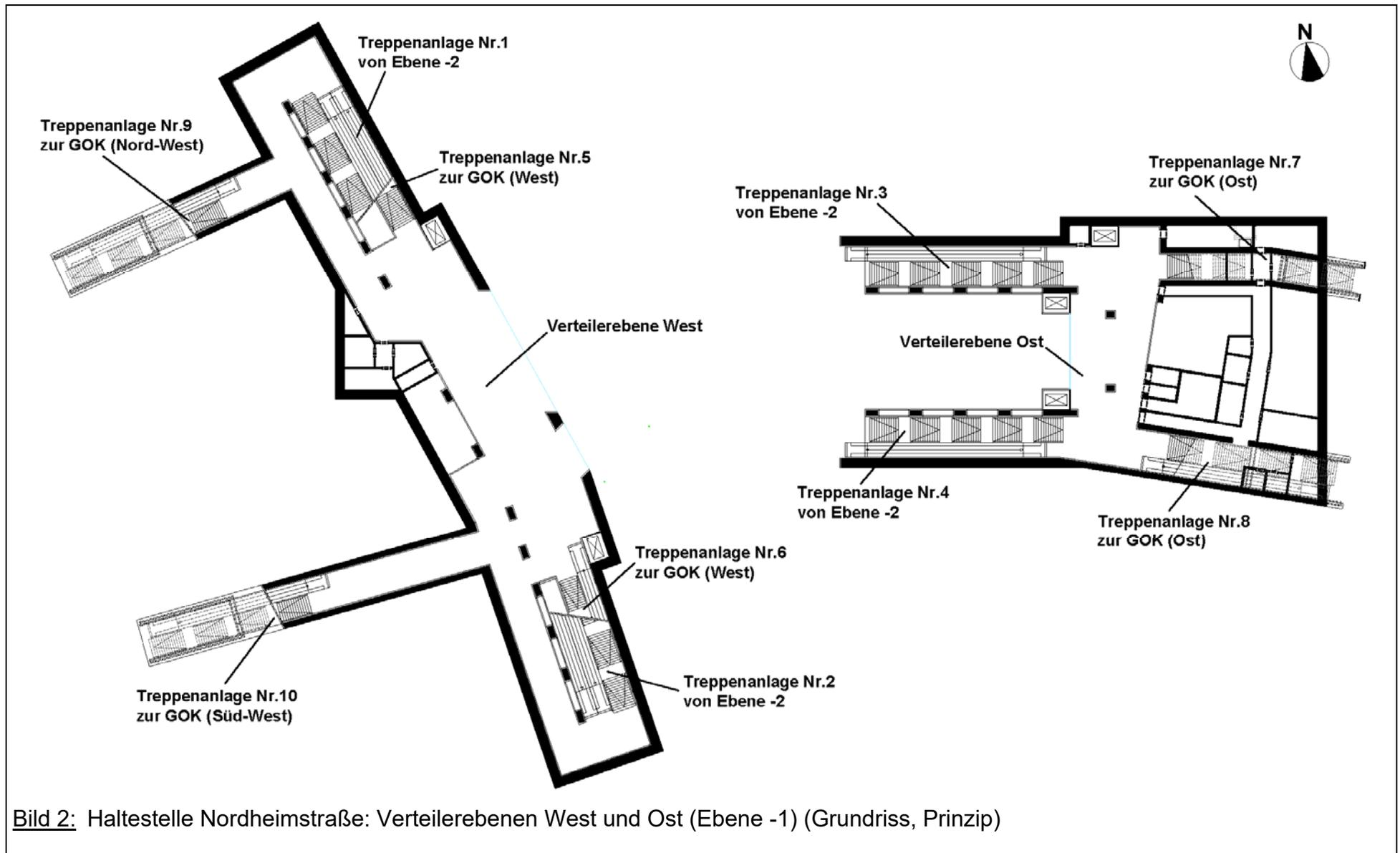


Bild 2: Haltestelle Nordheimstraße: Verteilerebenen West und Ost (Ebene -1) (Grundriss, Prinzip)

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 Zügeinheiten

$P2$ = Zulässige Stehplätze der längsten gleichzeitig am Bahnsteig haltenden Zügeinheiten

$P3$ = 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

$$P_{\max} = 1 \times (957 + 287) = 1.244 \text{ Personen}$$

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 (Ebene -1)

An beiden Seitenbahnsteigen sind jeweils folgende Treppenanlagen zur Verteilerebene West angeordnet (Bild 1: Treppenanlagen Nr. 1 und Nr. 2):

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

b) Treppenanlagen zur Verteilerebene Ost (Ebene -2)

An beiden Seitenbahnsteigen sind jeweils folgende Treppenanlagen zur Verteilerebene Ost (Ebene -1) angeordnet (Bild 1: Treppenanlagen Nr. 3 und Nr. 4):

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

Von der Verteilerebene West führen insgesamt vier Treppenanlagen ins Freie (Bild 2: Treppenanlagen Nr. 5, Nr. 6, Nr. 9 und Nr. 10):

a) Treppenanlage in Richtung Norden

Die in Richtung Norden ins Freie führende Treppenanlage Nr. 5 (Bild 2) besteht aus:

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

b) Treppenanlage in Richtung Süden

Die in Richtung Süden ins Freie führende Treppenanlage Nr. 6 (Bild 2) besteht aus:

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

c) Treppenanlagen in Richtung Westen

Die beiden in Richtung Westen ins Freie führenden Treppenanlagen Nr. 9 und Nr. 10 (Bild 2) bestehen jeweils aus:

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

Von der Verteilerebene Ost (Ebene -1) führen zwei Treppenanlagen in Richtung Osten ins Freie (Bild 2: Treppenanlagen Nr. 7 und Nr. 8):

a) nördliche Treppenanlage Richtung Osten

Die nördliche in Richtung Osten ins Freie führende Treppenanlage Nr. 7 (Bild 2) besteht aus:

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

b) südliche Treppenanlage Richtung Osten

Die südliche in Richtung Osten ins Freie führende Treppenanlage Nr. 8 (Bild 2) 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 (1,6 Minuten [5]) von der Haltestelle Sengelmannstraße zur Haltestelle Nordheimstraße und die Alarmierungs- sowie Reaktionszeit (2 Minuten) der Fahrgäste wird gemäß den Vorgaben der TRStrab Brandschutz [1] eine Vorlaufzeit von 3,6 Minuten nach Brandbeginn angesetzt, bis die Flucht der Fahrgäste beginnt.

(5) Personenverteilung

Die Personen werden auf die Treppenanlagen gemäß den verfügbaren Personkapazitäten 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 den Verteilerebenen (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 Fahrtreppe 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 Fahrtreppe 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 ($33 \times 3/4 \approx 25$).
- (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 3,6 Minuten Vorlaufzeit und der Selbstretungszeit (Zeit, in der Personen eigenständig oder unter gegenseitiger Hilfestellung den Gefahrenbereich verlassen) zusammen. Die maßgebende Selbstretungszeit wird in Anlehnung an die NFPA 130 [3] für beide Varianten – mit und ohne Treppenanlagen Nr. 9 und Nr. 10 – ermittelt. Bei der Variante Nr. 1 ohne die Treppenanlagen Nr. 9 und Nr. 10 wird der Weg über die westliche Verteilerebene bis ins Freie berechnet. Dieser Fluchtweg ist maßgebend, da zum einen aufgrund

der größeren Treppenkapazität von den Bahnsteigen in Richtung Westen mehr Personen in diese Richtung fliehen als nach Osten und zum anderen von der Verteilerebene West geringere Treppenkapazitäten bis ins Freie zur Verfügung stehen als im Osten, so dass sich längere Wartezeiten einstellen (Kapitel 4.2). Die Bemessungszeit über die östliche Verteilerebene ist aufgrund der zuvor genannten Randbedingungen für die Variante Nr. 1 ohne die Treppenanlagen Nr. 9 und Nr. 10 kürzer und daher nicht maßgebend.

Hingegen wird bei der Variante Nr. 2 – mit Treppenanlagen Nr. 9 und Nr. 10 – der über die östliche Verteilerebene bis ins Freie maßgebend, da von der Verteilerebene Ost geringere Treppenkapazitäten bis ins Freie zur Verfügung stehen als im Westen, sodass sich längere Wartezeiten einstellen.

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 3,6 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 im Westen für die Variante Nr. 1 ohne die Treppenanlagen Nr. 9 und Nr. 10

Nachfolgend wird für die Ermittlung der längsten Bemessungszeit die Flucht vom südlichen Seitenbahnsteig über die Verteilerebenen West gewählt. Die Personen fliehen vom südlichen Bahnsteig über die Treppenanlage Nr. 2 zunächst zur Verteilerebene West und von dort über die Treppenanlage Nr. 6 weiter bis ins Freie (Bilder 1 und 2).

Von dem betrachteten südlichen Bahnsteig auf der Ebene -1 fliehen insgesamt 1.244 Personen (Kapitel 3, Absatz (1)). Diese 1.244 Personen verteilen sich nach dem hydraulischen Prinzip auf die beiden verfügbaren Treppenanlagen. Es fliehen demnach zur Verteilerebene West 704 Personen (Tabelle 1: Treppe Nr. 2) und zur Verteilerebene Ost (Ebene -1) 540 Personen (Tabelle 1: Treppe Nr. 4).

Die Schleusungszeiten der Treppenanlagen Nr. 2 und Nr. 6 des maßgebenden Fluchtwegs können wie folgt ermittelt werden (Tabelle 1):

- (1) Schleusungszeit am Fuß der von Ebene -2 zur Verteilerebene West (Ebene -1) führenden Treppenanlage Nr. 2:
 - a) Personenanzahl vor der Treppenanlage Nr. 2: 704 Personen
 - b) Personenkapazität der von der Ebene -2 zur Verteilerebene West (Ebene -1) führenden Treppenanlage Nr. 2:
 $5 \text{ Spuren} \times 33 \text{ Personen pro Minute je Spur} + 2 \text{ Spuren} \times 25 \text{ Personen pro Minute je Spur} = 215 \text{ Personen pro Minute}$
 - c) Schleusungszeit $S_1 = 704 \text{ Personen} / 215 \text{ Personen pro Minute} = 3,3 \text{ Minuten}$

- (2) Schleusungszeit am Fuß der von der Verteilerebene West (Ebene -1) ins Freie führenden Treppenanlage Nr. 6:
 - a) Personenanzahl vor der Treppenanlage Nr. 6: 665 Personen
 - b) Personenkapazität der von der Verteilerebene West (Ebene -1) ins Freie führenden Treppenanlage Nr. 6:
 $4 \text{ Spuren} \times 33 \text{ Personen pro Minute je Spur} + 1 \times 25 \text{ Personen pro Minute je Spur} = 157 \text{ Personen pro Minute}$
 - c) Schleusungszeit $S_3 = 665 \text{ Personen} / 157 \text{ Personen pro Minute} = 4,2 \text{ Minuten}$

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

Nach etwa 7 Minuten haben alle Personen die Bahnsteigebene verlassen (BZ1). Die Bemessungszeit BZ2 über die Verteilerebenen West bis ins Freie beträgt ca. 10 Minuten (Tabelle 2).

4.3 Bemessungszeit über die Verteilerebene im Osten für die Variante Nr. 2 mit den Treppenanlagen Nr. 9 und Nr. 10

Nachfolgend wird für die Ermittlung der längsten Bemessungszeit für die Variante Nr. 2 die Flucht vom südlichen Seitenbahnsteig über die Verteilerebenen Ost gewählt. Die Personen fliehen vom südlichen Bahnsteig über die Treppenanlage Nr. 4 zunächst zur Verteilerebene Ost und von dort über die Treppenanlagen Nr. 7 und Nr. 8 weiter bis ins Freie (Bilder 1 und 2).

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

Die Schleusungszeiten der Treppenanlagen Nr. 4 und Nr. 8 des maßgebenden Fluchtwegs können wie folgt ermittelt werden (Tabelle 3):

- (1) Schleusungszeit am Fuß der von Ebene -2 zur Verteilerebene Ost (Ebene -1) führenden Treppenanlage Nr. 4:
 - a) Personenanzahl vor der Treppenanlage Nr. 4: 622 Personen
 - b) Personenkapazität der von der Ebene -2 zur Verteilerebene Ost (Ebene -1) führenden Treppenanlage Nr. 4:
 $5 \text{ Spuren} \times 33 \text{ Personen pro Minute je Spur} + 1 \text{ Spur} \times 25 \text{ Personen pro Minute je Spur} = 190 \text{ Personen pro Minute}$
 - 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. 8:
 - a) Personenanzahl vor der Treppenanlage Nr. 8: 645 Personen
 - b) Personenkapazität der von der Verteilerebene Ost (Ebene -1) ins Freie führenden Treppenanlage Nr. 8:

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

c) Schleusungszeit $S_3 = 645 \text{ Personen} / 190 \text{ Personen pro Minute} = 3,4 \text{ Minuten}$

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

Nach etwa 7 Minuten haben alle Personen die Bahnsteigebene verlassen (BZ1). Die Bemessungszeit BZ2 über die Verteilerebenen West bis ins Freie beträgt ca. 9 Minuten (Tabelle 4).

5 Zusammenfassende Bewertung

Unter Beachtung der getroffenen Festlegungen kann zusammenfassend festgestellt werden, dass die beiden Bahnsteige in beiden Fällen ca. 7 Minuten nach Brandbeginn geräumt sind (BZ1). In Abhängigkeit von der Ausbildung der Treppenanlagen in der Verteilerebene West erreichen die letzten Personen ferner ca. 9 Minuten (mit Treppenanlagen Nr. 9 und Nr. 10) oder ca. 10 Minuten (ohne Treppenanlagen Nr. 9 und Nr. 10) nach Brandbeginn das Freie (BZ2) (Tabellen 2 und 4). Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die Selbstrettungsphase spätestens 15 Minuten nach Brandbeginn beendet ist [2]. Da bereits alle Personen das Freie schon nach ca. 9 oder 10 Minuten (BZ2) erreicht haben, ist die ermittelte Bemessungszeit (BZ2) nicht zu beanstanden.

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 oder 11 Minuten betragen.

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 2 Fahrtreppen, Nutzbreite je 1 m	$5 \times 33 + 2 \times 25 = 215$	660
		südlicher Seitenbahnsteig	2	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m 2 Fahrtreppen, Nutzbreite je 1 m	$5 \times 33 + 2 \times 25 = 215$	704
nördlicher Seitenbahnsteig		3	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m 1 Fahrtreppe, Nutzbreite 1 m	$5 \times 33 + 1 \times 25 = 190$	584	
südlicher Seitenbahnsteig		4	1 feste Treppe; Nutzbreite 3 m 1 Fahrtreppe, Nutzbreite 1 m (Fahrtreppe nicht nutzbar)	$5 \times 33 = 165$	540	
Westkopf	Verteilerebene / Geländeoberfläche	Richtung Norden	5	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m	$5 \times 33 = 165$	699
		Richtung Süden	6	1 feste Treppe, Nutzbreite 2,4 m 1 Fahrtreppe, Nutzbreite 1 m	$4 \times 33 + 1 \times 25 = 157$	665
Ostkopf		Richtung Osten I	7	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m	$5 \times 33 = 165$	522
		Richtung Osten II	8	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m 1 Fahrtreppe, Nutzbreite 1 m	$5 \times 33 + 1 \times 25 = 190$	602

Tabelle 1: Haltestelle Nordheimstraße – Variante Nr. 1: Treppenanlagen und deren Nutzung bei der Haltestellenräumung (2.488 Personen)

Zeitabschnitte der Räumung		Dauer [min]
Zeit bis Fluchtbeginn (bestehend aus Restfahrzeit bis zur Haltestelle Nordheimstraße und der Reaktionszeit der Fahrgäste)		3,6
Gehzeiten der Person, die den längsten Fluchtweg hat	T ₁ = Zeit zum Erreichen des Treppenaufgangs von der Bahnsteigebene zur Verteilerebene West (Ebene -1) (ca. 60 m / 0,63 m/s)	1,6
	T ₂ = Zeit zum Überwinden des vertikalen Höhenunterschiedes (ca. 9,5 m / 0,24 m/s) zwischen Bahnsteig- und Verteilerebene West (Ebene -1)	0,7
	T ₃ = Zeit zum Erreichen des Treppenaufgangs von der Verteilerebene West (Ebene -1) zur Geländeoberfläche (ca. 30 m / 1 m/s)	0,5
	T ₄ = Zeit zum Überwinden des Höhenunterschieds zwischen der Verteilerebene West (Ebene -1) und der Geländeoberfläche (ca. 9,3 m / 0,24 m/s)	0,7
	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 West (Ebene -1): W ₁ = S ₁ - T ₁ = (3,3 - 1,6) min	1,7
	Wartezeit am Treppenaufgang von der Verteilerebene West (Ebene -1) zur Geländeoberfläche: W ₂ = S ₂ - S ₁ = 4,2 - 3,3 min	0,9
Bemessungszeit BZ1 (letzte Person verlässt den Bahnsteig) = 3,6 min + T₁ + W₁		ca. 7
Bemessungszeit BZ2 (bis ins Freie) = 3,6 min + T₁ + T₂ + T₃ + T₄ + T₅ + W₁ + W₂		ca. 10
Wirkungszeit der Rauchschutzmaßnahmen = BZ2 + 1 Minute		11

Tabelle 2: Haltestelle Nordheimstraße – Variante Nr. 1: Bemessungszeiten und Wirkungszeit für den Fluchtweg über die **Verteilerebene West**

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 2 Fahrtreppen, Nutzbreite je 1 m	$5 \times 33 + 2 \times 25 = 215$	660
		südlicher Seitenbahnsteig	2	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m 2 Fahrtreppen, Nutzbreite je 1 m (davon 1 Fahrtreppe nicht nutzbar)	$5 \times 33 + 1 \times 25 = 190$	622
nördlicher Seitenbahnsteig		3	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m 1 Fahrtreppe, Nutzbreite 1 m	$5 \times 33 + 1 \times 25 = 190$	584	
südlicher Seitenbahnsteig		4	1 feste Treppe; Nutzbreite 3 m 1 Fahrtreppe, Nutzbreite 1 m	$5 \times 33 + 1 \times 25 = 190$	622	
Westkopf	Verteilerebene / Geländeoberfläche	Richtung Norden	5	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m	$5 \times 33 = 165$	334
		Richtung Süden	6	1 feste Treppe, Nutzbreite 2,4 m 1 Fahrtreppe, Nutzbreite 1 m	$4 \times 33 + 1 \times 25 = 157$	316
		Richtung Westen I	9	1 feste Treppe, Nutzbreite 2,4 m 1 Fahrtreppe, Nutzbreite 1 m	$4 \times 33 + 1 \times 25 = 157$	316
		Richtung Westen II	10	1 feste Treppe, Nutzbreite 2,4 m 1 Fahrtreppe, Nutzbreite 1 m	$4 \times 33 + 1 \times 25 = 157$	316
Ostkopf		Richtung Osten I	7	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m	$5 \times 33 = 165$	561
		Richtung Osten II	8	1 feste Treppe, Nutzbreite 3 m 1 Fahrtreppe, Nutzbreite 1 m	$5 \times 33 + 1 \times 25 = 190$	645

Tabelle 3: Haltestelle Nordheimstraße – Variante Nr. 2: Treppenanlagen und deren Nutzung bei der Haltestellenräumung (2.488 Personen)

Zeitabschnitte der Räumung		Dauer [min]
Zeit bis Fluchtbeginn (bestehend aus Restfahrzeit bis zur Haltestelle Nordheimstraße und der Reaktionszeit der Fahrgäste)		3,6
Gehzeiten der Person, die den längsten Fluchtweg hat	T ₁ = Zeit zum Erreichen des Treppenaufgangs von der Bahnsteigebene zur Verteilerebene Ost (Ebene -1) (ca. 60 m / 0,63 m/s)	1,6
	T ₂ = Zeit zum Überwinden des vertikalen Höhenunterschiedes (ca. 10,4 m / 0,24 m/s) zwischen Bahnsteig- und Verteilerebene Ost (Ebene -1)	0,7
	T ₃ = Zeit zum Erreichen des Treppenaufgangs von der Verteilerebene Ost (Ebene -1) zur Geländeoberfläche (ca. 15 m / 1 m/s)	0,3
	T ₄ = Zeit zum Überwinden des Höhenunterschieds zwischen der Verteilerebene Ost (Ebene -1) und der Geländeoberfläche (ca. 9,2 m / 0,24 m/s)	0,6
	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 West (Ebene -1): W ₁ = S ₁ - T ₁ = (3,3 - 1,6) min	1,7
	Wartezeit am Treppenaufgang von der Verteilerebene West (Ebene -1) zur Geländeoberfläche: W ₂ = S ₂ - S ₁ = 3,4 - 3,3 min	0,1
Bemessungszeit BZ1 (letzte Person verlässt den Bahnsteig) = 3,6 min + T₁ + W₁		ca. 7
Bemessungszeit BZ2 (bis ins Freie) = 3,6 min + T₁ + T₂ + T₃ + T₄ + T₅ + W₁ + W₂		ca. 9
Wirkungszeit der Rauchschutzmaßnahmen = BZ2 + 1 Minute		10

Tabelle 4: Haltestelle Nordheimstraße – Variante Nr. 2: Bemessungszeiten und Wirkungszeit für den Fluchtweg über die **Verteilerebene Ost**

6 **Verwendete Unterlagen**

- [1] Technische Regeln für Straßenbahnen, Brandschutz in unterirdischen Betriebsanlagen (TRStrab Brandschutz), Ausgabe 24. Juni 2014
- [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] NFPA 130: Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems; Ausgabe 2017, National Fire Protection Association, Quincy, USA
- [4] U5 Ost – Hamburg: Empfehlung zur Festlegung der Personenzahl zur Ermittlung der Selbstrettungszeit, STUVAtec, 2016179-HHAP-008, 20. September 2016
- [5] U5 Ost – Hamburg: Angaben der IVE GmbH bezüglich der Fahrzeiten zwischen den Haltestellen, Stand 28. März 2018
- [6] U5 Ost – Hamburg: Planunterlagen von ZPP, Haltestelle Nordheimstraße, Stand 18. Dezember 2018