

STUVAtec
Studiengesellschaft für
unterirdische Verkehrs-
anlagen mbH

Mathias-Brüggen-Str. 41
50827 Köln

8579-PIAP-015

Anhang 1

2. S-Bahn-Stammstrecke München

Räumungsberechnung für die uPva München Ostbahnhof tief Variante Haidhausen 3

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

Auftragnehmer: STUVAtec GmbH, 50827 Köln

Stand: 20. Mai 2010

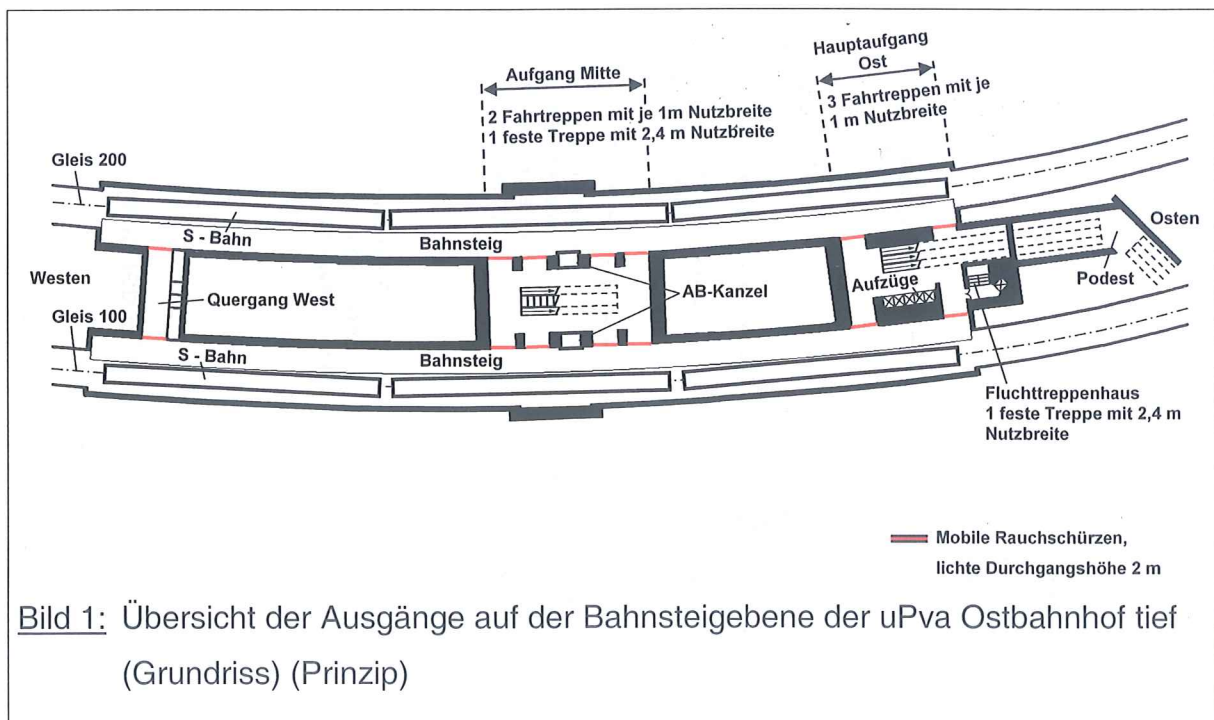
Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Ausgangssituation	3
2	Brandszenario	5
3	Räumungsberechnung für die oPva	5
3.1	Erdgeschoss der oPva	6
3.1.1	Allgemeine Festlegungen	6
3.1.2	Räumungszeit des Erdgeschosses der oPva	8
3.2	Erstes Untergeschoss der oPva	9
3.2.1	Allgemeine Festlegungen	9
3.2.2	Räumungszeit des 1. Untergeschosses der uPva	11
3.3	Zusammenfassung	11
4	Räumungsberechnung für die uPva	12
4.1	Maßgebende Personenzahl	12
4.2	Allgemeine Festlegungen	13
4.3	Räumungsberechnung mit ASERI	16
4.3.1	Festlegungen	16
4.3.2	Szenarien der Räumungsberechnung mit ASERI	18
4.3.3	Ergebnisse der Räumungsberechnungen mit ASERI	18
4.4	Räumungsberechnungen in Anlehnung an die NFPA 130	19
4.4.1	Festlegungen gemäß der NFPA 130	19
4.4.2	Von der NFPA 130 abweichende Festlegungen	20
4.4.3	Berechnung der Räumungszeiten aus der uPva	23
4.4.3.1	Räumungszeit RZ1 für den Fluchtweg über den Aufgang Mitte	25
4.4.3.2	Räumungszeit RZ2 für den Fluchtweg über den Aufgang Mitte	27
4.4.3.3	Zusammenfassung	28
4.4.3.4	Fluchtweg vom Hauptaufgang Ost bis zum 1. UG der oPva	29

5	Zusammenfassendes Ergebnis	30
6	Literatur	30

1 Ausgangssituation

Die uPva München Ostbahnhof erhält einen ca. 210 m langen Mittelbahnsteig. An jeder der beiden Bahnsteigkanten kann ein S-Bahn-Langzug halten. Von der Bahnsteigebene stehen den Personen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, das Freie zu erreichen (Bild 1). Über den Ausgang Mitte und das Fluchttreppenhaus am östlichen Bahnsteigende gelangen die Personen jeweils direkt ins Freie. Hingegen sind die Fahrtreppen des Hauptausgangs Ost an das 1. Untergeschoss (UG) der bestehenden oPva Ostbahnhof angebunden (Bild 2). Dies bedeutet ferner, dass betrachtet werden muss, welchen Einfluss die sich in der oPva aufhaltenden Personen auf die Räumung der uPva in einem Brandfall haben.

Es wird daher nachfolgend untersucht, welche Räumungszeiten sich bei einem Brandereignis in der uPva ergeben und welche Maßnahmen getroffen werden müssen, damit alle Personen rechtzeitig das Freie erreichen.



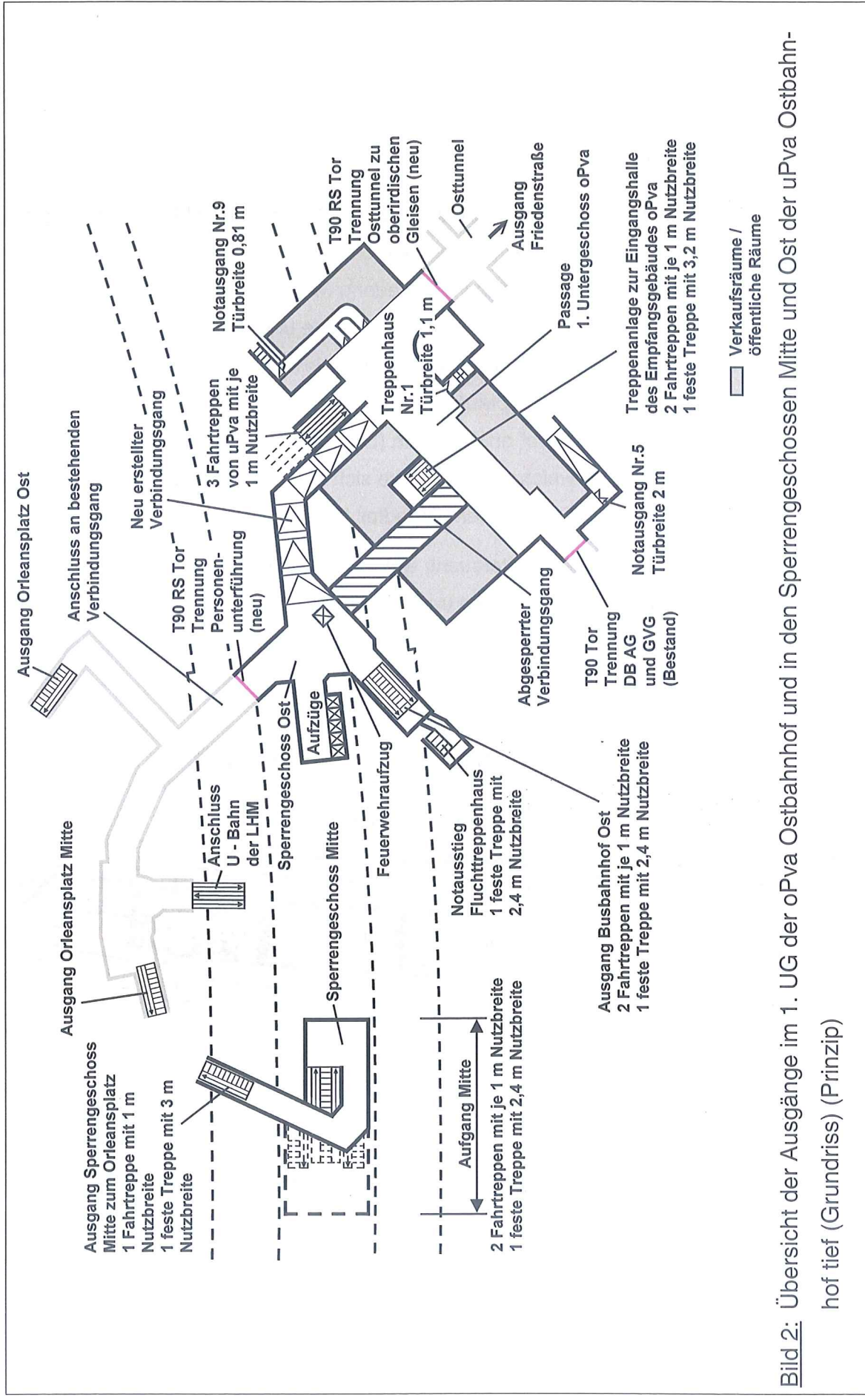


Bild 2: Übersicht der Ausgänge im 1. UG der oPva Ostbahnhof und in den Sperrengeschossen Mitte und Ost der uPva Ostbahnhof tief (Grundriss) (Prinzip)

2 Brandszenario

Folgendes Brandszenario liegt der Räumungsberechnung zugrunde:

Es wird angenommen, dass ein vollbesetzter S-Bahn-Langzug brennend in die uPva München Ostbahnhof einfährt. Der Fahrzeugführer hat zu diesem Zeitpunkt bereits der Leitzentrale den Eintritt eines Notereignisses gemeldet (Erstmeldung). Nach der Einfahrt in die uPva München Ostbahnhof erkundet der Fahrzeugführer die Situation am / im Fahrzeug (Brandüberprüfungszeit) und meldet der Leitzentrale das Ausmaß des Brandes (Zweitmeldung). Die Fahrgäste werden daraufhin zur Räumung aufgefordert. Die Flucht der Fahrgäste beginnt 5 Minuten nach Brandbeginn. Diese Zeitspanne berücksichtigt folgende Abläufe:

- (1) Restfahrzeit bis zur uPva München Ostbahnhof tief (2,5 Minuten)
- (2) Erkundungszeit des Fahrzeugführers
- (3) Reaktionszeit der Fahrgäste

In der Summe werden für die obigen Zeiten (vgl. (1) bis (3)) 5 Minuten in Ansatz gebracht. Im Forschungsvorhaben „Notfallszenarien“ [5] 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 (längere Restfahrzeit).

Ferner wird davon ausgegangen, dass nicht vermieden werden kann, dass auf dem Gegengleis ein weiterer S-Bahn-Langzug (nicht brennend) in die uPva München Ostbahnhof einfährt. Beide S-Bahn-Langzüge werden als vollbesetzt angenommen und müssen geräumt werden.

3 Räumungsberechnung für die oPva

Es wird zunächst auf Grundlage des Brandschutzkonzeptes für die bestehende oPva Ostbahnhof [3] überschlägig ermittelt, welche Räumungszeiten sich unter Berücksichtigung der baulichen Änderungen durch den Anschluss der uPva für das 1. UG und das Erdgeschoss der oPva ergeben.

Das ist erforderlich, um zu überprüfen, ob sich noch Personen in der oPva aufhalten, wenn die erste Person der uPva das 1. UG erreicht und somit bei der Flucht eventuell beeinträchtigt wird.

Das Zwischengeschoß über dem Erdgeschoß und das 2. UG der oPva Ostbahnhof müssen nicht explizit untersucht werden, da sich dort laut [3] keine Aufenthaltsräume befinden. Ferner fallen die Obergeschosse 1 bis 4 in die Verantwortlichkeit der Grundstücksverwaltungs- und –verwertungsgesellschaft (GVG) und verfügen über eigene unabhängige Ausgänge ins Freie und müssen ebenfalls nicht untersucht werden [3].

3.1 Erdgeschoß der oPva

3.1.1 Allgemeine Festlegungen

Für die überschlägige Ermittlung der Räumungszeit für die Personen aus dem Erdgeschoß der oPva wird von folgenden Festlegungen ausgegangen:

(1) Maßgebende Personenzahl

Im Brandschutzkonzept für die bestehende oPva Ostbahnhof [3] wurden insgesamt 524 Personen angesetzt, die aus dem Erdgeschoß des Empfangsgebäudes über die Eingangshalle ins Freie fliehen (Bild 3) (Tabelle 1). Hierin sind Personen aus den folgenden Bereichen enthalten (Bild 3: grau hinterlegter Bereich):

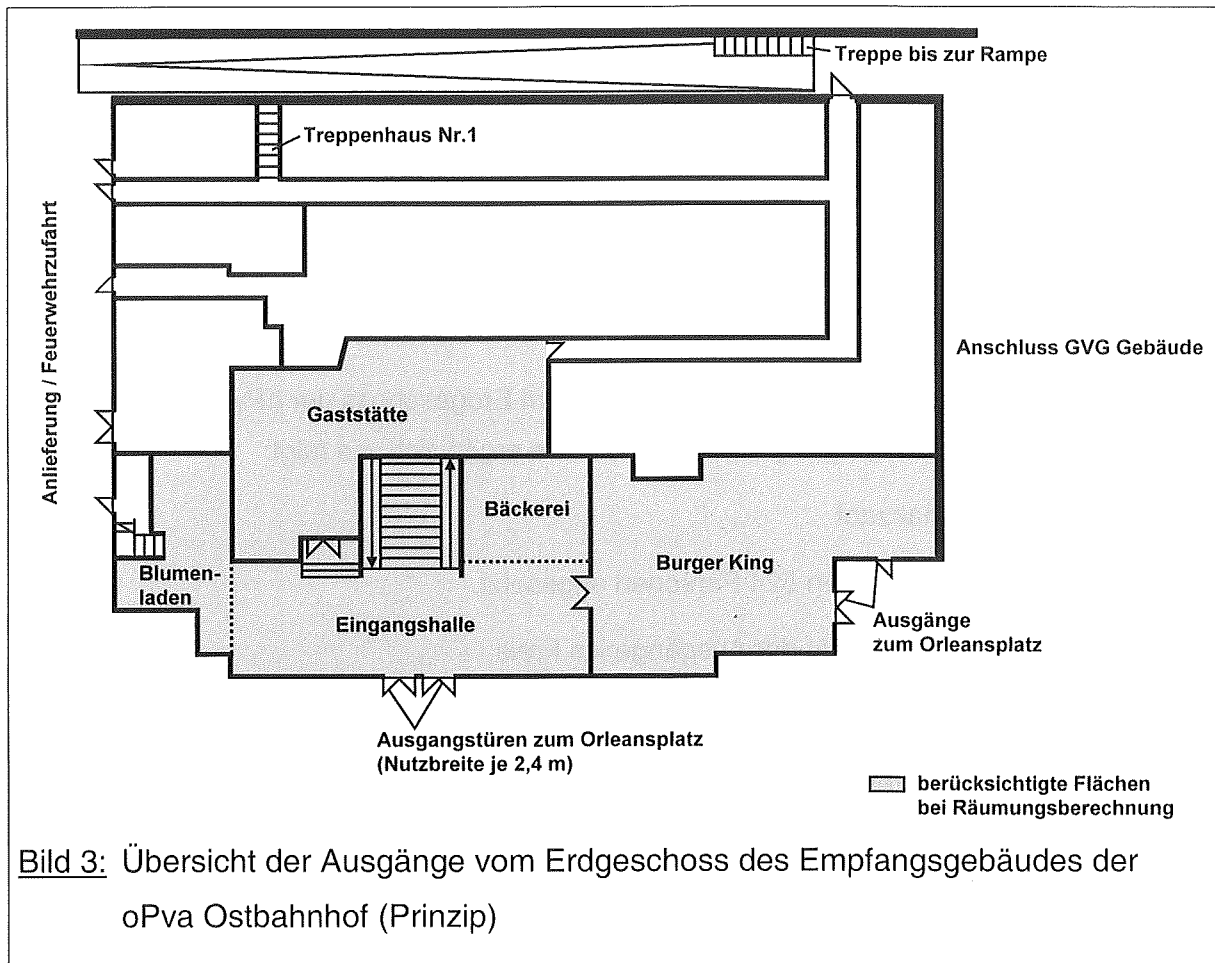
- a) Eingangshalle einschließlich Bäckerei
- b) Blumenladen
- c) Gaststätte
- d) Burger King

Für diese 524 Personen wurde im BSK [3] auf Grundlage der Versammlungsstättenverordnung [4] nachgewiesen, dass die vorhandenen Ausgänge ausreichend groß bemessen sind. Die Personen aus den dahinter angeordneten Räumen können über separate Flure und Ausgänge fliehen (Bild 3) [3].

Durch den Anschluss der uPva an das 1. UG der oPva sind keine baulichen Änderungen im Erdgeschoß erforderlich. Daher werden bei der nachfolgenden Betrachtung unverändert 524 Personen berücksichtigt, die aus dem Erdgeschoß über die Eingangshalle des Empfangsgebäudes ins Freie fliehen.

Etage	bei Räumung berücksichtigte Personenzahl
Bahnsteigebene uPva	3.754
1. Untergeschoss oPva	1.780
Erdgeschoss oPva	524

Tabelle 1: Für die Räumung zu berücksichtigende Personenzahlen in den einzelnen Etagen



(2) Ausgänge ins Freie

Für die in Ansatz gebrachte Personenzahl werden ausschließlich die beiden Türen, die von der Eingangshalle ins Freie führen, mit einer Nutzbreite von jeweils ca. 2,4 m (insgesamt 4,8 m) direkt gegenüber der Treppenanlage vom 1. UG berücksichtigt (Bild 3).

(3) Zeit bis Fluchtbeginn

Für die Reaktionszeit der im Erdgeschoss der oPva befindlichen Personen wird 1 Minute nach dem Brandalarm angesetzt.

(4) Berechnungsverfahren

Die überschlägige Berechnung der Räumungszeit wird wie im BSK [3] in Anlehnung an die Versammlungsstättenverordnung [4] durchgeführt. Hierbei wird jedoch die aktuell gültige Fassung der Versammlungsstättenverordnung [7] berücksichtigt. Demnach muss pro 200 Personen eine Ausgangsbreite von mindestens 1,2 m vorhanden sein.

Gemäß [6] kann hieraus die Leistungsfähigkeit der Ausgangstüren bestimmt werden, indem davon ausgegangen wird, dass je 0,6 m breiter Gehspur ca. 50 Personen pro Minute durch die Ausgänge abströmen können.

3.1.2 Räumungszeit des Erdgeschosses der oPva

Die Räumungszeit für die Personen aus dem Erdgeschoss der oPva über die beiden Türen in der Eingangshalle bis ins Freie ergibt sich wie folgt:

(1) Personenanzahl

Gemäß [3] werden 524 Personen angesetzt.

(2) Personenkapazität der Ausgänge ins Freie

$2 \times 4 \text{ Spuren} \times 50 \text{ Personen pro Minute} = 400 \text{ Personen pro Minute}$

(3) Räumungszeit

$1 \text{ Minute Reaktionszeit} + 524 \text{ Personen} / 400 \text{ Personen pro Minute} =$

$1 + 1,3 = 2,3 \text{ Minuten}$

Die letzte Person aus dem betrachteten Bereich des Erdgeschosses (Bild 3) erreicht ca. 3 Minuten nach dem Brandalarm über die Ausgangstüren in der Eingangshalle das Freie.

3.2 Erstes Untergeschoss der oPva

3.2.1 Allgemeine Festlegungen

Für die überschlägige Ermittlung der Räumungszeit für die Personen aus dem 1. UG der oPva wird von folgenden Festlegungen ausgegangen:

(1) Maßgebende Personenzahl

Im Brandschutzkonzept für die bestehende oPva Ostbahnhof [3] wurde auf Grundlage der Versammlungsstättenverordnung [4] nachgewiesen, dass die im 1. Untergeschoss der oPva vorhandenen Ausgänge ins Freie für die sich dort aufhaltenden ca. 1.780 Personen ausreichend groß bemessen sind (Bild 2).

Die Personenzahl setzt sich wie folgt zusammen [3]:

- a) Aus den Geschäften / öffentlichen Räumen: ca. 360 Personen
- b) Personen in der Passage (2 Personen / m² Fläche der Passage):
1.420 Personen
- c) Summe: 1.780 Personen (Tabelle 1)

Damit bei einem Brandfall in der uPva keine weiteren Personen in die Passage des 1. UG strömen, werden folgende Maßnahmen ergriffen:

- a) Das bestehende Brandschutztor T90 in der Brandwandachse zur Trennung der Nutzungsabschnitte der DB AG und der GVG wird geschlossen (Bild 2).
- b) Der Osttunnel zu den oberirdischen Bahnsteigen der oPva und zur Friedensstraße wird durch ein neues Brandschutztor T90 RS abgesperrt (Bild 2).
- c) In der bestehenden Personenunterführung in Richtung Norden wird ebenfalls ein neues Brandschutztor T90 RS angeordnet, um den Personenzustrom aus der daran angeschlossenen U-Bahn-Haltestelle Ostbahnhof der LHM und den Zugängen Orleansplatz Mitte und Orleansplatz Ost (Ebene -1) zu sperren (Bild 2).
- d) Somit verbleiben nur noch die beiden folgenden öffentlichen Zugänge zum 1. UG:
 - Treppenanlage vom Erdgeschoss des Empfangsgebäudes der oPva (Bilder 2 und 3)
 - Treppenanlage des Ausgangs Busbahnhof Ost (Bild 2)

Durch die erforderlichen Baumaßnahmen zur Anbindung der uPva an das 1. UG sind im Vergleich zum Ausgangszustand [3] weniger Ladenräume vorhanden. Es wird jedoch auf der sicheren Seite liegend davon ausgegangen, dass die zu berücksichtigende Anzahl der Personen aus den Läden und öffentlichen Räumen wie in [3] angegeben unverändert bleibt. Dies bedeutet, dass nach wie vor eine Personenzahl von 1780 Personen bei einer Räumung des 1. UG berücksichtigt wird (Tabelle 1).

(2) Ausgänge

Gemäß der Vorgehensweise in [3] werden folgende Ausgänge bei der Räumungsberechnung des 1. UG der oPva berücksichtigt:

- a) Neu erstellter Verbindungsgang zum Ausgang Busbahnhof Ost mit einer Nutzbreite von ca. 6 m (anstelle des abgesperrten alten Verbindungsganges) (Bild 2) (Tabelle 2)
- b) Notausgang Nr. 5, der durch eine ca. 2 m breite Tür über eine Rampe ins Freie führt (Bild 2) (Tabelle 2)
- c) Notausgang Nr. 9, der durch eine ca. 0,8 m breite Tür über eine notwendige (feste) Treppe ins Freie führt (Bild 2) (Tabelle 2)
- d) Ausgang zum Treppenhaus Nr. 1 mit einer Breite von ca. 1,1 m, in dem eine notwendige (feste) Treppe bis ins Erdgeschoss führt, wo über einen Flur und eine weitere Tür das Freie erreicht werden kann (Bilder 2 und 3) (Tabelle 2)
- e) Der Ausgang über die Treppenanlage zur Eingangshalle des Empfangsgebäudes wird wie bereits in [3] bei der Räumungsberechnung nicht angesetzt, da er nicht direkt ins Freie führt (Bilder 2 und 3).

lfd. Nr.	Ausgang	effektive Breite ca. [m]	Anzahl Gehspuren je 0,6 m	Personenkapazität der Ausgänge [Personen / Minute]
1	Verbindungsgang zum Ausgang Busbahnhof Ost	6	10	10 Spuren x 50 = 500
2	Notausgang Nr. 5	2	3	3 Spuren x 50 = 150
3	Notausgang Nr. 9	0,8	1	1 Spur x 50 = 50
4	Treppenhaus Nr. 1	1,1	1	1 Spur x 50 = 50
Summe			15	750

Tabelle 2: Personenkapazitäten der angesetzten Ausgänge aus dem 1. UG der oPva

(3) Zeit bis zum Fluchtbeginn

Für die Reaktionszeit der im 1. UG befindlichen Personen wird 1 Minute nach dem Brandalarm angesetzt.

(4) Berechnungsverfahren

Die überschlägige Berechnung der Räumungszeit für die Personen aus dem 1. UG der oPva wird wie im BSK der bestehenden oPva [3] in Anlehnung an die Versammlungsstättenverordnung [7] entsprechend der Vorgehensweise beim Erdgeschoss durchgeführt (Kapitel 3.1.1).

3.2.2 Räumungszeit des 1. Untergeschosses der uPva

Die Räumungszeit für die Personen aus dem 1. UG der oPva über die genannten Ausgänge (Kapitel 3.2.1) ergibt sich wie folgt:

(1) Personenanzahl

Auf der sicheren Seite liegend werden wie in [3] 1.780 Personen angesetzt.

(2) Personenkapazität der Ausgänge

Über die berücksichtigten Ausgänge können ca. 750 Personen pro Minute fliehen (Tabelle 2).

(3) Räumungszeit

1 Minute Reaktionszeit + 1.780 Personen / 750 Personen pro Minute =
1 + 2,4 = 3,4 Minuten

Die letzte der betrachteten Personen hat demnach ca. 4 Minuten nach dem Brandalarm das 1. UG der oPva verlassen.

3.3 Zusammenfassung

Die überschlägigen Räumungszeitberechnungen in Anlehnung an die Versammlungsstättenverordnung [7] gemäß dem Vorgehen im BSK der bestehenden oPva [3] haben Folgendes ergeben:

- (1) Die 524 Personen aus dem Erdgeschoss der oPva haben ca. 3 Minuten nach dem Brandalarm das Freie erreicht (Kapitel 3.1.2).

- (2) Die 1.780 Personen aus dem 1. UG der oPva haben dieses ca. 4 Minuten nach dem Brandalarm verlassen (Kapitel 3.2.2).

4 Räumungsberechnung für die uPva

4.1 Maßgebende Personenzahl

Bei der Räumung der uPva werden folgende Personenanzahlen berücksichtigt:

Es wird angenommen, dass in der uPva München Ostbahnhof insgesamt zwei vollbesetzte S-Bahn-Langzüge stehen, die geräumt werden müssen. Jeder S-Bahn-Langzug besteht aus drei Zugeinheiten, die jeweils über 192 Sitzplätze und 352 Stehplätze verfügen. Ein S-Bahn-Langzug mit 3 Zugeinheiten befördert demnach $3 \times (192 + 352) = 1.632$ Personen.

Die für die Räumung zu berücksichtigenden Personenzahlen werden gemäß [1] ermittelt:

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

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)

$P_{\max} = 2 \times (1.632) + 0,3 \times (1.632) = 3.754$ Personen. Davon sind $0,3 \times 1632 = 490$ Personen, die auf dem Bahnsteig warten, jeweils zur Hälfte auf dem nördlichen und südlichen Bahnsteig verteilt. Von diesen Personen befinden sich jeweils $2/3$ der Personen (je 163 Personen) im Osten, $1/6$ der Personen (je 41 Personen) im Westen und ein weiteres $1/6$ der Personen (je 41 Personen) in der Mitte der Bahnsteige (siehe Tabelle 3). Durch diese Verteilung in Ost-West-Richtung wird berücksichtigt, dass der Ausgang Ost der Hauptaufgang ist.

Bei der Räumung der Bahnsteigebene der uPva wird diese Personenverteilung berücksichtigt.

4.2 Allgemeine Festlegungen

Bei der Ermittlung der Räumungszeit für die Personen aus der uPva wird von folgenden allgemeinen Festlegungen ausgegangen:

(1) Zugänge zum temporär raucharmen Bereich

Die Treppenanlagen im Aufgang Mitte und im Hauptaufgang Ost sowie der Quergang West sind vor einer frühzeitigen Verrauchung jeweils durch mobile Rauchschrzen geschützt, die im Eingangsbereich des jeweiligen Quergangs parallel zu den Bahnsteigkanten angeordnet sind. Durch diese mobilen Rauchschrzen werden die Brandgase bei einem Fahrzeugbrand für einen gewissen Zeitraum daran gehindert, zum nicht betroffenen Bahnsteig und in die Treppenaufgänge zu gelangen. Die geschützten Bereiche zwischen den Rauchschrzen sind temporär raucharme Bereiche, in denen sich fliehende Personen vorübergehend aufhalten können. Es wird bei den Räumungsberechnungen davon ausgegangen, dass der Quergang West nicht benutzt wird, da sich in diesem Quergang keine Treppenanlagen befinden. Die Personen aus dem Westen fliehen deshalb ebenfalls über den Aufgang Mitte.

Vom betroffenen Bahnsteig können die temporär raucharmen Bereiche (ohne den Zugang zum Quergang West) über insgesamt 6 Zugänge (4 Zugänge am Aufgang Mitte, 2 Zugänge am Hauptaufgang Ost) betreten werden. Jeder Zugang ist ca. 6 m breit (dies entspricht pro Zugang 10 Gehspuren).

(2) Stauräume in temporär raucharmen Bereichen

Die Flächen der temporär raucharmen Bereiche an den Treppenanlagen (vgl. (1)) werden als Stauräume für die fliehenden Personen angesetzt, die vor den Treppenanlagen warten. Es werden folgende Flächen berücksichtigt:

- a) Aufgang Mitte: ca. 583 m² (ohne den Bereich unterhalb der Treppenanlage)
- b) Hauptaufgang Ost: ca. 375 m²

Für diese Stauflächen wird jeweils nur eine Personendichte von 2 Personen pro m² angesetzt, dies obwohl im EBA-Leitfaden [1] auf Bahnsteigen 3 Personen pro m² zugelassen sind.

(3) Treppenanlagen des Aufgangs Mitte

Die Treppenanlagen des Aufgangs Mitte (Bilder 1, 2 und 4) (Tabelle 5, Zeile 3) führen über das Sperrengeschoss Mitte (Ebene-1) direkt ins Freie. Es stehen durchgängig zwei Fahrtreppen bis ins Sperrengeschoss (Ebene-1) zur Verfü-

gung. Die Nutzbreite der notwendigen (festen) Treppe ändert sich jedoch wie folgt:

- (a) Die Verbindung zwischen der Bahnsteigebene (Ebene-6) und der Ebene-4 sowie zwischen der Ebene-2 und dem Sperrengeschoss Mitte (Ebene-1) besteht jeweils aus einer notwendigen (festen) Treppe mit einer Nutzbreite von ca. 2,4 m.
- (b) Bei der Verbindung zwischen der Ebene-4 und der Ebene-2 stehen zwei notwendige (feste) Treppen mit einer Nutzbreite von jeweils ca. 2,4 m zur Verfügung.

Bei der Räumungsberechnung wird jedoch auf der sicheren Seite liegend angenommen, dass von der Bahnsteigebene (Ebene -6) bis ins Sperrengeschoss Mitte (Ebene -1) neben den jeweils zwei Fahrtreppen (Nutzbreite je 1 m) durchgängig nur eine notwendige (feste) Treppe mit einer Nutzbreite von ca. 2,4 m zur Verfügung steht (Tabelle 5, Zeile 3).

Im Treppenaufgang Mitte führen vom Sperrengeschoss (Ebene -1) bis ins Freie eine Fahrtreppe mit einer Nutzbreite von 1 m und eine notwendige (feste) Treppe mit einer Nutzbreite von ca. 3 m (Bild 2) (Tabelle 5, Zeile 5).

(4) Treppenanlagen des Hauptaufgangs Ost

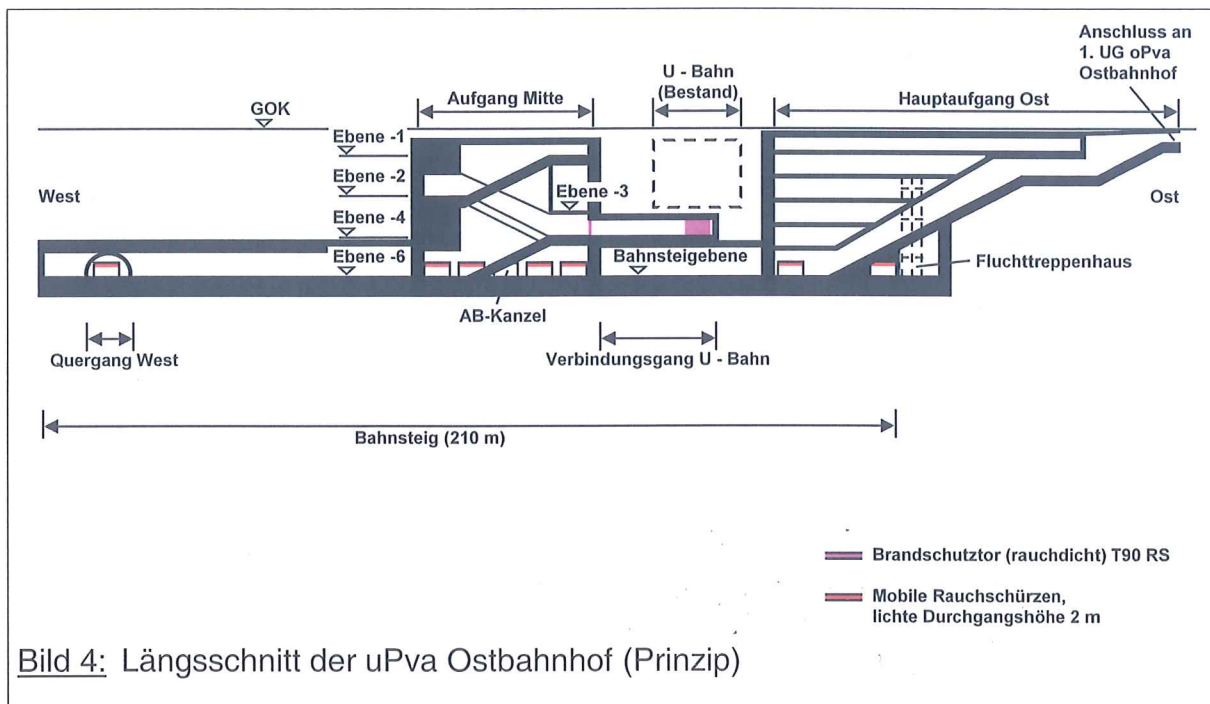
Die Fahrtreppenanlage im Hauptaufgang Ost, bestehend aus drei Fahrtreppen mit einer Nutzbreite von jeweils 1 m, wird auf einem Podest in Richtung Süd-Ost verschwenkt und endet im 1. Untergeschoss der oPva Ostbahnhof (Bilder 1, 2 und 4) (Tabelle 5, Zeile 2).

Es wird auf der sicheren Seite liegend angenommen, dass alle Personen, die über diese Fahrtreppenanlage das 1. Untergeschoss der oPva erreichen, von dort ausschließlich über den neuen Verbindungsgang zur Treppenanlage im Sperrengeschoss Ost (Ebene-1) fliehen, die im Bereich des Busbahnhofs ins Freie führt und über zwei Fahrtreppen mit einer Nutzbreite von jeweils 1 m sowie eine notwendige (feste) Treppe mit einer Nutzbreite von ca. 2,4 m verfügt (Bild 2) (Tabelle 5, Zeile 4). Die restlichen zur Verfügung stehenden Aufgänge im Bereich der oPva vom 1. Untergeschoss ins Freie werden für die Personen aus der uPva nicht als Rettungsweg angesetzt und bilden daher eine Sicherheitsreserve (Bild 2):

- (a) Treppenanlage zur Eingangshalle

- (b) Notausgang Nr. 5
- (c) Notausgang Nr. 9
- (d) Treppenhaus Nr. 1

Die notwendige (feste) Treppe im Fluchttreppenhaus am östlichen Bahnsteigende mit einer Nutzbreite von ca. 2,4 m führt über einen abgedeckelten Notausgang direkt ins Freie (Bilder 1, 2 und 4) (Tabelle 5, Zeile 1).



(5) Streckentunnel

Es wird angenommen, dass die S-Bahn-Fahrgäste von der Bahnsteigebene der uPva nur über die Treppenanlagen des Hauptaufgangs Ost und des Aufgangs Mitte sowie über das Fluchttreppenhaus ins Freie fliehen, nicht aber über die Streckentunnel (Bild 2).

(6) U-Bahn-Haltestelle

Der Verbindungsgang vom Aufgang Mitte (Ebene-4) zur U-Bahn-Haltestelle Ostbahnhof der LHM wird bei der Räumungsberechnung nicht berücksichtigt, da der Verbindungsgang durch ein T90 RS-Brandschutztor abgesperrt wird. Ferner wird so im Brandfall sichergestellt, dass keine Personen aus der U-Bahn-Haltestelle der LHM den Aufgang Mitte benutzen (Bild 4).

(7) Aufzüge

Es werden keine Aufzüge bei der Räumungsberechnung in Ansatz gebracht.

(8) Zeit bis Fluchtbeginn

Für die Restfahrzeit zur uPva München Ostbahnhof, die Erkundungszeit durch den Fahrzeugführer und die Reaktionszeit der Fahrgäste wird eine Vorlaufzeit von 5 Minuten ab Brandbeginn angesetzt (Kapitel 2).

Für einen besseren Vergleich der Räumungszeiten der Personen aus der uPva und der Personen aus der oPva wird jedoch zusätzlich der Alarmierungszeitpunkt (4 Minuten nach Brandbeginn) herangezogen.

(9) Berechnungsverfahren

Die Räumungsberechnungen werden mit Hilfe der computergestützten Simulation ASERI und in Anlehnung an die NFPA 130 [2] durchgeführt.

(10) Räumungszeiten RZ1 und RZ2

Bei der Berechnung werden zwei verschiedene Räumungszeiten RZ1 und RZ2 ermittelt. Die Räumungszeit RZ1 endet zu dem Zeitpunkt, an dem die letzte Person den temporär raucharmen Bereich hinter den Rauchschürzen betritt (Bild 1). Die Räumungszeit RZ2 gibt die Zeit bis zum Fluchtende (Personen sind alle im Freien) an.

4.3 Räumungsberechnung mit ASERI

4.3.1 Festlegungen

Für die Simulation der Räumung mit ASERI wurden folgende Festlegungen getroffen:

- (1) Die mittlere uneingeschränkte ebenerdige Gehgeschwindigkeit wird auf 1,1 m/s \pm 0,4 m/s festgelegt.
- (2) Die Personen in den verschiedenen Räumen (Zugeinheiten, Bahnsteig, 1. UG oPva, EG oPva) werden zu Beginn der Simulation vom Programm ASERI gleichmäßig in den zugewiesenen Bereichen verteilt (Tabelle 3).
- (3) Für die Ermittlung der Räumungszeiten wird für die Personen der Bewegungsmodus „Entfluchtung“ verwendet.

- (4) Den Personen wird der Modus „dynamische Ausgangswahl“ zugewiesen. Die Personen fliehen zum nächstliegenden Ausgang, nutzen aber z.B. bei Staubildung auch andere erreichbare Ausgänge.
- (5) Die Räume werden mit der Eigenschaft „auf kürzestem Weg den Raum verlassen“ definiert.
- (6) Die Fahrtreppen werden als stehend angesetzt.

Standort	Personenanzahl
Südlicher Bahnsteig	
(1) im Westen	
a) Zugeinheit	544
b) wartende Personen	41
(2) in der Mitte	
a) Zugeinheit	544
b) wartende Personen	41
(3) im Osten	
a) Zugeinheit	544
b) wartende Personen	163
Summe „südlicher Bahnsteig“	1.877
Nördlicher Bahnsteig	
(1) im Westen	
a) Zugeinheit	544
b) wartende Personen	41
(2) in der Mitte	
a) Zugeinheit	544
b) wartende Personen	41
(3) im Osten	
a) Zugeinheit	544
b) wartende Personen	163
Summe „nördlicher Bahnsteig“	1.877
Summe uPva	3.754
Im 1. UG der oPva	1.780
Im EG der oPva	524

Tabelle 3: Personenverteilung im Programm ASERI auf die verschiedenen Standorte

- (7) Den Personen, die sich im Osten auf dem nördlichen und südlichen Bahnsteig sowie in den dort stehenden Zugeinheiten befinden, wird vorgegeben, die uPva über den Hauptaufgang Ost zu verlassen.
- (8) Die Personenanzahl im EG und im 1. UG der oPva sowie in der uPva ist aus Tabelle 3 ersichtlich.

4.3.2 Szenarien der Räumungsberechnung mit ASERI

Mit dem computergestützten Simulationsprogramm ASERI wurden verschiedene Szenarien untersucht, die sich hinsichtlich des Brandortes und der Verfügbarkeit der Fahrtreppen unterscheiden. Der Brandort muss hierbei berücksichtigt werden, da dieser großen Einfluss auf die Fluchtrichtungswahl der Personen hat. Beispielsweise ist zu erwarten, dass bei einem Brand der mittleren Zugeinheit die Personen aus dem westlichen Bahnsteigbereich und der westlichen Zugeinheit vom Brandort weg über den Quergang West zum gegenüberliegenden Bahnsteig fliehen.

4.3.3 Ergebnisse der Räumungsberechnungen mit ASERI

Die mit ASERI untersuchten Szenarien sind aus Tabelle 4 ersichtlich. In den Bildern 6 bis 9 sind einige Simulationsergebnisse mit ASERI dokumentiert.

Szenario	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4
Brandort	Ost ¹⁾	Ost ¹⁾	Mitte ²⁾	Mitte ²⁾
1 Fahrtreppe gesperrt im Aufgang	Mitte	Ost	Mitte	Ost
RZ1	15	13	8	8
RZ2	25	23	25	24

¹⁾ Personen aus westlicher Zugeinheit und westlichem Bahnsteigbereich fliehen auch über den Treppenaufgang Mitte. Der Quergang West wird nicht genutzt.

²⁾ Personen aus westlicher Zugeinheit und westlichem Bahnsteigbereich fliehen über den Quergang West zum gegenüberliegenden Bahnsteig und von dort über den Aufgang Mitte ins Freie

Anmerkung: RZ1 = Räumungszeit bis in temporär raucharme Bereiche

RZ2 = Räumungszeit bis ins Freie

Tabelle 4: Ermittelte Räumungszeiten der verschiedenen untersuchten Szenarien mit ASERI inklusive Vorlaufzeit

Die Simulationen der vier Szenarien haben gezeigt, dass im ungünstigen Fall (Szenario Nr. 1) die Personen erst nach 15 Minuten den temporär raucharmen Bereich (RZ1) erreicht haben.

Eine deutlich kürzere Räumungszeit $RZ1 = 8$ Minuten ergibt sich für die Szenarien Nr. 3 und Nr. 4, da in diesen Szenarien aufgrund des Brandortes viele Personen über den temporär raucharmen Bereich im Quergang West fliehen und diesen schneller erreichen.

Die maßgebende Räumungszeit $RZ2$ von 25 Minuten bis ins Freie ergibt sich bei beiden Brandorten jeweils, wenn am Ausgang Mitte eine Fahrtreppe nicht begehbar ist (Tabelle 4: Szenarien Nr. 1 und Nr. 3).

Der Grund dafür, dass die Flucht über den Ausgang Mitte mit einer gesperrten Fahrtreppe die längere Räumungszeit ergibt (Szenario Nr. 1 und Nr. 3), ist durch die geringere Treppenkapazität (Gesamt-Personenkapazität Ausgang Mitte: 157 Personen pro Minute; Gesamt-Personenkapazität Hauptaufgang Ost: 182 Personen pro Minute; Tabelle 5) und die höhere Personenanzahl (Ausgang Mitte: 2.340 Personen; Hauptaufgang Ost: 1.414 Personen; Tabelle 5) begründet.

Da die Simulation beim Szenario Nr. 1 auch die längste Räumungszeit $RZ1$ bis in einen temporär raucharmen Bereich ausgibt, ist dieses Szenario Nr. 1 (Brandort Ost, eine Fahrtreppe am Ausgang Mitte nicht begehbar) das maßgebende und wird nachfolgend auch bei der Berechnung der Räumungszeit in Anlehnung an die NFPA 130 [2] angesetzt.

4.4 Räumungsberechnungen in Anlehnung an die NFPA 130

4.4.1 Festlegungen gemäß der NFPA 130

- (1) Gehgeschwindigkeit auf dem Bahnsteig: 0,63 m/s
- (2) Gehgeschwindigkeit auf ebenen Flächen im Sperrengeschoß, 1. Untergeschoß und im Freien: 1 m/s
- (3) Als Vertikalgeschwindigkeit auf festen Treppen und Fahrtreppen werden 0,25 m/s angesetzt.
- (4) Die Personenkapazität einer aufwärts begangenen 1 m breiten Treppe beträgt 55 Personen pro Minute.

- (5) Die Personenkapazität einer 1 m breiten Tür beträgt 82 Personen pro Minute.
- (6) Die Räumungszeit RZ ergibt sich aus der Addition der Gehzeiten T_i , den Wartezeiten W_i , und der Vorlaufzeit von 5 Minuten. Für die Ermittlung der Gehzeiten T_1 bis T_5 für die einzelnen Rettungswegabschnitte werden die entsprechenden Weglängen und Höhenunterschiede in der uPva in Verbindung mit den genannten Gehgeschwindigkeiten herangezogen.
- (7) Für die Ermittlung der Wartezeiten auf einzelnen Rettungswegabschnitten werden Schleusungszeiten benötigt. Als Schleusungszeit wird diejenige Zeit verstanden, die eine Personengruppe benötigt, um z.B. einen Engpass vor einem Treppenaufgang zu passieren.

4.4.2 Von der NFPA 130 abweichende Festlegungen

- (1) Die Verteilung der Personen erfolgt aufgrund der folgenden Randbedingungen auf der Bahnsteigebene der uPva nicht nach dem hydraulischen Prinzip:
 - a) Die Ausgänge sind nicht gleichmäßig entlang der Bahnsteigebene verteilt, sondern befinden sich nur in der Mitte und im Osten (Bild 1). Im Westen ist kein Treppenhaus angeordnet.
 - b) Die Personen in den westlichen und mittleren Zügeinheiten werden den Aufgang Mitte bevorzugt nutzen, da er am nächsten liegt.
 - c) Durch die Anbindung des Hauptaufgangs Ost der uPva an die oPva Ostbahnhof ist zu erwarten, dass sich ein Großteil (ca. 2/3) der wartenden Personen auf der Bahnsteigebene der uPva eher im östlichen Bahnsteigbereich aufhält.

Aufgrund dieser Gegebenheiten (vergleiche Punkte a) bis c)) wird unabhängig von der Kapazität der Treppenanlagen von der unter Punkt (2) und (3) angegebenen Personenverteilung auf den Hauptausgang Ost und den Aufgang Mitte ausgegangen.

- (2) Personenverteilung am Hauptaufgang Ost
 - a) Fahrgäste aus den beiden östlichen Zügeinheiten (brennender Zug und Gegenzug; insgesamt 2 Zügeinheiten) (Kapitel 4.1):
 $2 \times (192 + 352) = 1.088$ Personen

- b) 2/3 der wartenden Personen auf dem Bahnsteig (Kapitel 4.1):
 $2/3 \times 0,3 \times (1.632) = 326$ Personen

- c) Summe: $1.088 + 326 = 1.414$ Personen

Die 1.414 Personen werden die beiden Treppenanlagen im Hauptaufgang Ost (Fahrtreppen und Fluchttreppenhaus) zur Flucht nutzen. Nach dem hydraulischen Prinzip würden nur ca. 500 Personen über die Fahrtreppenanlage aber ca. 900 Personen über das Fluchttreppenhaus fliehen. Dies erscheint unrealistisch, da zu erwarten ist, dass sich die Personen nicht entsprechend der Treppenkapazitäten verteilen, sondern mehr Personen aus Gewohnheit die ihnen bekannte Fahrtreppenanlage zum 1. UG der oPva wählen. Da die Kapazität der Fahrtreppenanlage ($3 \times 25 = 75$ Personen pro Minute) deutlich geringer ist als die Kapazität der festen Treppenanlage im Fluchttreppenhaus ($4 \times 33 = 132$ Personen pro Minute), wird auf der sicheren Seite liegend für die Räumungsberechnung angenommen, dass über die Fahrtreppenanlagen nicht nur ca. 500 Personen, sondern etwa 700 Personen fliehen. Die Fahrtreppenanlage und das Fluchttreppenhaus im Hauptaufgang Ost werden mit diesem Ansatz von der gleichen Personenanzahl genutzt:

- a) 707 Personen fliehen über die drei Fahrtreppen bis ins 1. UG der oPva und dort über den neu erstellten Verbindungsgang ins Sperrengeschoss Ost (Ebene -1), wo sie über den Ausgang Busbahnhof Ost das Freie erreichen (Bilder 1, 2 und 5, Tabelle 5, Zeilen 2 und 4)
- b) 707 Personen benutzen das Fluchttreppenhaus und gelangen über einen Notausstieg direkt ins Freie (Bilder 1, 2 und 5, Tabelle 5, Zeile 1)

(3) Personenverteilung am Aufgang Mitte

- a) Fahrgäste aus den westlichen und mittleren Zügeinheiten (brennender Zug und Gegenzug; insgesamt 4 Zügeinheiten) (Kapitel 4.1):

$$4 \times (192 + 352) = 2.176 \text{ Personen}$$

- b) 1/3 der wartenden Personen auf dem Bahnsteig (Kapitel 4.1):
 $1/3 \times 0,3 \times (576 + 1.056) = 164$ Personen

- c) Summe: $2.176 + 164 = 2.340$ Personen

Die 2.340 Personen fliehen über die Treppenanlagen des Aufgangs Mitte bis zum Sperrengeschoss Mitte und von dort über den Ausgang Orleansplatz ins Freie (Bilder 1, 2 und 5, Tabelle 5, Zeilen 3 und 5).

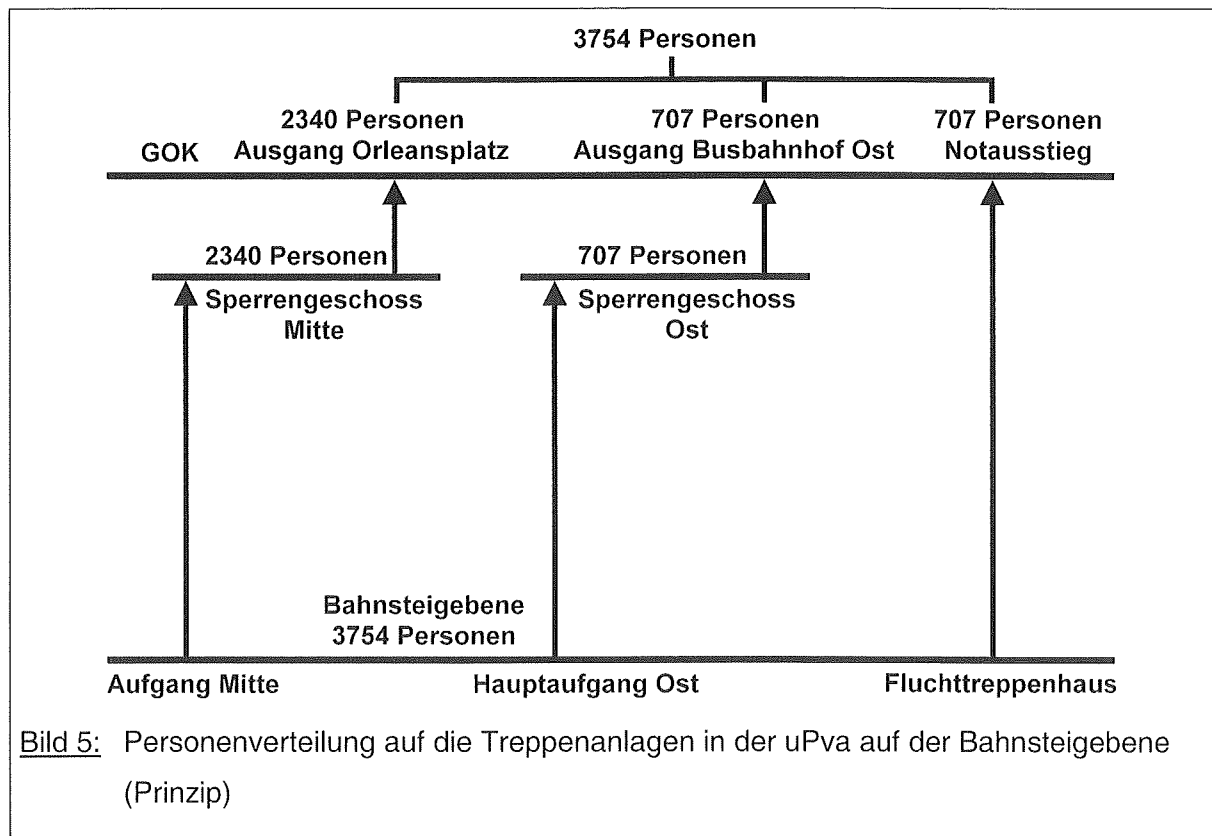


Bild 5: Personenverteilung auf die Treppenanlagen in der uPva auf der Bahnsteigebene (Prinzip)

(4) Kapazität von Gehspuren

Bei den Räumungsberechnungen wird eine Fluchtsurbreite von 60 cm verwendet [5]. Die Treppen- bzw. Türbreiten werden über diese Gehsurbreite in die ganzzahlige Anzahl von Fluchtsuren umgerechnet, während bei der NFPA 130 [2] die volle Treppen- bzw. Türbreite angesetzt wird. Restbreiten (< 60 cm) 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 Fluchtsur von ca. 0,6 m angesetzt (Sicherheitsreserve).

Demnach ergibt sich unter Berücksichtigung der in der NFPA 130 [2] angegebenen Personenkapazitäten für Treppen bzw. Türen (Kapitel 4.4) folgende Personenkapazität für Gehspuren auf Treppen bzw. in Türen:

- a) $0,6 \text{ m je Gehspur} \times 55 \text{ Personen pro Minute je } 1 \text{ m Treppenbreite} = 33 \text{ Personen pro Minute je Gehspur auf Treppen}$

- b) $0,6 \text{ m je Gehspur} \times 82 \text{ Personen pro Minute je } 1 \text{ m Türbreite} =$
 $49 \text{ Personen pro Minute je Gehspur in Türen}$

(5) Fahrtreppen

- a) Es wird in der Räumungsberechnung davon ausgegangen, dass alle Fahrtreppen zur Zeit der Räumung ausgeschaltet sind. Dies gilt auch für vom Brandereignis wegführende Fahrtreppen (Sicherheitsreserve), die jedoch in der Praxis so lange wie möglich in Betrieb sein sollten, um z.B. älteren Menschen die Flucht zu erleichtern [5].
- b) Die Begehrbarkeit 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 [2] wie in [5] vorgeschlagen auf etwa drei Viertel reduziert ($33 \times 3/4 \approx 25$).
- c) Gemäß [5] wird davon ausgegangen, dass während der Räumung der uPva eine der Fahrtreppen, z.B. wegen Reparaturarbeiten nicht benutzbar ist.

4.4.3 Berechnung der Räumungszeiten aus der uPva

Bei der Berechnung der Räumungszeit in Anlehnung an die NFPA 130 [2] wird aufgrund der Berechnungsergebnisse mit ASERI (Tabelle 4) die ungünstigere Fluchtsituation gewählt, die beim Brandort Ost vorliegt. Die Räumungszeiten werden für die Flucht über den Ausgang Mitte und auch über den Hauptaufgang Ost aus folgenden Gründen berechnet:

- (1) Der Ausgang Mitte ist, wie die Simulationen mit ASERI (Kapitel 4.3) zeigen, maßgebend für die Gesamträumungszeit und die Räumungszeit bis in einen temporär raucharmen Bereich, da über diesen Ausgang die meisten Personen fliehen und ferner bei einer gesperrten Fahrtreppe eine geringere Treppenkapazität als im Hauptaufgang Ost verfügbar ist (Tabelle 4). Dies bestätigen ebenfalls Vorberechnungen in Anlehnung an die NFPA 130 [2]. Deshalb wird nachfolgend bei der Räumungsberechnung in Anlehnung an die NFPA 130 [2] auch der Ausgang Mitte der uPva betrachtet.

lfd. Nr.	Treppenverbindung		Treppenanlagen	Personenkapazität der Treppenanlagen [Personen / Minute]	Personenaufteilung auf die Treppenanlagen
1	Bahnsteigebene / Geländeoberfläche	Fluchttreppenhaus	1 notwendige (feste) Treppe, Breite 2,4 m	4 Spuren x 33 = 132	707
2	Bahnsteigebene / 1. Untergeschoss oPva	Fahrtreppenanlage Hauptaufgang Ost	3 Fahrtreppen, Breite je 1 m	3 Spuren x 25 = 75	707
3	Bahnsteigebene / Sperrengeschoss Mitte	Treppenanlage Aufgang Mitte	1 notwendige (feste) Treppe, Breite 2,4 m 2 Fahrtreppen, Breite je 1 m	4 Spuren x 33 + 1 Spur x 25 = 157 (1 Fahrtreppe nicht benutzbar)	3.047 2.340
4	Sperrengeschoss Ost / Geländeoberfläche	Treppenanlage zum Busbahnhof	1 notwendige (feste) Treppe, Breite 2,4 m 2 Fahrtreppen, Breite je 1 m	4 Spuren x 33 + 2 Spuren x 25 = 182	707
5	Sperrengeschoss Mitte / Geländeoberfläche	Treppenanlage zum Orleansplatz	1 notwendige (feste) Treppe, Breite 3 m 1 Fahrtreppe, Breite 1 m	5 Spuren x 33 + 1 Spur 25 = 190	2.340 3.047

Tabelle 5: Treppenanlagen der uPva Ostbahnhof und deren Nutzung bei der Räumung der Bahnsteigebene (insgesamt 3754 Personen)

- (2) Die Räumungszeit über den Hauptaufgang Ost muss zusätzlich berechnet werden, um zu erfahren, wann die erste Person aus der uPva das 1. UG der oPva über die Fahrtreppenanlage erreicht hat. Durch einen Vergleich dieser Räumungszeit mit der Zeit, die für die Räumung des 1. UG der oPva erforderlich ist, kann beurteilt werden, ob eine gegenseitige Beeinflussung der beiden Personenströme (aus der uPva und aus dem 1. UG der oPva) zu erwarten ist.

4.4.3.1 Räumungszeit RZ1 für den Fluchtweg über den Aufgang Mitte

Die Räumungszeit RZ1 (alle Personen haben einen temporär raucharmen Bereich hinter den Rauchschränken erreicht) wird unter Berücksichtigung der verfügbaren Stauflächen in den Quergängen vor den Treppenaufgängen zwischen den Rauchschränken (temporär raucharmer Bereich) ermittelt (Kapitel 4.2). Mit folgenden Angaben kann RZ1 bestimmt werden:

- (1) Personenanzahl

Hauptaufgang Mitte: 2.340 Personen

- (2) Personenkapazität der gesamten Warteflächen im temporär raucharmen Bereich des Aufgang Mitte

Der temporär raucharme Bereich zwischen den Rauchschränken im Aufgang Mitte verfügt über folgende Personenkapazität:

$583 \text{ m}^2 \times 2 \text{ Personen pro m}^2 = 1.166 \text{ Personen}$

Die Warteflächenbereiche beidseitig der Treppenanlage im Aufgang Mitte sind symmetrisch und gleich groß. Daher können vom nördlichen und südlichen Bahnsteig jeweils gleich viele Personen in den Wartebereich gelangen ($0,5 \times 1.166 = 583 \text{ Personen}$)

- (3) Personenkapazität der Treppenanlage

Die Personenkapazität der Treppenanlage im Aufgang Mitte kann Tabelle 5 direkt entnommen werden.

- (4) Schleusungszeit

Am betrachteten Aufgang Mitte wird unter Berücksichtigung der folgenden Randbedingungen die maßgebende Schleusungszeit ermittelt:

- a) Personen, die über die Zugänge der beiden Bahnsteige in den temporär raucharmen Bereich im Aufgang Mitte fliehen: 2.340 Personen

- b) Die Staufläche am Ausgang Mitte kann jedoch gleichzeitig nur insgesamt 1.166 Personen von beiden Bahnsteigen aufnehmen.

Von den insgesamt 2.340 Personen, die von beiden Bahnsteigen zum Ausgang Mitte fliehen, können demnach zunächst nur 1.166 Personen in den temporär raucharmen Wartebereich gelangen. Die Staufläche reicht daher nicht für alle 2.340 Personen.

Die restlichen $2.340 - 1.166 = 1.174$ Personen müssen auf den beiden ungeschützten Bahnsteigen so lange warten, bis entsprechend viele Personen den Wartebereich vor den Treppenanlagen des Ausgangs Mitte über die Fahrtreppe und die feste Treppe verlassen haben und somit wieder Aufstellungsfläche im temporär raucharmen Bereich zwischen den Rauchschürzen frei wird.

- c) Personenkapazität der von der Bahnsteigebene (Ebene -6) zur Ebene -4 führenden Treppenanlage im Ausgang Mitte

4 Spuren x 33 Personen pro Minute je Spur + 1 Spur x 25 Personen pro Minute je Spur = 157 Personen pro Minute (1 Fahrtreppe nicht begehbar)

Die Schleusungszeit $S_{\text{Mitte I}}$ an den Zugängen vom Bahnsteig zum Quergang Mitte ist nicht maßgebend, sondern die nachfolgende Schleusungszeit $S_{\text{Mitte II}}$ vor der Treppenanlage im Ausgang Mitte:

$$S_{\text{Mitte II}} = 1.174 \text{ Personen} / 157 \text{ Personen pro Minute} = 7,5 \text{ Minuten}$$

- (5) Maßgebende Gehstrecke

Es wird die Gehstrecke der Person aus dem Westen betrachtet, die am weitesten vom Zugang des Ausgangs Mitte entfernt ist:

- a) Gehstrecke vom westlichen Bahnsteigende bis zum westlichen Zugang des Ausgangs Mitte: ca. 90 m

- b) Gehzeit $T_{\text{Mitte}} : 90 \text{ m} / 0,63 \text{ m/s} = 2,4 \text{ Minuten}$

- (6) Wartezeiten

Es ergibt sich folgende Wartezeit:

$$\begin{aligned} W_{\text{Mitte}} &= S_{\text{Mitte II}} - T_{\text{Mitte}} \\ &= 7,5 - 2,4 = 5,1 \text{ Minuten} \end{aligned}$$

Unter Berücksichtigung der obigen Angaben ergibt sich die maßgebende Räumungszeit RZ1 bis alle 2.340 Personen den temporär raucharmen Bereich im Quergang Mitte erreicht haben, zu ca. 13 Minuten einschließlich Vorlaufzeit (Tabelle 6).

Vorlaufzeit [min]	5
Gehzeit [min]	2,4
Wartezeit [min]	5,1
Summe RZ1 [min]	13

Tabelle 6: Ermittelte Räumungszeit RZ1 bis in den temporär raucharmen Bereich in Anlehnung an die an die NFPA 130 [2]

4.4.3.2 Räumungszeit RZ2 für den Fluchtweg über den Aufgang Mitte

Für die maßgebende Räumungszeit RZ2 bis ins Freie werden folgende Schleusungszeiten zur Bestimmung der Wartezeiten ermittelt:

- (1) Schleusungszeit am Fuß der Treppenanlage am Aufgang Mitte (Bild 2)
 - a) Personenanzahl vor der Treppenanlage am Aufgang Mitte (Tabelle 5, Zeile 3): 2.340 Personen
 - b) Personenkapazität der von der Bahnsteigebene (Ebene-6) zur Ebene -4 führenden Treppenanlage:
4 Spuren x 33 Personen pro Minute je Spur + 1 Spur x 25 Personen pro Minute je Spur = 157 Personen pro Minute (1 Fahrtreppe nicht begehbar)
 - c) Schleusungszeit $S_1 = 2.340 \text{ Personen} / 157 \text{ Personen pro Minute} = 14,9 \text{ Minuten}$
- (2) Schleusungszeit am Fuß der vom Sperrengeschoss Mitte (Ebene -1) ins Freie führenden Treppenanlage am Ausgang Orleansplatz (Bild 2):
 - a) Personenanzahl vor der Treppenanlage im Sperrengeschoss Mitte (Ebene -1) (Tabelle 5, Zeile 5): 2.340 Personen
 - b) Personenkapazität der vom Sperrengeschoss Mitte (Ebene -1) ins Freie führende Treppenanlage:
5 Spuren x 33 Personen pro Minute je Spur + 1 Spur x 25 Personen pro Minute je Spur = 190 Personen pro Minute

c) Schleusungszeit $S_2 = 2.340 \text{ Personen} / 190 \text{ Personen pro Minute} = 12,3$
 Minuten

Mit den Schleusungszeiten S_1 und S_2 können die zugehörigen Wartezeiten W_1 und W_2 berechnet werden. Die Räumungszeit RZ2 bis ins Freie beträgt ca. 24 Minuten (Tabelle 7).

Zeitabschnitte der Räumung		Dauer [min]
Zeit bis Fluchtbeginn (bestehend aus der Restfahrzeit bis in die nächste Station, der Erkundungszeit durch den Fahrzeugführer und der Reaktionszeit der Fahrgäste)		5
Gehzeiten der Person, die den längsten Rettungsweg hat	$T_1 =$ Zeit zum Erreichen der Treppenanlage im Aufgang Mitte (ca. 100 m / 0,63 m/s)	2,7
	$T_2 =$ Zeit zum Überwinden des Höhenunterschiedes (ca. 30 m / 0,25 m/s) zwischen Bahnsteigebene und Sperrengeschoss Mitte	2
	$T_3 =$ Zeit zum Erreichen der Treppenanlage im Sperrengeschoss Mitte (ca. 40 m / 1 m/s)	0,7
	$T_4 =$ Zeit zum Überwinden des Höhenunterschiedes zwischen Sperrengeschoss Mitte und dem Freien (ca. 5,5 m / 0,25 m/s)	0,4
	$T_5 =$ Zeit für den Weg an der Geländeoberfläche (ca. 10 m / 1 m/s)	0,2
Wartezeit an den Treppenaufgängen	Wartezeit am Fuß der vom Bahnsteig zur Ebene -4 führenden Treppenanlage: $W_1 = S_1 - T_1 = (14,9 - 2,7) \text{ min}$	12,2
	Wartezeit vor der ins Freie führenden Treppenanlage: $W_2 = S_2 - S_1 = (12,3 - 14,9) \text{ min}$	0
Räumungszeit RZ2 (bis ins Freie) = 5 min + $T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + W_1 + W_2$		ca. 24

Tabelle 7: Ermittelte Räumungszeit RZ2 bis ins Freie für die uPva München Ostbahnhof

4.4.3.3 Zusammenfassung

Für den maßgebenden Rettungsweg, der über den Aufgang Mitte und das Sperrengeschoss Mitte zum Ausgang Orleansplatz bis ins Freie führt (Bilder 1 und 2), ergeben sich folgende Räumungszeiten, wenn die Berechnungen in Anlehnung an die NFPA 130 [2] durchgeführt werden:

- (1) Räumungszeit RZ1 bis in einen temporär raucharmen Bereich

Etwa 13 Minuten nach Brandbeginn erreicht die letzte Person aus der uPva einen temporär raucharmen Bereich hinter den Rauchschürzen (Tabelle 6).

- (2) Räumungszeit RZ2 bis ins Freie

Etwa 24 Minuten nach Brandbeginn haben alle fliehenden Personen aus der uPva das Freie erreicht (Tabelle 7).

4.4.3.4 Fluchtweg vom Hauptaufgang Ost bis zum 1. UG der oPva

Es muss überprüft werden, ob sich die fliehenden Personen aus der uPva und aus dem 1. UG der oPva gegenseitig auf ihrer Flucht behindern. Hierzu muss ermittelt werden, wann die erste Person von der Bahnsteigebene der uPva das 1. UG der oPva über die Fahrtreppenanlage des Hauptaufgangs Ost erreicht hat. Diese Zeit RZ_{uPva} muss mit dem Zeitpunkt RZ_{UG} verglichen werden, zu dem die letzte Person das 1. UG der oPva verlassen hat. Nur wenn $RZ_{uPva} < RZ_{UG}$ ist, ist eine gegenseitige Beeinflussung der beiden Personenströme möglich. Es wird ungünstig angenommen, dass zum Zeitpunkt der Alarmierung eine Person unmittelbar neben der Fahrtreppenanlage des Hauptaufgangs Ost der uPva steht und ins 1. UG der oPva flieht. Für diese Person wird keine zusätzliche Gehzeit auf der Bahnsteigebene angesetzt. Der erforderliche Zeitbedarf dieser Person bis ins 1. UG der oPva lässt sich nach der Alarmierung wie folgt ermitteln:

1 Minute Reaktionszeit + Zeit zum Überwinden des Höhenunterschiedes zwischen der Bahnsteigebene und dem 1. UG der oPva (ca. 33 m / 0,25 m/s) = 1 + 2,2 = ca. 4 Minuten.

Somit erreicht die erste Person aus der uPva das 1. UG der oPva ca. 4 Minuten nach der Alarmierung. Zu diesem Zeitpunkt (4 Minuten nach Brandalarm) haben jedoch bereits alle Personen aus dem 1. UG dieses über die entsprechenden Ausgänge verlassen (Kapitel 3.2.2). Ferner haben ca. 3 Minuten nach der Alarmierung alle Personen aus dem Erdgeschoss der oPva das Freie erreicht (Kapitel 3.1.2).

Somit werden, unter Berücksichtigung der getroffenen Festlegungen, die Personen aus der uPva bei ihrer Flucht nicht von den Personen aus dem 1. Untergeschoss und dem Erdgeschoss der oPva behindert.

5 Zusammenfassendes Ergebnis

Mit Hilfe der computergestützten Räumungssimulation durch ASERI und in Anlehnung an die NFPA 130 [2] wurden Räumungszeiten für die uPva München Ostbahnhof tief ermittelt (Tabelle 8).

Geringfügig längere Räumungszeiten RZ1 (alle Personen haben raucharme Bereiche hinter den Rauchschürzen erreicht) und RZ2 (alle Personen sind im Freien) wurden mit ASERI ermittelt.

Bei Zugrundelegung der mit ASERI bestimmten Räumungszeiten muss die Bahnsteigebene der uPva München Ostbahnhof für mindestens ca. 15 Minuten raucharm gehalten werden, damit alle Fahrgäste gefahrlos in die temporär raucharmen Bereiche hinter den Rauchschürzen gelangen können. Die Rettungswege, die in den temporär raucharmen Bereichen liegen, dürfen frühestens 25 Minuten nach Brandbeginn verrauchen, da dann erst alle Fahrgäste das Freie erreicht haben (Tabelle 8).

Berechnungsmethode	ASERI [min]	In Anlehnung an NFPA 130 [min]
RZ1: Alle Personen befinden sich in einem temporär raucharmen Bereich	15	13
RZ2: Alle Personen haben das Freie erreicht	25	24

Tabelle 8: Räumungszeiten der beiden Berechnungsmethoden inklusive Vorlaufzeit bei der ungünstigen Annahme eines Brandereignisses im Osten

6 Literatur

- [1] Eisenbahn-Bundesamt: Leitfaden für den Brandschutz in Personenverkehrsanlagen der Eisenbahnen des Bundes, Ausgabe Januar 2001m einschließlich der Erläuterungen, Stand März 2005
- [2] NFPA 130: Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems; Ausgabe 2010, National Fire Protection Association, Quincy, USA

- [3] Ganzheitliches Brandschutzkonzept Bahnhof München Ost, Thies Consult, Januar 2007
- [4] Landesverordnung über den Bau und Betrieb von Versammlungsstätten (Versammlungsstättenverordnung -VstättV) in der Fassung vom 03. August 2001
- [5] 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
- [6] ARGEBAU - Fachkommission Bauaufsicht: Begründung und Erläuterung zur Musterordnung über den Bau und Betrieb von Versammlungsstätten (Muster-Versammlungsstättenverordnung - MVStättV) in der Fassung vom Juni 2005
- [7] Landesverordnung über den Bau und Betrieb von Versammlungsstätten (Versammlungsstättenverordnung -VstättV) in der Fassung vom 09. November 2009

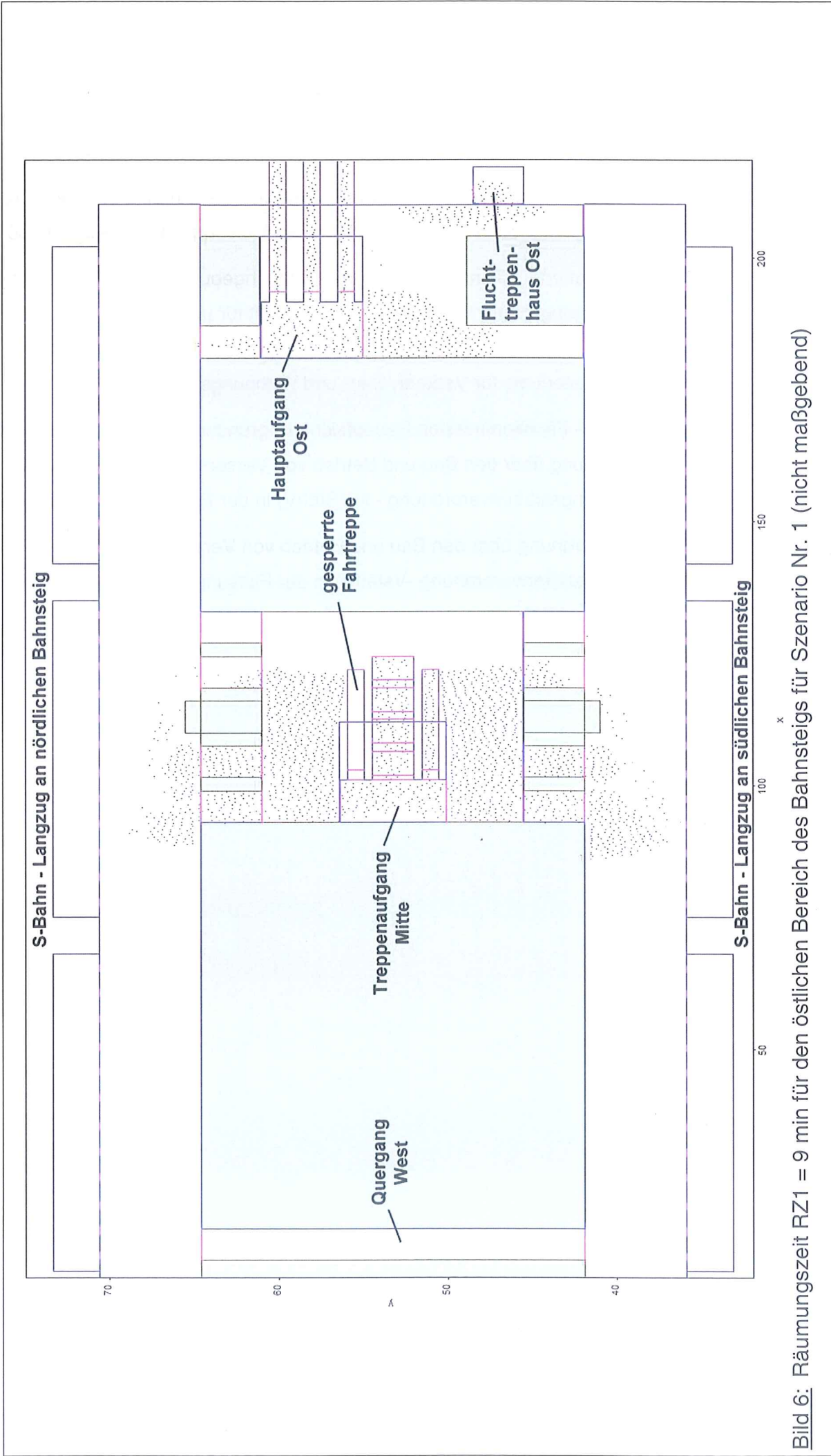
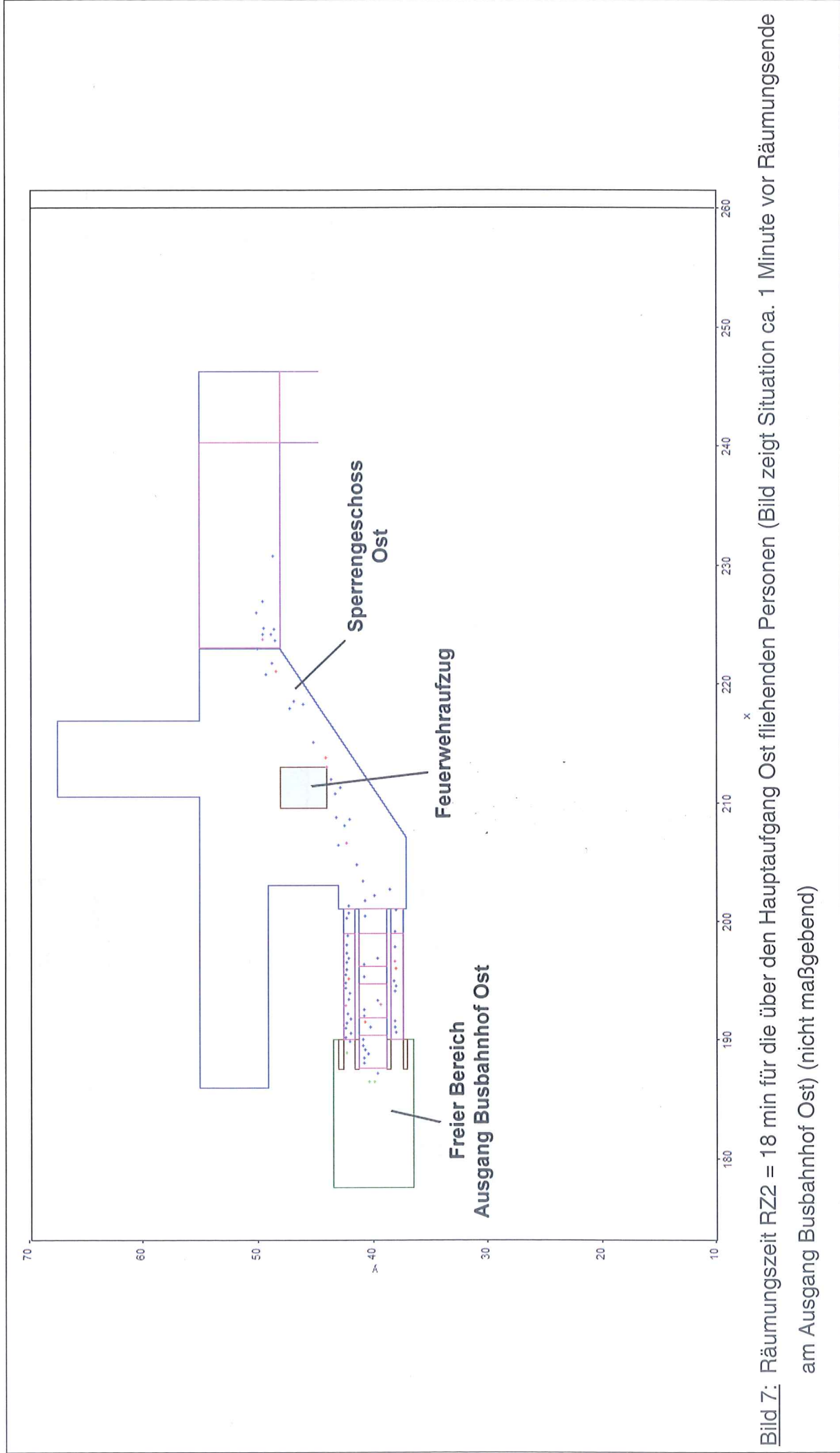


Bild 6: Räumungszeit RZ1 = 9 min für den östlichen Bereich des Bahnsteigs für Szenario Nr. 1 (nicht maßgebend)



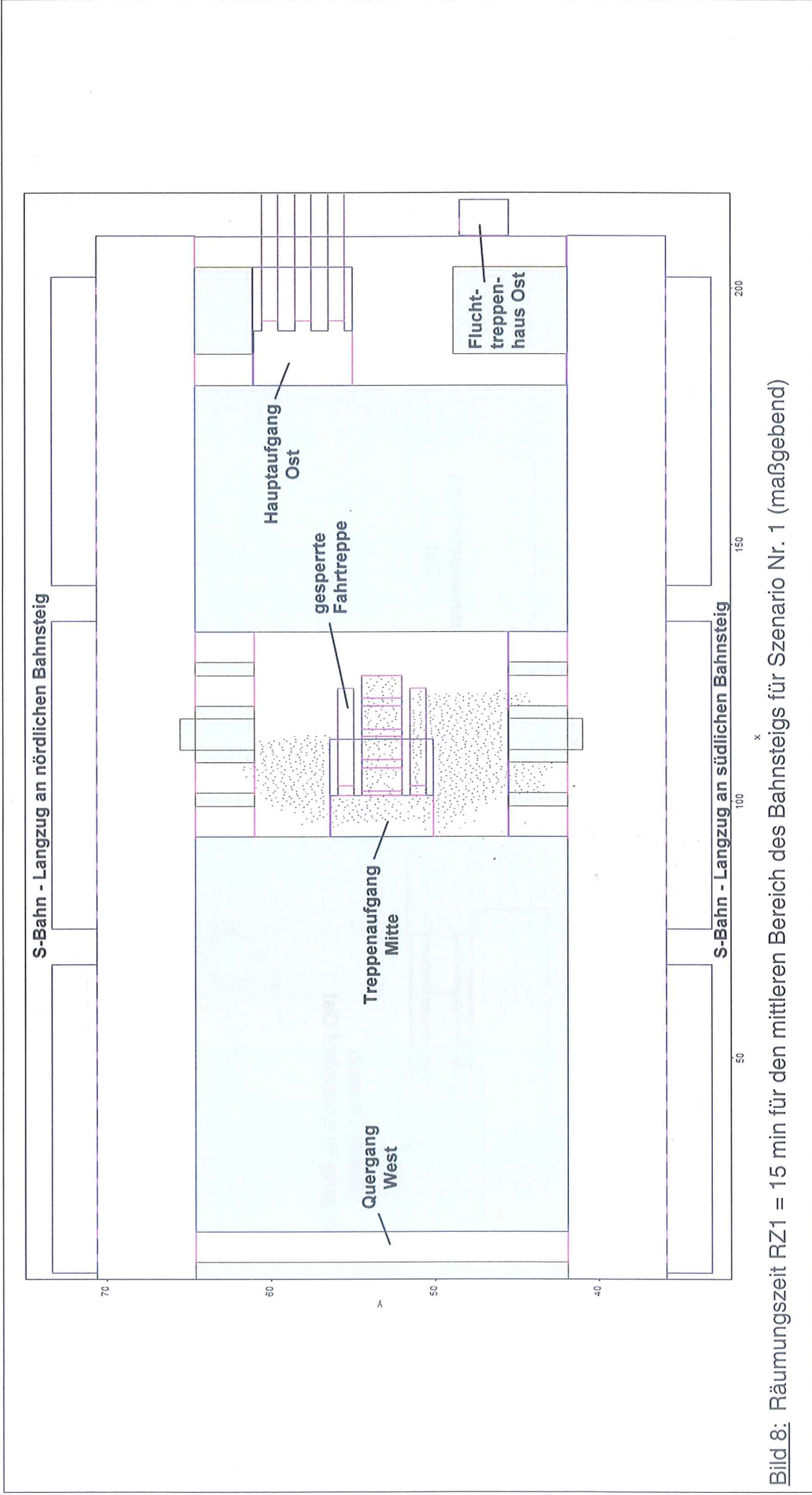


Bild 8: Räumungszeit RZ1 = 15 min für den mittleren Bereich des Bahnsteigs für Szenario Nr. 1 (maßgebend)

