
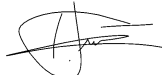






-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Index	Art der Änderung	Datum	Verfasser	Datum	Freigabe

APV unterird. Station Datum: 31.01.2020 Kenntnisnahme	APV Rohbau Datum: 14.01.2020 Kenntnisnahm	APV TGA Datum: 16.01.2020 gez.: Lutz Scheufler [I]	APV Fahrweg Datum: 03.02.2020 Kenntnisnahme	APV Fahrleitung Datum: 29.01.2020 Kenntnisnahme	APV Fahrstrom Datum: 14.01.2020 gez.: Fabian Ebert [I]
APV Sicherheitst.Dienst Datum: 08.06.2020 Kenntnisnahme	APV Stationen Datum: 03.02.2020 Kenntnisnahme	APV Licht+Kraft Datum: 14.01.2020 gez.: Mathias Lang [I]	APV ZLT Datum: 16.01.2020 gez.: Mario Kahlhofen [I]	APV Nachrichtentech. Datum: 04.02.2020 gez.: Jens Dux [I]	APV Signaltechnik Datum: 23.05.2019 Kenntnisnahme
				SV Brandschutz PB.: 4569-Freigabe-BSK Datum: 19.05.2020 gez.: Jörg Schreyer [J]	
Planungskoordinator SBEV Datum: 19.02.2021 gez.: Roland Wauri					
Fachbereichsleiter VerkehrsGesellschaft Frankfurt am Main mbH Datum: gez.:			Geschäftsbereichsleiter VerkehrsGesellschaft Frankfurt am Main mbH Datum: 23.07.2020 gez.: Karlheinz Lebisch [J]		
Projektleitung SBEV Datum: 17.06.2020 gez.: Rene Warmbold [J]			Der Betriebsleiter gem. §§8 und 9 BOStrab VerkehrsGesellschaft Frankfurt am Main mbH Datum: gez.:		
Regierungspräsidium Darmstadt Technische Aufsicht über Straßenbahnen Datum: gez.:					
Freigabe zur Ausführung erteilt SBEV Projektbaugesellschaft mbH Datum: 01.03.2021 gez.: Ingo Kühn					



 STADT FRANKFURT AM MAIN  Stadtbahn Europaviertel Projektbaugesellschaft mbH																									
VerkehrsGesellschaft Frankfurt am Main mbH		 SBEV Projektbaugesellschaft mbH Mainzer Landstraße 191 60327 Frankfurt																							
Baiausführung		Planersteller Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig Torgauer Platz 3 • 04315 Leipzig www.bcl-leipzig.de 																							
Projekt Stadtbahnstrecke Europaviertel																									
Planungsphase Ausführungsplanung		Liegenschaft / Strecke HB-EB		Grundstr. / Teilabschn. B / III																					
Bezeichnung Brandschutzkonzept		<table border="1"> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> <th>Anlage</th> <th>-</th> </tr> <tr> <td>bearb.</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Blatt</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>geprueft</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Maßstab</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>genehm.</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Projekt-Nr.</td> <td>G 250/10</td> </tr> </table>			Datum	Name	Anlage	-	bearb.	-	-	Blatt	-	geprueft	-	-	Maßstab	-	genehm.	-	-	Projekt-Nr.	G 250/10		
	Datum	Name	Anlage	-																					
bearb.	-	-	Blatt	-																					
geprueft	-	-	Maßstab	-																					
genehm.	-	-	Projekt-Nr.	G 250/10																					
Plannummer SBEV--_X----_4BMP002ebKXXXX.pdf				Index K																					



Brandschutzkonzept

für das Bauvorhaben

„Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel“

in Frankfurt am Main
Projekt-Nr.: G 250 / 10

Bauherr
Stadtwerke Verkehrsgesellschaft
Frankfurt am Main mbH
Kurt-Schumacher-Straße 8
60311 Frankfurt/M.

**Ersteller
Brandschutzkonzept**
Dipl.-Phys. Monika Rosemann
Dipl.-Ing. Manuela Wilk
Brandschutz Consult
Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig
Torgauer Platz 3
04315 Leipzig

erstellt am: 07.01.2021 - Index K

Das Brandschutzkonzept umfasst 4 Kapitel mit insgesamt 189 Seiten und 13 Anlagen mit 5 Zeichnungen.

Dipl.-Phys. Monika Rosemann
Meng Vorbeugender Brandschutz

Dipl.-Ing. Manuela Wilk
gepr. Sachverständige für
vorbeugenden Brandschutz (EIPOS)





Hinweis

Vorliegendes Brandschutzkonzept darf nur ungekürzt vervielfältigt werden.

Vervielfältigungen sind im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens möglich.

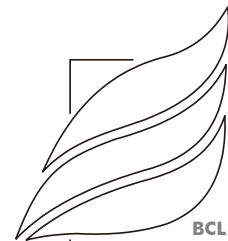
Veröffentlichungen sowie die Verwendung von Textteilen bedürfen in jedem Fall der schriftlichen Genehmigung des Verfassers.

Es werden 3 Exemplare gefertigt. 2 Exemplare und eine digitale Fassung als pdf-Datei werden dem Auftraggeber zur Verfügung gestellt, 1 Exemplar verbleibt bei meinen Akten.

Werden die der Begutachtung zugrunde liegenden Planungsunterlagen in ihrer Gesamtheit oder in Teilen geändert, können Aussagen des Brandschutzkonzeptes teilweise oder insgesamt unwirksam werden.

Vor einer Weiterverwendung des Brandschutzkonzeptes ist in derartigen Fällen eine Abstimmung mit dem Gutachter notwendig.

Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass die im vorliegenden Brandschutzkonzept getroffenen Aussagen und die empfohlenen Maßnahmen im Sinne einer Einzelfallbeurteilung nur für das zu bewertende Bauvorhaben gelten. Eine Anwendung auf andere Objekte ist nicht zulässig.



Inhaltsübersicht

Kapitel 1 **Übergreifendes**

Anlage 1 Übersichtsplan

Kapitel 2 **Brandschutzkonzept – Station „Güterplatz“**

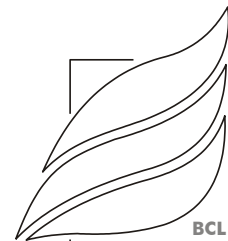
- Anlage 2.1 Räumungsberechnungen
- Anlage 2.2 Brandsimulationsberechnungen
- Anlage 2.2a ergänzende Brandsimulationsberechnungen –
Untersuchung der Eignung von Rauchansaugsys-
temen im Schachtbereich zur Branderkennung
- Anlage 2.3 Untersuchungen zu den Strömungsbeiwerten der
Entrauchungsöffnungen
- Anlage 2.4 Heißbemessung der Tragkonstruktion der Wand-
verkleidung
- Anlage 2.5 Zeichnerische Anlagen
- Anlage 2.6 Darstellung virtuelle Brandabschnitte
- Anlage 2.7 Ausführungen zur Aufzugsverglasung
- Anlage 2.8 Aktennotiz – Abstimmungen mit der Brand-
direktion zur Rauchableitung aus den Betriebs-
räumen

Kapitel 3 **Brandschutzkonzept – Streckentunnel und Notausgang**

- Anlage 3.1 Brandsimulationsberechnungen zur Einstufung
des Trogbauwerkes
- Anlage 3.2 Zeichnerische Anlagen

Kapitel 4 **Brandschutzkonzept – Gemeinschaftstunnel**

- Anlage 4 Zeichnerische Anlagen

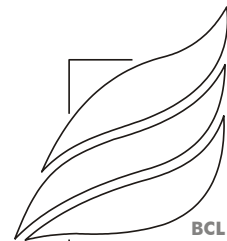


Indexverzeichnis – Gesamtkonzept		
Index	Inhalt der Änderungen	Stand
-	Vorabzug Kapitel 2	28.06.2011
-	Vorabzug Kapitel 2	30.06.2011
-	Vorabzug Kapitel 3 – Tunnel (ehemals Kapitel 6)	25.08.2011
-	Konzept Kapitel 1 Konzept Kapitel 2 Konzept Kapitel 3	14.12.2011
	Vorabzug Kapitel 4	29.05.2012
A	Sämtliche Kapitel – Index A und Ergänzung Kapitel 4 – Gemeinschaftstunnel	13.08.2012
B	Sämtliche Kapitel – Index B	11.12.2012
C	Kapitel 1 – Index C Kapitel 4 – Index C	13.02.2013
D	Kapitel 1 – Index D Kapitel 2 – Index C Kapitel 3 – Index C Kapitel 4 – Index D	16.07.2013
E	Kapitel 1 – Index E Kapitel 2 – Index D Kapitel 3 – Index D Kapitel 4 – Index E	03.04.2014
F	Kapitel 2 – Index E	27.11.2014
G	Kapitel 1 – Index F Kapitel 2 – Index F	14.07.2015
H	Kapitel 1 – Index G Kapitel 2 – Index G Kapitel 3 – Index E Kapitel 4 – Index F	20.12.2018
I	Kapitel 1 – Index H Kapitel 2 – Index H Kapitel 3 – Index F Kapitel 4 – Index G	19.11.2019
J	Kapitel 1 – Index I Kapitel 2 – Index I Kapitel 3 – Index G Kapitel 4 – Index H	30.04.2020
K	Kapitel 2 – Index J	07.01.2021



Übersicht der Dokumente zum BSK, welche in das fortgeschriebene BSK - Index J - eingearbeitet wurden:

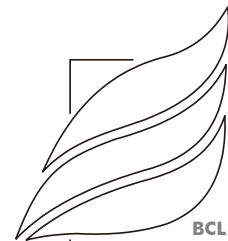
- Stellungnahme der STUVAtec vom 28.01.2020 zur Prüfung des Brandschutzkonzeptes Index I - Kapitel 1 und 2; 4569-SCAP-024
- Stellungnahme der STUVAtec vom 28.01.2020 zur Prüfung des Brandschutzkonzeptes Index I - Kapitel 3 und 4; 4569-SCAP-026
- Stellungnahme der STUVAtec vom 20.03.2020 zum Schreiben von BCL vom 12.03.2020 - G250/10
- Prüfanmerkungen der Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH - Sachgebiet NT34.3 - Licht & Kraft; 14.01.2020



Indexverzeichnisse der einzelnen Kapitel

Indexverzeichnis – Kapitel 1 – Übergreifendes		
Index	Inhalt der Änderungen	Stand
-	Erarbeitung Konzept	14.12.2011
A	Anpassung an Planungsänderungen	13.08.2012
B	Einarbeitung Prüfergebnisse	11.12.2012
C	Änderung der Weichenanlage	13.02.2013
D	Änderung Plankopf	16.07.2013
E	Einarbeitung aktualisierte Planung	03.04.2014
F	Änderung Plangrundlage A-Ebene (keine textliche Änderung – nur Anlage 1)	14.07.2015
G	Gleichstellung BSK mit Fortschreibungen und Auflagen STUVATec	20.12.2018
H	Fortschreibung BSK	19.11.2019
I	Fortschreibung BSK	30.04.2020

Indexverzeichnis – Kapitel 2 – Station „Güterplatz“		
Index	Inhalt der Änderungen	Stand
-	Vorabzug Konzept	28.06.2011
-	Vorabzug Konzept	30.06.2011
-	Erarbeitung Konzept	14.12.2011
A	Anpassung an Planungsänderungen	13.08.2012
B	Einarbeitung Prüfergebnisse	11.12.2012
C	Änderung Plankopf	16.07.2013
D	Einarbeitung aktualisierte Planung	03.04.2014
E	Erarbeitung Heißbemessung Fassadenkonstruktion und Spezifizierung - Anforderungen an diese	27.11.2014
F	Änderung Plangrundlage B-Ebene (keine textliche Änderung – nur Anlage 2.5)	14.07.2015
G	Gleichstellung BSK mit Fortschreibungen und Auflagen STUVATec	20.12.2018
H	Fortschreibung BSK	19.11.2019
I	Fortschreibung BSK	30.04.2020
J	Gleichstellung BSK nach Genehmigung	07.01.2021



Indexverzeichnis – Kapitel 3 – Streckentunnel und Notausstieg		
Index	Inhalt der Änderungen	Stand
-	Vorabzug Konzept (als Kapitel 6)	25.08.2011
-	Erarbeitung Konzept (als Kapitel 6)	14.12.2011
A	Anpassung an Planungsänderungen	13.08.2012
B	Einarbeitung Prüfergebnisse	11.12.2012
C	Änderung Plankopf	16.07.2013
D	Einarbeitung aktualisierte Planung	03.04.2014
E	Gleichstellung BSK mit Fortschreibungen und Auflagen STUVATec	20.12.2018
F	Fortschreibung BSK	19.11.2019
G	Fortschreibung BSK	30.04.2020

Indexverzeichnis – Kapitel 4 – Gemeinschaftstunnel		
Index	Inhalt der Änderungen	Stand
-	Erarbeitung Vorabzug	29.05.2012
-	Erarbeitung Konzept	13.08.2012
A	-	-
B	Einarbeitung Prüfergebnisse	11.12.2012
C	Änderung der Weichenanlage	13.02.2013
D	Änderung Plankopf	16.07.2013
E	Einarbeitung aktualisierte Planung	03.04.2014
F	Gleichstellung BSK mit Fortschreibungen und Auflagen STUVATec	20.12.2018
G	Fortschreibung BSK	19.11.2019
H	Fortschreibung BSK	30.04.2020



Kapitel 1 zum Brandschutzkonzept

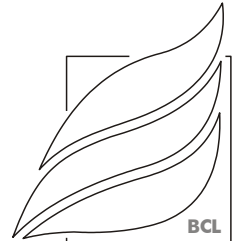
für das Bauvorhaben

„Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel“

**in Frankfurt am Main
Projekt-Nr.: G 250 / 10**

Übergreifendes

Stand **30.04.2020**
(Index I)

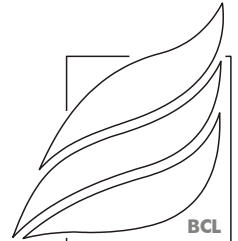


Gliederung

1	Anlass, Aufgaben- und Zielstellung	3
2	Vorgehensweise	3
3	Beurteilungsgrundlagen	4
3.1	Abstimmungen mit Gegenständen zum Brandschutz	4
3.2	Bei der Bewertung zu berücksichtigende Vorschriften	4
4	Allgemeine Beschreibung des Bauvorhabens	5
4.1	Baurechtliche Einordnung	5
4.2	Löschwasserversorgung	6
5	Brandschutztechnisches Gesamtkonzept.....	6
5.1	Baulicher Brandschutz	6
5.2	Anlagentechnischer Brandschutz.....	6
5.3	Betrieblicher (organisatorischer) Brandschutz	8
5.4	Abwehrender Brandschutz.....	9

Anlage

Anlage 1 Übersichtsplan



1 Anlass, Aufgaben- und Zielstellung

Die Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH (VGF) plant eine neue Stadtbahnstrecke zu bauen. Das Vorhaben umfasst zwei Tunnelabschnitte, eine neue unterirdische Station, einen Gemeinschaftstunnel mit dem Individualverkehr in getrennten Röhren und drei neue oberirdische Haltestellen.

Die Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig wurde durch die VGF mit der Erstellung eines Brandschutzkonzeptes für die unterirdische Station inklusive angrenzender Tunnelabschnitte sowie für den Stadtbahnteil des Gemeinschaftstunnels beauftragt.

Im Brandschutzkonzept werden alle, den Brandschutz betreffenden genehmigungsrelevanten Anforderungen benannt und die entsprechenden geplanten Maßnahmen werden beschrieben. Bei geplanten oder vorhandenen Abweichungen werden geeignete Kompensationsmaßnahmen beschrieben und begründet.

Es ist mit dem Brandschutzkonzept der Nachweis zu führen, dass bei Umsetzung aller brandschutztechnischen Maßnahmen die bauordnungsrechtlichen Schutzziele des Brandschutzes erfüllt werden können. Insbesondere müssen die Schutzziele der [TR Strab Brandschutz](#) erfüllt werden.

Im vorliegenden Brandschutzkonzept werden die Brandschutzanforderungen dargestellt, die sich aus der BOStrab und aus Vorschriften aufgrund der BOStrab ergeben.

Weitergehende Anforderungen, die sich aus anderen rechtlichen Gründen ergeben können (z. B. versicherungsrechtliche Anforderungen), werden nicht berücksichtigt.

Detailaussagen zur Umsetzung der jeweiligen Anforderungen des Brandschutzkonzeptes in folgenden Planungs- und / oder Ausführungsphasen sind nicht Gegenstand der vorliegenden Ausarbeitung.

2 Vorgehensweise

Das Brandschutzkonzept gliedert sich in vier Kapitel.

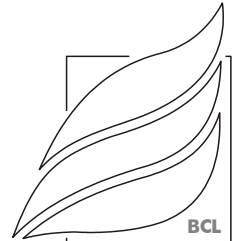
Im Kapitel 1 werden grundsätzliche Anforderungen beschrieben, die für das gesamte Bauvorhaben gelten.

Kapitel 2 umfasst die brandschutztechnischen Anforderungen, Nachweise und Bewertungen für die unterirdische Station „Güterplatz“.

Das Kapitel 3 befasst sich mit den Tunnelbauwerken des Streckentunnels sowie der Rampe und dem Trogbauwerk.

In Kapitel 4 wird der Gemeinschaftstunnel behandelt.

Fortschreibungen der einzelnen Kapitel werden in einem Indexverzeichnis zusammenfassend dargestellt.



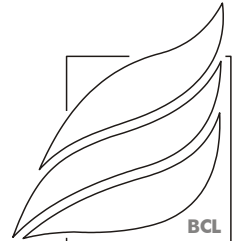
3 Beurteilungsgrundlagen

3.1 Abstimmungen mit Gegenständen zum Brandschutz

- Ergebnisniederschrift zum Thema: Brandschutztechnische Nachrüstung von U-Bahnstationen – Abstimmung von einheitlichen Vorgaben; Besprechung vom 07.08.2008
- Ergebnisniederschrift, Stadtbahnstrecke B, TA3, Europaviertel, Ortstermin, Notausstieg in der Wendeanlage der U5, 25.05.2010
- Besprechungsprotokoll Nr. 001 vom 06.09.2010 – Brandschutzgutachten
- Besprechungsprotokoll Nr. 004 vom 15.03.2011 – Brandschutzgutachten
- Besprechungsprotokoll Nr. 002 vom 26.08.2011 – Fachgruppe Stadtbahn, Abstimmung mit der Feuerwehr
- Protokoll Nr. 1 – Planung Gemeinschaftstunnel Europaviertel West Frankfurt am Main vom 15.06.2012
- 1. Planungsbesprechung vom 23.01.2014 – Planungsschnittstellen / Sachstand der ARGE SBEV
- 2. Planungsbesprechung vom 06.02.2014 – Planungsschnittstellen / Sachstand der ARGE SBEV
- Aktennotiz 01/2014 – Telefonische Abstimmung mit der Branddirektion Frankfurt am Main vom 11.03.2014
- [Vorstellung des Brandschutzkonzeptes Index I, unter Teilnahme der Branddirektion Stadt Frankfurt am Main; Bericht vom 31.07.2019; erstellt am 06.08.2019](#)

3.2 Bei der Bewertung zu berücksichtigende Vorschriften

- /1/ **Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen** (Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung - **BOStrab**); Ausfertigungsdatum 11.12.1987, zuletzt geändert am [01.10.20019](#)
- /2/ Richtlinie für den Bau von Tunneln nach der Verordnung über den Bau und Betrieb von Straßenbahnen (**BOStrab-Tunnelbau**richtlinie); Stand 30.04.1991
- /3/ Technische Regeln für Straßenbahnen - Brandschutz in unterirdischen Betriebsanlagen (**TRStrab Brandschutz**) Ausgabe 24.06.2014
- /4/ Technische Regeln für Straßenbahnen - Elektrische Anlagen (**TRStrab EA**); Ausgabe Mai 2011
- /5/ Grundsätzliche Vereinbarungen für Statik und Konstruktionen von Tunnelbauwerken - Teil 4 - **Brandschutztechnische Anforderungen an unterirdische Personenverkehrsanlagen** (uPva); 1. Ausgabe Stand März 2008
- /6/ Geschäftsbereichsanweisung (GBA) - GBA 17 - Kabel- und Leitungsrichtlinie, Geschäftsbereich NT3 - Infrastruktur; Version 2.1, Stand 14.12.2018



- /7/ Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (**Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie M-LüAR**); Stand 29.09.2005, zuletzt geändert 11.12.2015
- /8/ Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (**Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie MLAR**); 2015-02, Redaktionsstand 05.04.2016
- /9/ Muster einer Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen – **EltBauVO**, Januar 2009,
- /10/ Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Systemböden (**MSysBöR** - Muster-Systembödenrichtlinie); Stand September 2005

4 Allgemeine Beschreibung des Bauvorhabens

Die Strecke ist an das bestehende Anschlussbauwerk am Platz der Republik als Verlängerung der B-Linie (U5) abzweigend von der bestehenden Linie U4 zur Bockenheimer Warte (D-Strecke) geplant.

Die Linie ist ab dem Anschlussbauwerk ca. 2,7 km lang und erhält eine unterirdische und drei oberirdische Stationen.

Die unterirdische Station ist in zweifacher Tiefenlage, also mit Verteilerebene (B-Ebene), geplant.

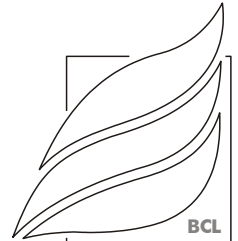
Der Gemeinschaftstunnel mit zwei Richtungsröhren für den motorisierten Individualverkehr (MIV) und einer Röhre für den öffentlichen Verkehr (ÖV) der VGF befindet sich zwischen den Haltestellen „Europagarten“ und „Wohnpark“

Sowohl die unterirdische Station selbst als auch die Tunnelbauwerke werden in Stahlbeton errichtet.

Die Trennwände der Betriebsräume sollen in Mauerwerk hergestellt werden.

4.1 Baurechtliche Einordnung

Grundsätzlich handelt es sich bei dem Neubau der Stadtbahnstrecke um eine Anlage des öffentlichen Verkehrs, die nicht im Geltungsbereich der Landesbauordnung liegt. Für die Dimensionierung der brandschutztechnischen Anforderungen sind die BOStrab und aufgrund der BOStrab erlassene Vorschriften sowie allgemein anerkannte Regeln der Technik zu berücksichtigen



4.2 Löschwasserversorgung

In Anlehnung an das Arbeitsblatt W 405 des DVGW und unter Berücksichtigung möglicher Brandszenarien ist für die gesamte Tunnelstrecke (unterirdische U-Bahn-Station einschließlich angrenzender Streckentunnel und Gemeinschaftstunnel) eine Löschwassermenge von 96 m³/h über mindestens zwei Stunden vorzuhalten.

Der Abstand der Hydranten zu den Tunnelportalen des Gemeinschaftstunnels beträgt maximal 240 m bzw. zu den Zugängen der unterirdischen Station weniger als 100 m.

Die gesamte Strecke ist in einem vollständig erschlossenen Gebiet geplant. Die Lage der Hydranten im öffentlichen Straßennetz kann den Plänen der MAINOVA AG entnommen werden. Sie wurden informativ im Übersichtsplan in der Anlage 1 eingetragen.

Bezüglich der Löschwassermenge ist ein Nachweis des örtlichen Wasserversorgers erforderlich.

5 Brandschutztechnisches Gesamtkonzept

5.1 Baulicher Brandschutz

Grundsätzlich müssen die tragenden und raumabschließenden Bauteile feuerbeständig bemessen werden und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Genauere Anforderungen sind in den Kapiteln 2 bis 4 des Brandschutzkonzeptes enthalten.

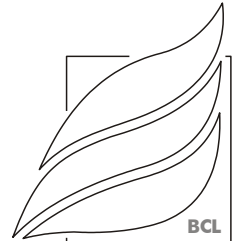
5.2 Anlagentechnischer Brandschutz

Die Station „Güterplatz“ wird mit einer automatischen Brandmeldeanlage überwacht. Die Alarmierung der Reisenden in der Station „Güterplatz“ erfolgt über eine automatische Sprachalarmanlage. Im Weiteren handelt es sich um Haltestellen im Freien.

Zur Unterstützung des Löschangriffs sind in der Station „Güterplatz“ Wandhydranten mit Steigleitungen „nass“ geplant und im Rampenbauwerk eine Trockenleitung (Abstimmungsergebnis mit der Feuerwehr).

Weiterhin ist am Feuerwehreinstieg am Platz der Republik eine trockene Steigleitung geplant.

Genauere Ausführungen sind in den Kapiteln 2 bis 4 des Brandschutzkonzeptes enthalten.



Nachweise und Prüfungen für sicherheitstechnisch relevante Einbauten und Anlagen

Die Prüfung von sicherheitsrelevanten Anlagen in den U-Bahnstationen, für die eine turnusmäßige Prüfung vorgeschrieben ist, erfolgt

- nach der im Bundesland Hessen gültigen TPrüfVO und
- nach Vorschriften, die sich aus der BOStrab und aus dem Personenbeförderungsgesetz ergeben.

Tabelle 1: erforderliche Prüfungen der geplanten Sicherheitstechnischen Einrichtungen durch einen bauaufsichtlich anerkannten Prüfsachverständigen

technische Anlage	Prüfung vor Inbetriebnahme und unverzüglich nach einer wesentlichen Änderung	wiederkehrende Prüfung
Lüftungsanlagen	x	3 Jahre
nichtselbsttätige Feuerlöschanlagen mit nassen Steigleitungen und Druckerhöhungsanlagen einschließlich des Anschlusses an die Wasserversorgungsanlage	x	3 Jahre
Brandmelde- und Alarmierungsanlagen	x	3 Jahre
Sicherheitsstromversorgung *)	x	3 Jahre

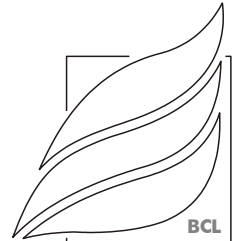
*) Die Prüfpflicht der Sicherheitsstromversorgungen schließt auch die Notwendigkeit der Prüfung der Sicherheitsbeleuchtung ein (Begründung vom 23.09.2017 zur Hessische Prüfberechtigten- und Prüfsachverständigenverordnung - HPPVO).

Tabelle 2: Prüfung nach BOStrab

Prüfobjekt	Prüffrist
Energieversorgungsanlagen	5 Jahre
Fahrtreppen und Fahrsteige	1 Jahr

Bezüglich der Prüffristen für Energieversorgungsanlagen differieren die Anforderungen der TPrüfVO und der BOStrab.

Aus brandschutztechnischer Sicht wird empfohlen, die Prüffristen der TPrüfVO einzuhalten.



5.3 Betrieblicher (organisatorischer) Brandschutz

Brandschutzbeauftragter

Seitens der VGF ist geregelt, dass die Funktion des Brandschutzbeauftragten für die U-Bahnstationen von dem Sicherheitstechnischen Dienst / Umweltschutz / Brandschutz wahrgenommen wird.

Brandschutzordnung nach DIN 14 096

Für die VGF besteht eine allgemeine Brandschutzordnung, die bezüglich der neuen Stadtbahnstrecke und der zugehörigen Stationen zu prüfen und ggf. zu erweitern bzw. anzupassen ist.

Unterweisungen

Die Beschäftigten der VGF sind regelmäßig im Brandschutz und bezüglich der Brandschutzordnung zu unterweisen.

Dabei ist insbesondere auf folgende Punkte einzugehen:

- Verhalten im Brandfall
- Nutzung der Feuerlöscher und Wandhydranten
- Lage der Flucht- und Rettungswege
- Rauchverbot in sämtlichen Bereichen (öffentlich und betrieblich)
- Grundzüge brandschutztechnischer Infrastruktur in Tunnel und Station.

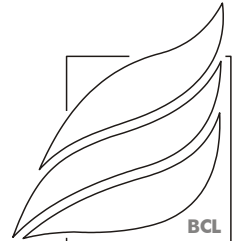
Flucht- und Rettungspläne nach DIN ISO 23 601

Das Erfordernis von Rettungswegplänen für die unterirdische Station ergibt sich aus der Tatsache, dass sich in der unterirdischen Station überwiegend ortsunkundige Personen aufhalten.

Die Aushänge der Rettungswegpläne sind Ebenen bezogen nach DIN ISO 23601 herzustellen.

Feuerwehrplan nach DIN 14 095

Für die unterirdische Station sowie für den Gemeinschaftstunnel mit technischen Betriebsräumen sind Feuerwehrpläne nach DIN 14 095 sowie unter Berücksichtigung der „Hinweise der Branddirektion Frankfurt am Main zur Erarbeitung von Feuerwehrplänen“ zu erarbeiten. Zusätzlich ist ein Übersichtsplan, der auch die Tunnelstrecke mit dem Noteinstieg beinhaltet, bereit zu stellen. Dieser Übersichtsplan mit Notausstiegen ist in das Feuerwehrhandbuch zu übernehmen.



5.4 Abwehrender Brandschutz

Öffentliche Feuerwehr

Die Feuerwehr Frankfurt am Main besteht aus einer Berufsfeuerwehr und 28 Freiwilligen Feuerwehren.

Alarmierung der Feuerwehr

Die unterirdische Station „Güterplatz“ wird mit einer automatischen Brandmeldeanlage der **Kategorie 1** nach DIN VDE 0833 in Verbindung mit DIN 14 675 Teil 1 ausgestattet.

Das Signal der Brandmeldeanlage wird direkt zur Leitstelle der Berufsfeuerwehr Frankfurt am Main weitergeleitet.

Zusätzlich erfolgt eine Meldung an die Betriebsleitstelle der VGF, welche flankierende Maßnahmen einleiten kann.

Der Bereich der VGF im Gemeinschaftstunnel wird nicht durch eine Brandmeldeanlage überwacht. Eine Brandmeldung erfolgt durch den jeweiligen Fahrzeugführer (Notruf per Funk) an die Leitstelle der VGF, welche wiederum die Leitstelle der Feuerwehr informiert. Dieser Meldeweg besteht für sämtliche Tunnelanlagen der VGF.

Brandmeldeabfragestelle (BAS)

Für die unterirdische Station ist auf der obersten Ebene (A-Ebene) eine Brandmeldeabfragestelle (BAS) vorzusehen. Diese muss verkehrsgünstig im Bereich der Angriffswege der Feuerwehr gelegen sein und kann ggf. in ein Ausgangsbauwerk integriert werden.

Eine Abstimmung der Lage der geplanten BAS mit der Branddirektion Frankfurt am Main hat stattgefunden (Protokoll zur Beratung am 26.08.2011).

Der Standort des BAS-Schranks ist im Kapitel für die unterirdische Station beschrieben. Er wurde grundsätzlich durch die Branddirektion bestätigt.

Abschaltung und Erdung der Fahrstromanlagen

Das Regime der Ausschaltung und Erdung von Fahrstromanlagen ist mit der Feuerwehr Frankfurt am Main abgestimmt und wird von dieser regelmäßig geübt.

Das Regime der Erdung ist in Anlage 2 zur DA-A-001 "Notfallmanagement" grundsätzlich geregelt. Weitergehende Detailfestlegungen sind in Abstimmung mit der Branddirektion Frankfurt am Main objektbezogen ggf. zu vereinbaren.

Anlage 1

zum Brandschutzkonzept

für das Bauvorhaben

**"Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel"
Übergreifendes"**

**in Frankfurt am Main
Projekt-Nr.: G 250 / 10**

Übersichtsplan

Hinweise

In den Plänen ist die grundsätzliche Struktur der baulichen Brandschutzmaßnahmen und -lösungen veranschaulicht. Die zeichnerischen Darstellungen geben nicht alle Details wieder. Maßgebend sind die Feststellungen im Brandschutzkonzept.

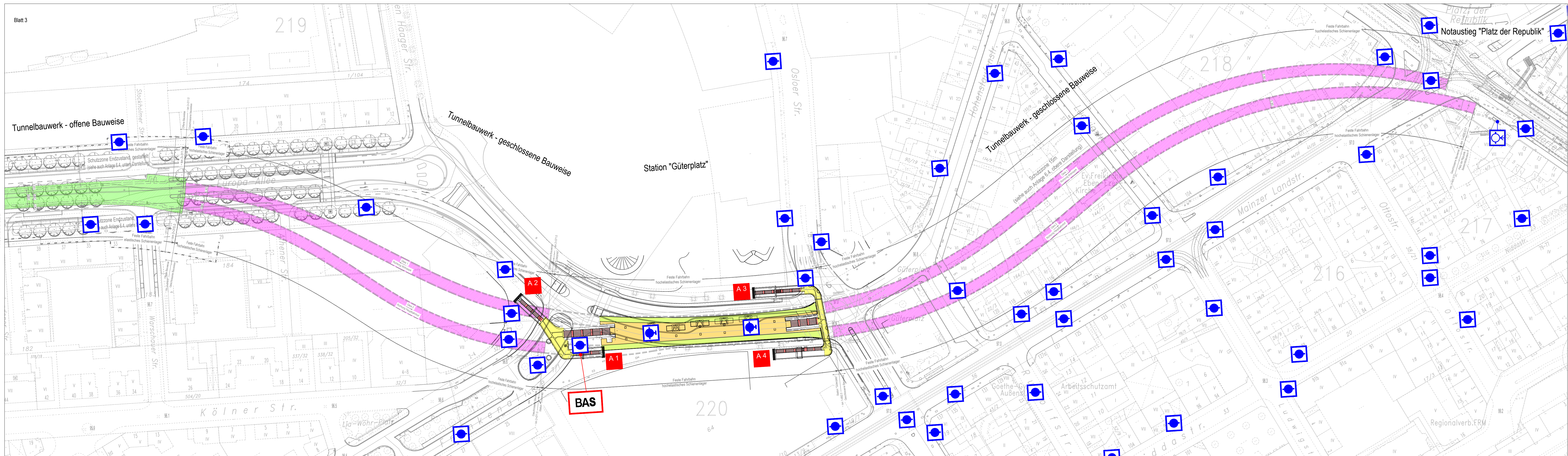
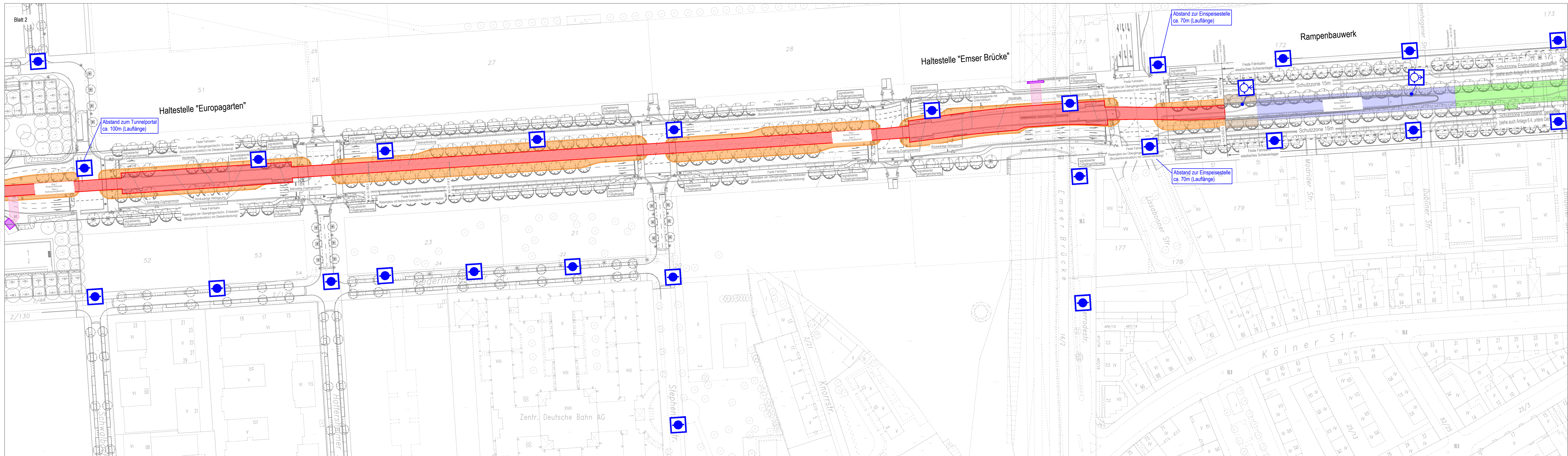
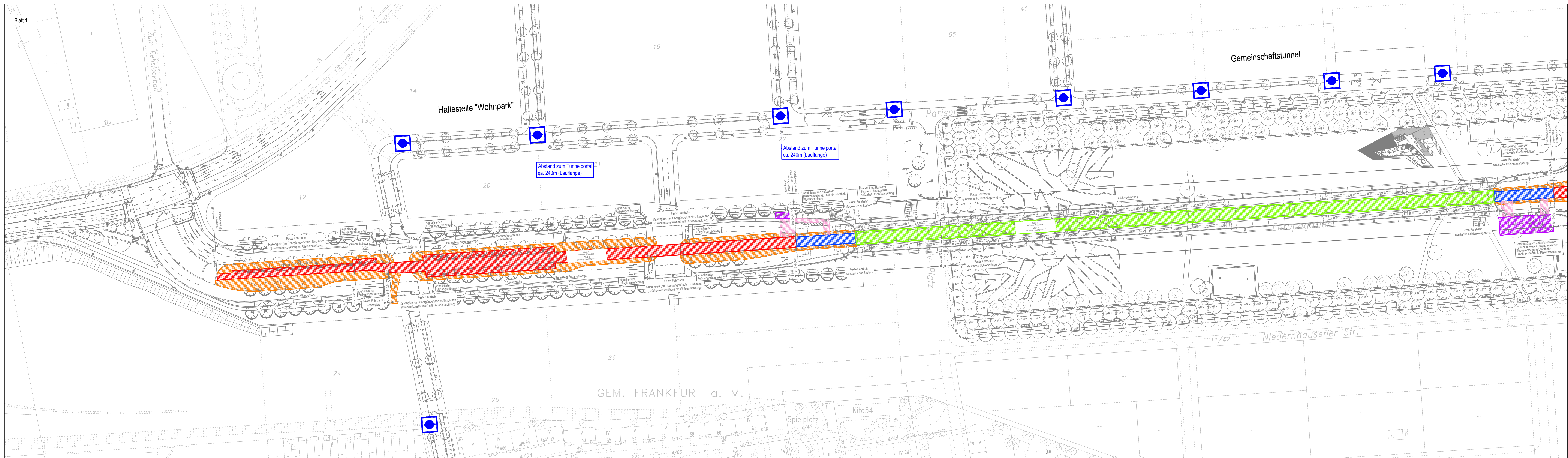
Hinsichtlich des Feuerwiderstandes sind in den Grundrissen nur **raumabschließende** Bauteile mit Anforderungen an den Feuerwiderstand markiert. Dargestellt ist somit das "Abschottungssystem", bezogen auf Brandabschnitte, Treppenträume, notwendige Flure, Nutzungseinheiten, Aufzüge sowie Räume, für die spezielle Anforderungen gelten oder gestellt werden.

Das Erfordernis, auch die **tragenden** und **aussteifenden** Bauteile in der entsprechenden Feuerwiderstandsklasse auszuführen, bleibt davon unberührt.







Belange der Haustechnik und des anlagentechnischen Brandschutzes sind nicht grafisch dargestellt.

Bauteile werden teils nach nationalen Normen (z. B. DIN 4102), teils nach europäischen Normen geprüft (z. B. nach DIN EN 13 501-2). Daraus resultieren neben den bisher bekannten Kurzbezeichnungen (wie z. B. F 90, T 30...) Bezeichnungen nach Bauregelliste A Teil 1, Anlage 0.1.2 (wie z. B. REI 90, EI 30-C...).

Um in den zeichnerischen Anlagen zum Brandschutzkonzept die Übersichtlichkeit zu wahren, werden daher bei den raumabschließenden Bauteilen die bauaufsichtlichen Anforderungen gemäß Landesbauordnung benannt (z. B. rauchdicht, feuerhemmend, feuerbeständig, selbstschließend).



Legende BSK:

- | | |
|---|--|
|  | Hydrant (Straßennetz) |
|  | Wandhydrant nass |
|  | Einpeisestelle Steigleitung trocken
für die Feuerwehr |
|  | Entnahmestelle Steigleitung trocken
für die Feuerwehr |
|  | Brandmeldeabfrage Schrank |
|  | Treppennummerierung |

Planungsdigital:
X_DIG_Stadtgrundkarte.dwg
X_LP-Oberflächen.dwg
X_PdR_GBE_Gr.dwg
X_Pf_PdR_Notausstieg_GPL_Gr.dwg
X_FF_STATION_QUETERPLA_EBENE_BW_GPL_Gr.dwg
X_FF_TunnelinBW_GPL_Gr.dwg
X_FF_TunnelinBW_GPL_Gr.dwg
X_Schraffur-obersidele-Strecke
X_Texte.dwg
X_Trog.dwg
X_Vermessung-Europaviertel-Ost-gesamt.dwg
X_Station_GP_RBA_gp.dwg vom 03.12.2018

ALLE VERBLEIBENDEN PLÄNE Stand 20.03.2014

In dieser Anlage sind ausgewählte Brandschutzmaßnahmen dargestellt. Maßgebend sind die Aussagen im Text des Brandschutzkonzeptes.

-	+	-	-	-
J	Fortschreibung Brandschutzkonzept	30.04.20	Nezel	30.04.20 Wik
H	Gestaltung Brandschutzkonzept	19.11.19	Nezel	19.11.19 Wik
G	Gestaltung Brandschutzkonzept	20.12.18	Nezel	20.12.18 Wik
F	Änderungen Plangrundlage – Station Güterplatz	14.04.15	Wik	14.04.15 Rosemann
E	Änderungen Plangrundlage – Station Güterplatz	03.07.14	Nezel	03.07.14 Rosemann
D	Änderungen Plangrundlage – Station Güterplatz	16.07.13	Seif	16.07.13 Rosemann
C	Änderungen Weichenanlage	13.02.13	Korabik	13.02.13 Rosemann
B	textile Änderungen	-	-	-
A	textile Änderungen	-	-	-
Index	Art der Änderung	Datum	Verfasser	Datum Freigabe

Ort: Frankfurt am Main Datum: (Rüffler)

Verkehrs-Gesellschaft
Frankfurt am Main mbH

Ort: Frankfurt am Main	Datum:	(GBL)	Datum:	(FBL)
------------------------	--------	-------	--------	-------

Bauherr / Bauherrnvertretung
Stadt Frankfurt am Main
Rathaus


Amt für Straßenbau und Erschließung

Prüfingenieur / Abnahme	Prüfingenieur / Abnahme
-------------------------	-------------------------

Verkeersongevals

Frankfurt am Main mbH
Geschäftsbereich Infrastruktur

Kurt-Schumacher-Str. 6
60311 Frankfurt am Main

2  **5** **М**

STADT FRANKFURT AM MAIN

 Amt für Straßenbau und Erschließung
Große Erdbeerer Straße 7, 11

ABE **Archivierung**
& Erschließung

Planersteller **Brandschutz Consult**

Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig 

Torgauer Platz 3 • 04315 Leipzig www.bcl-leipzig.de

Projekt	Stadtbahnstrecke Europaviertel
---------	--------------------------------

Stationsnummer	Stationsname	Stationsart	Stationskategorie
1	St. Pauli	U-Bahn	U-Bahn
2	St. Pauli	S-Bahn	S-Bahn
3	St. Pauli	Tram	Tram
4	St. Pauli	Bus	Bus
5	St. Pauli	Rad	Rad
6	St. Pauli	Fahrrad	Fahrrad
7	St. Pauli	Motorrad	Motorrad
8	St. Pauli	Auto	Auto
9	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
10	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
11	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
12	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
13	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
14	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
15	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
16	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
17	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
18	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
19	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
20	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
21	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
22	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
23	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
24	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
25	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
26	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
27	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
28	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
29	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
30	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
31	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
32	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
33	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
34	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
35	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
36	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
37	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
38	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
39	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
40	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
41	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
42	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
43	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
44	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
45	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
46	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
47	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
48	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
49	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
50	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
51	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
52	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
53	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
54	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
55	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
56	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
57	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
58	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
59	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
60	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
61	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
62	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
63	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
64	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
65	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
66	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
67	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
68	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
69	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
70	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
71	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
72	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
73	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
74	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
75	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
76	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
77	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
78	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
79	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
80	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
81	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
82	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
83	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
84	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
85	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
86	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
87	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
88	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
89	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
90	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
91	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
92	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
93	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
94	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
95	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
96	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
97	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
98	St. Pauli	Motorcar	Motorcar
99	St. Pauli	Motorcar	

Planungsphase	Gewerk	Grundstr. / Teilabschn.	Los
Planfeststellung	BRP	B / III	

Bezeichnung	Datum	Name	Anlage / Blatt	1
-------------	-------	------	----------------	---

Anlage 1 zum Brandschutzkonzept Übersichtenplan	bearb.	14.12.11	Niezel	Los-Nr.	-
	geprüft	14.12.11	Wilk	Maßstab	1:1000

Übersichtsplan		genehm.	.	.	Projekt-Nr.	G 250/10
Blattnummer					Index	

4403-4414	4BRP001ubl1000.dwg	H
-----------	--------------------	---



Kapitel 2 zum Brandschutzkonzept

für das Bauvorhaben

„Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel“

**in Frankfurt am Main,
Projekt-Nr.: G 250 / 10**

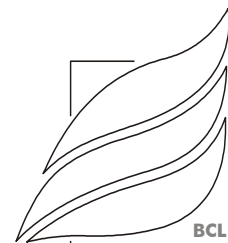
Station „Güterplatz“

Stand 07.01.2021
(Index J)



Gliederung

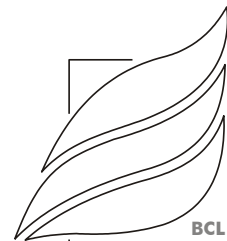
1	Beurteilungsgrundlagen	4
2	Beschreibung der Station	6
3	Schutzziele, Risikobewertung und Brandgefahren	8
3.1	Besondere Schutzziele	8
3.2	Risikobewertung	8
3.3	Brandgefahren	9
4	Brandschutztechnisches Gesamtkonzept.....	10
4.1	Bauliche Einordnung der Station und Abstände.....	10
4.1.1	Zugänglichkeit, Flächen für die Feuerwehr	10
4.1.2	Löschwasserversorgung	10
4.2	Baulicher Brandschutz	11
4.2.1	Tragkonstruktion	11
4.2.2	Außenwände	11
4.2.3	Raumabschließende Trennwände	11
4.2.4	Brandabschnitte / Brandwände	12
4.2.5	Decken.....	12
4.2.6	Öffnungen in raumabschließenden Bauteilen / Feuerschutzabschlüsse	12
4.2.7	Flure.....	13
4.2.8	Treppen.....	14
4.2.9	Ausgangsbereiche	16
4.2.10	Verkleidungen / Dämmschichten / Ausstattung.....	16
4.2.11	Zwischenböden und Zwischendecken	17
4.3	Fördertechnik.....	18
4.3.1	Personenaufzüge.....	18
4.3.2	Fahrtreppen / Fahrsteige.....	20
4.4	Rettungswegkonzept	20
4.4.1	Rettungswegführung	20
4.4.2	Räumungsberechnungen.....	22
4.4.3	Brandsimulationsberechnungen.....	22
4.4.4	Vergleich der Berechnungsergebnisse der Räumungs- und der Brandsimulationsberechnungen.....	24
4.4.5	Anforderungen an Rettungswege	24
4.4.6	Anforderungen wegen besonderer Personengruppen	24
4.5	Rauchschutzkonzept.....	25
4.5.1	Rauchschutzmaßnahmen für den öffentlichen Bereich.....	25
4.5.2	Rauchschutzmaßnahmen für den Treppenraum.....	25
4.5.3	Rauchschutzmaßnahmen für Aufzüge	26
4.5.4	Rauchschutzmaßnahmen für die Betriebsräume	26



4.6	Anlagentechnischer Brandschutz.....	27
4.6.1	Wandhydranten.....	27
4.6.2	Feuerlöscher	27
4.6.3	Brandmeldeanlagen / Rauchwarnmelder	27
4.6.4	Alarmierungseinrichtungen / Informationsanlagen / Sprachalarmanlagen	30
4.6.5	Sicherheitsbeleuchtung.....	31
4.6.6	Rettungswegkennzeichnung / Rettungszeichenleuchten	32
4.6.7	Sicherheitsstromversorgung	33
4.6.8	Gebäudefunkanlage.....	34
4.7	Haustechnik / Installationen	34
4.7.1	Lüftungsanlage	34
4.7.2	Elektrische Einrichtungen.....	36
4.8	Brandschutz bei Großveranstaltungen.....	38
4.9	Brandschutzakte	38
5	Abweichungen.....	38

Anlagen

Anlage 2.1	Räumungsberechnungen
Anlage 2.2	Brandsimulationsberechnungen
Anlage 2.2a	ergänzende Brandsimulationsberechnungen - Untersuchung der Eignung von Rauchansaugsystemen im Schachtbereich zur Branderkennung
Anlage 2.3	Untersuchung zu den Strömungsbeiwerten der Entrauchungsöffnungen
Anlage 2.4	Heißbemessung der Fassadenkonstruktion
Anlage 2.5	Zeichnerische Anlagen
Anlage 2.6	Darstellung der virtuellen Brandabschnitte
Anlage 2.7	Ausführungen zur Aufzugsverglasung
Anlage 2.8	Bestätigung der Branddirektion zur Rauchableitung aus den Betriebsräumen



1 Beurteilungsgrundlagen

Für die Erarbeitung des Brandschutzkonzeptes wurden folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

Tabelle 1: Durch den Entwurfsverfasser zur Verfügung gestellte Zeichnungen

Plan-Nr.	Zeichnungsinhalt	Maßstab	Stand
GP----_KC_01-07_5GPL001grF0200	Grundriss KC-Ebene, Gesamtübersicht Gebäudeplanung	1 : 200	31.03.2020 Index F
GP----_UC_01-07_5GPL010grH0200	Grundriss C-Ebene, Gesamtübersicht Gebäudeplanung	1 : 200	31.03.2020 Index H
GP----_B2_07-00_5GPL017gtG0050	Grundriss B2-Ebene, Gesamtübersicht Gebäudeplanung	1 : 50	31.03.2020 Index G
GP----_B1_07-00_5GPL019gtG0050	Grundriss B1-Ebene, Gesamtübersicht Gebäudeplanung	1 : 50	31.03.2020 Index G
GP----_UB_01-00_5GPL052gtG0050	Grundriss B-Ebene, Block 1 Gebäudeplanung	1 : 50	31.03.2020 Index G
GP----_UB_01-00_5GPL053gtG0050	Zugang Nord-Ost, Süd-Ost Grundriss B-Ebene, Block 1a, 1b Gebäudeplanung	1 : 50	31.03.2020 Index G
GP----_UB_07-00_5GPL023gtG0050	Grundriss B-Ebene, Block 7 Gebäudeplanung	1 : 50	31.03.2020 Index G
GP----_A1_01-00_5GPL025gtG0100	Grundriss A1-Ebene, Block 1 Gebäudeplanung	1 : 100	31.03.2020 Index G
GP----_A1_02-06_5GPL027gtE0100	Grundriss A1-Ebene, Block 2-6; Gebäudeplanung	1 : 100	25.09.2019 Index E
GP----_A0_01-07_5GPL028grF0200	Grundriss A0-Ebene, Gesamtübersicht Gebäudeplanung	1 : 200	25.09.2019 Index F
GP----_UX_01-07_5GPL031lsG0200	Längsschnitt A-A Gesamtübersicht Gebäudeplanung	1 : 200	31.03.2020 Index G
GP----_UX_07-00_5GPL041qsl0100	Querschnitte 24-24 bis 29-29 q-q, 42-42; Block 7 Gebäudeplanung	1 : 100	31.03.2020 Index I
GP----_UX_04-00_5GPL047qsF0050	Regelquerschnitt Block 4 Gebäudeplanung	1 : 50	31.03.2020 Index F
GP----_UX_05-00_5GPL048qsF0050	Regelquerschnitt Block 5 Gebäudeplanung	1 : 50	31.03.2020 Index F



- Ergebnisniederschrift – Brandschutztechnische Nachrüstung von U-Bahn-Stationen, Abstimmung von einheitlichen Vorgaben, Verfasst durch VGF, zur Besprechung vom 07.08.2008
- Erläuterungsbericht – Vorabzug – Stadtbahn Europaviertel, Anschlussstrecke B, TA3 – Vorplanung; Schüßler Plan Ingenieurgesellschaft mbH; Stand 01.07.2010
- IB Vössing, Pöyry; Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren; Maßnahme: Stadtbahnstrecke B, Teilabschnitt 3 EUROPAPIERTEL; Erläuterungsbericht; Ingenieurgesellschaft Stadtbahn Europaviertel; Stand 15.08.2011
- ARGE SBEV; Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren; Maßnahme: Stadtbahnstrecke B, Teilabschnitt 3 EUROPAPIERTEL; Erläuterungsbericht; Ingenieurgesellschaft Stadtbahn Europaviertel; Stand 27.02.2014 Vorabzug
- Beratung mit der VGF und der Feuerwehr am 07.12.2015
- Vorstellung Zwischenstand des fortgeschriebenen und gleichgestellten Brandschutzkonzeptes mit der Feuerwehr am 31.07.2019



2 Beschreibung der Station

Bei der Station „Güterplatz“ handelt es sich um eine unterirdische Personenverkehrsanlage. Sie ist die erste Station nach dem Anschlussstutzen „Platz der Republik“ und besteht aus einer Fahrbene (C-Ebene) sowie zwei, voneinander unabhängigen Verteilerebenen (B-Ebenen), mit unterschiedlichen Höhenlagen.

Die Fahrbene und die Verteilerebenen sind durch Treppenanlagen offen miteinander verbunden.

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Grundrisse sowie ein Längsschnitt und zwei markante Querschnitte dargestellt.

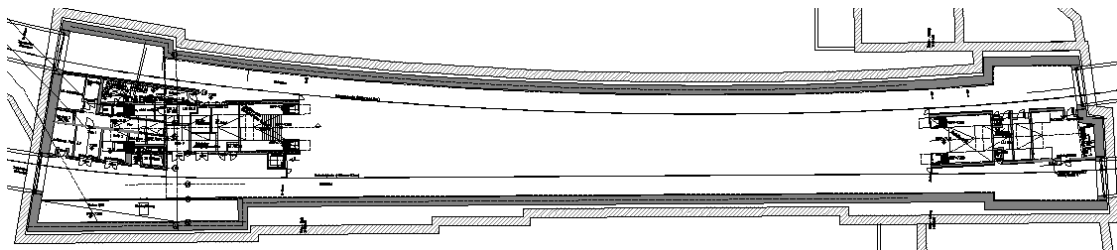


Abbildung 1: Grundriss der Fahrbene (C-Ebene) der Station „Güterplatz“

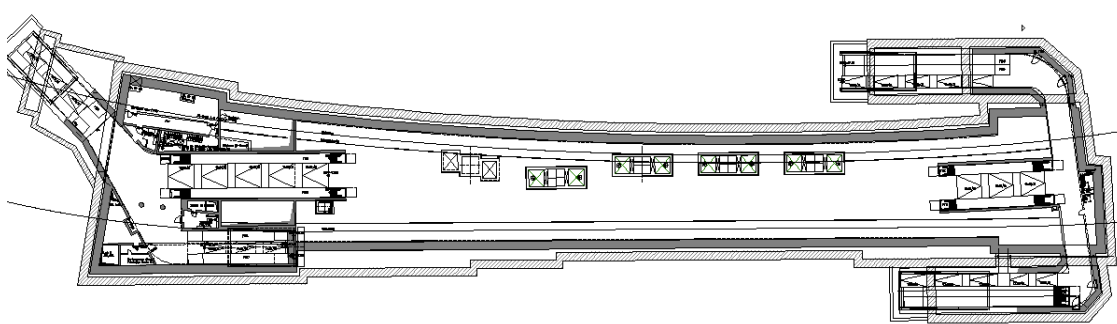


Abbildung 2: Grundriss der Verteilerebenen (B-Ebenen) der Station „Güterplatz“

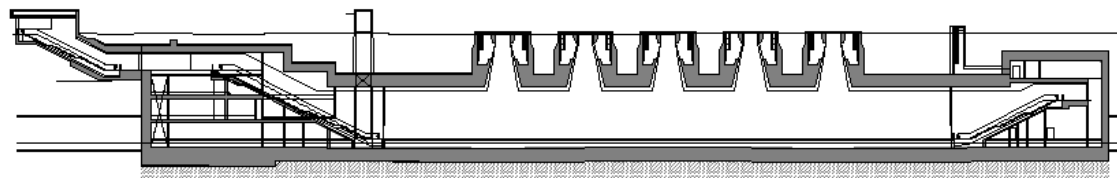


Abbildung 3: Längsschnitt durch die Station „Güterplatz“

Hinweis:

In den nachfolgenden Abschnitten des Brandschutzkonzeptes wird mehrfach die Bezeichnung „doppelte oder zweifache Tiefengänge“ verwendet.

Hierbei ist gemeint, dass die Station über zwei unterirdische Ebenen (B- Ebene und C-Ebene) verfügt.

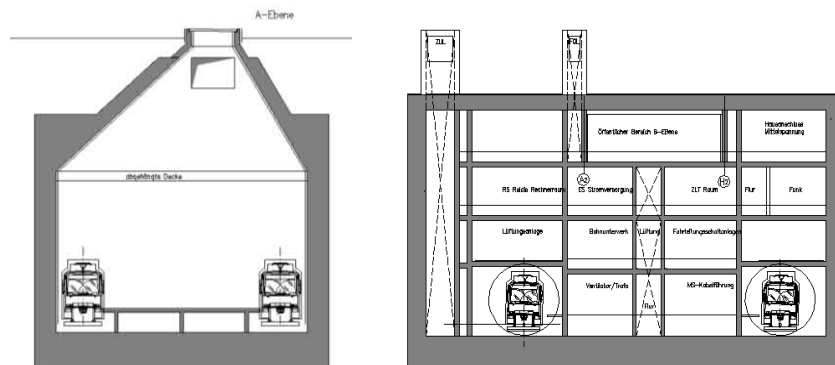
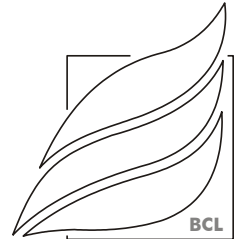


Abbildung 4: Querschnitte durch die Station „Güterplatz“

Abmessungen

Die Station weist eine Gesamtlänge von ca. 200 m auf, die Bahnsteiglänge beträgt ca. 105 m.

Über dem Bahnsteig ist eine lichte Raumhöhe von mindestens 9,0 m gegeben. Es sind 5 vertikale Schächte geplant, über welche eine natürliche Rauchableitung im Brandfall erfolgen soll.

Geplante Konstruktion / Bauweise

Die Station soll gänzlich in Stahlbetonbauweise errichtet werden. Trennwände zwischen den Betriebsräumen sind in Mauerwerk geplant.

Geplante Nutzung / Nutzungsgrenzen

Die Station dient ausschließlich dem Betrieb der U-Bahnen der VGF. Verkaufseinrichtungen sind in der Station „Güterplatz“ nicht geplant.

Hinter den beiden Treppenanlagen des Bahnsteigs sind jeweils Betriebsräume für technische Einrichtungen vorgesehen.

Es sind keine Aufenthaltsräume, auch nicht für das Betriebspersonal, geplant.

Die Betriebsräume sind am westlichen Ende der Station auf 3 Ebenen (C-Ebene, B1- Ebene und B2-Ebene) und am östlichen Ende der Station auf 2 Ebenen (C-Ebene und A1-Ebene) verteilt.

Die Erschließung dieser Ebenen erfolgt am westlichen Ende der Station über einen notwendigen Treppenraum und am östlichen Ende der Station über den Bahnsteig und einen gesonderten Zugang zur A1-Ebene (Zwischenpodest des Zugangs Südost Nr. 4).



3 Schutzziele, Risikobewertung und Brandgefahren

3.1 Besondere Schutzziele

Gemäß § 3 (1) Ziffer 3 BOStrab müssen Betriebsanlagen und Fahrzeuge insbesondere so gebaut sein, dass die Entstehung von Bränden durch vorbeugende Maßnahmen erschwert wird und im Brandfall die Möglichkeit zur Selbst- und Fremdrettung von Personen sowie zur Brandbekämpfung besteht.

In Abschnitt 4.1.1 der TRStrab Brandschutz ist festgelegt, dass neue unterirdische Haltestellen so auszulegen sind, dass während der Selbstrettungsphase eine raucharme Schicht im Mittel von 2,5 m Höhe über der Bahnsteigebene erhalten bleibt. Dieses Maß gilt auch für Treppenanlagen und anschließende Fluchtwegabschnitte. Für die raucharme Schicht ist der Nachweis der ausreichenden Erkennungsweite von 10 m bis 20 m im Verlauf des gesamten Fluchtweges zu führen. Die Wirkungszeit der Rauchschutzmaßnahmen muss 10% länger, mindestens jedoch eine Minute länger als die Bemessungszeit sein. In der anschließenden Fremdrettungsphase muss bis zur 30. Minute ab Brandbeginn eine mindestens 1,50 m hohe raucharme Schicht vorhanden sein.

Für diese Nachweisführungen wurden für die Station „Güterplatz“ Räumungs- und Brandsimulationsberechnungen durchgeführt. Dadurch wurde die erforderliche Räumungszeit (Ergebnis der Räumungsberechnungen) und die für die Räumung verfügbare Zeit (Ergebnis der Brandsimulationsberechnungen) ermittelt.

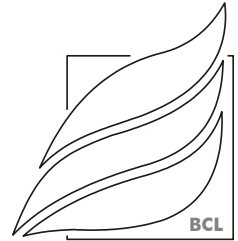
Die Ansätze und Ergebnisse der einzelnen Berechnungen sind in den Anlagen 2.1 und 2.2 zu diesem Brandschutzkonzept vollständig dargestellt.

Im Abschnitt 4.4 dieses Kapitels werden die Berechnungsergebnisse einander gegenübergestellt und die Einhaltung der Schutzziele der TRStrab Brandschutz nachgewiesen.

3.2 Risikobewertung

Grundsätzlich müssen Betriebsanlagen so gebaut sein, dass die Entstehung und Ausbreitung von Bränden durch vorbeugende Maßnahmen erschwert werden und im Brandfall die Möglichkeit der Rettung von Personen sowie zur Brandbekämpfung besteht.

Aufgrund der geplanten natürlichen Rauchabzugsöffnungen und der festen Rauchschürzen vor den Treppen in der Fahrgleisebene wird der Raucheintrag in die Treppenanlagen und die Verteilerebenen (B-Ebenen) mindestens über die Dauer der Selbstrettungsphase verhindert.



Weiterhin wirken sich die geplante automatische Brandmeldeanlage mit Aufschaltung zu den Leitstellen der Berufsfeuerwehr Frankfurt am Main und der VGF, sowie die automatische Sprachalarmanlage positiv auf die Personensicherheit aus. Durch die Brandmeldeanlage werden mögliche Brände bereits in der Entstehungsphase erkannt. Mit der Sprachalarmanlage können die Fahrgäste der Station ebenfalls frühzeitig über mögliche Gefahrensituationen informiert und erforderlichenfalls entsprechende Räumungsmaßnahmen eingeleitet werden.

Das Risiko für die in der Station anwesenden Personen bei einem Fahrzeugbrand durch Brandgase gefährdet zu werden, wird durch die getroffenen Brandschutzmaßnahmen ausreichend reduziert und als vertretbar eingestuft.

3.3 Brandgefahren

Die möglichen Brandgefahren ergeben sich nur aufgrund der geplanten technischen Einrichtungen sowie dem Brand eines Schienenfahrzeugs. In der Station „Güterplatz“ sind keine Fremdnutzungen, wie z.B. feste Verkaufseinrichtungen oder mobile Verkaufsstände, vorgesehen.

Da die Betriebsbereiche brandschutztechnisch zum öffentlichen Bereich hin abgetrennt werden, ist der Brand eines Schienenfahrzeugs maßgebend für die Bewertung der Personensicherheit in der Station.

Für die Brandsimulationsberechnungen wird entsprechend den Vorgaben des Auftraggebers der Brand eines Fahrzeugs der VGF Typ U2 untersucht. Zu diesem Fahrzeug wurde durch die Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig ein Bemessungsbrand erarbeitet. Die konkreten Ansätze für die Brandsimulationsberechnungen sind in der Anlage 2.2 zu diesem Brandschutzkonzept dargestellt.



4 Brandschutztechnisches Gesamtkonzept

4.1 Bauliche Einordnung der Station und Abstände

Die Station „Güterplatz“ befindet sich an der Nordwest-Seite des Güterplatzes, am Übergang zur Frankenallee. Sie stellt ein vollständig unterirdisches Bauwerk dar, welches allseitig baulich von umgebenden Bauwerken und Versorgungstrassen getrennt ausgebildet wird.

Die anschließenden Fahrtunnel führen über ein Rampenbauwerk nach Westen zur oberirdischen Station „Emser Brücke“ und nach Osten zur Station „Hauptbahnhof“.

Die fünf Entrauchungsöffnungen zur natürlichen Entrauchung der Fahrebene befinden sich in einem öffentlichen Grünstreifen. Sie haben einen Abstand von mehr als 10 m zu den nächstgelegenen Hochbauten.

4.1.1 Zugänglichkeit, Flächen für die Feuerwehr

Die Station ist vom öffentlichen Straßenraum über insgesamt 4 Treppenanlagen zugänglich, zwei je Verteilerebene.

Vor diesen Treppenanlagen sind auf der [A-Ebene](#) Tore vorgesehen, welche außerhalb der Betriebszeiten geschlossen werden können.

Während des Betriebes der Station sind diese Tore grundsätzlich offen.

Außerhalb der Betriebszeiten ist sicherzustellen, dass für die Feuerwehr alle Bereiche der Station gewaltfrei zugänglich sind. Dazu muss mindestens eines der Tore (abstimmungsgemäß das Tor am Zugang mit der BAS) mit einer SK5-Schließung ausgestattet werden. Die anderen Tore können ebenfalls diese Schließung haben oder die zugehörigen Schlüssel müssen im BAS-Schrank der Station hinterlegt sein.

4.1.2 Löschwasserversorgung

In Anlehnung an das Arbeitsblatt W 405 des DVGW und unter Berücksichtigung möglicher Brandszenarien ist für die unterirdische Personenverkehrsanlage ohne Verkaufseinrichtungen eine Löschwassermenge von 96 m³/h über mindestens zwei Stunden vorzuhalten. Der Abstand der Hydranten zum Zugang der Station soll maximal 100 m betragen.

Die Station „Güterplatz“ ist in einem vollständig erschlossenen Gebiet geplant. Die umliegenden Hydranten sind im Übersichtsplan in der zeichnerischen Anlage zum Kapitel 1 schematisch dargestellt.

Diese Verteilung der vorhandenen Hydranten erfüllt die genannte Abstandregel. Bezüglich der Löschwassermenge ist ein Nachweis des örtlichen Wasserversorgers erforderlich.



4.2 Baulicher Brandschutz

4.2.1 Tragkonstruktion

Die tragenden und aussteifenden Bauteile der Station (Wände, Decken und Stützen) müssen mindestens feuerbeständig sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

Die Tragkonstruktion ist in Stahlbeton geplant und entsprechend zu bemessen, so dass sie den erforderlichen Feuerwiderstand aufweist.

4.2.2 Außenwände

Die Außenwände grenzen weitestgehend an das Erdreich. Sie gehören zur Tragkonstruktion. Sie müssen daher als tragende Bauteile feuerbeständig sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen sein.

Stellen sie im Einzelfall Trennwände zu angrenzenden Bauwerken dar, so sind sie zugleich Wände zur Brandabschnittstrennung.

4.2.3 Raumabschließende Trennwände

Der öffentliche Bereich der Station „Güterplatz“ und die Betriebsbereiche der VGF sind durch raumabschließende, feuerbeständige Bauteile aus nichtbrennbaren Baustoffen zueinander abzutrennen.

An der Brüstung der östlichen Verteilerebene zur Fahrebene soll der Raumabschluss zwischen diesen Ebenen durch eine Verglasung hergestellt werden, damit eine Sichtbeziehung zwischen den beiden Ebenen gewährleistet bleibt. Diese Verglasung muss mindestens feuerhemmend (F30 nach DIN 4102 bzw. EI 30 nach DIN EN 13501) ausgeführt werden, um eine Passierbarkeit für die Fahrgäste auch im Brandfall zu gewährleisten.

Weiterhin sind Lüftungszentralen und elektrische Betriebsräume mit einer Nennspannung von > 1kV feuerbeständig zu den angrenzenden Bereichen hin abzutrennen.

Entsprechend Abschnitt 2.4.3 der BOStrab-Tunnelbaurichtlinie müssen Räume mit erhöhter Brandgefahr raumabschließende Wände und Decken in feuerbeständiger Qualität und aus nichtbrennbaren Baustoffen haben.

Eine Konkretisierung, was im Rahmen dieser Richtlinie unter einem Raum mit erhöhter Brandgefahr zu verstehen ist, ist jedoch nicht enthalten. Daher werden im Rahmen einer schutzzielorientierenden Betrachtung folgende Räume so eingestuft, dass sie aufgrund der Brandgefahr oder ihrer Schutzwürdigkeit einer feuerbeständigen Abtrennung zu den angrenzenden Bereichen bedürfen:



- Räume mit sicherheitstechnischen Einrichtungen, wie z. B. BMZ, SAA, BOS-Funk
- Lüftungszentralen
- elektrische Betriebsräume; einschließlich Räume für Notstromgeneratoren und Batterieräume
- Aufzugsmaschinenräume
- Wartungsräume und Steuerungseinrichtungen für Fahrtreppenanlagen ¹
- Lagerräume, soweit solche Räume zu Lagerzwecken noch geplant werden.

4.2.4 Brandabschnitte / Brandwände

Die gesamte Station stellt einen zusammenhängenden Brandabschnitt dar. Die Station kann aufgrund der Nutzung als Personenverkehrsanlage nicht in verschiedene Brandabschnitte unterteilt werden.

4.2.5 Decken

Sämtliche Decken müssen als raumabschließende Bauteile feuerbeständig sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

Die Decken sind in Stahlbeton geplant. Sie ist so zu bemessen, dass sie die oben beschriebenen Anforderungen erfüllen.

4.2.6 Öffnungen in raumabschließenden Bauteilen / Feuer-schutzabschlüsse

Bauliche Anforderungen

In Bezug auf die Türen zum öffentlichen Bereich erfolgte die grundsätzliche Abstimmung zwischen der VGF und der Feuerwehr Frankfurt am Main (Protokoll zur Besprechung vom 07.08.2008) mit der Festlegung, dass Türen zwischen Betriebsräumen und den öffentlichen Bereichen zusätzlich rauchdicht sein müssen. Als öffentlicher Bereich werden hierbei der Bahnsteig bzw. die Bereiche der Verteilerebenen, öffentlichen Treppenanlagen und -podeste betrachtet, die für die Fahrgäste allgemein zugänglich sind.

Wand- und Deckenöffnungen von Räumen, die mit feuerbeständigen Bauteilen abzutrennen sind (vgl. Anlage 2.3), müssen selbstschließende Abschlüsse aus nichtbrennbaren Baustoffen mit einer Feuerwiderstandsdauer von mindestens 30 Minuten haben (Abschnitt 2.4.3 BOSTrab Tunnelbaurichtlinie). Entsprechende Räume wurden in Abschnitt 4.2.3 dieses Kapitels benannt.

Die Türen in den Trennwänden dieser Räume nach Abschnitt 4.2.3 müssen mindestens feuerhemmend und selbstschließend sein.

¹ mit den in Abschnitt 4.7.2 begründeten Ausnahmen



Grenzen diese Räume an öffentliche Bereiche der Station, so müssen die Türen zusätzlich rauchdicht sein.

In der A1-Ebene im Ostkopf der Station ist aus dem Technikbereich ein Ausgang auf die süd-östliche Treppe (Zugang Südost Nr. 4) von der B-Ebene ins Freie (A-Ebene) geplant. Der Betriebsbereich ist von der Treppe durch eine feuerbeständige Wand abzutrennen. Die Tür in dieser Wand muss entsprechend der oben aufgeführten Festlegung als feuerhemmende, rauchdichte und selbstschließende Tür ausgebildet werden. Da die Treppe selbst einen direkten und dauerhaften Luftverbund zum Freien hat, führt die erforderliche Tür ins Freie.

Derzeit gibt es auf dem Markt keine feuerhemmenden, rauchdichten und selbstschließenden Türen mit Zulassung für den Außenbereich. Es gibt jedoch wenige, auch für den Außenbereich zugelassene feuerhemmende und selbstschließende Türen.

Die entsprechende Tür kann daher nicht die Anforderung „rauchdicht“ erfüllen. Unter Berücksichtigung der konkreten räumlichen Lage bestehen hierzu aus brandschutztechnischer Sicht keine Bedenken.

Türen von elektrischen Betriebsräumen (siehe Abschnitt 4.7.2) müssen grundsätzlich mindestens feuerhemmend, rauchdicht und selbstschließend sein.

Speziell Türen zu elektrischen Betriebsräumen mit ortsfesten Stromerzeugungsaggregaten (z. B. Netzersatz-Aggregaträume) und Türen zu elektrischen Betriebsräumen für zentrale Batterieanlagen zur Versorgung bauordnungsrechtlich vorgeschriebener sicherheitstechnischer Anlagen müssen der Feuerwiderstandsfähigkeit der raumabschließenden Bauteile entsprechen. Dies entspricht im vorliegenden Fall einer feuerbeständigen und selbstschließenden Tür.

Zusätzlich zu diesen Forderungen sind, basierend auf dem Raumbuch der VGF, die Türen für Traföräume feuerbeständig und selbstschließend (T90) herzustellen

Sämtliche Türen müssen, zusätzlich zu ihrer Anforderung an den Feuerwiderstand, in jedem Fall aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

4.2.7 Flure

In den Betriebsbereichen sind Flure vorhanden. Entsprechend Abschnitt 2.4.4 der BOStrab Tunnelbaurichtlinie werden diese Flure als notwendige Flure bezeichnet, unabhängig davon, ob die Flure Aufenthaltsräume erschließen oder nicht.



In dem Entwurf der TRStrab Tunnel vom Juni 2015 und in dem Entwurf der DIN SPEC Bauwerke vom September 2019 wurde jeweils eine Differenzierung bzw. eine Definition für notwendige Flure aufgenommen, welche die Erschließung von Aufenthaltsräumen beinhaltet. Nach beiden Entwürfen handelt es sich nur dann um notwendige Flure, wenn diese Aufenthaltsräume erschließen.

Auch in der Muster-Bauordnung vom 22.02.2019 ist die Bezeichnung „notwendiger Flur“ an die Erschließung von Aufenthaltsräumen gebunden.

Im konkreten Fall werden durch die Flure in allen Ebenen ausschließlich Technik- und Betriebsräume, aber **keine** Aufenthaltsräume erschlossen.

Aus diesem Grund werden die Flure in der weiteren Planung, abweichend von der Bezeichnung nach Abschnitt 2.4.4 der BOStrab Tunnelbaurichtlinie nicht als notwendige Flure, sondern als interne Flure betrachtet.

Es erfolgt eine schutzzielorientierte Bewertung der Flure.

Die Flure haben entweder eine Anbindung an den Treppenraum im Westkopf oder an die öffentliche Treppe im Ostkopf der Station.

Der Flur in der B1-Ebene im Westkopf hat eine Länge von ca. 38 m.

Dieser Flur ist durch eine rauchdichte und selbstschließende Tür in zwei Rauchabschnitte zu unterteilen.

Die Flure dürfen, da sie als Rettungswege aus den Betriebsräumen dienen, keiner Nutzung (z.B. Lagerflächen) zugeführt werden.

4.2.8 Treppen

Öffentliche Treppen

In der Station „Güterplatz“ sind insgesamt 6 öffentliche Treppenanlagen mit festen Treppen und Fahrtreppen vorhanden.

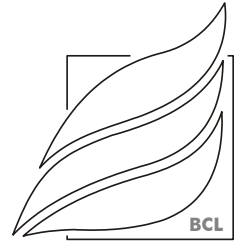
Diese Treppenanlagen dienen im Gefahrenfall als Fluchtweg aus der Station und ebenso als Angriffsweg für die Feuerwehr.

Die Räume unterhalb der Treppenanlagen sind zu diesen mindestens feuerbeständig und nichtbrennbar abzutrennen.

Die Treppenanlagen von der Fahrebene (C-Ebene) auf die beiden Verteilerebenen (B-Ebenen) werden durch seitliche Wangen zum Gleisbereich hin abgetrennt. Diese müssen mindestens feuerbeständig sein.

Die Treppenanlagen von den beiden Verteilerebenen ins Freie grenzen direkt an das Erdreich an, ausgenommen der Zugang von der A1-Ebene zur Treppe Südost Nr. 4.

Weiterhin ist vor den Treppenanlagen auf der Fahrebene jeweils eine feste Rauchschürze geplant, welche eine lichte Durchgangshöhe von 2,5 m über dem Bahnsteig gewährleisten. Die Rauchschürzen sind permanent vorhanden und müssen im Brandfall nicht angesteuert werden.



Dadurch sind die Fahrebene und die beiden Verteilerebenen im Brandfall rauchschutztechnische so weit voneinander abgetrennt, dass die Treppenanlagen ausreichend lange frei von Rauch und damit begehbar bleiben.

Die Rauchschürzen müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Die Brandsimulationsberechnungen haben ergeben, dass bei dem Brand eines U-Bahn-Fahrzeuges an den festen Rauchschürzen (Abstand zum Fahrzeug im Rahmen der Berechnung ca. 9 m²) Temperaturen von nicht mehr als 100 °C zu erwarten sind (siehe Anlage 2.2 zum Brandschutzkonzept). Unter Berücksichtigung eines zusätzlichen Sicherheitsfaktors müssen die festen Rauchschürzen einer Temperatur von mindestens 150°C standhalten können.

Betriebstreppen

Im Westkopf der Station ist zur Erschließung der einzelnen Ebenen mit Betriebsräumen ein notwendiger Treppenraum geplant, welcher in den einzelnen Betriebsebenen über einen internen Flur und in der C-Ebene vom Bahnsteig (nicht-öffentlicher Bereich) über eine Schleuse erreichbar ist.

Das Schutzziel der Schleuse besteht darin, dass keine direkte Verbindung zwischen dem Bahnsteig und der notwendigen Treppe besteht. Die Türen sind mit einem Abstand von ca. 5 m angeordnet, so dass sie von einer Person nicht gleichzeitig offengehalten werden können.

Die Wände des Treppenraumes müssen in der Bauart einer Brandwand hergestellt sein.

Die Wände der Schleuse müssen mindestens feuerbeständig sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

Sämtliche Türen der Schleuse und des Treppenraumes müssen feuerhemmend, rauchdicht und selbstschließend sein.

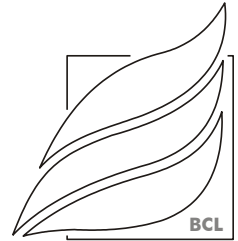
Neben der Tür vom Bahnsteig zur Schleuse und der Tür von der Schleuse zum Treppenraum führt eine weitere Tür vom Raum der Brandmeldezentrale in die Schleuse.

Alternativen bezüglich der Türanordnung wurden untersucht und für nicht machbar befunden. Ferner hat die Feuerwehr keine Bedenken bezüglich der Türanordnung angemeldet.

Diese Tür ist feuerhemmend, rauchdicht und selbstschließend geplant. Sie wird lediglich durch die Feuerwehr im Falle eines Einsatzes bzw. zu Instandhaltungs- und Wartungszwecken begangen.

Der Abstand zwischen dieser Tür und der Tür zum Treppenraum beträgt etwa 4 m, so dass auch diese beiden Türen nicht gleichzeitig von einer Person offengehalten werden können. Das Schutzziel der Schleuse kann demnach trotz dieser Tür erreicht werden.

² Der Abstand von 9 m ergibt sich aus der angenommenen Position des Fahrzeuges im Rahmen der Brandsimulationsberechnung. Eine genauere Erläuterung hierzu ist in der Anlage 2.2 zu finden.



4.2.9 Ausgangsbereiche

Die Treppen von den Verteilerebenen (B-Ebenen) führen jeweils direkt auf den öffentlichen Straßenraum. Die Aufgänge werden optisch eingehaust, die Stirnseiten sind jedoch dauerhaft offen und bieten einen offenen Luftverbund mit dem Freien.

Der interne Treppenraum hat keinen direkten Ausgang ins Freie. Er hat einen Ausgang in der B-Ebene, von wo aus über den internen Flur der öffentliche Bereich mit den Treppenaufgängen zur A-Ebene erreichbar ist, und er hat einen weiteren Ausgang in der C-Ebene, wo man über eine Schleuse auf den Bahnsteig gelangen kann.

Da der Treppenraum ausschließlich der Erschließung von internen Betriebsräumen dient und daher nur durch unterwiesenes Personal genutzt wird, kann hierüber unter Berücksichtigung der weiteren baulichen Ausbildung der Betriebsräume und Ansatz sicherheitstechnischer Einrichtungen die Räumung vorübergehend anwesender Personen sichergestellt werden und der Angriff der Feuerwehr erfolgen.

4.2.10 Verkleidungen / Dämmschichten / Ausstattung

Für Wand- und Deckenverkleidungen sowie Fußböden und Einbauten sind entsprechend Abschnitt 2.4.2 BOStrab-Tunnelbaurichtlinie Baustoffe mit möglichst geringer Brandlast und möglichst geringen Brandnebenerscheinungen wie Rauchentwicklung, Tropfbarkeit und Toxizität zu verwenden.

In der Station ist eine Wandbekleidung aus Metall (Messing) mit einer Unterkonstruktion aus stranggepressten Aluminiumprofilen geplant, welche als vorgehängte „hinterlüftete“ Fassade (Luftspalt ca. 5 cm – 15 cm) ausgeführt werden soll.

Die Anforderungen der BOStrab werden mit dieser Konstruktion formal erfüllt.

Aufgrund der Ausbildung am Gleis und Bahnsteig, und damit in direktem Bereich des Rettungsweges und Angriffsweges der Feuerwehr, ergeben sich aus der Sicht des Brandschutzes für die konkrete Anordnung weitere Anforderungen an die Wandverkleidungen:

- Die Befestigung muss so ausgeführt werden, dass die Wandverkleidung im Brandfall nicht flächig herabfällt, sondern sich der Bereich des Versagens auf den Brandnahbereich beschränkt. Dies ist durch Verwendung einer feuerbeständigen Unterkonstruktion und Befestigung oder auf Basis einer Heißbemessung nachzuweisen.
- Um eine Brandausbreitung hinter der Fassade zu begrenzen (Schachtfekt), ist die Fassade über der Bahnsteigoberfläche durch horizontale Brandsperren zwischen Fassade und Wand zu unterteilen. Diese muss die gleiche Standdauer wie die Befestigungen haben.



Diese Brandsperrn sind in einer Höhe von ca. 6,3 m über der Schienenoberkante (ca. 5,5 m über dem Bahnsteig) anzuordnen.

- Weiterhin sind sämtliche Aussparungen in der Fassade allseitig nichtbrennbar zu kapseln, damit kein unmittelbarer Heißgas- und Flammeneintritt hinter die Fassade erfolgt (kein beschleunigter Schachteffekt).

Für die Dimensionierung der Befestigungen der Wandverkleidung und der Positionierung der horizontalen Brandsperrn wurden Brandsimulationsberechnungen durchgeführt, mit deren Hilfe der Temperaturverlauf an der Wandverkleidung bestimmt wurde. Die Auswertungen zur Berechnung sind in der Anlage 2.4 zum Brandschutzkonzept enthalten. Es wurden zwei verschiedene Verfahren angewendet und Maximaltemperaturen zwischen 620 °C und 700 °C ermittelt.

Wand- und Deckenverkleidungen und Dämmstoffe in Betriebsräumen müssen gemäß BOStrab-Tunnelbaurichtlinie aus mindestens schwerentflammenden Baustoffen, in Fahrgästen zugänglichen Bereichen und Rettungswegen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

Wand- und Deckenverkleidungen in Räumen mit erhöhter Brandgefahr sowie deren Fußböden müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Entsprechende Räume wurden in Abschnitt 4.2.3 dieses Kapitels benannt.

Aus Gründen des Brandschutzes ist auf Wand- und Deckenverkleidungen sowie Dämmstoffe in allen Betriebsräumen soweit möglich zu verzichten.

Fußbodenbeläge in Fahrgästen zugänglichen Bereichen und Rettungswegen müssen mindestens schwerentflammbar sein. Eine nichtbrennbare Ausführung ist für die Bahnsteige und Treppenläufe vorzusehen.

Sämtliche Ausstattungen am Bahnsteig (z. B. Sitzmöbel, Papierkörbe etc.) müssen, soweit technisch möglich, aus nichtbrennbaren Materialien bestehen.

4.2.11 Zwischenböden und Zwischendecken

Bahnsteig

Der Bahnsteigbereich und der Raum unter dem Bahnsteig werden baulich getrennt.

Die gesamte Bahnsteigdecke ist feuerbeständig und nichtbrennbar auszuführen. Öffnungen und Durchdringungen sind auf das unbedingt erforderliche Maß zu beschränken. Kabel- und Leitungsdurchführungen sind feuerbeständig zu schotten, um eine Brandweiterleitung auszuschließen.

Schachtdeckel im öffentlichen Bereich müssen gleichfalls feuerbeständig, nichtbrennbar und weitestgehend rauchdicht ausgeführt werden.

Der Fahrtschacht des Aufzugs und die Gruben der Fahrtreppen sind feuerbeständig vom Raum unter dem Bahnsteig abzutrennen.



Ebenso ist für die Technikräume eine feuerbeständige Trennung im Bodenbereich erforderlich (Decke über der KC-Ebene).

Betriebsräume

Entsprechend den vorliegenden Planungen ist in einigen Betriebsräumen ein Doppelboden geplant. Ebenso ist in den Fluren der Betriebsbereiche ein Systemboden vorgesehen. Ob es sich hierbei um einen Doppelboden oder einen Hohlraumboden handelt, wird erst im Rahmen der weiteren Ausführungsplanung festgelegt.

Hierbei ist zu beachten, dass Wände mit Anforderungen an den Raumabschluss bis auf den Rohfußboden zu führen sind. Der Doppelboden/Systemboden darf diese Wände nicht unterlaufen.

Die Höhe der Doppelböden/Systemböden beträgt entsprechend der vorliegenden Planung zwischen 0,4 m und 1,2 m. Sie liegt daher teilweise über dem Grenzwert von 500 mm nach Abschnitt 4 MSysBöR. Demnach muss die Tragkonstruktion der Doppelböden mit einer Höhe von mehr als 0,5 m (Tragplatte einschließlich Ständer) bei Brandbeanspruchung von unten feuerhemmend sein. Das Versagenskriterium bei der Bauteilprüfung bezieht sich nur auf die Tragfähigkeit.

4.3 Fördertechnik

4.3.1 Personenaufzüge

Bezüglich der Anforderungen an Aufzüge in unterirdischen Stationen der VGF erfolgte am 07.08.2008 eine grundsätzliche Abstimmung zwischen der VGF, der Branddirektion Frankfurt am Main und Brandschutzsachverständigen.

Entsprechend dieser Abstimmung wurde als Schutzziel festgelegt, dass die Aufzugskonstruktion innerhalb von 30 Minuten nicht zerstört werden darf. Etwaige höherwertige Schutzziele (ggf. weiterführende Anforderungen an die Verglasung, unabhängig vom Brandschutz) sind zu beachten.

In der Station „Güterplatz“ ist ein Personenaufzug geplant. Dieser hat eine Anbindung an die Fahrebene (C-Ebene) und eine Anbindung an den öffentlichen Straßenraum (A-Ebene). Die B-Ebene wird nicht angebunden.

Entsprechend der vorliegenden Planung soll der Schacht in der Bahnsteighalle aus Glas realisiert werden, der Teil zwischen der Deckenebene der C-Ebene und der A-Ebene in Stahlbeton und auf der A-Ebene erneut in Glas.

Der Aufzug hat einen Abstand von 2,95 m zur Gleisachse (ca. 1,6 m zur Bahnsteigkante).

An den Feuerwiderstand der Schachtkonstruktion in der Bahnsteighalle werden unter folgenden Bedingungen keine Anforderungen gestellt:



- Der Abstand zwischen Aufzugsschacht und Bahnsteigkante beträgt mindestens 1,5 m.
- Der Aufzugsschacht hat keine Anbindung an den öffentlichen Bereich der B-Ebene.
- Der Aufzugsschacht wird im Bereich zwischen der Bahnsteighalle und der A-Ebene als feuerbeständiger Schacht ausgeführt.
- Beim Versagen des Aufzugsschachtes in der Bahnsteighalle aufgrund von Brandwirkungen kommt es zu keinem weiteren Versagen der darüber liegenden Bauteile.
- Der Aufzug ist mit einer Brandfallsteuerung ausgerüstet, so dass er bei automatischer Branderkennung unverzüglich in die A-Ebene fährt und dort mit geöffneten Türen außer Betrieb geht.
- Der Aufzugsschacht erhält an oberster Stelle eine Öffnung zur Rauchableitung mit einer freien Fläche von mindestens 2,5% der Grundfläche, mindestens jedoch 0,1 m².

Werden alle oben beschriebenen Anforderungen erfüllt, so ist es ausreichend, wenn die Konstruktion des Aufzugsschachtes aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht und die Verglasung als VSG-Verglasung, ohne qualifizierten Feuerwiderstand, ausgeführt wird.

Die tatsächliche Ausführung muss jedoch nachweislich einer Temperatur von mindestens 150 °C standhalten.

An den Aufzugsschacht in der A-Ebene werden keine brandschutztechnischen Anforderungen gestellt.

ergänzende Ausführungen zur Verglasung

Durch die Hersteller kann nach bisherigem Sachstand kein Nachweis über eine Temperaturbeständigkeit (unabhängig von einem qualifizierten Feuerwiderstand nach DIN 4102) erbracht werden.

Basierend auf diversen Untersuchungen (siehe Anlage 2.7 zu diesem Brandschutzkonzept) ist die Verglasung daher mindestens als 2 x 7 mm VSG-Verglasung auszuführen.

Der Aufzug ist innerhalb und außerhalb mit einer Kennzeichnung entsprechend DIN EN 81-73 zu versehen, dass er im Brandfall nicht genutzt werden darf.

Ergänzung zur Brandfallsteuerung

Wie bereits beschrieben, wird der Aufzug mit einer Brandfallsteuerung ausgestattet, so dass er bei Branderkennung unverzüglich in die A-Ebene fährt und dort mit geöffneten Türen außer Betrieb geht.

Darüber hinaus wird der Aufzug am Tableau mit einem Schlüsselschalter für die Feuerwehr (Vorrangschaltung) versehen. Hierdurch verfügt die Feuerwehr über die Möglichkeit, den Aufzug auch im Brandfall zu nutzen.



4.3.2 Fahrtreppen / Fahrsteige

In der Station sind insgesamt 6 Treppenanlagen geplant. Davon führen zwei Treppenanlagen jeweils von der Fahrebene (C-Ebene) zu den beiden Verteilerebenen (B-Ebenen) und insgesamt 4 Treppenanlagen von den beiden Verteilerebenen (B-Ebenen) ins Freie (A-Ebenen).

Je Treppenanlage sind zwei Fahrtreppen geplant.

Der Raum unter den Treppen ist, sofern die Möglichkeit einer Nutzung durch technische Installationen oder Lagerung besteht, insgesamt feuerbeständig, auch zur Fahrtreppe hin abzutrennen.

Im Brandfall muss die abwärts führende Fahrtreppe automatisch angehalten werden, damit auch diese für die Räumung der Station genutzt werden kann³. Aufwärts führende Fahrtreppen sollten weiter betrieben werden.

Weiterhin müssen an den Fahrtreppen, mindestens an den Zu- und Abgängen, Notschalter vorhanden sein (§ 32 (3) BOStrab).

4.4 Rettungswegkonzept

4.4.1 Rettungswegführung

Öffentlicher Bereich

Von der Fahrebene (C-Ebene) führen zwei Treppenanlagen mit jeweils im Lichten 4,0 m breiten festen Treppen auf die beiden Verteilerebenen (B-Ebenen). Von diesen Verteilerebenen führen wiederum jeweils zwei Treppenanlagen mit jeweils im Lichten 2,0 m breiten festen Treppen ins Freie (A-Ebene).

Die Treppenanlagen von der Fahrebene (C-Ebene) sind durch feste Rauchschürzen und seitlich durch feuerbeständige Stahlbetonwände zu dieser abgetrennt, so dass ein Raucheintrag in die Treppen und damit eine Verrauchung der nachfolgenden Fluchtwege ausreichend lang behindert werden kann.

Betriebsräume

In den Kopfbenden der Station sind Betriebsräume, aber keine Aufenthaltsräume geplant.

Die Rettungswege aus den Betriebsräumen in der C-Ebene führen über einen Seitengang im Sicherheitsraum am Tunnel auf den Bahnsteig und von dort über die oben beschriebenen Aufgänge über die Verteilerebene (B-Ebene) ins Freie. Weiterhin führen im Westkopf der C-Ebene weitere Rettungswege über einen internen Flur zum internen Treppenraum.

³ Die Fahrtreppen wurden in der Räumungsberechnung nicht mit berücksichtigt. Es ist dennoch die Möglichkeit zu schaffen, dass diese im Gefahrenfall ebenfalls durch die flüchtenden Personen genutzt werden können.



Die Betriebsräume in den Zwischenebenen im Westkopf (B1-Ebene und B2-Ebene) haben Rettungswege jeweils über die internen Flure, welche direkt zum internen Treppenraum führen.

Der interne Treppenraum hat jeweils einen Ausgang in der C-Ebene und einen Ausgang in der B-Ebene.

Die Personen aus den Betriebsräumen in der B-Ebene Westkopf können über den internen Flur flüchten, welcher auf den öffentlichen Bereich führt, von wo aus zwei Treppenanlagen ins Freie zur Verfügung stehen.

Für die Betriebsräume in der A1-Ebene im Ostkopf führt der Rettungsweg über den internen Flur direkt zur süd-östlichen Treppe ins Freie.

Schachteinstiege in den Raum unterhalb des Bahnsteigs sind zur Begrenzung der Rettungsweglängen in Abständen von maximal 25 m untereinander und maximal 12,5 m zu den Bahnsteigenden herzustellen. Das lichte Öffnungsmaß ist mit mindestens 0,8 m x 0,8 m zu bemessen.

Rettungswegführung außerhalb der allgemeinen Betriebszeiten

Außerhalb der allgemeinen Betriebszeiten sind die Gittertore an den Zugängen der Station geschlossen.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich zu dieser Zeit Personen in der Station aufhalten.

Hierbei handelt es sich jedoch um eingewiesenes Personal in sehr geringer Anzahl. Fahrgäste und ortsunkundige Personen befinden sich außerhalb der Betriebszeiten nicht in der Station.

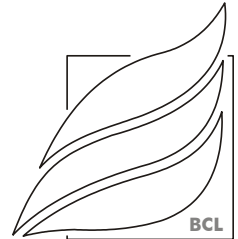
Um dem eingewiesenen Personal auch außerhalb der Schließzeiten die Räumung zu ermöglichen, sind die Gittertore mit einer Notentriegelung zu versehen, so dass sie von innen jederzeit geöffnet werden können.

Eine automatische Ansteuerung der Gittertore im Brandfall ist hierfür nicht erforderlich.

Lüftungszentralen

Nach Abschnitt 6.4.3 M-LüAR muss von jeder Stelle einer Lüftungszentrale in höchstens 35 m Entfernung ein Ausgang zu einem Flur in der Bauart eines notwendigen Flures, zu Treppenräumen in der Bauart von notwendigen Treppenräumen oder unmittelbar ist Freie erreichbar sein.

In der Station sind zwei Lüftungszentralen geplant. Beide Lüftungszentralen haben jeweils einen direkten Ausgang zur vorgelagerten Flurzone. Von dort ist jeweils ein Ausgang zum internen Treppenraum (Westkopf) bzw. ein Ausgang zur südöstlichen Treppe Nr. 4 erreichbar.



4.4.2 Räumungsberechnungen

Für die Station „Güterplatz“ wurden Räumungsberechnungen durchgeführt, um die erforderliche Zeit für die Entfluchtung der Station zu bestimmen.

Die Ansätze der Berechnungen und eine detaillierte Auswertung der Berechnungsergebnisse sind in der Anlage 2.1 zu diesem Kapitel 2 des Brandschutzkonzeptes dargestellt.

Nachfolgend werden die Berechnungsergebnisse tabellarisch zusammengefasst. Es werden dabei sowohl die Bemessungszeit als auch die erforderliche Wirkungszeit der Rauchschutzmaßnahmen entsprechend der TRStrab Brandschutz dargestellt. Die Differenz beinhaltet 10 % der Bemessungszeit, mindestens jedoch 1 Minute.

Tabelle 2: Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse der Räumungsberechnungen für die Station „Güterplatz“ - Zeitangaben inklusive Fahrtzeit sowie Alarmierungs- und Reaktionszeit

	Entfluchtung über beide Treppen		Entfluchtung über eine Treppe	
	Bemessungszeit	erforderliche Wirkungszeit der RS-Maßnahmen	Bemessungszeit	erforderliche Wirkungszeit der RS-Maßnahmen
Fahrebene geräumt	8,5 min	9,5 min	14,0 min	15,4 min
Station geräumt	13,2 min	14,5 min	18,9 min	20,8 min

4.4.3 Brandsimulationsberechnungen

Für die Bewertung der Verrauchung und der Ermittlung der für die Räumung zur Verfügung stehenden Zeitdauer wurden für die Station „Güterplatz“ Brandsimulationsberechnungen durchgeführt.

Die Ansätze für die Berechnung sowie eine detaillierte Auswertung der Berechnungsergebnisse sind in der Anlage 2.2 zu diesem Brandschutzkonzept dargestellt.

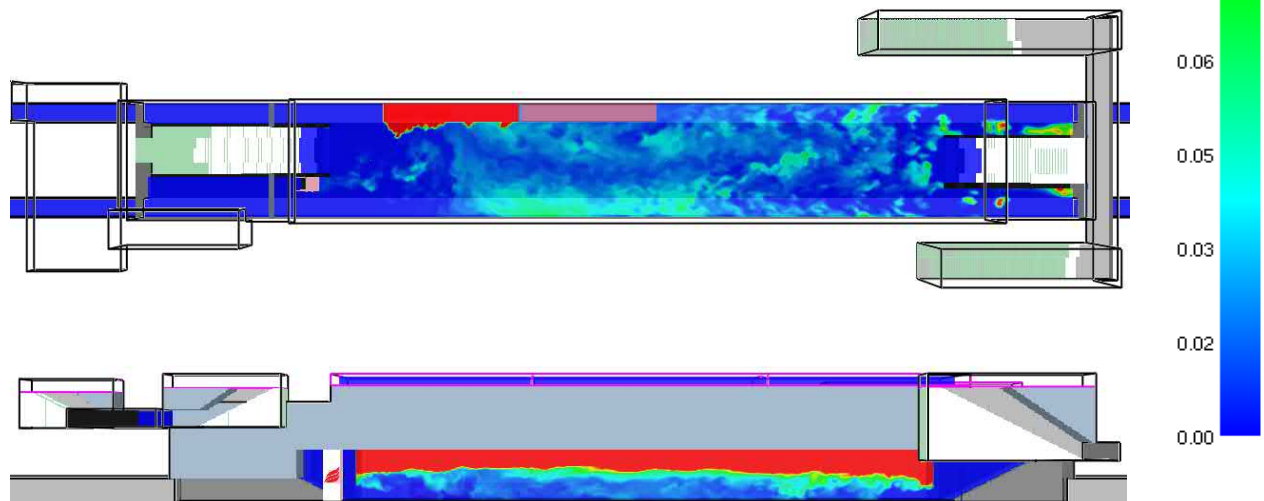
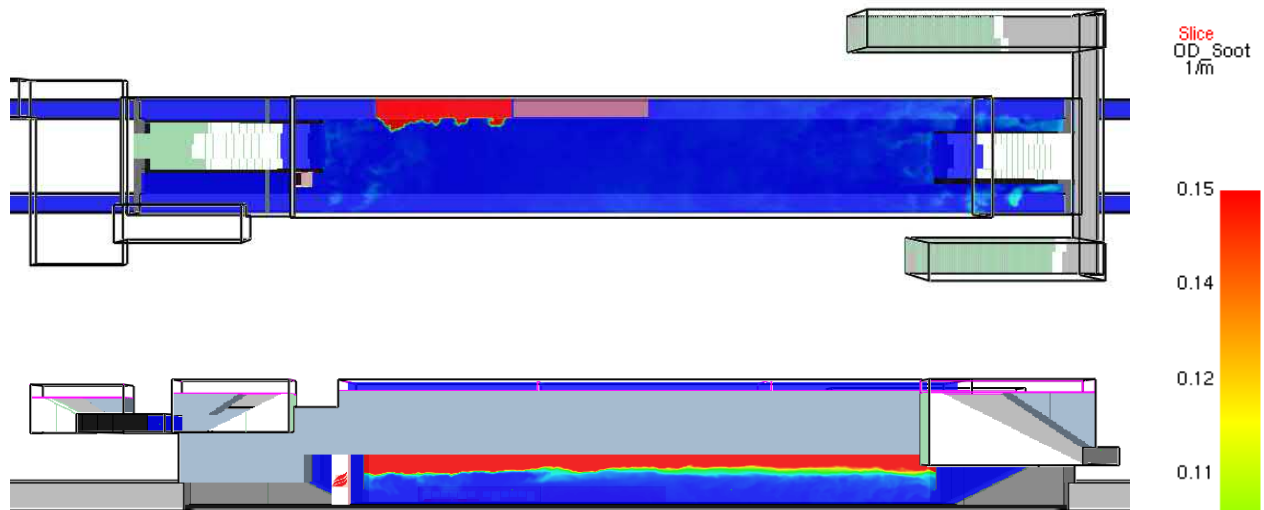
Die Berechnungen haben ergeben, dass mit den geplanten Rauchabzugsöffnungen zusammen mit den festen Rauchschürzen sowohl die Selbstrettung als auch die Fremdrettung und der Löschangriff der Feuerwehr ungehindert durchgeführt werden können.

Es kann bis zur 15. Brandminute eine raucharme Schicht von 2,5 m über dem Bahnsteig und bis zur 30. Brandminute eine raucharme Schicht von 1,5 m über dem Bahnsteig nachgewiesen werden.

Beide Treppenaufgänge sind bis zur 30. Brandminute nutzbar und es erfolgt kein Raucheintrag in die Verteilerebenen.



In den beiden nachfolgenden Abbildungen ist die Verrauchung der Station zur 15. Brandminute und zur 30. Brandminute dargestellt. Bezüglich der unterschiedlichen Werte für $\text{yield}_{\text{smoke}}$ wird auf die Anlage 2.2 verwiesen.





4.4.4 Vergleich der Berechnungsergebnisse der Räumungs- und der Brandsimulationsberechnungen

Ein Vergleich der Ergebnisse der Räumungsberechnungen mit den Ergebnissen der Brandsimulationsberechnungen zeigt, dass die Rauchschutzmaßnahmen und die Rettungswege ausreichend dimensioniert sind, um in der Station „Güterplatz“ die Personensicherheit zu gewährleisten.

4.4.5 Anforderungen an Rettungswege

Die baulichen Anforderungen an die Rettungswege sind im Abschnitt 4.2.8 beschrieben. Bezüglich der Kennzeichnung der Rettungswege wird auf Abschnitt 4.6.6 verwiesen.

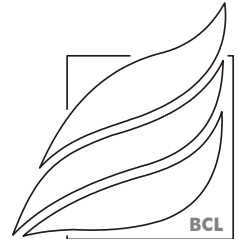
Weiterhin dürfen auf dem Bahnsteig Sitzmöbel und Papierkörbe ausschließlich aus nichtbrennbaren Materialien bestehen.

4.4.6 Anforderungen wegen besonderer Personengruppen

Für die Räumung von mobilitätseingeschränkten Personen ist vorgesehen, dass diese sich bis zum Eintreffen der Feuerwehr vor den Treppenaufgängen von den Fahrebenen (innerhalb des Schutzbereiches der festen Rauchschürzen) aufhalten, soweit sie nicht bereits durch andere Reisenden bzw. vor Ort anwesendes Personal mitgenommen wurden.

Auf den Bahnsteigen (C-Ebene) werden 2 Notrufsprechstellen in jeweils ca. 30 m Entfernung zu den Aufgängen aufgestellt, welche auf die Leitstelle der VGF aufgeschaltet sind, damit den Personen ein Notruf möglich ist.

Taktile Leiteinrichtungen auf dem Bahnsteig müssen zu beiden Treppenanlagen führen.



4.5 Rauchschutzkonzept

4.5.1 Rauchschutzmaßnahmen für den öffentlichen Bereich

Rauchabzugsöffnungen

Über der Fahrebene sind Rauchabzugsöffnungen für eine natürliche Entrauchung im Brandfall vorgesehen.

Hierfür sind in der Station 5 Lichtschächte geplant, an denen jeweils 2 Rauchabzugsöffnungen integriert sind.

In der nachfolgenden Abbildung soll die geplante Lösung verdeutlicht werden.

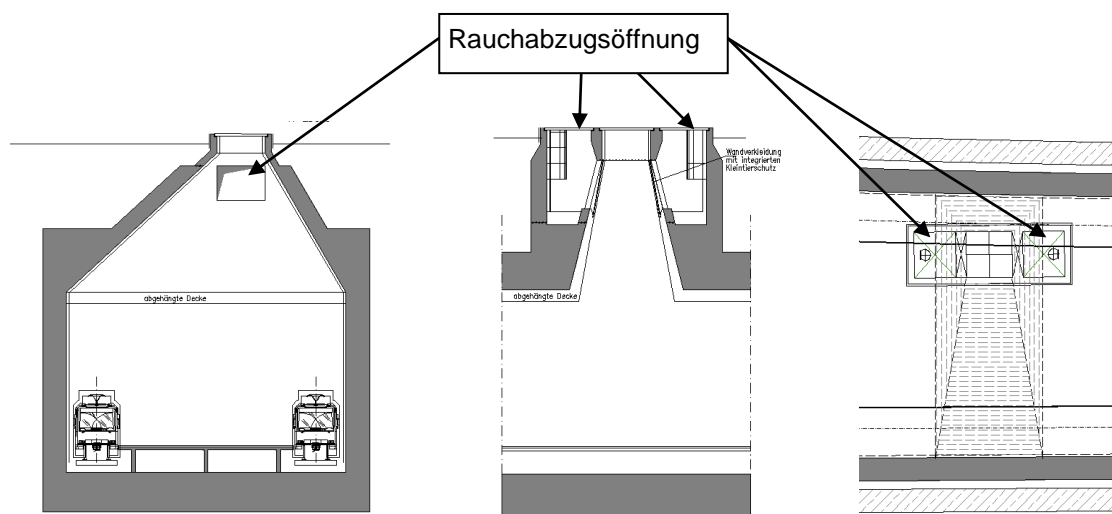


Abbildung 7: Querschnitt, Längsschnitt und Aufsicht der geplanten Lichtschächte mit den Rauchabzugsöffnungen

Die Rauchabzugsöffnungen sind entsprechend der vorliegenden Planung permanent offen und müssen daher im Brandfall nicht angesteuert werden.

Die Anforderung an die Größe und strömungstechnischen Eigenschaften sind in den Anlagen 2.2 und 2.3 zu diesem Brandschutzkonzept beschrieben.

Rauchschürzen

Vor den beiden Treppenaufgängen von der Fahrebene (C-Ebene) zu den beiden Verteilerebenen (B-Ebenen) sind feste Rauchschürzen geplant.

Diese Rauchschürzen reichen bis auf eine Höhe von 2,5 m über Bahnsteig herab und sind dauerhaft vorhanden. Eine Ansteuerung im Brandfall ist nicht erforderlich.

4.5.2 Rauchschutzmaßnahmen für den Treppenraum

Bei dem Treppenraum handelt es sich um einen innenliegenden Treppenraum ohne Anbindung ans Freie. Er benötigt daher an oberster Stelle eine Öffnung zur Rauchableitung mit einer freien Öffnungsfläche von mindestens 1 m². Die Öffnung zur Rauchableitung ist entsprechend der vorliegenden Planung dauerhaft geöffnet, so dass keine gesonderte Ansteuerung erforderlich ist.



4.5.3 Rauchschutzmaßnahmen für Aufzüge

In der Station ist ein Aufzug geplant, dessen Schacht von der Fahrebene (C-Ebene) bis ins Freie (A-Ebene) führt.

Für diesen Schacht ist an oberster Stelle eine Öffnung zur Rauchableitung mit einer Fläche von mindestens 2,5% der Grundfläche; mindestens jedoch 0,1 m² vorzusehen.

4.5.4 Rauchschutzmaßnahmen für die Betriebsräume

Für die Betriebsräume an beiden Stationsköpfen ist eine Entrauchungsanlage zur maschinellen Entrauchung nicht zu fordern. Es ist jedoch eine Möglichkeit der Rauchabführung nach dem Löschen durch die Feuerwehreinsatzkräfte vorzusehen.

Die Rauchableitung der Betriebsräume im Ostkopf erfolgt jeweils über den öffentlichen Bereich bzw. für die A1-Ebene über eine direkte Anbindung an das Freie (Zugang Südost Nr. 4).

Im Westkopf kann eine Rauchableitung über die geplanten Lüftungsanlagen nicht umgesetzt werden (z. B. konkurrierende Steuerung der Brandschutzklappen), so dass hier in Abstimmung mit der Feuerwehr folgendes Konzept festgelegt wurde (siehe Aktennotiz - Anlage 2.8 zu diesem Kapitel):

Die Rauchableitung nach dem Brand erfolgt über den notwendigen Treppenraum mit einer dauerhaft offenen Öffnung ins Freie.

Die Nachströmung hierzu wird über **zwei Schächte** gesichert, **welche** eine Anbindung an die Tunnelröhren **haben**. **Die Schächte sind** in der B1- und B2-Ebene jeweils an **die** internen Flure **angebunden**.

Sämtliche Öffnungen sind mit feuerbeständigen Entrauchungsklappen verschlossen. Die Öffnungen müssen je Ebene eine Fläche von ca. 1 m² betragen.

Die Entrauchungsklappen werden nicht automatisch, sondern ausschließlich durch die Feuerwehr über gesonderte Schalter am BAS-Schrank angesteuert.

Daher ist es erforderlich, dass diese einen Funktionserhalt von 90 Minuten und einen Anschluss an die Sicherheitsstromversorgung erhalten.

Die Schalter am BAS-Schrank sind entsprechend zu kennzeichnen.

Das Entrauchungstableau sowie die Bedienelemente sind nach Anforderung und in Abstimmung mit der Branddirektion Stadt Frankfurt am Main sowie nach dem „Merkblatt – Bedientableau für Entrauchungsanlagen“ auszuführen.

Das abschließende Konzept zur Rauchableitung aus den Betriebsräumen wurde mit der Branddirektion abgestimmt und von dieser bestätigt (siehe Anlage 2.8).



4.6 Anlagentechnischer Brandschutz

4.6.1 Wandhydranten

In einem Abstand von ca. 25 m ab der untersten Treppenstufe sind auf dem Bahnsteig jeweils Schränke geplant, in denen unter anderem die Wandhydranten für die Feuerwehr integriert werden sollen.

Über diese Wandhydranten muss eine Löschwasserversorgung von 200 l/min über eine Zeitdauer von mindestens 2 Stunden bei einem anstehenden Druck von 4,5 bar und bei gleichzeitiger Löschwasserentnahme an beiden Wandhydranten gewährleistet sein.

Die Wandhydranten werden „nass“ nach DIN 14462 ausgeführt.

Die zugehörige Druckerhöhungsanlage muss entsprechend den Forderungen der MLAR einen Funktionserhalt von mindestens 90 Minuten aufweisen.

Ebenso ist sie an die Sicherheitsstromversorgung der Station anzuschließen.

Für die Betriebsräume werden keine Hydranten gefordert.

4.6.2 Feuerlöscher

Mit tragbaren Feuerlöschern können Entstehungsbrände bekämpft werden. Sie können sowohl von Reisenden, als auch von Angestellten der VGF bedient werden.

Innerhalb der Betriebsbereiche ist die erforderliche Anzahl der Feuerlöscher nach den Vorgaben der ASR A2.2 zu ermitteln.

Für den öffentlichen Bereich ist diese Bemessung aus gutachterlicher Sicht nicht erforderlich. Hier ist es ausreichend, wenn auf dem Bahnsteig zwei Feuerlöscher und in den B-Ebenen (öffentlicher Bereich) jeweils ein Feuerlöscher vorgehalten werden (je Schaumlöscher mit mind. 10 LE). Die Standorte sind entsprechend zu kennzeichnen.

Die Festlegung der konkreten Art und Löschmitteleinheiten einzelner Feuerlöscher für die Betriebsbereiche erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung.

4.6.3 Brandmeldeanlagen / Rauchwarnmelder

Für die gesamte Station ist eine flächendeckende Brandmeldeanlage der **Kategorie 1** nach DIN VDE 0833 in Verbindung mit DIN 14 675 erforderlich. Dies umfasst auch eine Überwachung aller Betriebsräume.

Die in der DIN VDE 0833 Teil 2 genannten Ausnahmen vom Überwachungsumfang können berücksichtigt werden.

Weiterhin wird aus Gründen der Missbrauchsgefahr in Abstimmung mit der Branddirektion auf Handfeuermelder im öffentlichen Bereich verzichtet.

Es sind technische Maßnahmen zur Vermeidung von Falschalarmen vorzusehen.



Der Überwachungsumfang begrenzt sich jedoch ausschließlich auf die Räumlichkeiten der Station „Güterplatz“. Der Tunnel selbst sowie die Betriebsgänge hinter den Pendelklappen in der C-Ebene sind nicht Bestandteil der Überwachung durch die Brandmeldeanlage.

Ursprünglich war es geplant (siehe Index E dieses Kapitels), die Bahnsteige sowohl hinsichtlich der Entstehung von Rauch als auch hinsichtlich der Entstehung von Wärme zu überwachen. Ziel dieser doppelten Überwachung war es differenzieren zu können, ob das für die Räumung kritische Ereignis, Brand eines Fahrzeugs am Bahnsteig, vorliegt oder nicht.

Aufgrund der Geometrie der Station wurde im Rahmen der weiteren Projektbearbeitung festgelegt, dass auf die Überwachung hinsichtlich der Entstehung von Wärme verzichtet werden soll. Dies ergab sich insbesondere daraus, dass aufgrund der geplanten Geometrie ein normenkonformer Einbau von Thermokabeln nicht möglich ist.

Zur quantitativen Bewertung des Auslöseverhaltens der verschiedenen möglichen Rauchererkennungssysteme wurden Brandsimulationsberechnungen durchgeführt, da sowohl die Eignung einer zunächst vorgesehenen Überwachung der Lichtschächte als auch die Realisierung einer Mehrmelderabhängigkeit in Frage zu stellen war. Die zugehörigen Berechnungsergebnisse sind in der Anlage 2.2a zu diesem Brandschutzkonzept dargestellt.

Basierend auf den Berechnungsergebnissen wird Folgendes festgehalten:

- Auf die Überwachung der Lichtschächte durch ein RAS-System kann verzichtet werden. Dies ergibt sich daraus, dass oberhalb der linienförmigen Rauchmelder keine weiteren mobilen oder fest eingebauten brennbaren Materialien geplant sind und dass die Branderkennung in der Station durch die linienförmigen Rauchmelder abgedeckt ist. - Dies stellt eine Abweichung von den Anforderungen der DIN 14 675 dar.
- Auf den zunächst geplanten linienförmigen Rauchmelder in der Mitte des Bahnsteiges kann gleichfalls verzichtet werden. Dies ergibt sich daraus, dass die beiden äußeren linienförmigen Rauchmelder oberhalb der Bahnsteigkanten auch bei kleinskaligen Bränden auslösen werden.
Die Auslösung erfolgt zwar für kleinskalige Brände (Papierkorb oder Reisetasche) deutlich später, aber aufgrund der geplanten Geometrie und den geplanten permanent wirksamen Rauchschutzeinrichtungen (keine Ansteuerung über die BMZ erforderlich) ergibt sich daraus keine Gefährdung für die Personensicherheit.

Bezüglich der **Abweichung** vom Überwachungsumfang entsprechend **DIN 14 675** (keine Rauchüberwachung in den Lichtschächten) ergibt sich folgende Begründung.

Die Lichtschächte selbst bestehen ausschließlich aus nichtbrennbaren Materialien (Sichtbeton). Weiterhin sind oberhalb der linienförmigen Rauchmelder keinerlei Brandlasten geplant. Sämtliche technische Einrichtungen befinden sich unterhalb der linienförmigen Rauchmelder, so dass auch ein Brand dieser Einrichtungen durch die linienförmigen Rauchmelder erkannt wird.



Ergänzung:

In den Lichtschächten ist für Servicezwecke eine Beleuchtung installiert. Diese ist von untergeordneter Bedeutung und wird nur bei Bedarf angeschaltet, so dass die Einschätzung bezüglich der Brandgefahr in den Lichtschächten weiterhin Bestand hat.

Da der Aufzugsschacht bis zur A-Ebene führt und dort eine dauerhafte Öffnung zur Rauchableitung hat, kann ebenfalls auf die Überwachung des Aufzugsschachtes durch automatische Melder verzichtet werden.⁴

Ferner wurde seitens des Betreibers im Einvernehmen mit der Feuerwehr in der gemeinsamen Abstimmung am 07.12.2015 festgelegt, dass bei jeder automatischen Branderkennung am Bahnsteig eine sofortige automatische Alarmierung in der Station erfolgt und diese insgesamt geräumt wird.

Ansteuerungen von Rauchschutzeinrichtungen sind nicht erforderlich, da diese permanent vorhanden bzw. offen sind. Ggf. ergänzte Lüftungsanlagen sind abzuschalten.

Es ist zu berücksichtigen, dass der Zwischenbodenbereich in den Betriebsräumen mit Doppelboden und in den Fluren mit Systemböden in den Überwachungsumfang der Brandmeldeanlage mit aufgenommen wird. Gleichfalls ist die Außenluftansaugung durch Rauchmelder zu überwachen.

Das Signal der Brandmeldezentrale ist direkt zur Leitstelle der Berufsfeuerwehr Frankfurt am Main weiterzuleiten. Es sind die technischen Anschaltbedingungen für Brandmeldeanlagen der Feuerwehr Frankfurt am Main in der jeweils gültigen Fassung zu berücksichtigen.

Eine parallele Meldung erfolgt zur Betriebsleitstelle der VGF.

Durch das Signal der Brandmeldeanlage sind folgende technische Einrichtungen **automatisch** anzusteuern:

- Alarmierung der Feuerwehr
- Alarmierung der Leitstelle der VGF
- Abschaltung der Lüftungsanlagen
- Alarmierung der nicht öffentlichen Bereiche
- Brandfallsteuerung des Aufzugs
- Aktivierung der Rundumkennleuchten der Brandmelde-Abfrage-Stelle
- Alarmierung der Reisenden
- Abschalten der abwärts führenden Fahrtreppen
- Aktivierung der Blitzleuchten und Zugangssperrschilder.

Für die Station ist eine Brandfallsteuermatrix in Abstimmung mit der Branddirektion Frankfurt am Main und dem Brandschutzkonzeptersteller zu erarbeiten.

⁴ Dies entspricht auch den Ausführungen des Anhang 2 zu den „Regelungen zur Erstellung von Brandschutzkonzepten für die brandschutztechnische Nachrüstung der unterirdischen Bestandsstationen sowie den Bau neuer unterirdischer Stationen im Streckennetz der VGF“; DA-A-002 vom 10.05.2017, Version 3.0



Brandmelde-Abfrage-Stelle (BAS)

Als zentrale Anlaufstelle für die Feuerwehr wird eine Brandmelde-Abfrage-Stelle (BAS) vorgesehen.

Diese gestattet es den anrückenden Kräften der Feuerwehr, sich einen Überblick über die Situation vor Ort zu verschaffen und auch Maßnahmen zur Gefahrenabwehr bzw. zur Gefahrenminimierung einzuleiten.

Diese BAS ist auf der A-Ebene am südwestlichen Treppenabgang Nr. 1 vorgesehen. Als Standort ist die westliche Wand des Treppenaufgangs gewählt, so dass nicht unmittelbar mit einem Rauchanstrom oder Behinderung der Zugänglichkeit wegen entgegenkommender Personenströme zu rechnen ist.



BAS-
Schrank

Abbildung 8: Auszug Planung A0-Ebene mit Positionierung des BAS-Schranks

4.6.4 Alarmierungseinrichtungen / Informationsanlagen / Sprachalarmanlagen

Es ist sicherzustellen, dass die Fahrgäste und das Betriebspersonal im Gefahrenfall frühzeitig und ausreichend informiert werden können. Hierzu ist in der Station „Güterplatz“ eine Sprachalarmanlage entsprechend DIN VDE 0833 Teil 4 geplant.

Damit können konkrete Anweisungen an die Fahrgäste und das Betriebspersonal im Gefahrenfall eindeutig mitgeteilt werden.

Die zugehörige Zentrale ist in dem Betriebsbereich auf der B1-Ebene (Raum 1.5) geplant.

Die Alarmierung der Fahrgäste muss bei einem Brand im öffentlichen Bereich automatisch und unverzüglich erfolgen.

Hierzu sind insbesondere gespeicherte Brandfalldurchsagen in Abstimmung mit der Feuerwehr zu verwenden.

An der Brandmeldeabfragestelle ist eine Einsprechstelle für die Feuerwehr erforderlich.



4.6.5 Sicherheitsbeleuchtung

Entsprechend § 27 (4) BOStrab muss für folgende Bereiche eine Sicherheitsbeleuchtung vorgesehen werden:

1. Bahnsteige,
2. Rettungswege, d.h. Treppen, Verteilerebenen etc.
3. Sicherheitsräume in Tunneln, ausgenommen Sicherheitsräume unter Bahnsteigen und Laufstegen,
4. Notausstiege,
5. Zu- und Abgänge von Bahnsteigen,
6. Zu- und Abgänge von Technikräumen am Bahnsteig, einschließlich der Schleuse,
7. Flur und Treppenraum in den Technikbereichen,
8. mindestens alle Technikräume, in denen bei Ausfall der Allgemeinbeleuchtung eine Gefährdung der dort befindlichen Personen bestehen kann.

Die Sicherheitsbeleuchtung muss so beschaffen und angeordnet sein, dass die Betriebsanlagen ausreichend beleuchtet werden können. Sie muss entsprechend den Vorgaben der TRStrab EA 0,5 Sekunden nach dem Ausfall der netzabhängigen Beleuchtung im betriebsnotwendigen Umfang eingeschaltet sein und für eine Nennbetriebsdauer von mindestens 1 Stunde ausgelegt sein. Geplant ist eine Nennbetriebsdauer von 3 Stunden.

Die Kabelanlagen für Sicherheitsbeleuchtungen sind für einen Funktionserhalt im Brandfall von mindestens 30 Minuten auszulegen.

Weiterhin sind Kabel und Leitungen mit verbessertem Verhalten im Brandfall zu verwenden, die über:

- halogenfreie,
- raucharme,
- weitestgehend nichttoxikologische Isolier- und Mantelmischungen verfügen.

Weitere Anforderungen, die sich z. B. aus den Vorgaben des Arbeitsstättenrechtes ergeben können, sind zu berücksichtigen.

Über dem Bahnsteig soll die Sicherheitsbeleuchtung in die dort geplanten „Leuchtrahmen“ integriert werden. Es ist darauf zu achten, dass die „Leuchtrahmen“ alle Anforderungen an die Sicherheitsbeleuchtung erfüllen.



4.6.6 Rettungswegkennzeichnung / Rettungszeichenleuchten

Rettungszeichenleuchten

Die Fluchtwege in der Station müssen ausreichend gekennzeichnet sein. Im öffentlichen Bereich und in den Fluren der Betriebsbereiche sind hierzu in jedem Fall Rettungszeichenleuchten erforderlich.

Diese müssen so angebracht sein, dass sie auch im Falle eines Raucheintrags in die Station ausreichend lang erkennbar bleiben.

Die Oberkante der Rettungszeichenleuchten sollte daher nicht höher als 2,5 m über dem Bahnsteig bzw. dem Fußboden der beiden Verteilerebenen angeordnet sein.

Die Größe und Abstand der Rettungszeichenleuchten untereinander ergibt sich aus den Vorgaben der DIN EN 1838.

Zugangssperrschilder

Um im Gefahrenfall den Zutritt von Personen zur Station weitestgehend auszuschließen, sind auf der A-Ebene selbstleuchtende Zugangssperrschilder an den Zugängen zur Station vorzusehen, die über die ZLT anzusteuern sind.

Entsprechend der bereits realisierten Lösung in anderen Stationen ist das Zeichen D-P003 nach DIN 4844 – Teil 2 zu verwenden.



D-P003
Für Fußgänger verboten



Abbildung 9: Zeichen D-P003 und realisierte Lösung an der Station „Hauptwache“

Blitzleuchten

Weiterhin sind an den Aufgängen von der Fahrbene (C-Ebene) zur Verteilerebene (B-Ebene) sowie von der Verteilerebene (B-Ebene) ins Freie (A-Ebene) weiße Blitzleuchten anzuordnen. Die Blitzleuchten müssen über die ZLT angesteuert werden.

Durch den Einbau der Blitzleuchten wird die Möglichkeit der Orientierung auch unter stärkerer Rauchbelastung sowohl im Rahmen der Selbst- und Fremdreueung als auch der Brandbekämpfung erhöht.



Treppen-Nummerierung

Die Nummerierung der Treppenanlagen erfolgt in Abstimmung mit der Feuerwehr und ist in die zeichnerischen Anlagen zum Brandschutzkonzept aufgenommen.

Vor Ort sind die Treppenanlagen mit den entsprechenden Nummern zu kennzeichnen. Hierbei ist die jeweilige Treppennummer, die zugehörige Ebene und die Nr. des nächstgelegenen Zugangsbauwerkes von der A-Ebene aufzunehmen.

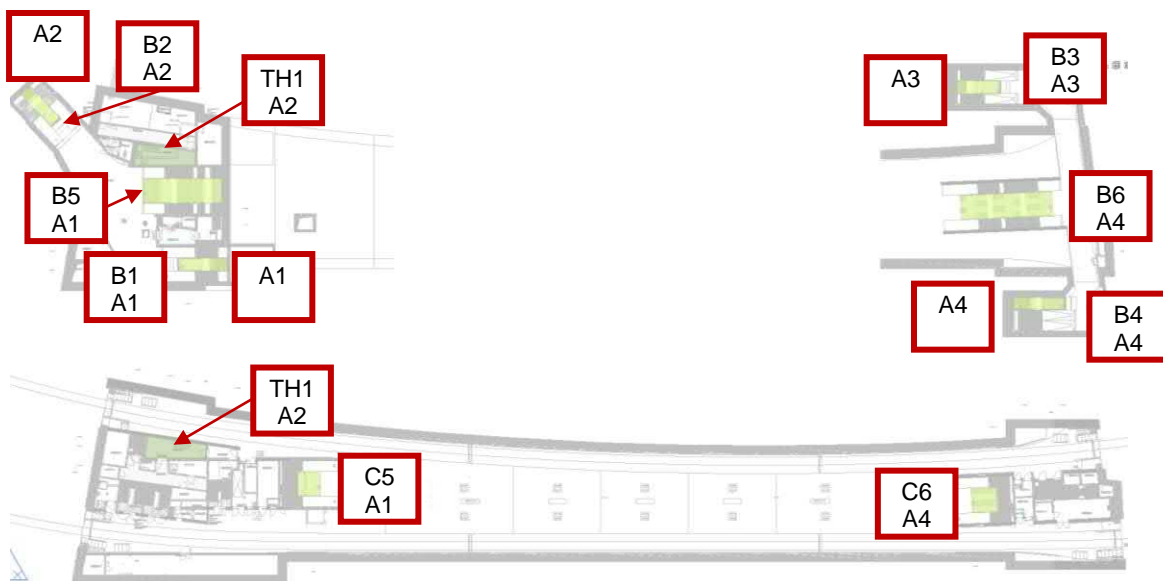


Abbildung 10: Grundrisse B- und C-Ebene mit Darstellung der Treppennummerierungen

4.6.7 Sicherheitsstromversorgung

Es ist sicherzustellen, dass mindestens die sicherheitstechnischen Einrichtungen auch bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung nicht in ihrer Funktionsweise behindert werden.

Hierzu ist eine Ersatzstromversorgung erforderlich. Entsprechende Anlagen sind auf der Fahrebene und in der Verteilerebene untergebracht.

Eine Ersatzstromversorgung ist mindestens für folgende Sicherheitstechnische Einrichtungen erforderlich:

- Brandmeldeanlage
- Sprachalarmanlage
- Sicherheitsbeleuchtung einschließlich Rettungszeichenleuchten
- Druckerhöhung der Wandhydranten
- Brandfallsteuerung der Aufzüge
- BOS-Funk.



Hinsichtlich der Sicherheitsbeleuchtung sind die Anforderungen für die Umschaltzeiten und die Nennbetriebsdauer in Abschnitt 4.6.5 beschrieben.

Für die Brandmeldeanlage und die Alarmierungsanlage sind in den zugehörigen DIN-Normen keine Regelungen mehr enthalten.

Unter Berücksichtigung, dass das Störsignal der Brandmeldeanlage zu einer ständig besetzten Stelle weitergeleitet wird und dass eine Wartungsfirma eingebunden ist, die innerhalb von 2 Stunden vor Ort sein kann, ist eine Nennbetriebsdauer von 10 Stunden ausreichend. Kann dies nicht gewährleistet werden, so ist die Nennbetriebsdauer entsprechend zu erhöhen.

4.6.8 Gebäudefunkanlage

In der Station „Güterplatz“, einschließlich der technischen Betriebsräume, ist eine Gebäudefunkanlage zur Unterstützung der Verständigung der Einsatzkräfte der Feuerwehr innerhalb der Station geplant.

Hierbei sind die Vorgaben des Merkblattes „Gebäudefunk für Feuerwehren in Hessen“ zu beachten.

Die Gebäudefunkanlage ist mit einem Funktionserhalt von mindestens 90 Minuten (E90) auszustatten.

4.7 Haustechnik / Installationen

4.7.1 Lüftungsanlage

Für die Station „Güterplatz“ erfolgt in der aktuellen Planung aufgrund der doppelten Tiefenlage eine Vorhaltung für eine Lüftungsanlage für den Bahnsteig, um diese Anlage bei Bedarf nachrüsten zu können.

Weiterhin sind Lüftungsanlagen für die technischen Betriebsräume geplant.

Für diese Lüftungsanlagen sind entsprechend der vorliegenden Planung zwei Lüftungszentralen geplant, welche jeweils in den Kopfbereichen der Station untergebracht sind (B2-Ebene und A1-Ebene).

Lüftungszentrale

Die beiden Lüftungszentralen befinden sich auf der B2-Ebene bzw. der A1-Ebene. Sie sind durch feuerbeständige Wände und Decken und mindestens feuerhemmende und selbstschließende Türen zu den angrenzenden Bereichen abzutrennen.

Die Lüftungsleitungen in der Lüftungszentrale müssen entsprechend den Vorgaben der M-LÜAR

- aus Stahlblech (mit nichtbrennbaren Dämmstoffen) hergestellt sein,
- der Feuerwiderstandsfähigkeit der Decken und Wände der Lüftungszentrale zu anderen Räumen entsprechen, d.h. feuerbeständig sein, oder



- am Ein- und Austritt der Lüftungszentrale (ausgenommen Fortluft und Außenluftleitungen, die unmittelbar ins Freie führen) Brandschutzklappen mit einer Feuerwiderstandsfähigkeit entsprechend der umfassenden Bauteile haben; die Brandschutzklappen müssen mit Rauchauslöseeinrichtungen ausgestattet sein (Zur Anforderung der Rauchauslöseeinrichtungen wird auf die Ausführung zu den Brandschutzklappen verwiesen.).

Brandschutzklappen

Werden Wände mit Anforderungen an einen raumabschließenden Feuerwiderstand durch Lüftungsleitungen durchquert, so sind in diesen Wände Brandschutzklappen mit dem gleichen Feuerwiderstand wie das durchdrungene Bauteil anzuordnen (K90). Diese müssen gleichzeitig eine Rauchschutzfunktion erfüllen.

Bezüglich des Einsatzes von motorisch angesteuerten Brandschutzklappen sind folgende Grundsätze zu berücksichtigen:

Die Ansteuerung der motorisch betriebenen Klappen erfolgt sowohl thermisch als auch über die Brandmeldeanlage der Kategorie K1 (Vollschutz) bei Rauchererkennung.

Außer in der Außenluftansaugung kann auf Kanalrauchmelder verzichtet werden, wenn die Ansteuerung Brand- und Rauchschutzklappen über die Brandmeldeanlage in Verbindung mit der Raumüberwachung mit der Kenngröße Rauch sichergestellt ist. Bei Einsatz von Kanalrauchmeldern sind diese auf die Brandmeldeanlage aufzuschalten und ein Alarm an die Leitstelle der VGF bei Ansprechen eines Melders zu senden.

In folgenden Bereichen sind Brandschutzklappen mit motorischer Ansteuerung mindestens erforderlich:

- in Wänden von Lüftungszentralen,
- in Wänden mit Anforderungen an den raumabschließenden Feuerwiderstand, wenn die die Wand durchdringenden Leitungen Lüftungsöffnungen sowohl in den Betriebsräumen als auch im öffentlichen Bereich haben,
- in Wänden mit Anforderungen an den raumabschließenden Feuerwiderstand, wenn die die Wand durchdringenden Leitungen Lüftungsöffnungen sowohl in den Betriebsräumen als auch in den angrenzenden Fluren oder Treppenträumen haben, die als Rettungsweg genutzt werden,
- in Wänden mit Anforderungen an den raumabschließenden Feuerwiderstand, wenn die die Wand durchdringenden Leitungen Lüftungsöffnungen sowohl in Räumen mit sicherheitstechnischen Einrichtungen (z. B. BMZ, SAA-Zentrale) als auch in anderen Räumen haben.

Die Lüftungsanlage ist im Brandfall automatisch abzuschalten.



4.7.2 Elektrische Einrichtungen

Kabel und Leitungen

Entsprechend den Vorgaben der TRStrab EA sind in unterirdischen Haltestellen Kabel und Leitungen mit verbessertem Verhalten im Brandfall zu verwenden, die über:

- halogenfreie,
- raucharme,
- weitestgehend nichttoxikologische Isolier- und Mantelmischungen verfügen.

Elektrische Betriebsräume für Transformatoren und Schaltanlagen mit Nennspannungen über 1 kV müssen raumabschließende Bauteile haben, die feuerbeständig ausgeführt sind. Türen in diesen Wänden müssen mindestens feuerhemmend, rauchdicht und selbstschließend sein und im Wesentlichen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

Fußböden müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

Entsprechend § 5 (4) EltBauVO dürfen sich elektrische Betriebsräume für Transformatoren mit Mineralöl oder einer synthetischen Flüssigkeit mit einem Brennpunkt $\leq 300\text{ °C}$ als Kühlmittel nicht in Geschossen befinden, deren Fußboden mehr als 4 m unter der festgelegten Geländeoberfläche liegt.

Sie müssen nach § 5 (5) EltBauVO unmittelbar oder über eigene Lüftungsleitungen wirksam aus dem Freien be- und in das Freie entlüftet werden. Lüftungsleitungen, die durch andere Räume führen, sind feuerbeständig herzustellen. Öffnungen von Lüftungsleitungen zum Freien müssen Schutzgitter haben.

Nach derzeitigem Kenntnisstand sind in der Station ausschließlich Trockentransformatoren geplant, so dass sie auch in Räumen untergebracht werden dürfen, deren Fußboden mehr als 4 m unter der festgelegten Geländeoberfläche liegt. Werden im Zuge der weiteren Planung Transformatoren mit Mineralöl oder synthetischen Kühlflüssigkeiten vorgesehen, so ist die Abweichung von den Anforderungen der EltBauVO zu bewerten.

Kabelleitungen oberhalb von Unterhangdecken im öffentlichen Bereich

Die Bahnsteige müssen in der Phase der Selbstrettung sicher begehbar sein und es darf keine Gefährdung der Einsatzkräfte der Feuerwehr durch das großräumige Versagen von Befestigungen oder Konstruktionen kommen.

Um dieses Schutzziel zu erreichen, sind alle Befestigungen im Deckenbereich mit Befestigungssystemen auszustatten, die für eine Brandbeanspruchung von mindestens 30 Minuten geprüft und zugelassen sind. Dies betrifft Dübel, Gewindestangen und Tragsysteme. Der Einbau ist zulassungsgerecht auszuführen, soweit dies die Befestigungsmittel selbst betrifft. Statische Erfordernisse sind grundsätzlich zu beachten.



Kabelleitungen in den internen Fluren

Die internen Flure in den Betriebsbereichen erschließen ausschließlich Technikräume und keine Aufenthaltsräume

Für diesen Bereich, der nur von wenigen ortskundigen Personen begangen wird und keine Aufenthaltsräume beinhaltet, wird die Selbstrettung vorrangig durch die baulichen Rettungswege, eine automatische Branderkennung und automatische Alarmierung sichergestellt.

Aus brandschutztechnischer Sicht bestehen daher keine Bedenken, wenn Kabelleitungen offen in den Fluren verlegt werden, auch wenn sie diese nur queren und nicht der Versorgung der Flure dienen.

Wesentlicher Bestandteil dieser Einschätzung ist die Voraussetzung, dass die Flure brandlastfrei bleiben und nicht für Lagerzwecke missbraucht werden.

Es ist jedoch erforderlich, Anforderungen an die Befestigung der Kabelleitungen zu stellen.

Es sind ausschließlich nichtbrennbare Befestigungssysteme zu verwenden, die nach statischen Erfordernissen zu bemessen sind. Die zulässige Belegungsdichte von Kabeltrassen ist zu beachten.

Weiterhin sind die Kabelleitungen an den Durchdringungen der Flurwände feuerbeständig zu schotten.

Kabelleitungen im notwendigen Treppenraum und der Schleuse

Innerhalb des notwendigen Treppenraumes und der zugehörigen Schleuse in der C-Ebene dürfen ausschließlich solche Leitungen offen verlegt werden, die der Nutzung des Raumes selbst dienen.

Schaltanlagen für Fahrtreppen

Grundsätzlich sind die Schaltanlagen für die Fahrtreppen in eigenen, durch feuerbeständige Wände abgetrennten Räumen untergebracht.

Lediglich die Steuereinrichtungen für die Fahrtreppen von der B-Ebene auf die A-Ebene im Ostkopf der Station sollen nicht in gesonderten Räumen untergebracht, sondern in die Wandverkleidung integriert werden.

Diese Schaltanlagen sind durch nichtbrennbare Bauteile zum öffentlichen Bereich der Station abzutrennen. Für den Betrieb der Schaltanlagen sind jedoch Lüftungsöffnungen erforderlich, um die entstehende Wärme abführen zu können.

Eine gesonderte Überwachung der Schaltschränke durch automatische Brandmelder, wie ursprünglich gefordert, wird nicht mehr als notwendig erachtet.

Durch die Lüftungsöffnungen kann ein möglicher Brand in den Schaltschränken durch die automatischen Melder im öffentlichen Bereich der Station erkannt werden. Aufgrund der dadurch entstehenden geringen zeitlichen Verzögerung bis zur Branderkennung durch die Brandmeldeanlage ergibt sich keine erhöhte Gefährdung für die anwesenden Personen in der Station.



4.8 Brandschutz bei Großveranstaltungen

Großveranstaltungen in oder um die Station herum sind der Branddirektion rechtzeitig anzuzeigen. Die Branddirektion entscheidet nach Ermessen, in Abhängigkeit der Art der Veranstaltung und der Anzahl evtl. gefährdeter Personen, ob ggf. ausgewiesenes Sicherheitspersonal erforderlich ist oder weitere Maßnahmen erforderlich werden.

Näheres hierzu ist im § 17 HBKG (Hessisches Gesetz über den Brandschutz, die Allgemeine Hilfe und den Katastrophenschutz) geregelt.

Je nach Art und Größe der Veranstaltung und ihrem Einfluss auf die Rettungswege kann ein separates ereignisbezogenes Sicherheitskonzept erforderlich werden, welches auch den Brandschutz und die Evakuierungsbewertung umfasst.

4.9 Brandschutzakte

Nach Fertigstellung der Station ist eine Brandschutzakte anzufertigen, welche mindestens folgende Dokumente beinhaltet:

- Brandschutzkonzept
- Zeichnungen der Station mit Eintragungen der brandschutztechnisch relevanten Anforderungen
- Protokolle der Gefahrenverhütungsschau
- Prüfberichte zu brandschutztechnischen Sicherheitsanlagen.

5 Abweichungen

Derzeit sind für die Station „Güterplatz“ keine Abweichungen von den Vorschriften der BOStrab zu verzeichnen.

Anlage 2.1

zum Brandschutzkonzept

für das Bauvorhaben

**„Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel“
Station „Güterplatz“**

**in Frankfurt am Main
Projekt-Nr.: G 250 / 10**

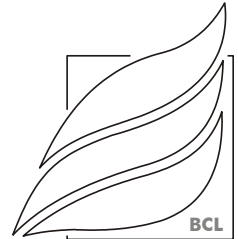
Räumungsberechnungen

Stand: 07.01.2021
(Index J)



Gliederung

1	Aufgabenstellung.....	3
2	Beurteilungsgrundlagen und Literaturhinweise.....	3
3	Geometrie.....	4
4	Ausgangswerte.....	5
4.1	Personenzahl	5
4.2	Personenparameter	6
4.3	Alarmierungs- und Reaktionszeit / Vorlaufzeit	6
5	Berechnungsmodell.....	7
6	Ergebnisse der Berechnungen	8
6.1	Entfluchtung über beide Treppen.....	8
6.2	Entfluchtung über eine Treppe.....	11
6.3	Validierung.....	14
7	Zusammenfassung.....	14



1 Aufgabenstellung

Im Rahmen des Brandschutzkonzeptes für die neue Station „Güterplatz“ wurden zur Bewertung der Personensicherheit Räumungsberechnungen durchgeführt.

Mit Hilfe der Räumungsberechnungen wird die für die Räumung der Station erforderliche Zeit ermittelt. Diese wird für die Beurteilung der Personensicherheit im Brandschutzkonzept den Ergebnissen der Brandsimulation (= für die Räumung verfügbare Zeit) gegenüber gestellt.

2 Beurteilungsgrundlagen und Literaturhinweise

Als Grundlage für die Räumungsberechnungen dienten folgende Regelwerke und Veröffentlichungen:

- /1/ Hosser, Dietmar; Leitfaden - *Ingenieurmethoden des Brandschutzes*, Technischer Bericht des vfdb; TB 04/01; November 2013
- /2/ RiMEA; *Richtlinie für mikroskopische Entfluchtungsanalysen*; Version 2.2.1; Stand 08.06.2009
- /3/ Weidmann, Ulrich; *Transporttechnik der Fußgänger*; Schriftenreihe des IVT Nr. 90, zweite Auflage; Zürich; März 1993
- /4/ *PedEd PedGo PedView - Benutzerhandbuch*; TraffGo HT GmbH; Version 2.6.0; Duisburg
- /5/ Predtetschenski, W. M., Milinski, A. I.; *Personenströme in Gebäuden - Berechnungsmethoden für die Projektierung*; Staatsverlag der Deutschen Demokratischen Republik; Berlin 1971
- /6/ Technische Regeln für Straßenbahnen – Brandschutz in unterirdischen Betriebsanlagen – (*TRStrab Brandschutz*); Ausgabe 24.06.2014
- /7/ Technische Aufsicht des Landes Hessen; *Grundsätzliche Vereinbarungen für Statik und Konstruktion von Tunnelbauwerken Teil 4 – Brandschutztechnische Anforderungen an unterirdische Personenverkehrsanlagen (uPva)*; Ausgabe März 2008



Die Modellbildung basierte auf den folgenden Plänen:

Tabelle 1: Liste der durch den Entwurfsverfasser zur Verfügung gestellten und für die Räumung relevanten Pläne

Plan-Nr.	Zeichnungsinhalt	Maßstab	Stand
GP____-UX_X____0GPL001gx_0200	Station Güterplatz Grundrisse B- und C-Ebene, Längsschnitt A-A	1 : 200	20.03.14
GP____-UX_X____0GPL002gx_0200	Station Güterplatz Grundrisse Betriebsräume Westkopf B1 und B2-Ebene	1 : 200	20.03.14
GP____-UX_X____0GPL003gs_0100	Station Güterplatz Querschnitte 1-1, 2-2 und 3-3	1 : 100	20.03.14

3 Geometrie

Bei der Station „Güterplatz“ handelt es sich um eine Durchfahrtsstation mit einer Fahrebene und zwei, voneinander unabhängige Verteilerebenen.

Die Fahrebene (C-Ebene) beinhaltet einen Mittelbahnsteig (Bahnsteiglänge ca. 105 m) mit zwei Treppenanlagen an den beiden Stirnseiten des Bahnsteigs. Die Treppenanlagen umfassen jeweils eine feste Treppe mit einer Breite von 4,0 m im Lichten und zwei Fahrtreppen. Sie führen auf die zwei, voneinander unabhängigen Verteilerebenen (B-Ebene-West, B-Ebene-Ost).

Von den beiden Verteilerebenen stehen jeweils zwei weitere Treppenanlagen ins Freie für die Entfluchtung zur Verfügung. Die Treppenanlagen umfassen jeweils eine feste Treppe mit einer lichten Breite von 2,0 m und jeweils zwei Fahrtreppen.

In den nachfolgenden Abbildungen ist der Grundriss der Fahrebene und der Verteilerebenen der Station abgebildet.

West

Ost

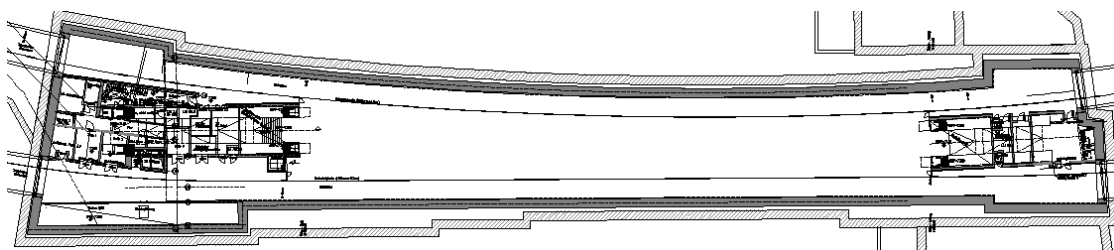


Abbildung 1: Fahrebene (C-Ebene) der Station „Güterplatz“

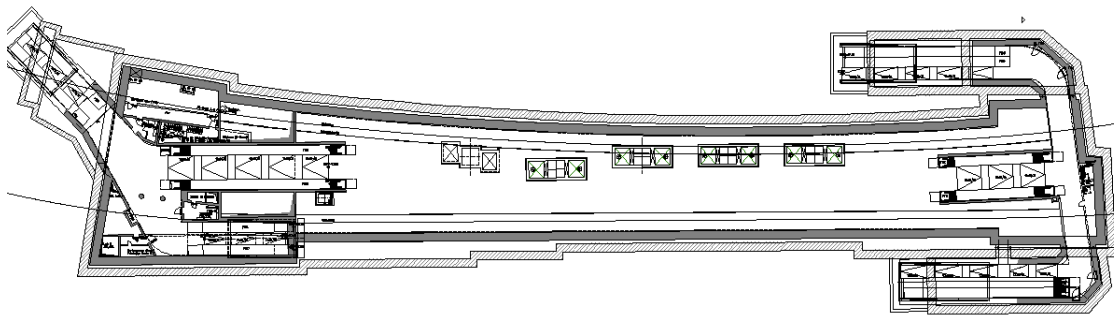


Abbildung 2: Verteilerebenen (B-Ebenen) der Station „Güterplatz“

Ansatz von Fahrtreppen in der Station

Da es sich bei dieser Station „Güterplatz“ um einen Neubau handelt, finden entsprechend den Vorgaben der GVT Teil 4 /7/ Fahrtreppen in der Räumungsberechnung **keine** Berücksichtigung.

4 Ausgangswerte

4.1 Personenzahl

Nach den Vorgaben der GVT Teil 4 sind für einen Mittelbahnsteig 2 Vierwagenzüge mit einer maximalen Auslastung von je 680 Personen (1.360 Personen) zu berücksichtigen.

Die TRStrab Brandschutz /6/ verlangt hingegen, dass für den Neubau einer unterirdischen Verkehrsstation eine Vollbesetzung der maximal möglichen Fahrzeugkombination zuzüglich 30 % dieser Fahrzeugkombination als wartende Gäste auf dem Bahnsteig zu berücksichtigen ist.

Die Angaben aus der GVT Teil 4 beziehen sich auf den Fahrzeugtyp U2. Entsprechend dem vorliegenden Erläuterungsbericht für das Bauvorhaben - „Stadtbahn Europaviertel“ sind für den Fahrzeugtyp U5 jedoch höhere Personenzahlen benannt als in der GVT Teil 4 aufgeführt.

Für die Räumungsberechnungen wird die Personenzahl für den geplanten Fahrzeugverkehr des Typs U5 ermittelt.

Der Fahrzeugtyp U5 umfasst 4 Wagen zu je 48 Sitzplätzen und 136 Stehplätze. Für ein Fahrzeug ergeben sich demnach 736 Fahrgäste.

Daher sind für die Räumungsberechnung der Station „Güterplatz“ **1.914 Personen** anzusetzen.



4.2 Personenparameter

Bei der Simulation werden jeder einzelnen Person bestimmte Eigenschaften zugewiesen.

Für die Personengruppen werden Grenz- und Mittelwerte der Parameter für die Nutzung vorgegeben. Innerhalb dieser Grenzen und orientierend an den Mittelwerten erfolgt die direkte Zuweisung der Eigenschaften je Person innerhalb des Programms selbst. Für das zu betrachtende Gebäude wurden folgende Personenparameter angesetzt:

Tabelle 2: Personenparameter für die Räumungsberechnung

Parameter	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std-Abw.	Einheit
max. Laufgeschwindigkeit	0,8	2,0	1,2	0,4	m/s
Geduld	10	30	20	2	s
Schwanken	1	5	3	2	-
Alarmierungs- und Reaktionszeit	180	210	190	5	s
Trödeln	1	5	3	2	%
Trägheit	1	5	3	2	-

Die Laufgeschwindigkeiten stellen dabei individuell maximal mögliche Laufgeschwindigkeiten dar. Eine Anpassung der Laufgeschwindigkeit aufgrund größerer Dichten oder Treppen oder Türen erfolgt innerhalb des Programms.

4.3 Alarmierungs- und Reaktionszeit / Vorlaufzeit

Grundsätzlich entsprechen die berechneten Zeiten der reinen Laufzeit, einschließlich eventueller Stauzeiten.

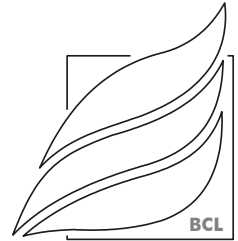
Die tatsächliche Dauer der Räumung ergibt sich jedoch aus der Laufzeit zuzüglich der Alarmierungs- und Reaktionszeit.

Die Fahrtzeit zwischen den einzelnen Stationen beträgt 1 Minute.

Weiterhin ist entsprechend der TRStrab Brandschutz /6/ eine Reaktionszeit von 2 Minuten anzunehmen.

Demnach beginnt die Räumung **3 Minuten** nach Brandausbruch am Fahrzeug.

Diese 3 Minuten sind in den Eingabeparametern für die Personeneigenschaften in Tabelle 2 bereits enthalten und müssen zu den Ergebnissen der Räumungsberechnung **nicht** mehr hinzu addiert werden.



5 Berechnungsmodell

Die Räumungsberechnung wird mit dem Simulationsmodell PedGo durchgeführt. Hierbei handelt es sich um ein Individualmodell.

Es wurde von der TraffGo GmbH entwickelt und ist von der See-Berufsgenossenschaft nach den Maßgaben der „International Maritime Organization“ (IMO) zertifiziert sowie durch verschiedene Versuche verifiziert worden.

Das Programm basiert auf einem „Multi-Agenten-Modell“, welches Personen als Individuen mit eigenständigen Verhaltensweisen, Fähigkeiten und Zielen in diskretem Raum und diskreter Zeit betrachtet.

Bei diesem Simulationsprogramm wird der Grundriss auf ein Zellenraster von 0,4 m x 0,4 m aufgelöst. Es ergeben sich dabei betretbare und nicht-betretbare Zellen. Jede Zelle kann nur von einer Person betreten werden. Die Grundfläche einer Person ist demnach auf 0,16 m² bemessen.

Bei der Simulation mit PedGo wird der Grundriss jedes einzelnen Abschnittes der Rettungswege auf das Raster von 0,4 m x 0,4 m aufgelöst. Das bedeutet insbesondere, dass die Abmessungen auf ein Vielfaches von 0,4 m gerundet werden.

Diese Grenze der geometrischen Modellierung stellt aus gutachterlicher Sicht keine Einschränkung für die Verwendbarkeit des Modells dar, da die Ergebnisse für eine Vielzahl von Modellen mit anderen Verfahren bestätigt werden können.

Im Laufe der Simulationen bewegen sich die Personen von Zelle zu Zelle in Richtung des vorgegebenen Zieles, wobei das Verhalten der Personen durch unterschiedliche Parameter beeinflusst wird. Es wird für die Simulation ein charakteristischer Parametersatz vorgegeben.

Grundsätzlich werden zwischen 300 und 500 Simulationsdurchläufe für eine Variante durchgeführt, um eine statistische Häufigkeitsverteilung zu erhalten.

Für die Auswertung werden die Minimal-, Maximal- und Durchschnittswerte der Simulationen berechnet. Weiterhin ist der Simulationswert genannt, welcher in 95 % der Durchläufe nicht überschritten wurde. Dieser Wert ist für weitere Betrachtungen maßgebend.



6 Ergebnisse der Berechnungen

6.1 Entfluchtung über beide Treppen

Für das zu betrachtende Szenarium mit einer Entfluchtung über beide zur Verfügung stehenden festen Treppen wurden 500 Einzelsimulationen durchgeführt, um eine ausreichende statistische Verteilung der Berechnungsergebnisse zu erhalten.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Verteilung der ermittelten Räumungszeiten für die 500 Einzelsimulationen dargestellt.

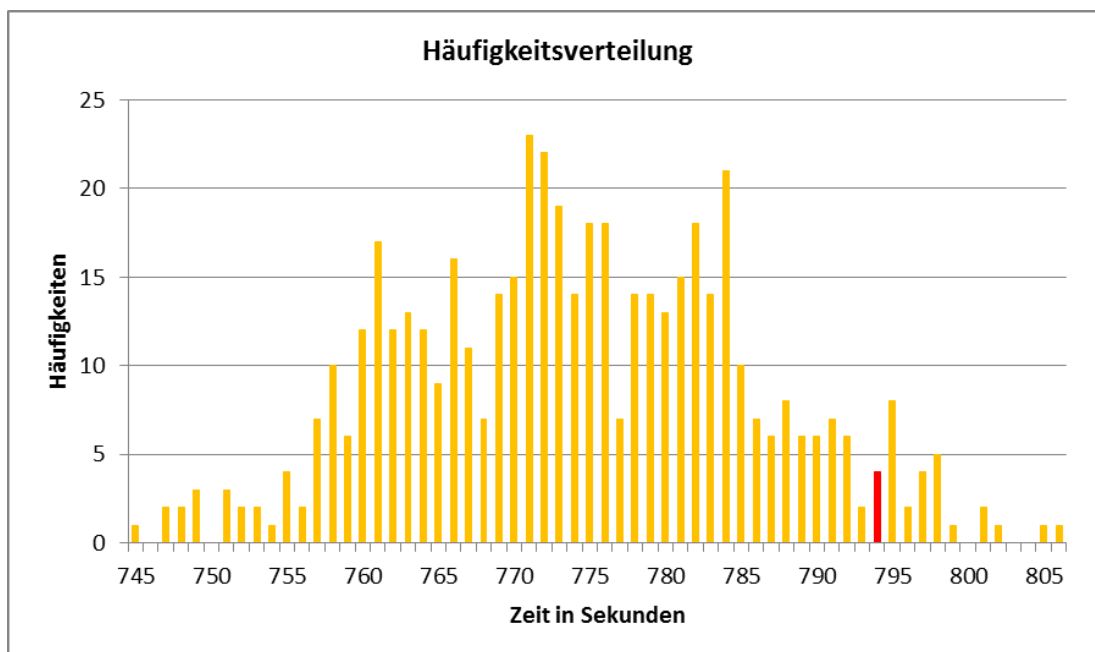


Abbildung 3: Häufigkeitsverteilung der Berechnungsergebnisse

Es wurden Räumungszeiten von 12,4 Minuten bis 13,4 Minuten ermittelt. Die mittlere Räumungszeit betrug 12,9 Minuten und in 95 % der Einzelsimulationen wurde eine Räumungsdauer von 13,2 Minuten nicht überschritten.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Räumungszeiten – beide Treppen

	Sekunden	Minuten	min:s
Mittelwert	774	12,9	12:54
Standard-Abweichung	11	0,2	00:11
95% <	794	13,2	13:14
Minimalwert	745	12,4	12:25
Maximalwert	806	13,4	13:26

In den nachfolgenden Abbildungen werden Auszüge aus der Berechnung in einem zeitlichen Abstand von 2 Minuten dargestellt.

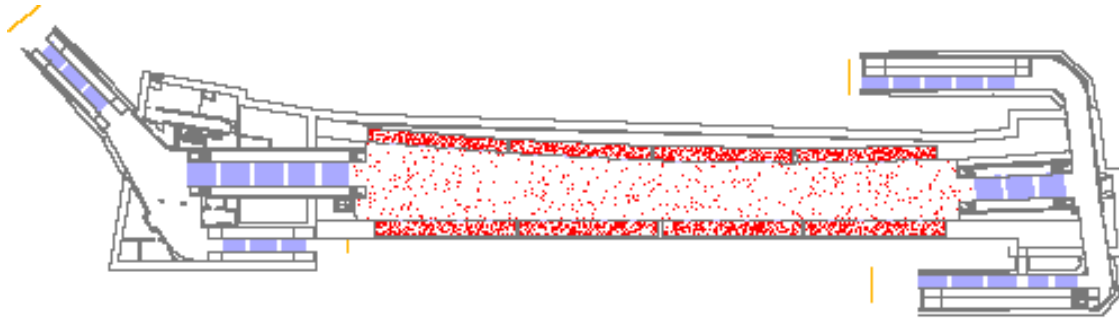


Abbildung 4: Start der Räumung, $t = 3$ min – beide Treppen

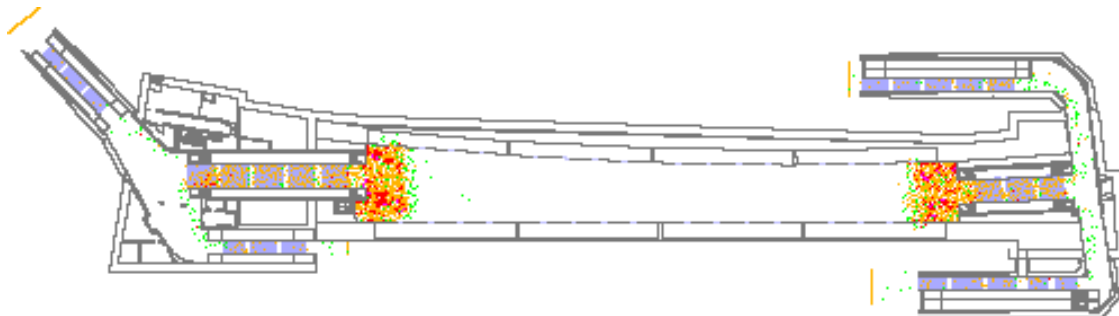


Abbildung 5: Situation 2 Minuten nach dem Start der Räumung, $t = 5$ min beide Treppen

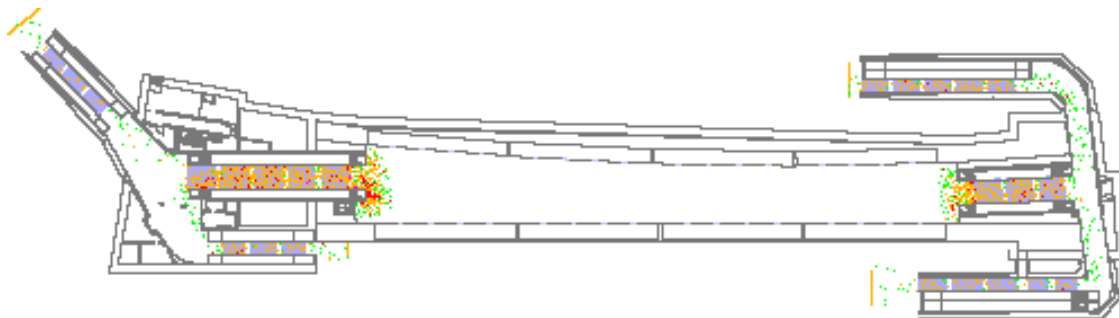


Abbildung 6: Situation 4 Minuten nach Start der Räumung, $t = 7$ min beide Treppen

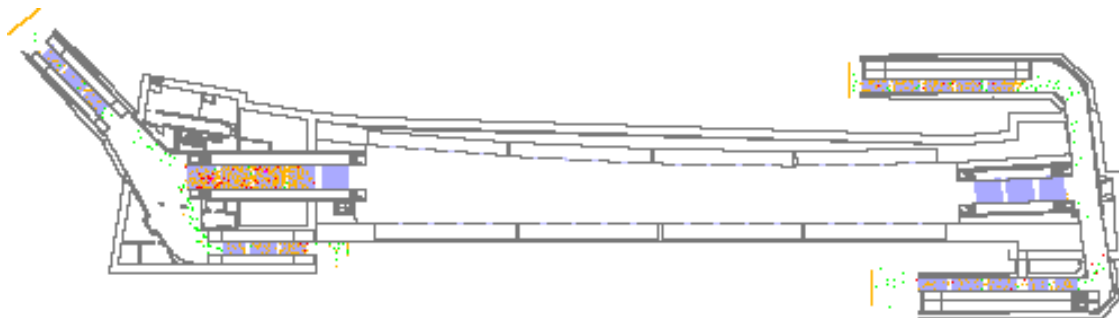
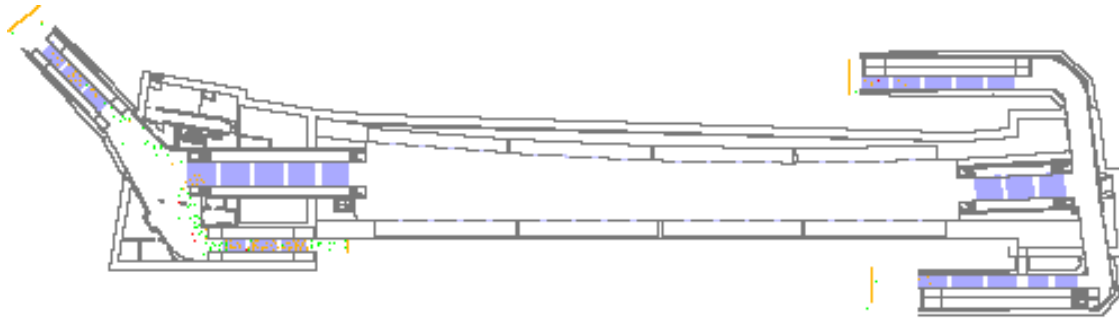
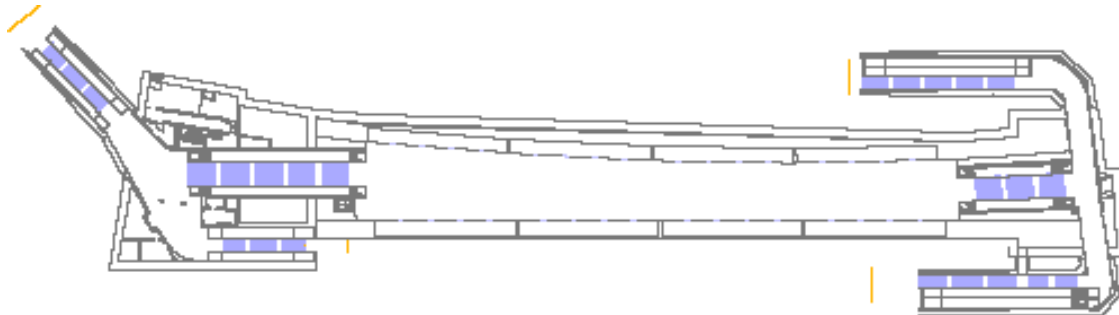


Abbildung 7: Situation 6 Minuten nach Start der Räumung, $t = 9$ min beide Treppen



**Abbildung 8: Situation 8 Minuten nach Start der Räumung, $t = 11$ min
beide Treppen**



**Abbildung 9: Situation 8 Minuten nach Start der Räumung, $t = 13$ min
beide Treppen**

Entsprechend den dargestellten Berechnungsergebnissen sind die beiden festen Treppen recht gleichmäßig ausgelastet. Der untere Treppenantritt wird nach ca. 8,5 Minuten von der letzten Person betreten.

Die Berechnungen zeigen weiterhin, dass die östliche Treppe von der Fahrebene schneller geräumt ist, als die westliche Treppe von der Fahrebene. Diese Differenz ergibt sich aus den unterschiedlichen Höhenlagen der beiden B-Ebenen und der sich daraus ergebenden unterschiedlichen Lauflänge über die beiden Treppenanlagen (ca. 30 m auf der Westtreppe und ca. 17 m auf der östlichen Treppe).

Aufgrund dieser Berechnungsergebnisse wurde auch für das Szenarium - „Räumung über eine Treppe“, welches nachfolgend ausgewertet wird, die Räumung über die westliche Treppenanlage, als ungünstigste Variante gewählt.



6.2 Entfluchtung über eine Treppe

Für das zu betrachtende Szenarium mit einer Entfluchtung über eine zur Verfügung stehende feste Treppe wurden 500 Einzelsimulationen durchgeführt, um eine ausreichende statistische Verteilung der Berechnungsergebnisse zu erhalten.¹

In der nachfolgenden Abbildung ist die Verteilung der ermittelten Räumungszeiten für die 500 Einzelsimulationen dargestellt.

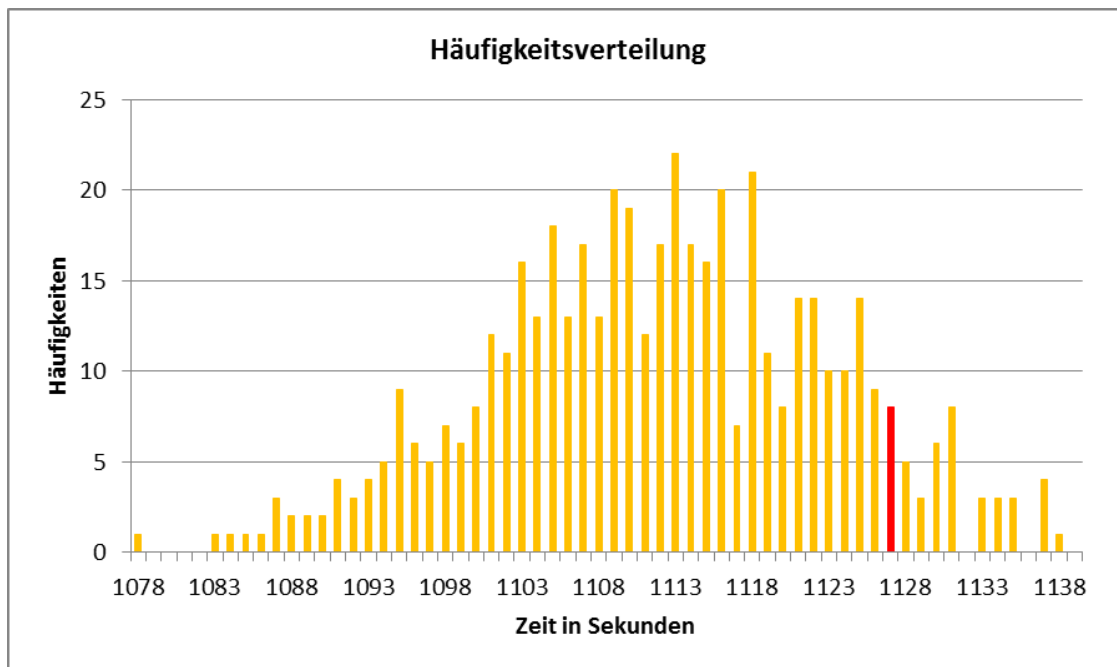


Abbildung 10: Häufigkeitsverteilung der Berechnungsergebnisse – eine Treppe

Es wurden Räumungszeiten von 18,0 Minuten bis 19,1 Minuten ermittelt. Die mittlere Räumungszeit betrug 18,6 Minuten und in 95 % der Einzelsimulationen wurde eine Räumungsdauer von 18,9 Minuten nicht überschritten.

Tabelle 4: Zusammenfassung der Räumungszeiten – eine Treppe

	Sekunden	Minuten	min:s
Mittelwert	1113	18,6	18:33
Standard-Abweichung	12	0,2	00:12
95% <	1131	18,9	18:51
Minimalwert	1078	18,0	17:58
Maximalwert	1148	19,1	19:08

Der untere Treppenantritt wird nach ca. 14 Minuten von der letzten Person betreten.

¹ Je nach Lage der Brandstelle in der Station kann nicht ausgeschlossen werden, dass eine der beiden Treppenanlagen nicht als Rettungsweg genutzt werden kann.



In den nachfolgenden Abbildungen werden Auszüge aus der Berechnung in einem zeitlichen Abstand von 2 Minuten dargestellt.

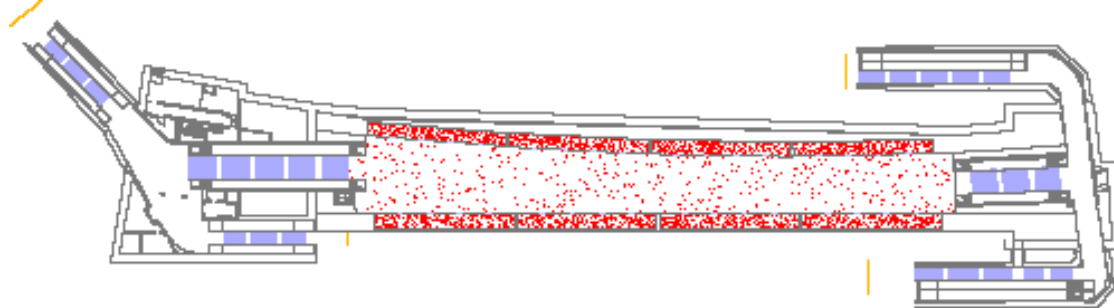


Abbildung 11: Start der Räumung, $t = 3$ min – eine Treppe

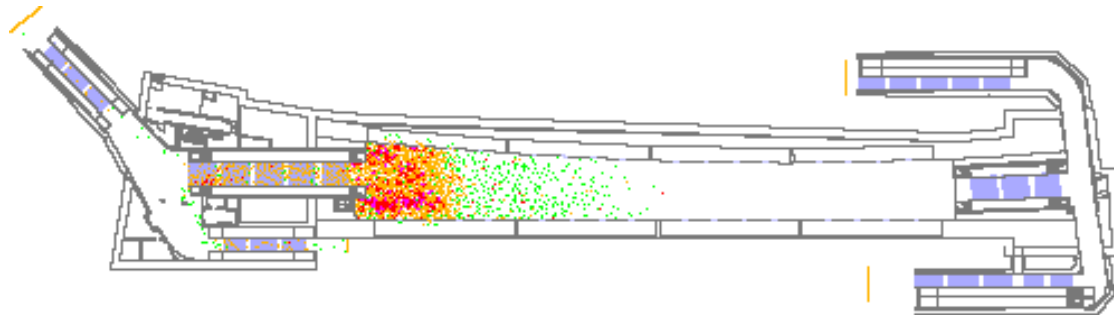


Abbildung 12: Situation 2 Minuten nach dem Start der Räumung, $t = 5$ min eine Treppe

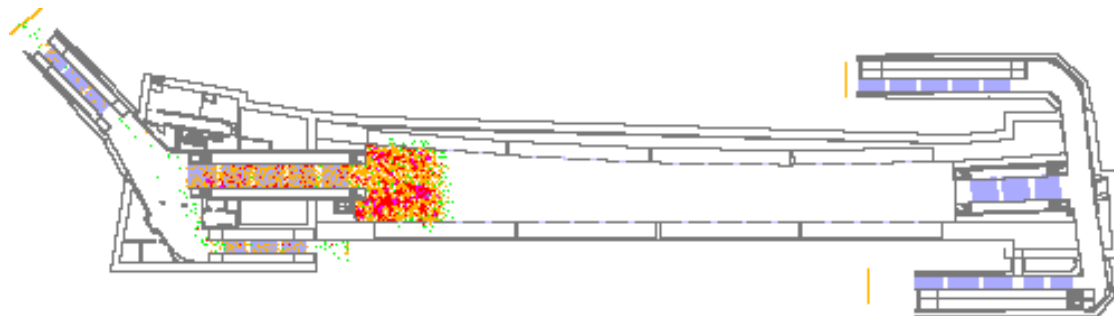


Abbildung 13: Situation 4 Minuten nach dem Start der Räumung, $t = 7$ min eine Treppe

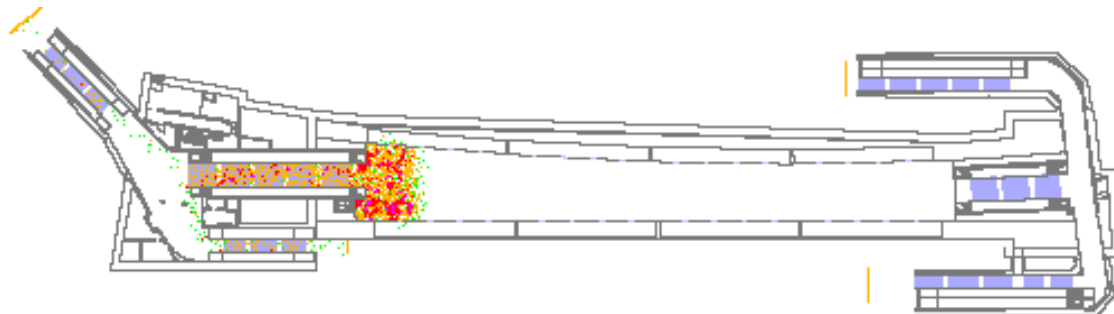
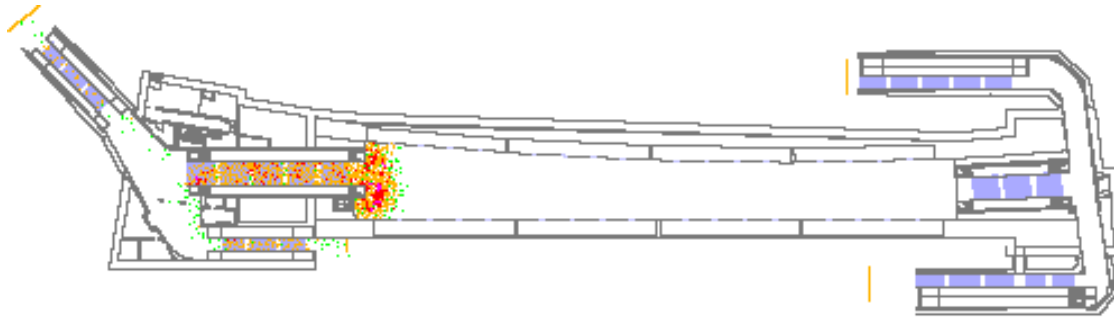
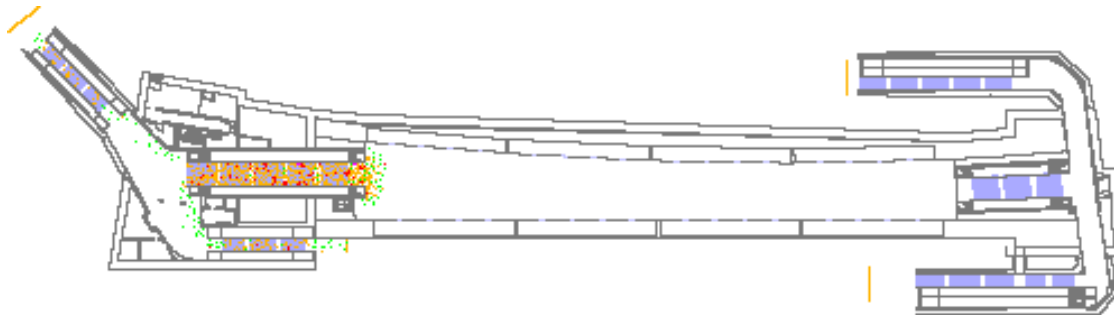


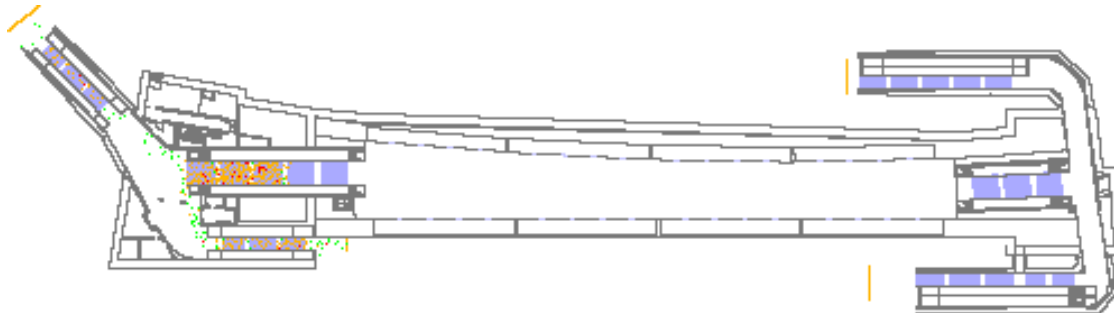
Abbildung 14: Situation 6 Minuten nach dem Start der Räumung, $t = 9$ min eine Treppe



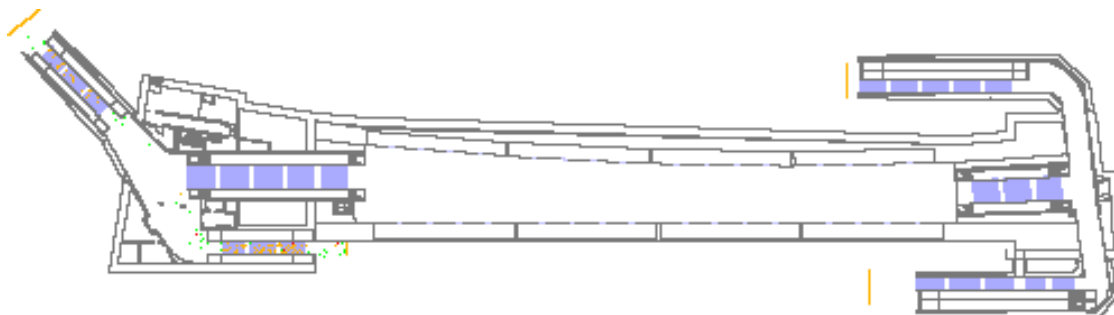
**Abbildung 15: Situation 8 Minuten nach dem Start der Räumung, $t = 11$ min
eine Treppe**



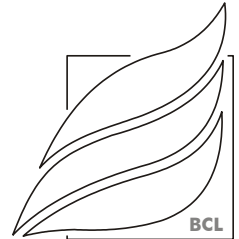
**Abbildung 16: Situation 10 Minuten nach dem Start der Räumung, $t = 13$ min
eine Treppe**



**Abbildung 17: Situation 12 Minuten nach dem Start der Räumung, $t = 15$ min
eine Treppe**



**Abbildung 18: Situation 14 Minuten nach dem Start der Räumung; $t = 17$ min
eine Treppe**



6.3 Validierung

Für weitere Absicherung der Berechnungsergebnisse wurde eine Vergleichsrechnung mit dem hydraulischen Modell nach Predtetschenski / Milinski /5/ durchgeführt.

Bei dem Ansatz von insgesamt 1.914 Personen, einer Bahnsteiglänge von 105 m und einer Bahnsteigbreite von 10,8 m sowie von 2 festen Treppen mit einer lichten Breite von jeweils 4,0 m von der C-Ebene auf die B-Ebene und jeweils 2 Treppen mit einer lichten Breite von jeweils 2,0 m von den B-Ebenen zur A-Ebene wird, einschließlich einer Vorlaufzeit von 3 Minuten entsprechend Abschnitt 4.3, eine Räumungszeit von 11,8 Minuten bei Nutzung beider Treppen und 17,5 Minuten bei Nutzung einer festen Treppe berechnet.

Diese Zeiten stehen im Einklang mit den Berechnungsergebnissen, welche mit dem Simulationsmodell PedGo ermittelt wurden.

7 Zusammenfassung

Es wurden für die neue Station „Güterplatz“ Räumungsberechnungen zur Bestimmung der Dauer der Selbstrettung durchgeführt.

Dazu wurde sowohl ein Szenarium mit beiden verfügbaren festen Treppen als auch ein Szenarium mit nur einer verfügbaren festen Treppe untersucht.

Die ermittelten Berechnungsergebnisse beinhalten bereits eine Vorlaufzeit von 3 Minuten entsprechend den Angaben in Abschnitt 4.3. Sie entsprechen damit der Bemessungszeit entsprechend der TRStrab Brandschutz

Für den Vergleich mit den Ergebnissen der Brandsimulationsberechnung ist jedoch die erforderliche Wirkungszeit der Rauchschutzmaßnahmen zu berücksichtigen, welche zusätzliche 10 % der Bemessungszeit, mindestens jedoch 1 Minute beinhaltet.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Berechnungsergebnisse für beide Szenarien zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 5: Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse - Zeitangaben inklusive Fahrtzeit sowie Alarmierungs- und Reaktionszeit

	Entfluchtung über beide Treppen		Entfluchtung über eine Treppe	
	Bemessungszeit	erforderliche Wirkungszeit der RS-Maßnahmen	Bemessungszeit	erforderliche Wirkungszeit der RS-Maßnahmen
Mittelwert	12,9 min	14,2 min	18,6 min	20,5 min
95% <	13,2 min	14,5 min	18,9 min	20,8 min
Minimalwert	12,4 min	13,6 min	18,0 min	19,8 min
Maximalwert	13,4 min	14,7 min	19,1 min	21,0 min

Anlage 2.2

zum Brandschutzkonzept

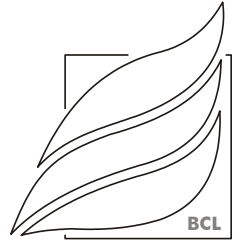
für das Bauvorhaben

**„Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel“
Station „Güterplatz“**

**in Frankfurt am Main
Projekt-Nr.: G 250 / 10**

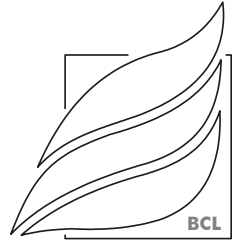
Brandsimulationsberechnungen

Stand: 07.01.2021
(Index J)



Gliederung

1	Aufgabenstellung.....	3
2	Beurteilungsgrundlagen und Literaturquellen	3
3	Beschreibung des Bauwerkes	5
3.1	Geometrie	5
3.2	Entrauchungskonzept öffentlicher Bereich.....	6
4	Brandszenarien	7
4.1	Bemessungsbrand.....	7
4.2	Rahmenbedingungen.....	9
5	Schutzziele	11
6	Berechnungsmodell.....	12
7	Berechnungsergebnisse.....	13
7.1	Erläuterungen	13
7.2	Auswertung	14
8	Zusammenfassende Bewertung.....	25



1 Aufgabenstellung

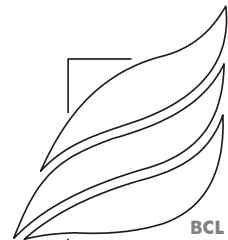
Als Grundlage des Brandschutzkonzeptes für die neue Station „Güterplatz“ wurden zur Bewertung der Personensicherheit Brandsimulationsberechnungen durchgeführt.

Mit Hilfe der Brandsimulationsberechnungen wurde die für die Räumung und für den Löschangriff zur Verfügung stehende Zeit ermittelt. Diese wird für die Beurteilung der Personensicherheit im Brandschutzkonzept den Ergebnissen der Räumungsberechnung (erforderliche Räumungszeit) gegenüber gestellt.

2 Beurteilungsgrundlagen und Literaturquellen

Als Grundlage für die Brandsimulationsberechnungen dienten folgende Regelwerke und Veröffentlichungen:

- /1/ Hosser, Dietmar: *Leitfaden - Ingenieurmethoden des Brandschutzes*, Technischer Bericht der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V., TB 04/01, 3. Auflage, November 2013
- /2/ DiNenno, Philip J.: *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, National Fire Protection Association, Society of Fire Protection Engineers, Fourth Edition, 2008
- /3/ VDI-Richtlinie 6019, *Ingenieurverfahren zur Bemessung der Rauchableitung aus Gebäuden - Brandverläufe, Überprüfung der Wirksamkeit*, Blatt 1, Verein Deutscher Ingenieure, Mai 2006
- /4/ VDI-Richtlinie 6019, *Ingenieurverfahren zur Bemessung der Rauchableitung aus Gebäuden - Ingenieurmethoden*, Blatt 2, Verein Deutscher Ingenieure, Juli 2009
- /5/ McGrattan, Kevin: *Fire Dynamics Simulator (Version 6.0) User's Guide*, NIST Special Publication 1019, National Institute of Standards and Technology, November 2012
- /6/ Technische Regeln für Straßenbahnen – Brandschutz in unterirdischen Betriebsanlagen - (*TRStrab Brandschutz*); Ausgabe 24.06.2014
- /7/ Technische Aufsicht des Landes Hessen; *Grundsätzliche Vereinbarungen für Statik und Konstruktion von Tunnelbauwerken Teil 4 – Brandschutztechnische Anforderungen an unterirdische Personenverkehrsanlagen (uPva)*; Ausgabe März 2008
- /8/ Wilk, Erhard; *Bericht zur Bestimmung eines Bemessungsbrandes für Triebfahrzeuge der U-Bahn / Frankfurt a. M.* ; Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig, 10.09.200



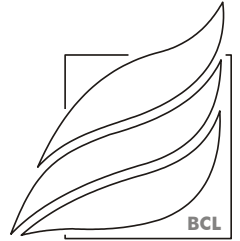
/9/ Wilk, Erhardt; *Bericht zur Erarbeitung eines Bemessungsbrandes für das Schienenfahrzeug U5 und Vergleich zu dem vorliegenden Bemessungsbrand des Fahrzeuges U2*; Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig, 27.03.2008

/10/ Wilk, Erhardt; *Arbeitsblatt zur Brandsimulation – Fahrzeug U2*; Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig, Stand Januar 2011

Die Modellbildung basiert auf folgenden Plänen.

Tabelle 1: Liste der durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten und für die Brandsimulation relevanten Pläne

Plan-Nr.	Zeichnungsinhalt	Maßstab	Stand
GP____-UX_X____0GPL001gx_0200	Station Güterplatz Grundrisse B- und C-Ebene, Längsschnitt A-A	1 : 200	20.03.14
GP____-UX_X____0GPL002gx_0200	Station Güterplatz Grundrisse Betriebsräume Westkopf B1 und B2-Ebene	1 : 200	20.03.14
GP____-UX_X____0GPL003gs_0100	Station Güterplatz Querschnitte 1-1, 2-2 und 3-3	1 : 100	20.03.14



3 Beschreibung des Bauwerkes

In diesem Abschnitt der Dokumentation zur Brandsimulationsberechnung erfolgt eine stichpunktartige Beschreibung des Bauwerkes hinsichtlich wesentlicher Belange für die Brandsimulationsberechnungen.

3.1 Geometrie

Bei der Station „Güterplatz“ handelt es sich um eine Durchfahrtsstation in zweifacher Tieflage. Sie beinhaltet einen Mittelbahnsteig mit je einer Treppenanlage an den beiden Stirnseiten des Bahnsteigs, welche auf die beiden Verteilerebenen (B-Ebenen) führen.

Von den Verteilerebenen sind jeweils zwei Treppenanlagen ins Freie (A-Ebene) geplant.

In den nachfolgenden Abbildungen ist der Grundriss der Station abgebildet.

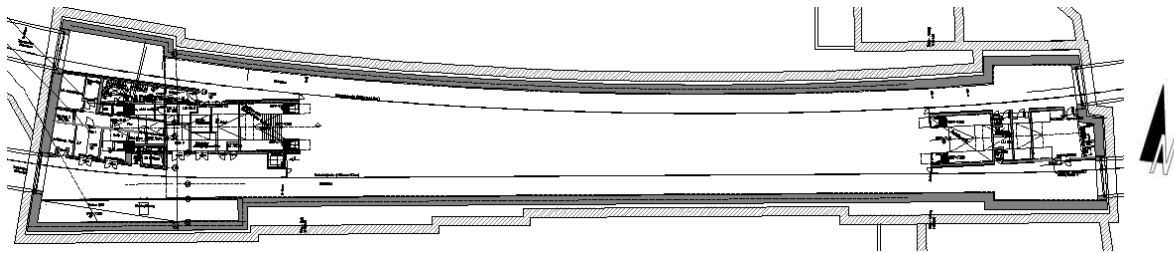


Abbildung 1: Grundriss der Fahrebene (C-Ebene) der Station „Güterplatz“

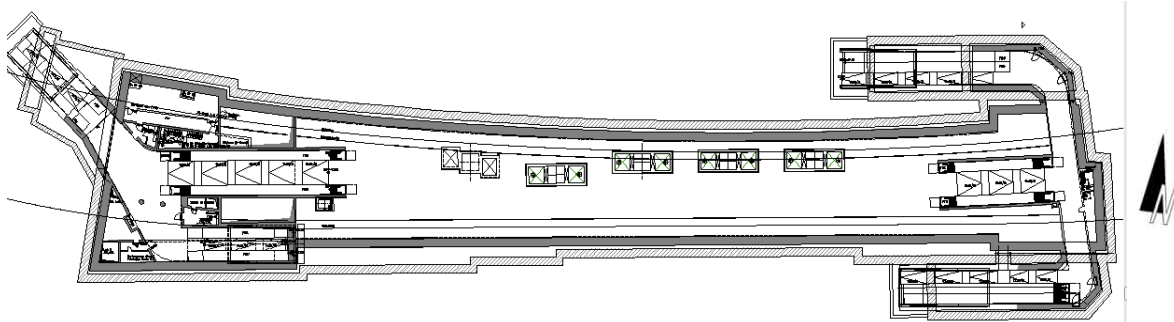


Abbildung 2: Grundriss der Verteilerebene (B-Ebene) der Station „Güterplatz“

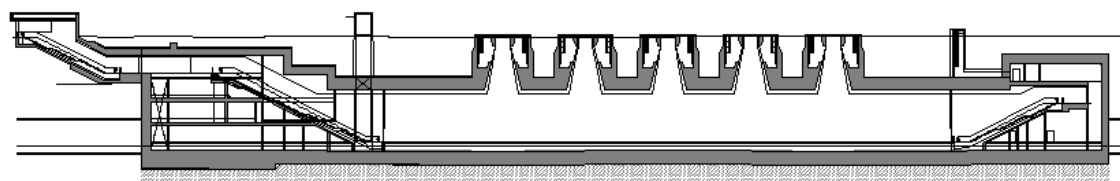
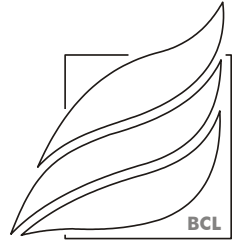


Abbildung 3: Längsschnitt durch die Station „Güterplatz“



Die lichte Raumhöhe über dem Bahnsteig beträgt 9,0 m.
Auf den Verteilerebenen ist eine lichte Raumhöhe von 3,0 m geplant.
Die Treppen von der Fahrebene auf die Verteilerebene sind seitlich feuerbeständig eingehaust und zum Bahnsteig durch feste Rauchschürzen abgetrennt, welche auf einer Höhe von 2,5 m über dem Bahnsteig angebracht sind.
In der nachfolgenden Abbildung sind der Regelquerschnitt durch die Station sowie ein Querschnitt durch die geplanten Rauchabzugsöffnungen dargestellt.

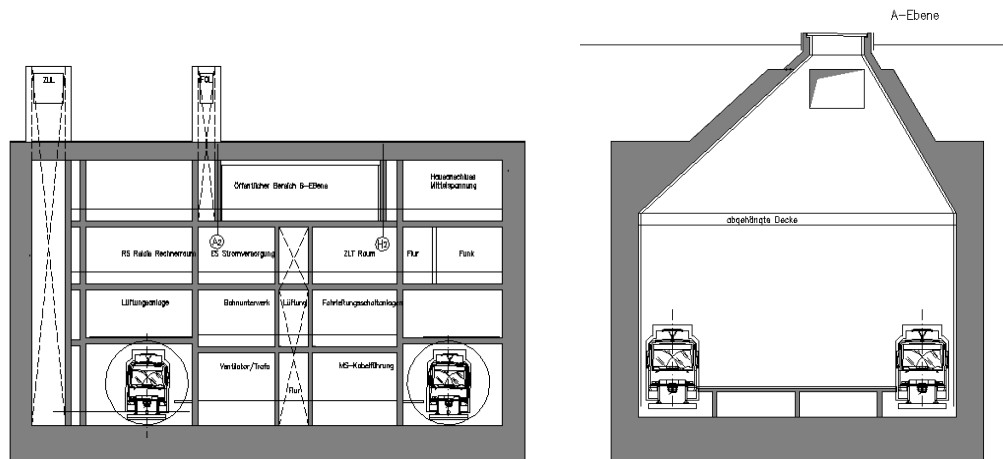


Abbildung 4: Querschnitte durch die Station „Güterplatz“

3.2 Entrauchungskonzept öffentlicher Bereich

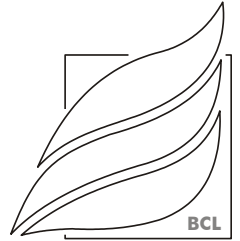
Bei den Brandsimulationsberechnungen wird folgendes Entrauchungskonzept auf seine Wirksamkeit untersucht:

Rauchschutzmaßnahmen

Die Treppenaufgänge der Bahnsteighalle sind seitlich zum Fahrgleis dauerhaft durch feuerbeständige nichtbrennbare Bauteile abgetrennt, ein Rauchübertritt dort somit nicht möglich.

Zum Bahnsteig erfolgt die rauchschutztechnische Abtrennung der Treppen über feste Rauchschürzen, deren Unterkante bei 2,5 m über dem Bahnsteig liegt. Eine Ansteuerung der Rauchschürzen im Brandfall ist somit nicht erforderlich.

Die Rauchabzugsöffnungen sind dauerhaft offen und bedürfen daher gleichfalls keiner gesonderten Ansteuerung im Brandfall.



Lüftungsanlagen

In der Station „Güterplatz“ ist trotz der doppelten Tiefenlage derzeit keine Lüftungsanlage für die Bahnsteighalle geplant, da mit einer natürlichen Durchlüftung zu rechnen ist.

Für die Betriebs- und Technikräume ist eine Lüftungsanlage vorgesehen. Diese Lüftungsanlage wird im Brandfall automatisch abgeschaltet.

4 Brandszenarien

Für die durchzuführenden Brandsimulationsberechnungen werden, unter Berücksichtigung des Bemessungsbrandes für das U-Bahnfahrzeug des Typs U2 sowie weiterer Bedingungen, kritische Brandszenarien festgelegt, welche nachfolgend beschrieben werden.

4.1 Bemessungsbrand

Als Grundlage für die Brandsimulationsberechnungen sind generell nutzungs- und objektspezifische Bemessungsbrände vorzugeben, welche zur Quantifizierung der Brandszenarien hinsichtlich der Freisetzung von Energie und Rauch dienen. Dabei sind der zeitliche Verlauf der Wärmefreisetzungsrates sowie die Ausbeuten der wesentlichen Verbrennungsprodukte (Rauchausbeuten) Bestandteile des Bemessungsbrandes.

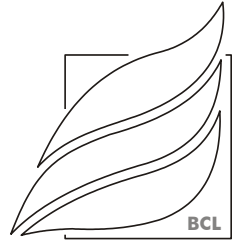
Durch den Auftraggeber wurde vorgegeben, dass für die zu bewertende Station der Bemessungsbrand für das Fahrzeug „U2“ zugrunde zu legen ist (Protokoll vom 02.09.2010 und GVT, Teil 4). Tatsächlich verkehrt in der Station jedoch der Fahrzeugtyp „U5“. In /9/ wurde nachgewiesen, dass der Bemessungsbrand für den Fahrzeugtyp „U5“ unter dem Bemessungsbrand für den Fahrzeugtypen „U2“ liegt.

Allgemeines

Zum Brandverhalten dieses Triebfahrzeuges erfolgten experimentelle und rechnerische Untersuchungen und es wurden zwei Brandfälle ausgewertet. Dieser in dem "Bericht zur Bestimmung eines Bemessungsbrandes für Triebfahrzeuge der U-Bahn / Frankfurt a. M." dokumentierte Bemessungsbrand geht von der Zündung einzelner Bauteile des Fahrzeuges nacheinander mit bis zur 30. Brandminute steigender Wärmefreisetzung aus. /8/
Das zu betrachtende Fahrzeug hat folgende Abmessungen:

Tabelle 2: Abmessungen des Fahrzeugs U2

Fahrzeuggröße	Länge	lichte Breite	lichte Höhe
	23 m	2,3 m	2,4 m



Wärmefreisetzungsrate

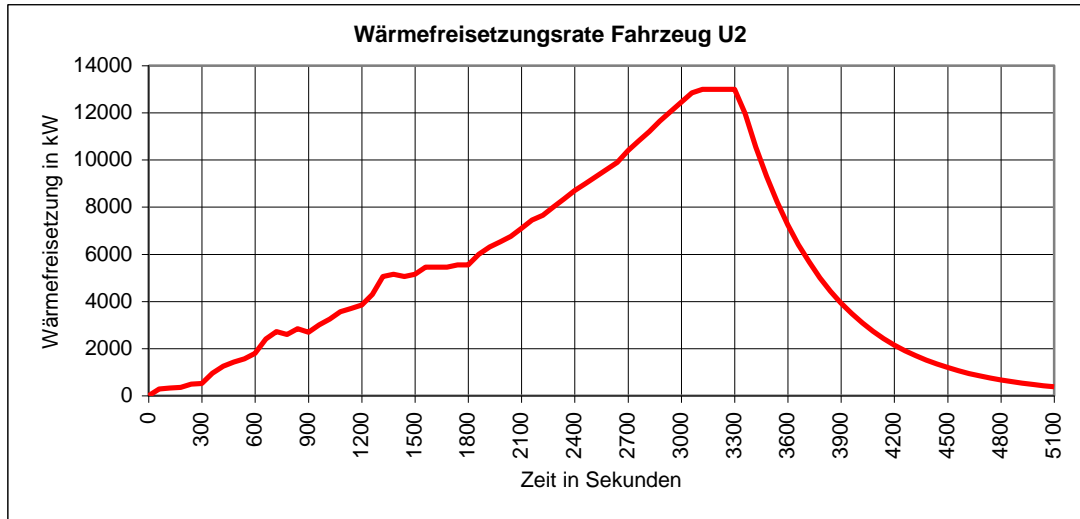


Abbildung 5: Verlauf der Wärmefreisetzungsrate für das Fahrzeug U2 nach /10/

Rauchausbeuten

Tabelle 3: Rauchausbeuten für das Fahrzeug U2 nach /10/

Art	Wert		Einheit
y_{CO_2}	1,72		g / g
y_{CO}	0,03		g / g
Rauchanteile	≤ 15 Min.	> 15 Min.	
y_{Rauch}	0,07	0,15	g / g
y_{HCN}	0,0055	0,005	g / g
Dm	0,08	0,19	m ² / g

Durchschnittlicher Heizwert: 22.530 kJ / kg

Anmerkung:

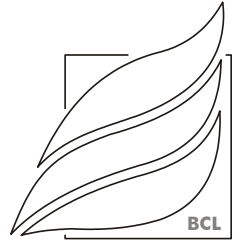
Eine zeitliche Steuerung der Rauchausbeuten, wie es Tabelle 3 erfordert, ist derzeit in keinem Brandsimulationsmodell möglich.

Aus diesem Grund erfolgen zwei Brandsimulationsberechnungen.

Für die erste Berechnung erfolgt der Ansatz einer Rauchausbeute von $y_{Rauch} = 0,07$ g/g und in der zweiten Berechnung wird ein $y_{Rauch} = 0,15$ g/g berücksichtigt.

Bis zur 15. Brandminute erfolgt die Auswertung der Berechnungen mit der geringeren Rauchausbeute und ab der 15. Brandminute wird die Brandsimulationsberechnung mit der höheren Rauchausbeute ausgewertet.

Demnach ist in dem Szenarium mit einer Rauchausbeute von 0,15 g/g, welche ab Brandbeginn berücksichtigt wird, ein weiterer Sicherheitsfaktor enthalten, da insgesamt eine größere Rauchgasmenge aufgegeben wird.



4.2 Rahmenbedingungen

Position des Fahrzeuges

Das Fahrzeug wurde am nördlichen Gleis, westlich in der Station angeordnet. Die Positionierung erfolgte nahe einem Treppenaufgang, um somit einen maximalen Weg der Rauchausbreitung und damit maximalen Möglichkeit der Frischlufteinmischung in die Heißgase zu berücksichtigen. Aus diesem Grund erfolgte auch die Positionierung der Brandstelle innerhalb des Fahrzeuges nahe dem Treppenaufgang.

Strömung

Entsprechend den Vorgaben der GVT Teil 4 /7/ wird eine Durchströmung der Station mit 0,5 m/s in Längsrichtung (Strömung von West nach Ost) berücksichtigt.

Die Abströmung von Rauchgasen in die Tunnelabschnitte und die Nachströmung von Frischluft über die Tunnel und die Treppenanlagen sind eine Folge der Brandwirkung und werden berechnet.

Tunnel

Die beiden an die Station angrenzenden Tunnelabschnitte werden mit einer Abschnittslänge von jeweils 50 m in der Brandsimulation berücksichtigt.

Ansatz der Rauchabzugsöffnungen

Für die Entrauchung sind in der Station Schächte ins Freie geplant, die permanent offen sind. Neben den Entrauchungsschächten sind Lichtschächte geplant, die ausschließlich zur Belichtung der Station und nicht für die Rauchableitung genutzt werden. Diese Elemente sind dauerhaft verschlossen. In der nachfolgenden Abbildung sind ein Längs- und ein Querschnitt durch ein geplantes Schachtelement, sowie die geplanten Schutzmaßnahmen dargestellt.

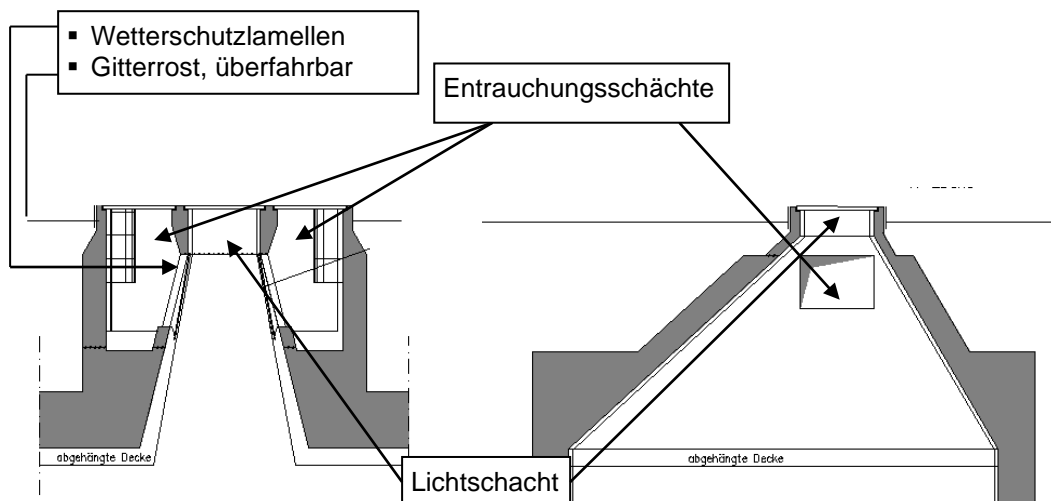
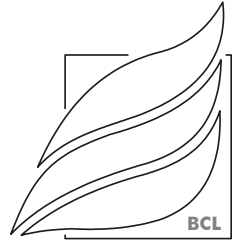


Abbildung 6: Längs- und Querschnitt durch ein geplantes Schachtelement



Die geplanten Entrauchungsöffnungen selbst besitzen aufgrund der Schachtgeometrie einen Durchflussbeiwert.

Zusätzlich zu dem Durchflussbeiwert durch die Schachtgeometrie gehen zwei Einbauebenen unterschiedlicher Elemente in den Durchflussbeiwert ein.

Basierend auf den Ausführungen in der Anlage 2.3 zu diesem Brandschutzkonzept wird für die Entrauchungsöffnungen ein Durchflussbeiwert von **$C_v = 0,3$** angesetzt.

Die geometrische Öffnungsfläche an der Oberfläche (horizontale Öffnungen) beträgt für 8 der 10 Entrauchungsöffnungen 3,0 m x 2,7 m. Die beiden verbleibenden Entrauchungsöffnungen haben eine horizontale geometrische Abmessung von 2,5 m x 3,0 m. Dies ergibt in Summe eine horizontale geometrische Öffnungsfläche von 79,8 m².

Die vertikalen Öffnungsflächen betragen für 8 der 10 Entrauchungsöffnungen 3,0 m x 3,0 m. Die beiden verbleibenden Entrauchungsöffnungen haben eine vertikale Abmessung von 2,25 m x 3,0 m. Dies ergibt insgesamt eine vertikale geometrische Öffnungsfläche von 85,5 m².

Im Rahmen der Brandsimulationsberechnungen wurde die eigentliche Schachtgeometrie mit modelliert und für die horizontalen Entrauchungsöffnungen der Durchflussbeiwert von 0,3 berücksichtigt. Dies ergibt eine aerodynamisch wirksame Öffnungsfläche von insgesamt **23,9 m²**.

Zuluftöffnungen

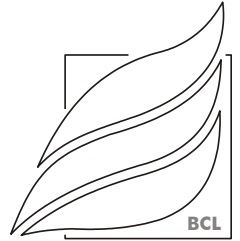
Für die Zuluft bzw. Nachströmung im Brandfall stehen die 4 Tunnelröhren sowie die Treppenaufgänge zur Verfügung.

Ausgangstemperatur

Für die Brandsimulationsberechnungen wird eine Ausgangstemperatur von 20°C sowohl innerhalb der Station als auch für die Umgebung angenommen.

Ansteuerungen

Aufgrund der dauerhaft vorhandenen festen Rauchschürzen und Entrauchungsöffnungen ist für die Entrauchung keine Ansteuerung im Brandfall erforderlich.



5 Schutzziele

Für den Nachweis des Rauchschutzes wird die Zeit während des Brandereignisses in zwei Phasen unterteilt. In der ersten Phase, der Phase der Selbstrettung, muss es für die flüchtenden Personen möglich sein, sich aus eigener Kraft in Sicherheit zu bringen. An die Selbstrettungsphase schließt sich die Fremdrettungsphase an. In der Fremdrettungsphase muss es den Einsatzkräften der Feuerwehr möglich sein, hilfsbedürftige Personen aufzufinden und zu retten. Darüber hinaus muss die Feuerwehr einen wirksamen Löschangriff vornehmen können.

Entsprechend den Vorgaben der TR Strab Brandschutz /6/ ist für Neubaustationen für die Phase der Selbstrettung eine raucharme Schicht von mindestens 2,5 m über den Rettungswegen nachzuweisen. Für die raucharme Schicht ist der Nachweis der ausreichenden Erkennungsweite von 10 m bis 20 m im Verlauf des gesamten Fluchtwegs zu führen.

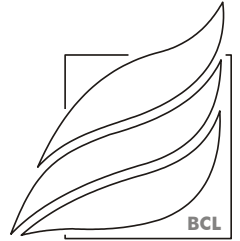
In der anschließenden Fremdrettungsphase muss entsprechend der TR Strab Brandschutz /6/ bis zur 30. Minute ab Brandbeginn eine mindestens 1,50 m hohe raucharme Schicht vorhanden sein.

Tabelle 4: Anforderungen an die raucharme Schicht entsprechend Tabelle 8.3 nach /1/

Beurteilungsgröße	längere Aufenthaltsdauer (< 30 min)	mittlere Aufenthaltsdauer (ca. 15 min)	kurze Aufenthaltsdauer (< 5 min)
CO-Konzentration	100 ppm	200 ppm	500 ppm
CO ₂ -Konzentration	1 Vol.-%	2 Vol.-%	3 Vol.-%
HCN-Konzentration	8 ppm	16 ppm	40 ppm
Wärmestrahlung	1,7 kW/m ²	2,0 kW/m ²	$< 2,5$ kW/m ²
Gastemperatur	45 °C	50 °C	50 °C
Optische Dichte	0,1 m ⁻¹	0,1 m ⁻¹ / 0,15 m ⁻¹	0,1 m ⁻¹ / 0,2 m ⁻¹
Erkennungsweite ¹	10 m – 20 m	10 m – 20 m	10 m – 20 m

Nachfolgend sind die wesentlichen Anforderungen an die raucharme Schicht zusammengefasst. Innerhalb dieser Zeitdauer darf keines der in Tabelle 5 genannten Kriterien verletzt werden.

¹ Die Schutzziele bezüglich der Erkennungsweite und die sich daraus ergebenden maximal zulässigen Werte für die optische Dichte beziehen sich auf hinterleuchtete Sicherheitszeichen gemäß DIN EN 1838. Weiterhin wird vorausgesetzt, dass die Sicherheitszeichen innerhalb der raucharmen Schicht angebracht werden und die Oberkante der Sicherheitszeichen nicht mehr als 2,5 m oberhalb OKFF liegt.

**Tabelle 5: Zusammenfassung der Anforderungen an die raucharme Schicht**

Schutzziel	Kriterium
Höhe der raucharmen Schicht über OKFF	$\geq 2,5 \text{ m} / \geq 1,5 \text{ m}$
Optische Dichte in der raucharmen Schicht	$\leq 0,15 \text{ m}^{-1}$
Gastemperatur in der raucharmen Schicht	$\leq 50 \text{ °C}$

6 Berechnungsmodell

Bei den Brandsimulationsberechnungen ist das Feldmodell Fire Dynamics Simulator (FDS /5/) zur Anwendung gekommen. Das Feldmodell wurde federführend von Kevin McGrattan am National Institute of Standards and Technology (NIST) in den USA entwickelt und wurde im Jahr 2000 erstmals veröffentlicht.

Das Rechenmodell ist speziell auf den Rauch- und Wärmetransport während eines Brandes ausgerichtet. Dazu wird die Navier-Stokes-Gleichung numerisch umgesetzt, wobei standardmäßig das Turbulenzmodell Large Eddy Simulation (LES) mit einbezogen wird.

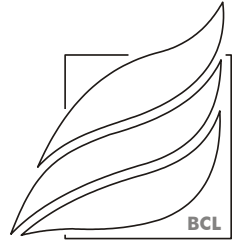
Weiterhin werden die Erhaltungsgleichungen der Masse, der Energie und des Impulses mit Hilfe der Finiten-Differenzen-Methode (FDM) berechnet.

Zur Berücksichtigung der thermischen Strahlung von aufgeheizten Objekten, aber auch der Heißgasstrahlung, wird die Finite-Volumen-Methode (FVM) genutzt.

Das Verbrennungsmodell bestimmt mit Hilfe einer einstufigen Verbrennungsreaktion die Anteile des unverbrannten Brennstoffs sowie die Anteile der Verbrennungsprodukte in der Umgebungsluft.

Zur Umsetzung der geometrischen Gegebenheit ist es erforderlich alle Objekte mit Hilfe von Quadern oder Würfeln (entsprechend der Wahl des Rechengitters) zu diskretisieren.

Da die Software speziell auf die Untersuchung von Bränden ausgerichtet ist, eignet sich dieses Berechnungsmodell für den Nachweis des Rauchschutzes mitsamt den zu beurteilenden Parametern (Höhe der raucharmen Schicht, optische Dichte, Temperatur). FDS wurde außerdem in dem Technischen Bericht der vfdb „Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes“ /1/ als ein für die Brandsimulation geeignetes Modell benannt.



7 Berechnungsergebnisse

7.1 Erläuterungen

Um die Rauchausbreitung und somit die Einhaltung der Schutzziele beurteilen zu können, werden die optische Dichte und die Temperatur auf zwei verschiedene Arten während der simulierten Branddauer dokumentiert.

Zum einen werden an markanten Stellen „virtuelle Messpunkte“ platziert. Der zeitliche Verlauf der optischen Dichte und der Temperatur an diesen Messpunkten wird in Diagrammen dargestellt.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Lage der „Messpunkte“ in der Station „Güterplatz“ dargestellt. Die Messpunkte wurden jeweils in einer Höhe von 2,5 m und 1,5 m über dem Bahnsteig bzw. dem Fußboden der Verteilerebenen angeordnet.

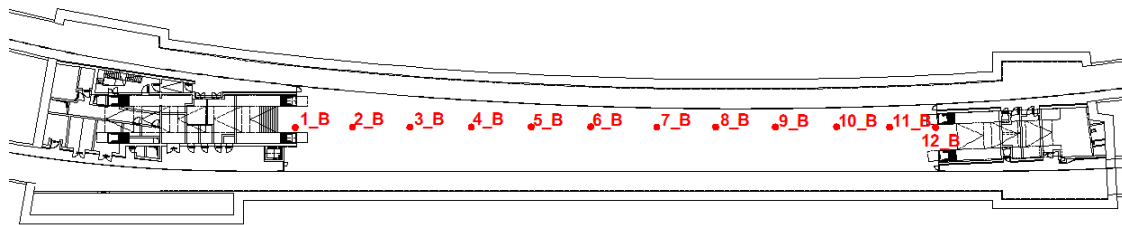


Abbildung 7: Verteilung der „Messpunkte“ in der Station „Güterplatz“ auf der Fahr-ebene

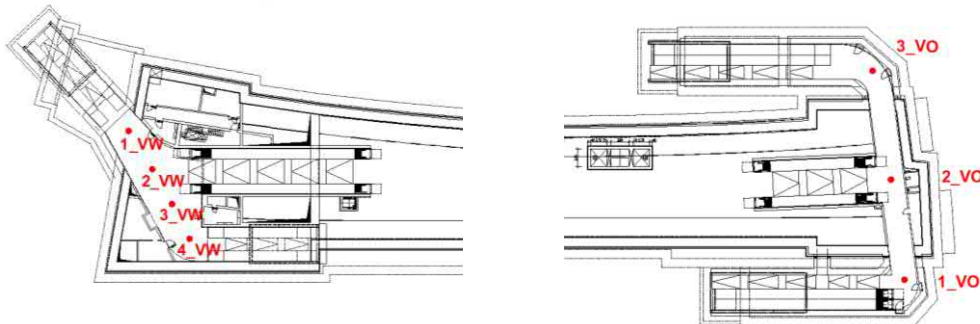
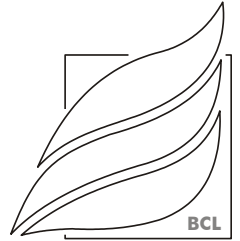


Abbildung 8: Verteilung der „Messpunkte“ in der Station „Güterplatz“ auf den beiden Verteilerebenen

Zum anderen werden horizontale Schnitte in einer Höhe von 2,5 m und 1,5 m oberhalb des Bahnsteigs bzw. oberhalb des Fußbodens der Verteilerebenen gelegt, an denen die zeitliche Entwicklung der einzelnen Parameter sichtbar ist. Mit Hilfe dieser Schnitte wird die Einhaltung der Schutzziele kontrolliert. Die jeweiligen Skalen werden so justiert, dass der maximale Wert der in Tabelle 5 genannte Grenzwert ist und auf der Farbskala rot dargestellt wird. Demzufolge werden auch Werte über den Grenzwerten in dieser Farbe dargestellt, was zur Folge hat, dass rote Bereiche in den Schnitten keine Gebiete mit konstanten Werten sind, sondern die Überschreitung der zulässigen Schutzziele aufzeigen.



Zur Verdeutlichung der Modellierung ist nachfolgend das FDS-Modell für die Station „Güterplatz“ dargestellt.

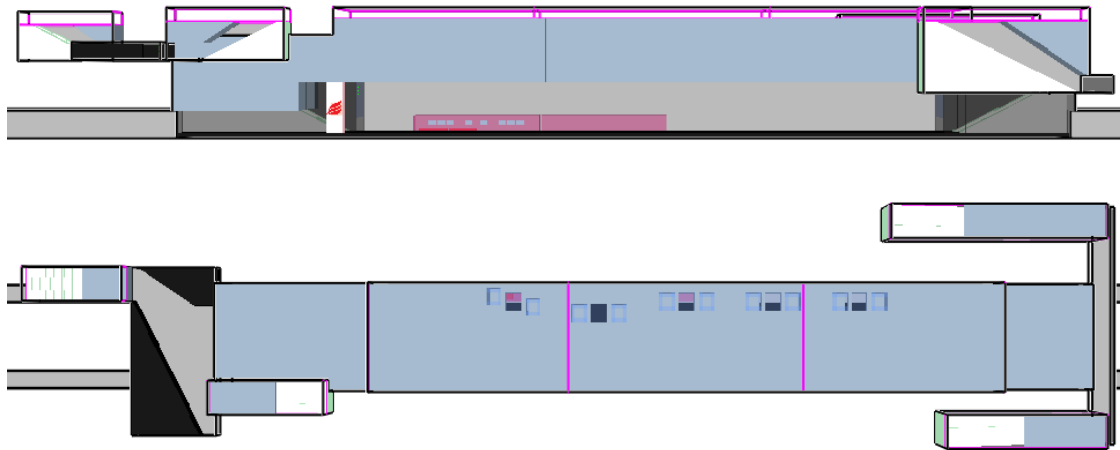


Abbildung 9: FDS-Modell für die Station "Güterplatz" im Längsschnitt und in der Aufsicht

7.2 Auswertung

In den vier nachfolgenden Abbildungen werden die Berechnungsergebnisse an den „Messpunkten“ über dem Bahnsteig entsprechend Abbildung 7 dargestellt.

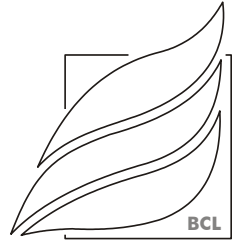
Auf die Darstellung der Berechnungsergebnisse an den „Messpunkten“ auf den beiden Verteilerebenen wird verzichtet, da bis zur 30. Brandminute kein Raucheintrag in die Verteilerebene erfolgt ist.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass in der Phase der **Selbstrettung** die Grenzwerte für die optische Dichte und die Temperatur an keiner Stelle überschritten werden. Dies ergibt sich insbesondere aus dem großen Speichervolumen, welches sich aus der großen Raumhöhe der Station ergibt. Es zeigt sich eine stabile Schichtung der Heißgase bis zur 30. Brandminute.

Die Grenzwerte für die optische Dichte von 0,15 1/m und für die Temperatur von 50 °C werden bis zur 30. Brandminute an keinem der „Messpunkte“ erreicht bzw. überschritten.

Der maximale Wert für die Temperatur liegt in der Phase der Selbstrettung in einer Höhe von 2,5 m über dem Bahnsteig bei ca. 21 °C.

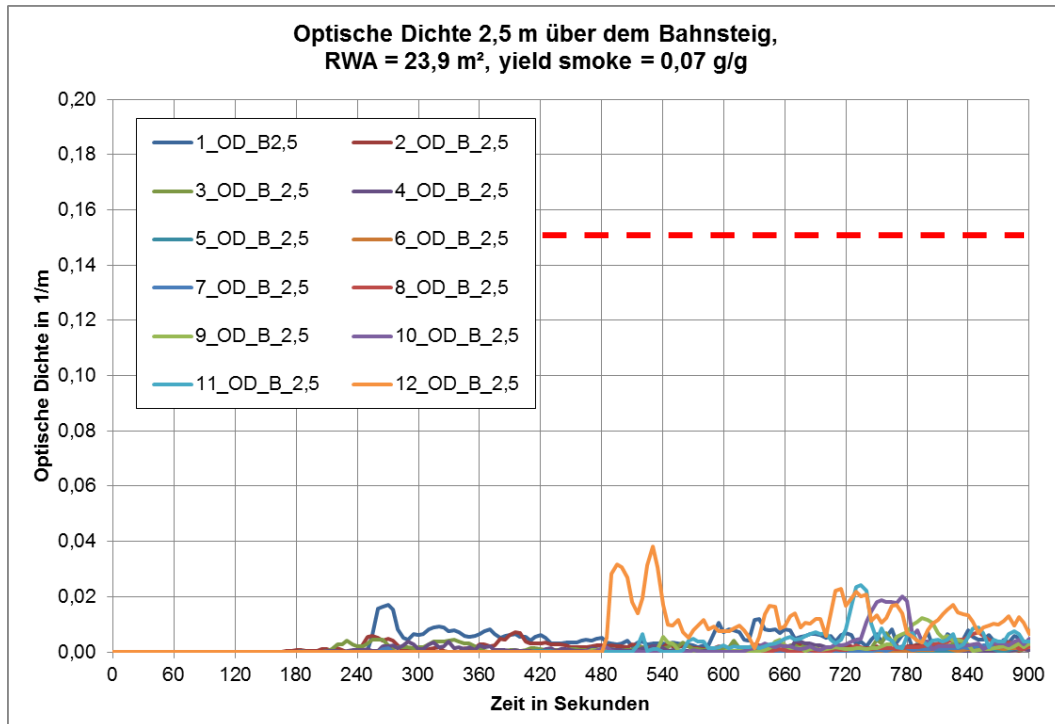
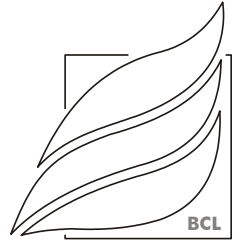
In der Phase der **Fremdrettung** werden die Grenzwerte für die optische Dichte und die Temperatur ebenfalls an keinem der „Messpunkte“ erreicht bzw. überschritten.



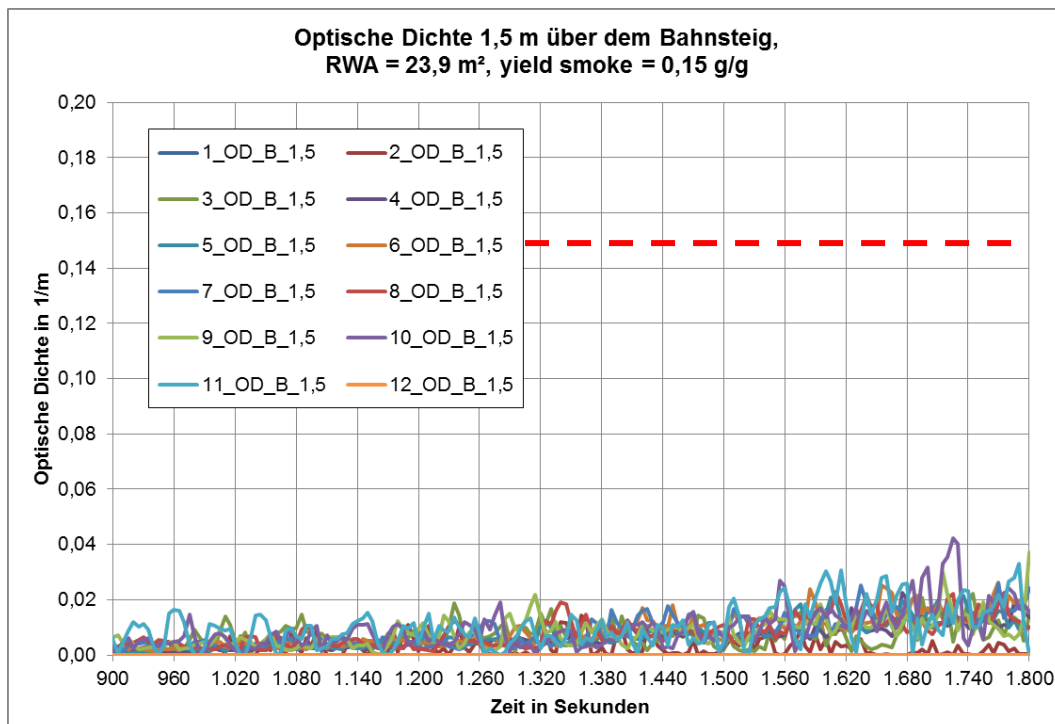
Bis zur 30. Brandminute werden in den relevanten Höhen Temperaturen von maximal 21,2 °C ermittelt.

Über den gesamten Zeitraum der Simulation kommt es zu keinem Raucheintrag in die Verteilerebenen. Die Rauchschürzen werden demnach bis zur 30. Brandminute nicht unterspült und die Treppenanlagen bleiben über die gesamte Berechnungsdauer rauchfrei. Exemplarisch zeigen Abbildung 31 und Abbildung 32 die Temperatur und die optische Dichte zur 30. Brandminute, 2,5 m über OKFF der jeweiligen Verteilerebene.

Der Zugang für die Feuerwehr und ein wirksamer Löschangriff können damit ausreichend gewährleistet werden.



**Abbildung 10: Zeitlicher Verlauf der optischen Dichte an den „Messpunkten“ in einer Höhe von 2,5 m über dem Bahnsteig der Station „Güterplatz“;
yield_{smoke} = 0,07 g/g**



**Abbildung 11: Zeitlicher Verlauf der optischen Dichte an den „Messpunkten“ in einer Höhe von 1,5 m über dem Bahnsteig der Station „Güterplatz“;
yield_{smoke} = 0,15 g/g**

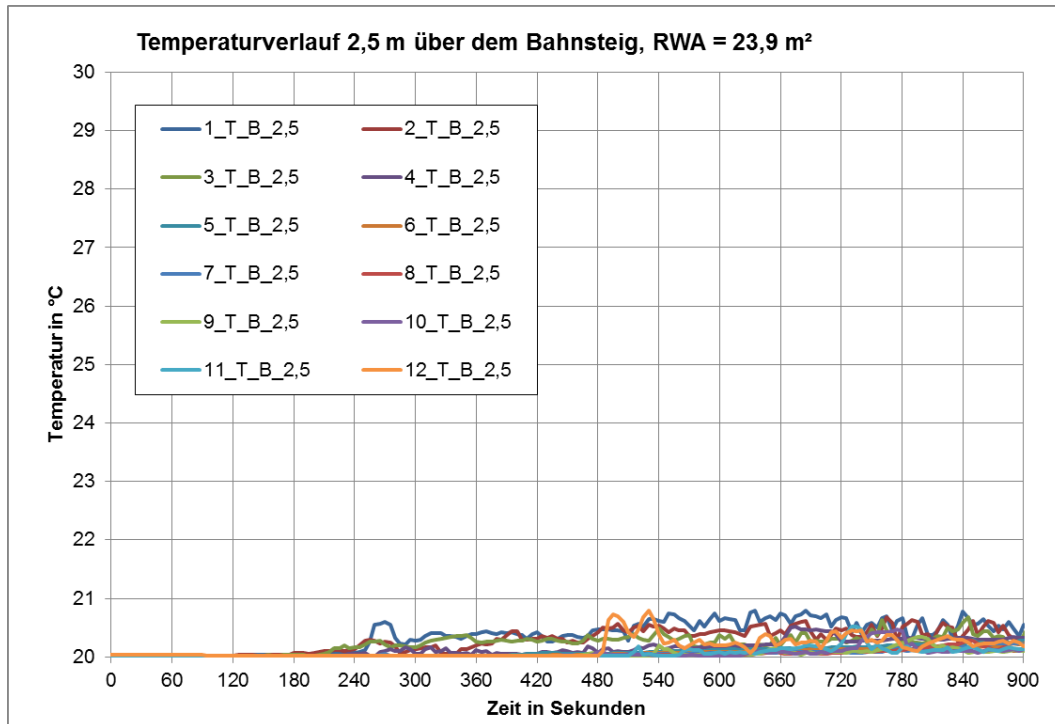
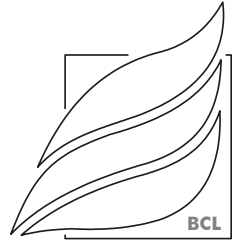


Abbildung 12: Zeitlicher Verlauf der Temperatur an den „Messpunkten“ in einer Höhe von 2,5 m über dem Bahnsteig der Station „Güterplatz“;

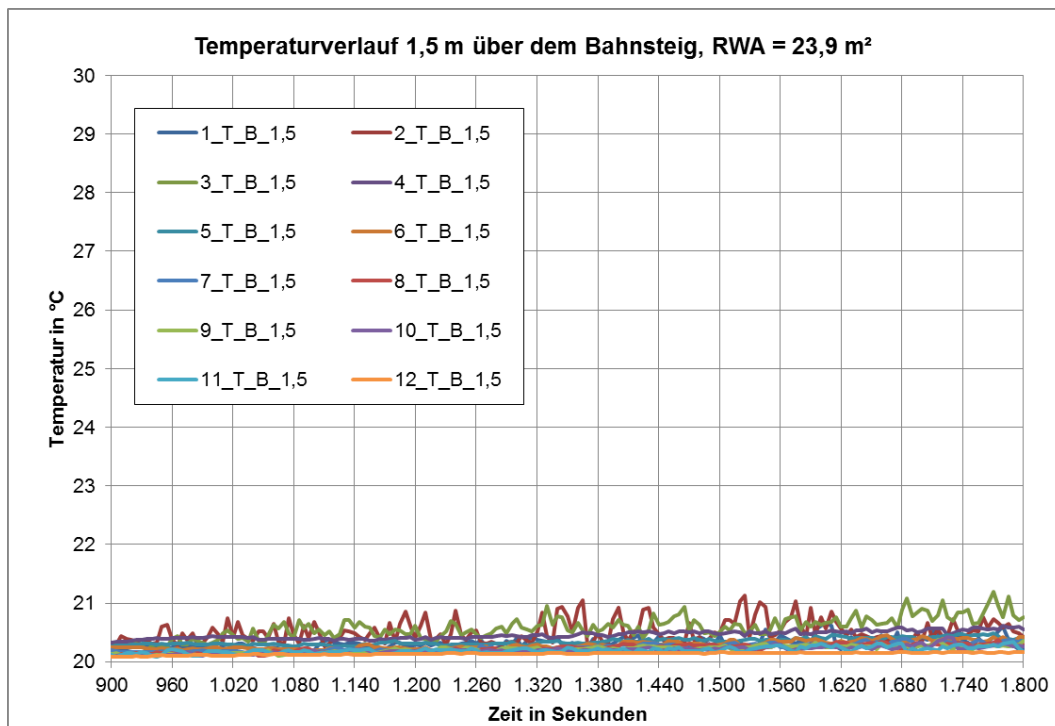


Abbildung 13: Zeitlicher Verlauf der Temperatur an den „Messpunkten“ in einer Höhe von 1,5 m über dem Bahnsteig der Station „Güterplatz“

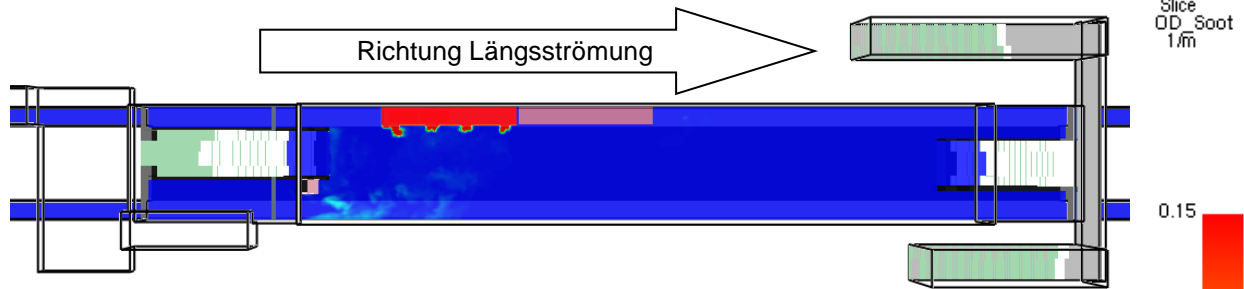
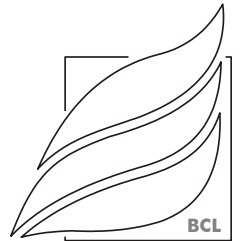


Abbildung 14: Darstellung der optischen Dichte zur 5. Brandminute 2,5 m über dem Bahnsteig der Station „Güterplatz“; $\text{yield}_{\text{smoke}} = 0,07 \text{ g/g}$

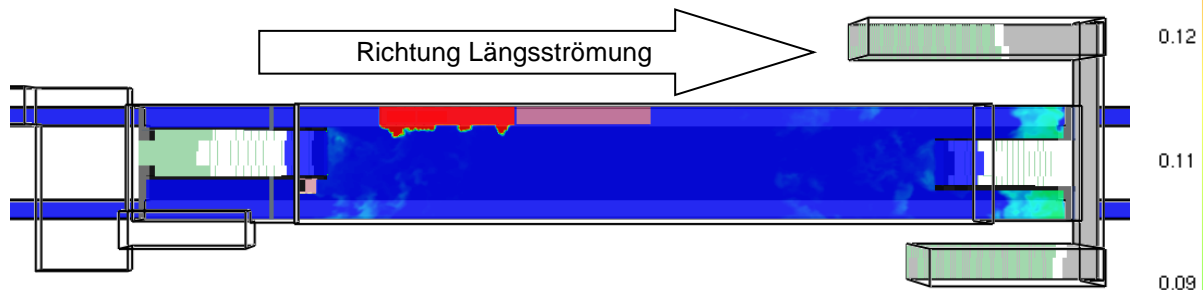


Abbildung 15: Darstellung der optischen Dichte zur 10. Brandminute 2,5 m über dem Bahnsteig der Station „Güterplatz“; $\text{yield}_{\text{smoke}} = 0,07 \text{ g/g}$

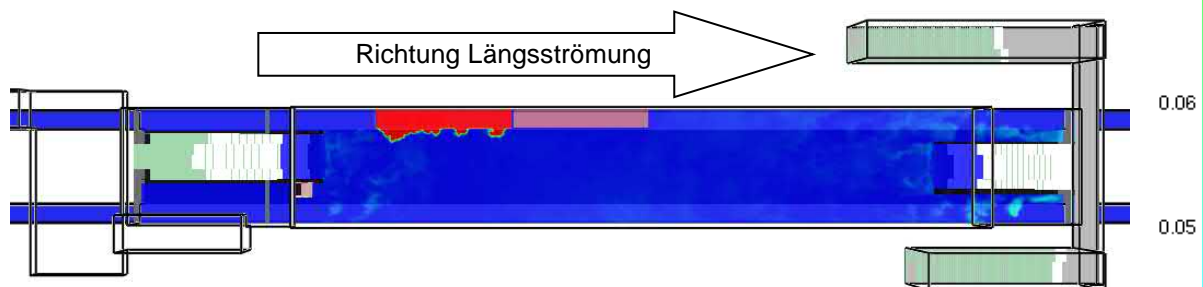


Abbildung 16: Darstellung der optischen Dichte zur 15. Brandminute 2,5 m über dem Bahnsteig der Station „Güterplatz“; $\text{yield}_{\text{smoke}} = 0,07 \text{ g/g}$

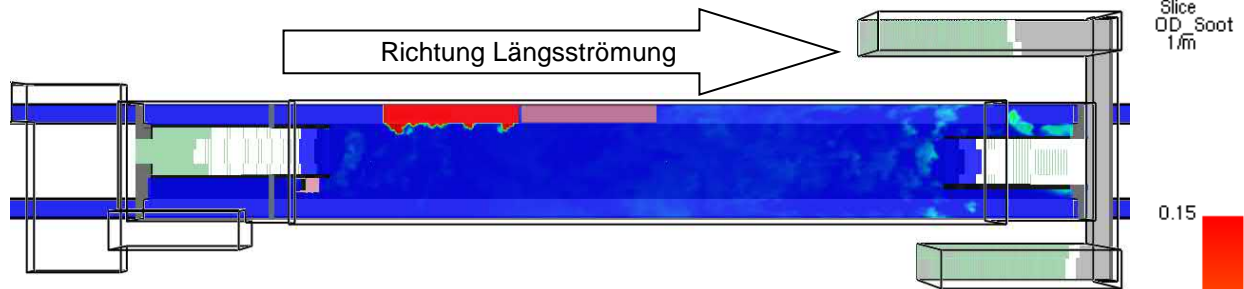
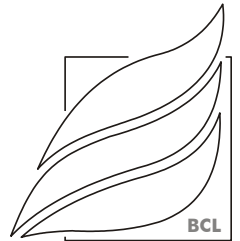


Abbildung 17: Darstellung der optischen Dichte zur 15. Brandminute 1,5 m über dem Bahnsteig der Station „Güterplatz“; $\text{yield}_{\text{smoke}} = 0,15 \text{ g/g}$

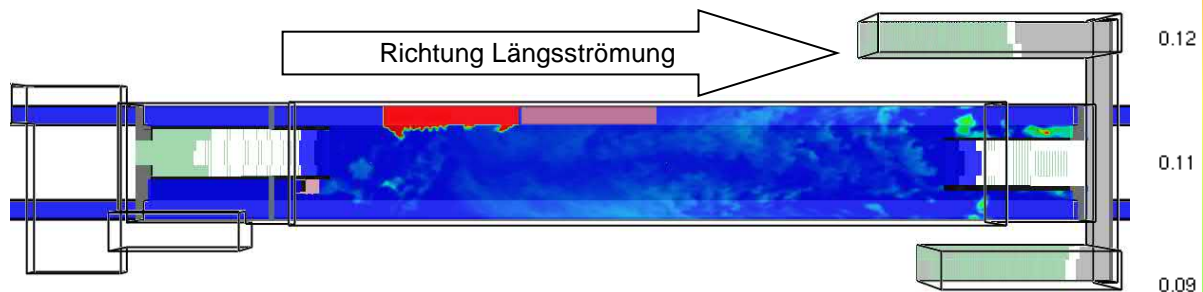


Abbildung 18: Darstellung der optischen Dichte zur 20. Brandminute 1,5 m über dem Bahnsteig der Station „Güterplatz“; $\text{yield}_{\text{smoke}} = 0,15 \text{ g/g}$

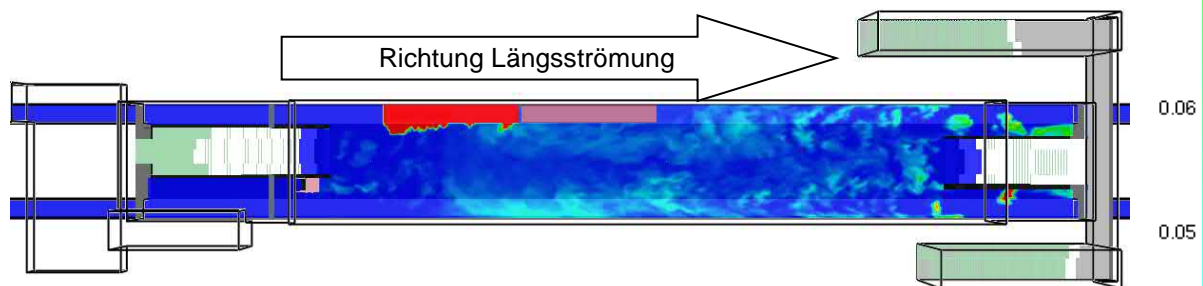


Abbildung 19: Darstellung der optischen Dichte zur 25. Brandminute 1,5 m über dem Bahnsteig der Station „Güterplatz“; $\text{yield}_{\text{smoke}} = 0,15 \text{ g/g}$

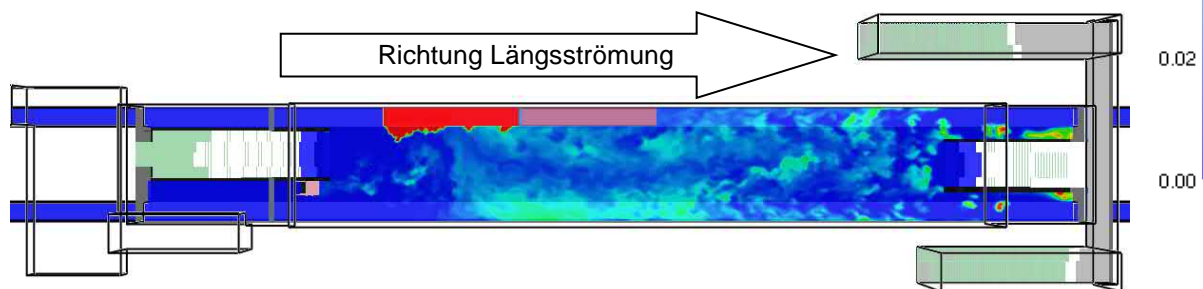


Abbildung 20: Darstellung der optischen Dichte zur 30. Brandminute 1,5 m über dem Bahnsteig der Station „Güterplatz“; $\text{yield}_{\text{smoke}} = 0,15 \text{ g/g}$

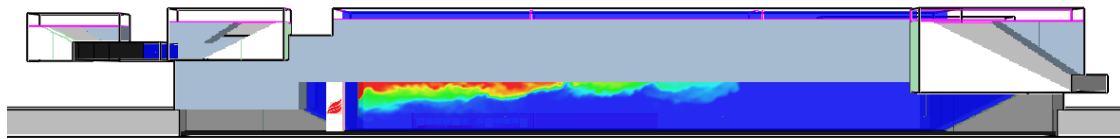
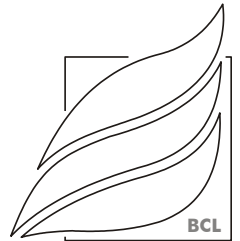


Abbildung 21: Darstellung der optischen Dichte zur 5. Brandminute im Längsschnitt der Station „Güterplatz“; $\text{yield}_{\text{smoke}} = 0,07 \text{ g/g}$

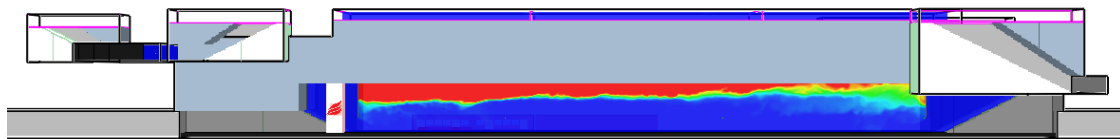


Abbildung 22: Darstellung der optischen Dichte zur 10. Brandminute im Längsschnitt der Station „Güterplatz“; $\text{yield}_{\text{smoke}} = 0,07 \text{ g/g}$

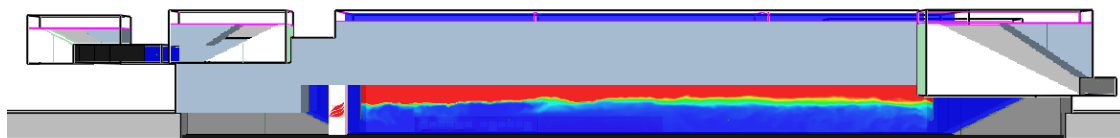


Abbildung 23: Darstellung der optischen Dichte zur 15. Brandminute im Längsschnitt der Station „Güterplatz“; $\text{yield}_{\text{smoke}} = 0,07 \text{ g/g}$

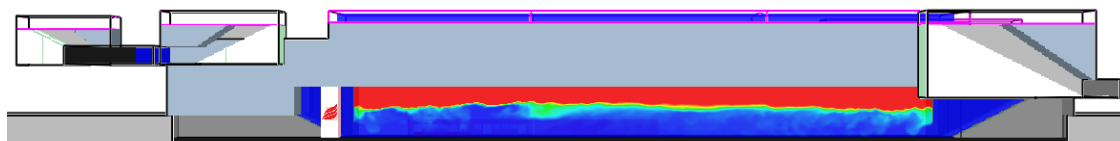


Abbildung 24: Darstellung der optischen Dichte zur 15. Brandminute im Längsschnitt der Station „Güterplatz“; $\text{yield}_{\text{smoke}} = 0,15 \text{ g/g}$

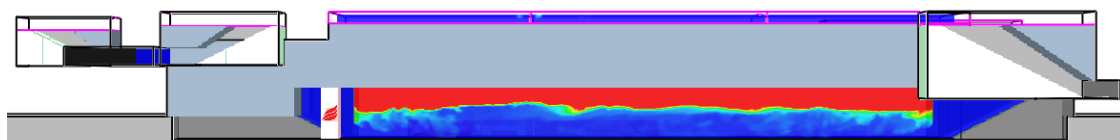


Abbildung 25: Darstellung der optischen Dichte zur 20. Brandminute im Längsschnitt der Station „Güterplatz“; $\text{yield}_{\text{smoke}} = 0,15 \text{ g/g}$

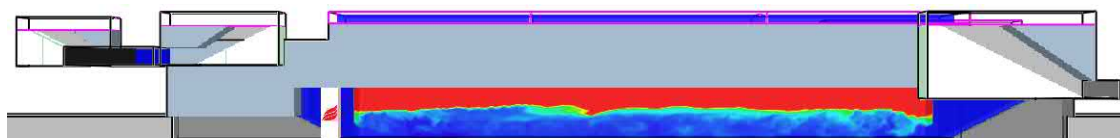


Abbildung 26: Darstellung der optischen Dichte zur 25. Brandminute im Längsschnitt der Station „Güterplatz“; $\text{yield}_{\text{smoke}} = 0,15 \text{ g/g}$

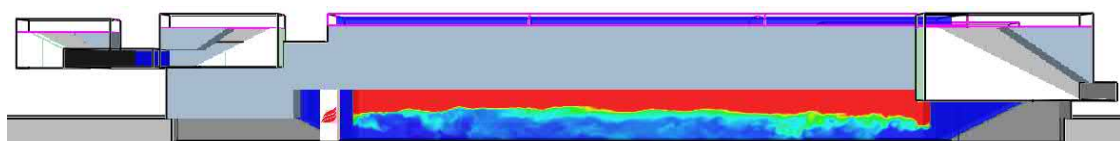


Abbildung 27: Darstellung der optischen Dichte zur 30. Brandminute im Längsschnitt der Station „Güterplatz“; $\text{yield}_{\text{smoke}} = 0,15 \text{ g/g}$

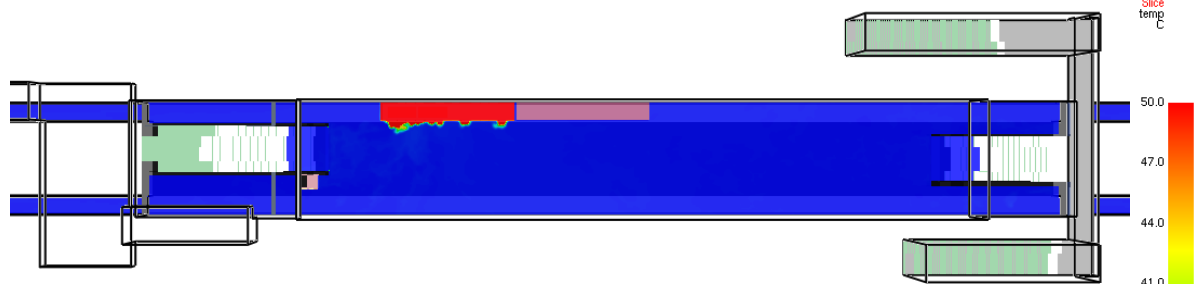
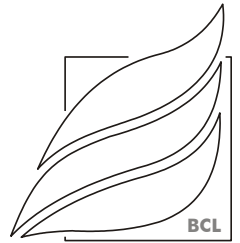


Abbildung 28: Darstellung der Temperatur zur 15. Brandminute 2,5 m über dem Bahnsteig der Station „Güterplatz“

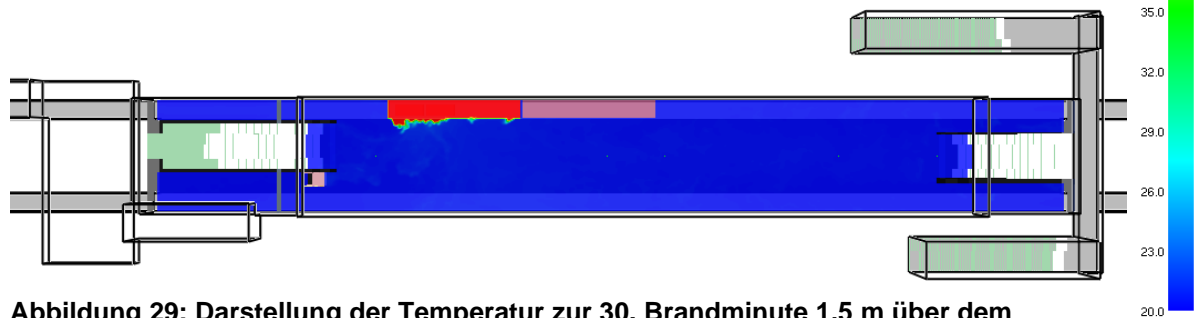


Abbildung 29: Darstellung der Temperatur zur 30. Brandminute 1,5 m über dem Bahnsteig der Station „Güterplatz“ ;

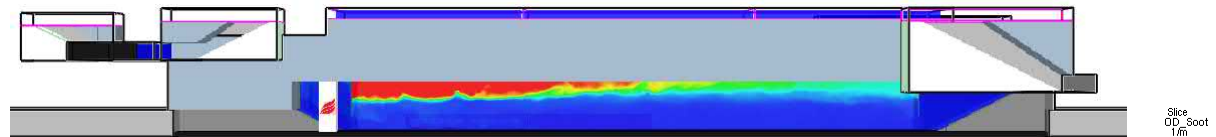


Abbildung 30: Darstellung der Temperatur zur 30. Brandminute im Längsschnitt der Station „Güterplatz“

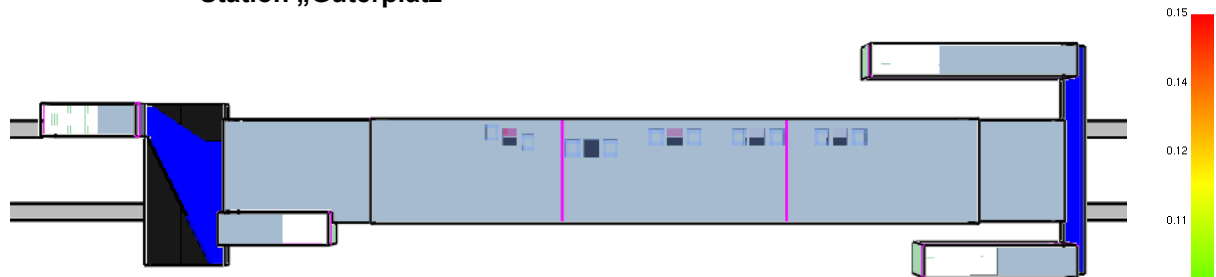


Abbildung 31: Darstellung der optischen Dichte zur 30. Brandminute 2,5 m über OKFF der Verteilerebenen der Station „Güterplatz“, $\text{yield}_{\text{smoke}} = 0,15 \text{ g/g}$

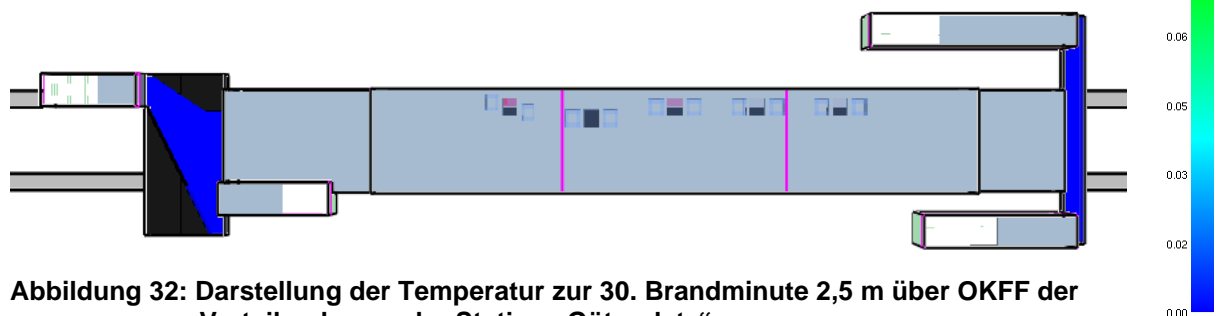
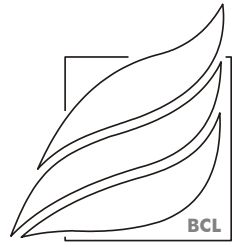


Abbildung 32: Darstellung der Temperatur zur 30. Brandminute 2,5 m über OKFF der Verteilerebenen der Station „Güterplatz“



Einhausung der Treppen in der B-Ebene

Insbesondere an Abbildung 26 und Abbildung 27 ist ersichtlich, dass ein wesentlicher Grund, warum die Rauchschürzen bis zur 30. Brandminute nicht unterspült werden, die Nachströmung von Frischluft über die Treppenanlagen ist, welche die beiden nachfolgenden Abbildungen verdeutlichen sollen.

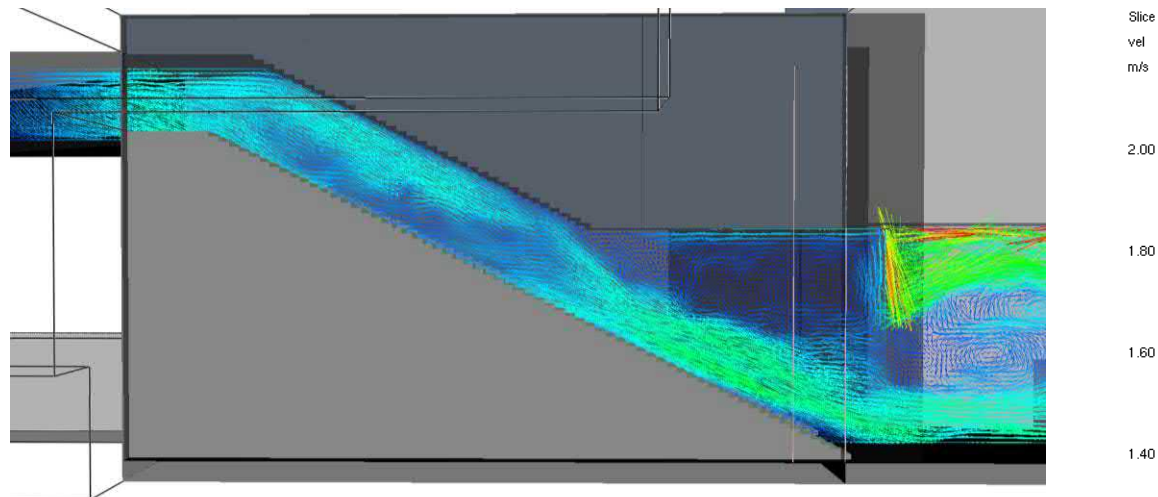


Abbildung 33: Darstellung des Einstroms zur 30. Brandminute über die westliche Treppe des Bahnsteigs - Brandinduziert

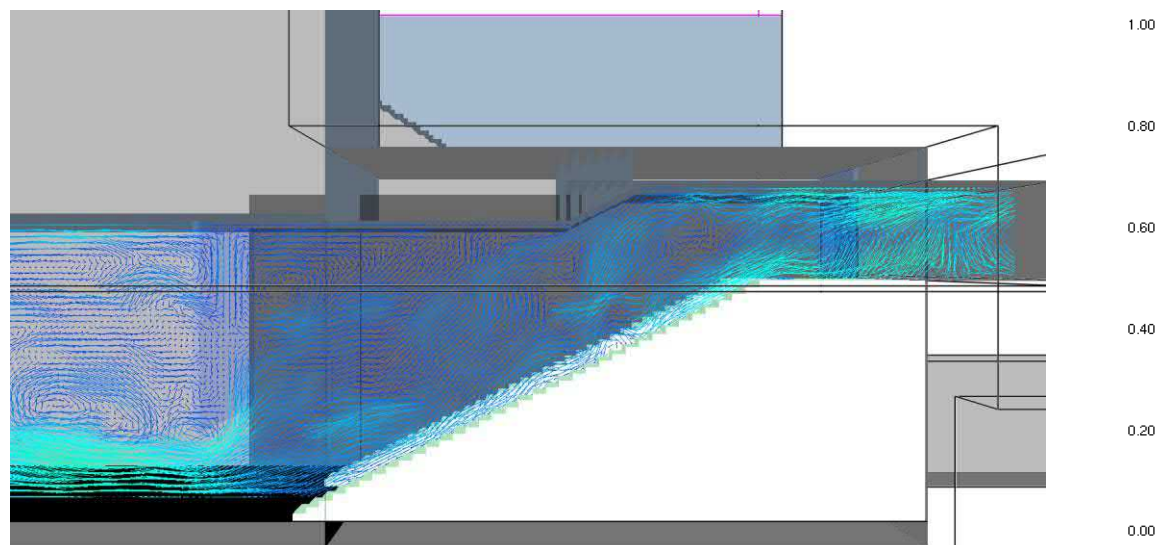
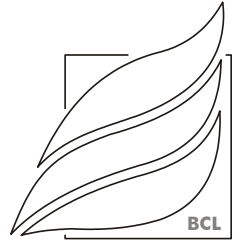


Abbildung 34: Darstellung des Einstroms zur 30. Brandminute über die östliche Treppe des Bahnsteigs - Brandinduziert

Aufgrund dieses Einstroms ist es zwingend erforderlich, dass die Treppen von der Verteilerebene ins Freie nicht gänzlich eingehaust werden, sondern dass in jedem Fall (auch außerhalb der allgemeinen Betriebszeiten) je Treppe ein geometrisch freier Querschnitt von mindestens 15 m² sichergestellt werden muss. Der Nachweis einer aerodynamisch wirksamen Fläche ist aufgrund der geringen Strömungsgeschwindigkeiten an dieser Stelle nicht erforderlich.



Anforderungen an die Rauchschürzen

Um die Anforderungen an die feste Rauchschürze vor den Treppenaufgängen zu quantifizieren, wurden im Rahmen der Brandsimulationsberechnungen auch die Temperaturen an der Rauchschürze ausgewertet, die sich nahe der Brandstelle befindet. Im Modell haben die Rauchschürze und das Fahrzeug einen Abstand von 9,0 m zueinander.

Bei diesen Berechnungen wurden an der Rauchschürze Temperaturen von maximal 78 °C ermittelt, wie das nachfolgende Diagramm verdeutlicht.

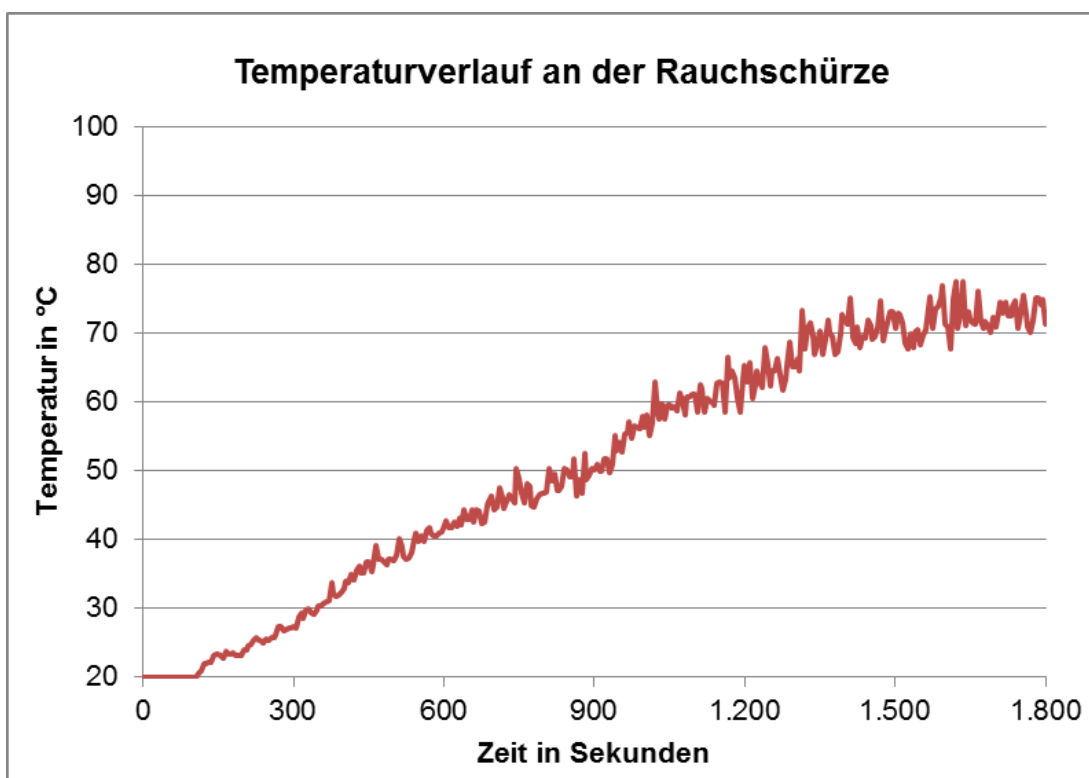


Abbildung 35: maximaler Temperaturverlauf an der Rauchschürze

Hinweis:

Bei dem oben genannten Abstand von 9 m ist der horizontale Abstand zwischen dem Fahrzeug und der Rauchschürze gemeint, wie er im Rahmen der Brandsimulationsberechnungen berücksichtigt wurde (siehe nachfolgende Skizze).

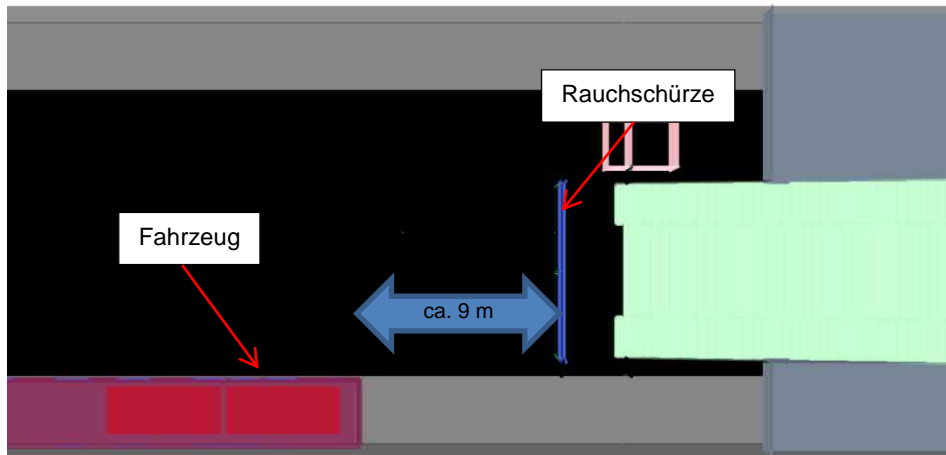
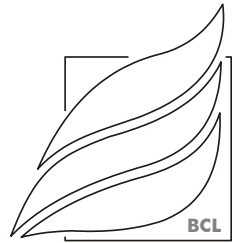


Abbildung 36: Positionierung der Rauchschürze und des Fahrzeuges in der Brandsimulationsberechnung

Weiterhin wurden bei den Brandsimulationsberechnungen bis zur 30. Brandminute direkt über dem brennenden Fahrzeug Temperaturen von maximal 100 °C ermittelt, wie die nachfolgende Abbildung verdeutlicht.

Demnach sind auch bei einem kürzeren horizontalen Abstand zwischen dem brennenden Fahrzeug und der festen Rauchschürze keine Temperaturen von mehr als 100°C zu erwarten.

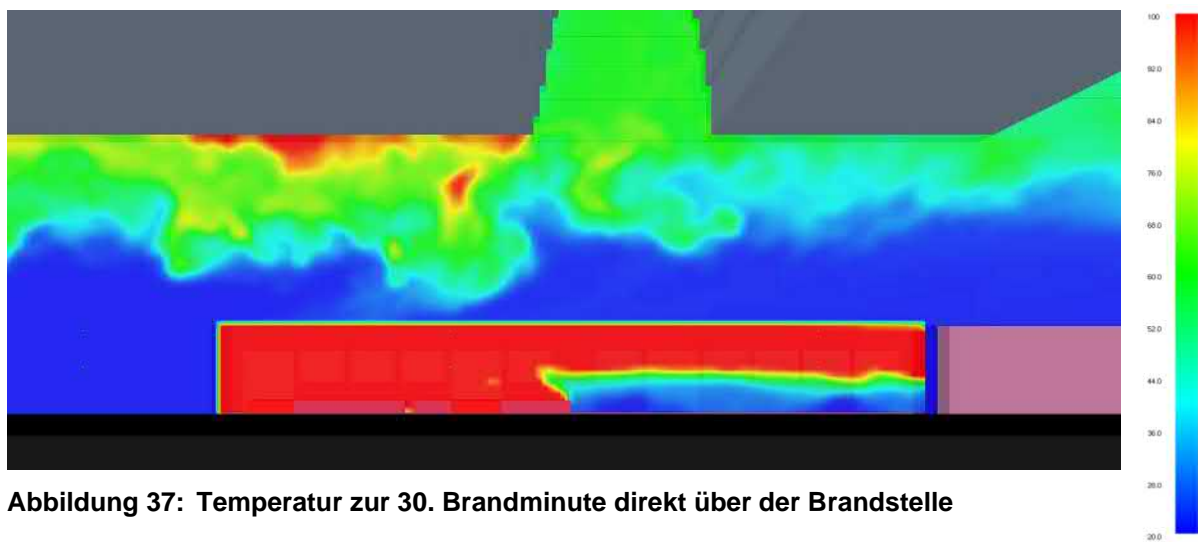
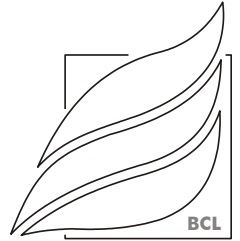


Abbildung 37: Temperatur zur 30. Brandminute direkt über der Brandstelle



8 Zusammenfassende Bewertung

Um die zur Verfügung stehende Zeit für die Selbstrettung und die Fremdrettung zur Verfügung stehenden Zeit zu bestimmen, wurden für die Station „Güterplatz“ Brandsimulationsberechnungen durchgeführt.

Die Berechnungen haben ergeben, dass mit der geplanten Größe und Anzahl der Rauchabzugsöffnungen und unter Berücksichtigung des in Abschnitt 4.2 und Anlage 2.3 dieses Brandschutzkonzeptes beschriebenen Durchflussbeiwertes dieser Öffnungen die Schutzziele entsprechend Abschnitt 5 erreicht werden können.

Anlage 2.2a

zum Brandschutzkonzept

für das Bauvorhaben

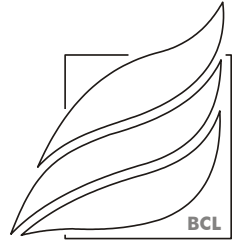
**„Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel“
Station „Güterplatz“**

**in Frankfurt am Main
Projekt-Nr.: G 250 / 10**

Ergänzende Brandsimulationsberechnungen

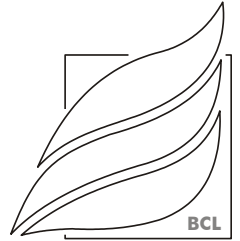
**Untersuchung der Eignung von Rauchansaugsystemen im
Schachtbereich zur Branderkennung**

Stand: 07.01.2021
(Index J)



Gliederung

1	Aufgabenstellung.....	3
2	Beurteilungsgrundlagen und Literaturquellen	3
3	Beschreibung des Bauwerkes	5
4	Brandszenarien	6
4.1	Bemessungsbrand1 - „Zugbrand“	6
4.2	Bemessungsbrand 2 - Reisetasche	7
4.3	ergänzender Hinweis zum zeitlichen Verlauf der Brandszenarien	8
4.4	Rahmenbedingungen.....	9
5	Berechnungsmodell.....	10
6	Berechnungsergebnisse.....	11
6.1	Szenarium 1 - Zugbrand	12
6.2	Szenarium 2 - Reisetasche	13
6.3	Vergleich der Ergebnisse	14
7	Fazit	15



1 Aufgabenstellung

Entsprechend des Brandschutzkonzeptes (BSK) für die Station Güterplatz soll diese durch eine Brandmeldeanlage der Kategorie 1 nach DIN VDE 0833 in Verbindung mit DIN 14 675 Teil 1 überwacht werden.

Die Bahnsteige sollen gemäß bestehendem BSK sowohl hinsichtlich der Entstehung von Rauch als auch hinsichtlich der Entstehung von Wärme überwacht werden, um differenzieren zu können, ob das für die Evakuierung kritische Ereignis, Brand eines Fahrzeuges am Bahnsteig, vorliegt oder nicht.

Diese Differenzierung wurde als notwendig erachtet, um die automatische akustische Alarmierung, auch der öffentlichen Bereiche, nur bei dem kritischen Brandszenarium „Zugbrand“ unmittelbar über die Brandmeldeanlage auszulösen.

Die Überwachung hinsichtlich des Kriteriums „Rauch“ ist durch linienförmige Rauchmelder über den Bahnsteigen und durch RAS in den Lichtschächten geplant.

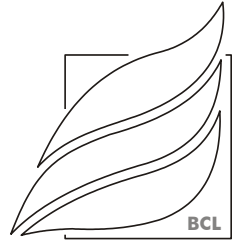
Im Rahmen der weiteren Projektbearbeitung und aufgrund der geplanten Geometrie der Station hat sich herausgestellt, dass die Thermokabel, welche ursprünglich für die Überwachung der „Wärmeentwicklung“ eingesetzt werden sollten, nicht normenkonform installiert werden können.

Daher soll mit Hilfe von Brandsimulationsberechnungen herausgefunden werden, ob eine Differenzierung zwischen dem kritischen Brandszenarium „Zugbrand“ und einem kleineren Brandszenarium, z.B. Brand eines Papierkorbs oder einer Reisetasche, auch über die unterschiedlichen Auslösezeiten von Linearmelder oberhalb der Bahnsteigkanten und von RAS im Schachtbereich erfolgen kann.

2 Beurteilungsgrundlagen und Literaturquellen

Als Grundlage für die Brandsimulationsberechnungen dienten folgende Regelwerke und Veröffentlichungen:

- /1/ Hosser, Dietmar: *Leitfaden - Ingenieurmethoden des Brandschutzes*, Technischer Bericht der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V., TB 04/01, 3. Auflage, November 2013
- /2/ DiNenno, Philip J.: *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, National Fire Protection Association, Society of Fire Protection Engineers, Fourth Edition, 2008



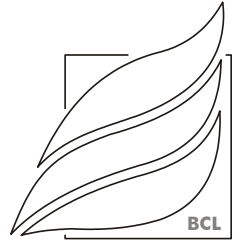
- /3/ VDI-Richtlinie 6019, *Ingenieurverfahren zur Bemessung der Rauchableitung aus Gebäuden - Brandverläufe, Überprüfung der Wirksamkeit*, Blatt 1, Verein Deutscher Ingenieure, Mai 2006
- /4/ VDI-Richtlinie 6019, *Ingenieurverfahren zur Bemessung der Rauchableitung aus Gebäuden - Ingenieurmethoden*, Blatt 2, Verein Deutscher Ingenieure, Juli 2009
- /5/ McGrattan, Kevin: *Fire Dynamics Simulator (Version 6.0) User's Guide*, NIST Special Publication 1019, National Institute of Standards and Technology, November 2012
- /6/ Technische Regeln für Straßenbahnen – Brandschutz in unterirdischen Betriebsanlagen – (*TRStrab Brandschutz*); Ausgabe 24.06.2014
- /7/ Technische Aufsicht des Landes Hessen; *Grundsätzliche Vereinbarungen für Statik und Konstruktion von Tunnelbauwerken Teil 4 – Brandschutztechnische Anforderungen an unterirdische Personenverkehrsanlagen* (uPva); Ausgabe März 2008
- /8/ Wilk, Erhard; *Bericht zur Bestimmung eines Bemessungsbrandes für Triebfahrzeuge der U-Bahn / Frankfurt a. M.*; Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig, 10.09.2003
- /9/ Wilk, Erhardt; *Bericht zur Erarbeitung eines Bemessungsbrandes für das Schienenfahrzeug U5 und Vergleich zu dem vorliegenden Bemessungsbrand des Fahrzeuges U2*; Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig, 27.03.2008
- /10/ Wilk, Erhard; *Arbeitsblatt zur Brandsimulation – Fahrzeug U2*; Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig, Stand Januar 2011

Das FDS-Modell wurde bereits für die Brandsimulationsberechnungen zum Nachweis des Rauchschutzes erarbeitet und für die hier vorliegende Fragestellung weiterverwendet und um zusätzliche Messpunkte in den geplanten Montagebereichen der Rauchererkennungssysteme ergänzt.

Bezüglich der Lage der Branderkennungssysteme wurden durch den Fachplaner folgende Pläne zur Verfügung gestellt:

Tabelle 1:

Plan-Nr.	Plan-Inhalt	Maßstab	Datum
GP____-UC_A____5BMP001gr_0200	Betriebsräume C-Ebene Brandmeldeanlage	1 : 200	02.11.15
GP____-UX_A____5BMP001ls_0200	Gesamtlängsschnitt Brandmeldeanlage	1 : 200	02.11.15



3 Beschreibung des Bauwerkes

In diesem Abschnitt der Dokumentation zu Verrauchungen erfolgt eine stichpunktartige Beschreibung des Bauwerkes hinsichtlich wesentlicher Belange für die Ermittlung der unterschiedlichen Verrauchungen an den Überwachungselementen.

Es ist geplant, horizontal über dem Bahnsteig linienförmige Rauchmelder anzubringen. Dabei sollen zwei linienförmige Rauchmelder in einer Höhe von 9 m über dem Bahnsteig jeweils 0,4 m von der Bahnsteigkante entfernt angebracht werden.

Weiterhin ist mittig über dem Bahnsteig in einer Höhe von ca. 7 m über dem Bahnsteig ein zusätzlicher linienförmiger Rauchmelder geplant.

Die Lichtschächte werden jeweils durch ein Rauchansaugsystem (RAS) hinsichtlich des Kriteriums „Rauch“ überwacht, wobei je Lichtschacht zwei Messbereiche vorgesehen sind.

Die Lage der einzelnen Rauchererkennungssysteme wird in den nachfolgenden Abbildungen verdeutlicht.

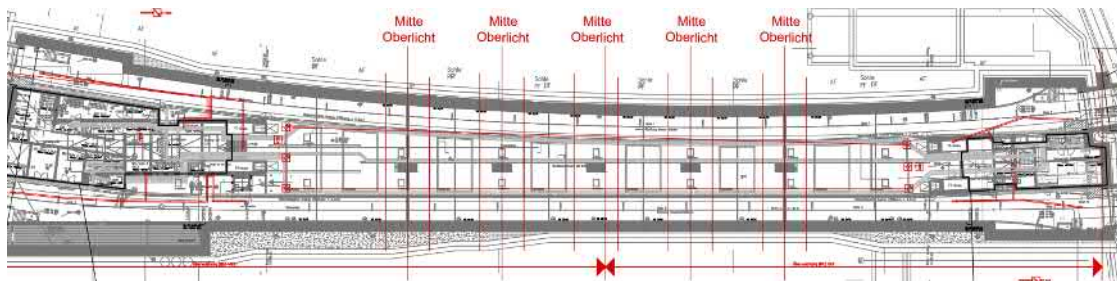


Abbildung 1: Grundriss mit Lage der Linearmelder

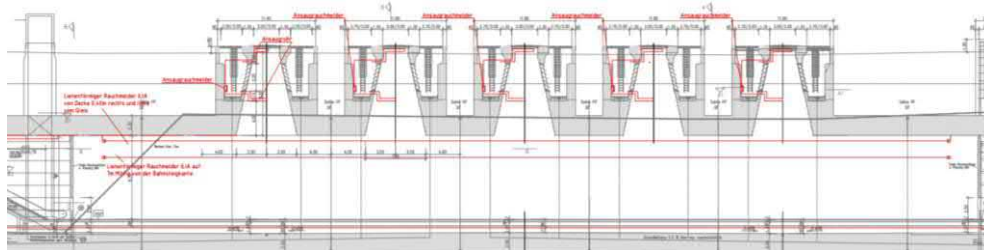


Abbildung 2: Längsschnitt durch die Station

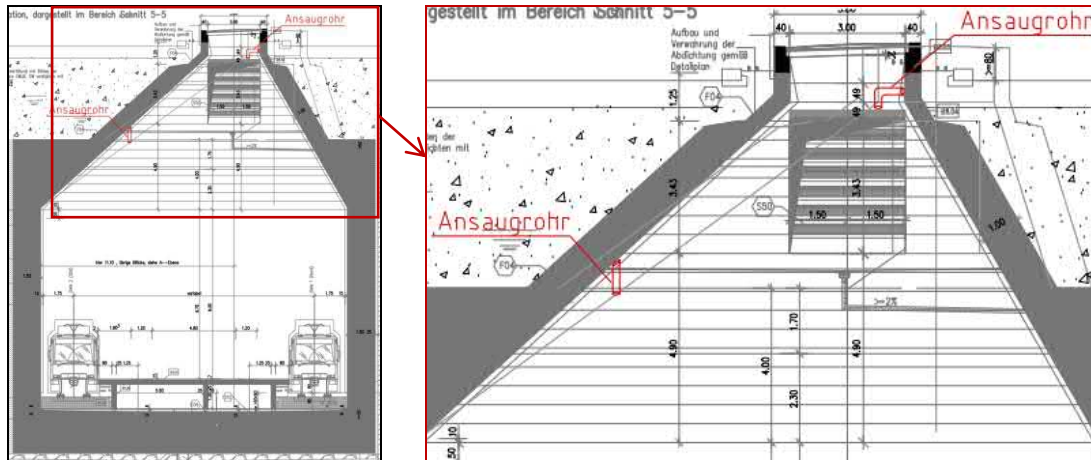
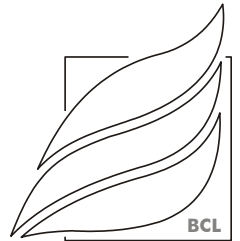


Abbildung 3: Querschnitt durch einen Lichtschacht

4 Brandszenarien

Es soll die Verrauchung für zwei unterschiedliche Bemessungsbrandszenarien ermittelt werden, welche nachfolgend beschrieben sind.

4.1 Bemessungsbrand1 - „Zugbrand“

Das Brandverhalten eines Triebfahrzeuges „U2“ der VGF wurde bereits im Rahmen der Anlage 2.2 zum Brandschutzkonzept ausführlich erläutert, so dass an dieser Stelle die relevanten Werte nur noch zitiert werden.

Tabelle 2: Abmessungen des Fahrzeugs U2

Fahrzeuggröße	Länge	lichte Breite	lichte Höhe
	23 m	2,3 m	2,4 m

Tabelle 3: Rauchausbeuten für das Fahrzeug U2 nach /10/

Art	Wert		Einheit
y_{CO_2}	1,72		g / g
y_{CO}	0,03		g / g
Rauchanteile	≤ 15 Min.	> 15 Min.	
y_{Rauch}	0,07	0,15	g / g
y_{HCN}	0,0055	0,005	g / g
D_m	0,08	0,19	m ² / g

Durchschnittlicher Heizwert: 22.530 kJ / kg

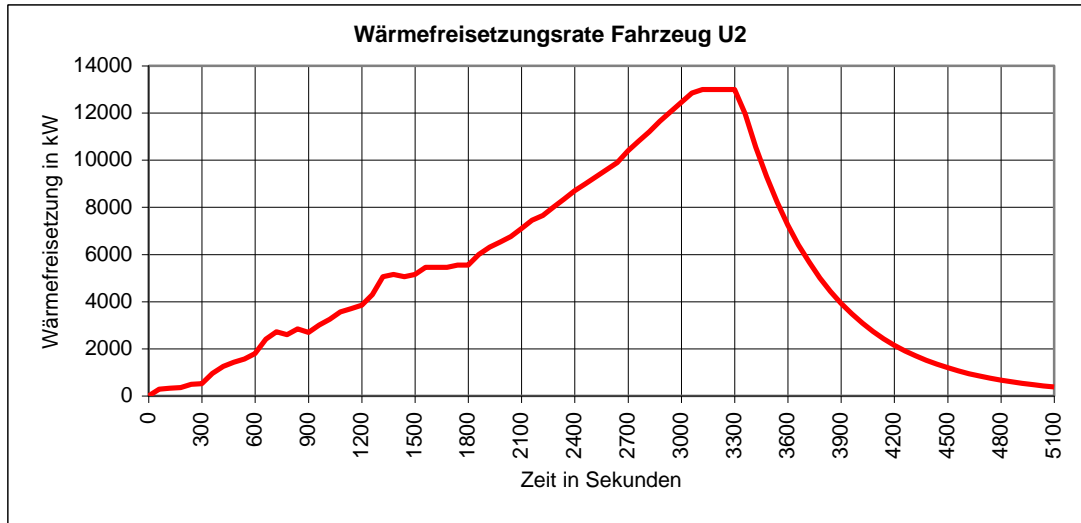
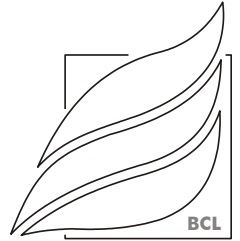


Abbildung 4: Verlauf der Wärmefreisetzungsrate für das Fahrzeug U2 nach /10/

4.2 Bemessungsbrand 2 - Reisetasche

Als zweites Szenarium soll ein kleinskaliger Brand in der Mitte des Bahnsteiges untersucht werden.

Hierzu wurde das Zündinitial nach /8/ mit einer konstant ansteigenden Wärmefreisetzungsrate bis 120 kW nach 5 Minuten gewählt.

Dies entspricht etwa dem Ansatz einer Reisetasche.

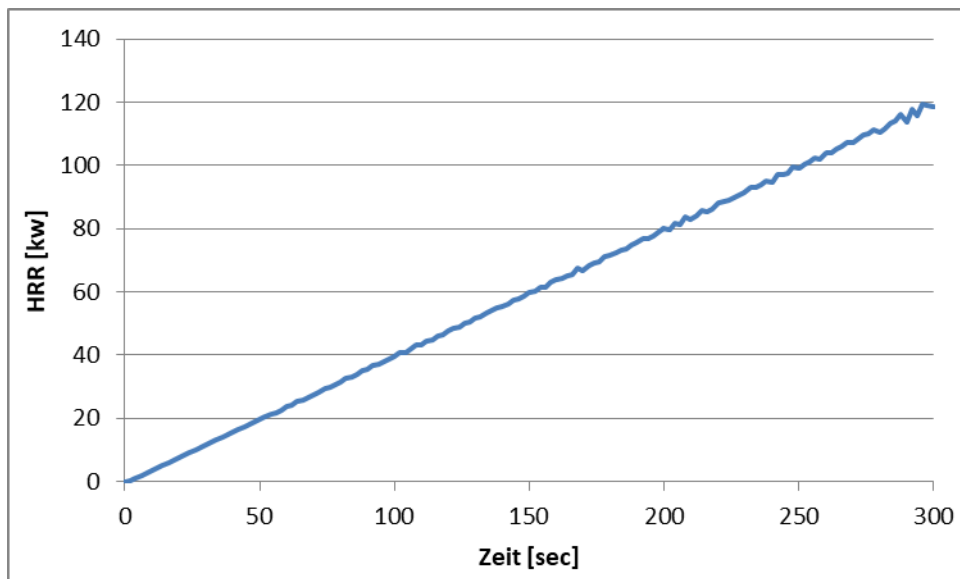
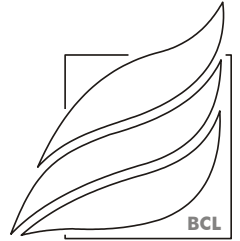


Abbildung 5: Verlauf der Wärmefreisetzungsrate für die Reisetasche

Bezüglich der Rauchausbeuten wurde ein Wert von $y_{\text{Rauch}} = 0,07 \text{ g/g}$ gewählt.



4.3 ergänzender Hinweis zum zeitlichen Verlauf der Brandszenarien

Bei dem kritischen Bemessungsbrand „Zugbrand“ wird davon ausgegangen, dass das Fahrzeug bereits brennend in die Station einfährt und dort die Fahrzeurtüren geöffnet werden.

Entsprechend den Vorgaben wird von einer „Vorbrennzeit“ von 1 Minute ausgegangen. Dies bedeutet, dass der erste Raucheintrag in die Station 1 Minute nach Brandbeginn erfolgt.

Um eine Vergleichbarkeit der Verrauchungen zu ermöglichen, wurde dabei ein zeitlicher Versatz für den Brand der Reistasche am Bahnsteig berücksichtigt, welcher in der nachfolgenden Grafik verdeutlicht werden soll.

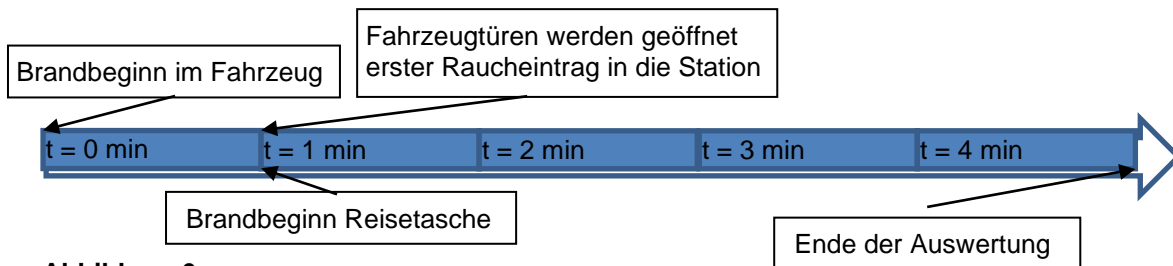


Abbildung 6

In der nachfolgenden Abbildung sind die Positionen der beiden untersuchten Brandstellen dargestellt.

Der Zugbrand wurde am östlichen Ende der Station positioniert, um den ungünstigsten Fall bezüglich der angesetzten Längsströmung in der Station zu berücksichtigen.

Die Reistasche wurde direkt auf dem Boden des Bahnsteigs positioniert, um die größtmögliche Aufstiegshöhe und damit die größtmögliche Verdünnung der Rauchgase zu berücksichtigen.

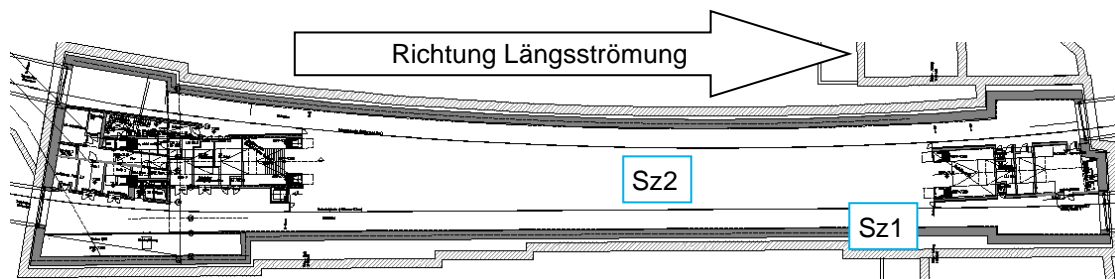
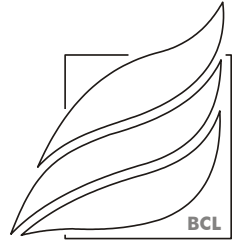


Abbildung 7: Lage der untersuchten Brandstellen



Gegenüber der Brandsimulationsberechnung zur Dimensionierung der Rauchabzugsanlagen (Anlage 2.2) wurde eine geänderte Zugposition berücksichtigt. Hierzu ergibt sich Folgendes:

Mit Hilfe der Berechnungen sollte untersucht werden, ob durch die verschiedenen, zu untersuchenden Rauchererkennungssysteme auf dem Bahnsteig zwischen einem „Zugbrand“ und einem kleinskaligen Brand auf dem Bahnsteig unterschieden werden kann.

Aus diesem Grund wurde ein, bezüglich der Rauchererkennung, ungünstiges Szenario gewählt.

Bei den untersuchten Brandstellen für den Fahrzeugbrand muss davon ausgegangen werden, dass ein Großteil der Rauchgase in den Tunnel abströmt und somit ein späteres Ansprechen der untersuchten Rauchmeldesysteme, im Vergleich zur Brandposition für die Untersuchung der Rauchausbreitung und -ableitung, zu erwarten ist.

Die Position der Reisetasche wurde so gewählt, dass die größtmögliche Aufstiegshöhe und damit die größtmögliche Verdünnung der Rauchgase berücksichtigt wird.

4.4 Rahmenbedingungen

Strömung

Es wird weiterhin eine Durchströmung der Station mit 0,5 m/s in Längsrichtung berücksichtigt (Längsströmung von West nach Ost).

Die Abströmung von Rauchgasen in die Tunnelabschnitte und die Nachströmung von Frischluft über die Tunnel und die Treppenanlagen sind eine Folge der Brandwirkung und werden berechnet.

Tunnel

Die beiden an die Station angrenzenden Tunnelabschnitte werden mit einer Abschnittslänge von jeweils 50 m in der Brandsimulation berücksichtigt.

Zuluftöffnungen

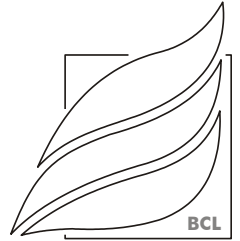
Für die Zuluft bzw. Nachströmung im Brandfall stehen die 4 Tunnelröhren sowie die Treppenaufgänge zur Verfügung.

Ausgangstemperatur

Für die Brandsimulationsberechnungen wird eine Ausgangstemperatur von 20°C sowohl innerhalb der Station als auch für die Umgebung angenommen.

Ansteuerungen

Aufgrund der dauerhaft vorhandenen festen Rauchschürzen und Entrauchungsöffnungen ist für die Entrauchung keine Ansteuerung im Brandfall erforderlich.



5 Berechnungsmodell

Bei den Brandsimulationsberechnungen ist das Feldmodell Fire Dynamics Simulator (FDS /5/) zur Anwendung gekommen. Das Feldmodell wurde federführend von Kevin McGrattan am National Institute of Standards and Technology (NIST) in den USA entwickelt und wurde im Jahr 2000 erstmals veröffentlicht.

Das Rechenmodell ist speziell auf den Rauch- und Wärmetransport während eines Brandes ausgerichtet. Dazu wird die Navier-Stokes-Gleichung numerisch umgesetzt, wobei standardmäßig das Turbulenzmodell Large Eddy Simulation (LES) mit einbezogen wird.

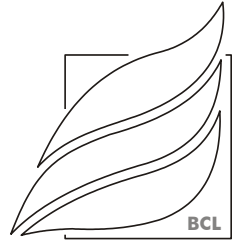
Weiterhin werden die Erhaltungsgleichungen der Masse, der Energie und des Impulses mit Hilfe der Finiten-Differenzen-Methode (FDM) berechnet.

Zur Berücksichtigung der thermischen Strahlung von aufgeheizten Objekten, aber auch der Heißgasstrahlung, wird die Finite-Volumen-Methode (FVM) genutzt.

Das Verbrennungsmodell bestimmt mit Hilfe einer einstufigen Verbrennungsreaktion die Anteile des unverbrannten Brennstoffs sowie die Anteile der Verbrennungsprodukte in der Umgebungsluft.

Zur Umsetzung der geometrischen Gegebenheit ist es erforderlich alle Objekte mit Hilfe von Quadern oder Würfeln (entsprechend der Wahl des Rechengitters) zu diskretisieren.

Da die Software speziell auf die Untersuchung von Bränden ausgerichtet ist, eignet sich dieses Berechnungsmodell für den Nachweis des Rauchschutzes mitsamt den zu beurteilenden Parametern (Höhe der raucharmen Schicht, optische Dichte, Temperatur). FDS wurde außerdem in dem Technischen Bericht der vfdb „Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes“ /1/ als ein für die Brandsimulation geeignetes Modell benannt.



6 Berechnungsergebnisse

Als auszuwertendes Kriterium für die Verrauchung wurde die optische Dichte gewählt.

Die Auswertung erfolgt jeweils entsprechend der Lage der geplanten Rauchererkennungssysteme.

Es wurde über die Länge (linienförmige Rauchmelder) bzw. die Fläche (RAS) die optische Dichte bis zu 5. Brandminute ermittelt.

Die beiden äußeren linienförmigen Rauchmelder wurden dabei in einer Höhe von 9 m über dem Bahnsteig angeordnet und der mittige linienförmige Rauchmelder in einer Höhe von 7 m über dem Bahnsteig.

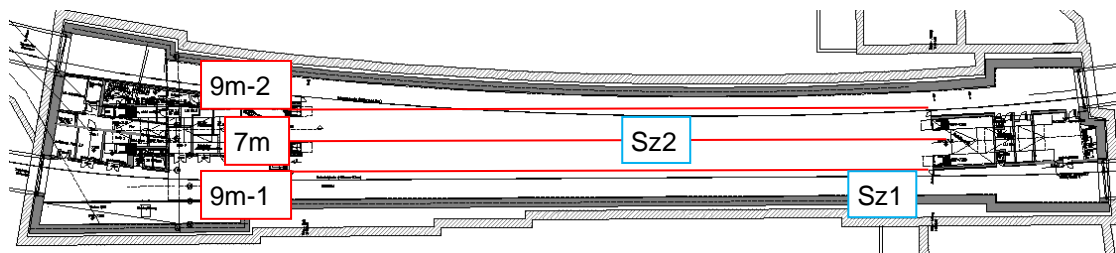


Abbildung 8: Bezeichnung der linienförmigen Rauchmelder für die Auswertung und Lage der untersuchten Brandstellen

Die Auswertung für das RAS-System erfolgte jeweils direkt innerhalb der Lichtschächte.

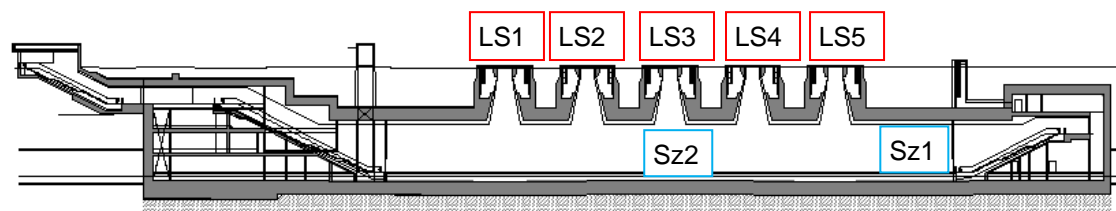
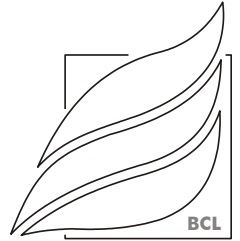


Abbildung 9: Bezeichnung der Lichtschächte für die Auswertung und Lage der untersuchten Brandstellen

Bezüglich der Verrauchung wurde ausschließlich der Wert für die optische Dichte an den Stellen ausgewertet, an denen auch die Rauchererkennungssysteme installiert werden sollen.

Die Ergebnisse sind nachfolgend in Diagrammen dargestellt.



6.1 Szenarium 1 - Zugbrand

Die Berechnungen haben ergeben, dass bei dem Szenarium 1 – Zugbrand – die Verrauchung an dem nächstliegenden linienförmigen Rauchmelder am stärksten ist. Sie beginnt kurz (ca. 10 Sekunden) nach dem Öffnen der Türen und steigt kontinuierlich an.

Anschließend folgt die Verrauchung an den beiden anderen linienförmigen Rauchmeldern und dem RAS im nächstgelegenen Lichtschacht nahezu zeitgleich mit annähernd gleicher Qualität.

Der zeitliche Verlauf der Verrauchung an den einzelnen Rauchererkennungssystemen wird durch die nachfolgende Abbildung verdeutlicht.

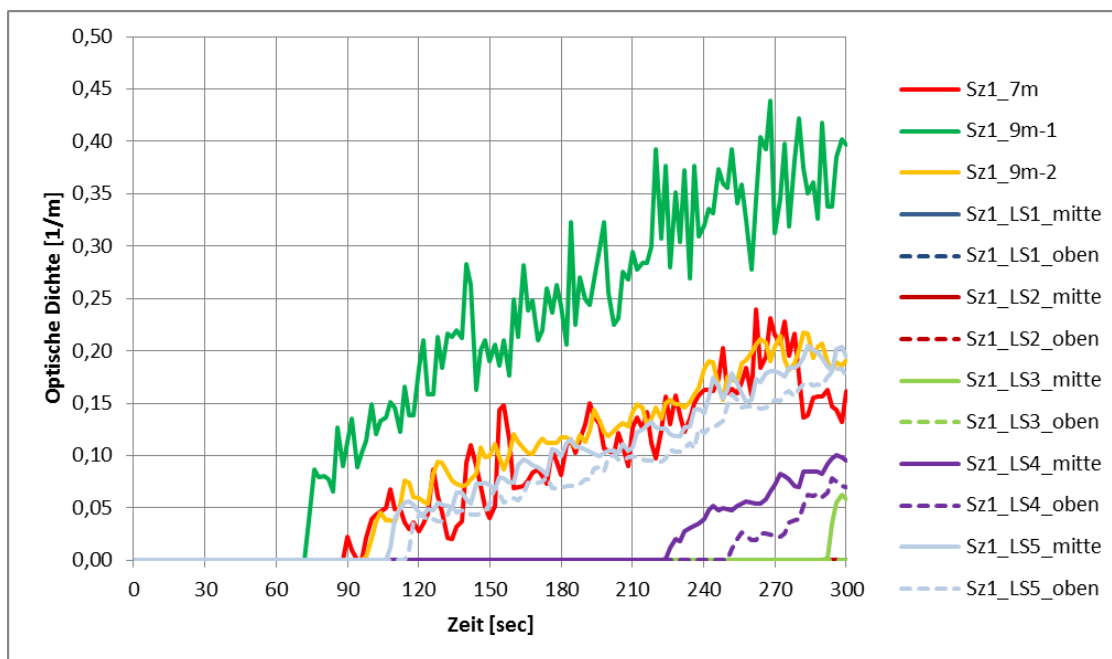
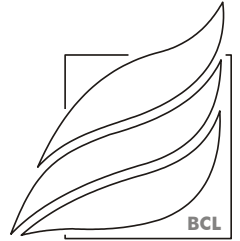


Abbildung 10: zeitlicher Verlauf der Verrauchung an den einzelnen Rauchererkennungssystemen beim Bemessungsbrand 1 - Zugbrand



6.2 Szenarium 2 - Reisetasche

Die Berechnungen haben ergeben, dass an dem linienförmigen Rauchmelder, der mittig über dem Bahnsteig angeordnet ist, die Verrauchung am stärksten ist.

Anschließend folgt die Verrauchung in dem Lichtschacht direkt über der Brandstelle, gefolgt von den beiden anderen linienförmigen Rauchmeldern über dem Bahnsteig.

Der zeitliche Verlauf der Verrauchung an den einzelnen Rauchererkennungssystemen wird durch die nachfolgende Abbildung verdeutlicht.

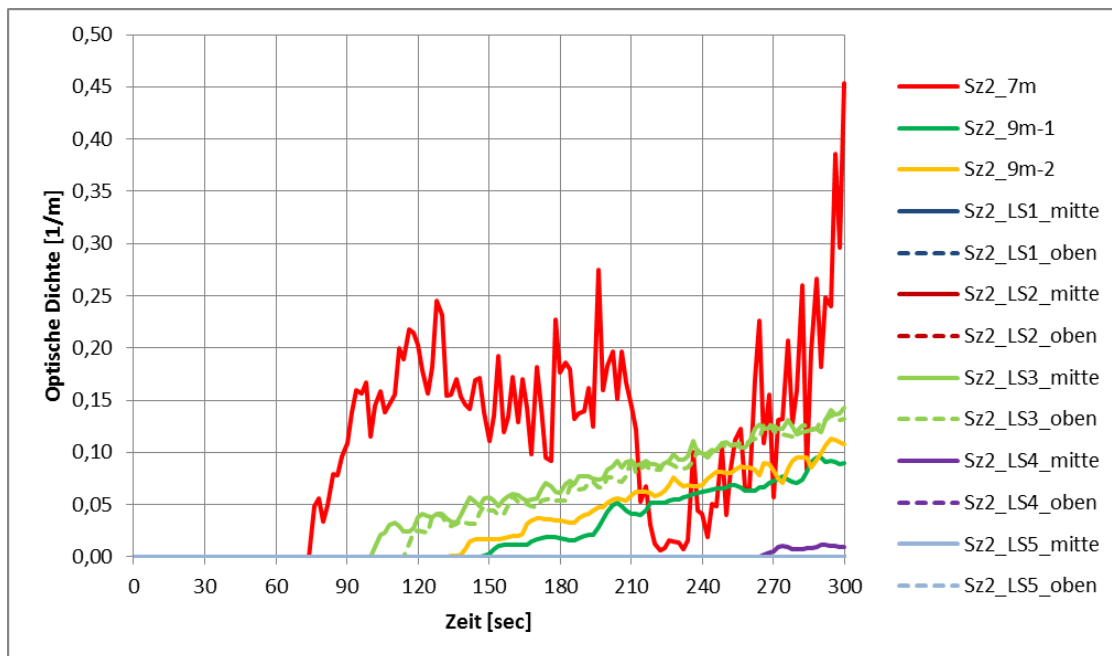
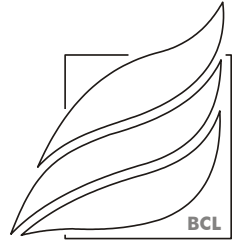


Abbildung 11: zeitlicher Verlauf der Verrauchung an den einzelnen Rauchererkennungssystemen beim Bemessungsbrand 2 - Reisetasche



6.3 Vergleich der Ergebnisse

Die Berechnungen haben erwartungsgemäß ergeben, dass die Verrauchung an dem Rauchererkennungssystem am stärksten ist, welches der jeweiligen Brandstelle am nächsten liegt.

In beiden Fällen sind dies die linienförmigen Rauchmelder.

Weiterhin haben die Berechnungen ergeben, dass in den ersten 5 Brandminuten die Differenz der Verrauchung im Bereich der RAS mit einem Wert von 0,05 1/m eher gering ist.

Der Vergleich der Verrauchung an den relevanten Rauchererkennungssystemen ist in der folgenden Abbildung verdeutlicht.

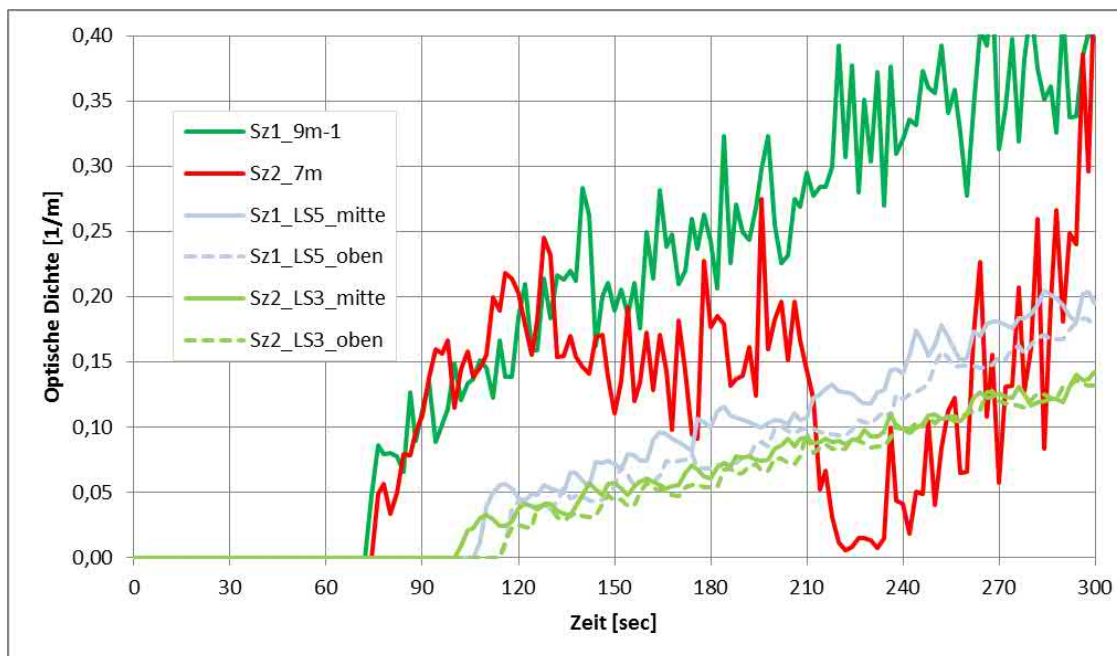
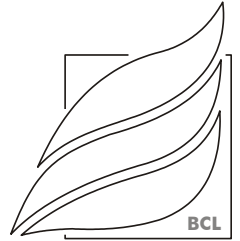


Abbildung 12: Differenz der Verrauchung an den Rauchererkennungssystemen für die beiden untersuchten Szenarien



7 Fazit

Basierend auf den Berechnungsergebnissen für die beiden untersuchten Szenarien ist eine Differenzierung des Brandereignisses über das RAS in den Lichtschächten nicht zuverlässig möglich.

Es ist aber für die ersten 5 Brandminuten eine eindeutige Zuordnung der Erstmeldung der linienförmigen Rauchmelder zu den beiden untersuchten Szenarien erkennbar.

Demnach wäre grundsätzlich eine Differenzierung zwischen den beiden Brandszenarien für die ersten 5 Brandminuten über die linienförmigen Rauchmelder möglich.

Dies würde bedeuten, dass nur beim Auslösen der beiden äußeren linienförmigen Rauchmelder die Alarmierung der öffentlichen Bereiche in der Station erfolgt, und nicht beim Auslösen des mittleren linienförmigen Rauchmelders.

Mit dem Eintreffen der Feuerwehr kann jedoch frühestens 10 Minuten nach Brandmeldung gerechnet werden. Bis zu diesem Zeitpunkt muss aber davon ausgegangen werden, dass auch bei einem kleinskaligen Brand auf dem Bahnsteig auch die beiden äußeren linienförmigen Rauchmelder ausgelöst haben, sofern keine Erst-Brandbekämpfung durch anwesende Personen erfolgt ist. In diesem Fall würde gleichfalls die automatische Alarmierung in den öffentlichen Bereichen der Station erfolgen.

Weiterhin kann demnach davon ausgegangen werden, dass der kleinskalige Brand zwar deutlich später, aber auch über die beiden äußeren linienförmigen Rauchmelder erfolgen wird, sofern durch anwesende Personen keine Erstbrandbekämpfung vorgenommen wird. Eine Personengefährdung ist aufgrund der vorhandenen Geometrie und den dauerhaft wirksamen Rauchschutzeinrichtungen (keine Ansteuerung durch die Brandmeldeanlage erforderlich) auch bei einer späteren Brandmeldung für den kleinskaligen Brand nicht zu erwarten.

Basierend auf den Berechnungsergebnissen kann daher sowohl auf den linienförmigen Rauchmelder mittig über dem Bahnsteig als auch auf die RAS-Systeme in den Lichtschächten verzichtet werden.

Anlage 2.3

zum Brandschutzkonzept

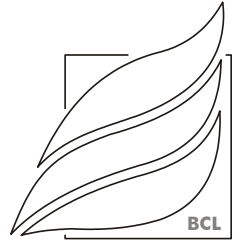
für das Bauvorhaben

**„Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel“
Station „Güterplatz“**

**in Frankfurt am Main
Projekt-Nr.: G 250 / 10**

Bestimmung des Durchflussbeiwertes für die Entrauchungsöffnungen

Stand: 07.01.2021
(Index J)



Gliederung

1	Geplante Geometrie	3
2	Beurteilungsgrundlagen	4
3	Bewertung allgemein.....	4
4	Bewertung Einzelelemente.....	8
5	Zusammenfassende Bewertung.....	8



1 Geplante Geometrie

In der neu zu errichtenden Station „Güterplatz“ soll die Rauchableitung über Lichtschächte realisiert werden. Dabei ist es geplant, den mittleren Bereich des Lichtschachtes mit einem Glasdeckel zu verschließen und die Rauchableitung über seitlich angeschlossene, dauerhaft offene Schächte im Sinne einer „Siphon-Lösung“ zu realisieren.

In den beiden nachfolgenden Abbildungen ist ein Längsschnitt durch die Station mit den Lichtschächten sowie die Geometrie einer einzelnen Entrauchungsöffnung dargestellt.

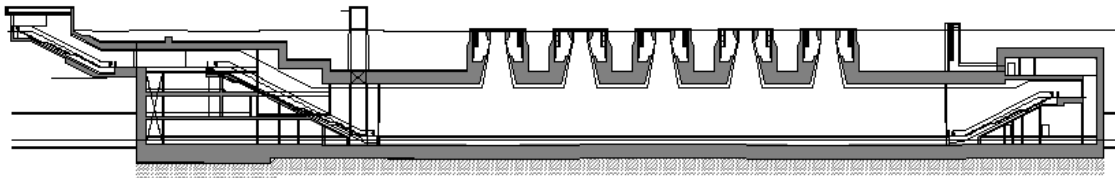


Abbildung 1: Längsschnitt durch die Station „Güterplatz“ mit Darstellung der Lichtschächte

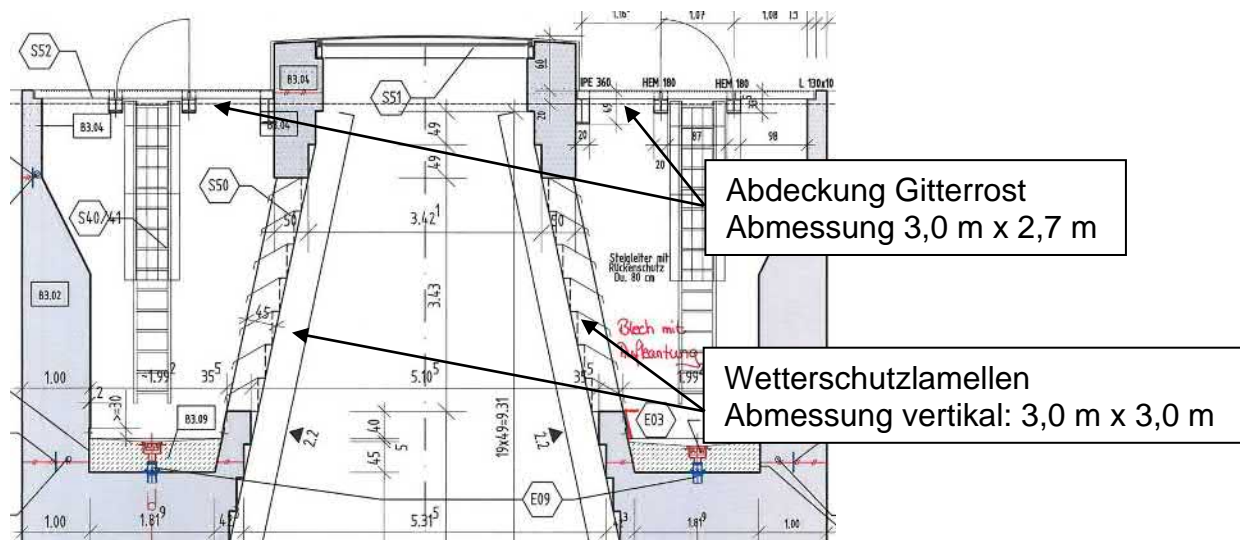
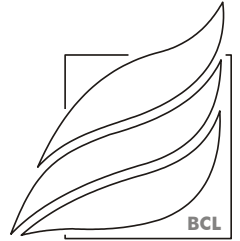


Abbildung 2: prinzipielle Darstellung einer Entrauchungsöffnung

Die Geometrie des Schachtes wurde bei den Brandsimulationsberechnungen zur Dimensionierung der erforderlichen Rauchabzugsöffnungen berücksichtigt. Hinsichtlich des Strömungsbeiwertes der einzelnen Gitterroste und Abdeckungen mussten jedoch Annahmen getroffen werden, welche im Folgenden erläutert werden.



2 Beurteilungsgrundlagen

Für die Bewertung der aerodynamischen Wirksamkeit von Gitterrostabdeckungen wurden folgende Regelwerke und Veröffentlichungen zugrunde gelegt.

- /1/ Idelchik, Handbook of Hydraulic Resistance, 3rd Edition, 1994
- /2/ Fiedler, Richtig berechnet - Über die Druckverlustberechnung "von Hand" und mittels Simulation, TAB - Technik am Bau - Fachzeitschrift für Technische Gebäudeausrüstung, 3/2009
- /3/ DIN EN 12 101-2:2003
Rauch- und Wärmefreihaltung, Teil 2: Festlegungen für natürliche Rauch- und Wärmeabzugsgeräte, Deutsche Fassung EN 12 101-2:2003
- /4/ DIN 24 537-1:2006
Roste als Bodenbelag, Teil 1: Gitterroste aus metallischen Werkstoffen

3 Bewertung allgemein

Der Druckverlustbeiwert durch Gitterrostabdeckungen kann gemäß /1/ in Abhängigkeit von den geometrischen Abmessungen des Gitters bestimmt werden. Der Gültigkeitsbereich dieses Verfahrens wird für diese Art der Anwendung eingehalten.

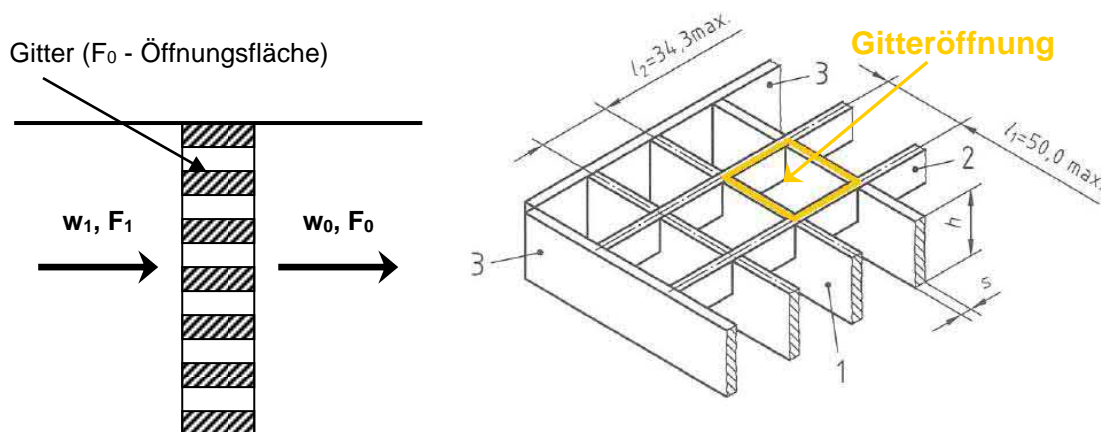
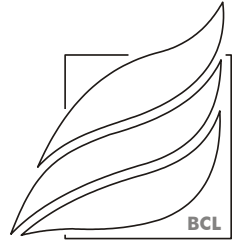


Abbildung 3: Geometrische Abmessung einer Gitterrostabdeckung /4/

Hierbei gilt /4/:

- h – Tragstabhöhe
- l_1 – Querabteilung
- l_2 – Tragabteilung
- l_3 und l_4 – Länge und Breite der Gitterrostabdeckung
- s – Tragstabdicke



Zur Berechnung des Druckverlustbeiwertes ζ sind folgende Parameter zu bestimmen:

$$F_1 = l_3 \cdot l_4 \quad \text{gesamte Querschnittsfläche der Gitterrostabdeckung}$$

$$f_0 = (l_1 - s) \cdot (l_2 - s) \quad \text{Querschnittsfläche einer Gitteröffnung}$$

$$F_0 = \sum f_0 \quad \text{Summe der Querschnittsflächen}$$

$$\Pi_0 = 2 \cdot (l_1 + l_2) \quad \text{Umfang einer Gitteröffnung}$$

$$d_h = \frac{4 \cdot f_0}{\Pi_0} \quad \text{charakteristische Länge einer Gitteröffnung}$$

$$\bar{f} = \frac{F_0}{F_1} = \frac{\sum f_0}{F_1} \quad \text{Öffnungsgrad der Gitterrostabdeckung}$$

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Druckverlustbeiwert ζ in Abhängigkeit von dem Öffnungsgrad \bar{f} sowie vom Verhältnis h/d_h gemäß /1/

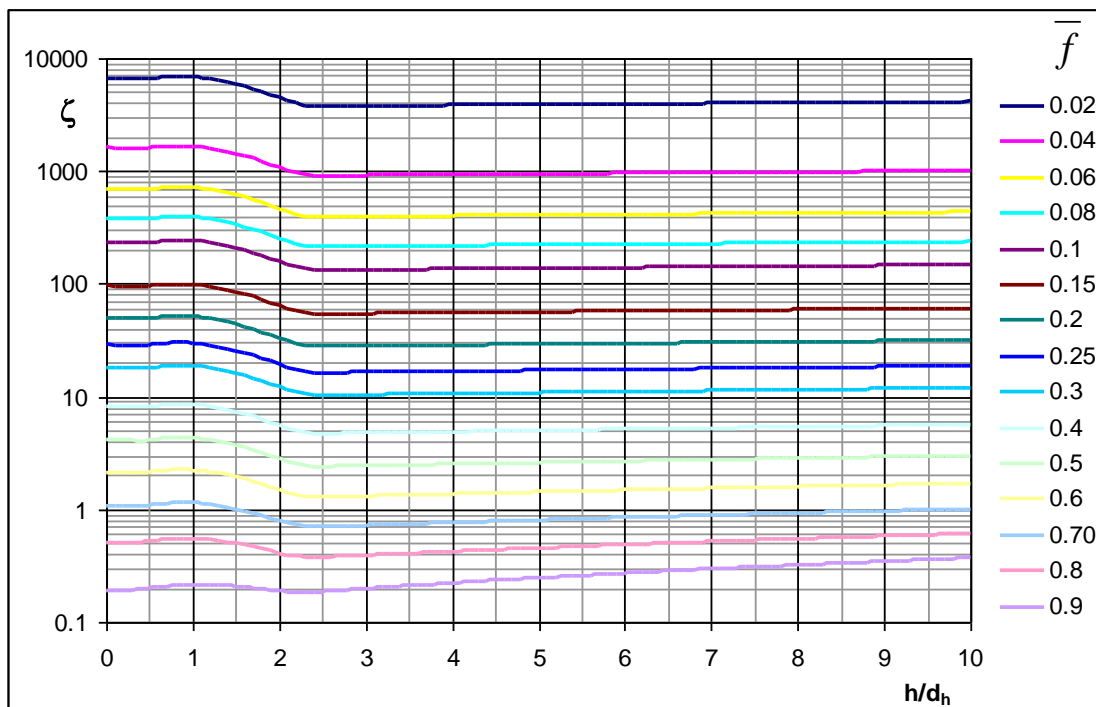
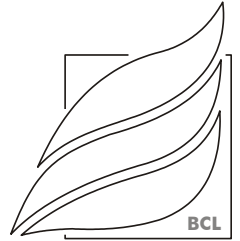


Abbildung 4: Druckverlustbeiwert für Gitterrostabdeckungen gemäß /1/



Es ist deutlich ersichtlich, dass mit steigendem Öffnungsgrad der Druckverlust abnimmt. Zur Ermittlung der erforderlichen geometrischen Querschnittsfläche der Gitterrostabdeckung wird nachfolgend der Durchflussbeiwert C_V bestimmt.

Der Durchflussbeiwert C_V wird als das Verhältnis des tatsächlichen Volumenstromes zum theoretischen Volumenstrom definiert [3].

Im Rahmen dieser Anlage soll der Durchflussbeiwert C_V als das Verhältnis des Volumenstromes durch eine Öffnung mit Gitterrostabdeckung zum Volumenstrom durch eine Öffnung ohne Gitterrostabdeckung verstanden werden:

$$C_V = \frac{\dot{V}_{\text{mit_Gitterrost}}}{\dot{V}_{\text{ohne_Gitterrost}}} \quad \text{hierbei gilt} \quad 0 < C_V < 1$$

Somit kann die erforderliche geometrische Querschnittsfläche des Schachtes mit Gitterrostabdeckung in Abhängigkeit von der - mittels Brandsimulationsberechnungen (BraSi) bestimmten - geometrischen Querschnittsfläche des Schachtes ohne Gitterrostabdeckung bestimmt werden:

$$A_{\text{Gitterrost}} = \frac{A_{\text{BraSi}}}{C_V}$$

Diese Vorgehensweise wird durch nachfolgende Abbildung verdeutlicht.

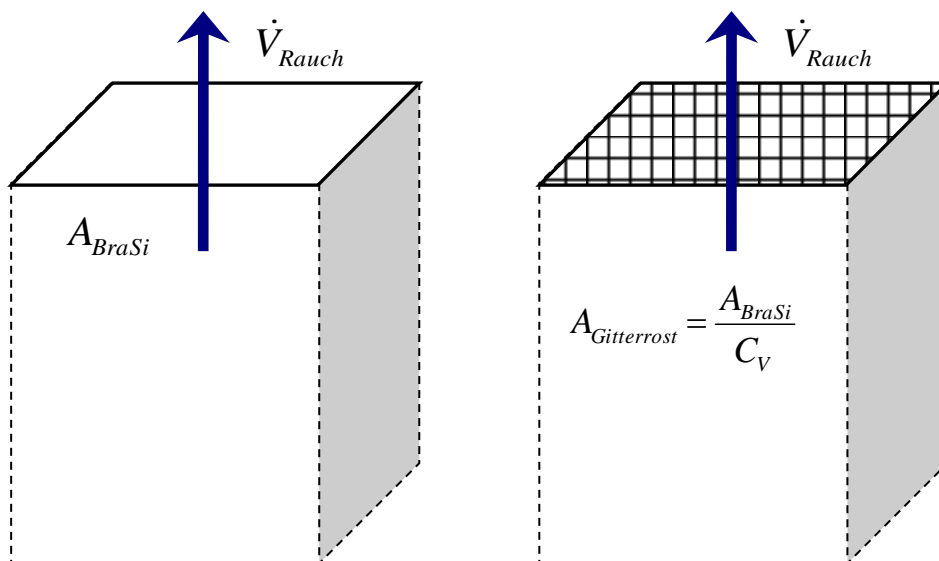
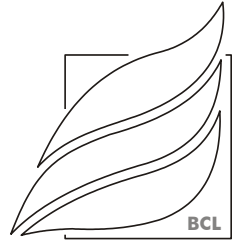


Abbildung 5: Rauchableitung über Schächte



Gemäß /2/ wird der Durchflussbeiwert C_v aus dem Druckverlustbeiwert ζ (siehe Abbildung 4) wie folgt berechnet:

$$C_v = \sqrt{\frac{1}{1+\zeta}}$$

Es ergeben sich die in der nachfolgenden Abbildung dargestellten **Durchflussbeiwerte C_v** für unterschiedliche \bar{f} sowie h/d_h .

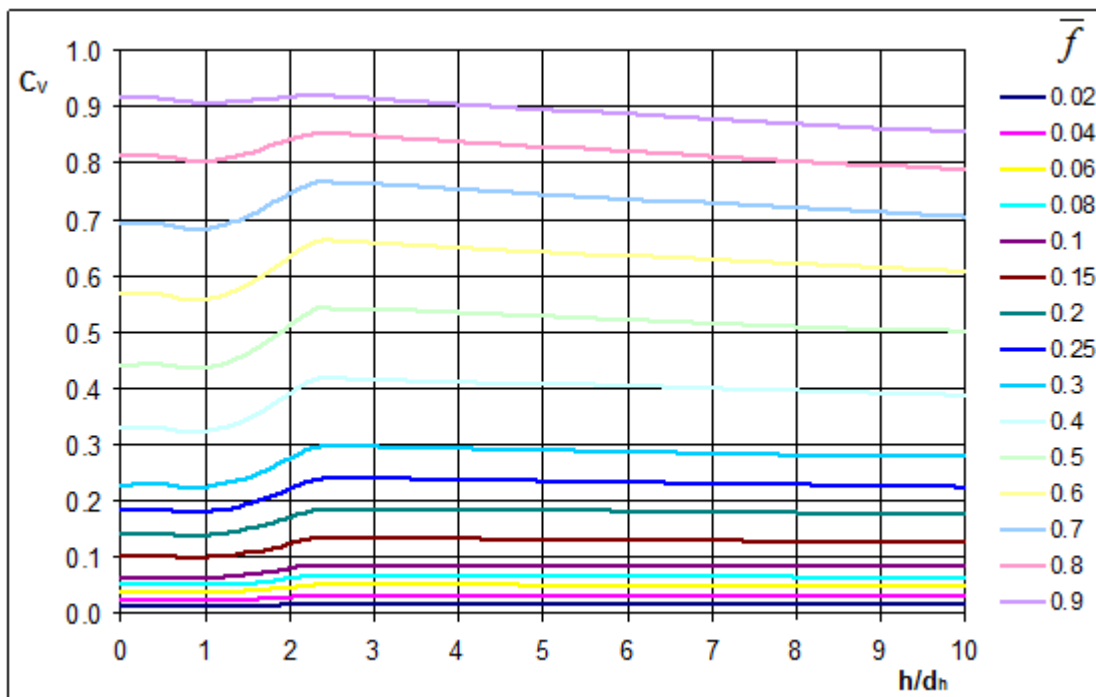
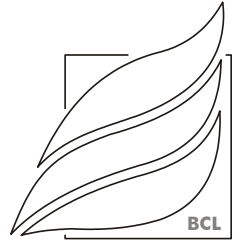


Abbildung 6: Durchflussbeiwert für Gitterrostabdeckungen gemäß /1/und /2/



4 Bewertung Einzelelemente

Gitterrost

Die geplanten Gitterroste haben eine Maschenweite von 33,3 mm / 33,3 mm bei einer Stegdicke von 3 mm.

Entsprechend den Ausführungen in Abschnitt 3 dieser Stellungnahme ergibt sich ein Strömungsbeiwert C_v von ca. 0,8.

Bewertung Wetterschutzlamellen

Für Lüftungslamellen können die Bewertungen nach Abschnitt 3 dieser Stellungnahme nicht herangezogen werden.

Anhand von verschiedenen Literaturwerten und Angaben von Herstellern können je nach Lamellentyp Durchflussbeiwerte zwischen 0,34 und 0,60 ermittelt werden.

5 Zusammenfassende Bewertung

Für die zwei „Versperrungsebenen“, welche in den Entrauchungsöffnungen vorgesehen wurden, konnten folgende Durchflussbeiwerte ermittelt werden:

Ebene 1 – Wetterschutzlamellen	$C_v = 0,34 - 0,60$
Ebene 2 – Gitterrost	$C_v = 0,8$

Aufgrund der Geometrie der Entrauchungsöffnung ist eine Zusammenfassung der Ebene 1 mit der Ebene 2 aus gutachterlicher Sicht nicht erforderlich.

Bei den Brandsimulationsberechnungen wurde ein Durchflussbeiwert (C_v) von 0,3 berücksichtigt.

Dieser stellt für die praktische Ausführung eine Mindest-Forderung dar.

Seitens des Brandschutzprüfers wird unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeiten jedoch empfohlen, für die Wetterschutzlamellen ein Produkt mit einem größeren Strömungsbeiwert zu verwenden, um einen optimalen Rauchabzug zu ermöglichen.

Anlage 2.4

zum Brandschutzkonzept

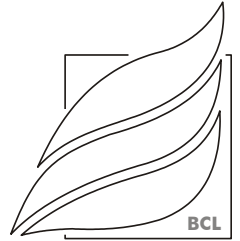
für das Bauvorhaben

**„Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel“
Station „Güterplatz“**

**in Frankfurt am Main
Projekt-Nr.: G 250 / 10**

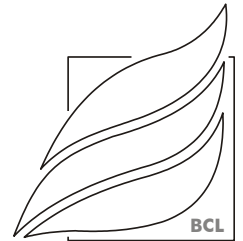
Heißbemessung der Tragkonstruktion der Wandverkleidung

Stand: 07.01.2021
(Index J)



Gliederung

1	Aufgabenstellung.....	3
2	Beurteilungsgrundlagen und Literaturquellen	3
3	Beschreibung des Bauwerkes	4
4	Brandszenarien	5
4.1	Bemessungsbrand	5
4.2	Rahmenbedingungen.....	6
5	Ermittlung des Temperaturverlaufes mit analytischen Verfahren	7
5.1	Methoden zur Bestimmung der Flammenwirkung.....	7
5.2	Ergebnis der Berechnungen	8
6	Ermittlung des Temperaturverlaufes mittels FDS	10
6.1	Berechnungsmodell	10
6.2	Erläuterungen	11
6.3	Auswertung.....	12
7	Fazit	14



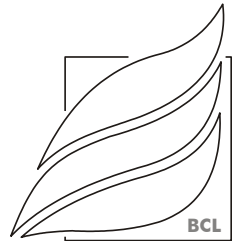
1 Aufgabenstellung

Als Teil des raumbildenden Ausbaus wird in der Station „Güterplatz“ eine Innenwandbekleidung vorgesehen, die auch unmittelbar entlang der Gleise an den äußeren, bahnsteigabgewandten Seiten der Gleise über die gesamte Hallenhöhe montiert werden sollen. Es ist eine Metallfassade aus Aluminiumblechelementen geplant. Da diese Wände im Falle eines Fahrzeugbrandes einer direkten Beflammung und erheblichen thermischen Belastung ausgesetzt sein können, ist grundsätzlich davon auszugehen, dass die Unterkonstruktion und Befestigung einen nachgewiesenen Feuerwiderstand von 90 Minuten besitzen muss. Unter allen Umständen ist angesichts der Hallen- und damit Wandhöhe auszuschließen, dass die Fassade großflächig versagt, um die Einsatzkräfte der Feuerwehr nicht zusätzlich zu gefährden. Auch sind Schachteffekte im Fall eines lokalen Versagens der Fassadenbekleidung und Eindringens von Flammen und Heißgase in den Zwischenraum zu begrenzen. Ziel der durchgeführten und hier dokumentierten Untersuchungen auf Basis von Brandsimulationsberechnungen war es, die Brandwirkung auf die Fassade höhen- und zeitabhängig zu berechnen, und so eine Grundlage für die Heißbemessung der Fassade mit ggf. reduzierten Anforderungen an die Unterkonstruktion höhenabhängig zu schaffen.

2 Beurteilungsgrundlagen und Literaturquellen

Als Grundlage für die Brandsimulationsberechnungen dienten folgende Regelwerke und Veröffentlichungen:

- /1/ Hosser, Dietmar: *Leitfaden - Ingenieurmethoden des Brandschutzes*, Technischer Bericht der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V., TB 04/01, 2. Auflage, November 2013
- /2/ DiNenno, Philip J.: *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, National Fire Protection Association, Society of Fire Protection Engineers, Fourth Edition, 2008
- /3/ McGrattan, Kevin: *Fire Dynamics Simulator (Version 6) User's Guide*, NIST Special Publication 1019, National Institute of Standards and Technology, November 2012
- /4/ Wilk, Erhard; *Bericht zur Bestimmung eines Bemessungsbrandes für Triebfahrzeuge der U-Bahn / Frankfurt a. M.*; Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig, 10.09.2003
- /5/ Wilk, Erhard; *Arbeitsblatt zur Brandsimulation – Fahrzeug U2*; Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig, Stand Januar 2011
- /6/ DIN EN 1991-1-2:2010-12 – Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke



/7/ Anwenderhinweise zur Berechnung der Bauteilbelastung unter Ansatz der Bemessungsbrände der DB Station & Service AG; Stand 10.07.2012,

Die Modellbildung basiert auf folgenden Plänen.

Tabelle 1: Liste der durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten und für die Brandsimulation relevanten Pläne

Plan-Nr.	Zeichnungsinhalt	Maßstab	Stand
GP____-UX_A____3GPL013qs_0050	Regelquerschnitt Station (mit Öffnung) - Schnitt 5-5	1 : 50	07/14

3 Beschreibung des Bauwerkes

In diesem Abschnitt der Dokumentation zu den Temperaturberechnungen erfolgt eine stichpunktartige Beschreibung des Bauwerkes hinsichtlich wesentlicher Belange für die Ermittlung der thermischen Belastung der Wandbekleidung.

Die lichte Raumhöhe der Station über dem Bahnsteig beträgt ca. 9,0 m und ca. 10,0 m über dem Gleisbett.

Der horizontale Abstand zwischen den Fahrzeugen und der zu bewertenden Wandverkleidung beträgt ca. 0,4 m.

Die Unterkante der Fensteröffnungen der Fahrzeuge liegt bei ca. 1 m über der Bahnsteigkante und ca. 2 m über dem Gleisbett.

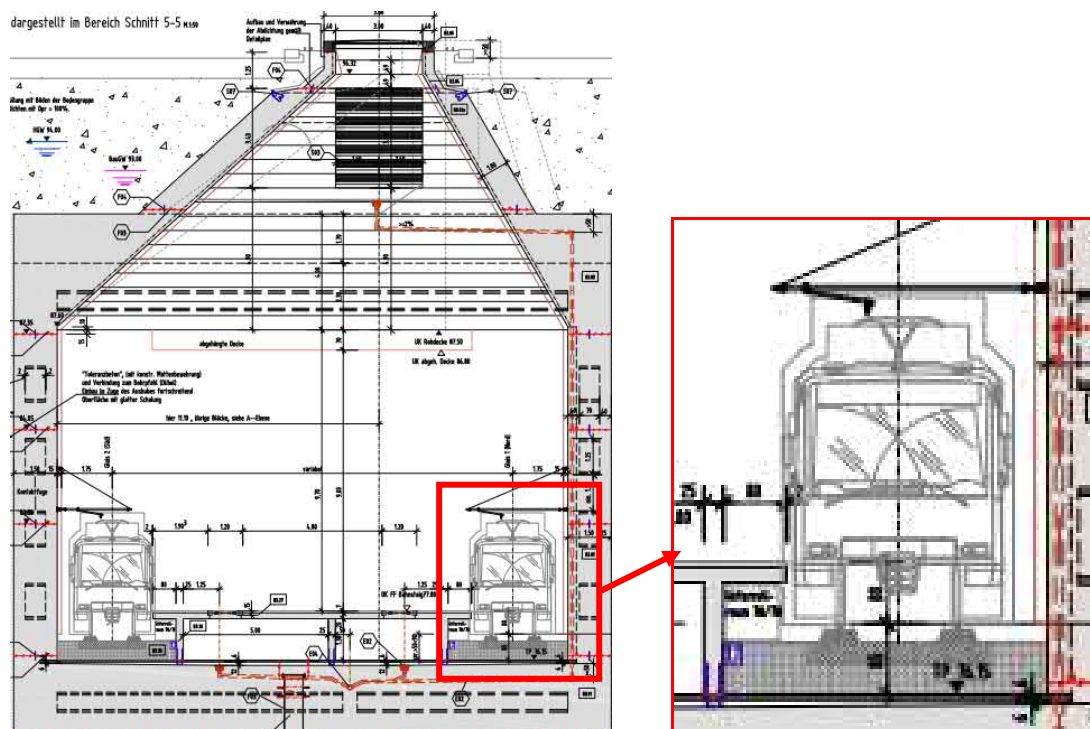


Abbildung 1: Querschnitte durch die Station „Güterplatz“ und Detailausschnitt



4 Brandszenarien

Für die durchgeführten Brandsimulationsberechnungen wurden, unter Berücksichtigung des Bemessungsbrandes für das U-Bahnfahrzeug des Typs U2 sowie weiterer Bedingungen, kritische Brandszenarien festgelegt, welche nachfolgend beschrieben werden.

4.1 Bemessungsbrand

Als Grundlage für die Brandsimulationsberechnungen sind generell nutzungs- und objektspezifische Bemessungsbrände vorzugeben, welche zur Quantifizierung der Brandszenarien hinsichtlich der Freisetzung von Energie und Rauch dienen. Dabei sind der zeitliche Verlauf der Wärmefreisetzungsrate sowie die Ausbeuten der wesentlichen Verbrennungsprodukte (Rauchausbeuten) Bestandteile des Bemessungsbrandes.

Durch den Auftraggeber wurde vorgegeben, dass für die zu bewertende Station der Bemessungsbrand für das Fahrzeug „U2“ zugrunde zu legen ist (Protokoll vom 02.09.2010 und GVT, Teil 4).

Allgemeines

Zum Brandverhalten dieses Triebfahrzeuges erfolgten experimentelle und rechnerische Untersuchungen und es wurden zwei Brandfälle ausgewertet. Dieser in dem "Bericht zur Bestimmung eines Bemessungsbrandes für Triebfahrzeuge der U-Bahn / Frankfurt a. M." dokumentierte Bemessungsbrand geht von der Zündung einzelner Bauteile des Fahrzeuges nacheinander mit bis zur 55. Brandminute steigender Gesamt-Wärmefreisetzungsrate aus. /4/ und /5/ Das zu betrachtende Fahrzeug hat folgende Abmessungen:

Tabelle 2: Abmessungen des Fahrzeugs U2 nach /4/

Fahrzeuggröße	Länge	lichte Breite	lichte Höhe
	23 m	2,3 m	2,4 m

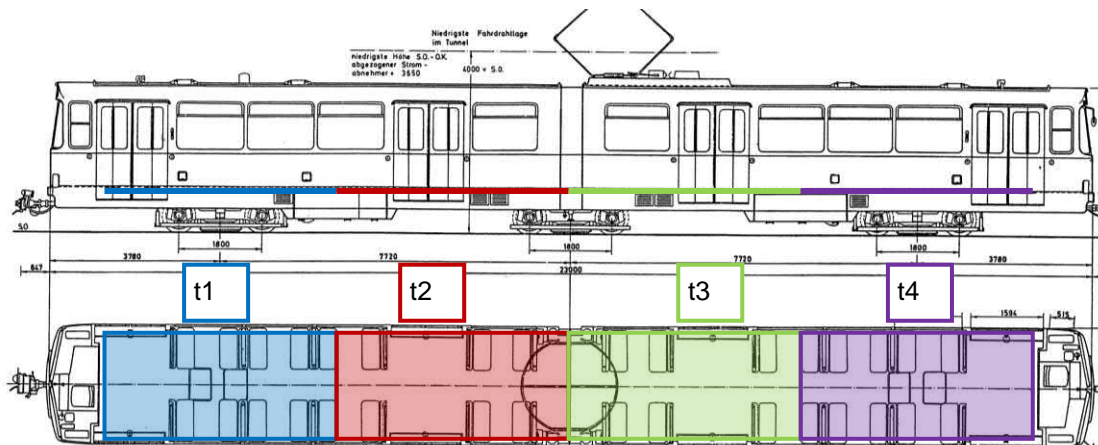
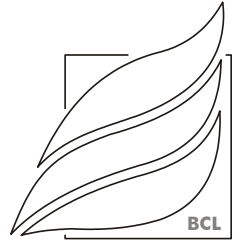


Abbildung 2: Verteilung der einzelnen Brandflächen im Fahrzeug nach /5/



Wärmefreisetzungsrate

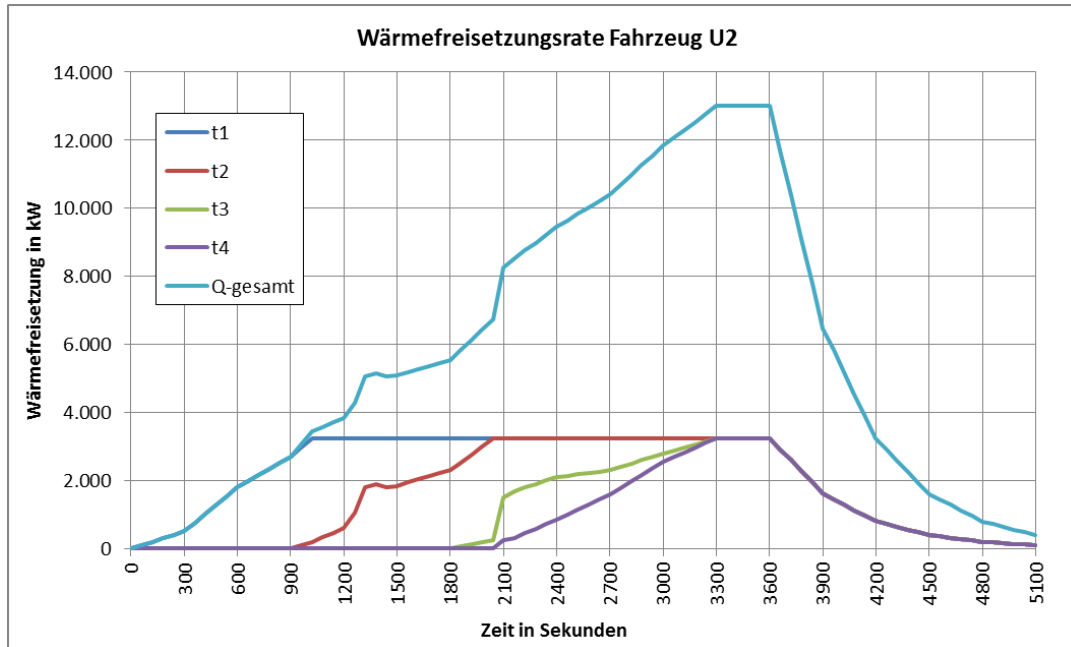


Abbildung 3: Verlauf der Wärmefreisetzungsrate für das Fahrzeug U2 nach /5/ - Darstellung der Wärmefreisetzungsraten für die in /5/ beschriebenen Einzelflächen und die Summe

Rauchausbeuten

Da sich die Fragestellung ausschließlich auf den Verlauf der Temperatur an der Wandbekleidung bezieht, sind die Rauchausbeuten hier nicht von Bedeutung.

4.2 Rahmenbedingungen

Strömung

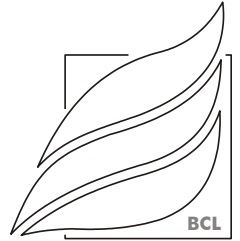
Die Berechnung findet ohne den Ansatz einer Strömung statt. Dadurch werden die Flammen aus den Öffnungen des Fahrzeugs nicht abgelenkt und es kommt zu einem größtmöglichen Temperatureintrag in die Wandverkleidung.

Ansatz der Rauchabzugsöffnungen

Die Rauchabzugsöffnungen haben keinen Einfluss auf die Temperaturwirkungen an der Fassade im direkten Brandnahbereich.

Ausgangstemperatur

Für die Brandsimulationsberechnungen wird eine Ausgangstemperatur von 20°C sowohl innerhalb der Station als auch für die Umgebung angenommen.



5 Ermittlung des Temperaturverlaufes mit analytischen Verfahren

Da anfangs die Türen zum Bahnsteig hin geöffnet sind, brennen die Flammen abseits von der Wand der Station. Nach der Zerstörung der wandseitigen Verglasungen stellt sich auch an der Wandverkleidung eine Temperaturbelastung ein.

5.1 Methoden zur Bestimmung der Flammenwirkung

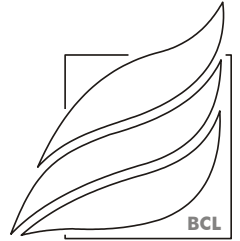
Für die Berechnung der Temperaturen an der Fassade werden die Formeln nach Eurocode 1 /6/ und nach den Anwenderhinweisen, die zur Berechnung der Bauteilbelastung unter Ansatz der Bemessungsbrände der DB Station & Service AG /7/ veröffentlicht wurden.

Letztere Veröffentlichung bezieht sich zwar auf die Bemessungsbrände der Deutschen Bahn AG. Das Verfahren ist jedoch grundsätzlich auch zur Anwendung unter Verwendung anderer Bemessungsbrände von Schienenfahrzeugen geeignet.

Entsprechend /7/ sind sich die Gleichungen B.14 und B.15 nach /6/ wegen der Einschränkung des Gültigkeitsbereiches für die vorliegende Fragestellung nicht umfassend anwendbar, so dass in /7/ andere Gleichungen (Gl.4 und Gl.5) in Auswertung von Originalbrandversuchen zur Bestimmung der Temperatur benannt wurden.



Abbildung 4: Beispiel für Flammen, die aus den Öffnungen eines brennenden Schienenfahrzeugs schlagen



5.2 Ergebnis der Berechnungen

Flammenhöhe

Die Flammenbasis bildet die Brüstung der Fensteröffnungen, welche ca. 1 m über dem Bahnsteig und ca. 2 m über dem Gleisbett liegt.

Entsprechend Gleichung B.13 nach /6/ wurden Flammenhöhen von ca. 0,9 m ermittelt, wobei hier ein Sicherheitszuschlag von 30 % berücksichtigt wurde¹. Die Flammenspitze liegt damit bei etwa 2,9 m über dem Gleisbett bzw. 1,9 m über dem Bahnsteig.

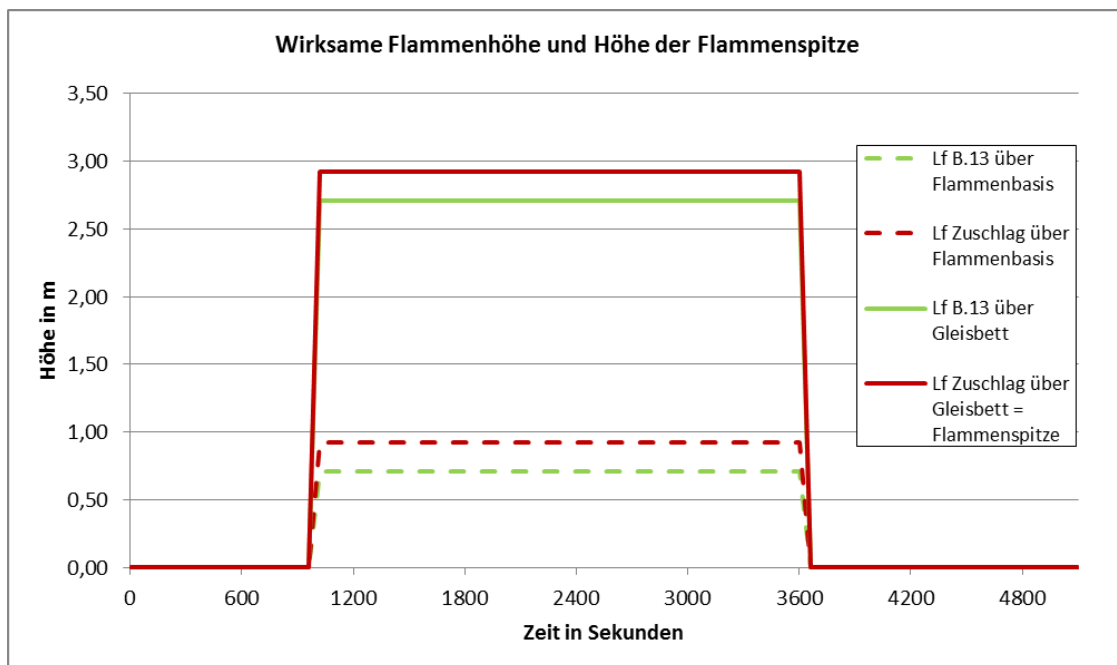


Abbildung 5:

Die Breite der thermischen Belastung entspricht dabei der Fahrzeuglänge.

Temperaturverlauf an der Fensteröffnung und an der Fassade

Die Berechnung der Temperaturen am Fenster erfolgte nach Gleichung Gl. 4 aus /5/. Sie hat eine Temperatur von maximal ca. 750 °C ergeben.

Weiterhin wurde unter Ansatz der Gleichungen Gl. 15 und Gl. 16 aus /5/ die zu erwartenden Temperaturen an der Fassade ermittelt. Diese liegen bei ca. 620 °C.

Beide Temperaturverläufe sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

¹ Der Sicherheitszuschlag ergibt sich in Abstimmung mit dem Verfasser von /7/ und basiert auf Beobachtungsungenauigkeiten bei Versuchen und durchgeführten Vergleichsbetrachtungen zwischen Berechnungen und Messungen.

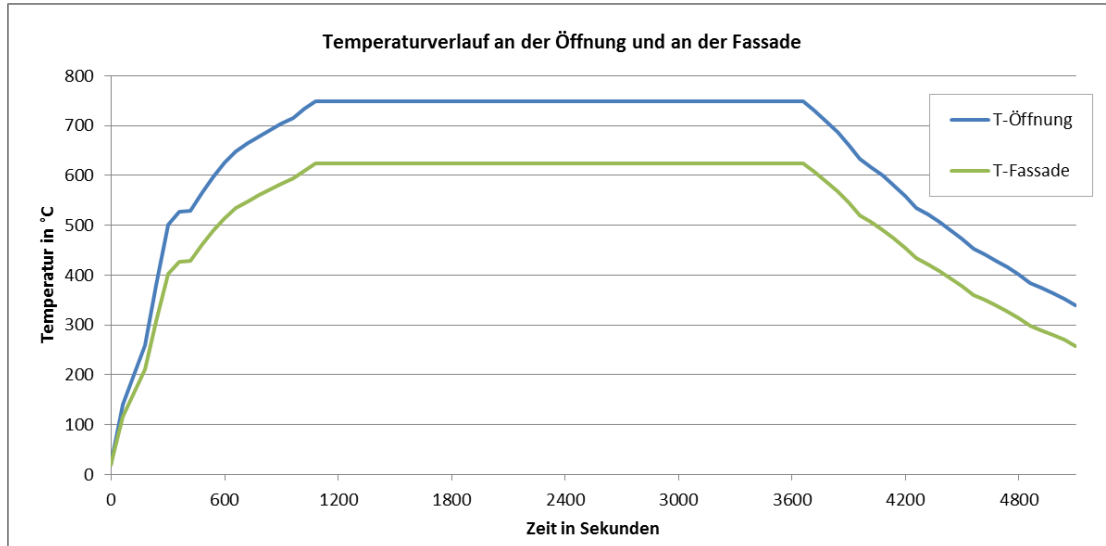
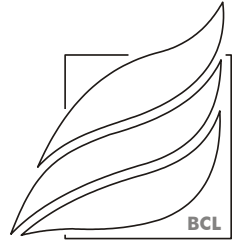
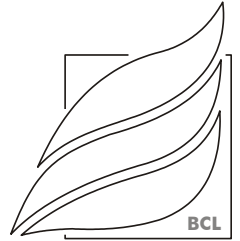


Abbildung 6: zeitlicher Temperaturverlauf an der Fensteröffnung des Fahrzeugs und an der Fassade



6 Ermittlung des Temperaturverlaufes mittels FDS

6.1 Berechnungsmodell

Bei den Brandsimulationsberechnungen ist das Feldmodell Fire Dynamics Simulator (FDS /3/) zur Anwendung gekommen. Das Feldmodell wurde federführend von Kevin McGrattan am National Institute of Standards and Technology (NIST) in den USA entwickelt und wurde im Jahr 2000 erstmals veröffentlicht.

Das Rechenmodell ist speziell auf den Rauch- und Wärmetransport während eines Brandes ausgerichtet. Dazu wird die Navier-Stokes-Gleichung numerisch umgesetzt, wobei standardmäßig das Turbulenzmodell Large Eddy Simulation (LES) mit einbezogen wird.

Weiterhin werden die Erhaltungsgleichungen der Masse, der Energie und des Impulses mit Hilfe der Finiten-Differenzen-Methode (FDM) berechnet.

Zur Berücksichtigung der thermischen Strahlung von aufgeheizten Objekten, aber auch der Heißgasstrahlung, wird die Finite-Volumen-Methode (FVM) genutzt.

Das Verbrennungsmodell bestimmt mit Hilfe einer einstufigen Verbrennungsreaktion die Anteile des unverbrannten Brennstoffs sowie die Anteile der Verbrennungsprodukte in der Umgebungsluft.

Zur Umsetzung der geometrischen Gegebenheit ist es erforderlich alle Objekte mit Hilfe von Quadern oder Würfeln (entsprechend der Wahl des Rechengitters) zu diskretisieren.

Da die Software speziell auf die Untersuchung von Bränden ausgerichtet ist, eignet sich dieses Berechnungsmodell für die Ermittlung der Temperaturbelastung an der Wandverkleidung. FDS wurde außerdem in dem Technischen Bericht der vfdb „Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes“ /1/ als ein für die Brandsimulation geeignetes Modell benannt.



6.2 Erläuterungen

Entsprechend /5/ wird die Brandquelle innerhalb des Fahrzeuges in 4 Einzelquellen unterteilt. Der Brand beginnt dabei im linken Teil des Fahrzeuges (Bereich Tür 1 bis Fenster 2) – siehe hierzu auch Abbildung 2.

Weiterhin wird davon ausgegangen, dass die bahnsteigseitigen Türen des Fahrzeugs bei Einfahrt in die Station geöffnet werden. Die Fahrtzeit zwischen den Stationen von 1 Minute wird hierbei berücksichtigt.

Die Zerstörung der Fensterscheiben während des Brandverlaufes ist ebenfalls in /5/ vorgegeben.

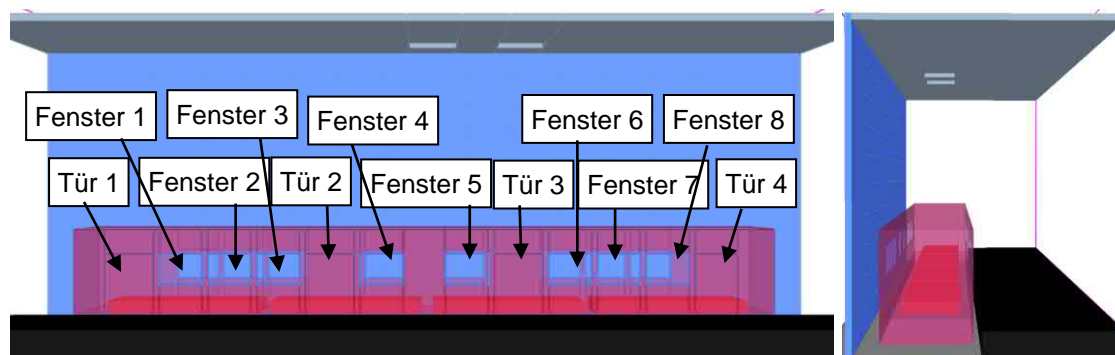


Abbildung 7: Darstellung des FDS-Modells für die Ermittlung der Temperaturen an der Wandverkleidung

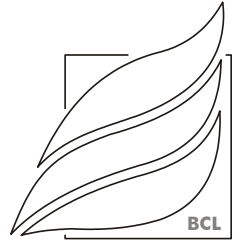
Nr.	Element	Öffnungszeitpunkt	Nr.	Element	Öffnungszeitpunkt
1	Tür 1	1 Minute	7	Fenster 5	30 Minuten
2	Fenster 1	5 Minuten	8	Tür 3	1 Minute
3	Fenster 2	7 Minuten	9	Fenster 6	35 Minuten
4	Fenster 3	7 Minuten	10	Fenster 7	40 Minuten
5	Tür 2	1 Minute	11	Fenster 8	40 Minuten
6	Fenster 4	10 Minuten	12	Tür 4	1 Minute

Im Bereich der Wandverkleidung wurde je Öffnungselement eine Messkette mit virtuellen „Messpunkten“ in einem vertikalen Abstand von 1 m eingearbeitet.

Weiterhin wurde für die Fläche der Wandverkleidung der Maximalwert ermittelt.

Die Auswertung erfolgt für die **adiabate Oberflächentemperatur**. Dies bedeutet, dass kein Wärmeaustausch mit der eigentlichen Wandverkleidung berücksichtigt wurde und somit die Berechnungsergebnisse unabhängig vom Material der Wandverkleidung gelten.

Daraus ergibt sich eine Flexibilität hinsichtlich des Materials für die Wandverkleidung, ohne das erneut Berechnungen durchgeführt werden müssen.



6.3 Auswertung

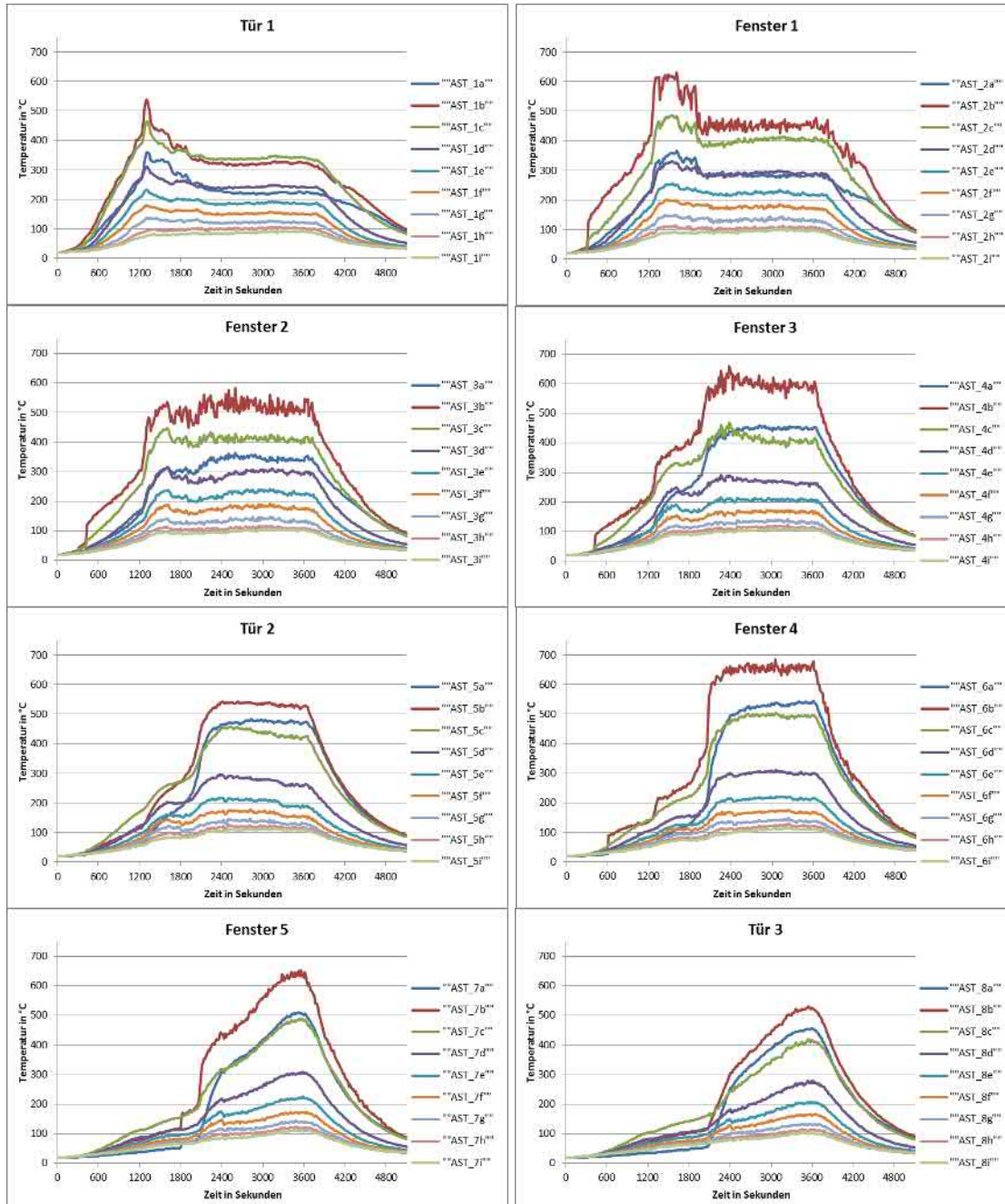
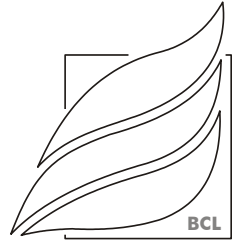
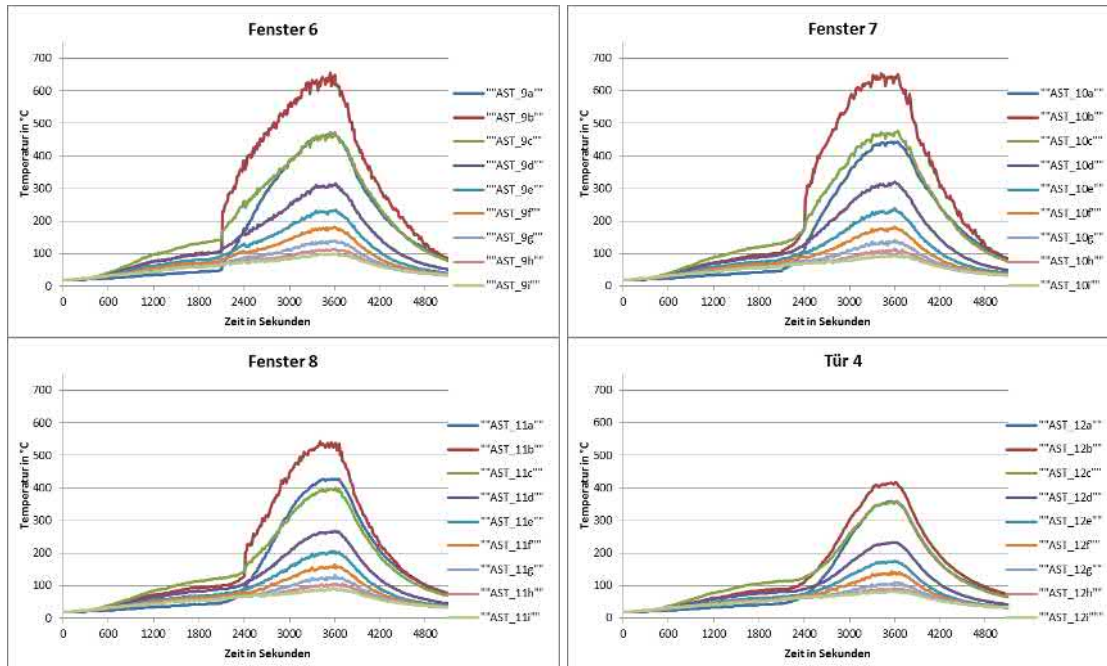


Abbildung 8: Temperaturverlauf über die Zeit an den einzelnen Öffnungen des Fahrzeugs



Stand: 07.01.2021 (Index J)

Anlage 2.4 Heißbemessung Wandverkleidung



Fortsetzung Abbildung 8: Temperaturverlauf über die Zeit an den einzelnen Öffnungen des Fahrzeugs

Zusätzlich zu den einzelnen Messreihen vor den Öffnungen wurde über die gesamte Fläche die Maximaltemperaturen ermittelt, welche in der nachfolgenden Abbildung im zeitlichen Verlauf dargestellt sind.

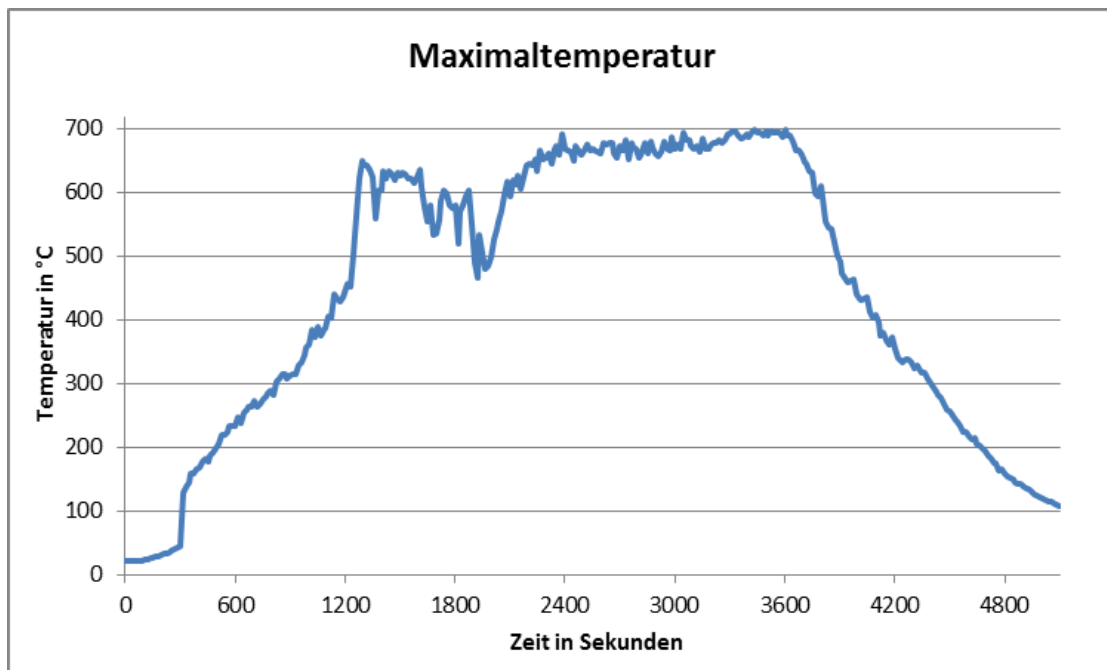
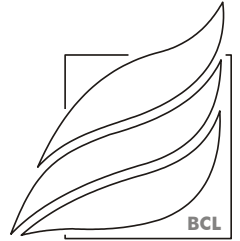


Abbildung 9: zeitlicher Verlauf der Maximaltemperaturen an der Wandverkleidung (ortsunabhängig)



7 Fazit

Durch Brandsimulationsberechnungen wurden für die Station „Güterplatz“ die bei einem Brand eines U2-Fahrzeuges der VGF zu erwartenden Temperaturen an der Fassade der Station ermittelt.

Die Berechnung der Temperaturen erfolgt mit 2 verschiedenen, anerkannten Verfahren. Die Berechnungen haben dabei Maximaltemperaturen zwischen 620 °C und 700 °C ergeben.

In der nachfolgenden Abbildung sind die Berechnungsergebnisse aus beiden Verfahren dargestellt.

Die Abweichungen bezüglich der maximal zu erwartenden Temperaturen liegen bei ca. 11% und liegen damit deutlich unterhalb der Fehlergrenzen entsprechender Verfahren.

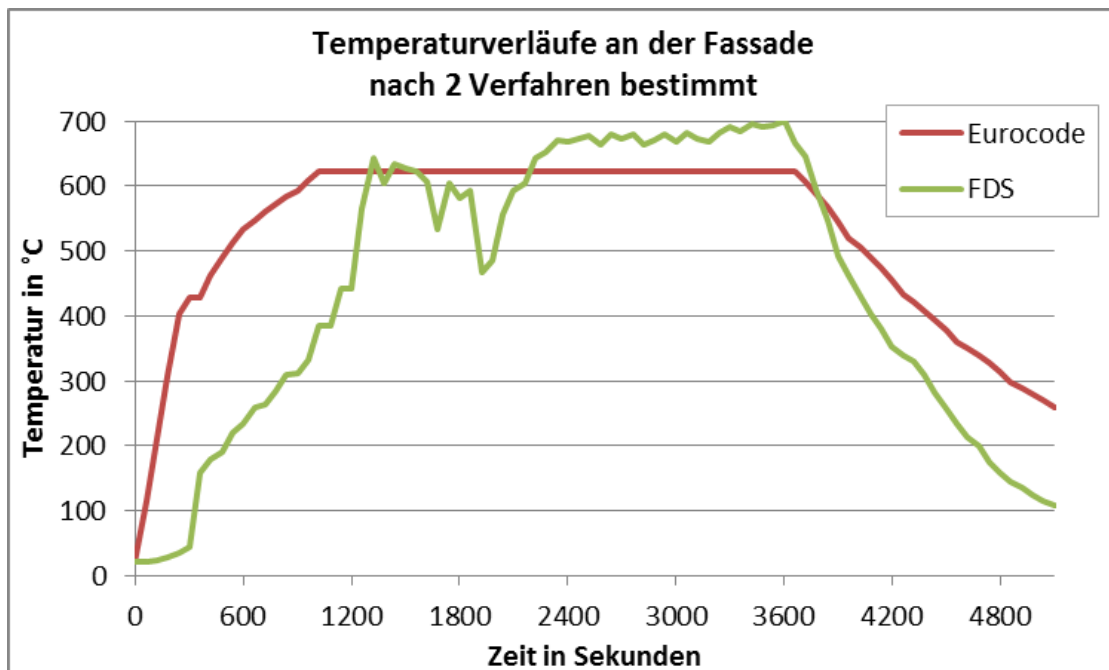


Abbildung 10: zeitlicher Verlauf der zu erwartenden Temperaturen an der Fassade der Station „Güterplatz“ – Bestimmung mit zwei verschiedenen Verfahren

Diese Temperaturverläufe können für eine Heißbemessung der Tragkonstruktion der Fassade genutzt werden.

Es handelt sich hierbei um die **adiabate Oberflächentemperatur**.

Anlage 2.5

zum Brandschutzkonzept

für das Bauvorhaben

"Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel"
Station „Güterplatz“

in Frankfurt am Main
Projekt-Nr.: G 250 / 10

Zeichnerische Anlagen

Hinweise

In den Plänen ist die grundsätzliche Struktur der baulichen Brandschutzmaßnahmen und -lösungen veranschaulicht. Die zeichnerischen Darstellungen geben nicht alle Details wieder. Maßgebend sind die Feststellungen im Brandschutzkonzept.

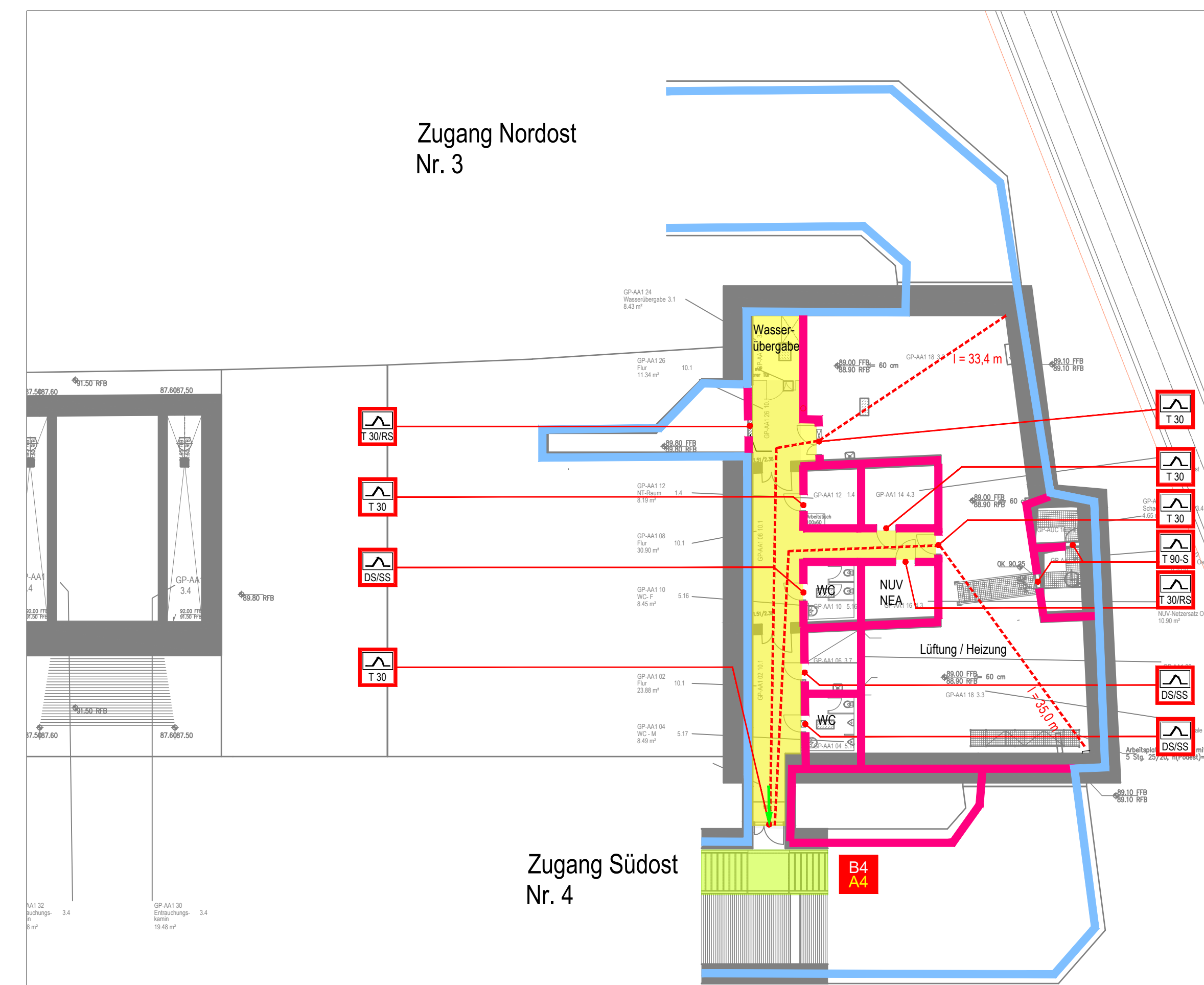
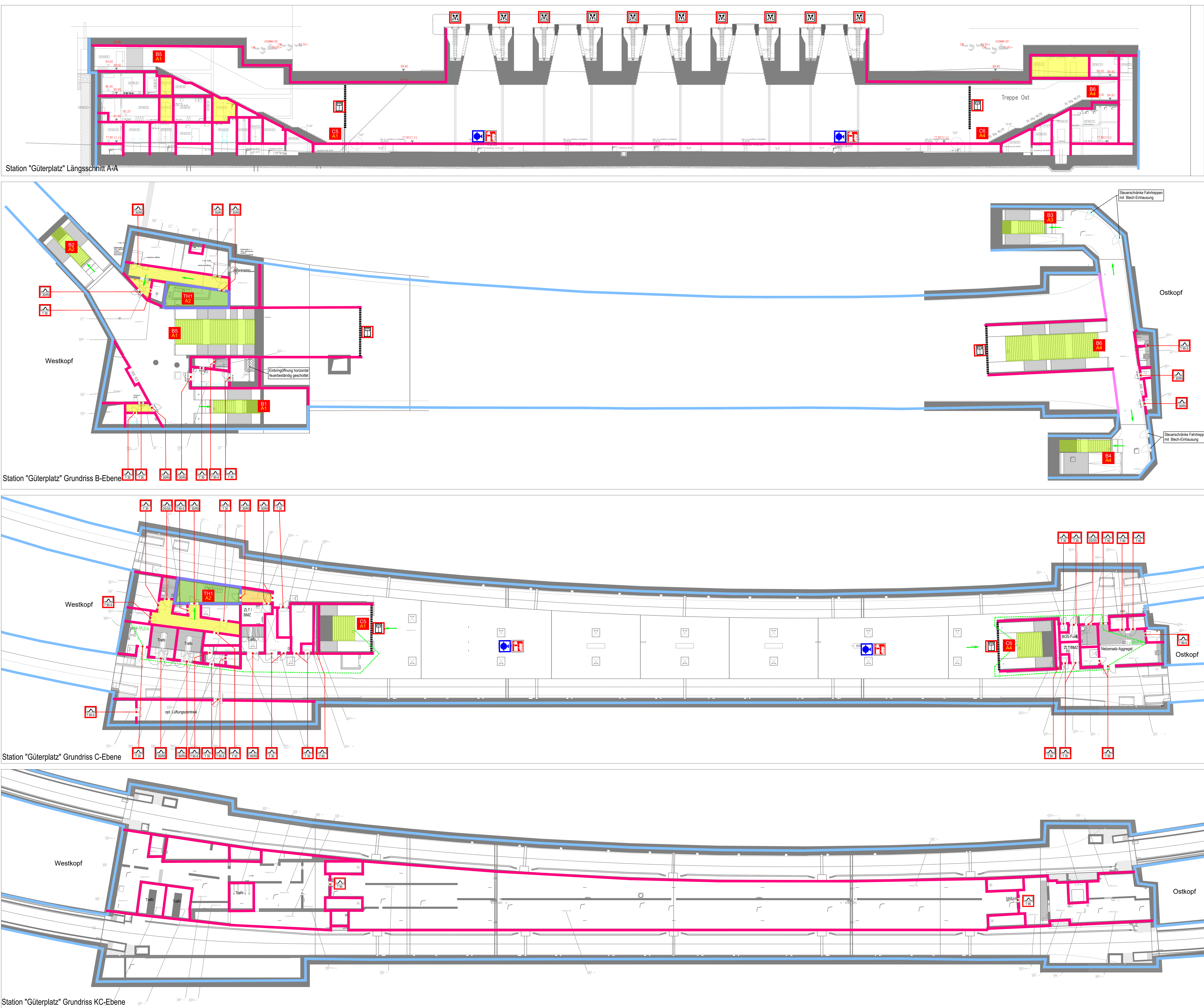
Hinsichtlich des Feuerwiderstandes sind in den Grundrissen nur **raumabschließende** Bauteile mit Anforderungen an den Feuerwiderstand markiert. Dargestellt ist somit das "Abschottungssystem", bezogen auf Brandabschnitte, Treppenräume, notwendige Flure, Nutzungseinheiten, Aufzüge sowie Räume, für die spezielle Anforderungen gelten oder gestellt werden.

Das Erfordernis, auch die **tragenden** und **aussteifenden** Bauteile in der entsprechenden Feuerwiderstandsklasse auszuführen, bleibt davon unberührt.

Belange der Haustechnik und des anlagentechnischen Brandschutzes sind nicht grafisch dargestellt.

Bauteile werden teils nach nationalen Normen (z. B. DIN 4102), teils nach europäischen Normen geprüft (z. B. nach DIN EN 13 501-2). Daraus resultieren neben den bisher bekannten Kurzbezeichnungen (wie z. B. F 90, T 30...) Bezeichnungen nach Bauregelliste A Teil 1, Anlage 0.1.2 (wie z. B. REI 90, EI 30-C...).

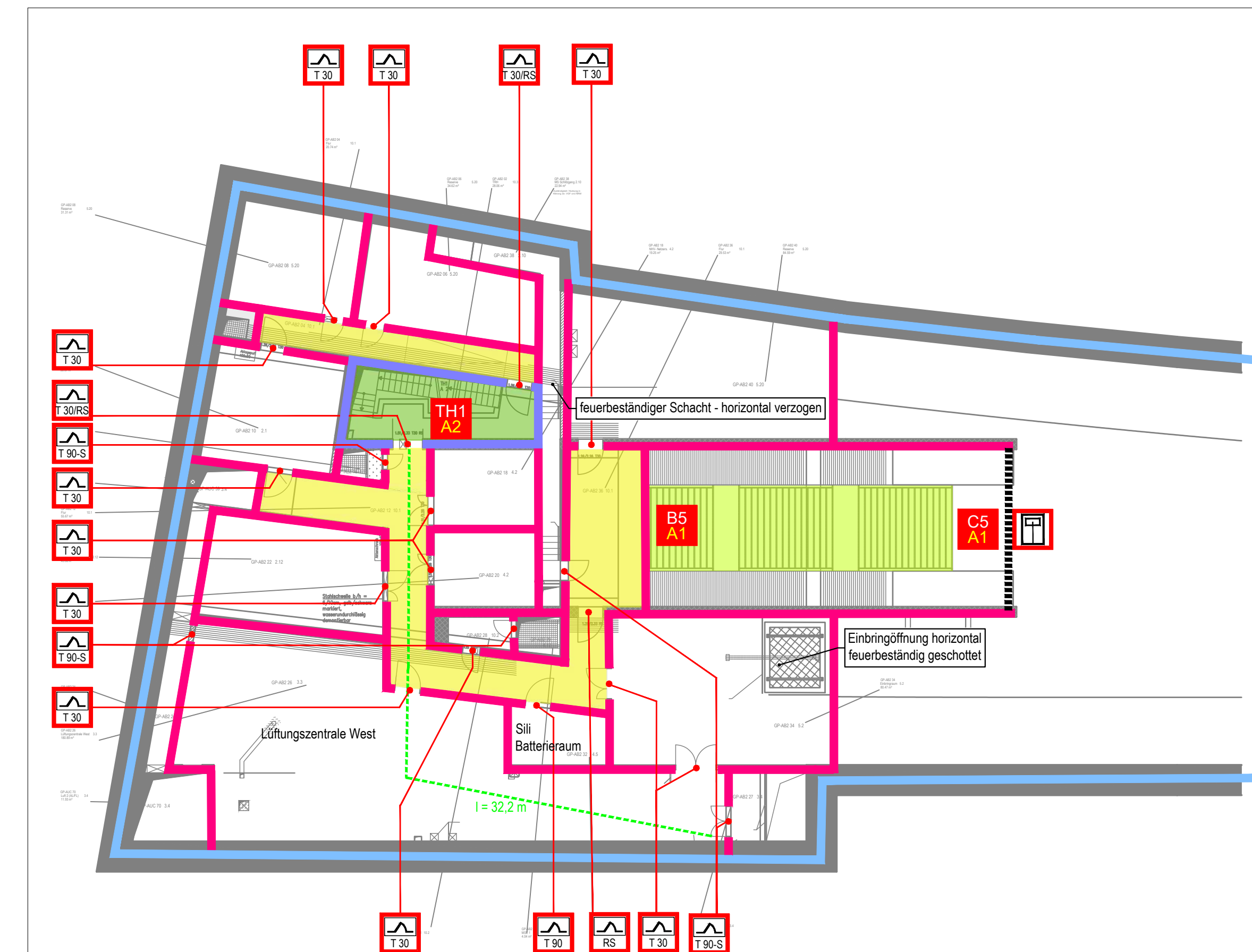
Um in den zeichnerischen Anlagen zum Brandschutzkonzept die Übersichtlichkeit zu wahren, werden daher bei den raumabschließenden Bauteilen die bauaufsichtlichen Anforderungen gemäß Landesbauordnung benannt (z. B. rauchdicht, feuerhemmend, feuerbeständig, selbstschließend).
























Station "Güterplatz" Betriebsräume im Ostkopf, Grundriss A1-Ebene



Station "Güterplatz" Betriebsräume im Westkopf, Grundriss B1-Ebene



Station "Güterplatz" Betriebsräume im Westkopf, Grundriss B2-Ebene

- Legende BSK:**
-  Brandschutzeinrichtung (FS0-M)
 -  Treppenumrandung 1m der Bauart einer Brandwand (FS0-M)
 -  raumabschließendes feuerbeständiges Bauteil
 -  feuerhemmende Verglasung F30 / E30
 -  feuerbeständige und selbstschließende Tür
 -  feuerbeständige und selbstschließende Schotttür mit festig umschließender Dichtung
 -  feuerhemmende und selbstschließende Tür
 -  rauchdichte, feuerhemmende und selbstschließende Tür
 -  rauchdichte und selbstschließende Tür aus nichtbrennenden Bauteilen
 -  dicht- und selbstschließende Tür aus nichtbrennenden Bauteilen
 -  notwendige Treppe
 -  öffentliche Treppe (= Rettungswege)
 -  interner Flur
 -  Schlüsse
 -  max. Rettungswegelänge
 -  Rettungsweg
 -  Treppenummer
 -  Wandhängend naastrocken
 -  Feuerlöscher
 -  feste Rauchschürze bis 2,5 m über Bahnhöhe
 -  natürliche Rauchabzugsanlage

Plangrundlage:
X_Station_GPL_GR.dwg vom 31.03.2020
X_Station_GPL_LS1.dwg vom 20.09.2019

In dieser Anlage sind ausgewählte Brandschutzmaßnahmen dargestellt. Maßgebend sind die Aussagen im Text des Brandschutzkonzeptes.

J	Gestaltung Brandschutzkonzept	07.02.21	Naezel	07.01.21	Wik
I	Fortschreibung Brandschutzkonzept	30.04.20	Naezel	30.04.20	Wik
G	Gestaltung Brandschutzkonzepte	19.11.19	Naezel	19.11.19	Wik
H	Gestaltung Brandschutzkonzepte	20.12.18	Naezel	20.12.18	Wik
F	Änderungen Plangründe - B-Ebene	14.07.15	Wik	14.07.15	Rosemann
E	Ergänzung Hebelbemessung (keine Planänderung)	27.11.14	-	-	-
D	Änderungen Plangründe	03.04.14	Naezel	03.04.14	Rosemann
C	Änderungen Plankopf	16.07.13	Seel	16.07.13	Rosemann
B	textliche Änderungen	11.12.12	Seel	11.12.12	Rosemann
A	-	-	-	-	-

Index	Art der Änderung	Datum	Verfasser	Datum	Freigabe
	Betriebsleiter gem. §§ 8 und 9 BStab				

Ort: Frankfurt am Main Datum: (Rüf.)

Ort: Frankfurt am Main Datum: (GBL) Datum: (FBI)

Stadt Frankfurt am Main
Der Magistrat
Amt für Straßenbau und Erschließung

Prüfername / Abnahme	Prüfername / Abnahme
----------------------	----------------------

Frankfurt am Main mbH
Geschäftsbereich Infrastruktur
Kurt-Schumacher-Str. 8
60549 Frankfurt am Main

S E M

Am St.

Planersteller **Brandschutz-Consult**

Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig
Torgauer Platz 3 • 04245 Leipzig

Projekt
Stadtbahnstrecke Europaviertel

Planungsphase Planfeststellung	Gewerk BRP	Grundstr. / Teilabschn. B / III	Los
--	----------------------	---	-----

Bezeichnung	Datum	Name	Anlage / Blatt	2.5
Anlage 2.5 zum Brandschutzkonzept	bearb. 14.12.11	Nießel	Los-Nr.	-

Station Güterplatz	genehm.	-	-	Projekt-Nr.	G 250/10
Plannummer				Index	

[illegible]

Anlage 2.6

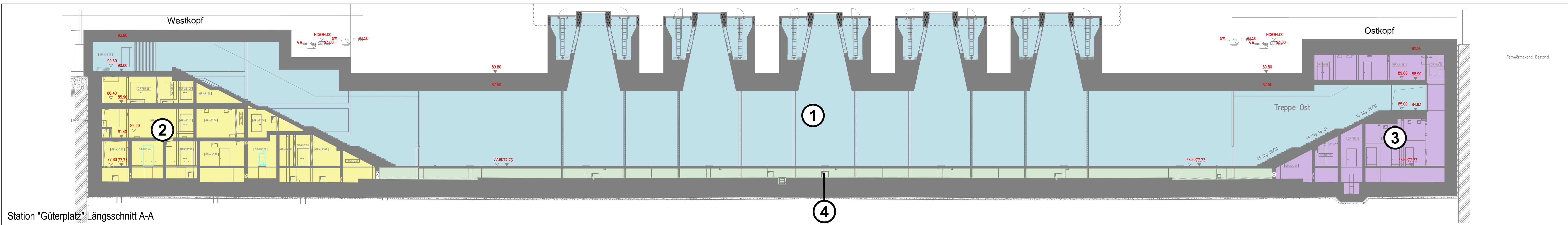
zum Brandschutzkonzept

für das Bauvorhaben

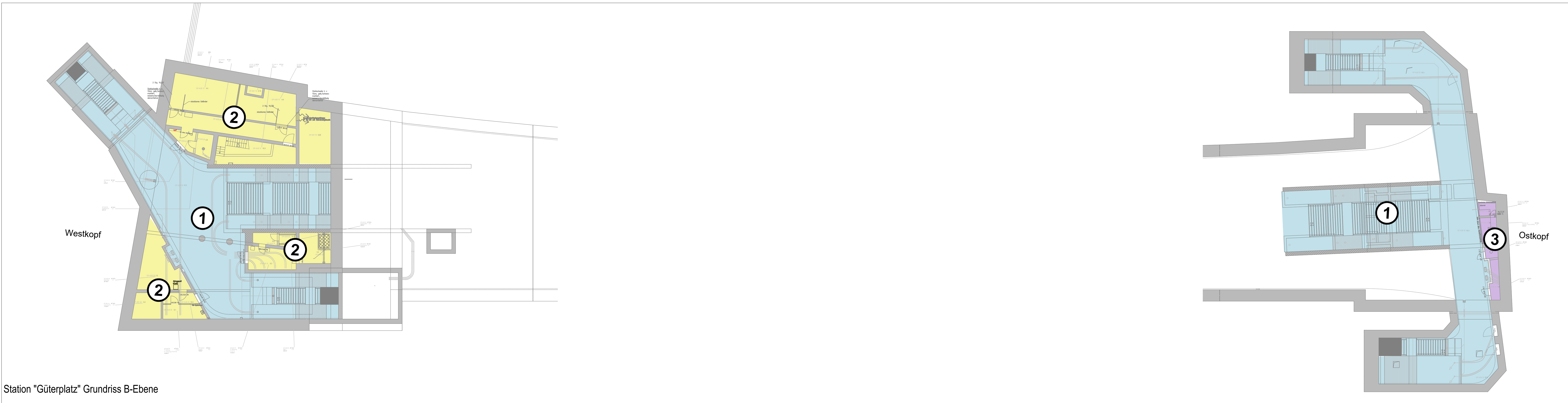
**"Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel"
Station „Güterplatz"**

**in Frankfurt am Main
Projekt-Nr.: G 250 / 10**

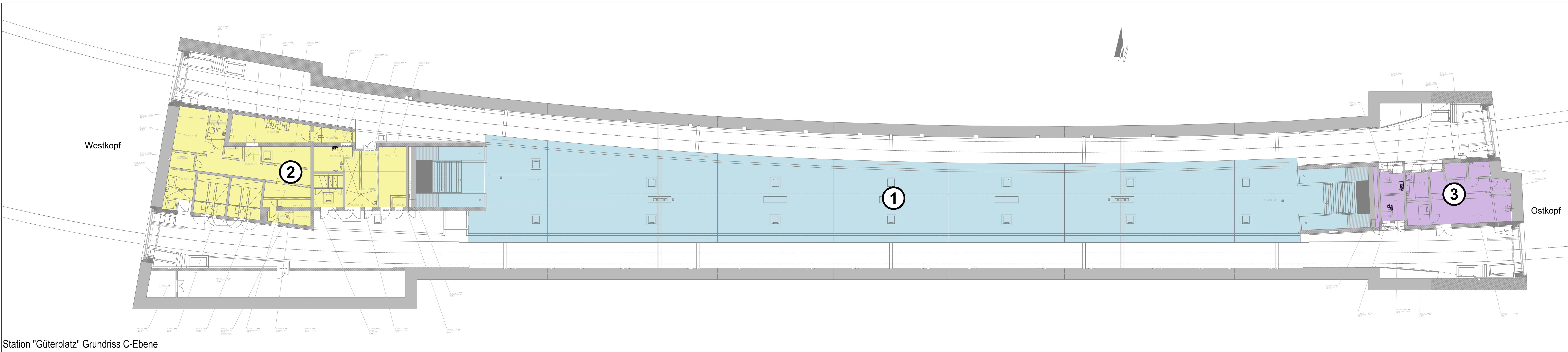
Darstellung virtuelle Brandabschnitte



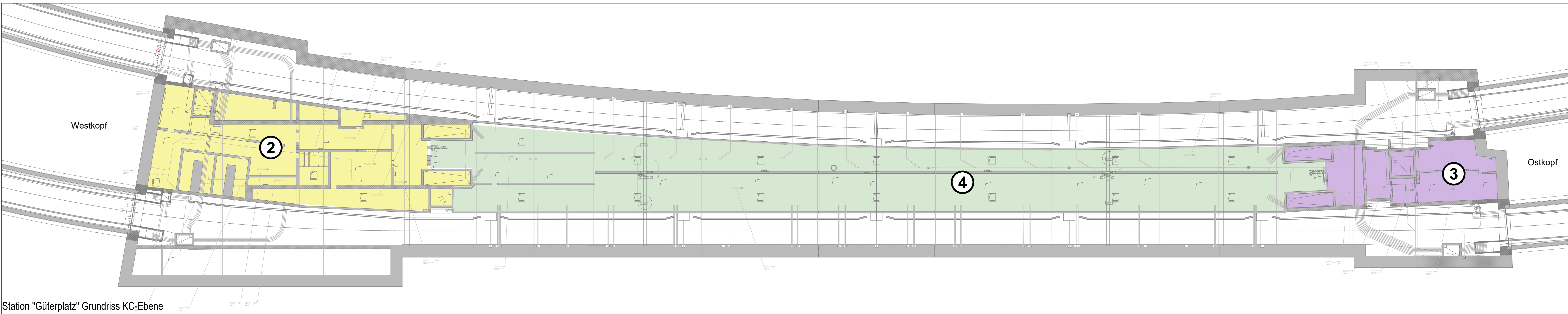
Station "Güterplatz" Längsschnitt A-A



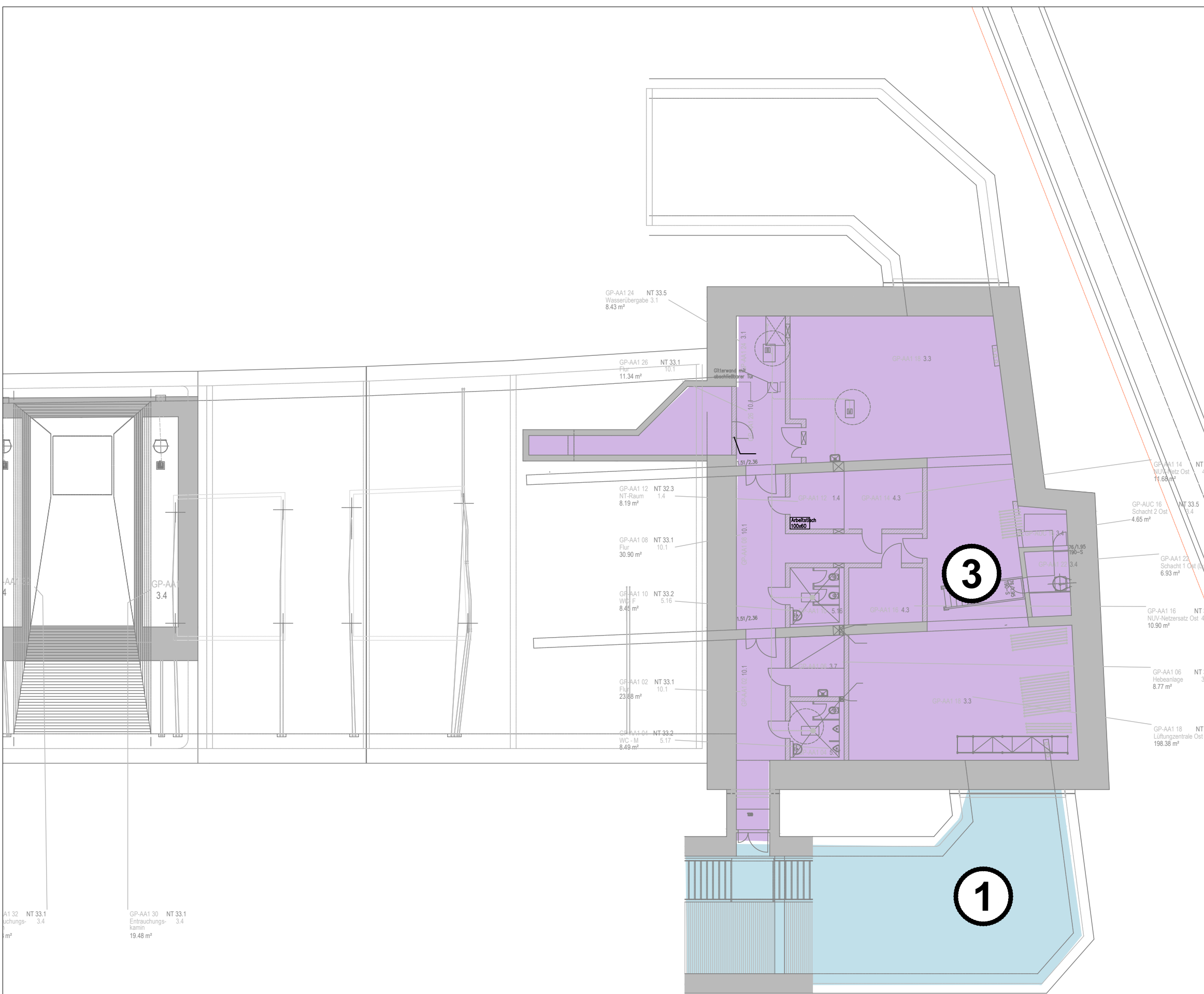
Station "Güterplatz" Grundriss B-Ebene



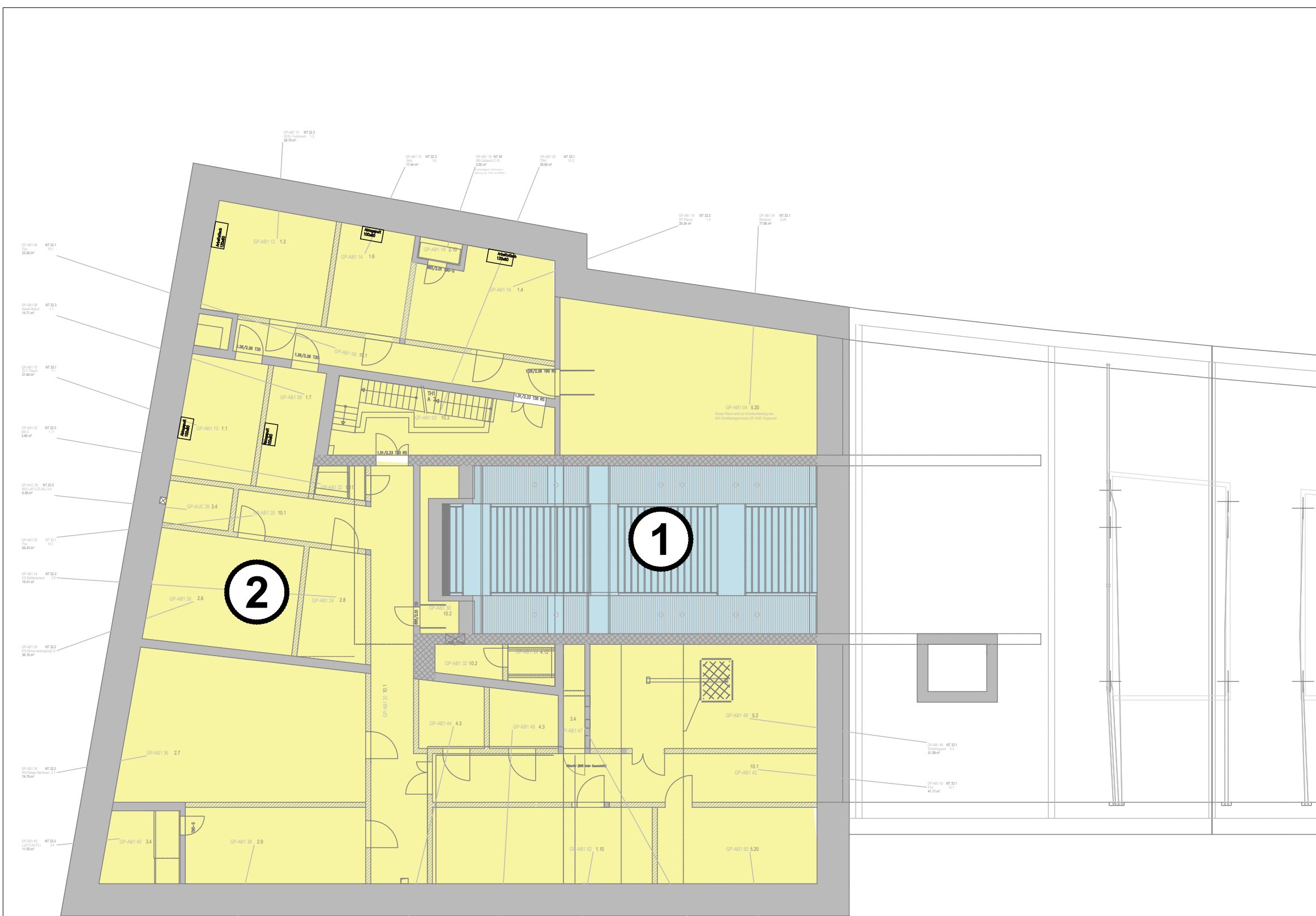
Station "Güterplatz" Grundriss C-Ebene



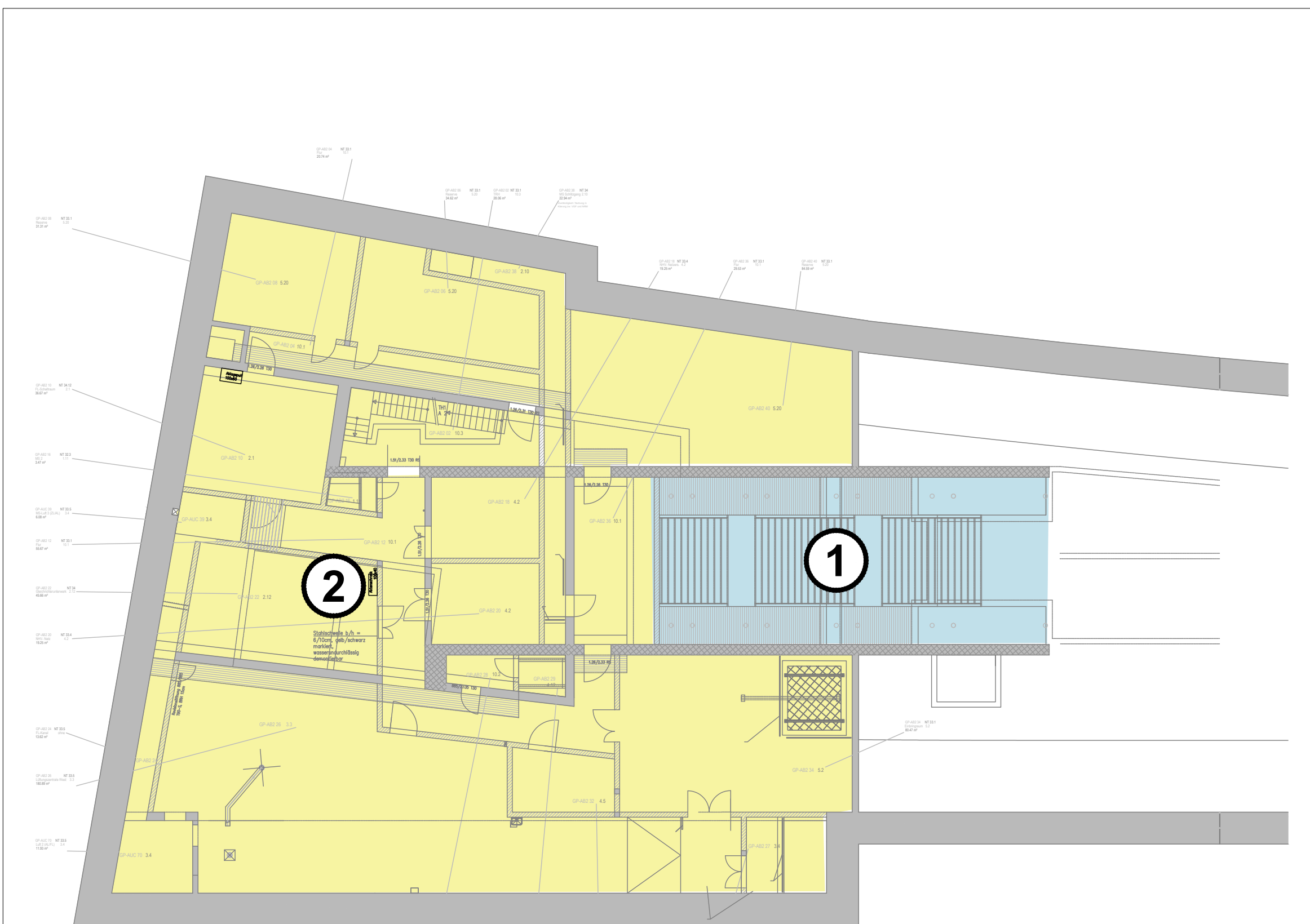
Station "Güterplatz" Grundriss KC-Ebene



Station "Güterplatz" Betriebsräume im Ostkopf, Grundriss A1-Ebene



Station "Güterplatz" Betriebsräume im Westkopf, Grundriss B1-Ebene



Station "Güterplatz" Betriebsräume im Westkopf, Grundriss B2-Ebene

Legende:

- Flächen der virtuellen Brandabschnitte
- Bezeichnung der virtuellen Brandabschnitte
- 1** Abschnitt 1: Bahnsteigebene
ca. 1.200 m²
Der Abschnitt 1 erstreckt sich über B- und C- Ebene
Abschnitt 1: öffentliche Treppe Westseite
ca. 470 m²
Abschnitt 1: öffentliche Treppen Ostseite
ca. 510 m²
- 2** Abschnitt 2: Betriebsräume Westseite
ca. 2.685 m²
- 3** Abschnitt 3: Betriebsräume Ostseite
ca. 715 m²
- 4** Abschnitt 4: Kabelkeller unter Bahnsteig
ca. 950 m²

Planungsgrundlage:
X_Sidon_GPL_GRL.dwg vom 31.03.2020
X_Sidon_GPL_LST.dwg vom 20.09.2019

In dieser Anlage sind ausgewählte Brandschutzmaßnahmen dargestellt. Maßgebend sind die Aussagen im Text des Brandschutzkonzeptes.

J	Geschreibung Brandschutzkonzept	07.01.2020	Neuzulassung	07.01.2021	Wk
I	Forschung Brandschutzkonzept	20.04.20	Neuzulassung	20.04.20	Wk
H	Geschreibung Brandschutzkonzept	19.11.19	Neuzulassung	19.11.19	Wk
G	Geschreibung Brandschutzkonzept	20.12.18	Neuzulassung	20.12.18	Wk
F	Änderungen Planungsgrundlage - B-Ebene	14.07.15	Wk	14.07.15	Rosenmund
E	Ergänzung Heizüberwachung (keine Planänderung)	27.11.14	-	-	-
D	Änderungen Planungsgrundlage	03.04.14	Neuzulassung	03.04.14	Rosenmund
C	Änderungen Planungsgrundlage	19.07.13	Neuzulassung	19.07.13	Rosenmund
B	Änderungen Planungsgrundlage	11.12.12	-	-	-
A	Änderungen Planungsgrundlage	13.08.12	-	-	-
Index	Art der Änderung	Datum	Verfasser	Datum	Freigabe
Betreiber gem. §§ 4 und 9 BGS-Strab					

Ort: Frankfurt am Main Datum: (Rüfen)

Staat: / Außenvertretung

Verkehrsunternehmen: /

Frankfurt am Main nicht

Ort: Frankfurt am Main Datum: (GBL) Datum: (FBL)

Staat: / Außenvertretung

Bund Frankfurt am Main

Der Regional

Art für Straßenbau und Erstellung

Ort: Frankfurt am Main Datum: (Dahmer: Anteilung)

Prüfungsausschuss / Abnahme

Prüfungsausschuss / Abnahme

Prüfungsausschuss / Abnahme

Prüfungsausschuss / Abnahme

Prüfungsausschuss / Abnahme

Prüfungsausschuss / Abnahme

Prüfungsausschuss / Abnahme

Prüfungsausschuss / Abnahme

Prüfungsausschuss / Abnahme

Prüfungsausschuss / Abnahme

Prüfungsausschuss / Abnahme

Prüfungsausschuss / Abnahme

Prüfungsausschuss / Abnahme

Prüfungsausschuss / Abnahme

Prüfungsausschuss / Abnahme

Prüfungsausschuss / Abnahme

Prüfungsausschuss / Abnahme

Anlage 2.7

zum Brandschutzkonzept

für das Bauvorhaben

**„Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel“
Station „Güterplatz“**

**in Frankfurt am Main
Projekt-Nr.: G 250 / 10**

Ausführungen zur Aufzugsverglasung

Stand: 07.01.2021
(Index J)



1 Aufgabenstellung

In Abschnitt 4.3.1 des Brandschutzkonzeptes wird gefordert, dass die Verglasung des Aufzuges als VSG-Verglasung ausgeführt werden kann, sofern nachgewiesen werden kann, dass diese nachweislich einer Temperaturbelastung von mindestens 150 °C standhalten kann.

Diese Forderung ist bereits Bestandteil der Fassung des Brandschutzkonzeptes aus dem Jahr 2014 (03.04.2014 - Index E des Gesamtkonzeptes, Index D des Kapitel 2).

Seitens der Hersteller wird jedoch bis zum heutigen Tag kein Nachweis zur Temperaturstabilität bei nicht als Brandschutzverglasung qualifizierter Verglasung erbracht. Es existiert keine Prüfvorschrift. Aus diesem Grund erfolgt nachfolgende Betrachtung zur Temperaturbeständigkeit von VSG-Verglasungen.

2 Auswertung von Versuchen

Zum thermischen Verhalten von VSG erfolgten diverse Untersuchungen in der MFPA Leipzig GmbH gemeinsam mit BCL. Bei diesen Versuchen wurden unterschiedliche Verglasungen in vertikaler Anordnung getestet. Hierbei wurden in der Regel verschiedene Bürobrände untersucht. Es erfolgten ebenso Versuche im Prüfofen.

Eine beispielhafte Versuchsanordnung aus einem Raumbrandversuch ist in der nebenstehenden Abbildung dargestellt.

Die Flammen tangieren über 12 Minuten eine 6 mm dicke VSG-Scheibe.



Abbildung 1

Aus diesen Versuchen hat sich ergeben, dass die VSG-Verglasungen im Versuchsaufbau mit einem Aufbau von 2 * 3 mm Scheiben bis 2 * 7 mm Scheiben bei einer Belastungstemperatur von ca. 350 °C bis 500 °C versagen.

Die Temperaturmessungen an den Verglasungen erfolgten dabei jeweils bis zum Versagen der Verglasungen. Die Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außentemperatur betrug bei 8 Versuchen 200 °C bis 390 °C.

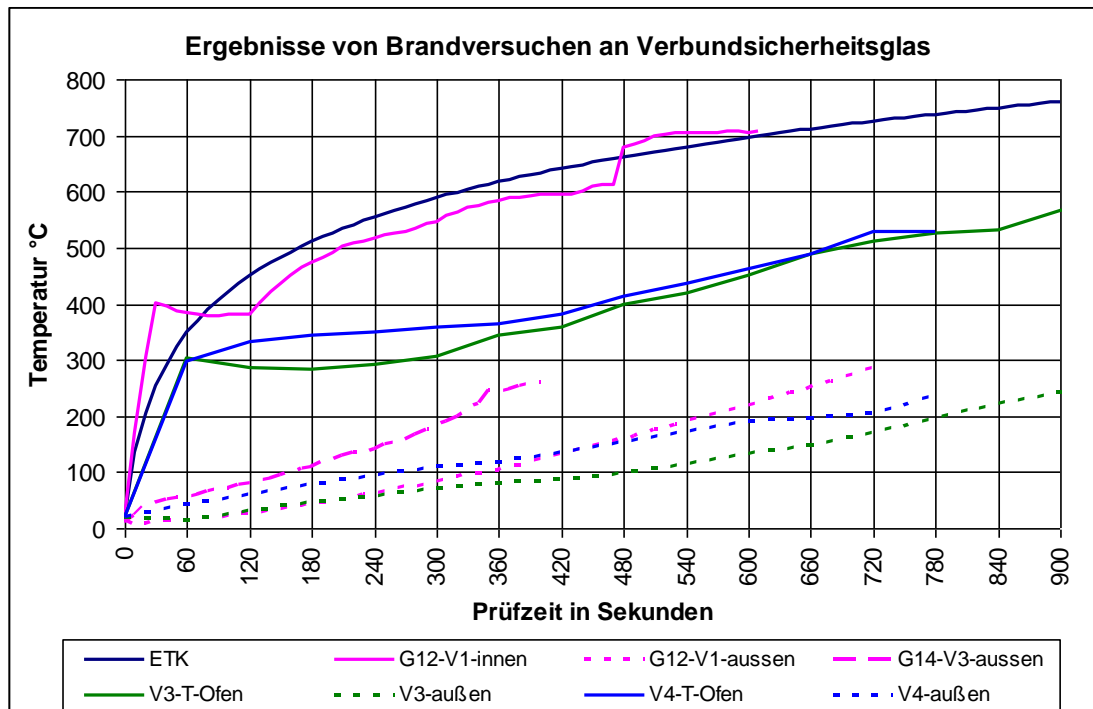
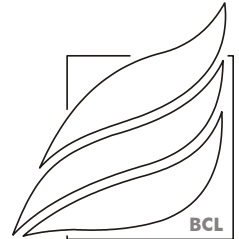


Abbildung 2: Messergebnisse zu Brandversuchen mit VSG-Verglasungen

Hinweis zum Versagensverhalten von Glas:

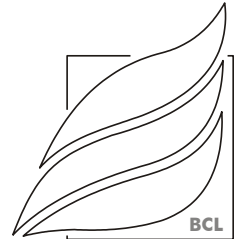
Wie sich aus Versuchen ergab, ist das Versagensverhalten von Glasflächen zum Einen von der Temperaturanstiegsgeschwindigkeit auf der Lastseite und zum Anderen von dem Grad der Einspannung abhängig.

Bei einem der ETK entsprechenden Temperaturanstieg versagten die Scheiben von 12 - 14 mm VSG nach 6 bzw. 11 Minuten.

Wenn die Belastungskurve durch Flammen von Originalbrandversuchen (Raumbrände) erzeugt wurde, blieben VSG-Scheiben 15 - 30 Minuten stabil.

Ergänzend ist nachfolgend ein Auszug aus einem Vortrag von Herrn Dipl.-Ing. Kotthoff - zu dieser Zeit Leiter der Abteilung Baulicher Brandschutz der MFPA Leipzig - beigefügt, in dem Versagenszeiten von verschiedenen Verglasungen in Bezug auf die ETK dargestellt sind.

So ergibt sich danach für VSG-Verglasungen mit 2 x 6 mm dicke unter ETK-Belastung eine Versagenszeit von 7 - 8 Minuten, wobei die Temperaturbelastung zu diesem Zeitpunkt bereits ca. 650 °C erreicht.



Eigenschaften von „Einfachgläsern“ im Brandfall		
Glasart	Thermische Beanspruchung	Versagenszeitpunkt [min]
Floatglas (8 – 12 mm)	• ETK nach DIN 4102-2 • aETK nach DIN 4102-3 • Schwelbrandkurve (DIN 4102-11)	• 2 – 3 • 2 – 3 • 6 – 7
Gussglas (8 – 12 mm)	• ETK nach DIN 4102-2 • aETK nach DIN 4102-3 • Schwelbrandkurve (DIN 4102-11)	• 2 – 3 • 2 – 3 • 6 – 7
teilvergespanntes Glas (TVG) 10 mm	• ETK nach DIN 4102-2 • aETK nach DIN 4102-3 • Schwelbrandkurve (DIN 4102-11)	• 6 – 7 • 6 – 7 • 20 – 22
Einscheiben-Sicherheits- glas (ESG) 6 – 12 mm	• ETK nach DIN 4102-2 • aETK nach DIN 4102-3 • Schwelbrandkurve (DIN 4102-11)	• 8 – 11 • 8 – 12 • 25 – 28 (56)
Verbund-Sicherheitsglas (VSG) 12 mm (2 x 6 mm ESG)	• ETK nach DIN 4102-2 • aETK nach DIN 4102-3 • Schwelbrandkurve (DIN 4102-11)	• 7 – 8 • 7 – 8 • 25 – 27

Baulicher Brandschutz
Dipl.-Phys. Ingolf Kotthoff
Fassaden
Vortrags-Nr.:
Registrier-Nr.:

MFPA Leipzig



Abbildung 3: Auszug aus einem Vortrag von Herrn Dipl.-Ing. Kotthoff im Januar 2006¹

3 Zu erwartende Temperaturen an der Verglasung

Beispielhaft ist in der nachfolgenden Abbildung ein Auszug aus den Brandsimulationsberechnungen für den Brand eines Zuges vom Typ U2 dargestellt. Die konkrete Darstellung wurde zur 30. Brandminute erstellt (Ende der Berechnungszeit und bis dahin größte Temperaturbelastung).

Es handelt sich hierbei um einen Schnitt direkt durch die Brandstelle im Fahrzeug mit Darstellung der Temperaturen an der Türöffnung des Fahrzeuges.

Die dargestellten Raster umfassen dabei jeweils 10 cm.

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass in einem Abstand von ca. 1 m zur Bahnsteigkante keine Temperaturen über 100 °C zu erwarten sind.

Die Forderung nach einem Nachweis für mindestens 150 °C beinhaltet demnach bereits einen Sicherheitszuschlag.

Diese bis zur 30. Brandminute maximale bei einem Zugbrand zu erwartende Temperatur liegt deutlich unter der ETK-Versagenstemperatur.

¹ Vortrag „Brandsichere Fassadenkonstruktionen – Brandverhalten von Glasfassaden und Doppelglasfassaden“

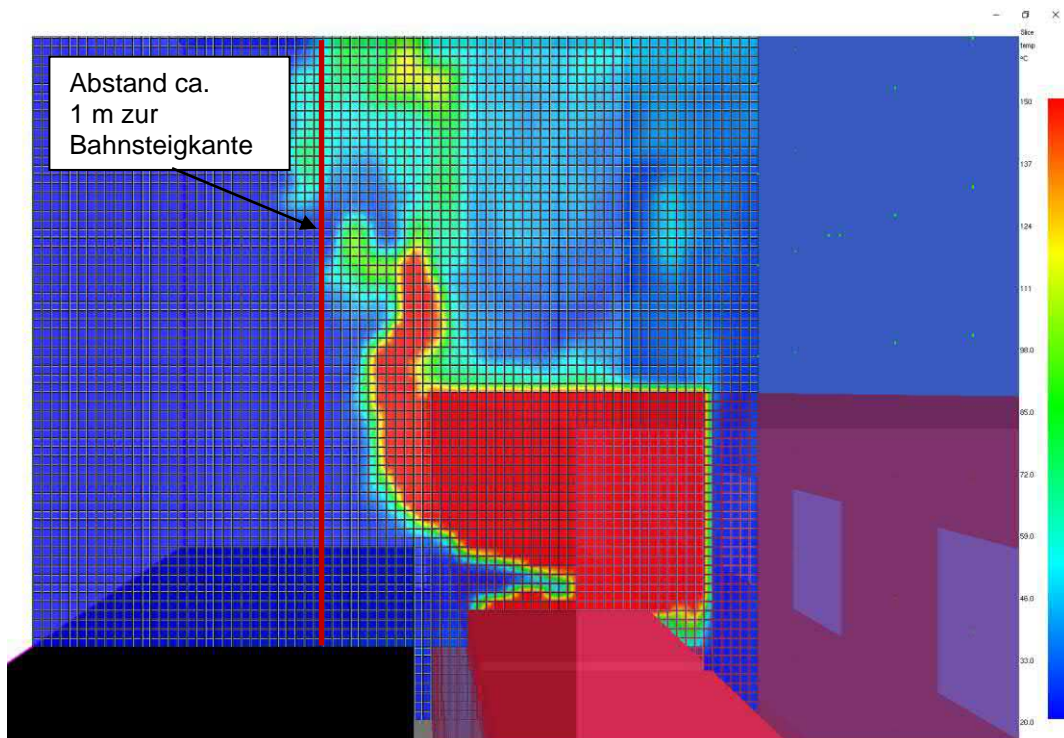


Abbildung 4: Temperaturen am Bahnsteig nahe der Brandstelle zur 30. Brandminute

4 Zusammenfassung

Für die Verglasung des Aufzugsschachtes wird gemäß Abschnitt 4.3.1 des Brandschutzkonzeptes gefordert, dass diese einer Temperaturbelastung von mindestens 150 °C standhalten kann.

Für weitere Festlegungen zur Ausführung der Verglasung wurden orientierend Brandversuche herangezogen, bei denen VSG-Verglasungen hinsichtlich ihres Versagensverhaltens bei Temperaturbeanspruchung unter Realbränden und ETK-Belastung untersucht wurden.

Ebenso wurden die aufgrund eines Zugbrandes an der Verglasung zu erwartenden Temperaturen bestimmt.

Anhand der in Abschnitt 2 dargestellten Versuche lässt sich feststellen, dass die an der Aufzugsverglasung bis zur 30. Brandminute maximal zu erwartenden Temperaturen deutlich unterhalb der in den Versuchen ermittelten Versagenstemperaturen der VSG-Verglasungen liegen.

Basierend auf diesen Untersuchungen ist es nicht zu erwarten, dass die Verglasung des Aufzugsschachtes bei den maßgeblichen Brandszenarien versagt.

Unter Berücksichtigung eines weiteren Sicherheitszuschlages ist die Verglasung daher mindestens als 2 x 7 mm VSG-Verglasung auszuführen.

Anlage 2.8

zum Brandschutzkonzept

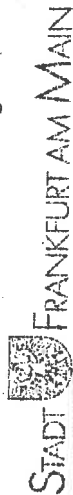
für das Bauvorhaben

**„Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel“
Station „Güterplatz“**

**in Frankfurt am Main
Projekt-Nr.: G 250 / 10**

**Bestätigung der Branddirektion
Frankfurt am Main zur
Rauchableitung aus den
Betriebsräumen**

Stand: 07.01.2021
(Index J)



Stadtbahn Europaviertel
Freigabegesuch zur Ausführungsplanung (Stand 09.12.2020)
Unterlagen zur Station Güterplatz: Zuluftnachströmung zur Sicherstellung einer Rauchableitung nach Feuerwehrlöschsinsatz

Plannummer	Index	Bezeichnung/ Inhalt	Einreichzeitpunkt zur Prüfung	Einreichzeitpunkt Amt 37
GP----_A0_07-00_5GLT029gtA0050	A	Station Güterplatz - Grundriss A-Ebene, Block 7 - Gebäudeautomation Planung	15.05.2020	12/2020
GP----_A0_07-00_5GLT030deA0001	A	Station Güterplatz - Feuerwehrbedientableau - Zuluftnachströmungen "Entrauchung"	17.07.2020	12/2020
GP----_UX_07-00_5LPL043gtA0100	A	Station Güterplatz - Grundrisse Westkopf, nicht öff. Bereiche - Zuluftnachströmung "Entrauchung"	03.06.2020	12/2020
GP----_UX_07-00_5LPL044ccAXXXX	A	Station Güterplatz - Schema Zuluftnachströmung/ Entrauchung - Lüftungsplanung	03.06.2020	12/2020
GP----_UX_01-07_5LPL041ebFXXXX	F	Station Güterplatz - öffentl. & nicht öffentl. Bereich - Erläuterungsbericht - Lüftungsplanung	27.08.2020	12/2020

1. Ergänzung einer Übersicht mit Standort auf dem Tableau GP---_A0_07-00_5GLT030deA0001
2. Das Bedientableau ist Lagerichtig auszuführen
3. Sämtliche, zur Funktionalität der Nachströmung erforderlichen Innentüren, die manuell geöffnet werden müssen, sind als „Zuluft für Rauchableitung“ (Beispiel) dauerhaft zu kennzeichnen.
4. Die Funktionalität der Anlage ist durch einen Sachverständigen prüfen zu lassen.

Freigabevermerk Stadt Frankfurt am Main - Amt 37	
Frankfurt, den 20.01.21	DER MAGISTRAT 37 Branddirektion Feuerwehrstraße 1, 60435 Frankfurt am Main
Ort/ Datum	Name/ Stempel/ Unterschrift



Kapitel 3 zum Brandschutzkonzept

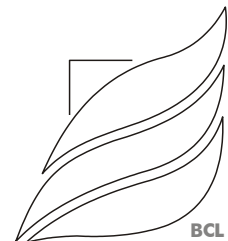
für das Bauvorhaben

„Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel“

**in Frankfurt am Main,
Projekt-Nr.: G 250 / 10**

Streckentunnel und Notausgang

Stand 30.04.2020
(Index G)

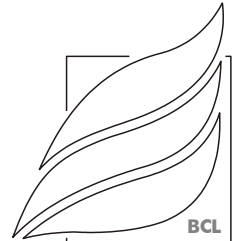


Gliederung

1	Beurteilungsgrundlagen	3
2	Beschreibung des Tunnelbauwerks	4
3	Brandgefahren, Schutzziele und Risikobewertung	6
3.1	Besondere Schutzziele	6
3.2	Brandszenarien	6
4	Brandschutztechnisches Gesamtkonzept	7
4.1	Das Grundstück und seine Bebauung / Gebäudeabstände auf dem Grundstück und zu Nachbarn	7
4.2	Zugänglichkeit, Flächen für die Feuerwehr	7
4.3	Löschwasserversorgung	7
4.4	Baulicher Brandschutz	8
4.4.1	Wände, Pfeiler und Stützen	8
4.4.2	Notausgänge	8
4.4.3	Sicherheitsräume	9
4.4.4	Verkleidungen / Dämmschichten / Dehnungsfugen	10
4.4.5	Leitungsanlagen	10
4.5	Rettungswegkonzept	10
4.6	Rauchschutzkonzept	12
4.7	Anlagentechnischer Brandschutz	12
4.7.1	Wandhydranten	12
4.7.2	Notrufeinrichtungen	12
4.7.3	Brandmeldeanlagen / Rauchwarnmelder	13
4.7.4	Sicherheitsbeleuchtung	14
4.7.5	Rettungswegkennzeichnung / Rettungszeichenleuchten	14
4.7.6	Sicherheitsstromversorgung	15
4.7.7	Gebäudefunkanlage	15
5	Abweichungen	15

Anlagen

Anlage 3.1	Brandsimulationsberechnungen zur Einstufung des Trogbauwerkes
Anlage 3.2	Zeichnerische Anlagen

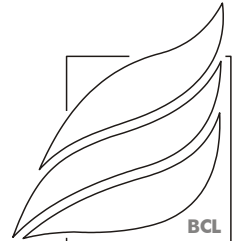


1 Beurteilungsgrundlagen

Für die Erarbeitung des Brandschutzkonzeptes wurden folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

Zeichnungen:

Plan-Nr.	Zeichnungsinhalt	Maßstab	Stand
4403-4414_____0GPL002lp_2000	Übersichtslageplan	1 : 2000	20.03.14
4403-4405_____0GLP003lp_0500	Lageplan Ost. km 1+474.428 – km 2+100	1 : 500	20.03.14
4406-4407_____0GLP004lp_0500	Lageplan Ost. km 2+100 – km 2+750	1 : 500	20.03.14
4408-4410_____0GLP005lp_0500	Lageplan West km 2+750 – km 3+480	1 : 500	20.03.14
4411-4414_____0GLP006lp_0500	Lageplan West km 3+480 – km 4+224.485	1 : 500	20.03.14
4403-4406_____0GLP011qs_0050	Regelquerschnitt Tunnel geschlossene Bauweise	1 : 50	20.03.14
4407_____0GLP012qs_0050	Regelquerschnitt Tunnel offene Bauweise	1 : 50	20.03.14
4407_____0GLP013qs_0050	Regelquerschnitt Rampenbauwerk	1 : 50	20.03.14
4403-4406_____0GLP014qs_0050	Regelquerschnitte mit Schutzzone offene Bauweise	1 : 50	20.03.14
4404_____0GLP015qs_0100	Querschnitt I-I km ca.1+695	1 : 100	20.03.14
4406_____0GLP016qs_0100	Querschnitt II-II km ca. 2+302.560	1 : 100	20.03.14
4411-4412_____0GLP017qs_0050	Regelquerschnitt im Tunnel Europagarten	1 : 50	20.03.14
4408-4414_____0GLP018qs_0050	Regelquerschnitt Boulevard	1 : 50	20.03.14
4405_____0GLP019qs_0100	Regelquerschnitt Schutzzone Station Güterplatz	1 : 100	20.03.14
HB-AA-_UX_X----_5GPL002gtA0050	„Platz der Republik“ Grundriss B-Ebene	1 : 50	31.05.19
HB-AA-_UX_X----_5GPL003gtA0050	„Platz der Republik“ Grundriss B-Ebene	1 : 50	03.08.16
HB-AA-_UX_X----_5GPL004gtC0050	„Platz der Republik“ Grundriss C-Ebene	1 : 50	31.07.19
HB-AA-_UX_X----_5GPL005lsB0050	„Platz der Republik“ Längsschnitt A-A (Gleis 11)	1 : 50	31.05.19
HB-AA-_UX_X----_5GPL006lsC0050	„Platz der Republik“ Längsschnitt C-C, Schnitte a-a und b-b	1 : 50	31.07.19



- Erläuterungsbericht – Vorabzug – Stadtbahn Europaviertel, Anschlussstrecke B, TA3 – Vorplanung; Schüßler Plan Ingenieurgesellschaft mbH; Stand 01.07.2010
- Ergebnisniederschrift, Stadtbahnstrecke B, TA3, Europaviertel, Ortstermin, Notausstieg in der Wendeanlage der U5, 25.05.2010
- Besprechungsprotokoll Nr. 001 vom 06.09.2010 – Brandschutzgutachten
- Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren; Maßnahme: Stadtbahnstrecke B, Teilabschnitt 3 EUROPACIERTEL; Erläuterungsbericht; Ingenieurgesellschaft Stadtbahn Europaviertel; Stand 15.08.2011
- Besprechungsprotokoll Nr. 001 vom 06.09.2010 - Brandschutzgutachten (beinhaltet Abstimmung mit der Feuerwehr)
- Besprechungsprotokoll Nr. 004 vom 15.03.2011 - Brandschutzgutachten (beinhaltet Abstimmung mit der Feuerwehr)
- Besprechungsprotokoll Nr. 002 – Fachgruppe Stadtbahn, Abstimmung mit der Feuerwehr, 26.08.2011
- Beratung mit der VGF vom 07.12.2015
- E-Mail von Herrn Starke (VGF) vom 09.12.2015.

2 Beschreibung des Tunnelbauwerks

Verlauf des Tunnels / Längenangaben

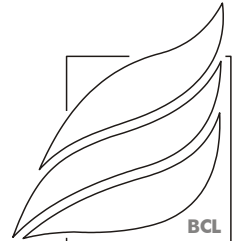
Das neue Tunnelbauwerk erstreckt sich vom Anschlusspunkt am „Platz der Republik“ bis zur unterirdischen Station „Güterplatz“ und von der unterirdischen Station „Güterplatz“ bis zur Ausfahrt im Bereich der Kopenhagener Straße / Dubliner Straße.

Die Abmessungen vom Anschlusspunkt bis zum Bahnsteig der Station „Güterplatz“ beträgt ca. 460 m und vom Bahnsteig der Station „Güterplatz“ bis zur Tunnelausfahrt ebenfalls ca. 460 m. Das anschließende Rampenbauwerk umfasst ca. weitere 130 m Länge.

Planzeichnungen für die Bestandsstrecke zwischen dem Anschlusspunkt und der nächstgelegenen Station Hauptbahnhof liegen nicht vor. Jedoch wird die Entfernung gleichfalls mit < 400 m abgeschätzt.

Ausbildung der Tunnelröhren

Vom Anschlusspunkt bis zur Station „Güterplatz“ verlaufen die Gleise in zwei getrennten Tunnelröhren. Gleichfalls verlaufen die Gleise ab der Station „Güterplatz“ zunächst weiterhin in zwei getrennten Tunnelröhren. Etwa in Höhe der Warschauer Straße werden die beiden Tunnelröhren zu einer gemeinsamen Röhre zusammengeführt. **Ab hier werden beide Gleise bis zum Rampenbauwerk in einer gemeinsamen Tunnelröhre geführt.**



Es sind keine Querschläge zwischen den beiden Tunnelröhren geplant. Im Bereich des „Europagartens“ ist ein Gemeinschaftstunnelbauwerk mit einem Stadtbahntunnel geplant, der mittig zwischen den beiden Richtungsröhren des Straßentunnels geführt wird. Dieser Gemeinschaftstunnel wird in Kapitel 4 dieses Brandschutzkonzeptes gesondert bewertet.

Rampenbauwerk

Der westliche Tunnelbereich geht etwa in Höhe der Kopenhagener Straße in ein Trogbauwerk über.

In den nachfolgenden Abbildungen soll die grundsätzliche Geometrie des Trogbauwerkes verdeutlicht werden.

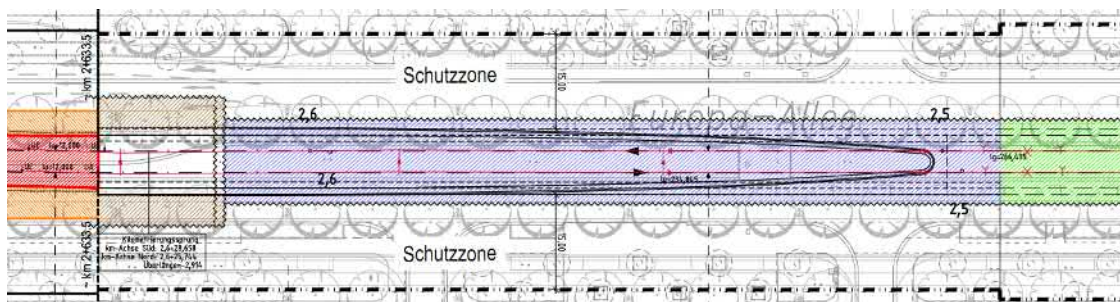


Abbildung 1: Grundriss des Trogbauwerkes, Geländeoberfläche

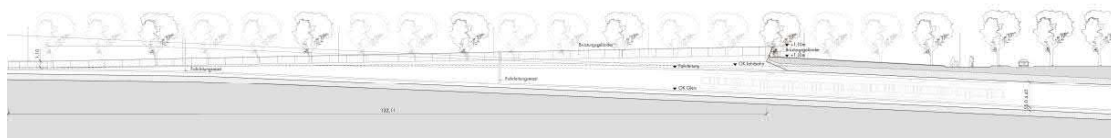


Abbildung 2: Längsschnitt durch das Trogbauwerk

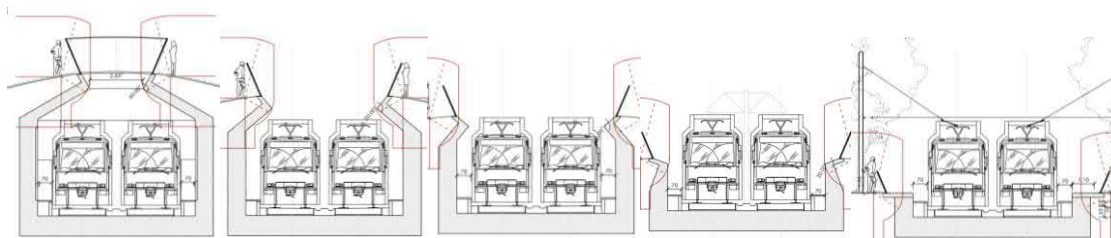
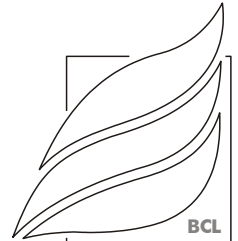


Abbildung 3: Querschnitte durch das Trogbauwerk

Mit Hilfe von Brandsimulationsberechnungen wurde untersucht, ob das Trogbauwerk aufgrund seiner besonderen Geometrie noch als Tunnel eingestuft werden muss. Die Berechnungen und die zugehörigen Auswertungen sind diesem Brandschutzkonzept als Anlage 3.1 beigefügt.

Sie haben ergeben, dass das Trogbauwerk nicht als Tunnel bewertet werden muss.



3 Brandgefahren, Schutzziele und Risikobewertung

3.1 Besondere Schutzziele

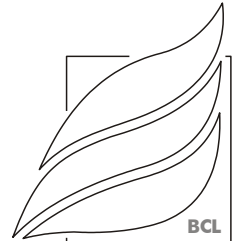
Gemäß § 3 (1) Ziffer 3 BOStrab müssen Betriebsanlagen und Fahrzeuge insbesondere so gebaut sein, dass die Entstehung von Bränden durch vorbeugende Maßnahmen erschwert werden und im Brandfall die Möglichkeit zur Selbst- und Fremddrettung von Personen sowie zur Brandbekämpfung besteht.

3.2 Brandszenarien

Die möglichen Brandgefahren ergeben sich aufgrund der geplanten technischen Einrichtungen in den baulichen Anlagen sowie dem Brand eines Schienenfahrzeugs.

Für das Szenario, dass ein Fahrzeug brennend im Tunnel liegen bleibt und die nächste Haltestelle oder das Freie nicht mehr erreicht, wurde im Rahmen von Forschungsvorhaben eine sehr geringe Eintrittswahrscheinlichkeit ermittelt. Im Betrachtungszeitraum, der dem Forschungsvorhaben zu Grunde lag, haben sich zudem die normativen Vorgaben beim Brandschutz im Fahrzeug kontinuierlich weiterentwickelt. Dies reduziert die Eintrittswahrscheinlichkeit für dieses Szenario nochmals.

Für den Bahnbetrieb der Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main gilt insbesondere, dass, soweit noch möglich, immer die nächste Haltestelle angefahren wird und dort die Evakuierung erfolgt. Dies erleichtert gleichfalls den Einsatz der Feuerwehr.



4 Brandschutztechnisches Gesamtkonzept

4.1 Das Grundstück und seine Bebauung / Gebäudeabstände auf dem Grundstück und zu Nachbarn

Die geplante Tunnelstrecke erstreckt sich vom „Platz der Republik“ in westliche Richtung bis zur Ausfahrt im Bereich der Kopenhagener Straße / Dubliner Straße. Ab der Ausfahrt erfolgt die Streckenführung bis zum Gemeinschaftstunnel am Europagarten oberirdisch.

Zu möglichen angrenzenden Bebauungen erfolgt eine räumliche oder baulich brandschutztechnische Trennung.

4.2 Zugänglichkeit, Flächen für die Feuerwehr

Die Tunnelstrecke ist westlich über das Rampenbauwerk im Bereich der „Emser Brücke“ und östlich vom Feuerwehreinstieg am Anschlusspunkt am „Platz der Republik“ zugänglich.

Im Bereich des Feuerwehreinstieges am „Platz der Republik“ ist ein Notausgang für flüchtende Personen geplant.

Beide Tunnelabschnitte sind über die Station „Güterplatz“ zugänglich.

An den Zugängen dieser Station sind Tore geplant, die außerhalb der Betriebszeiten geschlossen werden können.

Während des Betriebs der Station sind diese Tore jedoch grundsätzlich offen.

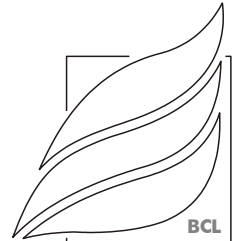
Das Tor im Bereich der BAS wird mit einer SK5-Schließung ausgestattet. Die anderen Tore der Station können ebenfalls diese Schließung haben oder die zugehörigen Schlüssel müssen im jeweiligen BAS-Schrank der Station hinterlegt sein.

4.3 Löschwasserversorgung

In Anlehnung an das Arbeitsblatt W 405 des DVGW und unter Berücksichtigung möglicher Brandszenarien ist für die Tunnelstrecke eine Löschwassermenge von 96 m³/h über mindestens zwei Stunden vorzuhalten.

Der Abstand der Hydranten zu den beiden Noteinstiegen bzw. zu den Zugängen der Station „Güterplatz“ soll maximal 100 m betragen.

Die gesamte Tunnelstrecke ist in einem vollständig erschlossenen Gebiet geplant. Die Lage der Hydranten im öffentlichen Straßennetz kann den Plänen der MAINOVA AG entnommen werden. Sie sind auszugsweise in der zeichnerischen Anlage zum Kapitel 1 dieses Brandschutzkonzeptes übernommen worden.



Bei maximalen Entfernungen von < 100 m ist die Lage der vorhandenen Hydranten zur Station „Güterplatz“ und den angrenzenden Tunnelabschnitten inklusive Westportal ausreichend. Bezüglich der Löschwassermenge ist ein Nachweis des örtlichen Wasserversorgers erforderlich.

4.4 Baulicher Brandschutz

4.4.1 Wände, Pfeiler und Stützen

Tunnel müssen entsprechend § 30 (1) BOStrab so gebaut sein, dass bei einem Brand die Standsicherheit seiner tragenden Bauteile gewährleistet bleibt. Die tragenden Bauteile müssen entsprechend Abschnitt 2.4.1 der BOStrab-Tunnelbaurichtlinie mindestens entsprechend der Feuerwiderstandsklasse F90-A nach DIN 4102 ausgeführt werden.

Die Bauteile sind dementsprechend mindestens feuerbeständig zu bemessen. Sonstige statische Anforderungen gemäß BOStrab Tunnelbaurichtlinie sind zu beachten.

4.4.2 Notausgänge

Entsprechend § 30 (5) BOStrab müssen im Tunnel ins Freie führende Notausgänge vorhanden sein.

Ins Freie führende Ausgangsöffnungen der Notausgänge müssen

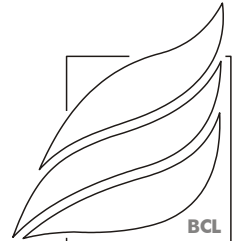
1. von Straßenfahrbahnen einen angemessenen Abstand haben,
2. jederzeit zugänglich sein; sie dürfen insbesondere nicht durch Straßenfahrzeuge blockiert werden können,
3. so abgedeckt sein, dass sie von innen ohne Werkzeug, von außen nicht durch Unbefugte geöffnet werden können.

Sie müssen mit einer fest eingebauten Leiter ohne Rückenschutz und mit einer nicht über 60° steilen Treppe ausgestattet sein. Abdeckungen der ins Freie führenden Ausgangsöffnungen müssen von innen mit geringem Kraftaufwand zu öffnen sein.

Der Übergang vom Tunnel zum Notausgang soll im Deckenbereich so ausgebildet sein, dass der Notausgang bei einem Brand möglichst lange rauchfrei bleibt.

Weiterhin wird in Abschnitt 10.1 der GVT Teil 4 gefordert, dass Notausstiege (= Notausgänge) in Tunneln bei Neubaustrecken vor der Treppenanlage eine Schleuse ohne Druckbelüftung benötigen. Die Schleuse erhält feuerhemmende, rauchdichte und selbstschließende Türen.

Am „Platz der Republik“ ist ein Notausgang geplant. Dieser wird nicht gänzlich neu errichtet, sondern bindet an eine bestehende Treppe an.



Die bestehende Treppe führt von der C-Ebene zur B-Ebene. Der Neubau umfasst die Treppe von der B-Ebene ins Freie.

Auf der C-Ebene des Notausganges wird der Bestand insofern geändert, als dass dort eine neue Schleuse geschaffen werden soll. Der Notausgang, welcher mit Ausbau des neuen Tunnelabschnitts bis ins Freie zu führen ist, ist an die Anforderungen der BOStrab anzupassen.

In der B-Ebene des Notausganges ist in der vorliegenden Planung keine Schleuse vorhanden. Der Notausgang dient nach Mitteilung des Bauherrn nur der Entfluchtung der C-Ebene. Für die B-Ebene ist nur eine Nutzung als Zugang ggf. für Wartungszwecke vorgesehen, jedoch keine Ausweisung als Fluchtweg. Ein Verschluss des Zugangs aus der B-Ebene mit einer feuerhemmenden, rauchdichten und selbstschließenden Tür ist, da ferner eine Gleichzeitigkeit von Brandereignissen auszuschließen ist, ausreichend.

Der Notausgang verfügt über eine feste Laufftreppe aus Stahlbeton.

Die Umfassungswände der Schleusen müssen feuerbeständig sein. Sämtliche Türen der Schleusen müssen mindestens feuerhemmend, rauchdicht und selbstschließend sein. Die Türen sind dabei so anzuordnen, dass nicht beide Türen gleichzeitig von einer Person offengehalten werden können.

Durch diese Schleusen wird der Forderung der BOStrab nach Maßnahmen zur Rauchfreihaltung der Notausgang aus gutachterlicher Sicht ausreichend Rechnung getragen.

Die beschriebenen Anforderungen und Maßnahmen wurden in mehreren Beratungen mit der Feuerwehr abgestimmt.

Bei Änderung der Planung für den Notausgang, z. B. bei Anbindung des Notausganges an die Tunnelstrecke der Linie U4 und gemeinsame Nutzung, ist eine Fortschreibung des Brandschutzkonzeptes erforderlich.

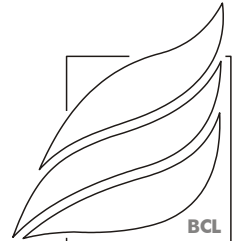
4.4.3 Sicherheitsräume

Entsprechend § 19 BOStrab muss zum Schutz von Personen neben jedem Gleis außerhalb der Lichtraumumgrenzung ein Sicherheitsraum vorhanden sein. Er muss vom Gleis aus und aus den Türen der Fahrzeuge erreichbar sein.

Zwischen zwei Gleisen genügt ein gemeinsamer Sicherheitsraum.

Der Sicherheitsraum muss nach Abschnitt 2.1.2 der BOStrab-Tunnelbau-richtlinie so beschaffen sein, dass Personen im Notfall einen liegengebliebenen Zug durch Türen verlassen und eine Haltestelle, einen Notausstieg oder eine andere ins Freie führende Stelle erreichen können.

Sicherheitsräume müssen mindestens 0,7 m breit und 2,0 m hoch sein und lotrecht stehen, auch wenn diese an einem stehenden Fahrzeug vorbeiführen. Die Sicherheitsräume sind bei der Planung der Tunnelquerschnitte zu berücksichtigen.



4.4.4 Verkleidungen / Dämmschichten / Dehnungsfugen

Nach Abschnitt 2.4.2 der BOStrab-Tunnelbaurichtlinie sind grundsätzlich Baustoffe mit möglichst geringer Brandlast und möglichst geringen Brandnebenerscheinungen wie Rauchentwicklung, Tropfbarkeit und Toxizität zu verwenden.

Um dieser Anforderung gerecht zu werden, sind für die Tunnelstrecken vorwiegend nichtbrennbare Baustoffe zu verwenden.
Verkleidungen sind nicht vorgesehen.

4.4.5 Leitungsanlagen

Die Leitungstrassen längs des Tunnels werden jeweils in Betontrögen mit aufgelegten Gehwegplatten verlegt.

Gegen die geplante Ausführung bestehen keine Bedenken, sofern alle Materialien (außer die Elektroleitungen selbst) nichtbrennbar sind.

Da die Station Güterplatz und das Tunnelbauwerk brandschutztechnisch als zwei getrennte Bereiche betrachtet werden, sind die Einführungen der Elektroleitungen aus der Station oder aus Technikräumen in den Trog im Tunnel feuerbeständig zu schotten, auch wenn der Trog selbst keinen umfassenden qualifizierten raumabschließenden Feuerwiderstand aufweist.

Gleichfalls müssen Leitungsführungen aus dem Trog in angrenzende feuerbeständig abzutrennende Räume (z. B. BOS-Funk-Raum) geschottet werden.

Eine Leitungsführung zwischen den beiden Trögen unter dem Gleis entlang bedarf keiner Schottung.

Auch sonstige Leitungen sollen in die Tröge integriert werden.

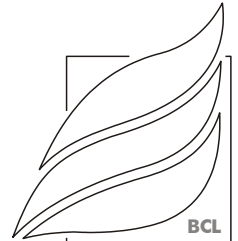
Leitungstrassen mit Anforderungen an den Funktionserhalt sind separat von den übrigen Leitungen zu führen und in E 30 auszuführen.

Darüber hinaus müssen Kabel und Leitungen nach TR Strab EA mit verbessertem Brandverhalten im Brandfall über halogenfreie, raucharme und weitestgehend nicht toxische Isolier- und Mantelmischungen verfügen.

4.5 Rettungswegkonzept

Rettungsweglänge

Entsprechend § 30 (5) BOStrab müssen im Tunnel ins Freie führende Notausgänge vorhanden und so angelegt sein, dass der Rettungsweg mindestens bis zum nächsten Bahnsteig, Notausgang oder bis zur Tunnelmündung jeweils nicht mehr als 300 m lang ist.



Die Abmessungen vom Anschlusspunkt bis zum Bahnsteig der Station „Güterplatz“ beträgt ca. 460 m und vom Bahnsteig der Station „Güterplatz“ bis zur Tunnelausfahrt ebenfalls ca. 460 m.

Der Tunnelabschnitt zwischen der Station „Hauptbahnhof“ und der Station „Güterplatz“ hat eine Länge von mehr als 600 m. Aus diesem Grund gibt es auch bereits einen Notausgang im „Platz der Republik“, welcher für die neue Tunnelstrecke erweitert werden soll.

Für den Bereich zwischen der Station „Güterplatz“ und der Tunnelausfahrt ist aufgrund der Entfernung von 460 m zwischen der Station und dem Tunnelportal kein weiterer Notausgang erforderlich.

Die Entfernung zwischen dem Bahnsteig der Station „Güterplatz“ und dem Notausgang am „Platz der Republik“ beträgt ca. 460 m. Eine maximal zulässige Rettungsweglänge innerhalb des Tunnels von 300 m wird demnach nicht überschritten.

Rettungswegbreite

Aufgrund von baulichen Zwängen ist am Zugang zum Notausgang (Tür vom Tunnel zur Schleuse und Tür von der Schleuse zur Treppe) bei einem zulassungskonformen Einbau nur eine lichte Breite von 1,0 m realisierbar.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass es sich bei dem Notausgang um ein Bestandsbauwerk handelt.

Sowohl in der Tunnelbaurichtlinie (Stand 30.04.1991 - gültig für den Bestand) als auch in dem Entwurf der **TRStrab Tunnel** vom Juni 2015 (gültig für Neubauten) sind keine Anforderungen an Türbreiten benannt.

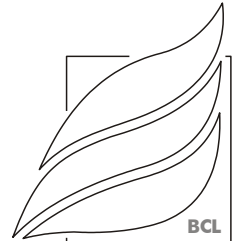
Die mindestens erforderliche lichte Breite für den Rettungsweg im Tunnel beträgt 0,8 m. Daraus ergibt sich, dass für den Rettungsweg eine Gehspurbreite zu berücksichtigen ist und die flüchtenden Personen in Reihe, hintereinander diesen Rettungsweg nutzen werden.

Bei der weiterführenden Bewertung ist vom ungünstigsten Fall - flüchtende Personen aus beiden Richtungen des Tunnels - auszugehen.

Dies bedeutet, dass an der Tür von beiden Seiten jeweils eine „Personenreihe“ ankommt, um diese Tür zu passieren.

Entsprechend des Leitfadens des vfdb „Ingenieurmethoden des Brandschutzes“ TB 04-01 vom November 2013 kann eine Tür von 1,4 P/ms passiert werden. Für Treppen wird bei gleicher Ausgangsbelastung von einer Kapazität von 1,0 P/ms ausgegangen.

Die vorhandene Treppe hat entsprechend der vorliegenden Planung im Bestand eine Breite von 1,5 m, wobei hierbei der Handlauf noch abzuziehen ist, um die tatsächlich nutzbare Breite zu erhalten.



Bei einer Türbreite von 1,0 m und einer Treppenbreite von 1,3 m (Abzug Handlauf geschätzt jeweils 10 cm beidseitig) entsprechen sich die Kapazitäten.

Eine Verbreiterung der Tür führt ohne Verbreiterung der Treppe selbst nicht zu einem höheren Personenabstrom aus dem Tunnel, da dann in diesem Fall die Bestandstreppe das begrenzende Element darstellt.

Unter Berücksichtigung dieser Kapazitätsbetrachtung bestehen keine Bedenken dagegen, die Tür mit einer lichten Breite von 1,0 m auszuführen.

4.6 Rauchschutzkonzept

Für die Tunnelstrecke selbst sind keine Rauchabzugsöffnungen geplant und aufgrund der BOStrab Tunnelbaurichtlinie auch nicht gefordert.

Rauchableitungen aus den Streckentunneln sind über das Tunnelportal ins Freie und zur unterirdischen Station „Güterplatz“ mit natürlichen Rauchabzugsöffnungen möglich.

4.7 Anlagentechnischer Brandschutz

4.7.1 Wandhydranten

In der Station „Güterplatz“ sind, als Bestandteil der Tunnelstrecke, jeweils an den Enden der Bahnsteige Wandhydranten geplant.

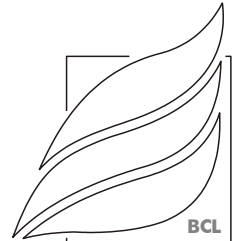
Entsprechend den Forderungen der Feuerwehr ist der Feuerwehreinstieg mit einer trockenen Steigleitung und einer Steigleiter auszustatten.

Es ist in jeder angeschlossenen Ebene ein Anschluss an die Trockensteigleitung erforderlich.

Weiterhin ist es geplant, in das Rampenbauwerk eine Trockensteigleitung für die Feuerwehr zu integrieren. Die Einspeisestelle liegt am Beginn des Rampenbauwerks (Bereich „Emser Brücke“) und die Entnahmestelle ist am Ende des Rampenbauwerks, kurz vor dem Beginn des Tunnels, geplant. Diese Trockenleitung dient der Unterstützung des Löschangriffs der Feuerwehr im Tunnel.

4.7.2 Notrufeinrichtungen

In den Streckentunneln sind keine Notrufeinrichtungen erforderlich und geplant.



4.7.3 Brandmeldeanlagen / Rauchwarnmelder

Innerhalb der Streckentunnel ist keine Brandmeldeüberwachung erforderlich und geplant.

BOS-Raum

Für den geplanten BOS-Raum am Tunnel ist ebenfalls keine Überwachung durch Brandmelder erforderlich.

Entsprechend Abschnitt 4.1.3 der TRStrab Brandschutz vom 24.06.2014 sind bei Betriebsräumen ihrer Funktion entsprechend die Branderkennung, Alarmierung, Brandbekämpfung und der brandschutztechnische Abschluss zu beachten.

Der BOS-Raum ist als einzelner Raum am Tunnel angeordnet (Lage etwa bei km 2+330.0 stadtauswärts), welcher durch feuerbeständige Wände und eine mindestens feuerhemmende und selbstschließende Tür zum Tunnel abgetrennt wird.

Leitungsführungen durch diese Wände sind mit entsprechenden feuerbeständigen Schottungen zu versehen.

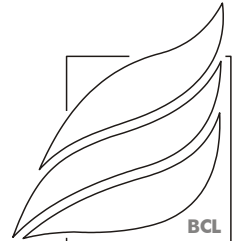
Weiterhin wird bei Störung automatisch ein Signal zur Leitstelle der VGF weitergeleitet. Diese Signalmeldung erfolgt auch bei Störungen aufgrund eines Brandes in diesem Raum.

Aufgrund der brandschutztechnischen Trennung zum Tunnel und der direkten Weiterleitung des Störsignals zur Leitstelle der VGF ist für diesen Raum keine Überwachung durch einen Brandmelder erforderlich.

Seitens der VGF liegt ebenfalls eine schriftliche Bestätigung vor, dass aus betriebstechnischen Gründen für diesen Raum keine Überwachung durch Brandmelder erforderlich ist.

Es ist jedoch darauf zu achten, dass in diesem Raum ausschließlich die Technik für die BOS-Anlage untergebracht ist.

Weitere technische Einrichtungen oder die Nutzung zu Lagerzwecken sind unzulässig.



4.7.4 Sicherheitsbeleuchtung

Entsprechend § 27 (4) BOStrab muss für folgende Bereiche eine Sicherheitsbeleuchtung vorgesehen werden:

1. Rettungswege,
2. **Sicherheitsräume in Tunneln**, ausgenommen Sicherheitsräume unter Bahnsteigen und Laufstegen,
3. **Notausgänge**.

Die Sicherheitsbeleuchtung muss so beschaffen und angeordnet sein, dass die Betriebsanlagen ausreichend beleuchtet werden können. Sie muss 0,5 Sekunden nach Ausfall der netzabhängigen Beleuchtung im betriebsnotwendigen Umfang eingeschaltet sein. Bei Tunneln und Notausgängen darf diese Zeit bis zu 15 Sekunden betragen, sofern aus Gründen des Arbeitsschutzes keine kürzeren Einschaltzeiten gefordert werden.

Sie ist entsprechend TRStrab EA ist für eine Nennbetriebsdauer von mindestens 1 Stunde auszulegen.

Geplant ist eine Nennbetriebsdauer von 3 Stunden.

Darüber hinaus ist es geplant und seitens des Bauherrn gewollt, für die Sicherheitsbeleuchtung eine Umschaltzeit von 0,5 Sekunden zu realisieren.

Die Sicherheitsbeleuchtung ist entsprechend den Vorgaben der TR Strab EA mit einem Funktionserhalt von mindestens 30 Minuten auszulegen.

Darüber hinaus müssen Kabel und Leitungen nach TR Strab EA mit verbessertem Brandverhalten im Brandfall über halogenfreie, raucharme und weitestgehend nicht toxische Isolier- und Mantelmischungen verfügen.

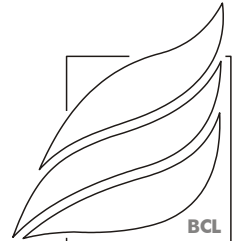
Die Sicherheitsbeleuchtung ist für eine Nennbetriebsdauer von mindestens 1 Stunde auszulegen.

4.7.5 Rettungswegkennzeichnung / Rettungszeichenleuchten

Entsprechend der TR Strab BS sind in Streckentunneln im Abstand von 25 m Rettungszeichen vorzusehen. Sie müssen auch unter Notbeleuchtung erkennbar sein und sind zusätzlich mit Entfernungsangaben zum nächsten Tunnelportal, Notausgang oder Bahnsteig zu versehen.

Die Anordnung von Rettungszeichenleuchten innerhalb des Tunnels ist aus brandschutztechnischer Sicht nicht erforderlich, und aus Gründen der Fahrsicherheit auch nicht vorgesehen (mögliche Verwechslung mit den Signalanlagen).

Notausgänge müssen durch blaues Licht kenntlich gemacht sein (§ 30 (6) BOStrab).



4.7.6 Sicherheitsstromversorgung

Nach § 24 (5) BOStrab müssen für die Energieversorgung von Betriebsmitteln in Betriebsanlagen außer den Haupteinspeisungen zusätzlich vorhanden sein

1. [...]
2. Ersatzeinspeisungen aus einer netzunabhängigen Energiequelle für
 - a. Sicherheitsbeleuchtungen nach § 27 Abs. 4, Kennleuchten für Notausgänge nach § 30 Abs. 6 und, soweit es die Betriebssicherheit erfordert, nachrichtentechnische Anlagen nach § 23; sie müssen deren Energiebedarf bei Ausfall der netzabhängigen Einspeisungen für eine ausreichende Zeitdauer decken können
 - b. [...]

Die Einspeisungen müssen mit selbsttätigen Umschalteneinrichtungen ausgestattet sein.

4.7.7 Gebädefunkanlage

In Tunneln müssen entsprechend [§ 23 \(4\) BOStrab](#) Einrichtungen vorhanden sein, die eine rasche und sichere wechselseitige Verständigung zwischen Polizei, Feuerwehr, Rettungsdiensten, deren Einsatzzentralen und den zentralen Betriebsstellen ermöglichen.

Entsprechende Einrichtungen sind vorzusehen.

Hierbei sind die Vorgaben des Merkblattes „Gebädefunk für Feuerwehren in Hessen“ zu beachten.

Die Gebädefunkanlage ist mit einem Funktionserhalt von mindestens 90 Minuten (E90) auszustatten.

5 Abweichungen

Derzeit sind für die Tunnelabschnitte keine Abweichungen von den Vorschriften der BOStrab zu verzeichnen.

Anlage 3.1

zum Brandschutzkonzept

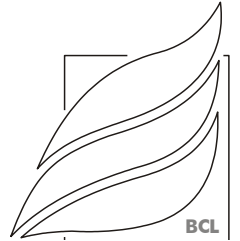
für das Bauvorhaben

"Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel"
Streckentunnel und Notausgang

in Frankfurt am Main
Projekt-Nr.: G 250 / 10

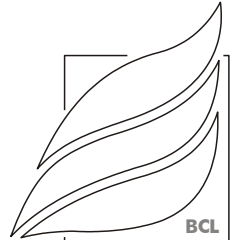
Brandsimulationsberechnungen zur
Einstufung des Trogbauwerkes

Stand 30.04.2020
(Index G)



Gliederung

1	Aufgabenstellung.....	3
2	Beurteilungsgrundlagen und Literaturquellen	3
3	Beschreibung des Bauwerkes	4
4	Brandszenarien	5
4.1	Bemessungsbrand	5
4.2	Rahmenbedingungen.....	7
5	Schutzziele	8
6	Berechnungsmodell.....	8
7	Berechnungsergebnisse.....	9
7.1	Erläuterungen	9
7.2	Auswertung	10
8	Zusammenfassende Bewertung.....	18



1 Aufgabenstellung

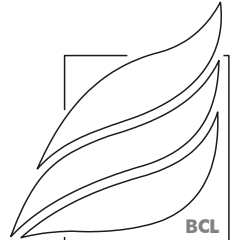
Der Trogbereich des Tunnels westlich der Station „Güterplatz“ erfährt auf einer Länge von ca. 130 m eine beidseitige Teilüberdeckung, so dass nur eine eingeschränkte Deckenöffnung oberhalb des Gleisbereiches ständig frei bleibt. Diese weitet sich sukzessive nach Westen auf. Zunächst sind die seitlichen Sicherheitsräume vollständig überdeckt. Seitens des Auftraggebers wurde die Frage aufgeworfen, ab welchem Bereich hinsichtlich der brand- und rauchschutzespezifischen Eigenschaften noch von der Charakteristik eines Tunnels auszugehen ist und wann von einer offenen Troglage ausgegangen werden kann. Und darauf basierend, für welchen Bereich des Trogbauwerkes die gleichen brandschutztechnischen Anforderungen wie für einen Tunnel zu stellen sind. Dies ergibt sich insbesondere für die Anforderungen hinsichtlich der Beleuchtung, der Sicherheitsbeleuchtung, der Rettungswegkennzeichnung und die Lage der Entnahmestelle der Trockenleitung für die Feuerwehr.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es somit, zu bewerten, wann der Tunnel tatsächlich aus brandphysikalischer Sicht endet und ein einer offenen Troglage entsprechender Rauchabstrom erfolgt.

2 Beurteilungsgrundlagen und Literaturquellen

Als Grundlage für die Brandsimulationsberechnungen dienten folgende Regelwerke und Veröffentlichungen:

- /1/ Hosser, Dietmar: *Leitfaden - Ingenieurmethoden des Brandschutzes*, Technischer Bericht der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V., TB 04/01, 3. Auflage, November 2013
- /2/ DiNenno, Philip J.: *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, National Fire Protection Association, Society of Fire Protection Engineers, Fourth Edition, 2008
- /3/ McGrattan, Kevin: *Fire Dynamics Simulator (Version 6.0) User's Guide*, NIST Special Publication 1019, National Institute of Standards and Technology, November 2012
- /4/ Wilk, Erhard; *Bericht zur Bestimmung eines Bemessungsbrandes für Triebfahrzeuge der U-Bahn / Frankfurt a. M.*; Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig, 10.09.2003
- /5/ Wilk, Erhard; *Arbeitsblatt zur Brandsimulation – Fahrzeug U2*; Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig, Stand Januar 2011



Die Modellbildung basiert auf folgenden Plänen.

Tabelle 1: Liste der durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten und für diese Brandsimulation relevanten Pläne

Plan-Nr.	Zeichnungsinhalt	Maßstab	Stand
ARGE Stadtbahn Europaviertel			
4406-4407_____0GPL004lp_0500	Lageplan Ost km 2+100 – km 2+750	1 : 500	26.02.14
4407_____0GLP013qs_0050	Regelquerschnitt Rampenbauwerk	1 : 50	26.02.14
Schneider+Schumacher			
S_12024_Stadtbahn Europaviertel	Querschnitte	1 : 100	29.08.12
xxx	Querschnitte A-A und B-B	1 : 100	14.01.13

3 Beschreibung des Bauwerkes

In diesem Abschnitt der Dokumentation zur Brandsimulationsberechnung für den Trogbereich erfolgt eine stichpunktartige Beschreibung des Bauwerkes hinsichtlich wesentlicher Belange für diese Brandsimulationsberechnungen.

Das Trogbauwerk ist am westlichen Tunnelausgang, nach der Station „Güterplatz“ geplant und hat eine Länge von ca. 130 m und eine Breite von ca. 7,9 m.

Die konkrete Geometrie soll durch die nachfolgenden Abbildungen verdeutlicht werden.



Abbildung 1: Grundriss des Trogbauwerkes, Geländeoberfläche

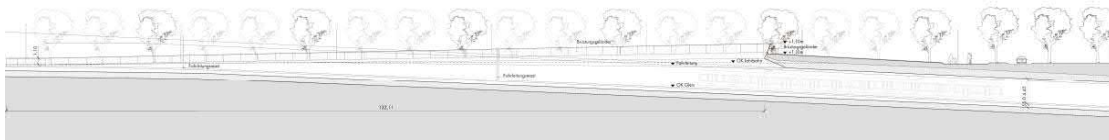
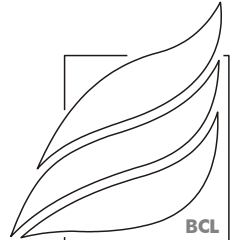


Abbildung 2: Längsschnitt durch das Trogbauwerk

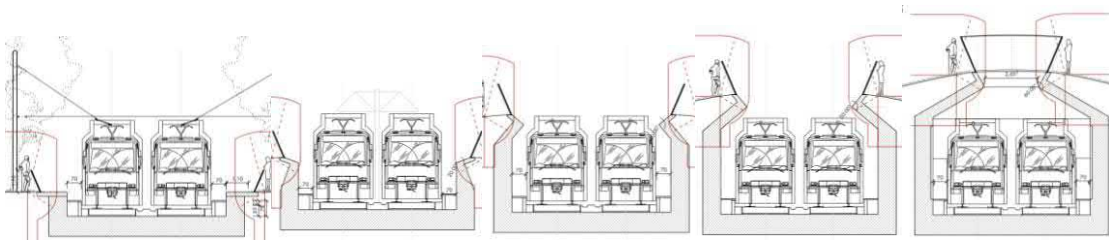


Abbildung 3: Querschnitte durch das Trogbauwerk

4 Brandszenarien

Für die durchgeführten Brandsimulationsberechnungen wurden, unter Berücksichtigung des Bemessungsbrandes für die Fahrzeuge der Serie U2 sowie der baulichen Bedingungen, kritische Brandszenarien festgelegt, welche nachfolgend beschrieben werden.

4.1 Bemessungsbrand

Durch den Auftraggeber wurde vorgegeben, dass für die zu bewertende Tunnelplanung der Bemessungsbrand für das Fahrzeug „U2“ zugrunde zu legen ist (Protokoll vom 02.09.2010 und GVT, Teil 4).

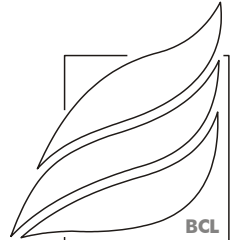
Dabei sind der zeitliche Verlauf der Wärmefreisetzungsrate sowie die Ausbeuten der wesentlichen Verbrennungsprodukte (Rauchausbeuten) Bestandteile des Bemessungsbrandes.

Allgemeines

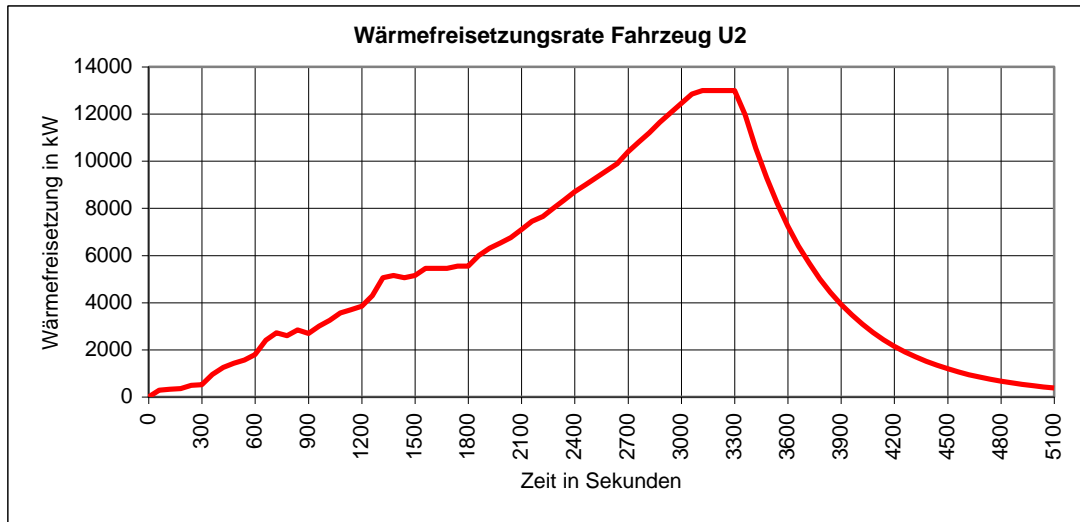
Zum Brandverhalten dieses Triebfahrzeuges erfolgten experimentelle und rechnerische Untersuchungen.

Dieser in dem "Bericht zur Bestimmung eines Bemessungsbrandes für Triebfahrzeuge der U-Bahn / Frankfurt a. M." dokumentierte Bemessungsbrand geht von der Zündung einzelner Bauteile des Fahrzeuges nacheinander mit bis zur 30. Brandminute steigender Wärmefreisetzungsrate aus. /4/

Das zu betrachtende Fahrzeug hat folgende Abmessungen, Wärmefreisetzungsraten und Rauchausbeuten:

**Tabelle 2: Abmessungen des Fahrzeugs U2**

Fahrzeuggröße	Länge	lichte Breite	lichte Höhe
	23 m	2,3 m	2,4 m

Wärmefreisetzungsrate**Abbildung 4: Verlauf der Wärmefreisetzungsrate für das Fahrzeug U2 nach /5/****Rauchausbeuten****Tabelle 3: Rauchausbeuten für das Fahrzeug U2 nach /5/**

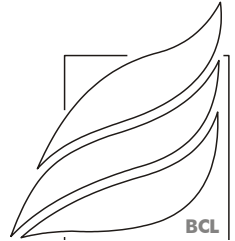
Art	Wert		Einheit
y_{CO_2}	1,72		g / g
y_{CO}	0,03		g / g
Rauchanteile	≤ 15 Min.	> 15 Min.	
y_{Rauch}	0,07	0,15	g / g
y_{HCN}	0,0055	0,005	g / g
Dm	0,08	0,19	m ² / g

Durchschnittlicher Heizwert: 22.530 kJ / kg

Anmerkung:

Eine zeitliche Steuerung der Rauchausbeuten, wie es Tabelle 3 erfordert, ist derzeit in keinem Brandsimulationsmodell möglich.

Für die konkrete Fragestellung ist es im Sinne einer konservativen Betrachtung ausreichend, wenn eine Berechnung mit einer Rauchausbeute von $y_{Rauch} = 0,15$ g/g durchgeführt wird.



4.2 Rahmenbedingungen

Strömung

Für die vorliegende Fragestellung wird keine Strömung berücksichtigt, um keine Szenarien zu bewerten, welche auch bei offenen Tunnelportalen nicht einzeln bewertet werden.

Tunnel

Das Trogbauwerk wurde über eine Länge von ca. 50 m modelliert und betrachtet. Weiterhin wurde bei der Berechnung zusätzlich ein angrenzender Tunnelabschnitt von ca. 20 m berücksichtigt.

Sowohl die betrachtete Länge des Trogabschnittes als auch die Länge des Tunnelabschnittes sind ausreichend groß, um festzustellen, inwiefern ein Raucheintrag in den Tunnel oder eine großräumige Trogverrauchung bei einem Brand im Trogbauwerk zu erwarten ist.

In der nachfolgenden Abbildung ist das FDS-Modell dargestellt.

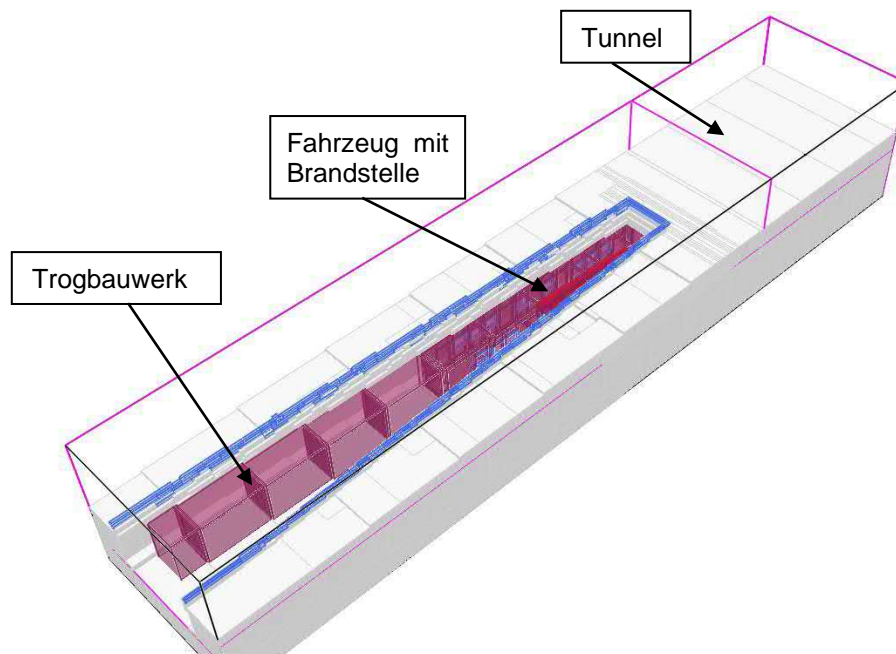
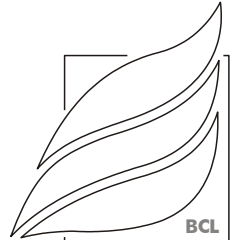


Abbildung 5: FDS-Modell des Trogbauwerkes mit Lage der Brandstelle

Der Brandort wurde unmittelbar vor dem Tunnelmund, also im Bereich der schmalsten Deckenöffnung des Trogbauwerkes, angeordnet.

Ausgangstemperatur

Für die Brandsimulationsberechnungen wird eine Ausgangstemperatur von 20°C sowohl innerhalb der Station als auch für die Umgebung angenommen.



5 Schutzziele

Die zu bewertende Fragestellung bezieht sich nicht auf den Nachweis einer raucharmen Schicht oder der Qualität einer Rauchschiebung.

Es soll eingeschätzt werden, ob die geplante Geometrie des Trogbauwerkes mit seiner sich verjüngenden Öffnung hinsichtlich der Verrauchung einem Tunnel gleichgesetzt werden muss oder nicht.

6 Berechnungsmodell

Bei den Brandsimulationsberechnungen ist das Feldmodell Fire Dynamics Simulator (FDS /3/) zur Anwendung gekommen. Das Feldmodell wurde federführend von Kevin McGrattan am National Institute of Standards and Technology (NIST) in den USA entwickelt und wurde im Jahr 2000 erstmals veröffentlicht.

Das Rechenmodell ist speziell auf den Rauch- und Wärmetransport während eines Brandes ausgerichtet. Dazu wird die Navier-Stokes-Gleichung numerisch umgesetzt, wobei standardmäßig das Turbulenzmodell Large Eddy Simulation (LES) mit einbezogen wird.

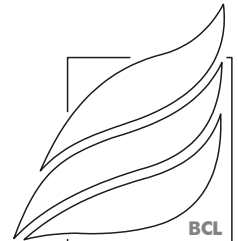
Weiterhin werden die Erhaltungsgleichungen der Masse, der Energie und des Impulses mit Hilfe der Finiten-Differenzen-Methode (FDM) berechnet.

Zur Berücksichtigung der thermischen Strahlung von aufgeheizten Objekten, aber auch der Heißgasstrahlung, wird die Finite-Volumen-Methode (FVM) genutzt.

Das Verbrennungsmodell bestimmt mit Hilfe einer einstufigen Verbrennungsreaktion die Anteile des unverbrannten Brennstoffs sowie die Anteile der Verbrennungsprodukte in der Umgebungsluft.

Zur Umsetzung der geometrischen Gegebenheit ist es erforderlich, alle Objekte mit Hilfe von Quadern oder Würfeln (entsprechend der Wahl des Rechengitters) zu diskretisieren.

Da die Software speziell auf die Untersuchung von Bränden ausgerichtet ist, eignet sich dieses Berechnungsmodell für den Nachweis des Rauchschutzes mitsamt den zu beurteilenden Parametern (Höhe der raucharmen Schicht, optische Dichte, Temperatur). FDS wurde außerdem in dem Technischen Bericht der vfdb „Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes“ /1/ als ein für die Brandsimulation geeignetes Modell benannt.



7 Berechnungsergebnisse

7.1 Erläuterungen

Um die Rauchausbreitung beurteilen zu können, werden die optische Dichte (OD) und die Temperatur (TE) auf zwei verschiedene Arten während der simulierten Branddauer dokumentiert.

Zum einen werden an markanten Stellen virtuelle „Messpunkte“ platziert. Der zeitliche Verlauf der optischen Dichte und der Temperatur an diesen Messpunkten wird in Diagrammen dargestellt.

Die Lage der virtuellen „Messpunkte“ ist in der nachfolgenden Abbildung veranschaulicht.

Es wurde dabei jeweils eine „Messreihe“ entlang der Sicherheitsräume (Reihe-1 und Reihe-3) sowie eine Messreihe entlang der Tunnel-Mittelachse (Reihe-2) angelegt.

In der nachfolgenden Abbildung ist beispielhaft die Lage der „Messpunkte“ für die Temperaturermittlung (TE) dargestellt. Die „Messpunkte“ für die optische Dichte (OD) sind jeweils an den gleichen Positionen angeordnet.

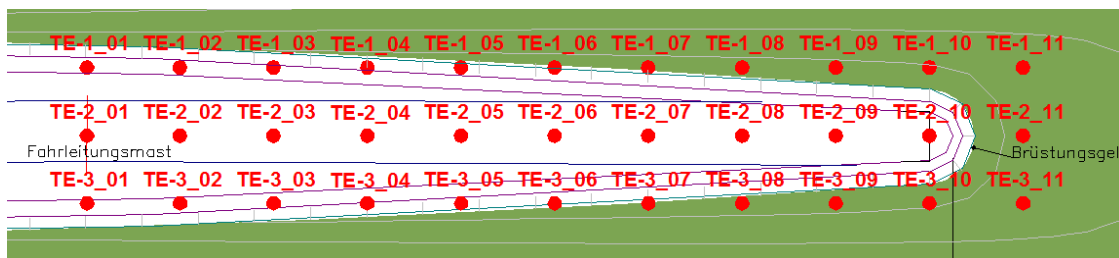


Abbildung 6: Lage der virtuellen „Messpunkte“ für die Temperaturmessung

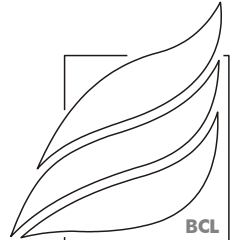
Die Höhe der Messpunkte liegt bei ca. 2 m über dem Tunnelboden und der Abstand zwischen den „Messpunkten“ innerhalb einer „Messreihe“ beträgt jeweils 5 m.

Zum anderen werden vertikale Schnitte mittig durch das Trogbauwerk und im Bereich der Sicherheitsräume gelegt (analog zu den Reihen der „Messpunkte“, an denen die zeitliche Entwicklung der einzelnen Parameter sichtbar ist).

Mit Hilfe dieser Schnitte wird die Verrauchung des Trogbauwerkes optisch dargestellt.

Als Grenzwert für die Skalierung wurde, orientierend an den Schutzziele für die raucharme Schicht, ein Grenzwert von 0,15 1/m für die optische Dichte und 50 °C für die Temperatur gewählt.

Die jeweiligen Skalen werden so justiert, dass der maximale Wert der oben beschriebene Grenzwert ist und auf der Farbskala rot dargestellt wird. Demzufolge werden auch Werte über den Grenzwerten in dieser Farbe dargestellt, was zur Folge hat, dass rote Bereiche in den Schnitten keine Gebiete mit konstanten Werten sind, sondern die Überschreitung der zulässigen Schutzziele aufzeigen.



7.2 Auswertung

Optische Dichte als Maß für die Verrauchung

Nachfolgend wird der Verlauf der optischen Dichte sowohl an den „Messpunkten“ als auch in den vertikalen Schnitten dargestellt.

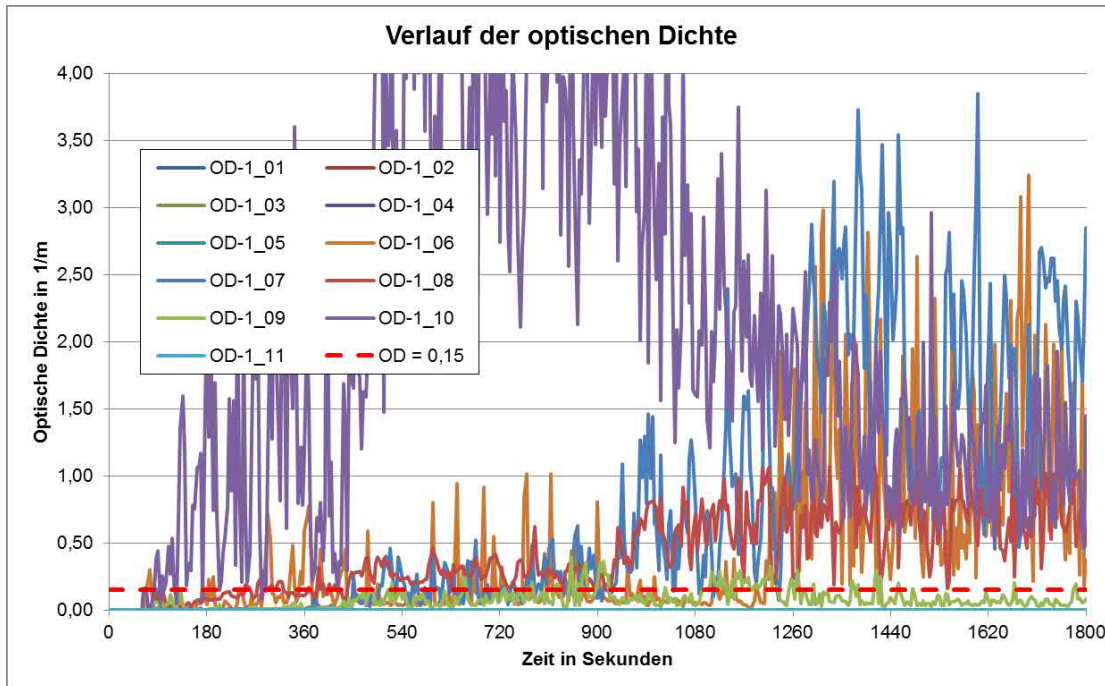


Abbildung 7: Verlauf der optischen Dichte im brandnahen Sicherheitsraum

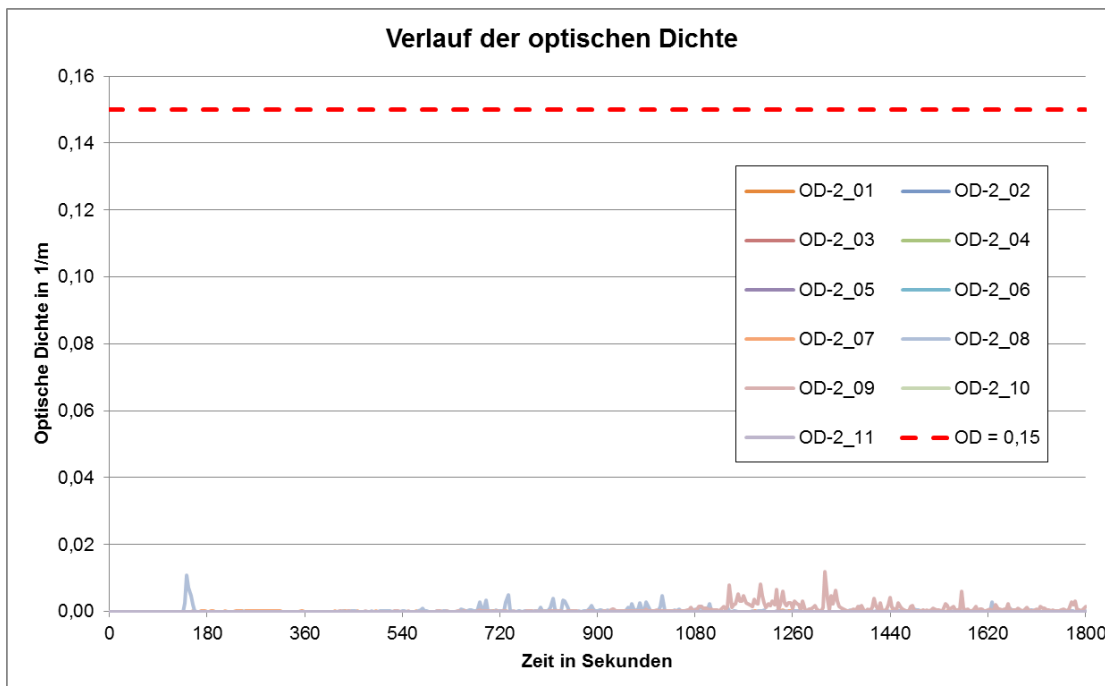


Abbildung 8: Verlauf der optischen Dichte in der Mitte des Trogbauwerkes

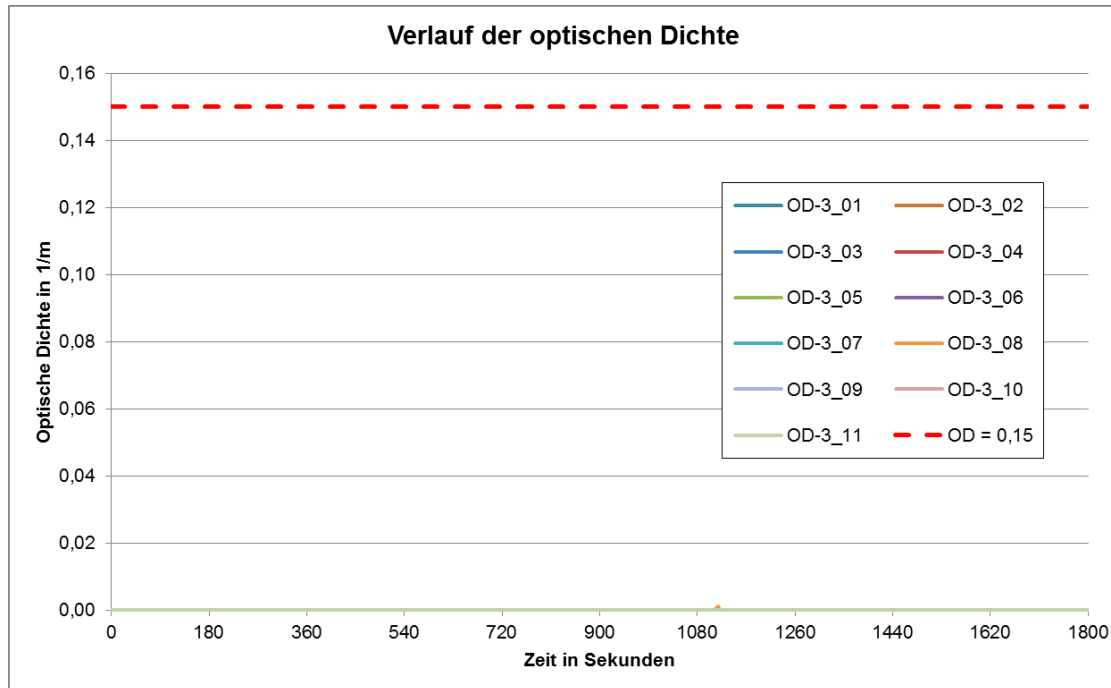
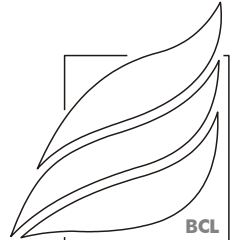


Abbildung 9: Verlauf der optischen Dichte im brandfernen Sicherheitsraum

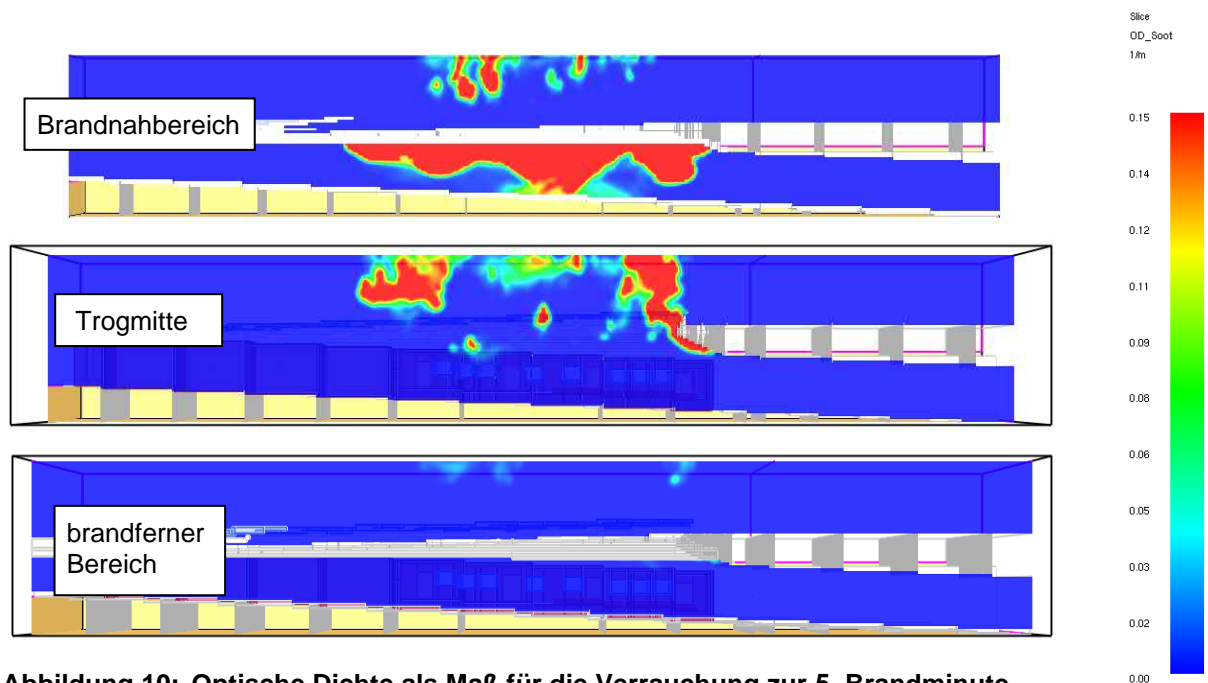
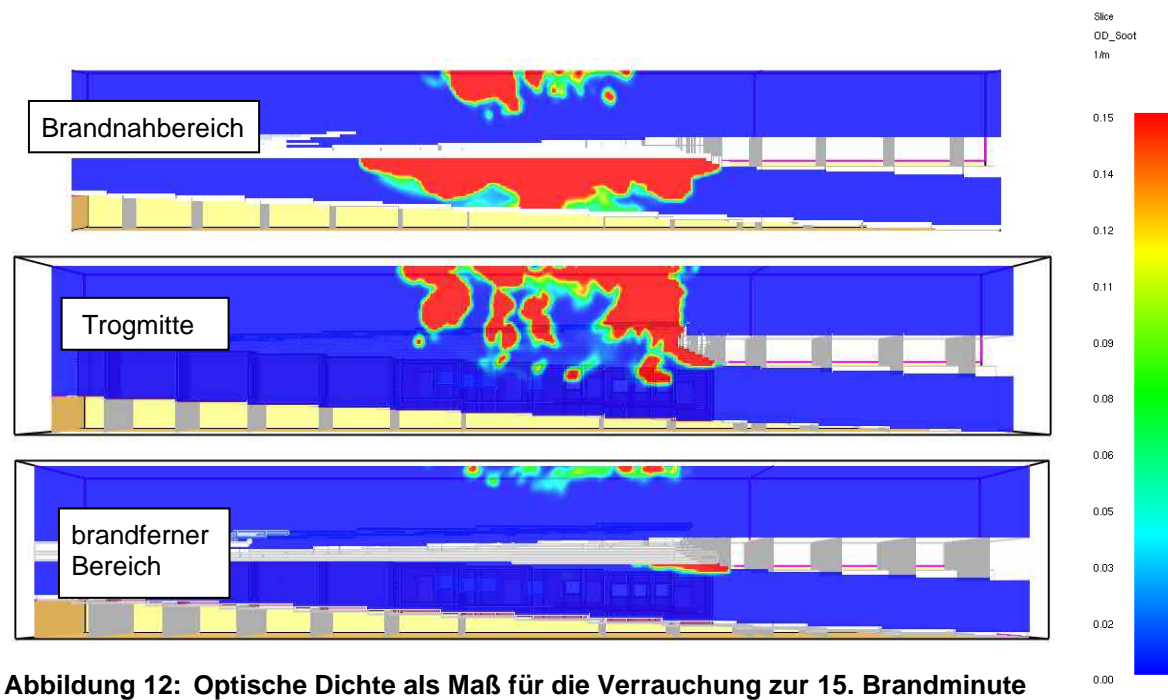
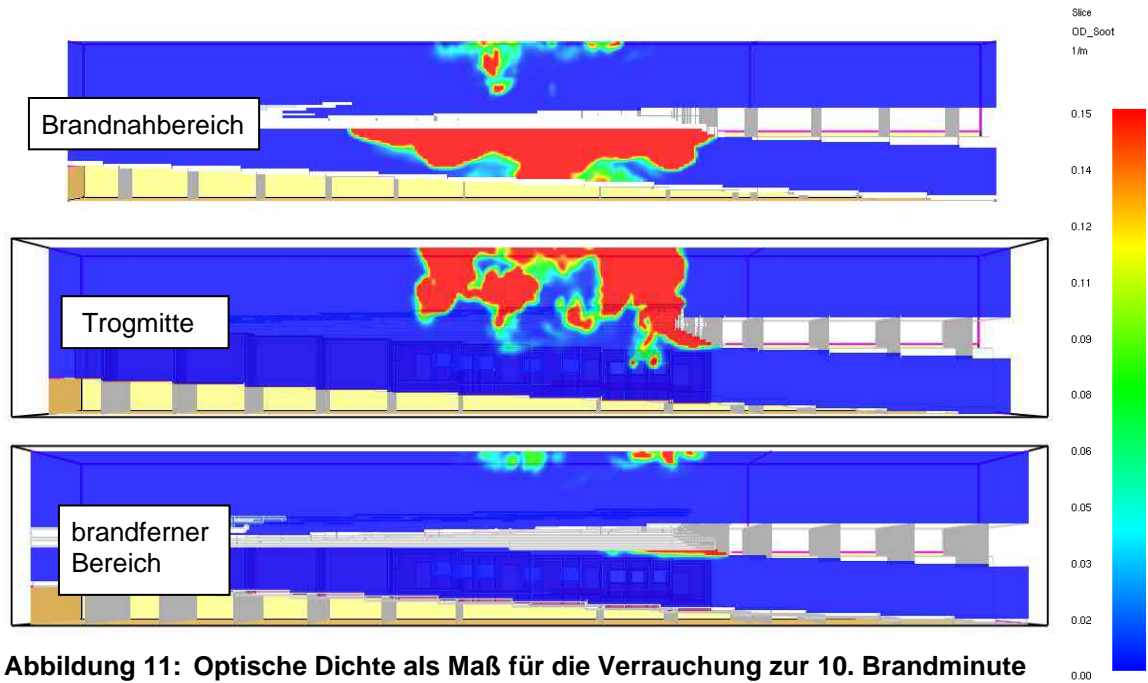
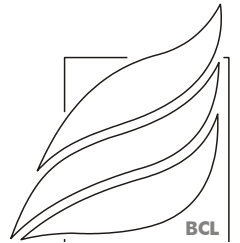
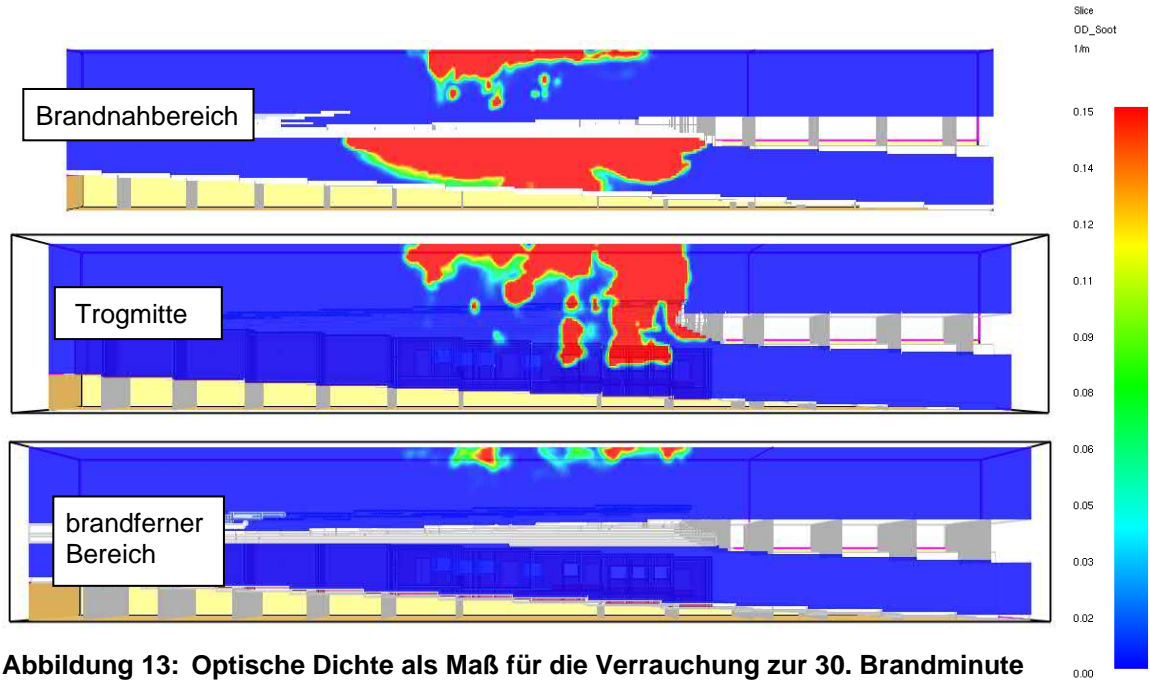
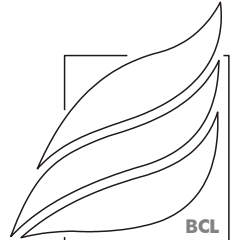


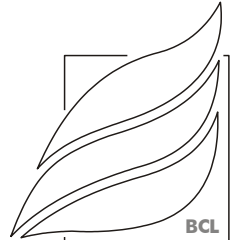
Abbildung 10: Optische Dichte als Maß für die Verrauchung zur 5. Brandminute





Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass der Rauch ungehindert ins Freie abströmen kann und nur im Brandnahbereich ein Raucheintrag in den Sicherheitsraum zu erwarten ist.

Der brandferne Bereich bleibt bis zur 30. Brandminute raucharm.



Temperatur

Nachfolgend wird der Temperaturverlauf sowohl an den „Messpunkten“ als auch in den vertikalen Schnitten dargestellt.

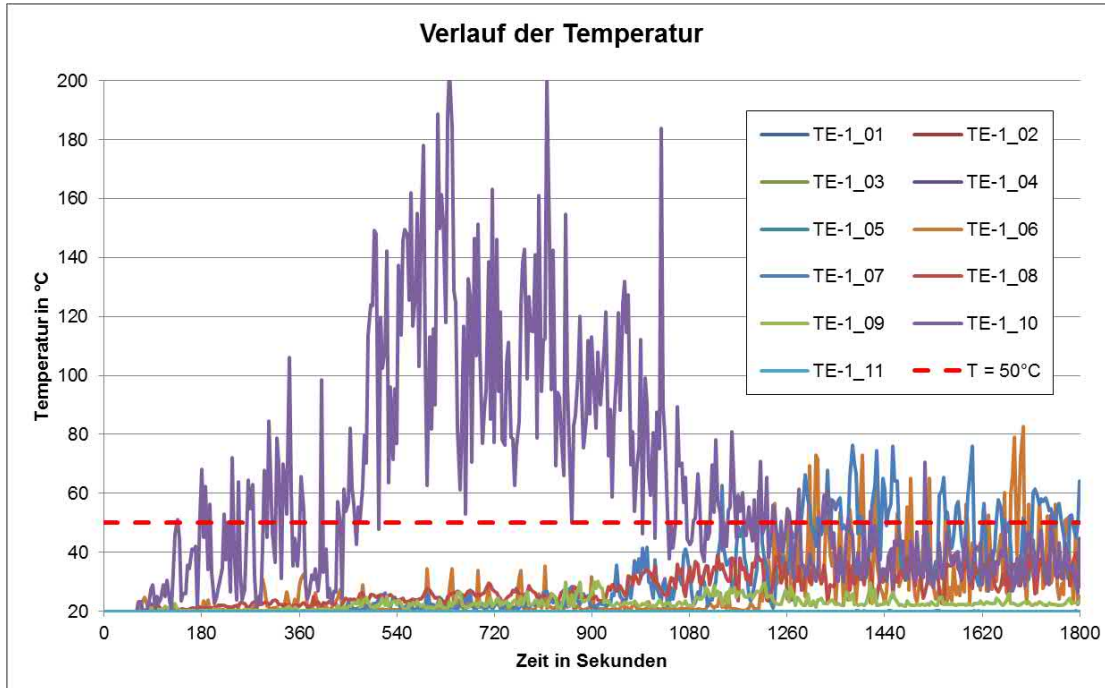


Abbildung 14: Temperaturverlauf im brandnahen Sicherheitsraum

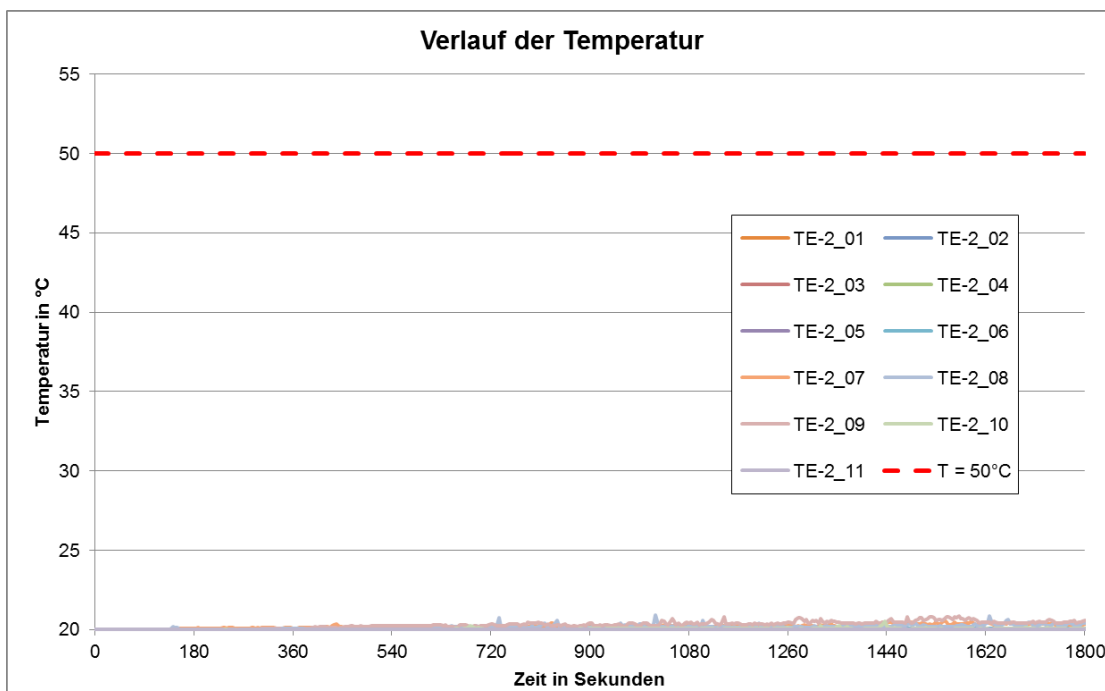


Abbildung 15: Temperaturverlauf in der Mitte des Trogbauwerkes

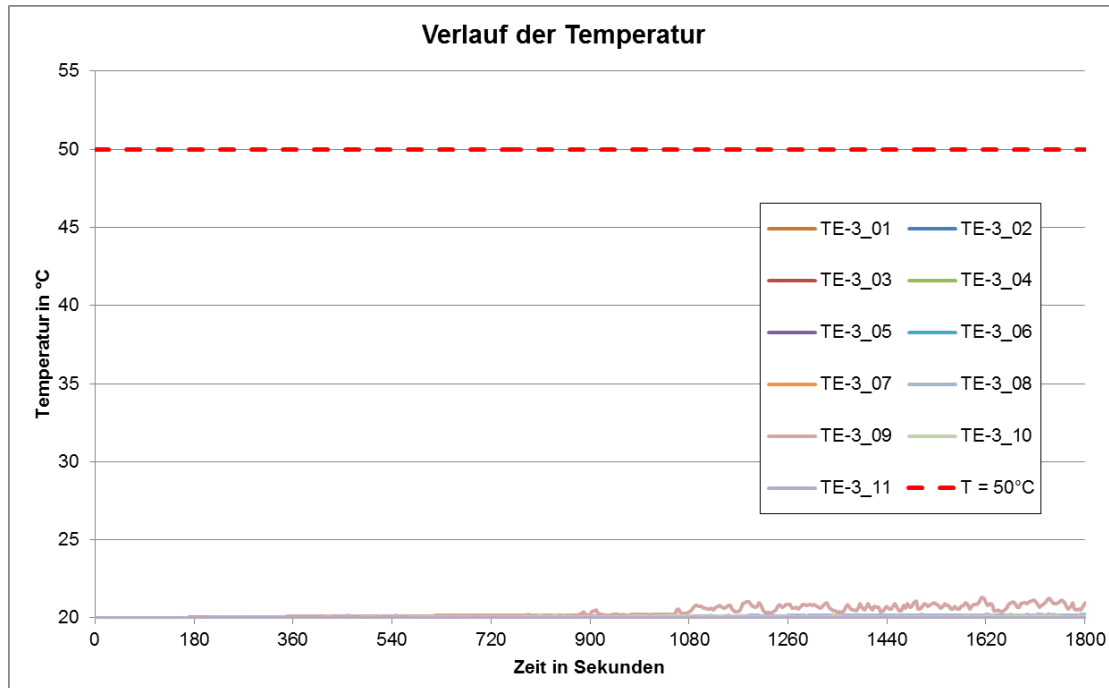
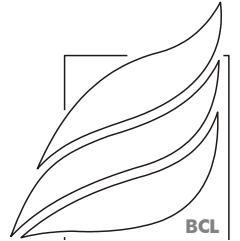


Abbildung 16: Temperaturverlauf im brandfernen Sicherheitsraum

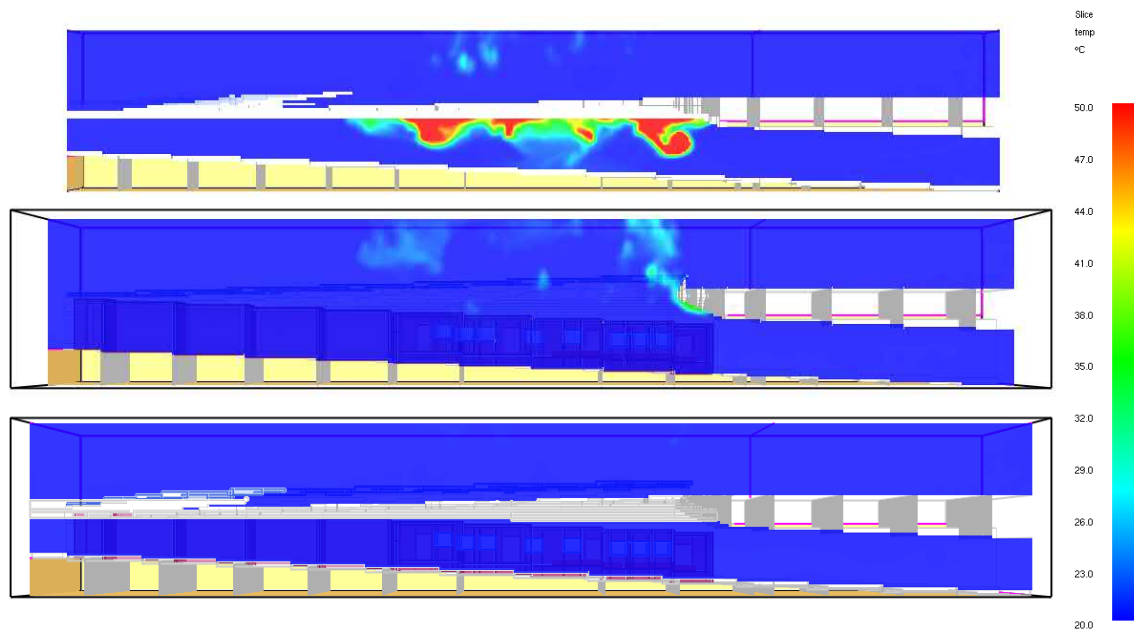


Abbildung 17: Temperaturverlauf zur 5. Brandminute

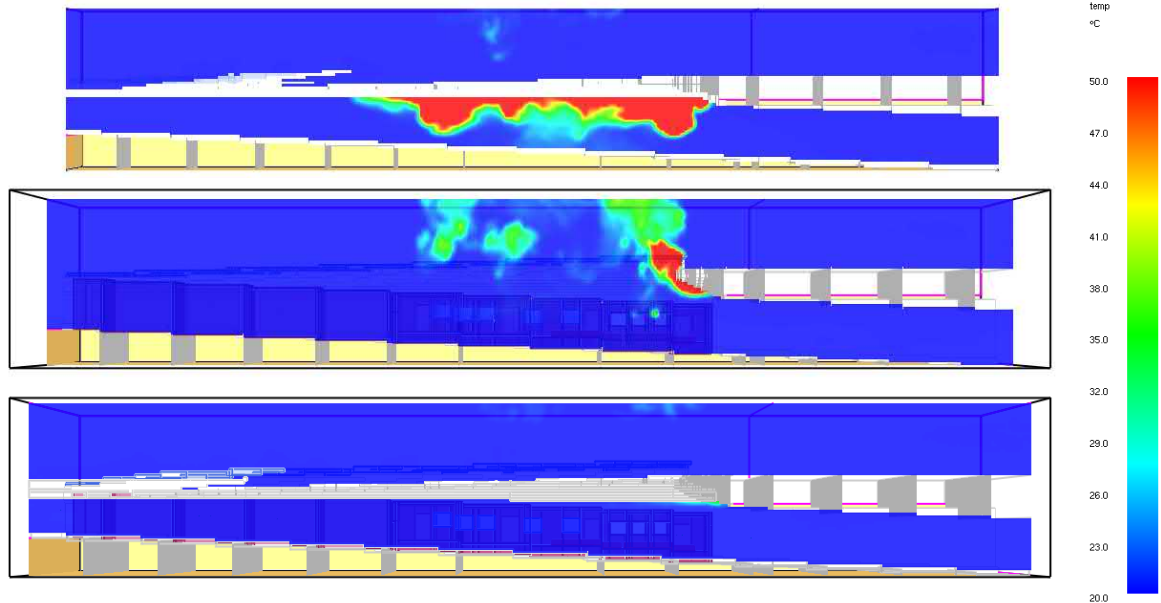
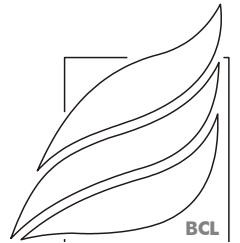


Abbildung 18: Temperaturverlauf zur 10. Brandminute

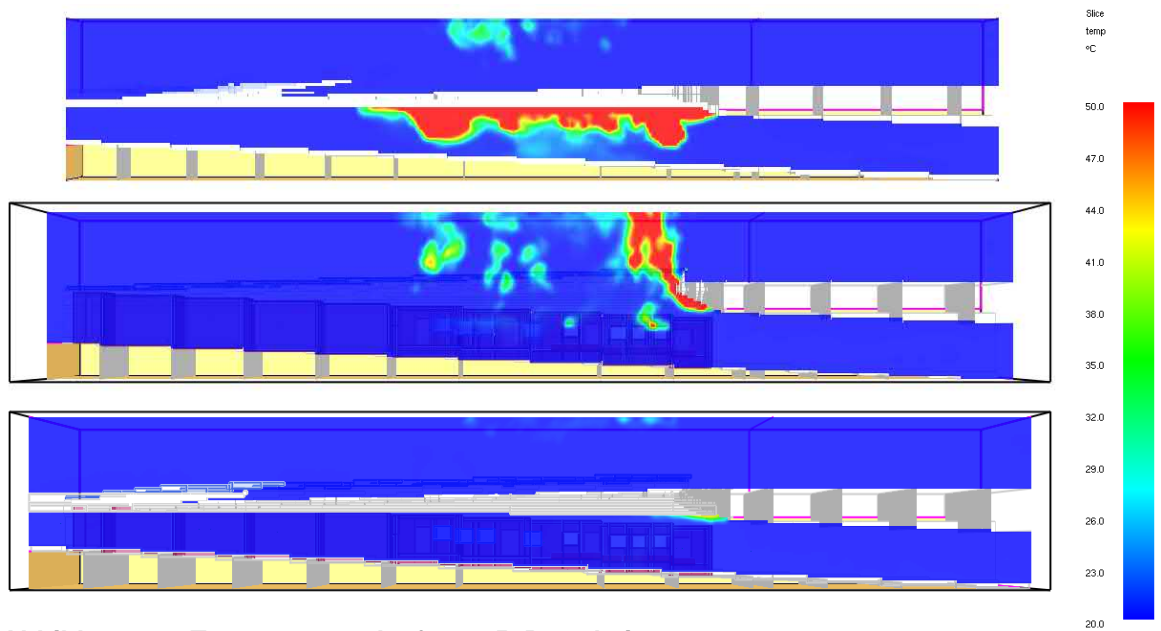


Abbildung 19: Temperaturverlauf zur 15. Brandminute

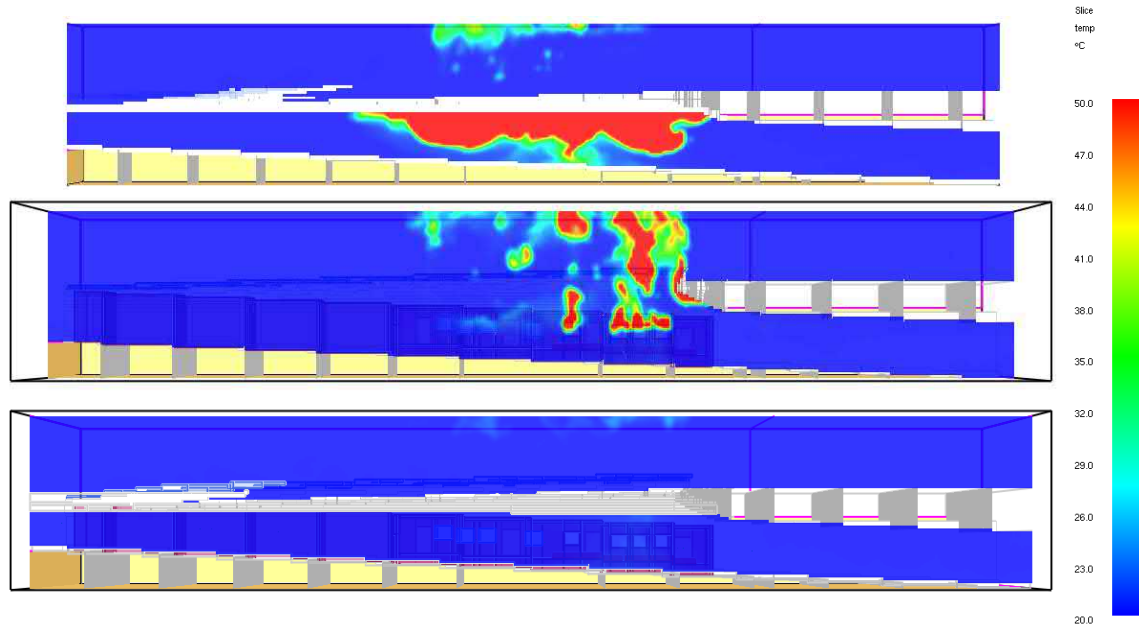
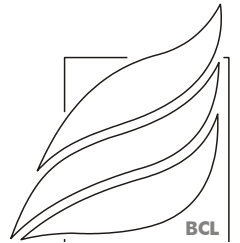
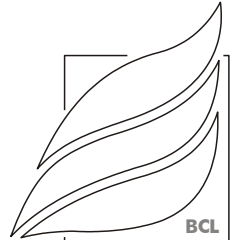


Abbildung 20: Temperaturverlauf zur 30. Brandminute

Analog zu den Berechnungsergebnissen für die optische Dichte zeigen auch die Ergebnisse der Temperatursimulationen, dass die Heißgase ungehindert ins Freie abströmen können und nur im Brandnahbereich ein Eintrag in den Sicherheitsraum zu verzeichnen ist, wie dies auch annähernd bei einem vollständig offenen Trogbauwerk der Fall wäre.



8 Zusammenfassende Bewertung

Es wurden ingenieurtechnische Untersuchungen hinsichtlich der Einstufung des teilüberbauten Trogbauwerkes durchgeführt, ob dieses bezüglich der Verrauchung im Brandfall mit einem Tunnel gleichzusetzen ist.

Dazu wurde die Verrauchung beim Brand eines Schienenfahrzeugs am Beginn des Trogbauwerkes, unmittelbar vor dem Tunnelmund, also im Bereich der stärksten Deckeneinschnürung berechnet.

Die Berechnungen haben ergeben, dass es nur zu einer Verrauchung des Sicherheitsraumes nahe der Brandstelle kommt, der vom Brand abgewandte Sicherheitsraum blieb bis zur 30. Brandminute raucharm.

Auch fand kein Raucheintrag in den Tunnel statt.

Anmerkung:

Bei einer entsprechenden Windströmung am Trogbauwerk ist davon auszugehen, dass durchaus ein Raucheintrag in den Tunnel stattfindet. Dieser Raucheintrag wäre jedoch gleichfalls bei einem offenen Rampenbauwerk zu erwarten und ergibt sich nicht aufgrund der besonderen Form des Trogbauwerkes.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das teilüberbaute Trogbauwerk hinsichtlich der Verrauchung beim Brand eines Schienenfahrzeuges nicht mit einem Tunnelbauwerk gleichgesetzt werden kann. Der Rauch kann ungehindert ins Freie abziehen, und die vom Brand abgewandte Seite des Trogbauwerkes erfährt bis zur 30. Brandminute keine Verrauchung, wie es bei einem Tunnelbauwerk zu erwarten wäre.

Anlage 3.2

zum Brandschutzkonzept

für das Bauvorhaben

"Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel"
Streckentunnel und Notausgang

in Frankfurt am Main
Projekt-Nr.: G 250 / 10

Zeichnerische Anlagen

Hinweise

In den Plänen ist die grundsätzliche Struktur der baulichen Brandschutzmaßnahmen und -lösungen veranschaulicht. Die zeichnerischen Darstellungen geben nicht alle Details wieder. Maßgebend sind die Feststellungen im Brandschutzkonzept.

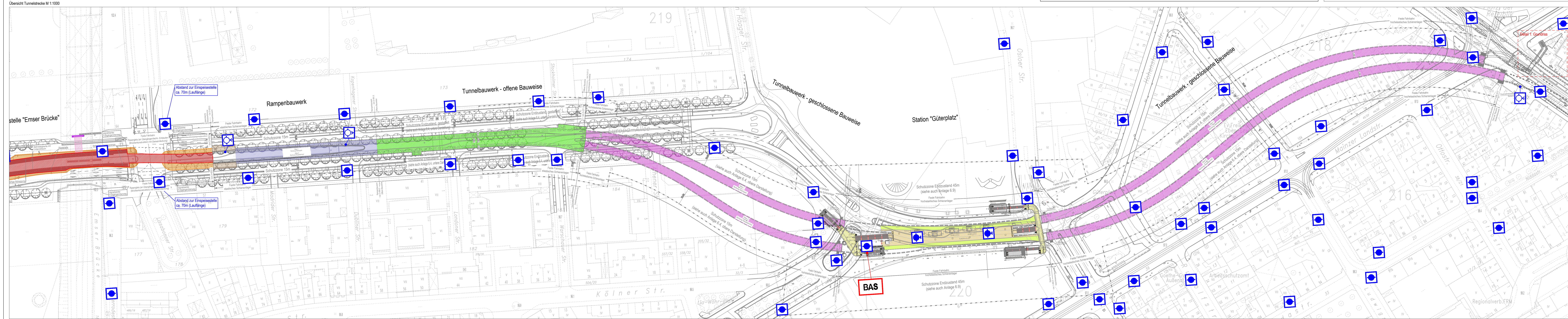
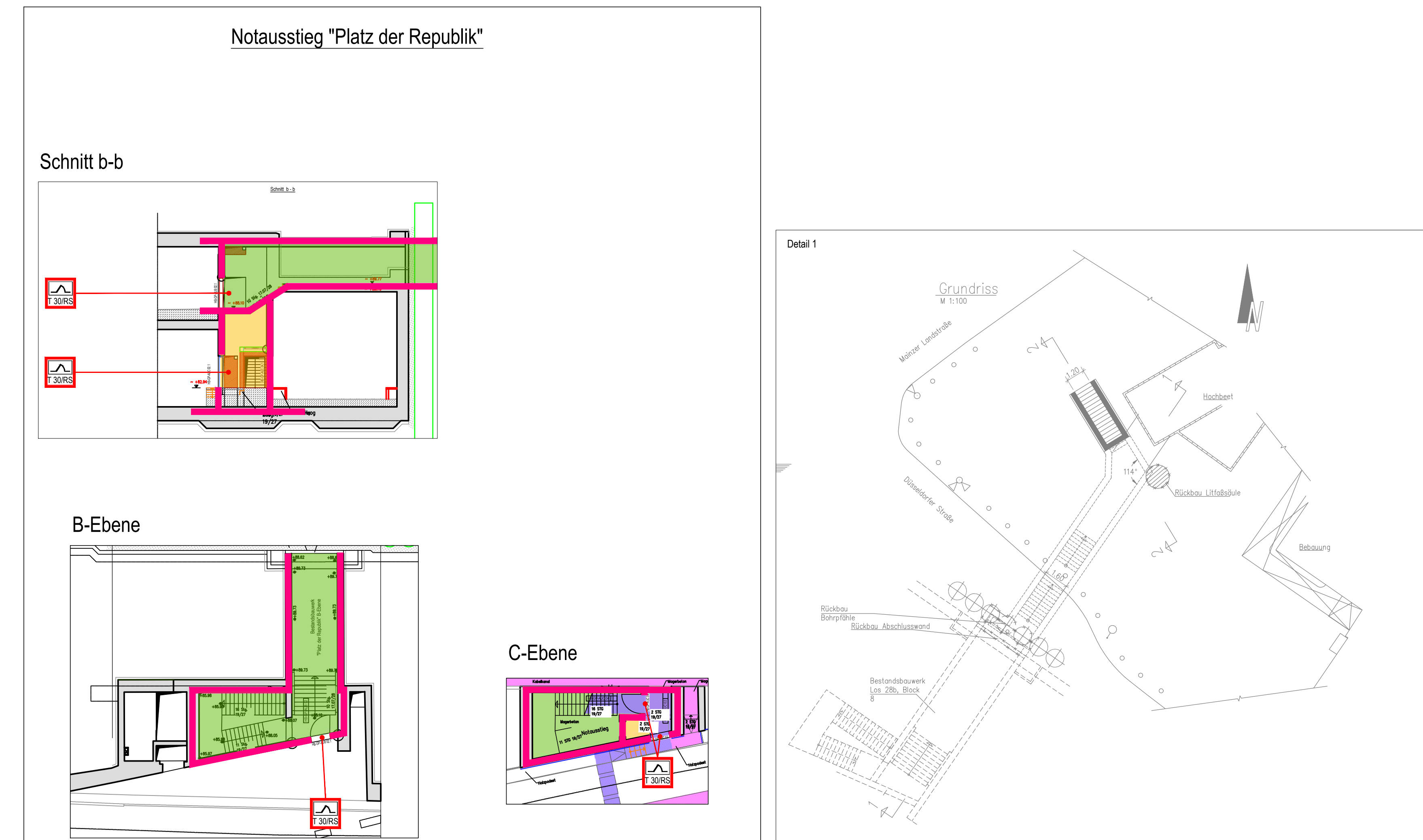
Hinsichtlich des Feuerwiderstandes sind in den Grundrissen nur **raumabschließende** Bauteile mit Anforderungen an den Feuerwiderstand markiert. Dargestellt ist somit das "Abschottungssystem", bezogen auf Brandabschnitte, Treppenräume, notwendige Flure, Nutzungseinheiten, Aufzüge sowie Räume, für die spezielle Anforderungen gelten oder gestellt werden.




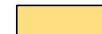





Das Erfordernis, auch die **tragenden** und **aussteifenden** Bauteile in der entsprechenden Feuerwiderstandsklasse auszuführen, bleibt davon unberührt.

Belange der Haustechnik und des anlagentechnischen Brandschutzes sind nicht grafisch dargestellt.

Bauteile werden teils nach nationalen Normen (z. B. DIN 4102), teils nach europäischen Normen geprüft (z. B. nach DIN EN 13 501-2). Daraus resultieren neben den bisher bekannten Kurzbezeichnungen (wie z. B. F 90, T 30...) Bezeichnungen nach Bauregelliste A Teil 1, Anlage 0.1.2 (wie z. B. REI 90, EI 30-C...).

Um in den zeichnerischen Anlagen zum Brandschutzkonzept die Übersichtlichkeit zu wahren, werden daher bei den raumabschließenden Bauteilen die bauaufsichtlichen Anforderungen gemäß Landesbauordnung benannt (z. B. rauchdicht, feuerhemmend, feuerbeständig, selbstschließend).



Legende BSK:	
	raumschließendes feuerbeständiges Bauteil
	rauchdichte, feuerhemmende und selbstschließende Tür
	notwendige Treppe
	Schleuse
	Hydrant (Straßennetz)
	Wandhydrant
	Einseipgestellte Steigleitung trocken für die Feuerwehr
	Entnahmestelle Steigleitung trocken für die Feuerwehr
	Brandmeldeabfrage Schrank





Planggrundlage:
X_PdR.dwg vom 20.03.2014
4403-4414_4BRP001ubl1000.dwg vom 30.04.2020

In dieser Anlage sind ausgewählte Brandschutzmaßnahmen dargestellt. Maßgebend sind die Aussagen im Text des Brandschutzkonzeptes.

[illegible]

Ort: Frankfurt am Main	Datum:	(Rüffer)
Bauherr / Bauherrenvertretung Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH		
Ort: Frankfurt am Main	Datum:	(GBL)
Bauherr / Bauherrenvertretung Stadt Frankfurt am Main		
Der Magistrat Amt für Straßenbau und Erschließung		
Ort: Frankfurt am Main	Datum:	(Dehmer, Antleisch)

Prüfingenieur / Abnahme	Prüfingenieur / Abnahme
-------------------------	-------------------------

			
VerkehrsGesellschaft Frankfurt am Main eH Geschäftsbereich Infrastruktur Kurt-Schumacher-Str. 6 60311 Frankfurt am Main			
S T A D T		F R A N K F U R T A M	M A I N
		Amt für Straßenbau und Erschließung Große Friedberger Straße 7-11 60313 Frankfurt am Main	
Planersteller		Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig Torgauer Platz 3 • 04315 Leipzig www.bci-leipzig.de	
Projekt Stadtbahnstrecke Europaviertel			



Kapitel 4 zum Brandschutzkonzept

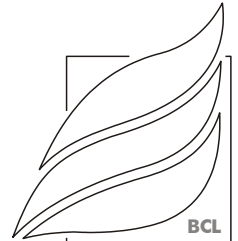
für das Bauvorhaben

„Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel“

**in Frankfurt am Main,
Projekt-Nr.: G 250 / 10**

Gemeinschaftstunnel

Stand 30.04.2020
(Index H)

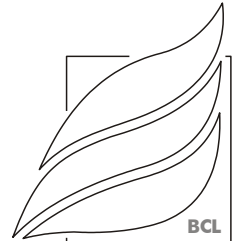


Gliederung

1	Beurteilungsgrundlagen	3
2	Beschreibung des Gemeinschaftstunnels	4
3	Bauordnungsrechtliche Besonderheiten.....	6
4	Brandgefahren, Schutzziele und Risikobewertung	6
4.1	Besondere Schutzziele	6
4.2	Brandszenarien.....	6
5	Brandschutztechnisches Gesamtkonzept.....	7
5.1	Das Grundstück und seine Bebauung / Gebäudeabstände auf dem Grundstück und zu Nachbarn	7
5.2	Zugänglichkeit, Flächen für die Feuerwehr	7
5.3	Löschwasserversorgung	8
5.4	Baulicher Brandschutz	8
5.4.1	Wände, Pfeiler und Stützen	8
5.4.2	Öffnungen in raumabschließenden Bauteilen	9
5.4.3	Sicherheitsräume	9
5.4.4	Verkleidungen / Dämmschichten / Dehnungsfugen	9
5.4.5	Leitungsanlagen.....	10
5.5	Rettungswegkonzept	10
5.6	Rauchschutzkonzept.....	11
5.7	Anlagentechnischer Brandschutz.....	11
5.7.1	Wandhydranten.....	11
5.7.2	Feuerlöscher	11
5.7.3	Notrufeinrichtungen.....	11
5.7.4	Brandmeldeanlage	11
5.7.5	Sicherheitsbeleuchtung.....	12
5.7.6	Rettungswegkennzeichnung / Rettungszeichenleuchten	13
5.7.7	Sicherheitsstromversorgung	13
5.7.8	Gebäudefunkanlage.....	13
6	Schnittstellen zum Straßentunnel.....	14

Anlage

Anlage 4 Zeichnerische Anlagen

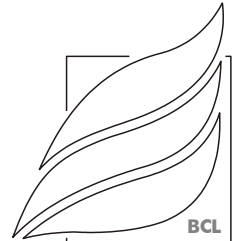


1 Beurteilungsgrundlagen

Für die Erarbeitung des Brandschutzkonzeptes wurden folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

Plan-Nr.	Zeichnungsinhalt	Maßstab	Stand
Anlage B-08, Blatt-Nr. 1a	Tunnel Europagarten Horizontalschnitt H1-H1 und Längsschnitt 1-1	1 : 500	15.03.13
Blatt-Nr. OP 01	Tunnel Europagarten - Tunnelbauwerk Teil 1 (West) Horizontal- und Längsschnitt	1 : 200	ohne
Blatt-Nr. OP 01.1	Tunnel Europagarten - Interimszustand Tunnelbauwerk – vor Ausbau Stadtbahnröhre	1 : 200	ohne
Blatt-Nr. OP 02	Tunnel Europagarten - Tunnelbauwerk Teil 2 (Mitte) Horizontal- und Längsschnitt	1 : 200	ohne
Blatt-Nr. OP 03	Tunnel Europagarten - Tunnelbauwerk Teil 3 (Ost) Horizontal- und Längsschnitt	1 : 200	ohne
Blatt-Nr. OP 04	Tunnel Europagarten - Regelquerschnitte	1 : 50	ohne
Blatt-Nr. OP 05	Tunnel Europagarten - Portal West mit Betriebsgebäude - Horizontal- und Längsschnitt	1 : 100	ohne
Blatt-Nr. OP 06	Tunnel Europagarten - Portal West mit Betriebsgebäude - Querschnitte	1 : 100	ohne
Blatt-Nr. OP 07	Tunnel Europagarten - Portal Ost mit Betriebsgebäude - Horizontal- und Längsschnitt	1 : 100	ohne
Blatt-Nr. OP 08	Tunnel Europagarten - Portal Ost mit Betriebsgebäude - Querschnitte	1 : 100	ohne
Blatt-Nr. OP 10	Tunnel Europagarten – Hebeanlage West Grundriss und Schnitte	1 : 50	ohne
Blatt-Nr. OP 11	Tunnel Europagarten – Hebeanlage Ost Grundriss und Schnitte	1 : 50	ohne
Blatt-Nr. OP 21	Tunnel Europagarten - Betriebsgebäude West Grundriss, Schnitte, Details	1 : 50/25/10	ohne
Blatt-Nr. OP 22	Tunnel Europagarten - Betriebsgebäude Ost Grundriss, Schnitte, Details	1 : 50/25/10	ohne
Blatt-Nr. OP 23	Tunnel Europagarten – Betriebsgebäude Stützwand Portal Ost - Grundriss, Schnitte, Details	1 : 50/25/10	ohne
EB-WP- T1_A---- _5GPL020gt_0050	Tunnel Europagarten Betriebsräume Westportal	1 : 50	15.11.19
EB-WP- T1_A---- _5GPL021gt_0050	Tunnel Europagarten Betriebsräume Ostportal	1 : 50	15.11.19

- Besprechungsprotokoll Nr. 01; Gemeinschaftstunnel Europagarten, verfasst durch VGF; zur Besprechung vom 20.03.2012
- Neubeurteilung der Immissionssituation; HBI Haerter Beratende Ingenieure; Stand 15.05.2012



- Überarbeitung Gutachten Tunnellüftung nach RABT 2006; GBI Gackstatter Beratende Ingenieur; Stand 16.05.2012 / Ver. 1.1
- Protokoll Nr. 1 – Koordiniertes Gesamtsicherheitskonzept Gemeinschaftstunnel zur Beratung vom 31.05.2012
- Anlage NA 01, A. Projektbeschreibung zum Projekt Bau der Stadtbahn Grundstrecke B, Teilabschnitt 3, Europaviertel, (Auszug undatiert)
- Europaviertel Gemeinschaftsbauwerk Unterführung Europagarten - Gesamtsicherheitskonzept nach RABT 2006 und BOStrab; Schüßler-Plan; 28.01.2013.

2 Beschreibung des Gemeinschaftstunnels

Der Gemeinschaftstunnel hat eine Länge von ca. 394 m und eine Gesamtbreite von rund 23,7 m, verteilt auf 3 Röhren, zwei Richtungsverkehrsröhren für den motorisierten Individualverkehr (MIV) und eine mittig dazwischen angeordnete Röhre für den (öffentlichen (Personennah-)Verkehr) ÖV mit zwei Gleisen.

Die beiden Straßentunnelröhren haben eine Breite im Regelquerschnitt von 6,5 m im Lichten. Sie umfassen je Röhre eine Fahrspur von 3,75 m Breite, einen Seitenraum von 50 cm Breite entlang der inneren Trennwände zum ÖV-Tunnel und einen 2,25 m breiten Seitenstreifen, getrennt durch eine Fahrstreifenbegrenzung von 0,25 m von der Fahrspur. Das Lichtraumprofil beträgt 4,9 m.

Die MIV-Röhren sind vom ÖV-Tunnel durch 0,7 m dicke Stahlbetonwände getrennt. Der Stadtbahntunnel hat eine lichte Breite von 7,9 m im Regelquerschnitt und eine lichte Höhe von 4,6 m. Jeweils außenseitig entlang der Trennwänden zu den MIV-Tunneln sind Sicherheitsräume mit einer Breite von 85 cm geplant, die eine Höhe von 50 cm gegenüber dem Gleis haben.

Die folgenden Abbildungen zeigen einen Regelquerschnitt und einen Auszug aus dem Lageplan.

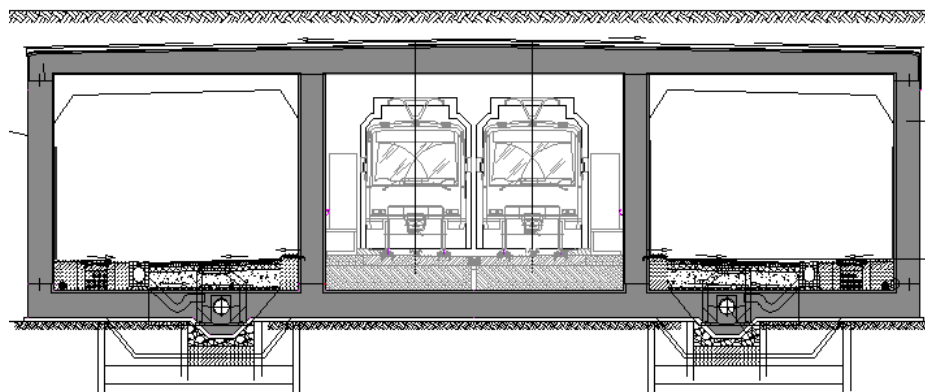


Abbildung 1: Regelquerschnitt Gemeinschaftstunnel

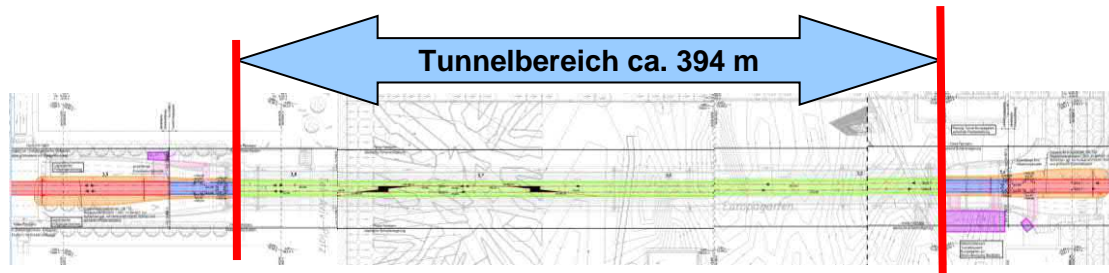
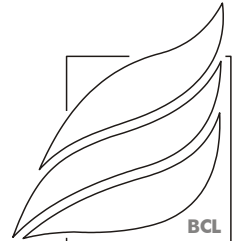


Abbildung 2: Auszug aus dem Lageplan im Bereich Europagarten

Konstruktion und Bauweise

Der Tunnel wird in „offener Bauweise“ bzw. "Deckelbauweise" errichtet. Es handelt sich um eine Stahlbetonkonstruktion. Die drei Tunnelröhren werden durch jeweils eine etwa 0,7 m breite Wandscheibe voneinander getrennt. Die Portale West und Ost befinden sich für alle drei Tunnelröhren jeweils etwa in gleicher Querachse.

Angaben zu Räumen

Auf der Nordseite des Westportals und auf der Südseite des Ostportals sind jeweils Technikräume angeordnet mit Zugängen, die in den seitlichen Stützmauern in den Rampenabschnitten integriert werden. Alle Transformatorenräume und ein Mittelspannungsraum besitzen direkte Zugänge vom Freien, weitere Räume sind über interne Flure erschlossen. Die Technikräume der VGF befinden sich im Wesentlichen auf der Südostseite. Zwei weitere Technikräume der VGF sind auf der Nordwest-Seite des Tunnels untergebracht.

Je ein Entwässerungsbauwerk je Fahrtrichtung ist nördlich und südlich der Richtungsröhre der Straßentunnel innerhalb der baulichen Anlage angeordnet. Die Sicherheitsanforderungen an die Tunnelentwässerung sind Gegenstand des Konzeptes für die Straßentunnel.

Bei allen Technikräumen handelt es sich nicht um Aufenthaltsräume. Die Räume werden nur zu Installations-, Kontroll- und Wartungszwecken betreten.

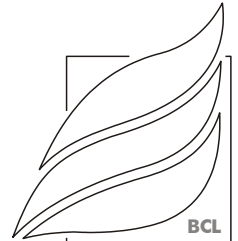
Nutzung / Relationen zu angrenzenden Nutzungen

Es sind in dem Tunnelbauwerk des MIV keine Einschränkungen zum allgemeinen Fahrzeugverkehr vorgesehen; die Fahrgeschwindigkeit soll maximal 50 km/h betragen. Im Tunnel werden Gefahrguttransporte zugelassen.

Weitere Kennwerte, wie auch die brandschutz- und sicherheitstechnischen Anforderungen für den MIV-Verkehr sind dem Gesamtsicherheitskonzept nach RABT 2006 für die Straßentunnel und dem zugehörigen Gutachten der Luftschadstoffe zu entnehmen.

Im Stadtbahntunnel werden nur Fahrzeuge der VGF, auf je einem Richtungsgleis, verkehren. Als Brandszenarium ist daher ausschließlich der Brand eines U-Bahn-Fahrzeugs der VGF in dem ÖV-Tunnel relevant.

Das geplante Tunnelbauwerk befindet sich in zentraler innerstädtischer Lage.



3 Bauordnungsrechtliche Besonderheiten

Bei der brandschutztechnischen Beurteilung und Festlegung von Brandschutzanforderungen, die die Schnittstelle zu den Straßentunneln oder andere angrenzende Nutzungen betreffen, sind in der Regel die höheren Anforderungen der für die unterschiedlichen Nutzungen geltenden Regelungen maßgebend. Ggf. erforderliche spezielle objektbezogene Maßnahmen können sich aus der Wechselwirkung beider Verkehrseinrichtungen ergeben.

Der neue Gemeinschaftstunnel liegt hinsichtlich der MIV-Tunnel im Geltungsbereich der RABT 2006.

Für den ÖV-Tunnel gilt die BOStrab und zugehörige technische Regeln.

4 Brandgefahren, Schutzziele und Risikobewertung

4.1 Besondere Schutzziele

Gemäß § 3 (1) Ziffer 3 BOStrab müssen Betriebsanlagen und Fahrzeuge insbesondere so gebaut sein, dass die Entstehung von Bränden durch vorbeugende Maßnahmen erschwert wird und im Brandfall die Möglichkeit zur Selbst- und Fremdrettung von Personen sowie zur Brandbekämpfung besteht.

Die Führung des MIV und des ÖV in Tunnelbauwerken stellt grundsätzlich kein erhöhtes Risiko in Bezug auf die Brandentstehung im Vergleich zur freien Strecke dar. Die Gefahr der Entstehung ist jederzeit gegeben. Risiko erhöhend sind die Brandwirkungen, die in den folgenden Punkten benannt werden.

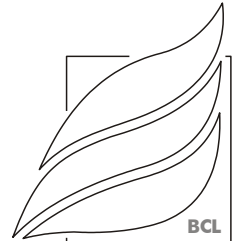
4.2 Brandszenarien

Die möglichen Brandgefahren ergeben sich nur aufgrund der geplanten technischen Einrichtungen sowie dem Brand eines Schienenfahrzeugs.

Für das Szenario, dass ein Fahrzeug brennend im Tunnel liegen bleibt und die nächste Haltestelle nicht mehr erreicht, wurde im Rahmen von Forschungsvorhaben eine sehr geringe Eintrittswahrscheinlichkeit ermittelt. Im Betrachtungszeitraum, der dem Forschungsvorhaben zu Grunde lag, haben sich zudem die normativen Vorgaben beim Brandschutz im Fahrzeug kontinuierlich weiterentwickelt. Dies reduziert die Eintrittswahrscheinlichkeit für dieses Szenario nochmals.

Für den Bahnbetrieb der Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main gilt insbesondere, dass, soweit noch möglich, immer die nächste Haltestelle angefahren wird und dort die Evakuierung erfolgt. Dies erleichtert gleichfalls den Einsatz der Feuerwehr.

Bezogen auf den Gemeinschaftstunnel sind die nächstgelegenen Haltestellen „Wohnpark“ und „Europagarten“ im Freien.



5 Brandschutztechnisches Gesamtkonzept

5.1 Das Grundstück und seine Bebauung / Gebäudeabstände auf dem Grundstück und zu Nachbarn

Der geplante Tunnel liegt unterhalb des „Europagartens“ im zentralen Stadtgebiet von Frankfurt am Main.

Das Grundstück oberhalb des Tunnels ist derzeit nicht bebaut, aber als mögliche Baufläche ausgewiesen.

Erfolgt eine Überbauung des Tunnels mit Gebäuden, deren Fassade sich direkt oberhalb eines Portals befindet, so ist hierfür eine brandschutztechnische Risikobeurteilung unter Berücksichtigung nutzungsspezifischer Brandszenarien erforderlich.

5.2 Zugänglichkeit, Flächen für die Feuerwehr

Der Tunnel ist über die beiden Tunnelportale östlich und westlich des Europagartens zugänglich.

Eine Zufahrt für Fahrzeuge der Feuerwehr in die Tunnelröhre selbst wird wegen der im Havarie- bzw. Brandfall durch Fahrzeuge evtl. blockierten Fahrbahnen des Tunnels nicht vorgesehen.

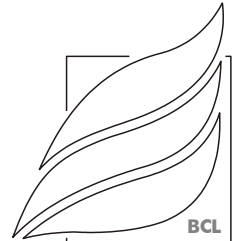
Eine Unterstützung des Löschangriffs aus der nicht vom Brand betroffenen Röhre ist aufgrund einer brandschutztechnisch qualifizierten baulichen Trennung der drei Röhren möglich. Es werden mit feuerbeständigen Brandschutztüren gesicherte Verbindungen geschaffen.

Entsprechende Türen sind in den Drittpunkten des Tunnels geplant.

Diese zusätzlichen Zugangsmöglichkeiten für die Feuerwehr werden entsprechend objektspezifischer Vorgaben der Branddirektion Frankfurt am Main geplant und resultieren ausschließlich aus Anforderungen an Einsatzbedingungen für die Röhren des Autotunnels. Gleiches gilt, sofern eine feste Fahrbahn erstellt wird. Diese ist für den Stadtbahntunnel nicht erforderlich.

Die Türen müssen als T 90-Türen ausgeführt werden und eine feuerbeständig verglaste Sichtöffnung entsprechend der RABT 2006 besitzen. Sie sind nur durch die Feuerwehr zu öffnen.

Eine Sperrung, auch der nicht vom Brand betroffenen Röhren, im Ereignisfall ist immer erforderlich, so dass auch der Einsatz von dort möglich ist. Eine Entscheidung zur Nutzungsfreigabe der nicht direkt vom Brand betroffenen Röhren bedarf der Zustimmung der Feuerwehr.



5.3 Löschwasserversorgung

In Anlehnung an das Arbeitsblatt W 405 des DVGW und unter Berücksichtigung möglicher Brandszenarien ist für die Tunnelstrecke eine Löschwassermenge von 96 m³/h über mindestens zwei Stunden vorzuhalten.

Die gesamte Tunnelstrecke ist in einem vollständig erschlossenen Gebiet geplant. Die Lage der Hydranten im öffentlichen Straßennetz kann den Plänen der MAINOVA AG entnommen werden. Sie sind auszugsweise in der zeichnerischen Anlage zum Kapitel 1 dieses Brandschutzkonzeptes übernommen worden.

Mit maximalen Entfernungen der nächstgelegenen Hydranten zu den Tunnelportalen von < 100 m ist die Lage der vorhandenen Hydranten bezogen auf die Tunnelportale ausreichend. Bezüglich der Löschwassermenge ist ein Nachweis des örtlichen Wasserversorgers erforderlich.

5.4 Baulicher Brandschutz

5.4.1 Wände, Pfeiler und Stützen

Tragkonstruktion

Tunnel müssen entsprechend § 30 (1) BOStrab so gebaut sein, dass bei einem Brand die Standsicherheit seiner tragenden Bauteile gewährleistet bleibt. Die tragenden Bauteile müssen entsprechend Abschnitt 2.4.1 der BOStrab-Tunnelbaurichtlinie mindestens entsprechend der Feuerwiderstandsklasse F90-A nach DIN 4102 ausgeführt werden.

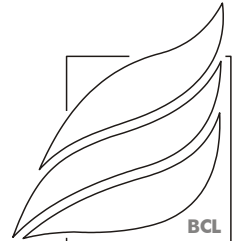
Die Bauteile sind aus Stahlbeton geplant und mindestens feuerbeständig zu bemessen. Sie müssen in Gänze aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

Höhere Anforderungen an den Feuerwiderstand der Bauteile, die sich aus der RABT 2006 für den Straßentunnel ergeben, sind an den Schnittpunkten zum Straßentunnel zu berücksichtigen.

nichttragende, raumabschließende Bauteile

Sämtliche raumabschließende Bauteile müssen, bezogen auf den ÖV-Tunnel, mindestens so bemessen sein, dass sie einem Feuerwiderstand von 90 Minuten entsprechend DIN 4102 entsprechen und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

Sonstige statische Anforderungen gemäß BOStrab Tunnelbaurichtlinie sind zu beachten.



5.4.2 Öffnungen in raumabschließenden Bauteilen

Die Verbindungstüren zwischen den Tunnelröhren für die Feuerwehr müssen als feuerbeständige und selbstschließende Türen (T 90) ausgeführt werden.

Die Türen der technischen Betriebsräume der VGF müssen grundsätzlich feuerhemmend und selbstschließend sein.

Entsprechend der vorliegenden Planung gibt es Türen, die nicht zu einem benachbarten Raum oder Flur, sondern direkt ins Freie führen.

Dies betrifft die Türen der Räume für die Trafoszellen, die Bahnstrom-/Schaltanlage sowie einen Flur im Ostportal und den Raum für die Kabel- und Informationstechnik Wohnpark im Westportal.

Für diese Türen ist es ausreichend, wenn sie mindestens dicht- und selbstschließend und aus nichtbrennbaren Baustoffen ausgeführt werden.

Gleichfalls ist es zulässig, Lüftungsöffnungen oberhalb dieser Türen ohne Brandschutzklappen mit qualifiziertem Feuerwiderstand auszuführen.

5.4.3 Sicherheitsräume

Entsprechend § 19 BOStrab muss zum Schutz von Personen neben jedem Gleis außerhalb der Lichtraumumgrenzung ein Sicherheitsraum vorhanden sein. Er muss vom Gleis aus und durch Türen der Fahrzeuge erreichbar sein. Zwischen zwei Gleisen genügt ein gemeinsamer Sicherheitsraum.

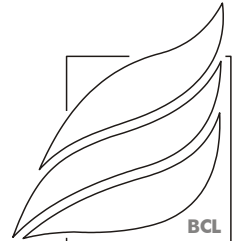
Der Sicherheitsraum muss nach Abschnitt 2.1.2 der BOStrab-Tunnelbau-richtlinie so beschaffen sein, dass Personen im Notfall einen liegegebliebenen Zug durch Türen verlassen und eine Haltestelle, einen Notausstieg oder eine andere ins Freie führende Stelle erreichen können. Für den Gemeinschaftstunnel müssen sie hierüber die Portale erreichen können.

Sicherheitsräume müssen mindestens 0,7 m breit und 2,0 m hoch sein und lotrecht stehen. Die Sicherheitsräume sind bei der Planung der Tunnelquerschnitte zu berücksichtigen.

5.4.4 Verkleidungen / Dämmschichten / Dehnungsfugen

Nach Abschnitt 2.4.2 der BOStrab-Tunnelbau-richtlinie sind grundsätzlich Baustoffe mit möglichst geringer Brandlast und möglichst geringen Brandnebenscheinungen wie Rauchentwicklung, Tropfbarkeit und Toxizität zu verwenden.

Um dieser Anforderung gerecht zu werden, sind für die Tunnelstrecken vorwiegend nichtbrennbare Baustoffe zu verwenden.



Verkleidungen im Tunnel sind grundsätzlich nicht vorgesehen. Werden jedoch aus Schallschutzgründen Lärmschutzelemente im Bereich der Rampen angebracht, so ist die Anforderung zu beachten.

5.4.5 Leitungsanlagen

Die Leitungstrassen längs des Tunnels werden jeweils in Betontrögen mit aufgelegten Gehwegplatten verlegt.

Die Kabeleinführungen bzw. Entwässerungsöffnungen der seitlichen Kabeltröge vom/zum Gleisbereich werden nicht geschottet.

Gegen die geplante Ausführung bestehen keine Bedenken, sofern alle Materialien (außer die Elektroleitungen selbst) nichtbrennbar sind.

Leitungsführungen aus Technikräumen in den Trog im Tunnel sind feuerbeständig zu schotten, auch wenn der Trog selbst keinen umfassenden qualifizierten raumabschließenden Feuerwiderstand aufweist.

Gleichfalls müssen Leitungsführungen aus dem Trog in angrenzende feuerbeständig abzutrennende Räume (z. B. BOS-Funk-Raum) geschottet werden.

Eine Leitungsführung zwischen den beiden Trögen unter dem Gleis entlang bedarf keiner Schottung.

Auch sonstige Leitungen sollen in die Tröge integriert werden.

Leitungstrassen mit Anforderungen an den Funktionserhalt sind separat von den übrigen Leitungen zu führen und in E 30 auszuführen.

Müssen Leitungen durch die Trennwandebenen zwischen den Röhren hindurchgeführt werden, sind diese auf ein Mindestmaß zu reduzieren und feuerbeständig zu schotten. Deckennahe Durchführungen sind ganz zu vermeiden.

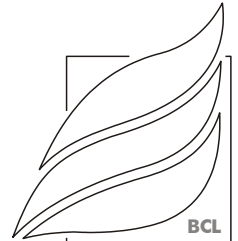
5.5 Rettungswegkonzept

Entsprechend § 30 (5) BOStrab müssen im Tunnel ins Freie führende **Notausgänge** vorhanden und so angelegt sein, dass der Rettungsweg mindestens bis zum nächsten Bahnsteig, **Notausgang** oder bis zur Tunnelmündung jeweils nicht mehr als 300 m lang ist.

Die Gesamtlänge des Tunnels beträgt ca. 400 m, so dass der nächste Ausgang aus dem Tunnel jeweils maximal nach 200 m erreicht werden kann.

Demnach ist für den Tunnel kein **Notausgang** erforderlich.

Weiterhin soll die Räumung eines Fahrzeugs der VGF gemäß Rettungskonzept nicht innerhalb des Tunnels, sondern an der nächsten Haltestelle erfolgen.



Die Türen zwischen den Tunnelröhren dienen ausschließlich dem Löschangriff der Feuerwehr und nicht als Rettungswege.

Für die geplanten Technikräume ohne Aufenthaltsräume mit direkten Ausgängen ins Freie oder über einen kurzen internen Flur ins Freie sind keine zusätzlichen **Notausgänge** erforderlich.

5.6 Rauchschutzkonzept

Eine Entrauchung des Tunnels erfolgt frei über die Portale. Spezielle Maßnahmen sind nicht erforderlich.

5.7 Anlagentechnischer Brandschutz

5.7.1 Wandhydranten

Wandhydranten in dem geplanten Streckentunnel der Stadtbahn sind nicht gefordert und auch nicht geplant.

5.7.2 Feuerlöscher

Die Betriebsräume sind mit Handfeuerlöschern auszustatten, mit Ausnahme der Transformatoren- und Mittelspannungsräume. Des Weiteren sind die Fahrzeuge der VGF mit Handfeuerlöschern ausgerüstet.

In Technikräumen sind auch CO₂-Handfeuerlöscher anzubringen.

Ein konkretes Produkt der Feuerlöscher (einschließlich der Löschmitteleinheiten) wird im Rahmen der Ausführungsplanung festgelegt.

5.7.3 Notrufeinrichtungen

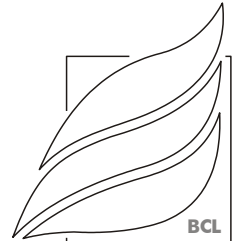
Notrufstationen sind innerhalb des Streckentunnels der Stadtbahn nicht gefordert.

Durch den jeweiligen Fahrzeugführer kann eine Gefahrenmeldung an die Leitstelle der VGF abgegeben werden, welche dann die erforderlichen Maßnahmen einleitet.

5.7.4 Brandmeldeanlage

Eine Brandmeldeanlage innerhalb des Tunnels der VGF ist nicht geplant und auch nicht erforderlich.

Mögliche Gefahrensituationen können durch den jeweiligen Fahrzeugführer erkannt und an die Leitstelle der VGF gemeldet werden.



Entsprechend Abschnitt 4.3.1.7 des Gesamtsicherheitskonzeptes gibt es sowohl im Betriebsgebäude (BG) des Straßentunnels als auch im Betriebsgebäude Stadtbahntunnel eine Überwachung mittels Brandmelder, wobei die Brandmelderzentrale im BG Straße sitzt.

Die geplante Brandmeldeanlage ist bauordnungsrechtlich nicht erforderlich. Sie stellt eine zusätzliche Maßnahme auf Basis des Gesamtsicherheitskonzeptes dar.

5.7.5 Sicherheitsbeleuchtung

Entsprechend § 27 (4) BOStrab muss für folgende Bereiche eine Sicherheitsbeleuchtung vorgesehen werden:

1. Rettungswege,
2. **Sicherheitsräume in Tunneln**, ausgenommen Sicherheitsräume unter Bahnsteigen und Laufstegen,
3. Notausgänge.

Die Sicherheitsbeleuchtung muss so beschaffen und angeordnet sein, dass die Betriebsanlagen ausreichend beleuchtet werden können. Sie muss 0,5 Sekunden nach Ausfall der netzabhängigen Beleuchtung im betriebsnotwendigen Umfang eingeschaltet sein. Bei Tunneln und Notausgängen darf diese Zeit bis zu 15 Sekunden betragen, sofern aus Gründen des Arbeitsschutzes keine kürzeren Einschaltzeiten gefordert werden.

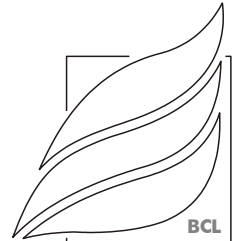
Darüber hinaus ist es geplant und seitens des Bauherrn gewollt, für die Sicherheitsbeleuchtung eine Umschaltzeit von 0,5 Sekunden zu realisieren.

Die Sicherheitsbeleuchtung ist entsprechend den Vorgaben der TR Strab EA mit einem Funktionserhalt von mindestens 30 Minuten auszulegen.

Darüber hinaus müssen Kabel und Leitungen nach TR Strab EA mit verbessertem Brandverhalten im Brandfall über halogenfreie, raucharme und weitestgehend nicht toxische Isolier- und Mantelmischungen verfügen.

Die Sicherheitsbeleuchtung ist entsprechend TRStrab EA ist für eine Nennbetriebsdauer von mindestens 1 Stunde auszulegen.

Geplant ist eine Nennbetriebsdauer von 3 Stunden.



5.7.6 Rettungswegkennzeichnung / Rettungszeichenleuchten

Entsprechend der [TR Strab Brandschutz](#) sind in Streckentunneln im Abstand von 25 m Rettungszeichen vorzusehen. Sie müssen auch unter Notbeleuchtung erkennbar sein und sind zusätzlich mit Entfernungsangaben zum nächsten Tunnelportal, [Notausgang](#) oder Bahnsteig zu versehen.

Die Anordnung von Rettungszeichenleuchten innerhalb des Tunnels ist aus brandschutztechnischer Sicht nicht erforderlich, und aus Gründen der Fahr Sicherheit auch nicht vorgesehen (mögliche Verwechslung mit den Signalanlagen).

5.7.7 Sicherheitsstromversorgung

Nach § 24 (5) BOStrab müssen für die Energieversorgung von Betriebsmitteln in Betriebsanlagen außer den Haupteinspeisungen zusätzlich vorhanden sein

1. [...]
2. Ersatz einspeisungen aus einer netzunabhängigen Energiequelle für
 - a. Sicherheitsbeleuchtungen, Kennleuchten für Notausgänge und, soweit es die Betriebssicherheit erfordert, nachrichtentechnische Anlagen nach § 23 BOStrab; sie müssen deren Energiebedarf bei Ausfall der netzabhängigen Einspeisungen für eine ausreichende Zeitdauer decken können. (Anm.: i. d. R. drei Stunden)
 - b. [...]

Die Einspeisungen müssen mit selbsttätigen Umschalt einrichtungen ausgestattet sein.

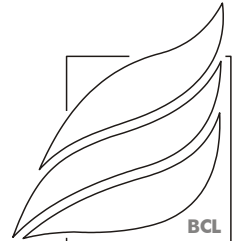
5.7.8 Gebäudefunkanlage

In Tunneln müssen entsprechend [§ 23 \(4\) BOStrab](#) Einrichtungen vorhanden sein, die eine rasche und sichere wechselseitige Verständigung zwischen Polizei, Feuerwehr, Rettungsdiensten, deren Einsatzzentralen und den zentralen Betriebsstellen ermöglichen.

Entsprechende Einrichtungen sind vorzusehen.

Hierbei sind die Vorgaben des Merkblattes „Gebäudefunk für Feuerwehren in Hessen“ zu beachten.

Die Gebäudefunkanlage ist mit einem Funktionserhalt von mindestens 90 Minuten (E90) auszustatten.



6 Schnittstellen zum Straßentunnel

Grundsätzlich sind die Tunnelröhren baulich voneinander getrennt und können im Wesentlichen getrennt voneinander betrachtet werden.

Bei einem Brand im Straßentunnel wird dieser durch die dort geplante Brandmeldeanlage erkannt und die Information an die Leitstelle der Feuerwehr und die Leitstelle der VGF weitergeleitet.

Gleichfalls werden sämtliche Lichtsignalanlagen, auch die Anlage der VGF, so geschaltet, dass keine weitere Einfahrt in den Tunnel zugelassen wird. Für Fahrzeuge, die sich noch in den Tunnelröhren befinden, werden die jeweiligen Lichtsignalanlagen aller Tunnelröhren so geschaltet, dass diese noch verlassen werden können.

Bei einem Brand im Tunnel der VGF erfolgt die Brandmeldung durch den jeweiligen Fahrzeugführer an die Leitstelle der VGF, welche fernmündlich die Leitstelle der Feuerwehr informiert.

Im Rahmen der Ausführungsplanung ist ein Brandmelde- und Alarmierungskonzept und eine Brandfallsteuermatrix in Abstimmung mit der Branddirektion Frankfurt am Main, den Betreibern und den Erstellern des Brandschutzkonzeptes und des Sicherheitskonzeptes zu erstellen.

Anlage 4

zum Brandschutzkonzept

für das Bauvorhaben

"Stadtbahn Grundstrecke B, TA 3 - Europaviertel"
Gemeinschaftstunnel

in Frankfurt am Main
Projekt-Nr.: G 250 / 10

Zeichnerische Anlagen

Hinweise

In den Plänen ist die grundsätzliche Struktur der baulichen Brandschutzmaßnahmen und -lösungen veranschaulicht. Die zeichnerischen Darstellungen geben nicht alle Details wieder. Maßgebend sind die Feststellungen im Brandschutzkonzept.

Hinsichtlich des Feuerwiderstandes sind in den Grundrissen nur **raumabschließende** Bauteile mit Anforderungen an den Feuerwiderstand markiert. Dargestellt ist somit das "Abschottungssystem", bezogen auf Brandabschnitte, Treppenträume, notwendige Flure, Nutzungseinheiten, Aufzüge sowie Räume, für die spezielle Anforderungen gelten oder gestellt werden.

Das Erfordernis, auch die **tragenden** und **aussteifenden** Bauteile in der entsprechenden Feuerwiderstandsklasse auszuführen, bleibt davon unberührt.

Belange der Haustechnik und des anlagentechnischen Brandschutzes sind nicht grafisch dargestellt.

Bauteile werden teils nach nationalen Normen (z. B. DIN 4102), teils nach europäischen Normen geprüft (z. B. nach DIN EN 13 501-2). Daraus resultieren neben den bisher bekannten Kurzbezeichnungen (wie z. B. F 90, T 30...) Bezeichnungen nach Bauregelliste A Teil 1, Anlage 0.1.2 (wie z. B. REI 90, EI 30-C...).

Um in den zeichnerischen Anlagen zum Brandschutzkonzept die Übersichtlichkeit zu wahren, werden daher bei den raumabschließenden Bauteilen die bauaufsichtlichen Anforderungen gemäß Landesbauordnung benannt (z. B. rauchdicht, feuerhemmend, feuerbeständig, selbstschließend).

