

UNTERIRDISCHE EISENBAHNSTATIONEN AN HOCHLEISTUNGSSTRECKEN AM BEISPIEL TIEFBAHNHOF MÜRZZUSCHLAG AM SEMMERINGBASISTUNNEL

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von

Univ.Ass. Dipl.Ing. Dr.techn. Michael SEIDEL
E253/5 - Institut für Architektur und Entwerfen;
Abteilung für Hochbau, Konstruktion, Installation und Entwerfen

Zweitprüfer

Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr.techn. Norbert OSTERMANN
E232 - Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen

Drittprüfer

Ao.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr.techn. Christian KÜHN
E253/1 - Institut für Architektur und Entwerfen;
Abteilung Gebäudelehre und Entwerfen

eingereicht

an der Technischen Universität Wien, Fakultät Architektur

von

Laurenz ANDRITZ, 9726488
Stubenring 6/12, 1010 Wien

Wien, am 15. 5. 2007

KURZFASSUNG

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den allgemeinen Grundlagen für einen unterirdischen Bahnhof und schlägt ein Konzept für die Umnutzung der durch den Tunnel obsolet werdenden Eisenbahnflächen in Müzzzuschlag sowie die räumliche Umsetzung einer möglichen Tunnelstation vor.

Überblick

Zur Erarbeitung eines Konzeptes für diesen unterirdischen Bahnhof werden zwei typologisch unterschiedliche unterirdische Personenverkehrsanlagen untersucht, und zwar die projektierte Tunnelstation Porta Alpina Sedrun im schweizer Gotthard-Basistunnel und der 2006 eröffnete Hauptbahnhof in Berlin. Außerdem werden räumliche Gegebenheiten bezüglich Licht und Höhe sowie allgemeine Anforderungen an Haltestellen in Tieflage berücksichtigt.

Inhalt

Die von Carl Ritter v. Ghega errichtete und 1854 eröffnete Semmeringbahn ist Zeit ihres Bestehens eine der wichtigsten Transitrouten Europas. Bei ihrer Eröffnung war sie die erste Alpentransitroute und das Schlüsselstück der Achse Hamburg - Prag - Wien - Triest, während sie heute das Nadelöhr der Südbahnstrecke an der Landesgrenze zwischen Niederösterreich und Steiermark darstellt. Seit ihrer Errichtung ist an verschiedensten Basistunnellösungen für das Gebiet gearbeitet worden; die aktuellen Planungen sehen eine Untertunnelung des gesamten Gebietes zwischen Gloggnitz und bis zu 6-10km südlich der Bezirkshauptstadt Müzzzuschlag vor. Der neue Tunnel (dessen Trasse zum Zeitpunkt dieser Arbeit noch nicht feststeht) könnte die Stadt, in der heute Verschubbahnhof und Zugförderung der Semmeringbahn liegen, in 45 Meter Tiefe unterqueren. An der unter Denkmalschutz und UNESCO-Weltkulturerbeschutz stehenden Semmering-Bergbahn verbliebe eine Haltestelle für Regional- und Nostalgiezüge.

Umfeld

In dieser Arbeit wird daher eine Anbindung der Stadt Müzzzuschlag an die Südbahn mittels einer unterirdischen Haltestelle überlegt, deren oberirdischer Teil den Startpunkt eines neuen Stadterweiterungsgebiets darstellt.

Ziel

Am Beginn der Planung steht die Entwicklung eines Nachnutzungsszenarios für die freiwerdenden Bahnflächen und die Erschließung der Tiefe der Tunnelstation. Deren verschiedene Einrichtungen sind unter Berücksichtigung der Betriebserfordernisse auf räumliche Durchdringung und funktionelle Trennung hin angelegt. Zwischen den und innerhalb der Funktionen wird mit Blickachsen und dem Wechselspiel aus Benützung- und Betriebsbereich hantiert.

Methode

INHALTSVERZEICHNIS

	Kurzfassung	3
TEIL A - ANALYSE	1 KONZEPTE UNTERIRDISCHER EISENBAHNSTATIONEN	8
	1.1 Porta Alpina Sedrun	10
	1.1.1 Neue Gotthardbahn	10
	1.1.2 Bauabschnitt Sedrun	11
	1.1.3 Porta Alpina	12
	1.1.4 Betrieb	14
	1.1.5 Sicherheit im Bahnbetrieb	15
	1.2 Berlin Hauptbahnhof	18
	1.2.1 Entstehung	18
	1.2.2 Pilzkonzept	19
	1.2.3 Städtebau	20
	1.2.4 Bahnhofscharakteristiken	21
	2 BESONDERHEITEN UNTERIRDISCHER EISENBAHNANLAGEN	24
	2.1 Luftströmungen und Druckwelle	24
	2.2 Ausstattung unterirdischer Eisenbahnstationen	25
	2.2.1 Beleuchtung, Belichtung	25
	2.2.2 Akustik	25
	2.2.3 Belüftung	26
	2.3 Besonderheiten bei U-Bahnen	27
	2.4 Nothaltestellen	28
	3 MÜRZZUSCHLAG UND SEMMERINGERBAHN	30
	3.1 Überschienung des Semmering bis heute	30
	3.1.1 Geschichte der Semmeringerbahn	30
	3.1.2 Streckenerneuerungen und Basistunnelvarianten bis 2002	32
	3.1.3 Semmeringbasistunnel neu	34
	3.2 Mürzzuschlag	36
	3.3 Räumliche Aspekte von Tunneln	38
	3.4 Randbedingungen für ein Mögliches Projekt „Tiefbahnhof Mürzzuschlag“	42

4 KONZEPT STADTERWEITERUNG MÜRZZUSCHLAG	48	TEIL B - PROJEKT
4.1 Stadterweiterung	50	
4.2 Regionalbahnhof Semmering-Bergbahn	52	
5 KONZEPT TIEFBAHNHOF MÜRZZUSCHLAG	54	
5.1 Überblick der Elemente	58	
5.2 Atrium	60	
5.3 Tunnelhaltestelle	66	
6 PLÄNE TIEFBAHNHOF MÜRZZUSCHLAG	72	
6.1 Grundrisse Bahnsteigniveau und Straßenniveau	74	
6.2 Grundrisse Atrium	76	
6.3 Grundriß und Schnitte Tunnelstation	78	
7 KONSTRUKTIONSDetails	80	
7.1 Warteröhre	80	
7.2 Bahnsteigtore	82	
7.3 Treppe zur Aussichtsplattform	86	
8 VERZEICHNISSE	93	
8.1 Literaturverzeichnis	93	TEIL C - ANHANG
8.2 Quellenverzeichnis	95	
8.3 Interviewverzeichnis	95	
8.4 Verzeichnis der Bilder und Grafiken	96	
8.5 Abkürzungsverzeichnis	99	



Abb 0: Metrostation Mayakovskaya in Moskau

TEIL A

ANALYSE



1 KONZEPTE

UNTERIRDISCHER EISENBAHNSTATIONEN

Im Untergeschoß des Berliner Hauptbahnhofs halten die Fern- und Nahverkehrszüge der Nord-Süd-Achse durch den Großraum Berlin; der Bahnhof ist als größter Durchgangsbahnhof Europas auf größtmögliche Personenströme ausgelegt. Etwa alle 5 Minuten hält ein Zug auf einem der 8 unterirdischen Bahnsteige.

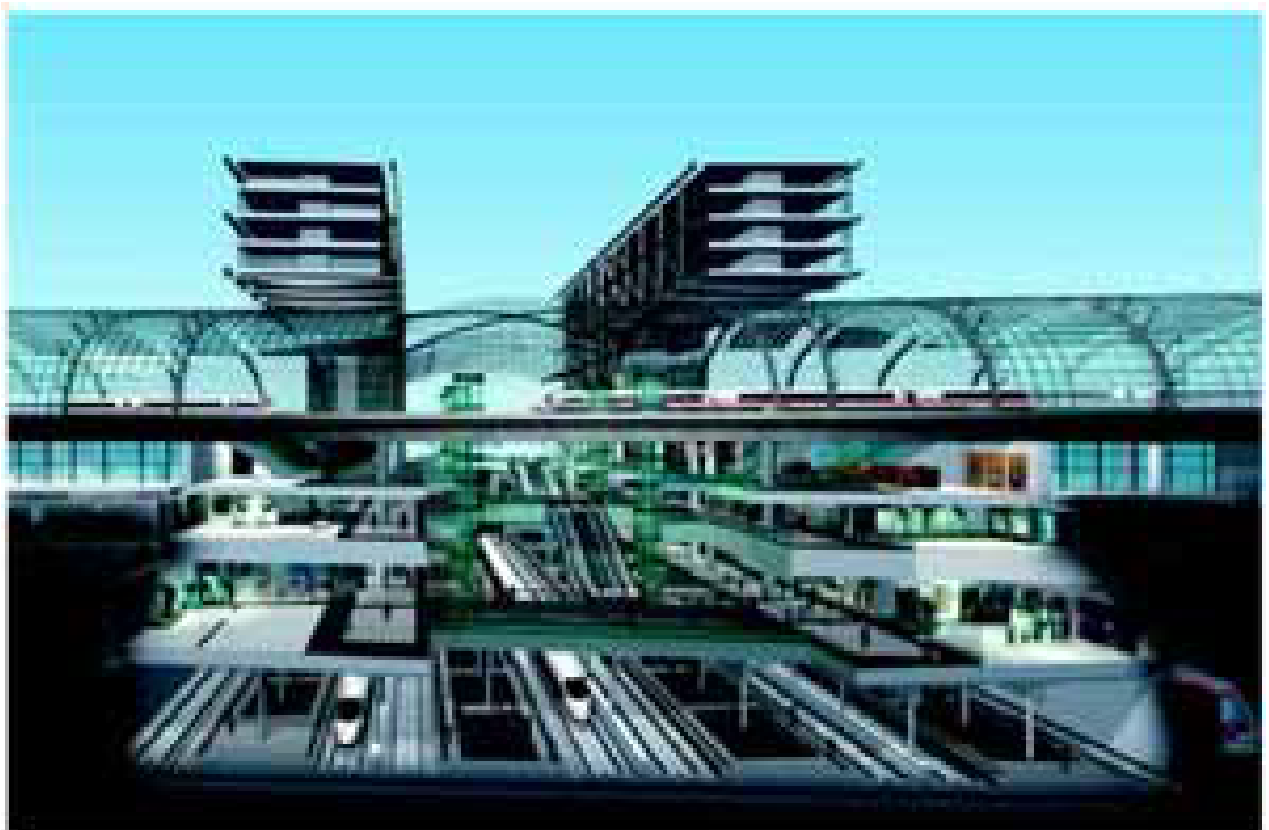


Abb 1; Berlin Hauptbahnhof - Schnittperspektive

Bei Porta Alpina Sedrun handelt es sich um die Erweiterung einer Nothaltestelle zu einem unterirdischen Personenbahnhof, in dem pro Stunde und Richtung ein Personenzug halten soll. Ein Schnellaufzug wird in einem 800m tiefen Schacht, der zum Tunnelbau angelegt wurde, künftig den Gotthard-Basistunnel mit dem Ort Sedrun, der Matterhorn-Gotthard-Bahn und der oberen Surselva verbinden.



Abb 2: Gleiswechselbauwerk Faido/Gotthardtunnel

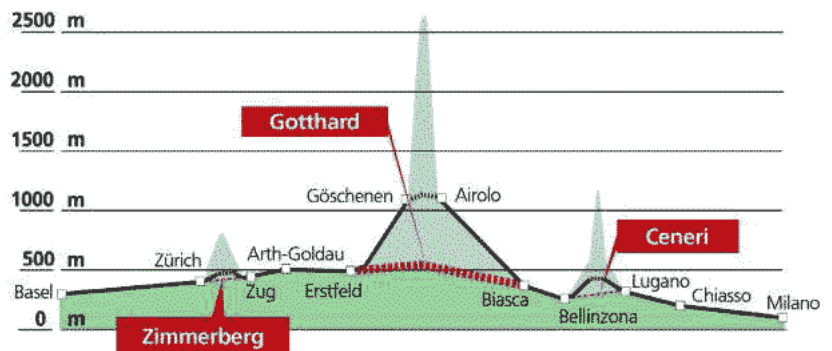
1.1 PORTA ALPINA SEDRUN

1.1.1 NEUE GOTTHARDBAHN

3 Basistunnel

In der Neuen Eisenbahn-Alpentransversalen (NEAT) stellt die Neue Gotthardbahn („Gotthard Rail Link“) die Verbindung Zürich – Zug – Erstfeld – Biasca – Belinzona – Lugano – Mailand dar. Diese Strecke wird durch drei Basistunnel ermöglicht: den 20km langen Zimmerberg-Basistunnel¹ zwischen Zürich und Zug, den 57km langen Gotthard-Basistunnel (GBT) zwischen Erstfeld und Bodio (bei Biasca) und den 15 km langen Ceneri-Basistunnel² zwischen Bellinzona und Lugano. Die Strecke ist als Flachbahn konzipiert, verfügt über eine Transportleistung von bis zu 40 Mio. Tonnen³ und ermöglicht Reisezeitverkürzungen um 70 Minuten⁴ von derzeit 3h 40' auf 2h 30'; die Längenverkürzung gegenüber der bisherigen Strecke beträgt 40km⁵.

Abb 3: Höhenprofil der Neuen Gotthard-Bahn



Gotthard-Basistunnel

Der Gotthard-Basistunnel ist nach seiner Fertigstellung der längste Tunnel der Welt⁶ und bildet das Kernstück dieser Strecke. Er führt aus dem Raum Erstfeld bis Bodio. Zur Verkürzung der Bauzeit werden Zwischenangriffe in Amsteg, Sedrun und Faido erstellt; Sedrun und Faido werden zusätzlich als Multifunktionsstellen mit Nothaltestellen und Gleiswechsel ausgeführt. Der Vortrieb erfolgt mittels Tunnelbohrmaschinen und Sprengvortrieb. Der Scheitelpunkt befindet sich ca. 800 m südlich von Sedrun auf 550 m.ü.M.; das Gefälle beträgt in Richtung Nord 4.076‰ und in Richtung Süd 6.75‰.⁷

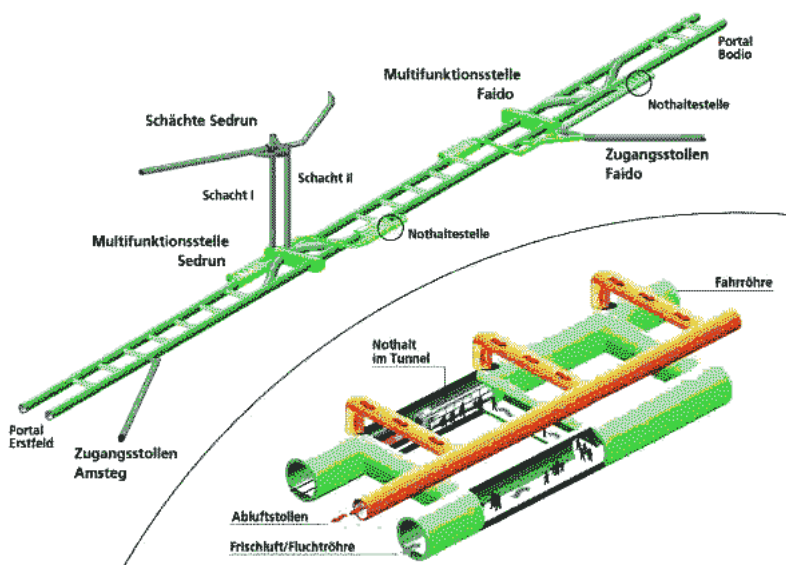
Abb 4: Bauabschnitte des GBT



1.1.2 BAUABSCHNITT SEDRUN

Der Zwischenangriff Sedrun besteht aus einem 1000 m langen waagrecht Zugangsstollen, 2 parallelen, 800 m tiefen Schächten sowie unterirdischen Hallen und Stollen, die aus baulogistischen Gründen notwendig sind. Die Schächte werden für Be- und Entlüftung eingesetzt und die Kubaturen am Schachtfuß zu einer 1.720 m langen Multifunktionsstelle (MFS) ausgebaut, die folgende Komponenten beinhalten soll:

- 2 Tunnelwechsel
- 2 Nothaltestellen mit den Verbindungs-, Seiten- und Abluftstollen;
- Technikräume (Mittel- und Hochspannungsanlagen, Stellwerk- und Übertragungsanlagen etc.);
- Sozialräume für das Betriebspersonal;
- Anlagen für den Lüftungsbetrieb und für die Ereignislüftung;
- Hilfsbetriebe (Brauchwasserversorgung, Pumpenanlagen für die Entwässerung von tiefliegenden Verkehrsflächen etc.);
- Nebenanlagen wie Beleuchtung, Brandschutz etc.⁸



Die Nothaltestelle Sedrun ist Bestandteil des Sicherheits- und Rettungskonzeptes für den GBT und für einen Not- bzw. Kontrollhalt eines Zuges konzipiert. Sie dient den Zugspassagieren als Flucht- und als Evakuierungsort. Im Ereignisfall (z.B. Brand eines Zuges) wechseln alle Passagiere über Verbindungs- und Seitenstollen in die Nothaltestelle der Gegenrichtung, wo sie mit Rettungszügen evakuiert werden. Im Normalfall dienen die Seitenstollen als Zu- und Abluftträger.

Multifunktionsstelle Sedrun

Abb 5: Nothaltestellen im GBT

Bei Störungen im Tunnel, die ein Erreichen der NHS unmöglich machen, besteht eine Fluchtmöglichkeit durch einen der alle 325m vorhandenen Querschläge in die Nachbartunnelröhre. Diese Querschläge sind mit abdichtenden Brandschutztüren ausgestattet, die das Übergreifen von Feuer und Rauchgasen auf die jeweils andere Röhre verhindern.⁹



Abb 6: Die beiden Nothaltestellen (NHS) in Richtung Nord bzw. Süd sind jeweils vor dem Tunnelwechsel angeordnet, damit der einfahrende Zug – wegen Entgleisungsgefahr im Pannenfall – die Weichenzungen nicht spitz zu befahren hat.¹⁰

1.1.3 PORTA ALPINA

Aufrüstung der Nothaltestelle

Die für die Errichtung des GBT fertig ausgebauten Stollen und Räume, die vorhandenen Ausstiegsmöglichkeiten der Nothaltestelle sowie das Vorhandensein einer ausgebauten Verbindung zum Ort Sedrun an der Matterhorn-Gotthard Bahn waren die Ansatzpunkte zur Planung einer unterirdischen Eisenbahnstation. In einer Studie¹¹ wurden Chancen und Risiken für die gesamte Region ermittelt und das Potential einer Haltestelle auf werktäglich rund je 250 Ankünfte und Abfahrten geschätzt. Bei den Tagestouristen wird von einem konzentrierten Durchschnitt von 1000 Personen an einem Wochenende ausgegangen. An einem schönen Wintersonntag werden bis zu 500 Personen erwartet. Der Verkehr ist mehrheitlich nach Norden ausgerichtet.¹²

Funktionstüchtigkeit der NHS

Die Nothaltestelle ist für die Sicherheit im Ereignisfall ausgelegt. Diese Funktion darf durch die Umwandlung zu einer permanenten Haltestelle nicht beeinträchtigt werden. Die Warteräume werden deshalb außerhalb der Fluchtwege in separaten Kavernen angeordnet.¹³

Potential

Das Institut für öffentliche Dienstleistungen und Tourismus der Universität St. Gallen faßt die wirtschaftliche Seite der Machbarkeitsstudie wie folgt zusammen:

- Mit der „Porta Alpina Sedrun“ können in der Surselva 50.000 – 60.000 Tages-Touristen pro Jahr generiert werden.
- Für die obere Surselva zeichnet sich ein nennenswertes Zuzugspotential ab.
- Der Umsatzzuwachs wird auf ca. 2.7 Mio CHF pro Jahr prognostiziert.
- Die Wirtschaft kann von einem Umsatz-Zuwachs von Konsumausgaben im Umfang von 22 Mio CHF pro Jahr rechnen.
- Die dadurch ausgelösten Einkommenseffekte können bis zu 30 Mio CHF pro Jahr betragen.
- Der Steuer-Effekt von Kantons- und Gemeindesteuern könnte ca. 4 Mio CHF pro Jahr erreichen.^{14 15}

Am 12. Februar 2006 hat die Bündner Bevölkerung in einer Volksabstimmung über den Kantonsanteil am Gesamtprojekt entschieden und mit 71,6% Ja-Stimmen einen Kredit von 20 Millionen Schweizer Franken bewilligt¹⁶.

Geschwindigkeitsniveau

Fernzüge(A-Züge) fahren mit bis zu 250 km/h durch den GBT. Der stündlich fahrende B-Zug verkehrt zwischen zwei Güterzügen. Durch den Halt wird das höhere Geschwindigkeitsniveau gegenüber der Güterzüge wieder ausgeglichen; der Stationsbetrieb hat daher keine Auswirkungen auf die Transportkapazität des GBT.¹⁷

Die Zeitersparnis zwischen den nördlichen Zentren und der Station Sedrun MGBahn beträgt rund 1½ Stunden, vom Süden und von St. Gallen etwas weniger. Die Ausstrahlung dieser Wirkung beschränkt sich auf die obere Surselva. Werden die Fahrzeiten via Chur und via Porta Alpina von denselben Orten bis nach Ilanz verglichen, zeigt sich, daß vom Norden mit Ausnahme von Luzern die Fahrt via Chur ½ bis ¾ Stunden kürzer ist als via Porta Alpina Sedrun¹⁸. Für die Umrüstung der Nothaltestelle in einen unterirdischen Bahnhof werden pro Haltestelle zwei zusätzliche Wartehallen ausgeführt. Am 09. März 2007 wurde die vierte und letzte Wartehalle durchgeschlagen¹⁹. Nachteilig an der Weiterverwendung der Nothaltebahnsteige sind die zurückzulegenden Distanzen vom Zug bis zum Lift: Von Haltestelle Porta Alpina Sedrun Nord 380 m (jeweils ab Zugsmitte gerechnet) und von Haltestelle Porta Alpina Sedrun Süd 860 m. Eine „Variante Z“, die zwei Bahnsteige in der Nähe des Liftschachtes vorgesehen hätte, wird aus Termingründen nicht weiterverfolgt.²⁰

Zeitersparnis

Agglomeration	Zürich	Zürich	Luzern	Bellinzona	Lugano	Milano
	via Chur Min.	Min.	Min.	via Andermatt Min.	Min.	Min.
Reisezeit 2005	195	200	190	140	190	270
		via Porta Alpina				
Reisezeit 2015		115	105	60	105	175
Verkürzung in %		43%	45%	57%	45%	35%
Reisezeit 2025		100	90	60	80	155
Verkürzung in %		50%	53%	57%	58%	43%

Abb 7: Tabelle Reisezeiten

Tab. 1: Reisezeiten ÖV Agglomerationen – Sedrun

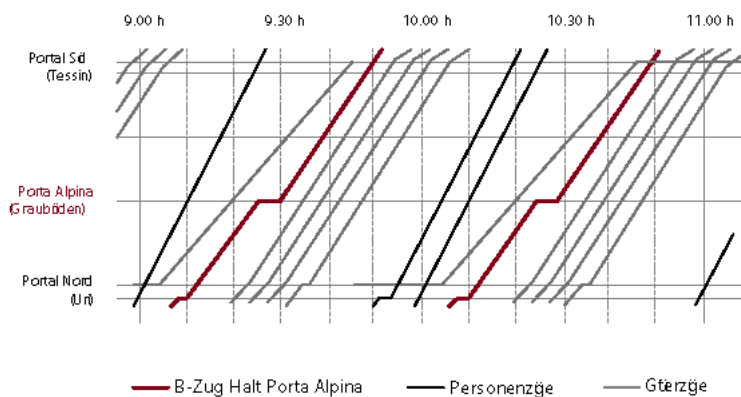


Abb 8: graphischer Fahrplan GBT

1.1.4 BETRIEB

Bahnsteig - Lift

Von der Ankunft von Norden bzw. der Abfahrt nach Süden bis zum Lift am Schachtfuß beträgt die Distanz ab Zugsmitte rund 380 m, die zu Fuß zurückzulegen ist. Die Haltestelle mit der Ankunft von Süden bzw. der Abfahrt nach Norden ist 860 m vom Lift entfernt, wobei die beiden Tunnelröhren zu überqueren sind. Die Distanz durch den Seitenstollen wird mit einem Elektro-Zweirichtungsbus zurückgelegt. Der zweietagige, geschlossene Personenlift bietet Platz für 80 Personen (pro Etage 40 Personen) und benötigt für eine Fahrt knapp 2 Minuten. Die Geschwindigkeit entspricht mit 12 m/s den schnellsten zur Zeit in Betrieb stehenden Personenliften²¹.

Lift - Bus

Die betriebliche Kapazität der Station Porta Alpina Sedrun wird durch den Lift beschränkt. Pro Liftspiel (7 Minuten) und Richtung können 80 Personen transportiert werden. Weil die aussteigenden Fahrgäste auf denselben Bus müssen, darf der Lift erst abfahren, wenn alle Reisenden eingestiegen sind. Ab 320 ankommenden Fahrgästen entstehen auf Tunnelniveau Wartezeiten von über einer halben Stunde.²² Mit konventionellen Autobussen werden die Fahrgäste vom Lift durch den 1.000 m langen Zugangsstollen bis zum Schachtausgang und weiter zum Bahnhof der MGBahn gefahren.

Der Zeitbedarf von der Ankunft des Zuges im GBT bis zum Erreichen der Station Sedrun MGBahn beträgt mindestens 20 Minuten. Im Normalbetrieb ist immer derjenige Fahrgast maßgebend, welcher am meisten Zeit benötigt, um bis zum Lift zu gelangen (derjenige, welcher zuhinterst aussteigt, am meisten Gepäck hat und/oder sich am langsamsten fortbewegt). Danach reisen alle Fahrgäste (max. 80 Personen) wieder miteinander im Lift und nachher im Bus.²³ Bei starkem Abreiseverkehr (z.B. Skifahrer) müssen die ersten Fahrgäste rechtzeitig aus dem Skigebiet abreisen um auf den gewünschten Zug zu kommen.²⁴

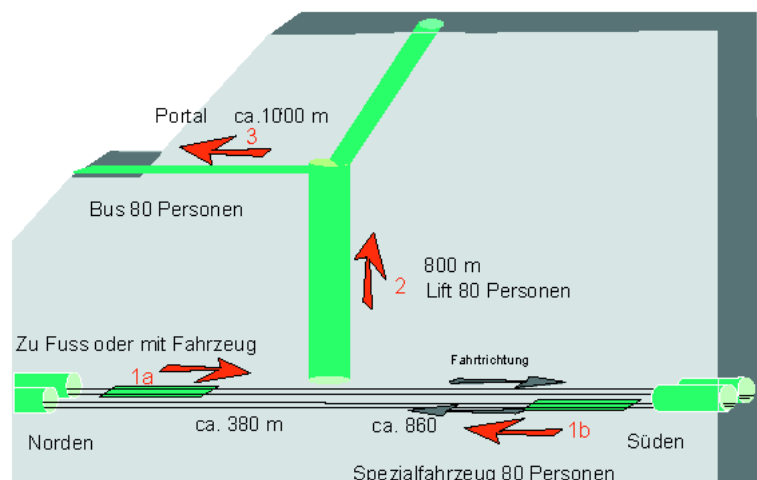


Abb 9: Wegführung Bahnsteig – Sedrun

1.1.5 SICHERHEIT IM BAHNBETRIEB

Ist die Verbindung zwischen der Station und Sedrun unterbrochen, bestehen Evakuationswege mit einem Rettungszug über die beiden Tunnelröhren nach Norden oder nach Süden (analog GBT-Rettungskonzept).²⁵

Weil die Halteketten der Nothaltestellen mit 2.18 m Breite sehr schmal sind, dürfen sich bei Zugsdurchfahrten keine Personen auf den Perrons aufhalten. Die Strecke kann erst freigegeben werden, wenn sich die ausgestiegenen Fahrgäste hinter den geschlossenen Toren der Warteräume befinden. Dazu müssen die Halteketten per Video überwacht werden. Die anwesenden Mitarbeiter, die unter anderem den Elektro-Zweirichtungsbus der Haltestelle Süd fahren, müssen andernfalls die Personen von der Haltekante wegweisen. Bei Spitzenbelastungen, wenn viele ortsunkundige Reisende unterwegs sind, ist mindestens eine Person für die Bahnsteigüberwachung vorzusehen. Die wegfahrenden Passagiere warten die Einfahrt des Zuges in den Wartehallen ab. Die Tore zwischen den Wartehallen und dem Perron öffnen sich erst, wenn der Zug angehalten hat. Alle von Reisenden benutzten Räume und Stollenabschnitte sind hinreichend belüftet, beleuchtet und mit Videokameras überwacht. Die begangenen unterirdischen Räume sind mit Lautsprechern und Telefonsprechstellen ausgerüstet. Der Betrieb des GBT sowie der Station wird vom Tunnel-Control-Center aus gesteuert und überwacht.²⁶

Bahnsteigtore

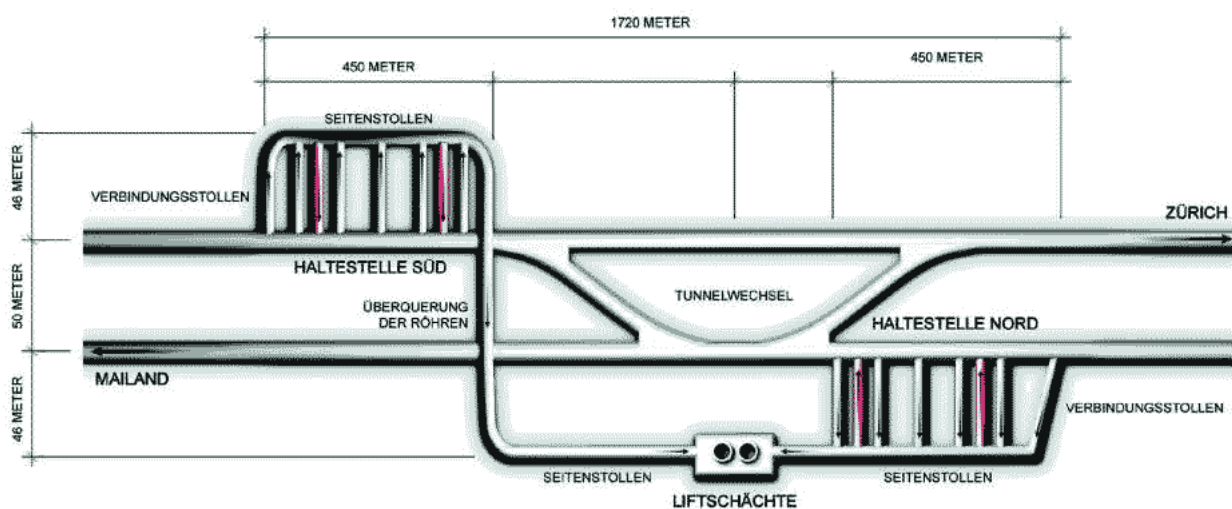


Abb 10: schematischer Grundriß Station Porta Alpina Sedrun

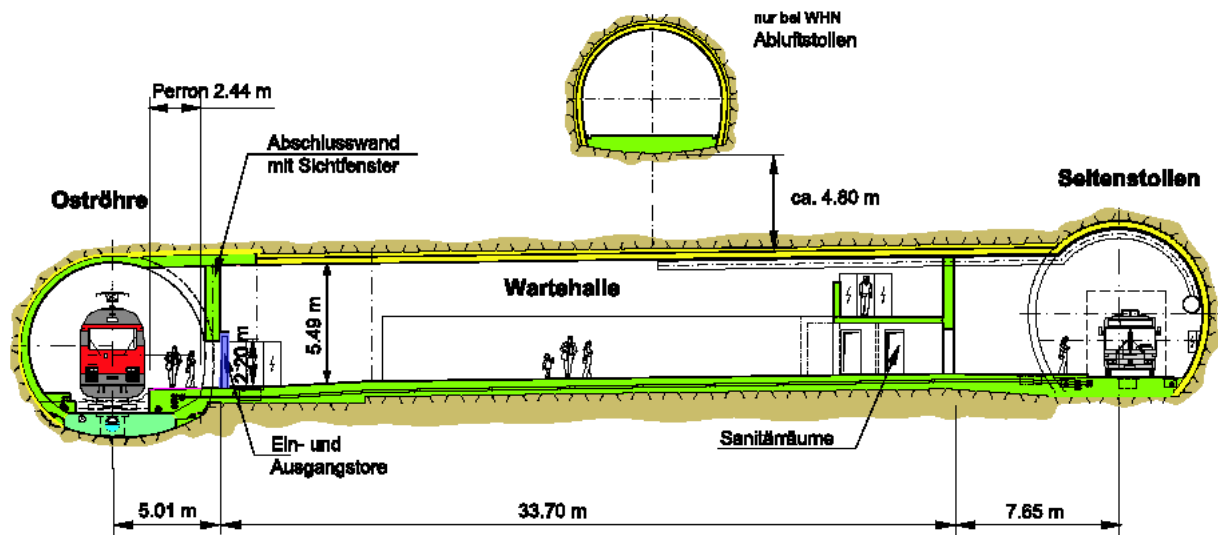


Abb 11: Schnitt Wartehalle PAS

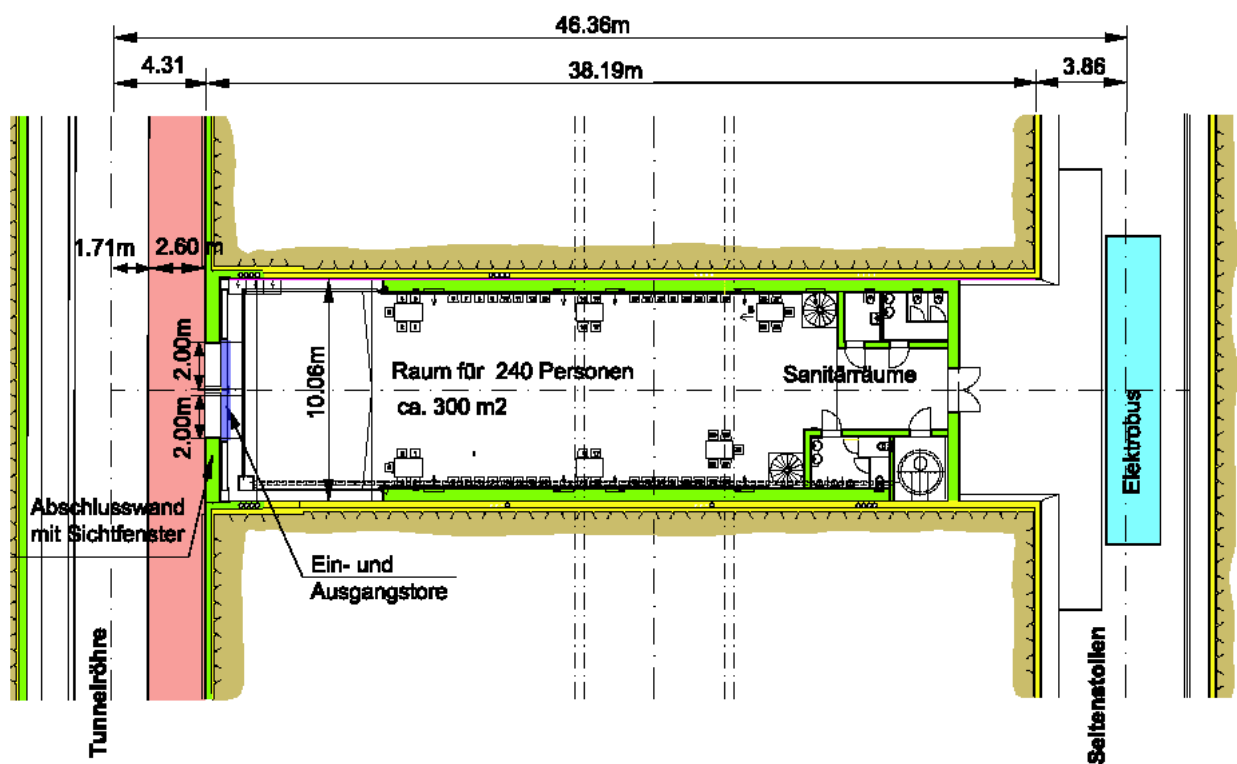


Abb 12: Grundriß Wartehalle PAS

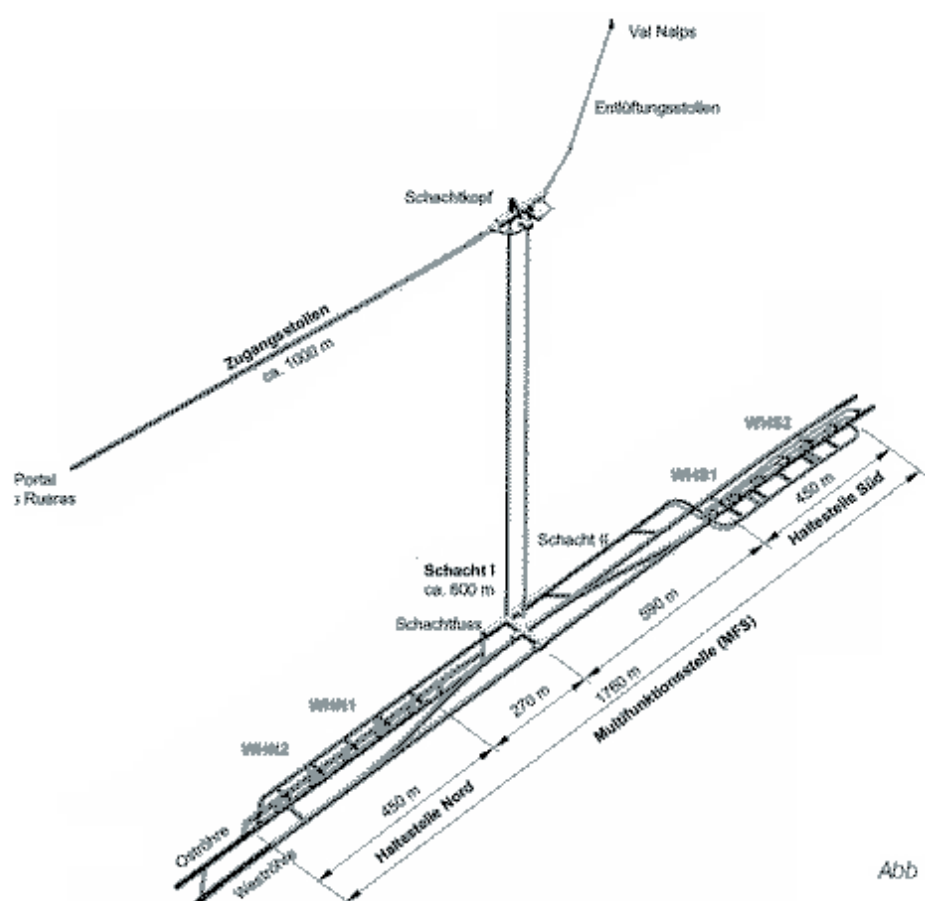


Abb 13: Porta Alpina Sedrun, Übersicht

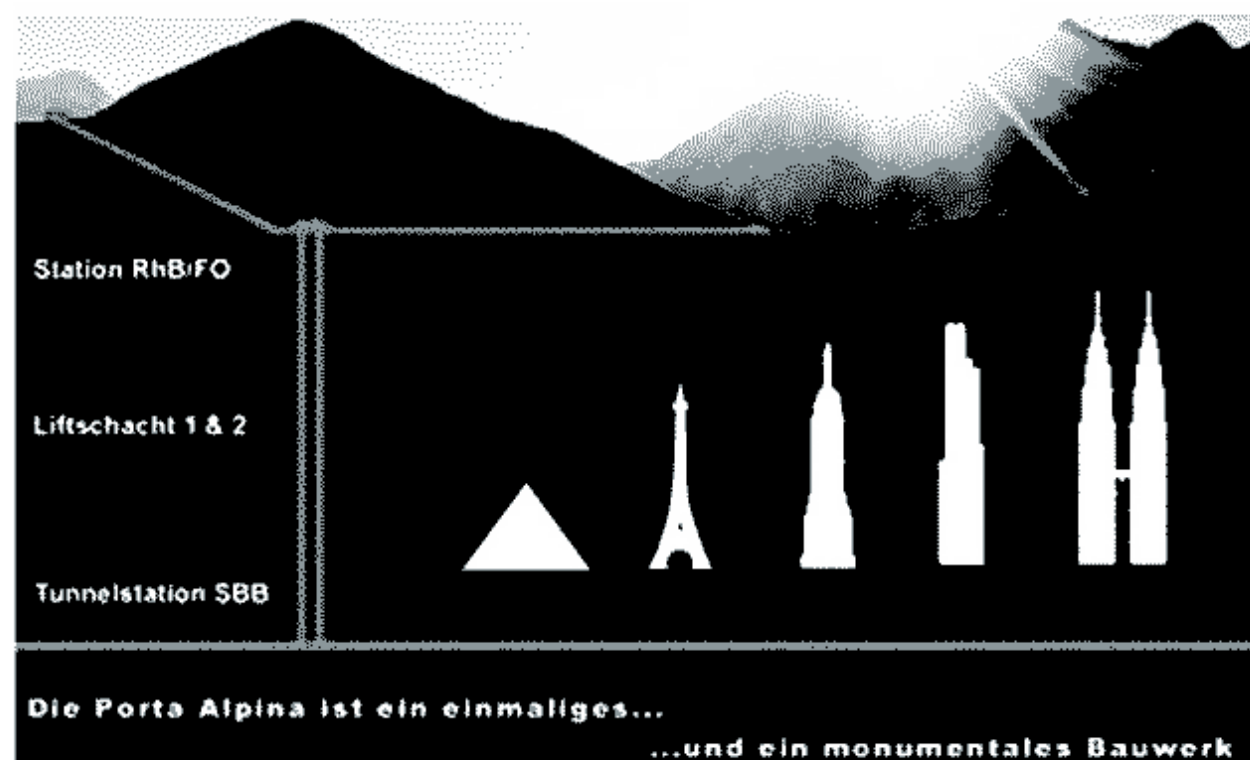


Abb 14: Größenordnung Bauwerk PAS

1.2 BERLIN HAUPTBAHNHOF (EHEM. LEHRTER BAHNHOF)

1.2.1 ENTSTEHUNG

Geschichte

Der Lehrter Bahnhof wird von der „Magdeburg-Halberstädter-Eisenbahn-Gesellschaft“ als Ausgangspunkt der Strecke Berlin-Spandau-Lehrte-Hamburg als einziger Renaissancebahnhof Berlins 1869-1871 errichtet. In Lehrte mündet die Bahn in die bereits bestehende Trasse nach Hamburg, weshalb der bisherige „Hamburger Bahnhof“ geschlossen wird. 1907 schlägt Albert Sprickerhof im Zuge eines städtebaulichen Wettbewerbs erstmals die Errichtung des Tiergartentunnels vor; das Projekt wird jedoch nicht realisiert. 1943 wird der Bahnhof schwer beschädigt, der Eisenbahnbetrieb 1950 eingestellt.²⁷

neuer Kreuzungsbahnhof

Nach der deutschen Wiedervereinigung wird 1990 das „Pilzkonzept“ (s.u.), ein zentrales Verkehrskonzept für Berlin, vorgestellt, dessen zentrales Teil der neue Hauptbahnhof an der Stelle des brachliegenden Lehrter Bahnhofes werden soll. 1993 gewinnen Gerkan, Marg & Partners den Wettbewerb, von 1995 bis 2005 wird unter großem Aufwand (Wassereinbrüche, zeitweise Verlegung der Spree) der Tiergartentunnel errichtet. Die Eröffnung des größten Kreuzungsbahnhofs Europas²⁸ findet am 28. 5. 2006 statt. Im Hauptbahnhof werden die Nord-Süd- und die West-Ost-Achsen des deutschen Hochgeschwindigkeitszuges ICE sowie der EuroCity- und InterCity-Züge auf fünf Fußgängerebenen untereinander als auch mit den Regionallinien, S-Bahnen, Bussen und Individualverkehr verknüpft. Die Bahnhofshalle wird durch zwei 46 Meter hohe Gebäude mit je 21.000 m² Bürofläche eingerahmt, welche bündelartig die Stadtbahn überspannen. Die Bündel heben den Charakter des Bahnhofs als Kreuzungspunkt zweier Eisenbahnhauptstrecken hervor und betonen die Richtung der unterirdischen Strecke.



Abb 15: Berlin Hauptbahnhof,
Außenansicht



Abb 16: Lehrter Stadtbahnhof, 1889

1.2.2 PILZKONZEPT

Dahinter steht ein Schienenverkehrskonzept, das die dezentrale Struktur Berlins mit einem zentralen Verknüpfungsbahnhof zu vereinen versucht („Pilzkonzept“). Das Pilzkonzept enthält den Bau eines Nord-Süd-Tunnels für die Fernbahn (Tiergartentunnel), der westlich des existierenden S-Bahn-Tunnels verläuft und die Stadtbahn auf dem Gelände des Lehrter Bahnhofs in einem Turmbahnhof kreuzt, der somit von allen Fernzügen durchfahren wird.^{29,30} Wegen des Tunnels, der neuen Umsteigebahnhöfe und der daher vollkommen neu gestalteten Fahrpläne entstehen zum Teil beträchtliche Reisezeitverkürzungen. Im Fernverkehr stieg die Zahl der Zughalte seit 28. Mai 2006 um 13 Prozent³¹ bei gleichzeitiger Entlastung der Stadtbahnstrecke von 11 auf 7 Züge pro Stunde und Richtung. Durch den Tiergartentunnel fahren 6 Züge pro Stunde und Richtung³².

Der Hauptbahnhof ist Verknüpfungspunkt aller Fernbahnlinien; sämtliche nach und durch Berlin fahrende Züge halten aber zusätzlich in den Außenbezirken der Stadt; dafür wurden die Bahnhöfe Südkreuz(ehem. Papestraße), Gesundbrunnen, Berlin-Spandau und Potsdamer Platz erneuert sowie bisherige S-Bahnstationen an der Anhalter Bahn zu Bahnhöfen umgebaut*, die eine Verknüpfung mit dem Nah- und Regionalverkehr herstellen sollen.³³

* Stationen Lichterfelde Ost, Teltow, Jungfernheide, Großbeeren und Birkengrund



Elemente

Haupt- und Nebenbahnhöfe

Abb 17: Berlin Pilzkonzept

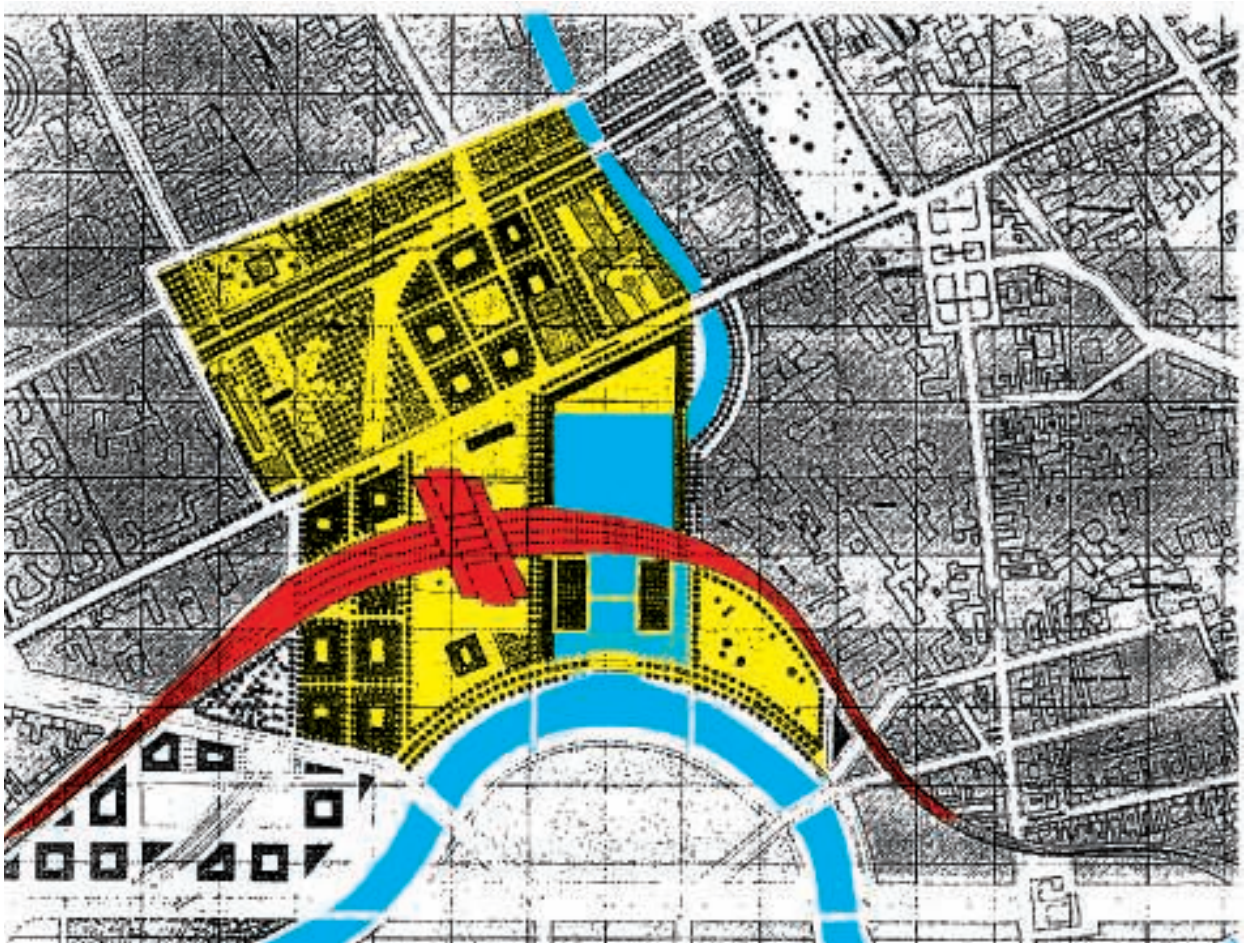
1.2.3 STÄDTEBAU

Derzeit steht der Bahnhof als Solitär auf weiter Fläche; auf dem umliegenden Gelände soll nach den Plänen des Architekten Oswald Mathias Ungers ein 30 Hektar großes verdichtetes Innenstadtquartier entstehen.

Konzept Städtebau

„Da sich dieses Gebiet mit einer einheitlichen Struktur nicht fassen läßt, werden 3 Zonen vorgeschlagen: Blockstruktur im Westen, im mittleren Teil Solitäre auf einem großen städtischen Platz sowie eine Zone um den Humboldthafen. Auf die Spange von Schultes wird reagiert, der Hafen wird in der Achse des künftigen Forums liegen. Der Bahnhof wird als Solitär belassen und durch eine Scheibe im Norden und einen Würfel im Süden zu einem Ensemble gefaßt. Beim Humboldthafen ist eine Randbebauung vorgesehen, die ihn nur an zwei Stellen berührt und als Antwort zum Regierungsviertel hin aufzufassen ist. Die vorgeschlagenen Arkaden lassen keine geschlossene Wand entstehen. Die Fassung des Humboldthafens macht ihn auch im Sinne eines Wasserplatzes wieder erlebbar, eine städtebauliche Ergänzung mit hoher Attraktivität wird möglich.“ (Oswald Mathias Ungers, 11. 2. 1995)³⁴

Abb 18: Berlin Hauptbahnhof mit Spreebogen und Humboldthafen



1.2.4 BAHNHOFSSCHARAKTERISTIKEN

Die 321 Meter lange gläserne Halle verläuft in Ost-West-Richtung. Sie wird von der in Nord-Süd-Richtung verlaufenden 160 Meter langen und 40 Meter breiten Bahnhofshalle mit insgesamt 70.000m² Geschoßfläche, davon 15.000m² Geschäftsfläche, gekreuzt. Durch großzügige Lufträume und die transparente Ausführung der Bahnhofshalle ist die untere Bahnsteigebene teilweise natürlich belichtet.^{35 36} Täglich benützen bis zu 240.000 Passagiere das Bauwerk, das circa 3,1 Milliarden Euro gekostet hat³⁷. Der Bahnhof ist ein reiner Personenbahnhof, es gibt keine durchfahrenden Züge, Güterzüge fahren auf der Berliner Ringbahn oder großräumig über den Berliner Außenring.

Die Fernbahnsteige sind mit einem Monitoring-System ausgestattet, das dem Bahnpersonal mittels Kameras einen bequemen Überblick über den ganzen Bahnsteig ermöglicht. Automatisch öffnende Entrauchungskappen für die unterirdischen Bahnsteige sind in den Bahnhofsvorplatz eingelassen. Bahnsteigüberdachung und Bahnhofshalle haben entlang ihrer Mittelachsen großzügige Entrauchungskappen, die in die Verglasung integriert sind.

Der unterirdische Teil des Berliner Hauptbahnhofs (Nord-Süd-Achse) liegt 15 Meter unter Straßenniveau und besteht aus 4 Bahnsteigen für 8 Gleise, die oberirdischen Bahnsteige liegen 10 Meter über der Straße und bestehen aus einem Bahnsteig (2 Gleise) für die Stadtbahn und 2 Bahnsteigen (4 Gleise) für die Fernbahnen. Die beiden Gleisachsen sind um 80° zueinander verdreht, was eine umständliche Liftführung und ein umfangreiches Informationssystem zur Folge hat (siehe Grundrisse): 6 freistehende, durchgängige Panoramalifte mit Überblick über die gesamte Bahnhofsanlage verbinden alle Ebenen des Bahnhofs miteinander; jeder dieser 6 Lifte hat eine eigene „Bahnsteigkombination“. Die 2 äußeren Bahnsteige des unterirdischen Teils sind nicht durchgängig an die oberen Bahnsteige angebunden; um in die Obergeschoße zu gelangen, muß im Erdgeschoß umgestiegen werden. Alle Bahnsteige sind mit Fahrtreppen erschlossen.

Der Oberbau ist als Masse-Feder-System mit Akustikelementen ausgeführt. Die Oberleitungen sind aus Gründen geringeren Wartungsaufwandes, geringerer Bauhöhe und des Entfallens von Nachspanneinrichtungen als Deckenstromschienen (Firma Furrer+Frey³⁸) ausgeführt.

Ausführung

Sicherheit

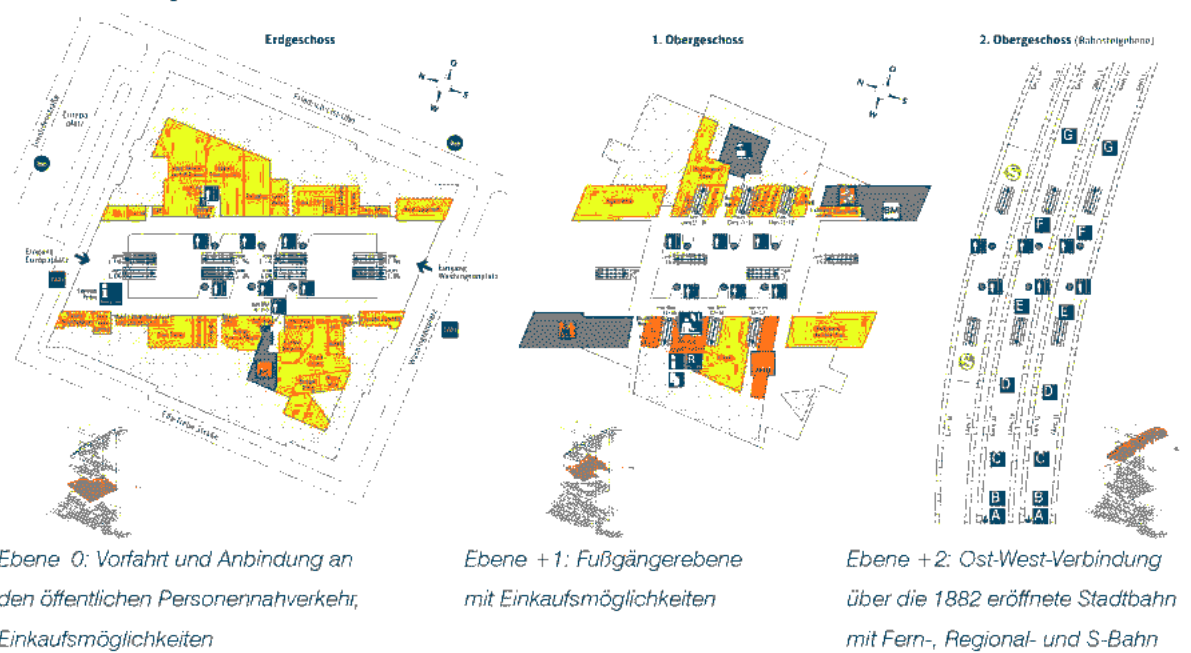
Erschließung



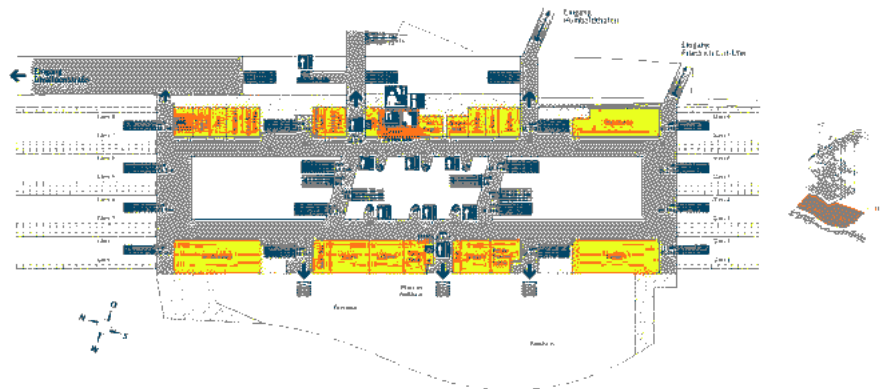
Abb 19: Berlin Hauptbahnhof, Untergeschoß



Abb 20: Deckenstromschienen im Tiergartentunnel



	Bahnhofseingang		2. Obergeschoss (Rahsteigebene)
	Eintrittsstelle		3. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		4. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		5. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		6. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		7. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		8. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		9. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		10. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		11. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		12. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		13. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		14. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		15. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		16. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		17. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		18. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		19. Obergeschoss
	Eintrittsstelle		20. Obergeschoss

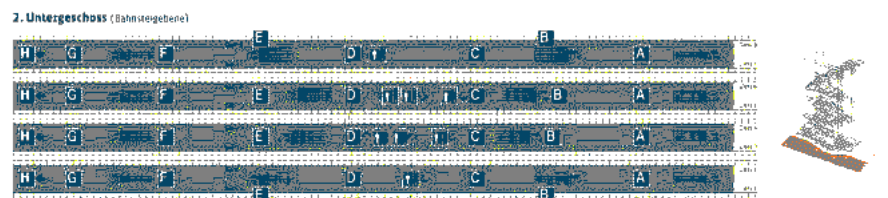


Zusätzliche Hinweise:

Wenn Sie Fragen und Anliegen haben, wenden Sie sich bitte an unsere Informations- und Servicecenter, die Sie an der Hauptkassenscheide und an den Hauptkassenscheide finden. Diese Servicecenter sind in der Regel von Montag bis Freitag von 8 bis 18 Uhr geöffnet.

Auf diesem Bahnhof ist die Park-and-Ride-Funktion (P+R) eingerichtet. Hier können Sie Ihr Auto abstellen und mit der U-Bahn oder S-Bahn in den Stadtverkehr einsteigen.

Die Verbindung der Stationen ist über die Hauptkassenscheide und die Hauptkassenscheide möglich.



Ebene -2: Nord-Süd-Verbindung mit Fern- und Regionalbahn durch den neuen Tiergartentunnel, U-Bahn-Linie U5 sowie später mit S-Bahnlinie S21^{30.40}

Abb 21: Ebenen
Berlin Hauptbahnhof

auch der Bahnsteig für die Magnetschwebbahn TRANSRAPID zwischen Hamburg und Berlin hätte hier gelegen, das Projekt wurde jedoch Anfang 2000 gestoppt

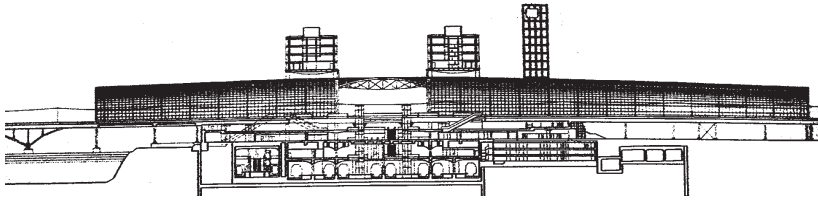


Abb 22: Schnitt Berlin Hauptbahnhof

REFERENZEN

- ¹ http://www.alptransit.ch/pages/d/aktuell/stand_zimmerberg.php
- ² AlpTransit AG: Ceneri-Basistunnel, 2006, Seite 1
- ³ <http://de.wikipedia.org/wiki/Gotthard-Basistunnel>
- ⁴ Präsentationsunterlagen: Kommunikationskonzept zur Lötschberg-NEAT, Seite 7
- ⁵ <http://www.gotthardtunnel.eu/deutsch/baustelle.htm>
- ⁶ <http://www.gotthardtunnel.eu/deutsch/baustelle.htm>
- ⁷ Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 5
- ⁸ Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 6
- ⁹ Vetsch, Hans-Peter: Betrieb/Sicherheit/Technik im Gotthard-Basistunnel, 2000, Seite 28
- ¹⁰ Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 7
- ¹¹ Alb, Hermann: Kanton Graubünden - Bau-, Verkehrs- und Forstdepartement: Raumkonzept Gotthard - Grundlagen, Inhalte, Struktur und Prozess
- ¹² Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 9
- ¹³ Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 20
- ¹⁴ Alb, Hermann: Kosten-Nutzen-Analyse und Nachhaltigkeitsbeurteilung, Schlussbericht 2004
- ¹⁵ http://www.nextroom.at/publication_article.php?publication_id=2441&article_id=24500
- ¹⁶ http://de.wikipedia.org/wiki/Porta_Alpin
- ¹⁷ Alb, Hermann: Kanton Graubünden - Bau-, Verkehrs- und Forstdepartement: Raumkonzept Gotthard - Grundlagen, Inhalte, Struktur und Prozess
- ¹⁸ Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 14
- ¹⁹ http://www.alptransit.ch/pages/d/aktuell/stand_sedrun.php
- ²⁰ Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 24
- ²¹ Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 18
- ²² Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 20
- ²³ Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 18
- ²⁴ Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 20
- ²⁵ Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 21
- ²⁶ Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 20
- ²⁷ Krings, Ulrich: Bahnhofsarchitektur, München 1985, ISBN 3-7913-0596-4, Seite 127ff
- ²⁸ Deutsche Bahn: Präsentationsunterlagen „Bahnverkehr Berlin 2006“ - Pressekonferenz 6.7.2005, Berlin 2005, Seite 15
- ²⁹ <http://de.wikipedia.org/wiki/Pilzkonzzept>
- ³⁰ Deutsche Bahn: Drehscheibe Berlin - Pilzkonzzept, Berlin, 2001, Seite 5ff
- ³¹ http://www.hbf-berlin.de/site/berlin_hauptbahnhof/de/bahnkonzept_fuer_berlin/verbessertes_angebot/verbessertes_angebot.html
- ³² Deutsche Bahn: Präsentationsunterlagen „Bahnverkehr Berlin 2006“ - Pressekonferenz 6.7.2005, Berlin 2005, Seite 13
- ³³ http://www.hbf-berlin.de/site/berlin_hauptbahnhof/de/bahnkonzept_fuer_berlin/bahnhoefe/bahnhoefe.html
- ³⁴ Stadtforum Berlin: 45. Sitzung Bahnhofs- und Stadtentwicklung, Berlin 1995, Seite 65
- ³⁵ http://www.hbf-berlin.de/site/berlin_hauptbahnhof/de/bauprojekt/architektur/architektur.html
- ³⁶ http://de.wikipedia.org/wiki/Berlin_Hauptbahnhof
- ³⁷ <http://www.bmvbs.de/artikel-,302.4813/Die-neue-Nord-Sued-Verbindung-.htm>
- ³⁸ <http://www.furrerfrey.ch/de/news1.html>
- ³⁹ <http://www.bmvbs.de/artikel-,302.4813/Die-neue-Nord-Sued-Verbindung-.htm>
- ⁴⁰ <http://www.tagesspiegel.de/berlin/archiv/18.07.1998/ak-be-10326.html>

2 BESONDERHEITEN

UNTERIRDISCHER EISENBAHNANLAGEN

2.1 LUFTSTRÖMUNGEN UND DRUCKWELLE

Da bei Stationen in nicht aufgeweiteten Tunneln die baulich mögliche Bahnsteigbreite mit etwas über 2m nicht dem üblichen Sicherheitsabstand zwischen Haltekante und Wartebereich (3.30m¹ bzw. 3.70m² bei 230 km/h) entspricht, dürfen sich Zugpassagiere nur während der Dauer des haltenden Reisezuges zum Ein- und Aussteigen auf dem Bahnsteig im Tunnel aufhalten. Die sturmartigen Luftströmungen, der Lärm der durchfahrenden Züge und die Druckwelle (bis 10 kN/m²) machen ein Verweilen am Bahnsteig gefährlich bis unmöglich.

Tunnelknall



Abb 23: Shinkansen mit speziell geformter Nase zur Reduktion des Tunnelknall

Bei der Einfahrt in einen Tunnel entstehen Druckwellen (Verdichtungs- welle am Zugkopf, Verdünnungswelle am Heck), die mit Schallgeschwindigkeit durch den Tunnel läuft und an den Tunnelenden reflektiert wird. An den Tunnelenden ist ein explosionsartiger Knall zu hören, der sogenannte Tunnelknall (Sonic Boom). Seine Intensität steigt mit der Einfahrtsgeschwindigkeit der Züge und wird durch glatte Oberfläche (Feste Fahrbahn!) verstärkt. Durch spezielle Maßnahmen (z.B. speziell geformte Zugspitzen wie beim Shinkansen³, Querschnittsveränderung an den Tunnelenden, Schallabsorber im Gleisbereich⁴) kann der Tunnelknall gedämpft werden.

Wind, Druckwellen

Der Zug schiebt durch seine Kolbenwirkung einen komprimierten Luftpolster vor sich her; es handelt sich hier um eine instationäre Tunnelströmung. Die Stärke dieser Strömung ist von der Geschwindigkeit und der aerodynamischen Form des Zuges abhängig. Ein Beobachter in einem tunnelfesten System verspürt erst einen Druckanstieg, bei der Vorbeifahrt des Zugkopfes aufgrund der hohen Geschwindigkeit einen raschen Druckabfall und beim Heck wieder einen Druckanstieg. Es handelt sich bei diesen Problemen vorwiegend um die vom menschlichen Ohr als unangenehm empfundenen Druckschwankungen sowohl im Tunnel als auch am Tunnelportal. ^{5 6 7 8}

2.2 AUSSTATTUNG UNTERIRDISCHER EISENBAHNSTATIONEN

FÜR DEN EINBAU GILT: SO VIEL WIE NÖTIG, SO WENIG WIE MÖGLICH⁹

2.2.1 BELEUCHTUNG, BELICHTUNG

Die Mindestbeleuchtungsstärke für Verkehrswege beträgt 100Lux¹⁰. Die Beleuchtung hat für Zugfahrer blendungsfrei (indirekte Beleuchtung ist zwar vorteilhaft, hat aber einen schlechteren Wirkungsgrad) und schattenfrei zu sein. Auch die Überwachungskameras müssen in das Lichtkonzept eingebunden werden. Die Bahnsteigkante sollte durchgehend beleuchtet werden, zB. durch Lichtbänder. Eine gängige Variante ist ein gut ausgeleuchteter Bahnsteig mit gut sichtbaren Warnstreifen, der Gleiskörper ist unbeleuchtet und in dunklen Farben gehalten und wirkt dadurch nicht anziehend. Zur Orientierung bietet sich an, Beleuchtungskörper wegorientiert anzuordnen und Fahrpläne und Stadtpläne zusätzlich zu beleuchten. Bei unterirdischen Bahnhöfen, die in offener Bauweise hergestellt werden, wird in letzter Zeit vermehrt mit natürlicher Belichtung gearbeitet (zB. Berlin Hauptbahnhof, Stuttgart²¹).



Abb 24: schattenfreie Beleuchtung der U-Bahn in Osaka

2.2.2 AKUSTIK

Die Mischung aus Stimmengewirr und Maschinengeräuschen (stehende Züge, Aggregate, Lüftungen) bewirkt ein homogenes Hintergrundgeräusch. Durchsagen sollen zur besseren Verständlichkeit und zur Verhinderung von Nachhallgeräuschen über eine Vielzahl kleiner Lautsprecher erfolgen. In Tunnelstationen kann es notwendig werden, die Wartehallen mit schalldichten Türen vom Bahnsteig zu trennen, bei Tunnels, in denen mit hoher Geschwindigkeit gefahren wird, wie bei Porta Alpina, müssen diese Türen starken Druckstößen standhalten können.

2.2.3 BELÜFTUNG

Lüftungsarten Erhöhte Temperaturen bei großen Gebirgsüberdeckungen sowie durch Bergwässer entstehende Feuchtigkeit schaffen in Tunnels eine Atmosphäre, die Geräteüberhitzung und Korrosion begünstigt. Daher muß die Tunnelluft regelmäßig ausgetauscht werden. Dies geschieht durch die infolge der Kolbenwirkung der Züge durch den Tunnel geschobenen Frischluft. Bei langen Tunnels wird die Lüftung durch Lüftungsanlagen unterstützt. Die Abluft wird durch Absaugebauwerke gefaßt und ausgeblasen. Ein zusätzlicher Luftaustausch kann bei Stollen und Schächten ohne eigene Lüftungsgeräte durch den thermischen Auftrieb („Kamineffekt“) infolge der Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenluft sowie durch den Effekt der „atmenden Lüftung“ (aufeinanderfolgender Über- und Unterdruck bei Zugsdurchfahrten) erzeugt werden. Zusätzlich zur normalen Umlüftung muß eine Brandrauchentlüftung vorgesehen werden. Im Brandfall findet die Entrauchung über das Tunnellüftungssystem statt.¹¹

Erhaltungsbetrieb Beim Gotthardbasistunnel mit seinen besonders hohen Gebirgsüberdeckungen ist außerhalb der Betriebszeiten ein sogenannter „Erhaltungsbetrieb“ vorgesehen (ev. in den Nachtstunden). Dabei wird, um ein akzeptables Tunnelklima aufrecht zu erhalten, 200m³/s Frischluft in die Tunnelröhren eingeblasen¹².

Raumlüftung In Eisenbahnstationen muß die Luft mindestens alle 1,5 Stunden ausgetauscht werden. Bei Stationen in Tunnels ist dieser Luftwechsel durch die durchfahrenden Züge gegeben. Betriebs- und Nebenräume werden mechanisch be- und entlüftet. Zur Klimaregulierung kann temperierte Luft eingeblasen werden.

Zur Belüftung der Technikräume sowie der Seiten- und Verbindungsstollen beider NHS werden permanent 35 m³/s Frischluft eingeblasen¹³.



Abb 25: Lüftungseinrichtungen im
Lötschbergtunnel

2.3 BESONDERHEITEN BEI U-BAHNEN

Die Attraktivität von U-Bahnen liegt in der bestmöglichen Erschließung der Stationen von der Oberfläche aus. An der Oberfläche nehmen sie kaum Platz ein, weswegen sie störungsfrei an Verkehrsknotenpunkte oder Hauptverkehrswege gesetzt werden; trotzdem wird die Wahrnehmung einer Stadt oft entscheidend von ihrer unterirdischen Architektur geprägt. Die Zwischengeschoße von U-Bahnen werden oft als öffentliche Flächen gestaltet, z.B. Straßenunterquerungen oder Passagen. U-Bahn-Strecken verfügen über eigene, möglichst reduzierte Regelquerschnitte (Sonderlichträume), die aufgrund einheitlicher Garnituren besondere spezifische Anpassungen der Bahnsteige an die Fahrzeuge ermöglichen.

Das sind z.B.

- ebene Einstiege mit minimalem Bahnsteigspalt
- hohe Bahnsteigkanten mit Fluchtmöglichkeit unter dem Bahnsteig
- ausfahrbare Podeste, bei denen kein Bahnsteigspalt mehr verbleibt (z.B. beim V-Wagen der Wiener U-Bahn)
- Sondermaßnahmen zur Bahnsteigkantensicherung (z.B. Paris Metro Bibliotheque National, London Jubilee Line)
- spezielle Stromabnehmersysteme

Viele U-Bahnsysteme verfügen über Linienzugbeeinflussung und können daher ohne optische Signalgeber gesteuert werden. Bahnsteige von U-Bahnen sind über feste Stiegen, Rolltreppen und Aufzüge möglichst effizient aneinander, an das Stadtgefüge und an andere Verkehrsmittel anzubinden. Feste Stiegen werden mit zunehmender Förderhöhe weniger verwendet; für große Tiefen werden daher drei oder mehr breite Rolltreppen nebeneinander geführt und nur die Fluchttreppen als feste Stiegen ausgeführt.

Unterschiede zu Eisenbahnen



Abb 26: ausfahrbares Podest beim V-Wagen der Wiener U-Bahn

Erschließung



Abb 27: Bahnsteigtüren der Jubilee Line, London, Station Westminster

2.4 NOTHALTESTELLEN

Selbstrettung	Bei sehr langen Tunneln (über 25km) ist das Verlassen des Tunnels nur beschränkt möglich. Fremdrettung verliert an Bedeutung, daher sind Maßnahmen zur Erleichterung der Selbstrettung mit nachfolgender Evakuierung anzustreben. Bei zweiröhrigen Tunneln kann die Flucht in Querschläge und die Nachbarröhre erfolgen; auch Lüftungsanlagen können Fluchtmöglichkeiten darstellen. Beim Ärmelkanaltunnel findet sich eine dritte, kleinere Röhre zwischen den beiden Hauptröhren, in welche die Passagiere flüchten können und wo sie mit einem Elektrobuss evakuiert werden.
Ausstattung	In einem Brandfall gilt als oberstes Gebot: „Aus dem Tunnel herausfahren“. Sofern bei langen Tunneln unter Berücksichtigung der normalen Notlaufzeigenschaften (15min) das Tunnelende nicht erreicht werden kann, ermöglichen Nothaltestellen das Verlassen des Zuges und schließlich des Tunnels. Nothaltestellen sind Bauwerke in Tunneln, die die Evakuierung und Rettung im Ereignisfall erleichtern sollen und einen überlebenssicheren Raum bieten. Sie zeichnen sich aus durch · begehbare Bahnsteige, die breiter als die Notstege im Tunnel sind · eine mit Frischluft belüftete Verbindung zwischen den zwei Tunnelröhren, die es ermöglicht, in eine ungefährliche Röhre zu wechseln, um von dort evakuiert zu werden · ev. Verbindungen mit dem Außenraum (z.B. Stollen, die bei der Tunnelherstellung errichtet wurden) · bereitgestellte Rettungsvorrichtungen und -hilfsmittel, Rauchabsaugung, Videoüberwachung, verstärkte Beleuchtung
Zusatznutzungen	Nothaltestellen werden häufig bei Zwischenangriffen errichtet, um die bereits gegrabenen Stollen mit Funktionen nachzunutzen, die an der Oberfläche störend wirken, z.B. durch Lärmentwicklung. In den großen Kubaturen finden Umspannwerke, Tunnellüftungs- und Betriebszentralen Platz; auch Gleiswechsel werden häufig bei Zwischenangriffen positioniert. Durch die Zugangs- und Nebenstollen erfolgt die Be- oder Entlüftung, diese Hallen werden im Ereignisfall als Verbindungsgang zwischen den Nothaltebahnsteigen verwendet.
Querschläge	In Fällen, bei denen ein Zug nicht zu einer Nothaltestelle rollen kann (Entgleisung), besteht bei 2-röhrigen Tunneln die Möglichkeit, in einen Querschlag zu flüchten. Die Abstände zwischen den Querschlägen liegen bei 300m. Diese Querschläge sind über brandgasdichte Tore erreichbar, beherbergen für den Normalbetrieb Schaltschränke mit Anlagen für die Stromversorgung, die Arbeits- und Notbeleuchtung, die Datenübertragung, die Türsteuerung, die Brandmeldeanlagen, die Sicherungs- und Funkanlagen und sind mit Feuerlöscheinrichtungen ausgerüstet. Zum Schutz vor Überhitzung der Geräte sind die Querschläge teils klimatisiert, die Stellung der Tore wird von den Sicherungsanlagen überwacht; bei offenen Türen sind Zugsfahrten nur mit maximal 40 km/h möglich ¹⁴ .

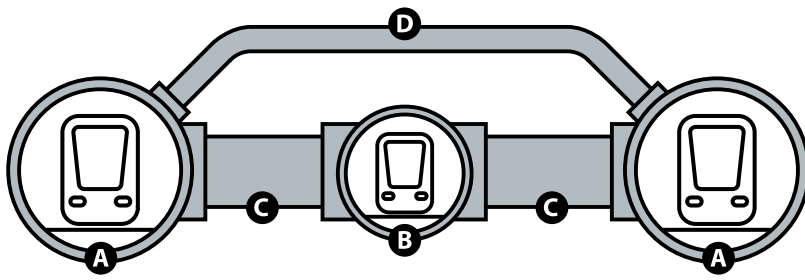


Abb 28: Querschnitt Ärmelkanaltunnel

A Fahrtröhre

B Fluchtröhre

C Querstellen

D Druckausgleichsröhre



Abb 29: Einrichtungen im Lötschberg-tunnel

REFERENZEN

- 1 SBB Bau GD-Weisung, Ziff.3.3, 01.07.1996
- 2 Freystein, Hartmut: Handbuch Entwerfen von Bahnanlagen, 1. Aufl. Hamburg, 2005, Seite 278
- 3 <http://de.wikipedia.org/wiki/Shinkansen#Technik>
- 4 <http://de.wikipedia.org/wiki/Euerwangtunnel>
- 5 Ehrendorfer K., Dissertation: Druckwellen in der Umgebung von Tunnelportalen, Wien 1998
- 6 Schultz, Michael: Dissertation Druckwellenausbreitungsvorgänge, Wien 1990
- 7 <http://de.wikipedia.org/wiki/Tunnelknall>
- 8 Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 23
- 9 Vetsch, Hans-Peter: Betrieb/Sicherheit/Technik im Gotthard-Basistunnel, 2000, Seite 13
- 10 DIN 5035 (Teil 2 Arbeitsstätten)
- 11 Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 7f
- 12 Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 8
- 13 Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 8

3 MÜRZZUSCHLAG UND SEMMERINGERBAHN

3.1 ÜBERSCHIENUNG DES SEMMERING BIS HEUTE

3.1.1 GESCHICHTE DER SEMMERINGERBAHN



Abb 30: Lage der Semmeringerbahn

vor 12. Jhdt: Güterverkehr über die Bernsteinstraße über Savaria (Steinamanger) und Scarabantia (Ödenburg)

ab 12. Jhdt: erste Paßstraße, Pilgerroute nach Süden

1160: Errichtung eines Hospizes an der Strecke --> Spital am Semmering

1227: Erste urkundliche Erwähnung des Ortes Mürzzuschlag (murzuslage)

1728: neue Straße errichtet unter Kaiser Karl VI., bis zu 17% Steigung

1837-1839: Geländestudien am Semmering durch Erzherzog Johann werden Grundlage für die spätere Semmeringerbahn, Carl Ritter von Ghega wird mit Streckenplanung beauftragt

17.8.1841: Eröffnung der Semmeringstraße (heutige B306, „Semmering-Ersatzstraße“) weite Kurven, Brücke über den Myrthengraben, Steigung nur 5%; die Straße ist als Bindeglied zwischen der Wien-Gloggnitzer-Bahn und der Graz-Mürzzuschlager-Bahn konzipiert, Personen- und Güterbeförderung mit Ochsen- und Pferdewagen

5.5.1842: Eröffnung der Strecke Wien-Gloggnitz

21.10.1844: Eröffnung der Strecke Mürzzuschlag-Graz

1844: Planungen weitgehend beendet. Heftige Kritik am Projekt: keine ausreichend starken Lokomotiven vorhanden, Bremsen unterentwickelt, keine Betriebserfahrung mit Bergbahnen

bis 1847 Überarbeitungen (Anhebung der Maximalneigung von 20‰ auf 25‰ aufgrund leistungsstärkerer Lokomotiven)

13.3.1848: Beginn der Revolution in Wien, Massenarbeitslosigkeit. Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen werden angedacht, z.B. Donauregulierung, jedoch noch keine Planungen

27.6.1848: strategische Bedeutung der Achse Hamburg-Triest ist mit ein Grund für ungewöhnlich schnelle Genehmigung der Semmeringbahn

7.8.1848 Baubeginn am Teilstück Gloggnitz-Payerbach. Aufteilung des Projektes in 14 Baulose, jedes Baulos wird von einem anderen Unternehmer geführt -> viele Beschäftigte, kurze Bauzeit

17.7.1854: Betriebsaufnahme

ab 1855: Privatisierung der Staatsbahnen aus Geldnot

1858: Verkauf der Semmeringerbahn an die „k.k.priv. Südbahn-Gesellschaft“

ab 1868: Zulassung für den Güterverkehr



Abb 31: Nordrampe Semmeringerbahn



Abb 32: Trassenvarianten 1847

Streckenlänge 41,7km; Luftlinie 21km; 14 Tunnel, 16 Viadukte; Längsneigung max 25‰, über 50% mehr als 20‰; kleinster Radius 172m

Streckendaten

- Semmeringtunnel bei seiner Errichtung der weltweit höchste mit der Eisenbahn erreichbare Punkt (898m über Adria)
- Trassierungssystem „am Hang“, die Seitentäler ausnutzend
- neue Meßinstrumente, zB „stampfersches Nivellier- und Höhen- und Längenmeßgerät“
- Verbindungsclashen an den Schienen zur Verringerung der Entgleisungsgefahr, bei starken Radien tw. bis heute angewandt
- Zungenweichen anstelle von Schleppweichen
- gekrümmte Viadukte mit Neigung
- neue Lokomotiven: „SEMMERING“-Lokomotive von Wilhelm Engerth, erste Gebirgslokomotive
- erstmals Schnellpoststrecke zwischen Wien und Adria, täglich bis zu 7 Bahnpostzüge

Neuerungen

- Die Eisenbahnstrecke wurde mitsamt den Tunnels in die Landschaft einbezogen, Landschaftsblicke wurden bewußt eingesetzt (romantische Elemente)
- ermöglicht wurde die technische Meisterleistung der Bahnstrecke durch Messung und Berechnung (Klassizismus, Aufklärung)
- Vorbilder waren antike römische Brücken und Viadukte, Planfunde in römischem, gotischem, ägyptischem Stil

Gestaltung

3.1.2 STRECKENERNEUERUNGEN UND BASISTUNNELVARIANTEN BIS 2002

Modernisierungen	1941: Der Haupttunnel ist bereits in sehr desolatem Zustand und einsturzgefährdet, Planungen für einen Basistunnel von Prein am Gscheid nach Spital, jedoch nicht finanzierbar, keine Arbeitskräfte vorhanden 1946: Planungen für einen Basistunnel Prein-Mürzzuschlag, zu teuer 1949-1953: Errichtung des neuen Semmering-Scheiteltunnels 1956-1959 Elektrifizierung und Modernisierung der Strecke Seit 1961: gefragte Teststrecke für Lokomotiventwicklungen aller Art mit Achslasten bis 23t.
Semmeringbasistunnel alt	1989: ASFINAG-Gesetz wird beschlossen, Südbahn wird zur Hochleistungsstrecke erklärt 1991: diverse Übereinkommen nennen die Wichtigkeit einer Semmering-Untertunnelung („Europäisches Übereinkommen über wichtige internationale Strecken des kombinierten Verkehrs und damit verbundene Einrichtungen“, „Kärntner Memorandum“, „Niederösterreichisches Landeskonzept“, „steirisches Gesamtverkehrsprogramm“) 1994: Erteilung des eisenbahnrechtlichen Baugenehmigungsbescheids nach dem positivem Abschluss der Trassenverordnung durch das Verkehrsministerium unter Einbeziehung der niederösterreichischen Naturschutzbehörde, Planungsbeginn für Basistunnel Gloggnitz-Mürzzuschlag, Baubeginn des Pilotstollens 1995-1997: eisenbahnrechtlicher Baubescheid wird wiederholt angefochten 1997: nachdem der eisenbahnrechtliche Baubescheid positiv ausfällt, wird im Dezember das Naturschutzgesetz novelliert, ein negativer Naturschutzbescheid ist die Folge, HL-AG beruft dagegen 1998: Semmeringbahn wird UNESCO-Weltkulturerbe 1999: Novellierung verfassungswidrig, alte Bestimmung wieder in Kraft, der negative Naturschutzbescheid wird aufgehoben 2001: Die niederösterreichische Landesregierung als Naturschutzbehörde zweiter Instanz weist die Berufung vom 10. 2. 1998 ab, der Semmeringbasistunnel Gloggnitz-Mürzzuschlag wird nicht gebaut.¹ Das Projekt wurde von Beginn an kritisiert², z.B. wenig Bürgerbeteiligung, Längsneigung im Tunnel zu groß etc. Auch in den Medien war eine projektkritische Stimmung bemerkbar.³ 2004: Das letzte Teilstück der Semmeringschnellstraße S6 wird eröffnet
aktuelle Betriebsdaten	Der Gesamtverkehr auf dem Semmering beträgt etwa 70.000 Züge pro Jahr. Pro Jahr werden ca. 10 Mio Nettotonnen pro Jahr Gütertransporte über die Semmeringstrecke abgewickelt, 75 % davon sind österreichischer Quell- und Zielverkehr, der gesamtsteirische Anteil beträgt etwa 50%. Im Personenverkehr werden hier pro Jahr etwa 4 Millionen Passagiere transportiert. ⁴

Nachteile der bestehenden Bergbahn:

- kein moderner kombinierter Verkehr(LKW)
- keine durchgehende Führung von schweren Güterzügen
- keine attraktiven Reisegeschwindigkeiten
- keine wirtschaftliche Betriebsführung
- kein Spielraum für zusätzliche Verkehrsaufnahmen⁵

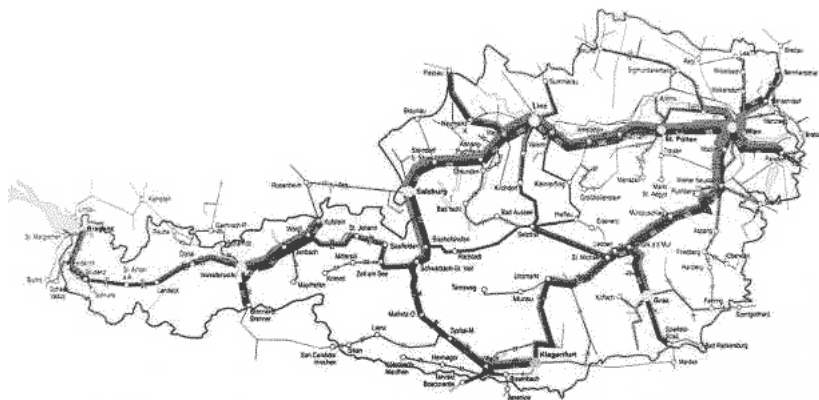


Abb 33: Streckenbelastungen der österreichischen Eisenbahnen (Auswahl)

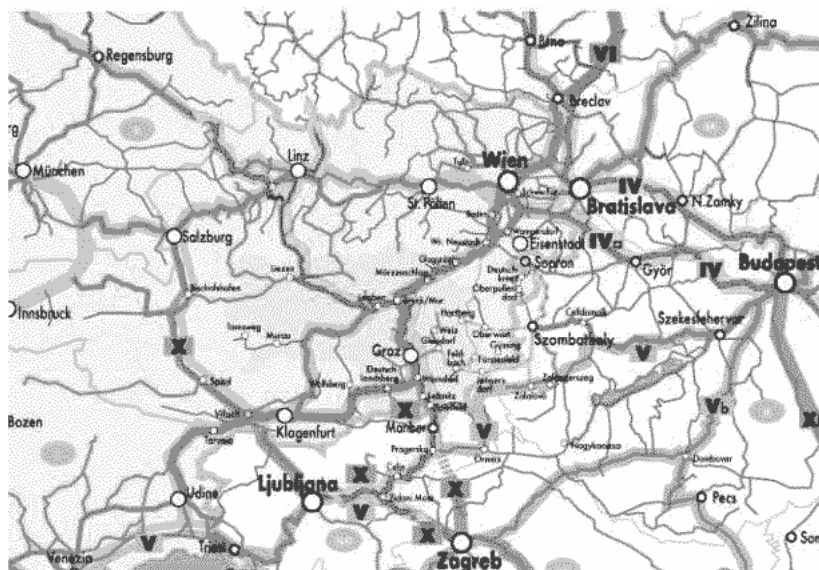


Abb 34: Die Eisenbahnstrecken der Steiermark im Transeuropäischen und Paneuropäischen Eisenbahnnetz

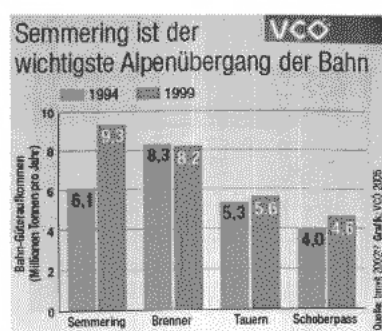
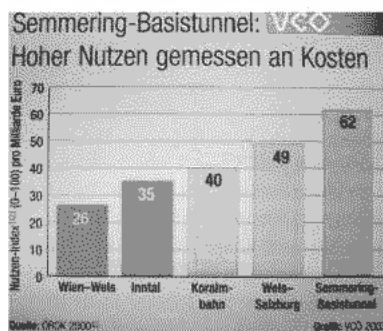


Abb 35: Kosten-Nutzen-Rechnung
Abb 36: Güterkapazität Semmering

3.1.3 SEMMERINGBASISTUNNEL NEU

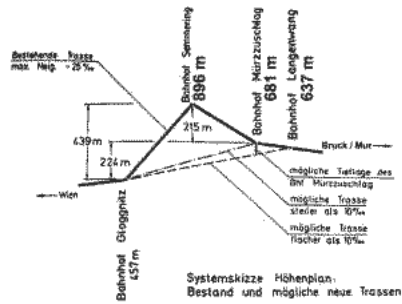


Abb 37: Basistunnelvarianten Semmering

Verkehrliche und technische Anforderungen

- Einhaltung Anfangs- und Endpunkt (Gloggnitz, Raum Mürzzuschlag / Langenwang)
- Maximale Längsneigung: 8,5‰ (Sicherstellung Gleichwertigkeit mit Koralmbahn)
- Schnellzughalt im Portalbahnhof Steiermark mit Umsteigemöglichkeit zum Regionalverkehr
- Eilzughalt in Gloggnitz
- Auslegung der Strecke auf das vorgegebene Betriebsprogramm – Betriebsabwicklung mit befriedigender Betriebsqualität
- $V_{max} = 200 \text{ km/h}$; in den Portalbereichen Anpassung der Geschwindigkeitsverhältnisse an die Zulaufstrecken⁷

Zielsetzungen zur Trassenentwicklung

- Ausweichen von ausgeprägten tektonischen Störungszonen (kürzeste Wege, keine schleifenden Schnitte)
- Ausweichen von stark wasserführenden Gesteinseinheiten
- Abrücken von großen Wasserversorgungen
- Abrücken von Feuchtgebieten mit Bezug zum Berg und Grundwasserkörper
- Vermeiden von bebauten Zonen (Portale, Zwischenangriff, Baustelleneinrichtung)
- Vermeiden von Schutzgebieten (Natura 2000, Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Naturpark, hochwertige Lebensräume)⁸

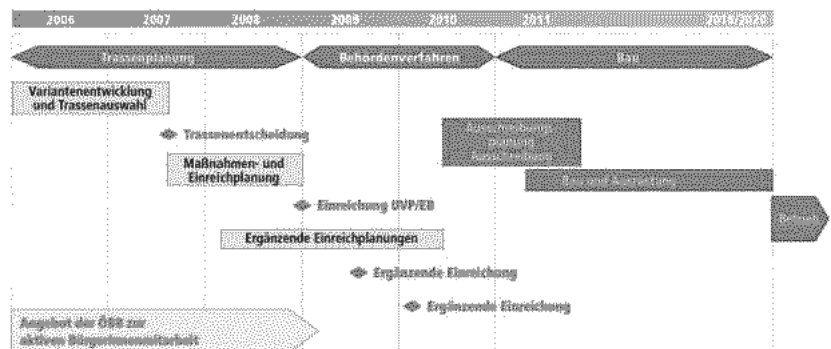


Abb 38: genereller Projektablauf SBT

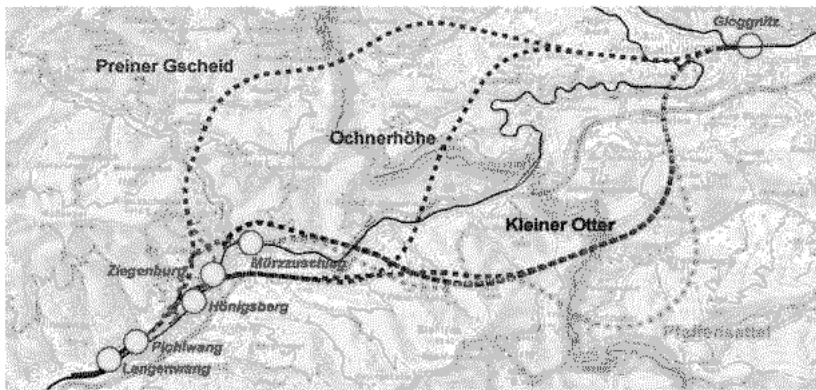


Abb 39: Trassenvarianten SBT

In einem offenen Planungsprozeß, der in Regionalforen und Foren auf Gemeindeebene organisiert und über einen Lenkungsausschuß koordiniert wird, wird auf ein für die Region sinnvolles Basistunnelprojekt hingearbeitet.

offener Planungsprozeß

Bei der Raumanalyse werden Problembereiche und negative Auswirkungen, die sich für den Raum und die Umwelt ergeben können, festgestellt und in der Planung berücksichtigt. Dazu werden in einem ersten Schritt die Ergebnisse der durchgeführten Erhebungen für den gesamten Planungsraum in einem so genannten Raumwiderstandsplan abgebildet. Es ergeben sich

Raumwiderstandsplan

- Zonen mit hohem Raumwiderstand: Jene Bereiche, wo sich ein besonders hohes Konfliktpotential (hohe Siedlungsdichte, besondere Naturschutzinteressen etc.) ergibt. Diese Zonen sollen weitestgehend unberührt bleiben.
- Zonen mit erheblichem Raumwiderstand: Hier handelt es sich um Räume, in welchen eine spezielle flächige Nutzung vorliegt (z.B. Wassernutzungen), die bei der Trassenplanung speziell zu berücksichtigen sind.
- Zonen mit geringem Raumwiderstand: Diese Zonen erstrecken sich flächendeckend über all jene Bereiche ohne hohen oder erheblichen Raumwiderstand.⁹

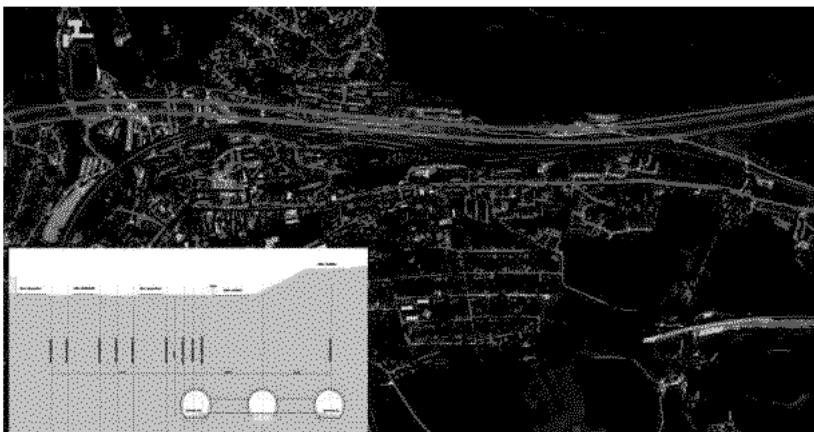


Abb 40: mögliche Lage eines Tiefbahnhofes in Mürzzuschlag lt. ÖBB

Die Stadtgemeinde hat ihrerseits Vorschläge eingebracht, um die Verbindung zur Bahn zu behalten. Es handelt sich dabei um Bahnhöfe in Tieflage (im Bereich Ziegenburg und im Bereich des heutigen Bahnhofes) und um die Trassenvariante „Pfaffensattel“, die in Niveaulage in den bestehenden Bahnhof einschwenkt.

3.2 MÜRZZUSCHLAG

Geschichte

Mürzzuschlag ist eine Bezirkshauptstadt an der Flußeinmündung der Fröschnitz in die Mürz auf 670 Meter Seehöhe. Sie wird 1227 erstmal urkundlich erwähnt und erhält 1923 das Stadtrecht sowie 1360 von Herzog Rudolf das Eisenrecht und besitzt somit ein Privileg auf die Eisenherstellung. Mitte des 19. Jahrhunderts wird das Gebiet durch Erzherzog Johann weiter industrialisiert; seinem Einfluß ist es zu verdanken, daß die Südbahn ab 1842 statt über den 119m niedrigeren Wechsepaß über den Semmering projektiert und gebaut wird. Kurz nach der Eröffnung der Semmeringerbahn werden 1862 die heutigen Böhler-Stahlwerke gegründet, 1912 wird hier der erste rostfreie Stahl erzeugt. 2005 hat Mürzzuschlag etwa 9200¹⁰ Einwohner.

Auszug aus dem Innenstadtkonzept

Der Fröschnitzlauf westlich des Hammerparks bis zum Fröschnitzbogen soll für die Bevölkerung als Fußwegezug nutzbar und erlebbar gemacht werden.¹¹

Der Busbahnhof zwischen Lastenstraße und Kirchengasse ist sehr klein und genügt den Ansprüchen der heutigen Zeit nicht mehr. Insbesondere ist er für Busse sehr schwer zu befahren, daher soll der Busbahnhof an günstigerer Stelle der Innenstadt errichtet werden.¹²

Der bestehende Busbahnhof an der Kirchengasse entspricht den heutigen Erfordernissen nicht mehr. Mit 5 Stellplätzen und den zugehörigen Zu- und Abgangflächen würden die Busbetriebe auf relativ lange Zeit das Auslangen finden.¹³

Wie man an der Darstellung der Nutzungsverteilung erkennen kann, liegen in den meisten Gebäuden ab dem ersten Obergeschoß Wohnungen. Auf's Ganze gesehen ist der Anteil des Wohnens in der Innenstadt aber gering¹⁴, da in der Innenstadt vorrangig zweistöckige Häuser stehen.

Abb 41: Mürzzuschlag, historischer
Ortsplan 1824

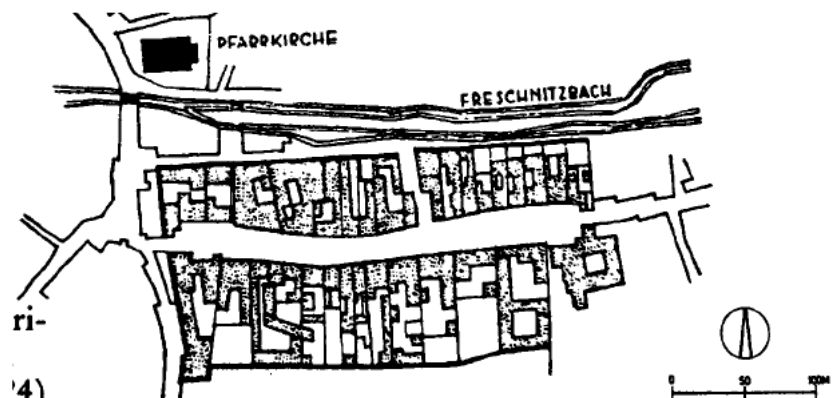




Abb 42: Übersichtsplan Mürzzuschlag 2007, M 1:5000

3.3 RÄUMLICHE ASPEKTE VON TUNNELN

Begriffe Ein Tunnel ist eine Verbindung zweier Außenräume. Ein Stollen ist eine waagrechte, ein Schacht die senkrechte Verbindung von einem Innen- und einem Außenraum. Alle anderen Formen lassen sich unter dem Begriff „Kaverne“ oder „Strecke“ zusammenfassen.



Abb 46: James Turrell, Roden Crater

Ausformungen Die räumliche Grundform schwankt zwischen zwei Extremen: einerseits der leere Raum in einem glatten Rohr (dann ist das Ende ein Lichtpunkt) andererseits eine Addition von Erweiterungen und Verengungen (dann ist das Ende der Fluchtpunkt der Zentralperspektive). Beim glatten Rohr ohne Anhaltspunkten lassen sich Längen und Entfernungen schwerer fassen als bei einer Raumserie. Typologische Unterscheidungsmöglichkeiten ließen sich noch z.B. über den Querschnitt, die Veränderlichkeit des Querschnitts oder die Form der Hauptachse formulieren.

Abb 47: Tunnelröhre ohne Anhaltspunkte

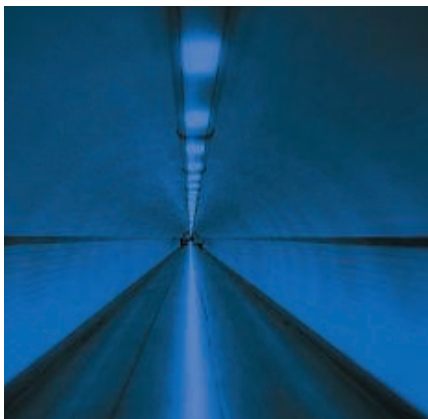


Abb 48: Zugang zu Roden Crater



Abb 49: Tunnel Pergamon-Tempel, Türkei



Der Aufenthalt in einer unterirdischen Röhre bekommt etwas beklemmendes; das Fehlen von Fluchtmöglichkeiten aus der den Raum ver-einnahmenden Axialität zerstört den Eindruck eines schützenden Ver-stecks, Assoziationen mit Materialeinbruch, Luftmangel, Brand oder Verkehrsunglücken liegen nahe. Schall nimmt nicht mehr proportional zum Quadrat der Entfernung, sondern nur linear dazu ab, Lärm und Ge-räusche sind weithin hörbar, während die Lichtstrahlen nur Information, aber keine Helligkeit verteilen. Am Tunnelende verstärkt sich die Grenze zwischen hell und dunkel, außen und innen.

Sensorische Beziehungen



Abb 50: Grenze innen/außen am Tunnelende

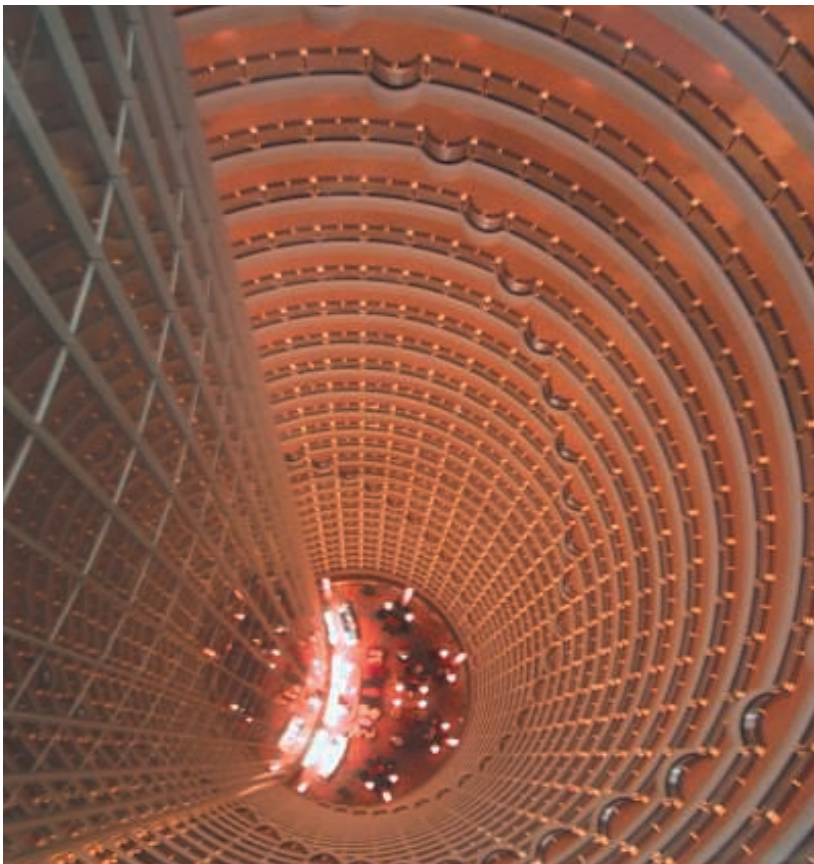


Abb 51: Jin Mao Tower, Shanghai



Abb 52: Licht als Informationsträger; Bilderserie Dom im Berg, Graz

Raumwahrnehmung

Ohne Beleuchtung existiert lediglich ein Punkt in der Ferne, sofern dieser nicht noch verdeckt wird. Erst durch die Sichtbarkeit seiner Textur kann der Innenraum wahrgenommen werden, ab diesem Moment spielen Form und Innenleben eine Rolle. Ist in einer unterirdischen Röhre keine zusätzliche Tragstruktur vorhanden (was in Tunneln meistens der Fall ist), bleibt die Textur als einziges raumbildendes Element übrig. Verschwimmt sie z.B. bei zu schneller Bewegung, verschwimmt auch der Raumeindruck. Die Beleuchtung wird selbst zur Textur, ob versteckt als indirekte Lichtquelle oder als sichtbarer Leuchtkörper.

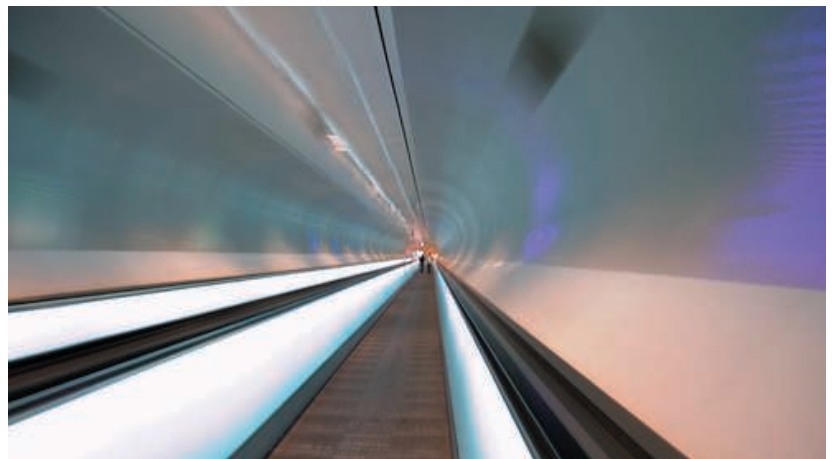


Abb 53: Beleuchtung als Textur



Abb 54: Verschwinden der Textur und der Raumwahrnehmung durch Bewegung



Das Nebeneinander von Hülle und Öffnung wird ein zentrales Thema der Raumwahrnehmung. Lichtflächen ohne faßbare Anhaltspunkte (z.B. Himmel) gliedern sich nahezu gleichwertig zu den anderen Texturen des Raumes und bekommen so eine eigene Materialität (zB. „Skyspaces“ von James Turrell)

Raumabschluß

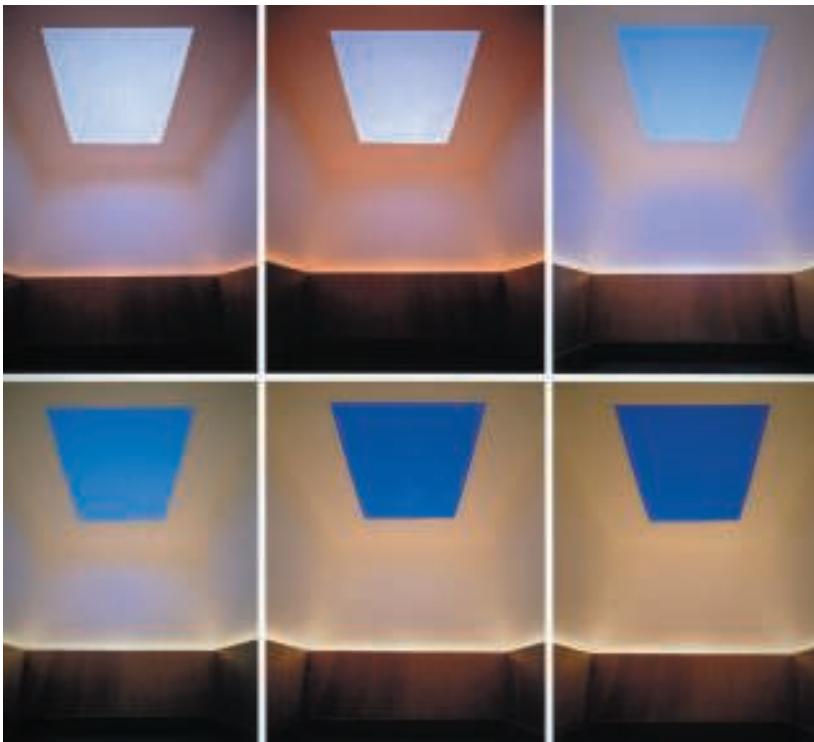


Abb 55: James Turrell, „Skyspace“



Abb 56: James Turrell, „Baker Pool“

3.4 RANDBEDINGUNGEN FÜR EIN MÖGLICHES PROJEKT „TIEFBAHNHOF MÜRZZUSCHLAG“

Baugrund	• Der Baugrund im Planungsgebiet ist durch seine Lage an einer Flußkreuzung stark wasserführend und besteht vorwiegend aus Schottergerstein. Daher wird mit Schlitzwänden oder Bohrpfählen ein rechteckiger Schacht errichtet, der zwei der Tunnelröhren überspannt und eine Breite von mindestens 15m aufweist. Von hier werden alle anderen Stollen und Querschläge vorgetrieben. • Die beiden stadtnahen Stollen für Expreßlift und Fluchttreppe werden im Brunnensenkkastenverfahren hergestellt.
Zulieferung	• Der Technikbereich bekommt eine eigene Zufahrt und ist auch für große LKW(L=18m, H=4m) benützbar. Mit einem Portalkran können die Fahrzeuge entladen werden; der Kran bedient den gesamten Technikbereich.
Längsneigung unverändert	• Da es sich um einen Haltepunkt auf freier Strecke handelt, an der keine Gleiswechsel oder Zugstrennungen stattfinden, können die Tunnelröhren ihre Neigung von etwa 8‰ beibehalten.
2-schalige Ausführung	• Alle Tunnel und Stollen im Stationsbereich werden 2-schalig ausgeführt, um eine vollkommene Trennung von Tunnel- und Bergwässern zu ermöglichen.
Entwässerung	• Die Entwässerung der Station ist von der Tunnelentwässerung getrennt. Alle Stollen und Röhren verfügen über eine Längsneigung von mindestens 1‰ zum Schachtfuß, der als Pumpensumpf und Retentionsbecken für Tunnelabwässer ausgeführt ist.
3 Aufzüge	• Die vertikale Erschließung wird größtenteils über Aufzüge stattfinden, daher werden 3 Stück öffentlich zugängliche Aufzüge mit den Innenabmessungen 1.40 x 2.20m (20 Personen) und der Geschwindigkeit 3m/s eingesetzt. Beim veranschlagten Spitzenwert von 200 gleichzeitig eintreffenden Personen entstehen so Wartezeiten von etwa 5 Minuten. Für Personen mit Höhenangst wird ein Lift geschlossen ausgeführt.
Lastenaufzug	• Es kommt ein Lastenaufzug mit den Innenabmessungen 1.80 x 2.50m und einer Traglast von 2500kg zum Einsatz. Dieser Lift ist an alle Ebenen angebunden und nur mit Schlüssel zu benutzen.
Stiegenbreite	• Für die Stiegenbreite zur Oberfläche errechnet sich eine Mindestbreite von 2,40m¹⁵.
Noteinrichtungen	• Im gesamten Bahnhof sind Notruffernsprecher und Notbeleuchtung zu installieren. Außerdem werden an den Übergängen zwischen Boden und Wand blinkende LED-Leuchtleisten installiert, die im Gefahrenfall den Weg zur nächsten Fluchtmöglichkeit weisen.
Bahnsteige	• Die Bahnsteige der Tunnelstation sind 405m lang und bis auf Beleuchtung, Handläufe und Noteinrichtungen unmöbliert. Die Noteinrichtungen bestehen aus Löschwasseranschluß, manueller Schleusentoröffnung, Stromanschluß für Rettungsgeräte und Notruffernsprechern.

- Bei der Materialwahl und Ausgestaltung der Bahnsteige ist darauf zu achten, daß der Regelbetrieb des SBT Reinigungsarbeiten nur gelegentlich zuläßt.
- Die Bahnsteige werden videoüberwacht und gegen die Wartehalle mit schall- und druckdichten Schleusen abgeschildert. Die Schleusen öffnen sich erst, wenn ein Zug in der Station steht. Der Zug kann nur abfahren, wenn sich keine Personen am Bahnsteig aufhalten und alle Schleusen geschlossen sind. Zur Gewährleistung eines reibungslosen Betriebsablaufes wird ein Bahnsteigposten eingerichtet.
- Die Schleusen sind als motorbetriebene Schiebetore mit Notentriegelung ausgeführt und müssen Druckstößen bis zu 10kN/m² standhalten.
- Wartehalle und Schleusen sind mit einer Überdrucklüftung ausgestattet, um das Eindringen von Tunnelluft in die Station zu verhindern.
- Für die Brandrauchentlüftung wird die Tunnelentlüftungsanlage mitverwendet. Die Anlagen sind auf ähnliche Leistungen und Dimensionen wie bei vergleichbaren Basistunnel-Projekten (zB. Gotthard-Basistunnel 200m³/s¹⁶, Lötschberg-BT 150-200m³/s¹⁷) ausgelegt.
- Die Querschlägen sind als Schleusenräume ausgeführt, die im Gefahrenfall als Fluchtorte dienen können. Die Tunnelstation wird als eigener Brandabschnitt ausgeführt.
- Bei der Wartehallenröhre ist der Raum so zu strukturieren, daß Entfernungen durch die Passagiere abgeschätzt werden können.

Reinigung

Bahnsteigposten

Schleusen

Überdrucklüftung

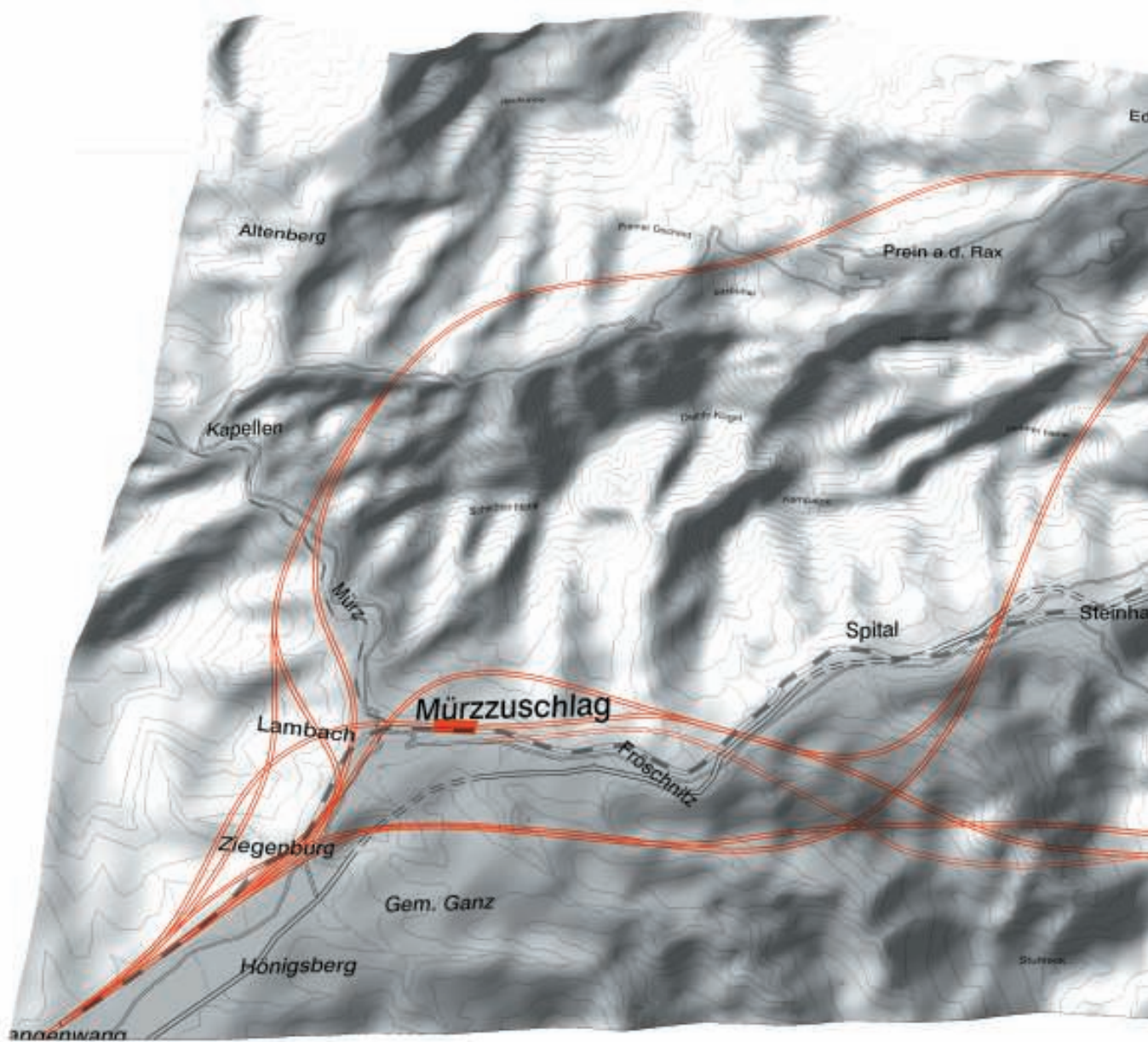
Brandrauchentlüftung

Schleusen

Raumstruktur

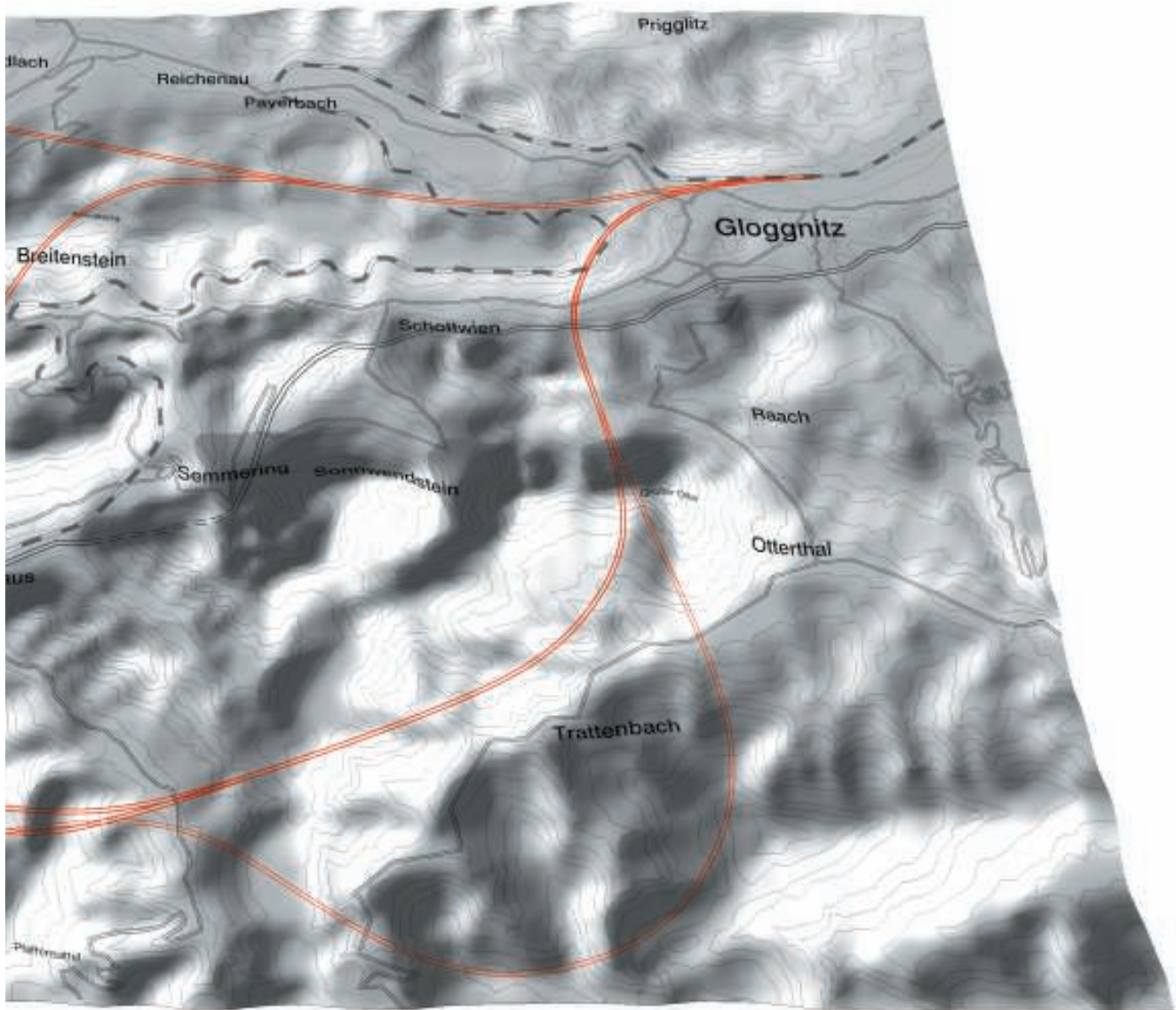
REFERENZEN

- ¹ Siedl, Andreas: Diplomarbeit Analyse des Projektmarketings am Beispiel Semmering-Basistunnel und Lainzer Tunnel, TU Wien 2002, Seite 14ff
- ² Geyer, Herbert: Semmering Basis-Tunnel, Wien 1997, ISBN 3-901025-67-7
- ³ Siedl, Andreas: Diplomarbeit Analyse des Projektmarketings am Beispiel Semmering-Basistunnel und Lainzer Tunnel, TU Wien 2002, Seite 35
- ⁴ ÖBB Infrastruktur Bau AG: PR-Unterlagen Semmering-Basistunnel neu, 2006
- ⁵ ÖBB Infrastruktur Bau AG: PR-Unterlagen Semmering-Basistunnel neu, Wien 2006, Seite 15
- ⁶ <http://oesterreich.orf.at/steiermark/stories/85572/>
- ⁷ ÖBB Infrastruktur Bau AG: PR-Unterlagen Semmering-Basistunnel neu, Wien 2006, Seite 4
- ⁸ ÖBB Infrastruktur Bau AG: PR-Unterlagen Semmering-Basistunnel neu, Wien 2006, Seite 14
- ⁹ ÖBB Infrastruktur Bau AG: Projektinformation Semmering-Basistunnel neu, Wien 2006, Seite 6
- ¹⁰ <http://de.wikipedia.org/wiki/M%C3%BCrzzuschlag>
- ¹¹ Breitling, Peter: Innenstadtkonzept Mürzzuschlag, Graz 1995, Seite 1
- ¹² Breitling, Peter: Innenstadtkonzept Mürzzuschlag, Graz 1995, Seite 1
- ¹³ Breitling, Peter: Innenstadtkonzept Mürzzuschlag, Graz 1995, Seite 45
- ¹⁴ Breitling, Peter: Innenstadtkonzept Mürzzuschlag, Graz 1995, Seite 2
- ¹⁵ Frey, Hartmut: Handbuch Entwerfen von Bahnanlagen, 1. Aufl. Hamburg, 2005, ISBN 3-7771-0333-0, Seite 285
- ¹⁶ Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 8
- ¹⁷ <http://www.bsalptransit.ch/dt/bahntechnik/nothaltestelle.htm>



TEIL B

PROJEKT



PROJEKTDESCHEIBUNG

Im Fall der Unterquerung der Stadt Mürzzuschlag durch einen Basistunnel wird der Verschubbahnhof nicht mehr benötigt; nahe der Stadtmitte wird eine weitläufige, durch die Fröschnitz von der restlichen Stadt abgetrennte Fläche frei.

Freifläche

Für die Stadt Mürzzuschlag ist die Lage an der Südbahn-Hauptstrecke ein wichtiger Standortfaktor; schließlich verdankt die Stadt ihren Einfluß der bei der Eisenbahn angesiedelten Schwerindustrie und der Eisenbahn selbst. Für die Stadt soll nun auf der Fläche des ehemaligen Verschubbahnhofs ein zentrumsnahes Stadterweiterungsprojekt an einem unterirdischen Bahnhof vorgeschlagen werden, das durch seine Lage unmittelbar an einer transeuropäischen Bahnstrecke auch von Großstädten aus schnell und bequem zu erreichen ist. An die Stelle der Zuförderung tritt dann die Zentrale für den Semmering-Basistunnel. Über die unter Denkmalschutz stehende und daher im Regional- und Nostalgieverkehr weiterhin betriebene Semmering-Bergbahn besteht auch eine öffentliche Anbindung an die größeren Orte der näheren Umgebung. Letztlich wird auch der seit Jahren zu kleine Busbahnhof an den neuen Bahnhof situiert.

Potential

Das neue Stadtentwicklungsgebiet verfügt über die verschiedensten Nutzungen (Wohnen, Gewerbe, Museumserweiterung) und ist mit einer rundumlaufenden Straße an die Lastenstraße und an die Wienerstraße angebunden. Ein zentrales Element ist ein öffentlicher Park für die Bevölkerung und damit die einzige ebene Wiesenfläche in Mürzzuschlag, das in einem Talkessel liegt. Eine Brücke bietet für Fußgänger einen „Abschneider“ auf die andere Seite der Gleise und einen Zugang zu allen Bahnsteigen der Semmeringer- und der Neubergerbahn.

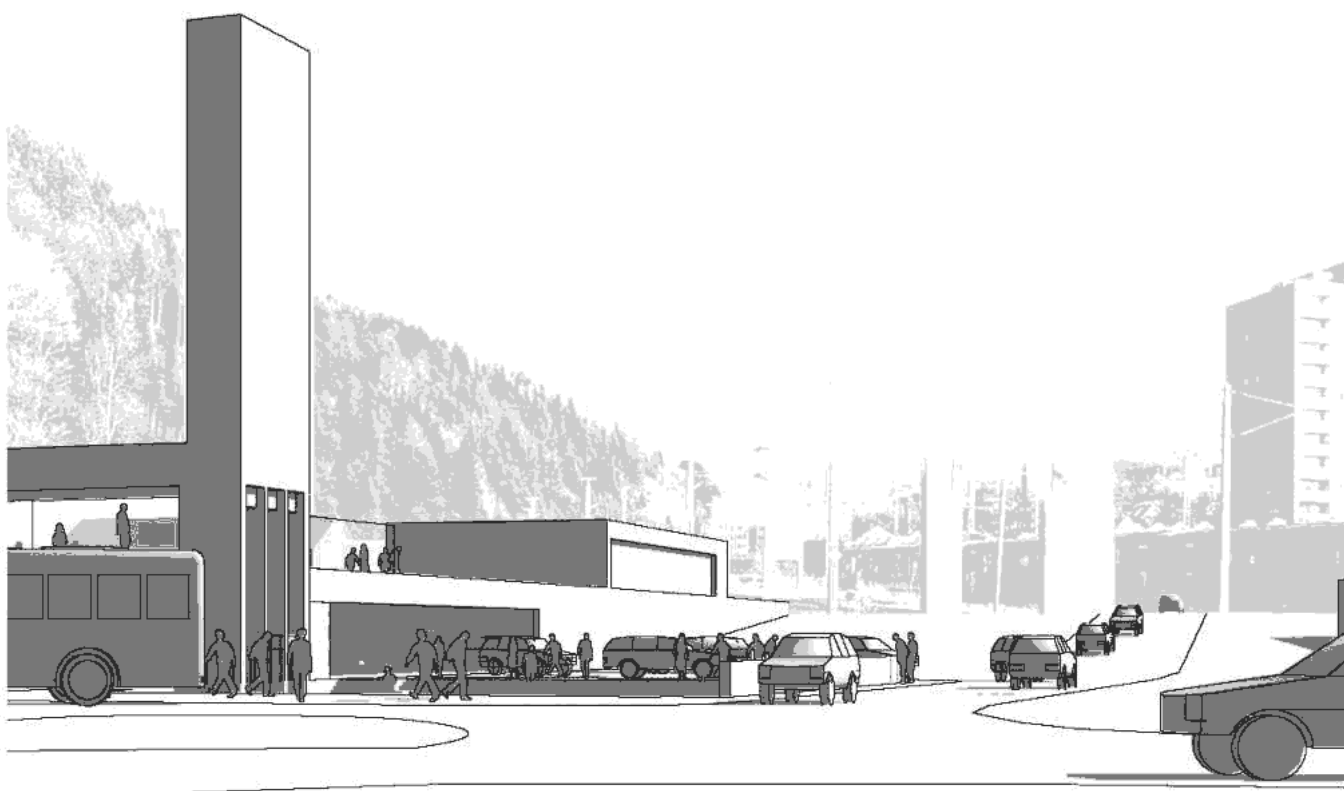
Stadtentwicklungsgebiet

Der Startpunkt des Stadterweiterungsgebietes ist der Bahnhof. Ausgeführt ist er als langer Bahnsteig über der Straßenebene, der nahe der Altstadt beginnt und sich bis ins Stadterweiterungsgebiet fortsetzt. Auf Straßenebene ergibt sich ein überdeckter fußläufiger Bereich zur Erschließung diverser Nutzungen wie Postamt, Tunnelsteuerungszentrale, Busbahnhof, Bahnrestaurat und Tunnelmuseum. Ein großes Atrium stellt die Haupteinschließung der Tunnelstation dar und ist das bestimmende Element des Bahnhofsplatzes.

Bahnhof

4 KONZEPT STADTERWEITERUNG MÜRZZUSCHLAG





4.1 STADTERWEITERUNG

Museumserweiterung

Das Südbahnmuseum (1) ist über die bestehende Unterführung an den Bahnhof angebunden. Als Ausgangspunkt für Nostalgiefahrten wird der Bahnsteig für die Neubergerbahn ebenfalls dem Südbahnmuseum zugeordnet, der Bahnsteig ist auch für z.B. Dampflokfahrten über die Semmeringerbahn zugänglich. Das Erweiterungskonzept für das Südbahnmuseum sieht u.a. die Aufstellung von Nostalgiewagen auf den vorhandenen Abstellgleisen vor, die zu (Jugend)herbergen umgerüstet werden können, weiters die Öffnung der Drehscheibe(2) für alte Lokomotiven und einen Stützpunkt für Draisinen, mit denen die Neubergerbahn befahren werden kann.

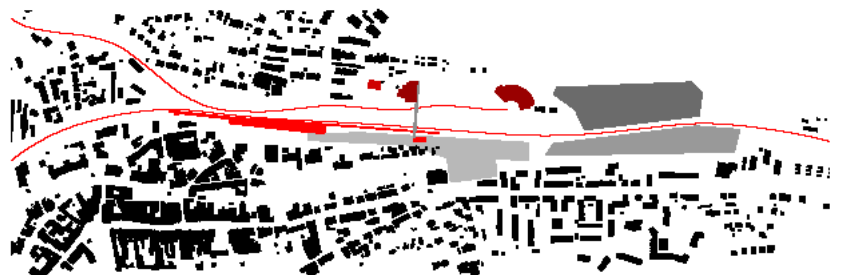
Park

Von den Bahnsteigen der Semmeringerbahn bis zum Gewerbegebiet(3) entsteht an der Fröschnitz ein öffentlicher Park(4) mit Wasserflächen, Sitzmöglichkeiten, Bäumen und Spielwiese. Es handelt sich um die einzige öffentlich zugängliche ebene Wiese im Stadtgebiet, die anderen Freiflächen sind der Topographie entsprechend geneigt oder kostenpflichtig (Sportzentrum).

Abb 59: Mürzzuschlag - Verschubbahnhof



Abb 60: Mürzzuschlag - Stadterweiterung

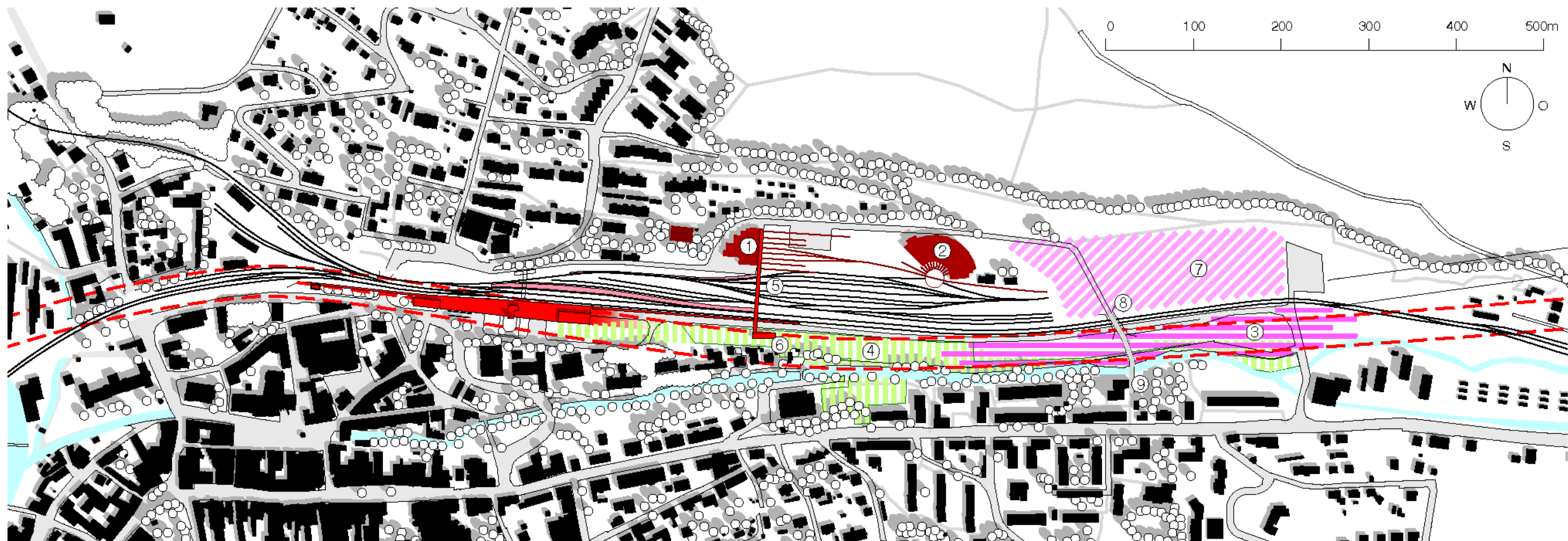


Brücke und Jugendzentrum Eine Fußgängerbrücke(5) verbindet Park, Bahnsteige und Südbahnmuseum und bietet bei Sonderfahrten der Eisenbahn eine Gelegenheit zur Zugsbeobachtung. Der Ausgangspunkt der Brücke ist das am Beginn des Parks stehende Jugendzentrum(6), das während der Bauzeit als Ersatzbahnhof genutzt wird.

Wohnsiedlung Mit Teilen des beim Bau des Semmeringbasistunnel entstehenden Aus-hubs wird ein Hang aufgeschüttet, auf dem eine terrassierte Wohnsiedlung(7) entsteht. Vor dem Beschütten können unterirdische Anlagen (z.B. isolierte Wassertanks als Wärmespeicher, unterirdische Parkplätze) errichtet werden. Jedes Haus der Wohnsiedlung ist nach Süden orientiert, an der Südseite ist Platz für einen eigenen, nicht einsehbaren Garten. Die Zufahrt zu den Häusern kann auf der Rückseite erfolgen.

Erschließungsstraße Das neue Stadterweiterungsgebiet wird über eine durchgängige Straße erschlossen. Sie verläuft über Museum - Wohnsiedlung - Straßenbrücke(8) - Gewerbegebiet - Park - Jugendzentrum - Park&Ride - Bahnhofsvorplatz zur Hauptstraße. Mit der Unterführung und der Zufahrt zum Südbahnmuseum wird die Straße zu einer Ringstraße geschlossen. Über die Verbindung zur Wienerstraße entsteht ein zweiter Straßenring über die Fröschnitzbrücke. Die Straßenbrücke führt für Fußgänger und Radfahrer ebenfalls weiter bis zur Wienerstraße(9). Die Straßen verlaufen größtenteils waagrecht und sind daher auch mit dem Fahrrad bequem zu befahren. Entlang der Fröschnitz wird der teilweise bestehende Radweg durchgängig vom Hauptplatz bis zur Stadtgrenze benützbar gemacht.

Abb 61: Stadtentwicklungsgebiet an der Stelle des Verschubbahnhofs, M 1:5000



4.2 REGIONALBAHNHOF SEMMERING-BERGBAHN

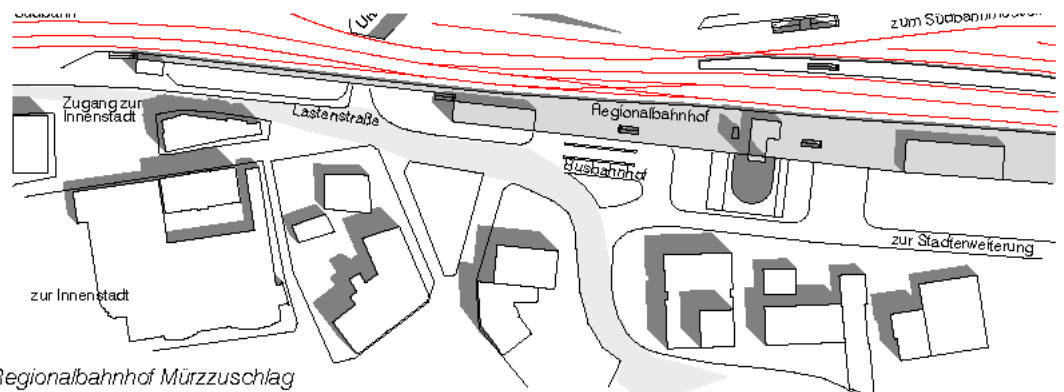


Abb 62: Überblick Regionalbahnhof Mürzzuschlag

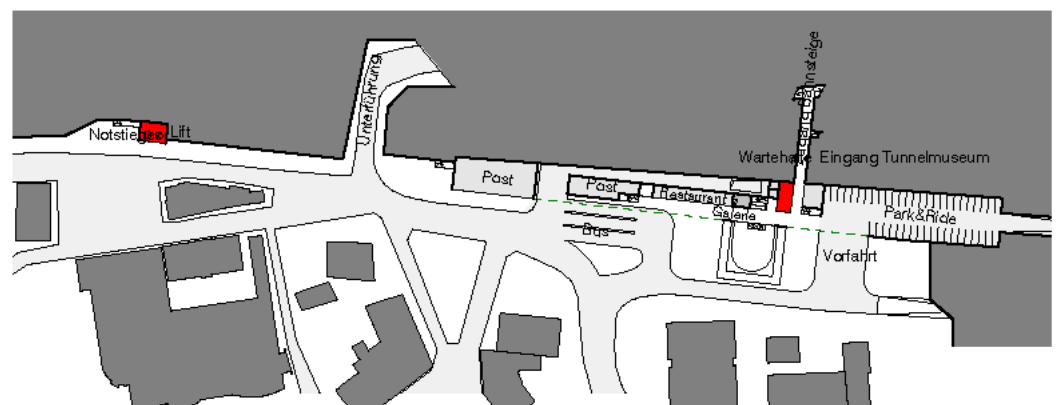


Abb 63: Regionalbahnhof Mürzzuschlag - Straßenniveau $\pm 0,00$

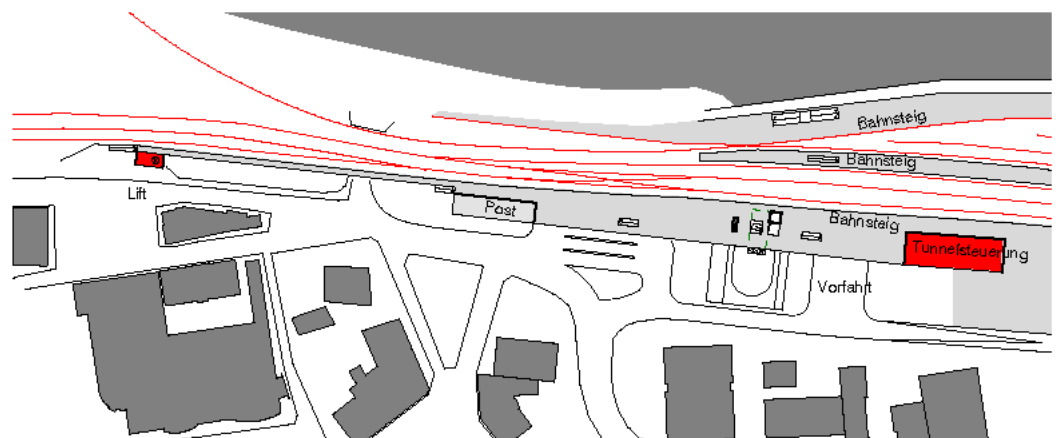


Abb 64: Regionalbahnhof Mürzzuschlag - Bahnsteigniveau $+4,86$

Beim oberirdischen Bahnhof handelt es sich um das Verbindungsglied zwischen Stadt- und Bahnsteigebene. Hier befindet sich der Ausgangspunkt aller Treppen und Aufzüge und neben verschiedenen anderen Nutzungen auch die Parkgarage. Brüstungen ermöglichen Einblicke ins Atrium. Mit einer Unterführung werden die Bahnsteige der Semmeringer- und der Neubergerbahn auf Stadtniveau angebunden und ein Durchgang zum Museum auf der anderen Seite der Geleise bereitgestellt. Das Bahnsteigniveau kragt aus und bildet somit eine überdeckte Galerie auf Straßenniveau.

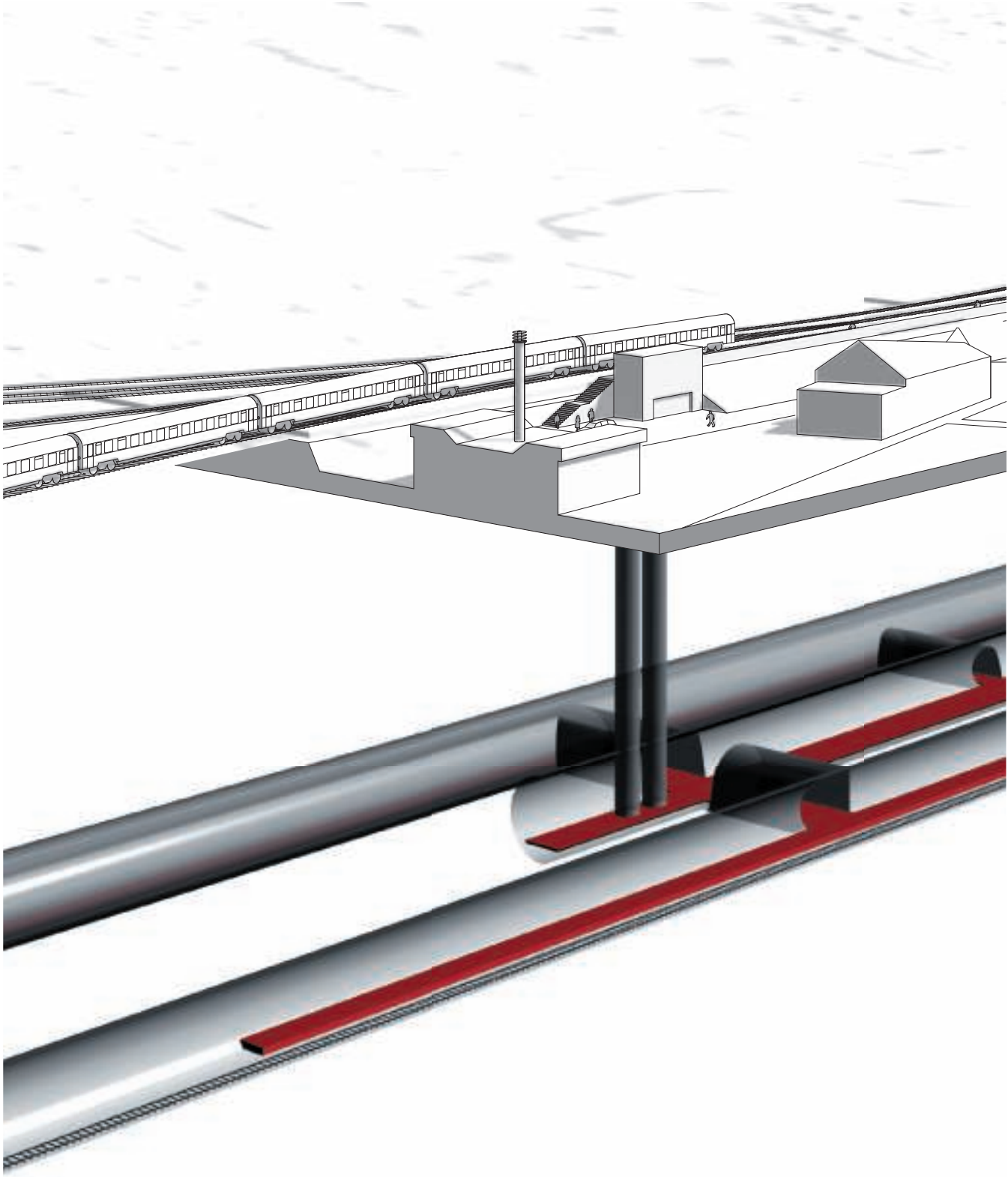
Das zentrale Element des Vorplatzes ist das Atrium, über das die Tunnelstation erschlossen wird und das vom Regionalbahnhof leicht überlagert wird. Den Überdeckungspunkt bildet die Bahnhofshalle. Sie wird über einen Luftraum von oben belichtet und bietet Wartebereich, Gepäckschließfächer und Fahrkartenautomaten. Die auskragende Bahnsteigebene überkragt den Fußgängerbereich und bietet geschützten Zugang zu allen Nutzungen, die entlang der Anlage unter dem Bahnsteig aufgefädelt sind: Postamt, Zulieferung, Busbahnhof, Bahnrestaurants, Wartehalle, Tunnelmuseum und Parkgarage.

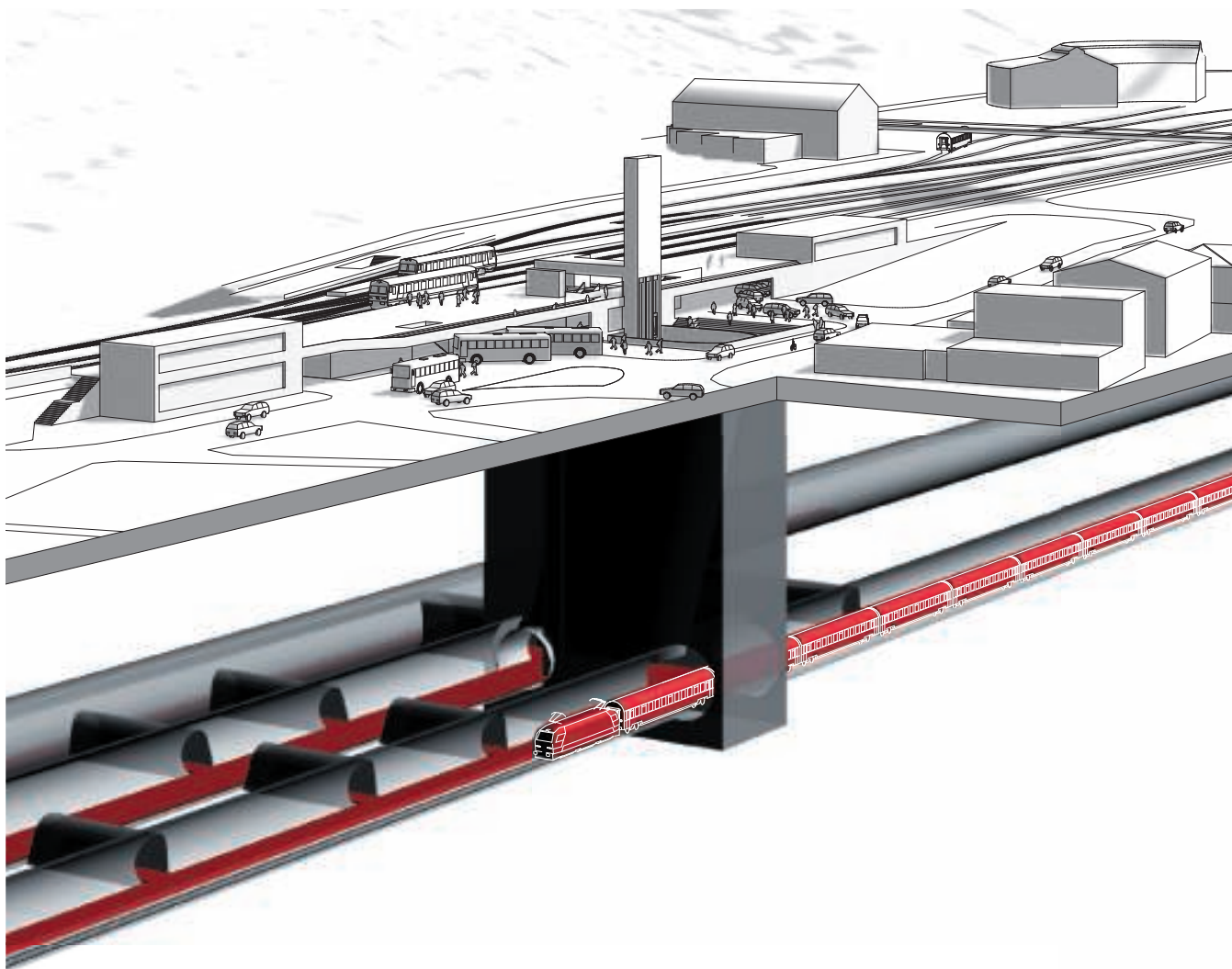
Stadtniveau

Beim ehemaligen Busbahnhof nahe des Stadtzentrums befindet sich ein Lifthaus mit einem Expreßaufzug zur Tunnelhaltestelle und einem Aufgang zum Bahnsteig der Semmeringerbahn. Der Bahnsteig wird in Richtung Bahnhof immer breiter, bis er am Ende der Anlage in den Park des Stadterweiterungsgebiets übergeht. An diesem Übergangspunkt befindet sich die Tunnelsteuerungszentrale. Mehrere Stiegen verbinden diese Ebene mit dem Straßenniveau. Die Bahnhofshalle bietet eine wettergeschützte Wartegelegenheit und ist konstruktiv als Stützelement für die Liftstützen und den Luftschacht ausgeführt. Die Treppe führt auf das Dach und dort zum Aufgang zu der am Entlüftungsschacht situierten Aussichtsplattform.

Bahnsteigebene

5 KONZEPT TIEFBAHNHOF MÜRZZUSCHLAG





Der Bahnhof ist ein Funktionskonglomerat aus ober- und unterirdischen Bahnstationen, Tunnelzentrale für den SBT, Postamt, diversen Zusatzfunktionen und einem integrierten Museum. Am Vorplatz eröffnet sich dem Betrachter ein mit einem 20m aufragenden Turm markiertes Loch. Dies ist der zentrale Teil der vertikalen Erschließung: ein ungedecktes Atrium, in dem Licht und Personen 47m in die Tiefe geführt werden. An seinem Fuß liegt die Eingangshalle zur unterirdischen Bahnstation.

Betriebsbereich - Benutzeroberfläche

In den groben Schacht zur Tunnelherstellung wird eine helle Schale eingesetzt, von der aus sich ein begehbare Band durch die Warteröhre schlängelt und man schließlich über Querstellen zu den Bahnsteigen gelangt. Weißer Beton und heller Steinboden führen den monolithischen Charakter des Ingenieurbauwerks weiter und differenzieren öffentlich begehbare Flächen und Betriebseinrichtungen. Im Tunnelmuseum wird diese Konfrontation noch verstärkt, wenn die Besucher auf geschützten Wegen durch die riesige Maschinenhallen geführt werden.

Glastrennungen

Bereiche, die aus betrieblichen oder technischen Gründen abgetrennt werden müssen, werden durch Verglasungen getrennt. Das sind Bereiche verschiedenen Luftdrucks, Brandabschnitte und Lifte.

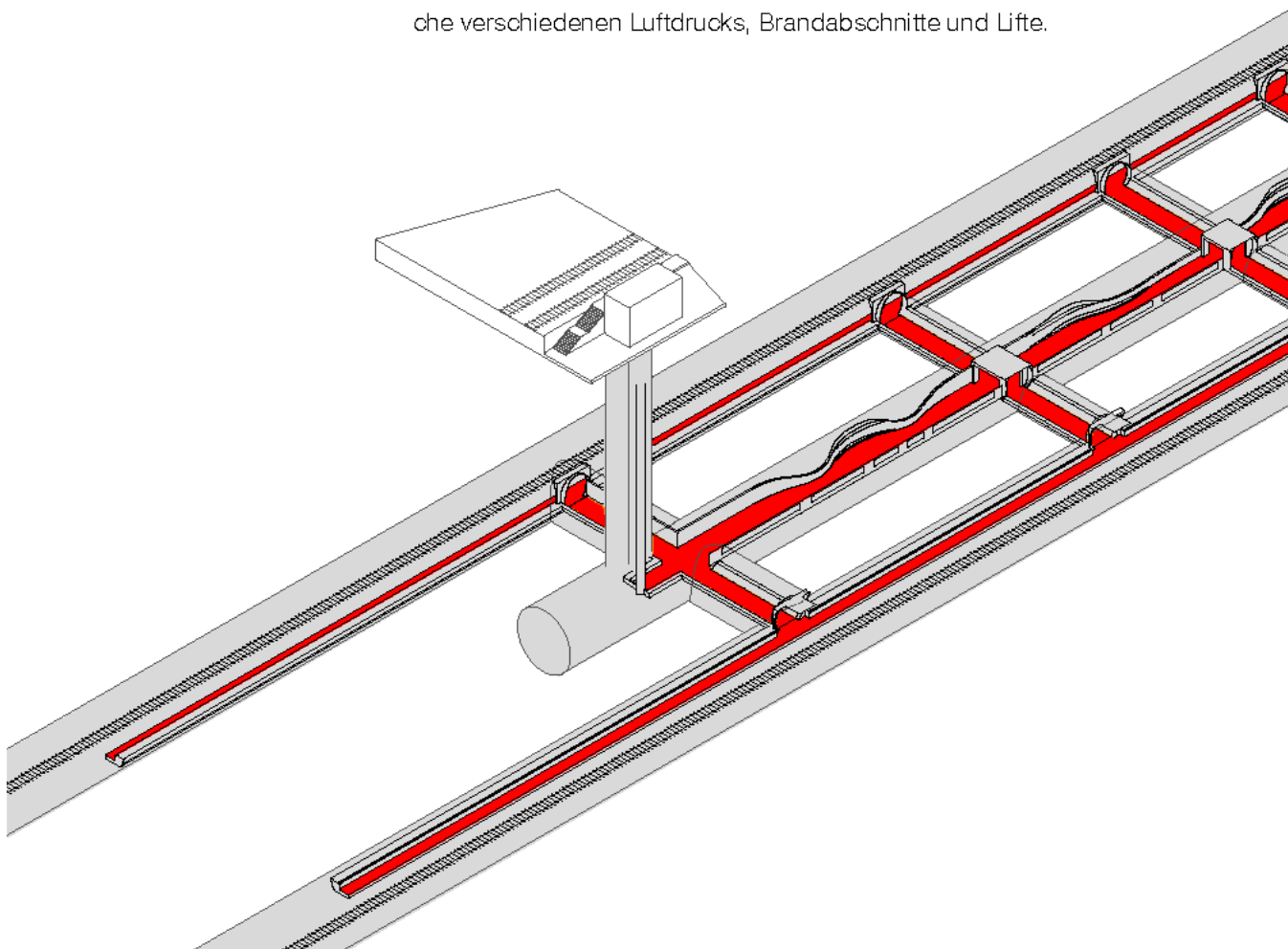
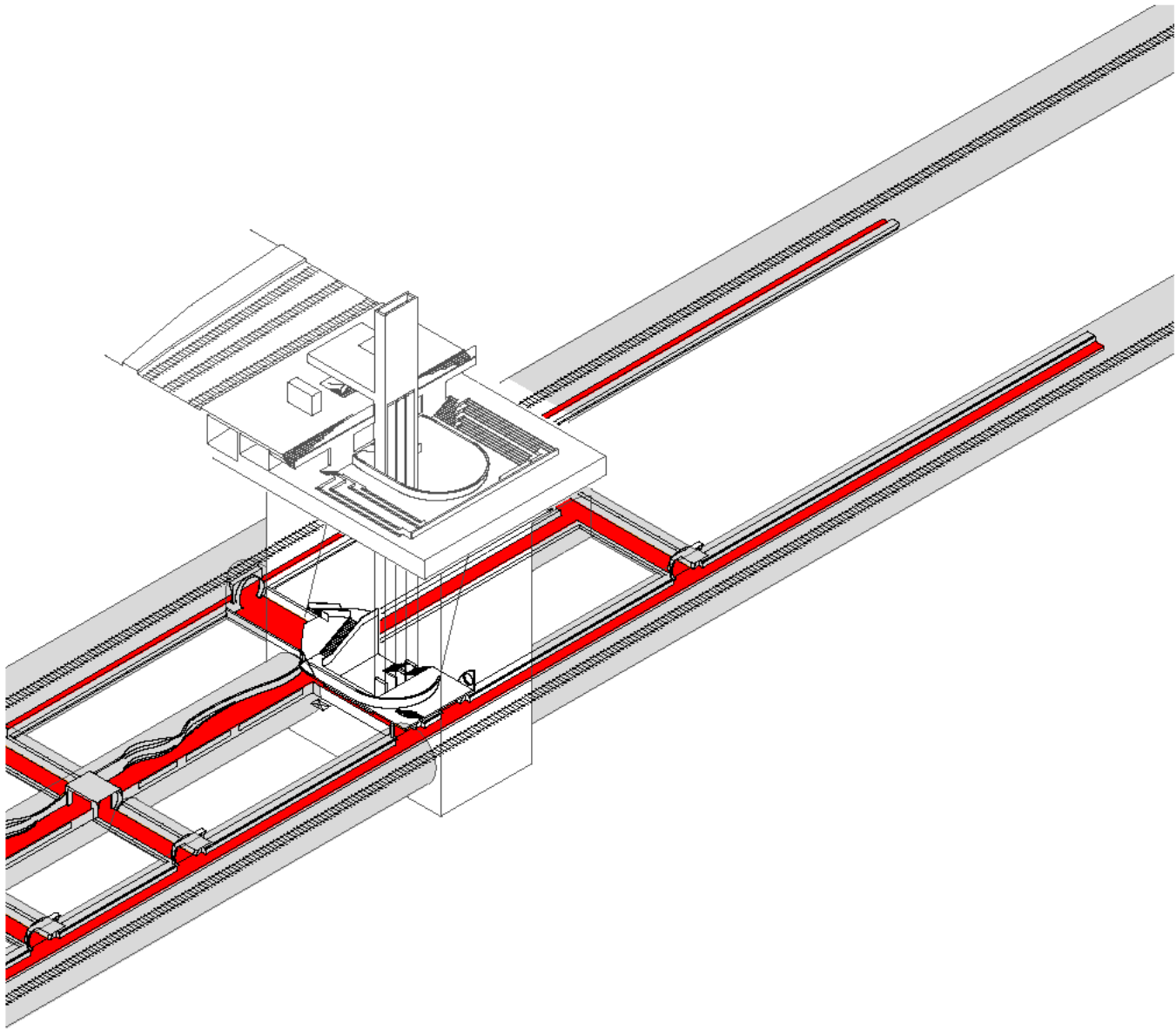


Abb 66: Bahnhofsbereich



Der röhrenförmige Innenraum der Stollen unterstreicht die Longitudinalität des Raumes; Kreuzungspunkte werden orthogonal ausgeführt und nehmen so die zusammentreffenden Achsen auf. Der monolithische Charakter des Erdbauwerkes bleibt präsent und zieht sich durch alle Bereiche.

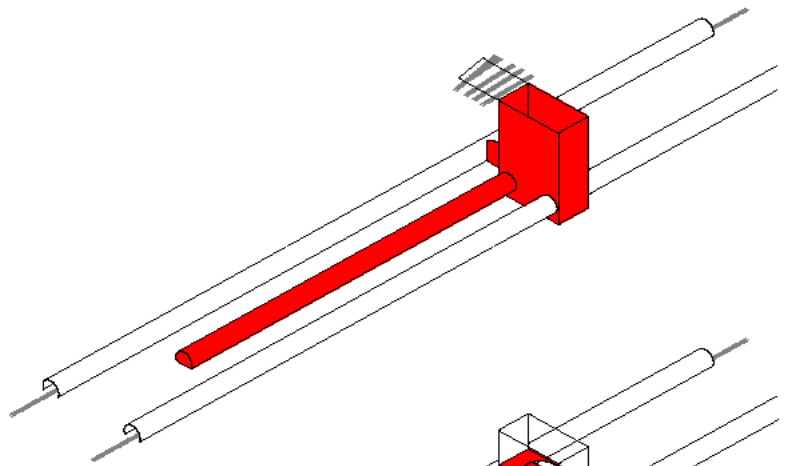
Richtung

Im vorderen Bereich wird der Himmel über ein 47m hohes Atrium eingefangen. Dessen Form ist länglich und leicht geneigt, somit scheint die Mittagssonne im Sommer bis in die Eingangshalle. Das Atrium ist ein der Witterung ausgesetzter Außenraum; Regen läuft über die Schräge ab und sammelt sich in einem Wasserbecken.

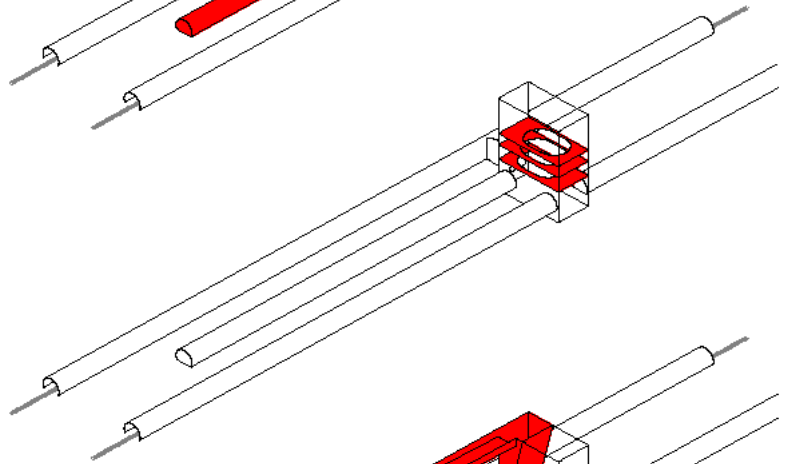
Übergang innen/außen

5.1 ÜBERBLICK DER ELEMENTE

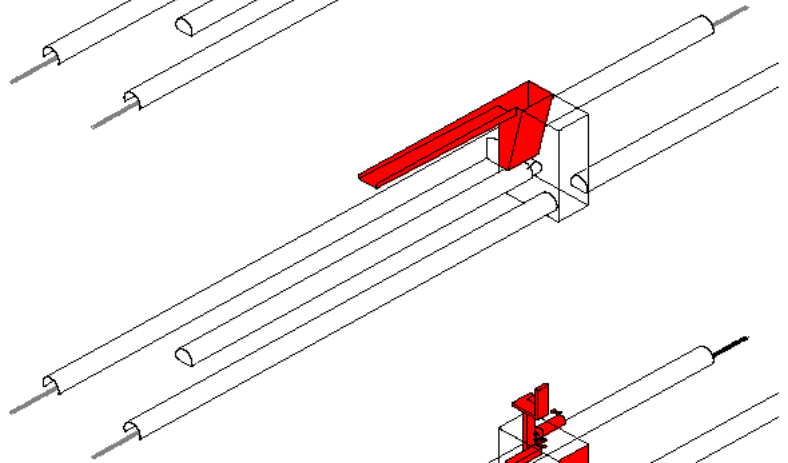
Zur Errichtung der Tunnelröhren wird mit Schlitzwänden eine 17m lange, 37m breite und 50m tiefe Baugrube errichtet. Zwischen den Bahnröhren liegt die 200m lange Wartehallenröhre



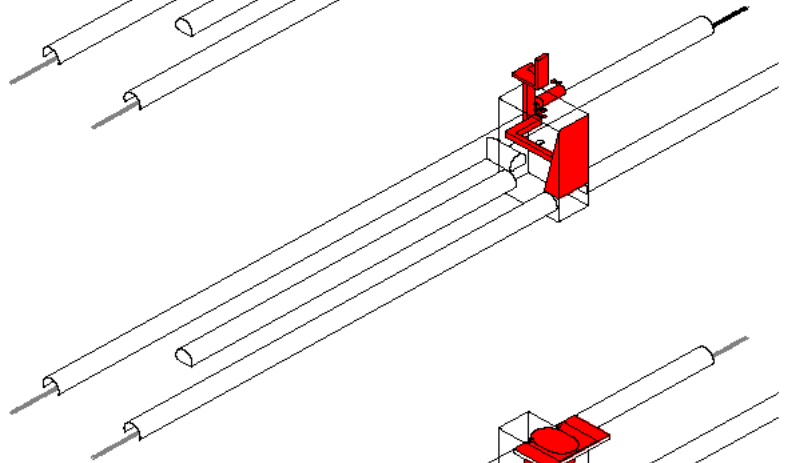
Die Baugrube ist gegen den Erddruck ausgesteift.



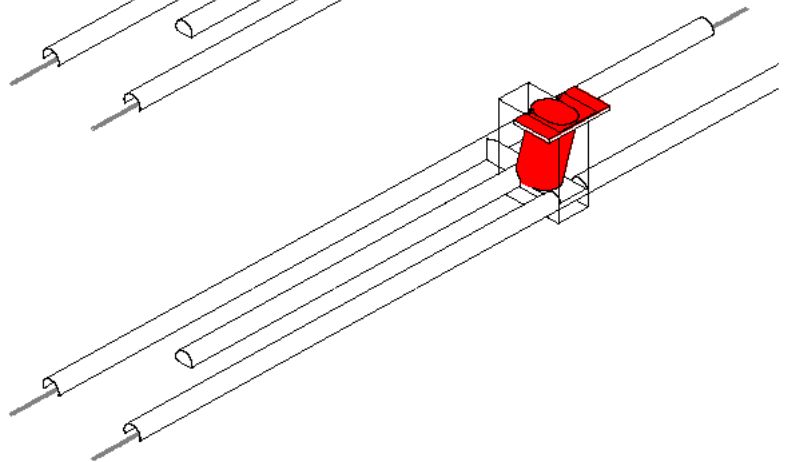
An der Nordseite liegt die Technikzentrale. Sie besitzt eine eigene Zufahrt für LKW und ist mit einem Schwerlastkran ausgestattet.

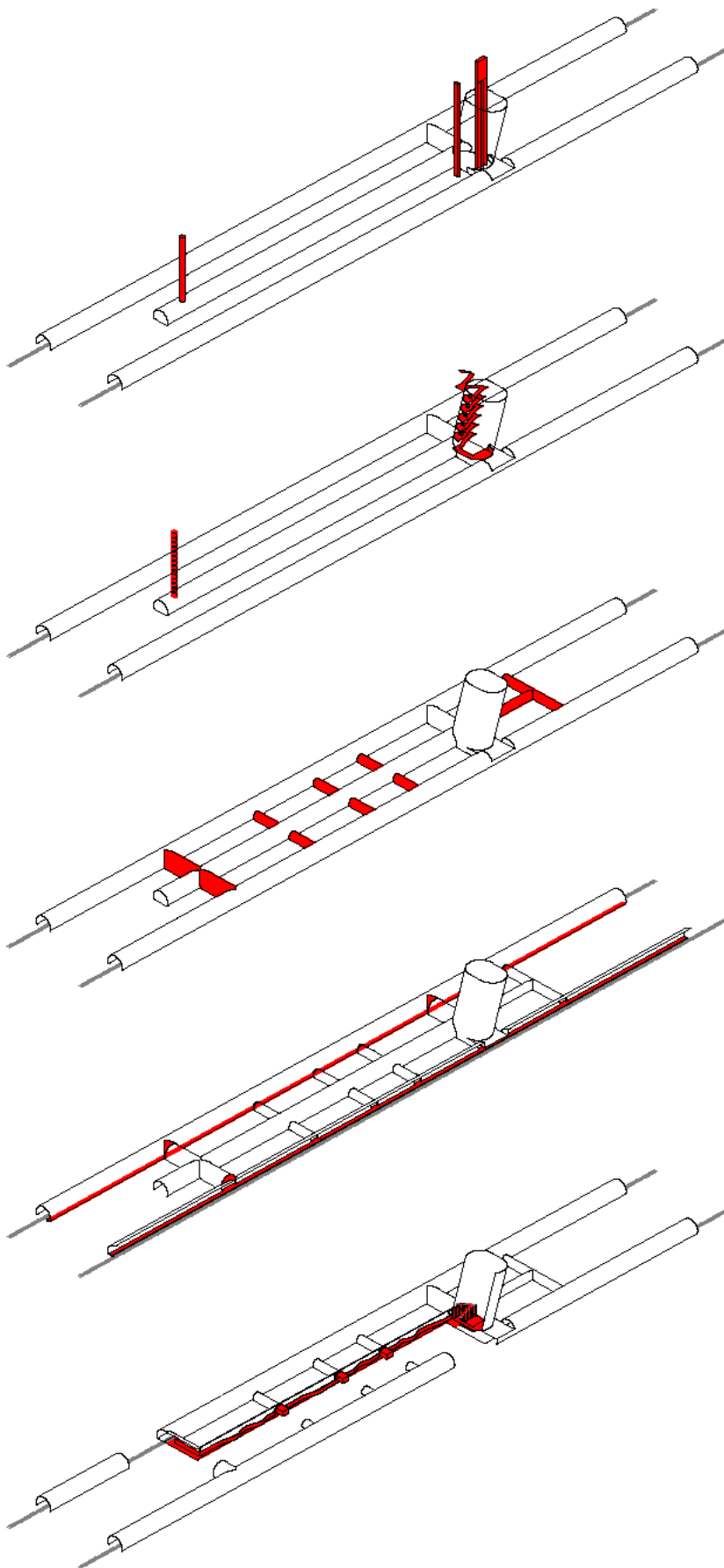


An der Südseite befinden sich die Ausstellungsräume des Tunnelmuseums. Zusätzlich führen Besuchergänge durch die Anlage.



Das Atrium wird nicht überdacht und zählt als Außenraum. Die leichte Schräge ermöglicht eine tiefere Sonneneinstrahlung und schützt gegen Regen.





3 Lifte führen vom Fuß des Atriums zum Straßenniveau. Die Liftstützen setzen sich nach oben in eine Entlüftungsanlage fort. Ein Lastenlift erschließt sämtliche im Atrium vorhandenen Ebenen. Die Einsteigestelle bei der Innenstadt wird durch einen Expreßlift angebunden.

An der Nordseite des Atriums verbindet eine Stiegenanlage alle Ebenen. Eine Fluchtwendeltreppe führt vom Ende der Wartehallenröhre nach oben.

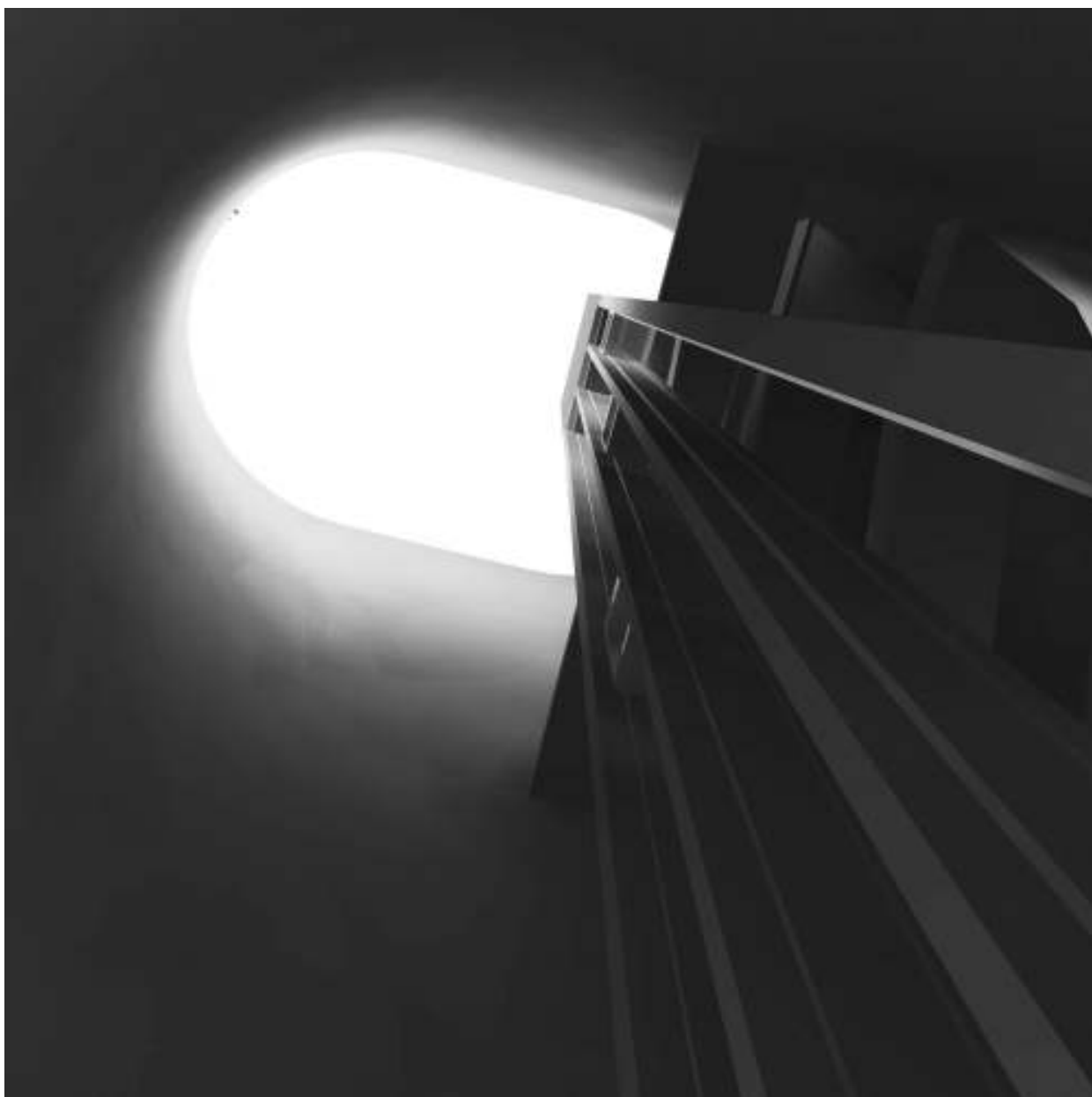
Querschläge verbinden die Wartehalle mit den Schienentunneln.

Die Bahnsteige sind 405m lang und aufgrund der widrigen Tunnelverhältnisse (Lärm, Druckstöße) mit Schiebetoren gegen die Wartehalle abgeschottet.

Am Fuß des Atriums liegt der Vorplatz zur Tunnelstation, welcher die Grenze zwischen innen und außen markiert. Die Zugänge zu den Bahnsteigen sind mit torähnlichen Elementen hervorgehoben, die sich bis zum Bahnsteig fortsetzen.

5.2 ATRIUM





ELEMENTE ATRIUM

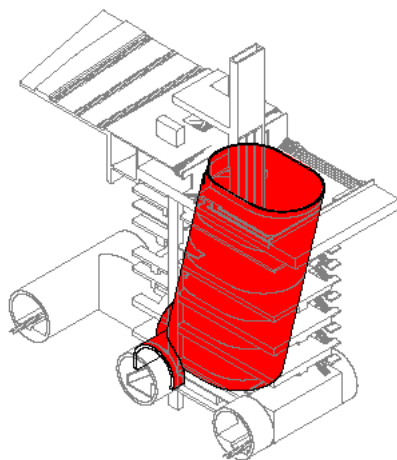
Das Atrium ist das Schlüsselstück der gesamten Bahnhofsanlage; auf 47m Gesamthöhe wird durch Treppen und Lifte Höhe/Tiefe thematisiert. Hinter einer Betonschale aus Weißbeton befinden sich Erddruckverstreibungen, Technikzentralen, ein Lastenlift und das Tunnelmuseum. In diesem steht frei der Aufzugsturm und markiert den Bahnhofsvorplatz mit Sitzstufen mit Blick an den liftbestückten Längsstreben vorbei bis zum beleuchteten Boden des monolithischen Schachtes.

Eingang Tunnelstation

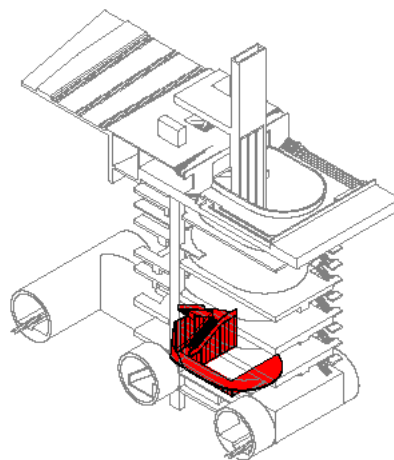
Dieser unterirdische Außenraum zeigt sich als schräg liegender zylindrischer Hohlkörper. An seinem Fußpunkt kommt ein Hof zu liegen, der durch die Schräglage des Schachtes weitgehend regengeschützt ist und in den an den Sonnentagen von Mai bis September zu Mittag die Sonne scheint. Zur Sommersonnenwende dringen die Sonnenstrahlen bis in die unterirdische Eingangshalle vor. Der Boden des Atriums ist durch die Schräge des Schachtes weitgehend regengeschützt, Regen läuft an der schrägen Innenseite ab und sammelt sich in einem Wasserbecken. Von diesem Hof aus betritt man die Wartehalle der Tunnelhaltestelle.

Erschließung

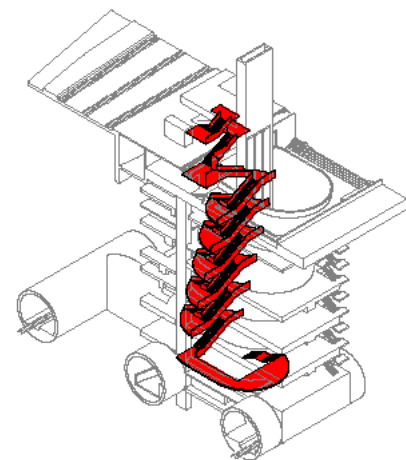
Die Haupteerschließung erfolgt durch drei Schnellaufzüge, die den Bahnhofsvorplatz mit dem Bahnsteig der Semmeringerbahn und der Tunnelstation verbinden. Hinter der Innenschale des Atriums verbindet ein Lastenlift sämtliche Ebenen des Bauwerks bis hinunter zum Pumpensumpf. An der Nordseite des großen Atriums bedient eine 2-läufige öffentliche Treppenanlage vom Fuß des Atriums bis auf das obere Bahnsteigniveau sämtliche Ebenen.



Atrium



Eingang Tunnelstation



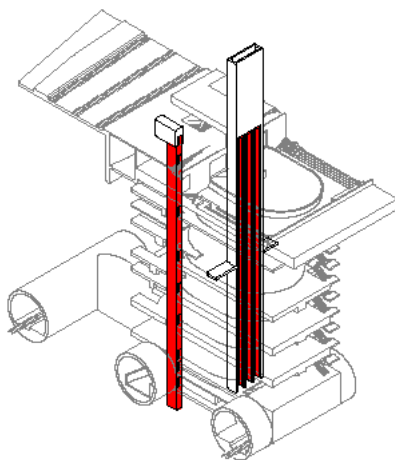
Erschließung durch Stiegen

Das Tunnelmuseum thematisiert Planung, Bau, Einrichtungen und Betrieb SBT und soll die Dimensionen des Bauwerks erfahrbar machen. Die Besucher betreten das Museum von oben über den Haupteingang neben der Wartehalle der Regionalbahn und steigen über die Stiegenhäuser immer tiefer in das Bauwerk hinab, vorbei an technischen Anlagen, Ausstellungsräumen und Blickbeziehungen in die Tunnelstation und in das Atrium. Am Fuß des unterirdischen Außenraumes tritt man aus dem Museum und ist dann - im Freien stehend - mit der gesamten Tiefe des Atriums konfrontiert, in das man sukzessive hinabgestiegen ist.

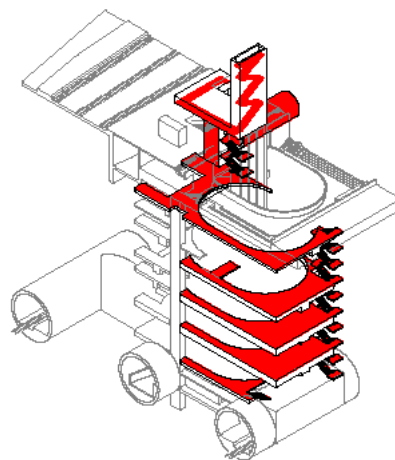
Tunnelmuseum

Der Raum hinter der Schale aus Weißbeton ist als hochkomplexer Technik- und Infrastrukturbereich konzipiert. Für Transporte und Anlieferung steht eine eigene Zufahrt für besonders große Transportlasten und -abmessungen (zB. Montage und Tausch der technischen Infrastruktur o.ä) zur Verfügung. Der gesamte Technikbereich und die Vorfahrt werden von einem Portalkran bedient. Das unterste Geschoß wird als Pumpensumpf und Rückhaltebecken für Tunnelabwässer ausgeführt. Die Tunnellüftung wird über den überhöhten Liftturm geführt, der dadurch weithin sichtbar das neue Bahnhofsareal markiert.

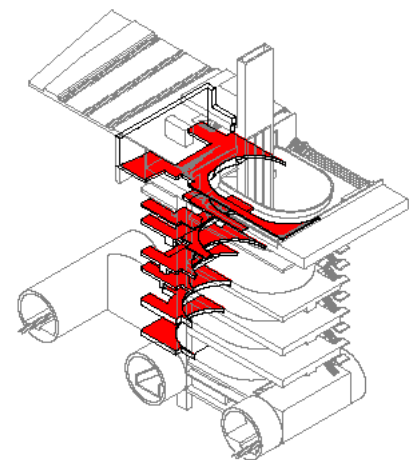
Technikbereich



Erschließung durch Lifte



Tunnelmuseum



Technikbereich

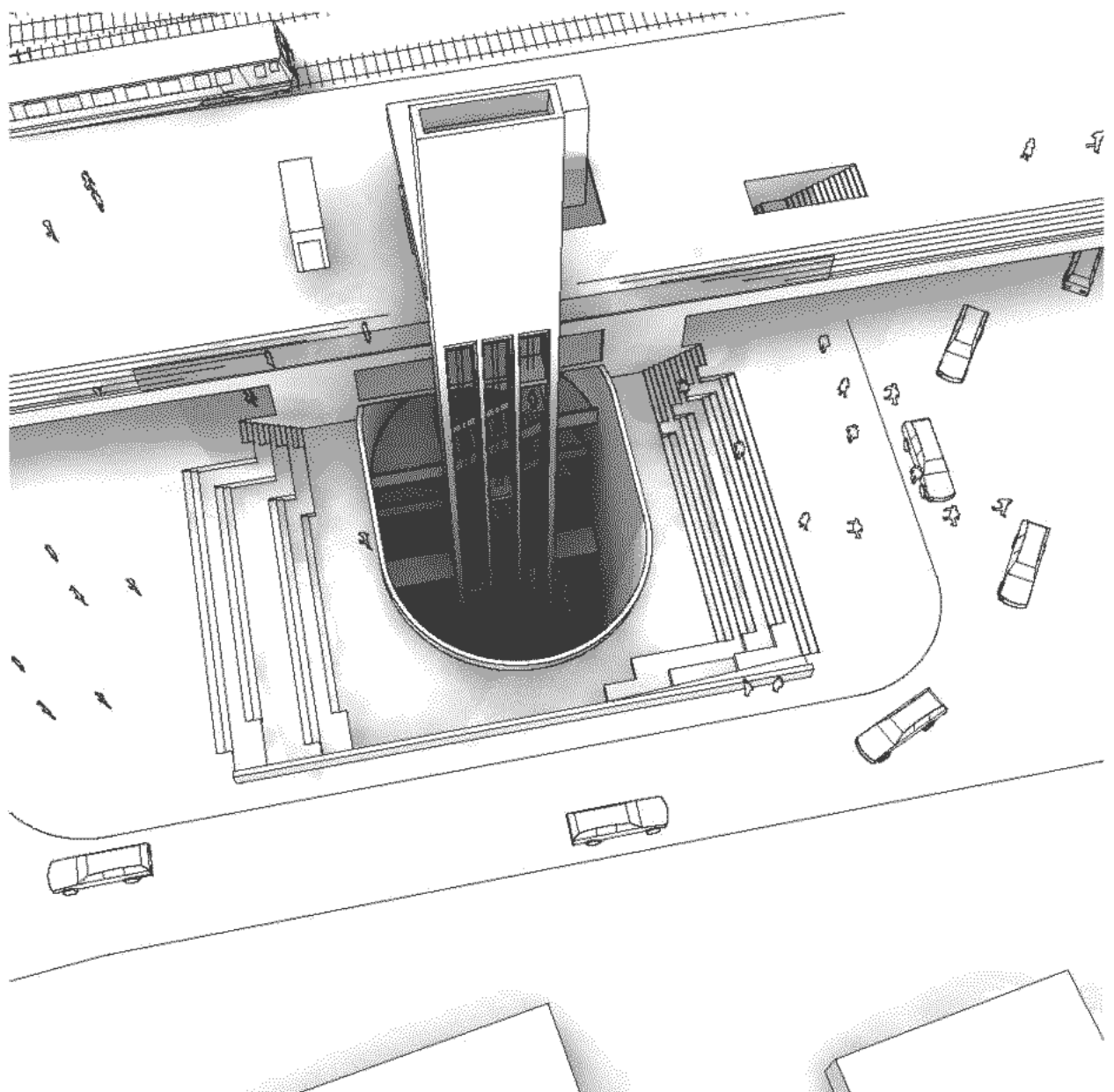


Abb 85: Luftansicht Vorplatz und Atrium bei Tag



Abb 86: Luftansicht Atrium und Vorplatz bei Nacht

5.3 TUNNELHALTESTELLE



Abb 87: Bahnsteig Tunnelstation



Abb 88: Wartehalle Tunnelstation

ELEMENTE DER TUNNELHALTESTELLE

Die im Osten der Anlage gelegene Wartehalle liegt am Fußpunkt des Atriums als verglaster Raum am Schnittpunkt dreier Zylinderflächen: Schale des Atriums, Röhre der Wartehalle und Querschlag. Serviceeinrichtungen der ÖBB (Bahnsteigaufsicht, Fahrkartenverkauf) sind am Beginn der Wartehallenröhre mit Bezug nach draußen angeordnet. Von dort aus führt ein begehbare, helles Band in der Wartetunnelröhre zu den Verbindungselementen und Querschlägen.

Das begehbare Band über dem mit Rohren und Aggregaten ausgestatteten Hohlraum der Wartehallenröhre bietet ein Wechselspiel aus blickgeschützten Wartebereichen und akzentuierten Zugängen zu den Querschlägen und besteht aus zwei unterschiedlichen Wandkonfigurationen:

- Eine Seite ist benützbar ausgeführt. Ihre geschwungene Form bietet zum einen geschützte Sitznischen mit integrierter Beleuchtung, zum anderen eröffnet sie durch Höhendifferenzierung Einblicke in den Betriebsbereich.
- Die andere Seite verläuft über die gesamte Länge gerade; einzige Unterbrechungen sind in die Wand integrierte beleuchtete Schaukästen und die Zugänge zu den Querschlägen. An dieser Wand kann die gesamte Länge der Wartehalle überblickt und das Ausmaß der gesamten unterirdischen Anlage erahnt werden.

Wartehalle

Die im Westen der Anlage gelegene Wartehalle ist vom übrigen unterirdischen System abkoppelbar und verfügt über Nebenräume und Zusatzflächen, die eine Bespielung dieses Bereichs außerhalb der Bahnbetriebszeiten (zB. Discothek, Kulturveranstaltungen) ermöglicht. Hier führen ein Expreßlift und ein Fluchttiegenhaus zentrumsnah an die Oberfläche.

Expreßlift

Die Zugänge zu den Querschlägen, über die die Bahnsteige erschlossen werden, stehen als orthogonale Leuchtkörper im Raum. Wände und Decken sind gleichzeitig Leuchtfächen und Informationsträger (Fahrgastinformationsanzeige). Über gläserne Schiebetore gelangt man in die Schleusen.

Verbindungselemente

Die Querschläge stellen die Schleusen zwischen Bahnsteig und Wartehalle dar, die Ausstattung reduziert sich auf eine in die Wand integrierte Sitzbank. Der Zugang auf den Bahnsteig erfolgt durch eine Schiebetür, die starken Druckstößen standhalten muß und deren bewegliche Teile daher nicht verglast sind.

Schleusen

Die Bahnsteige dürfen nur zum Ein- und Aussteigen betreten werden und müssen so rasch wie möglich wieder geräumt werden. Die Ausstattung reduziert sich somit auf Wandelemente mit Handlauf und Sicherheitseinrichtungen. Die Intensität der in die Wand eingelassenen Beleuchtung nimmt zu den Schleusen hin zu; durch die wechselnde Beleuchtungsstärke über die Länge der Röhre wird die Orientierung erleichtert, ohne daß Dunkelzonen die Bahnsteigüberwachung erschweren.

Bahnsteige

PLANAUSSCHNITTE TUNNELSTATION

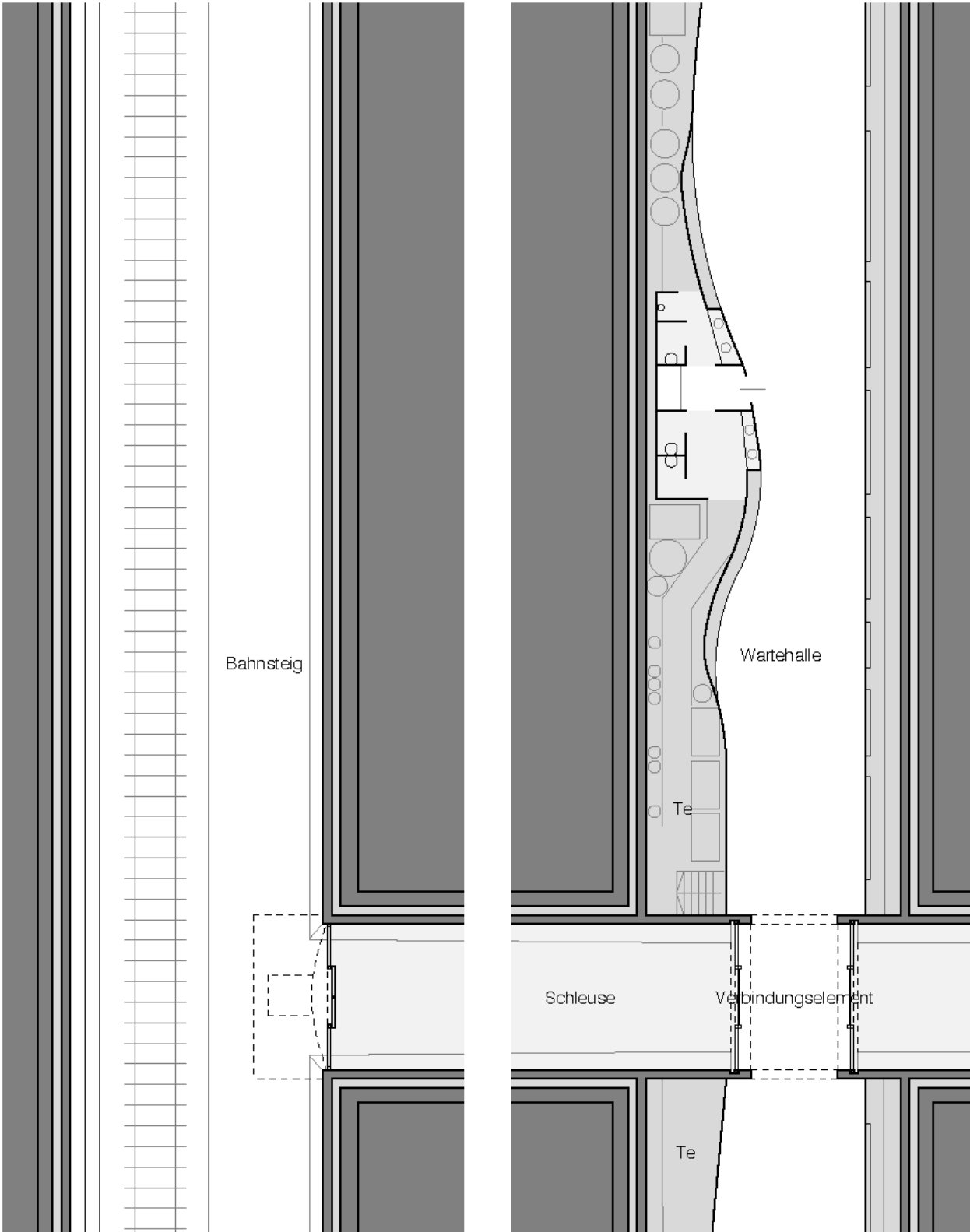


Abb 89: Grundriß Untergeschoß

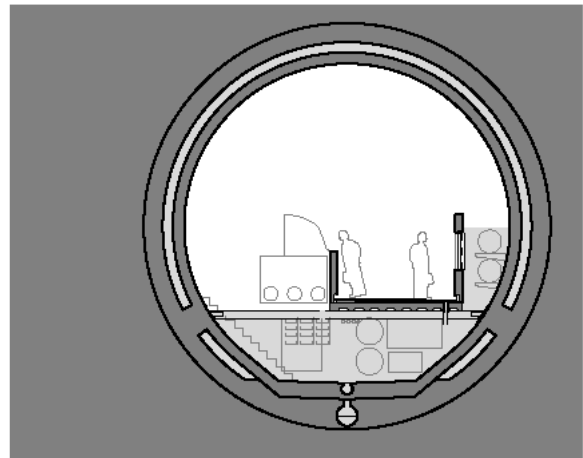


Abb 91: Querschnitte Wartehallenröhre

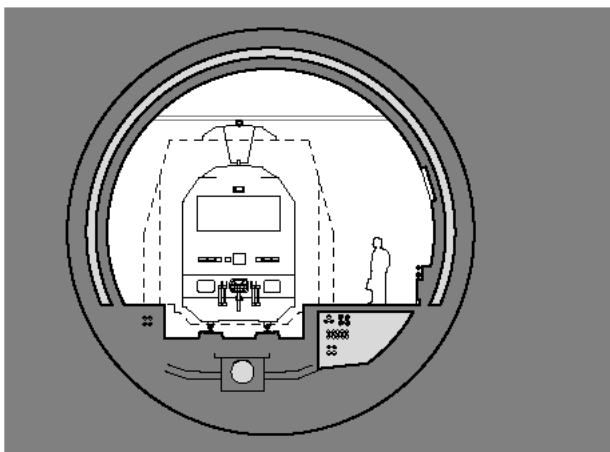


Abb 90: Querschnitt Bahnsteigröhre

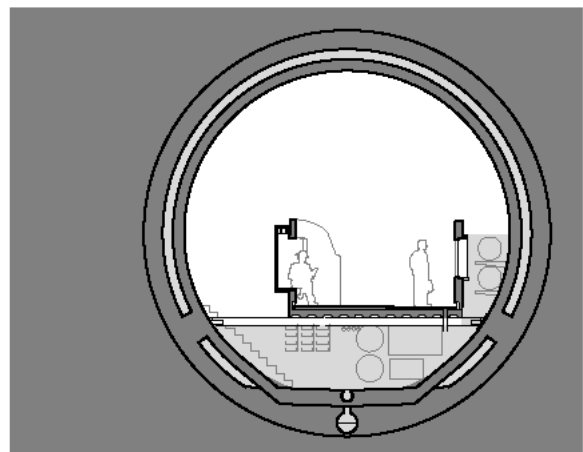
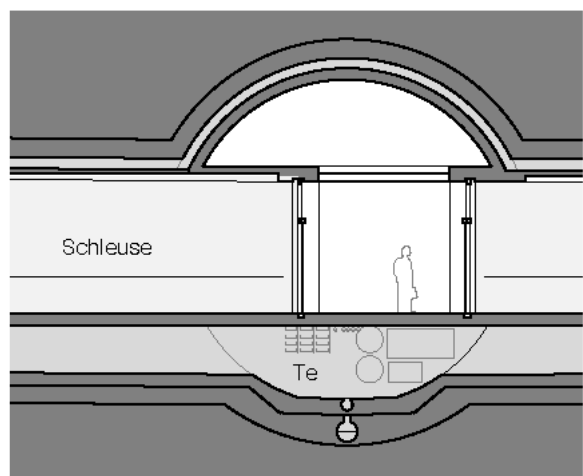
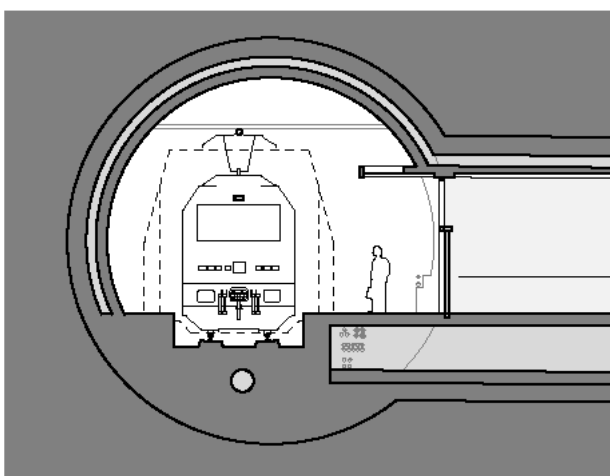


Abb 92: Schnitt Verbindungselement



6 PLÄNE TIEFBAHNHOF MÜRZZUSCHLAG

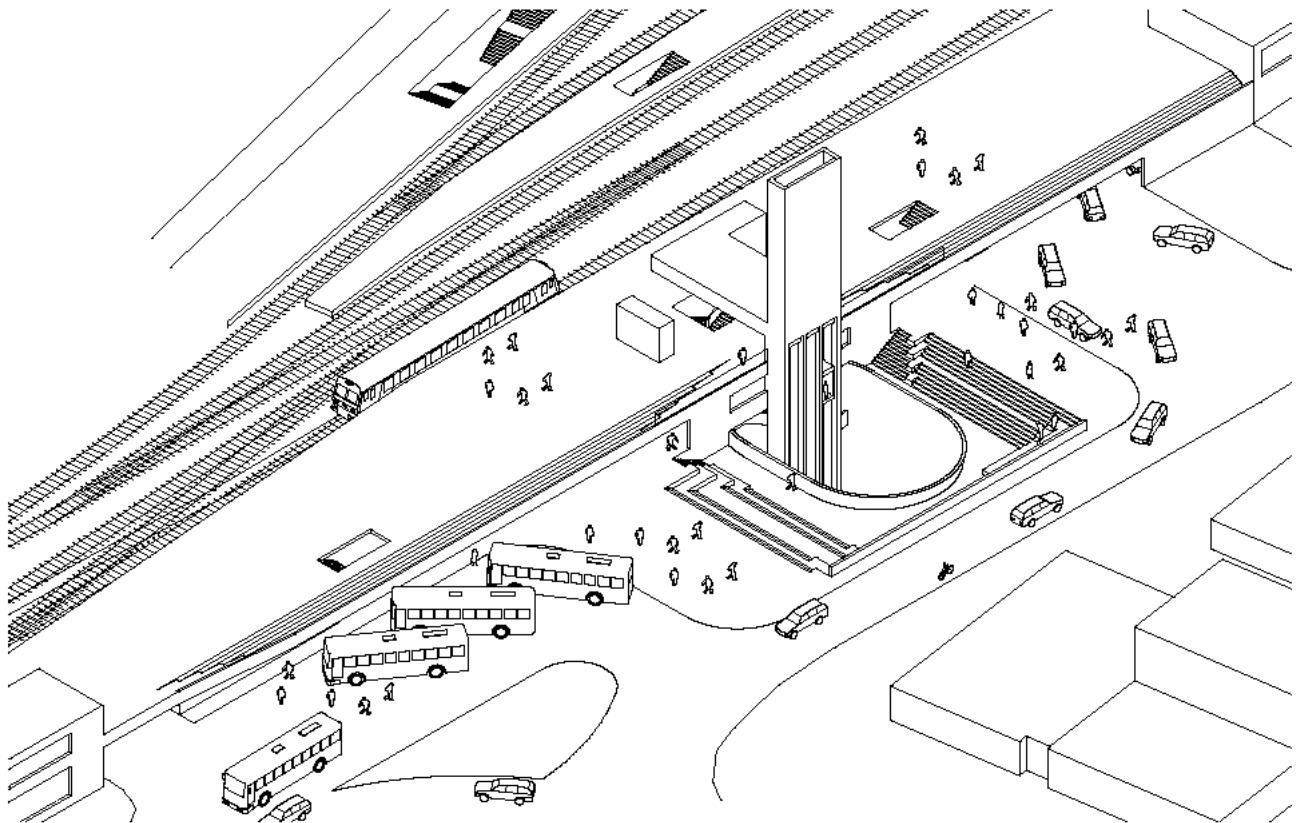


Abb 93: Axonometrie Regionalbahnhof

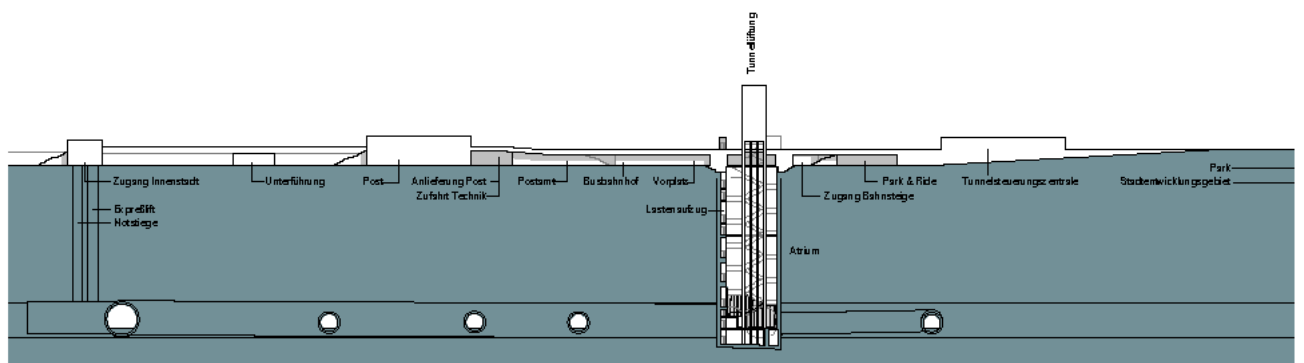


Abb 94: Ansicht Bahnhof - Querschnitt Atrium

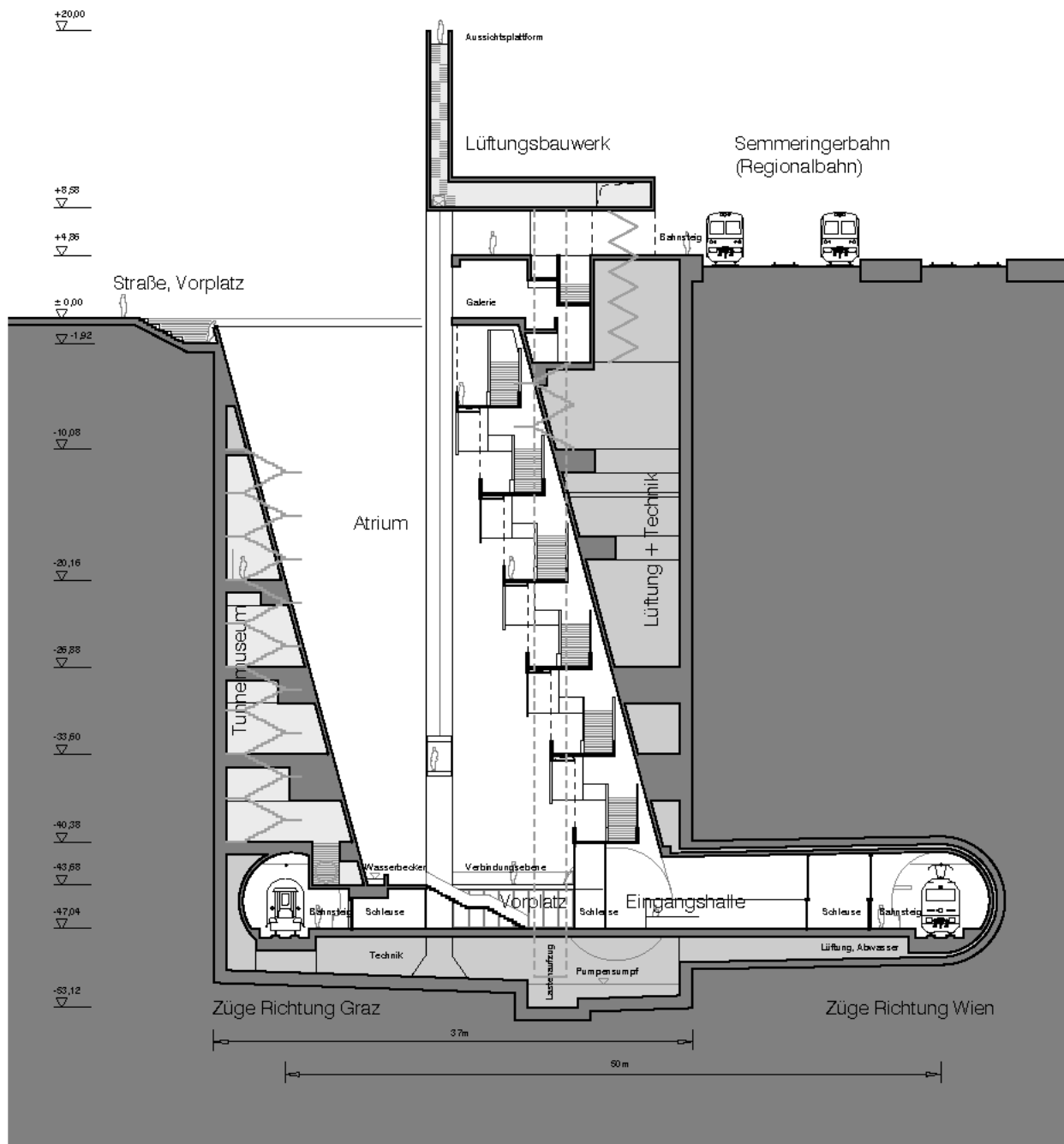
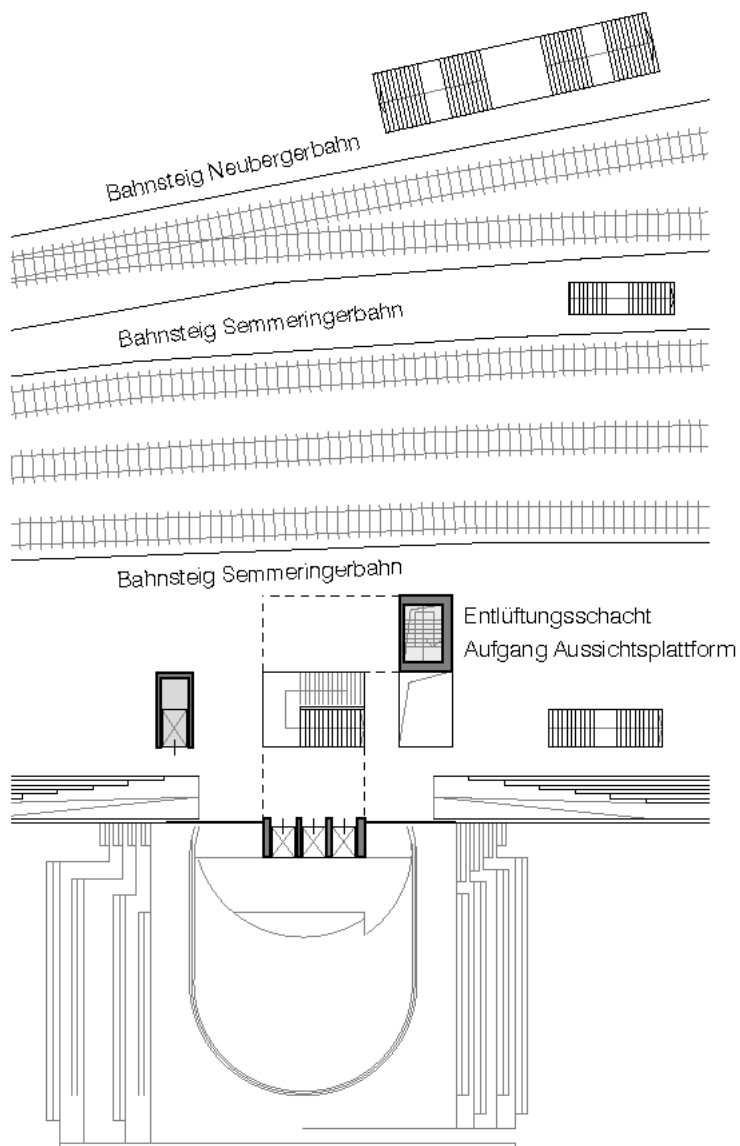
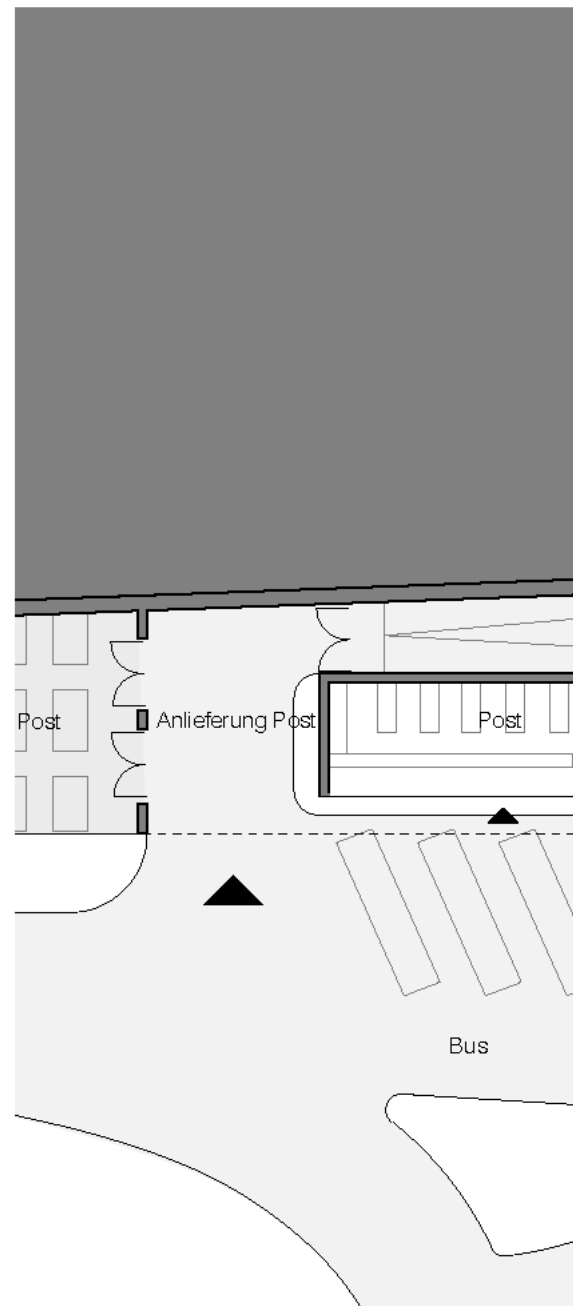


Abb 95: Schnitt Atrium - M 1:500

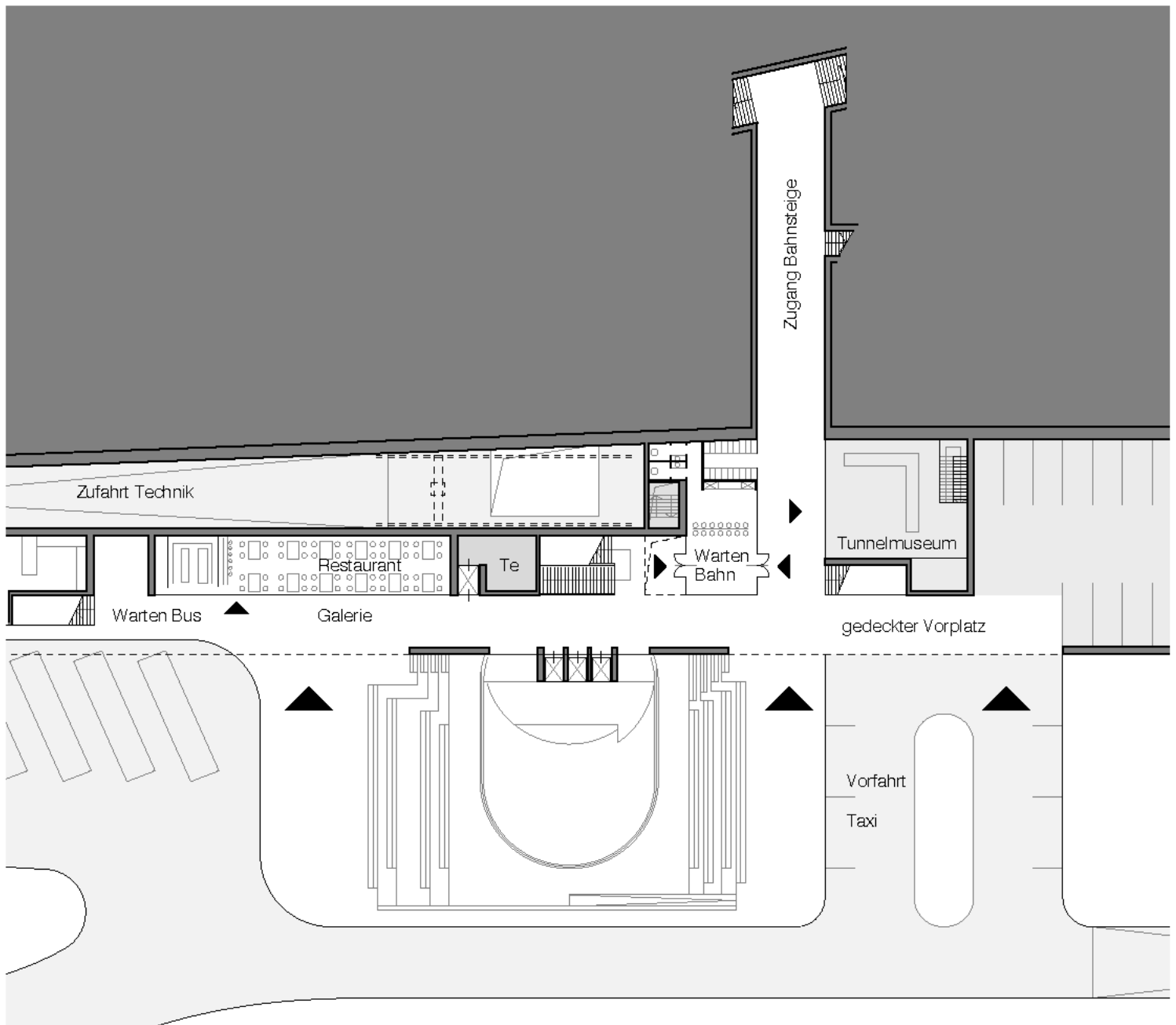
6.1 GRUNDRISSSE BAHNSTEIGNIVEAU UND STRASZENNIVEAU



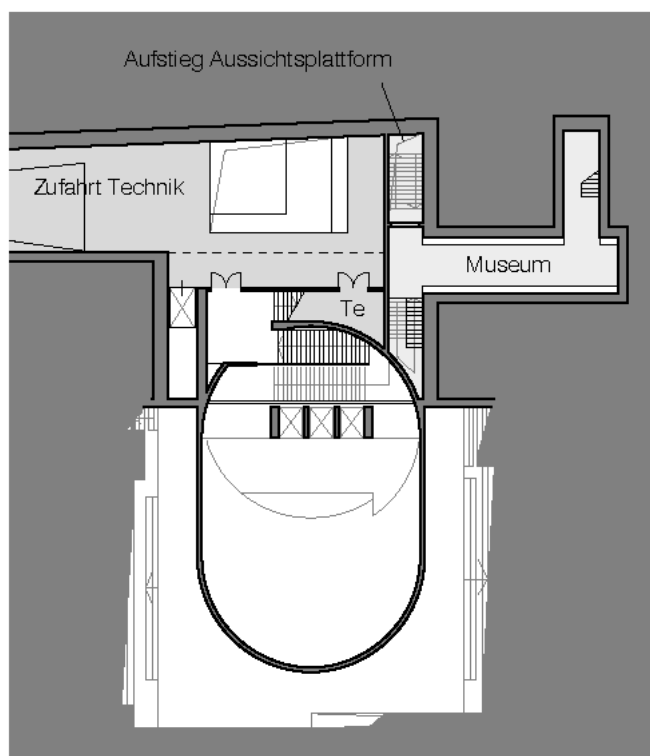
Ebene Semmering-Regionalbahn +4,86



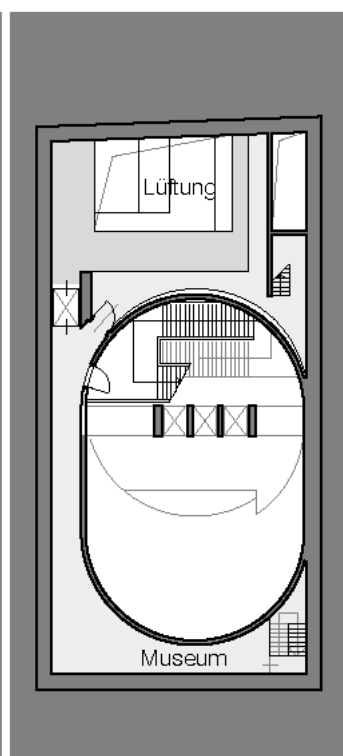
Ebene Mürzzuschlag $\pm 0,00$



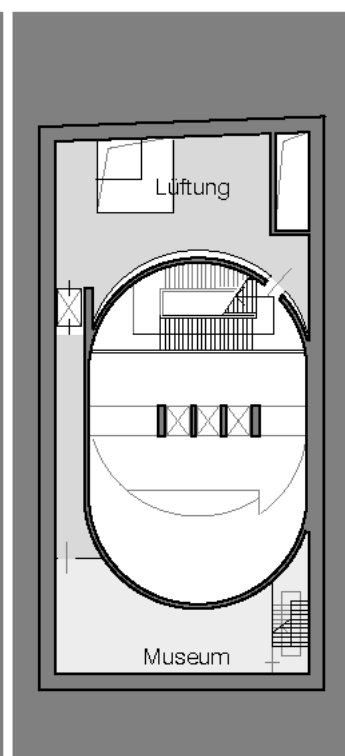
6.2 GRUNDRISSSE ATRIUM



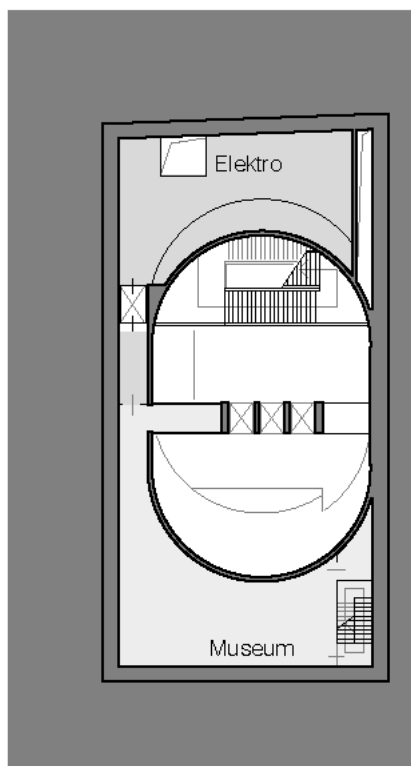
Ebene -1,92



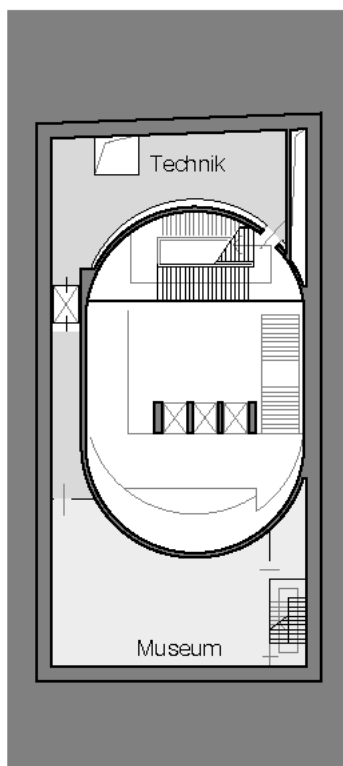
Ebene -10,08



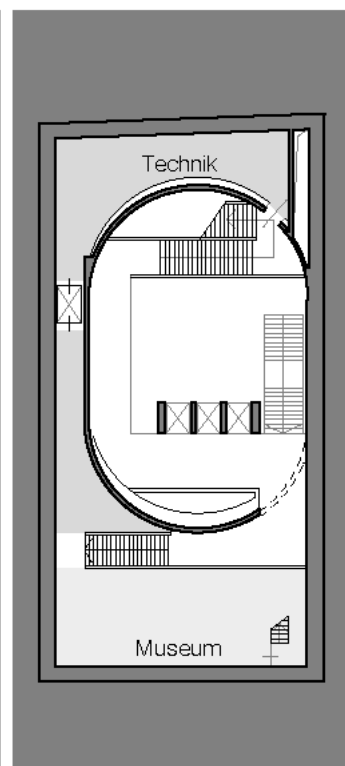
Ebene -20,16



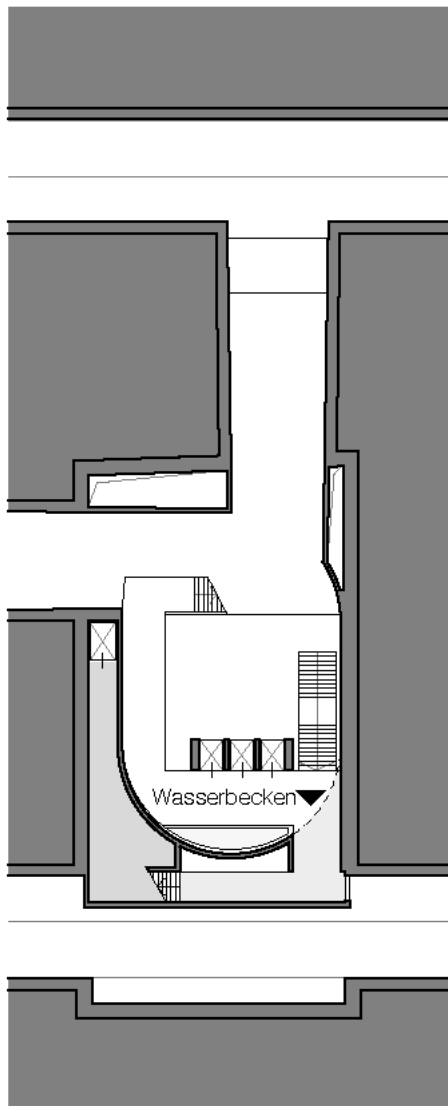
Ebene -26,28



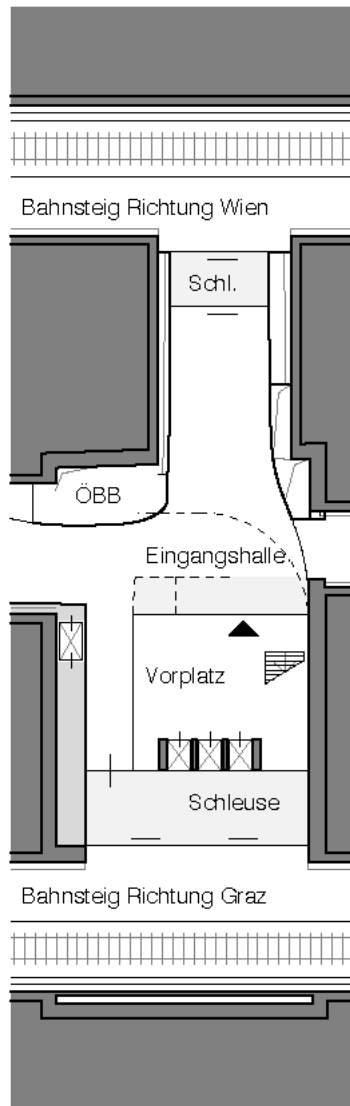
Ebene -33,60



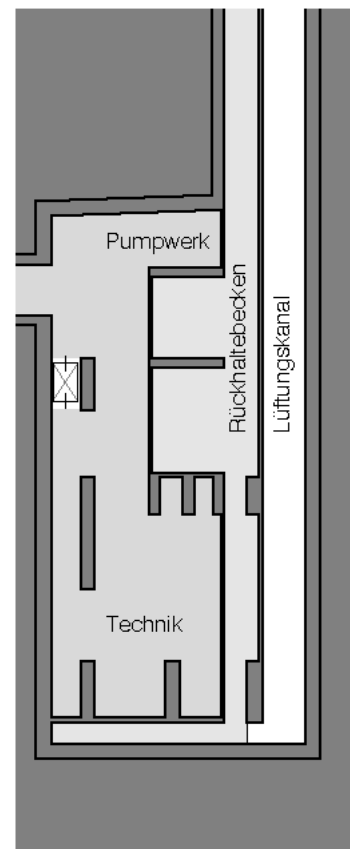
Ebene -40,38



Verbindungsebene -43,68



Bahnsteigebene -47,04



Technikebene -53,12

6.3 GRUNDRISS UND SCHNITTE TUNNELSTATION

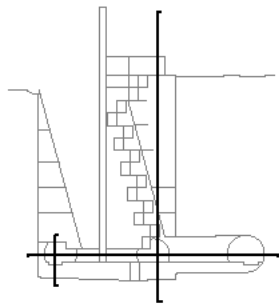


Abb 107: Schnitt Warteröhre

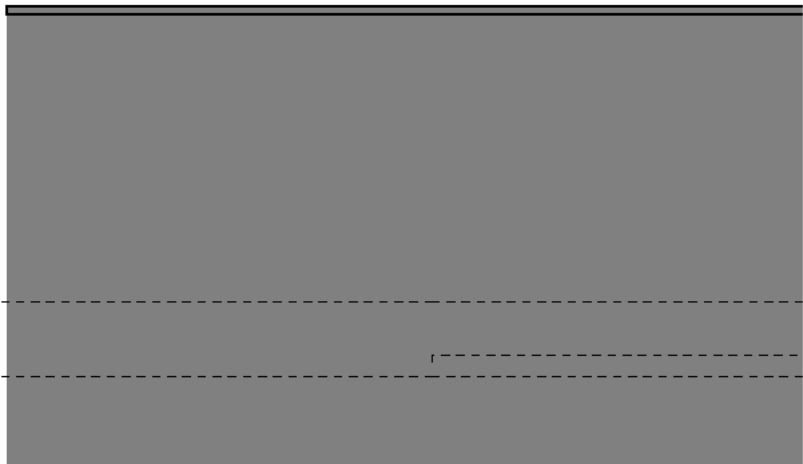


Abb 108: Schnitt Bahnsteig

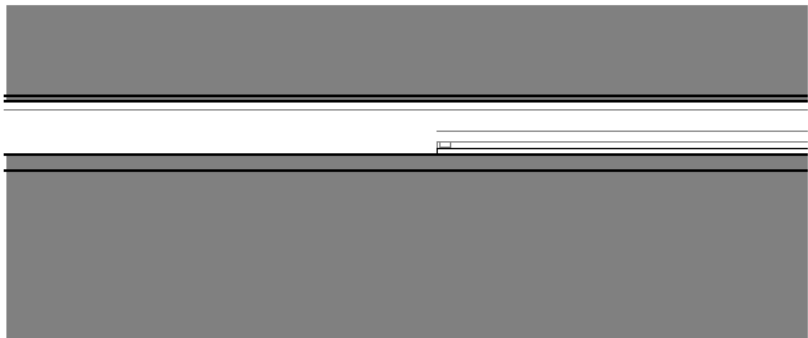
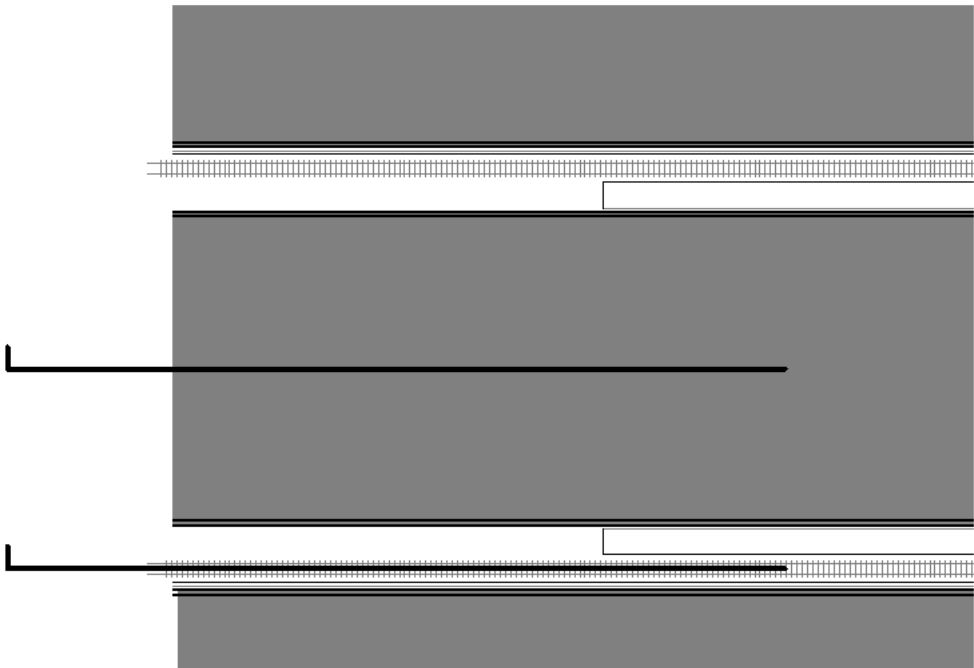
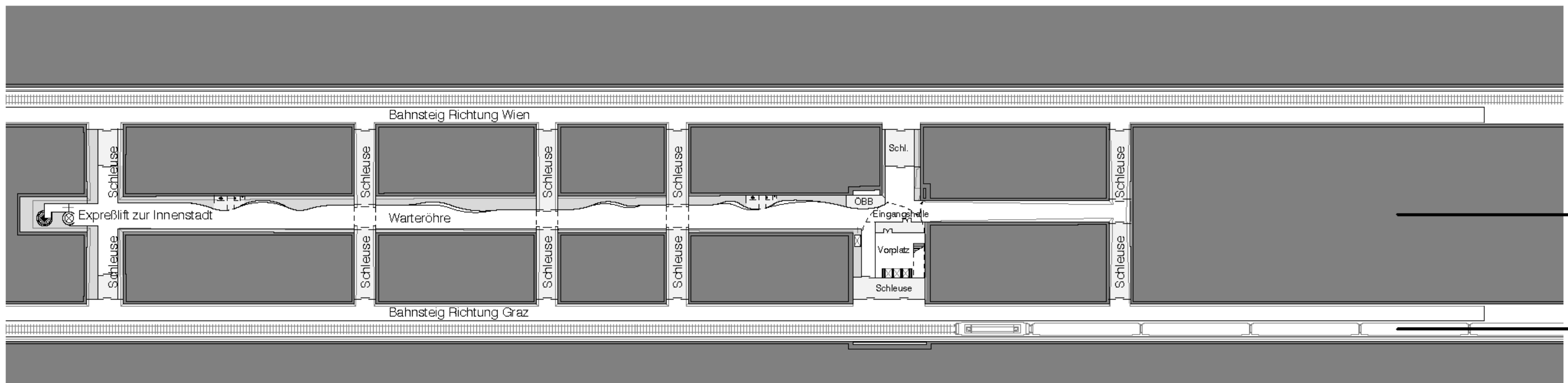
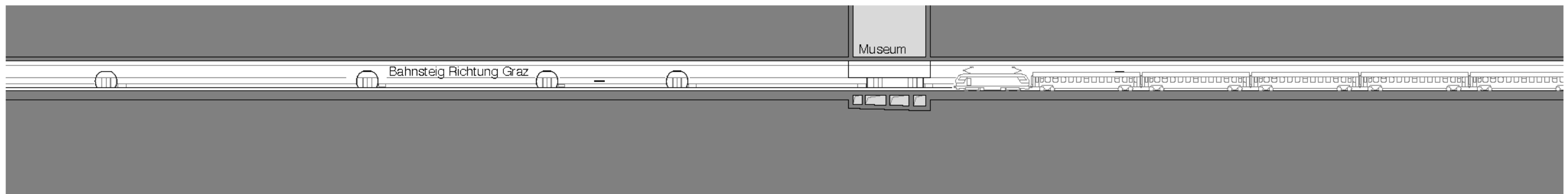
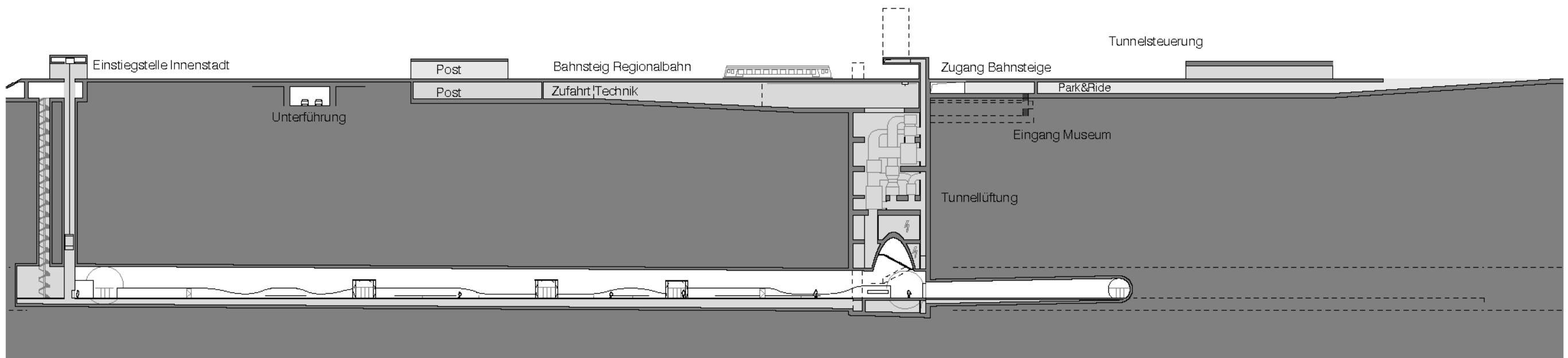


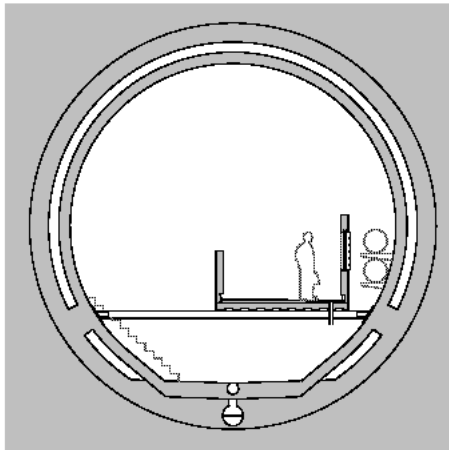
Abb 109: Grundriß Tunnelstation





7 KONSTRUKTIONSDetails

7.1 WARTERÖHRE



Ausführung Brüstung und Leuchtkasten

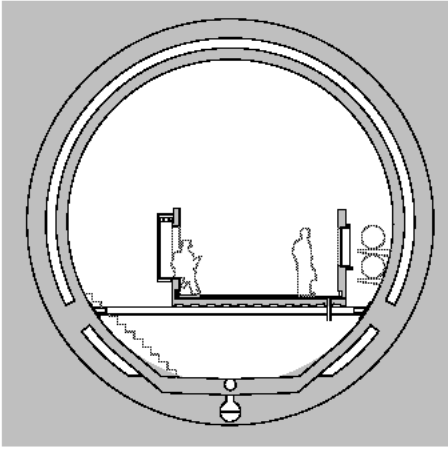
Sichtbetonwand 20cm, Weißzement
 Stahlprofil 1mm gekantet
 Leuchtkasten, Stahlblech 1mm, innen verspiegelt
 Leuchtstofflampe
 Verglasung ESG 4mm, matt
 Stahlprofil 1mm gekantet
 Vorlegeband

Brüstung 20cm, Höhe 1m ü FOK
 Sichtbeton, Weißzement

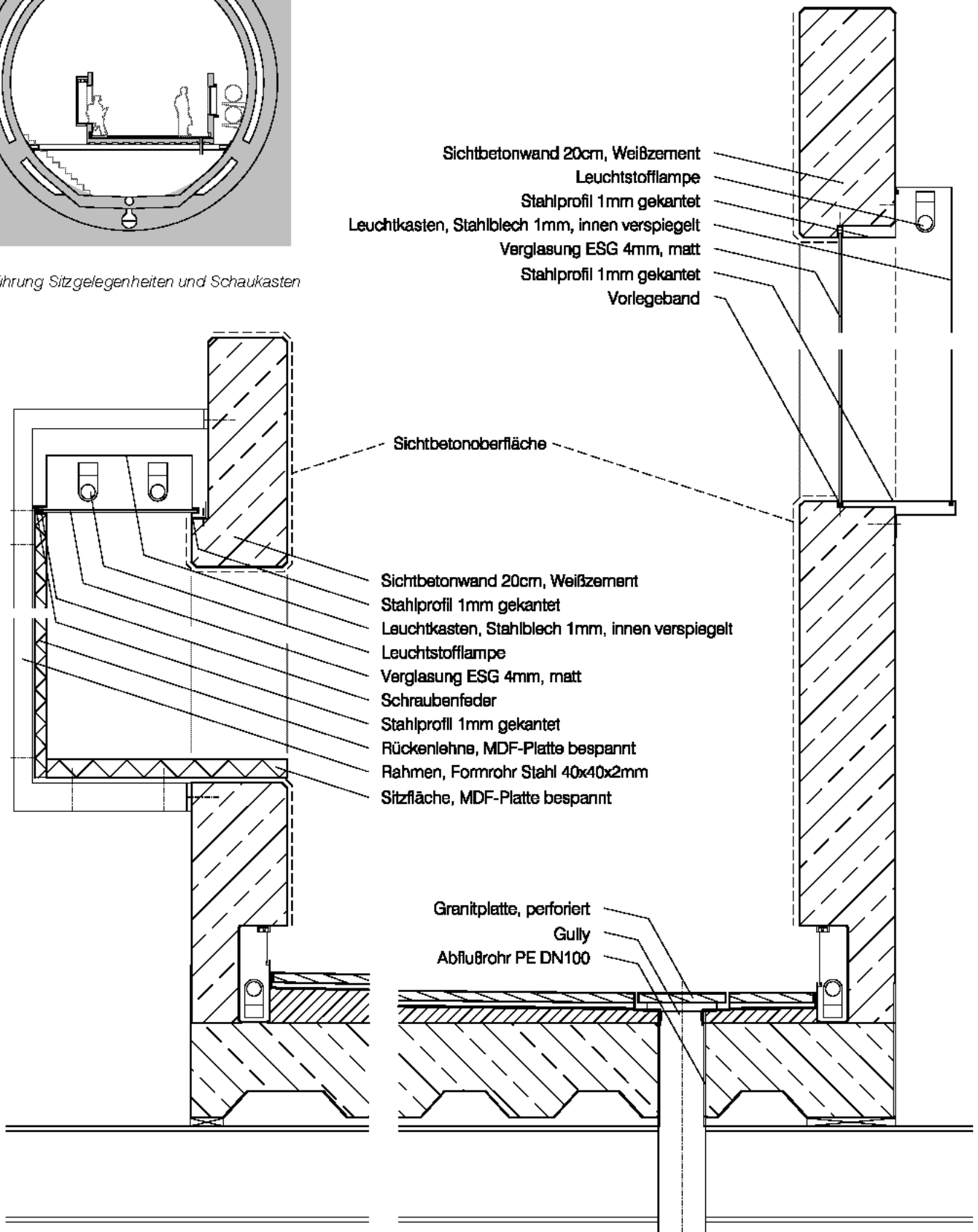
LED-Leuchtleiste
 Plexiglasschleife
 Profil, Stahlblech gekantet 3mm
 Leuchtstofflampe
 Stahlbeton 20cm
 Dämpfungselement Neopren 5mm
 Blechhochzug 300mm

20mm | Granitplatten hell, verfugt
 6mm | Klebmasse
 3mm | 2 Lagen Bitumenbahn
 mit Glasfasereinlage
 30-60mm | Gefälleestrich 2%
 200mm | Stahlbeton
 4mm | Trapezblech
 200mm | Stahlträger IPE200

Sichtbetonoberfläche



Ausführung Sitzgelegenheiten und Schaukasten



7.2 BAHNSTEIGTORE

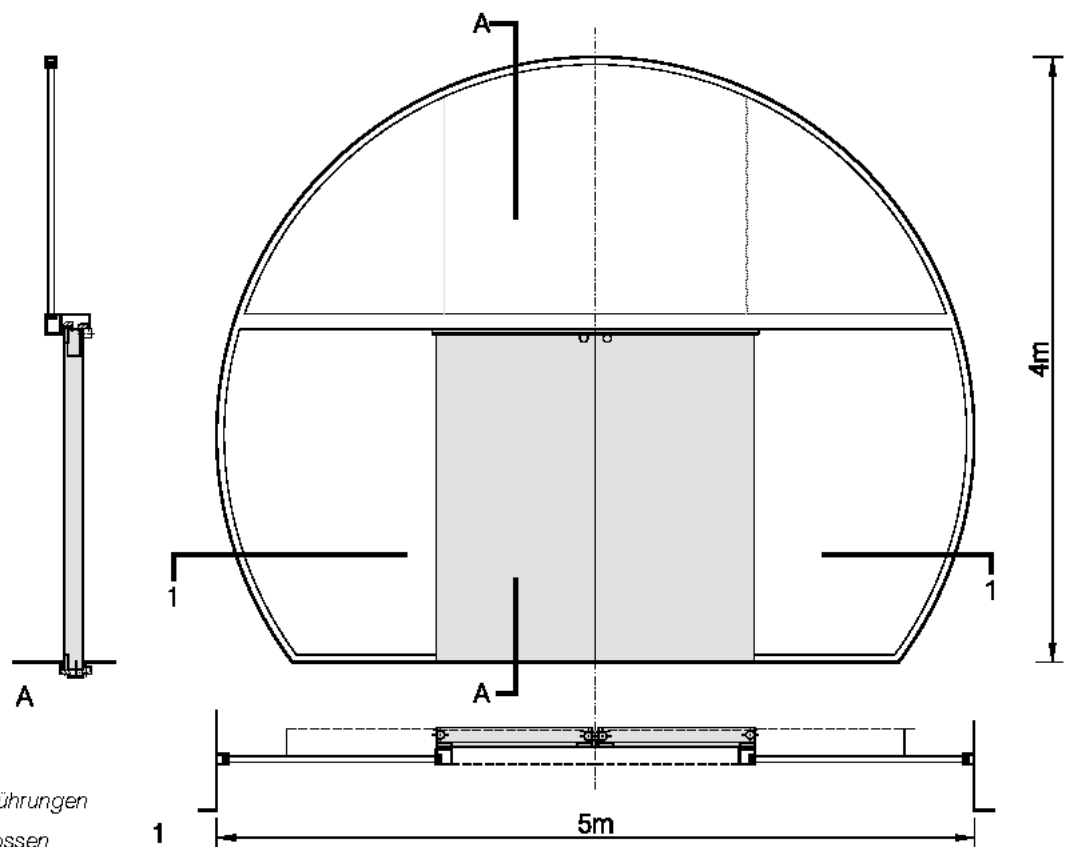


Abb 114: Schnittführungen
Schleuse geschlossen

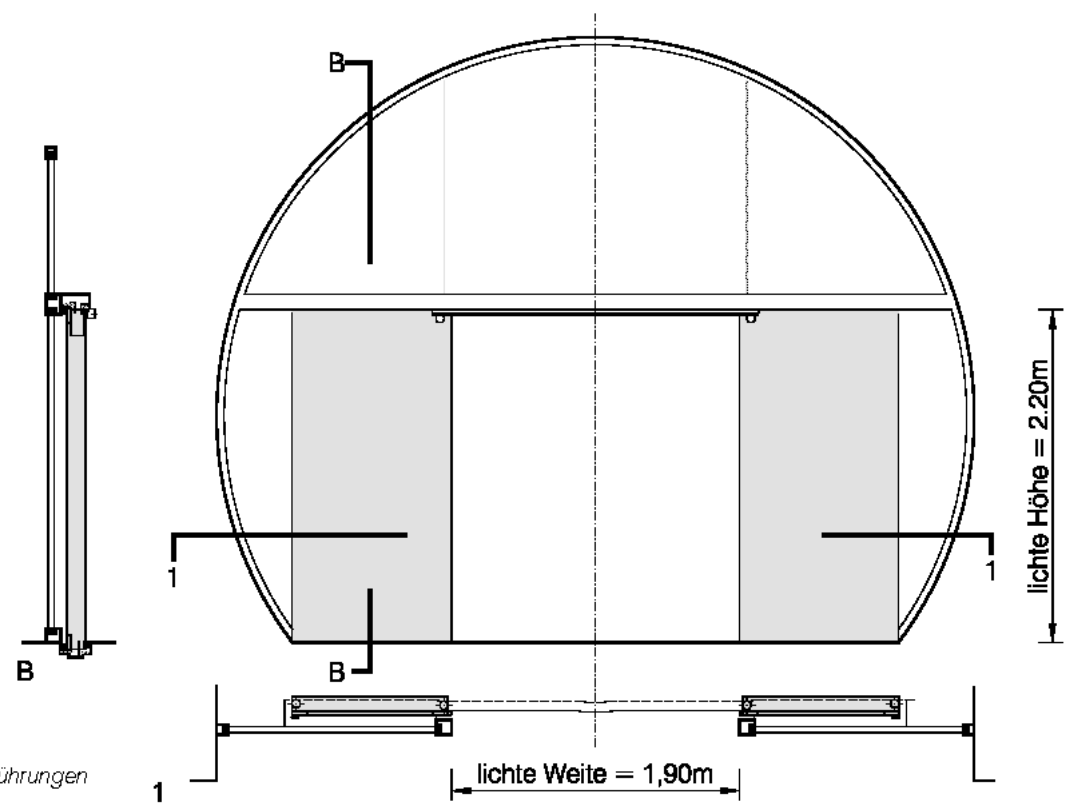
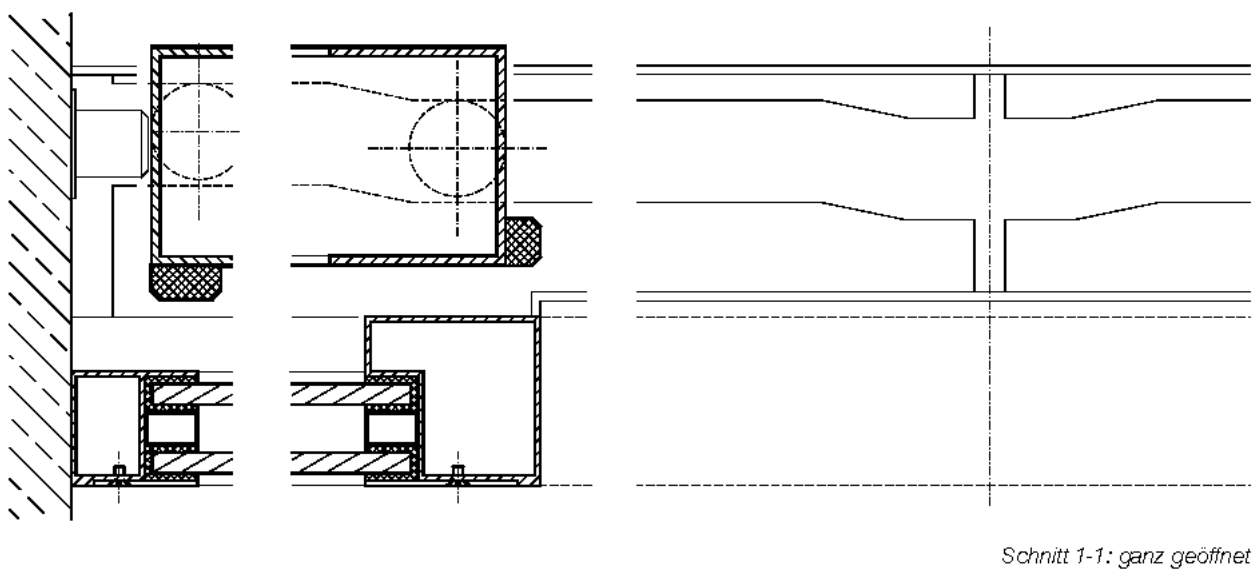
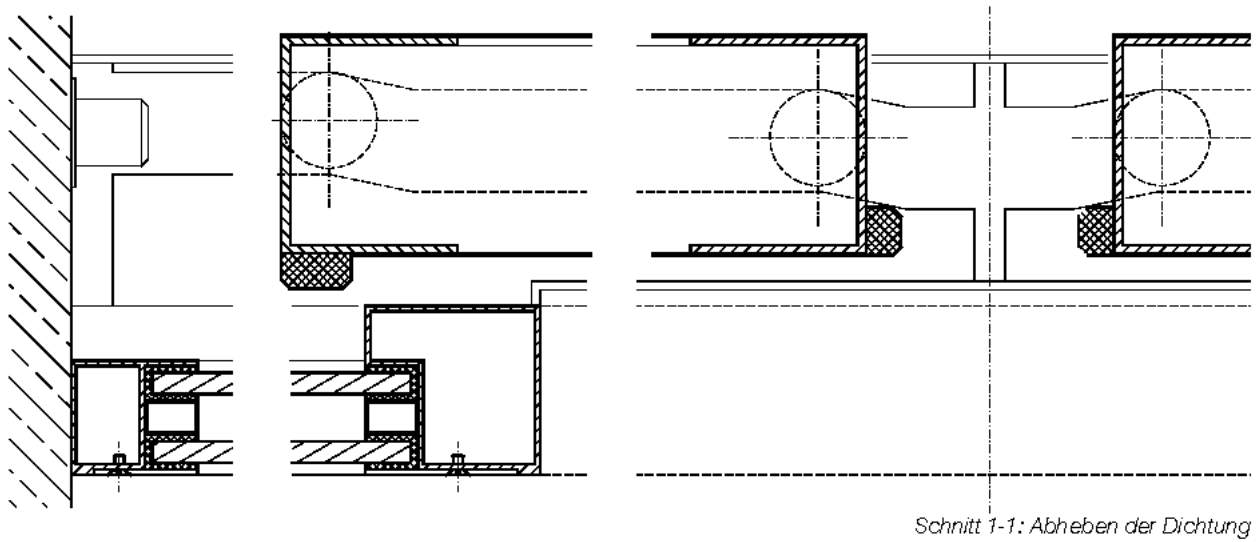
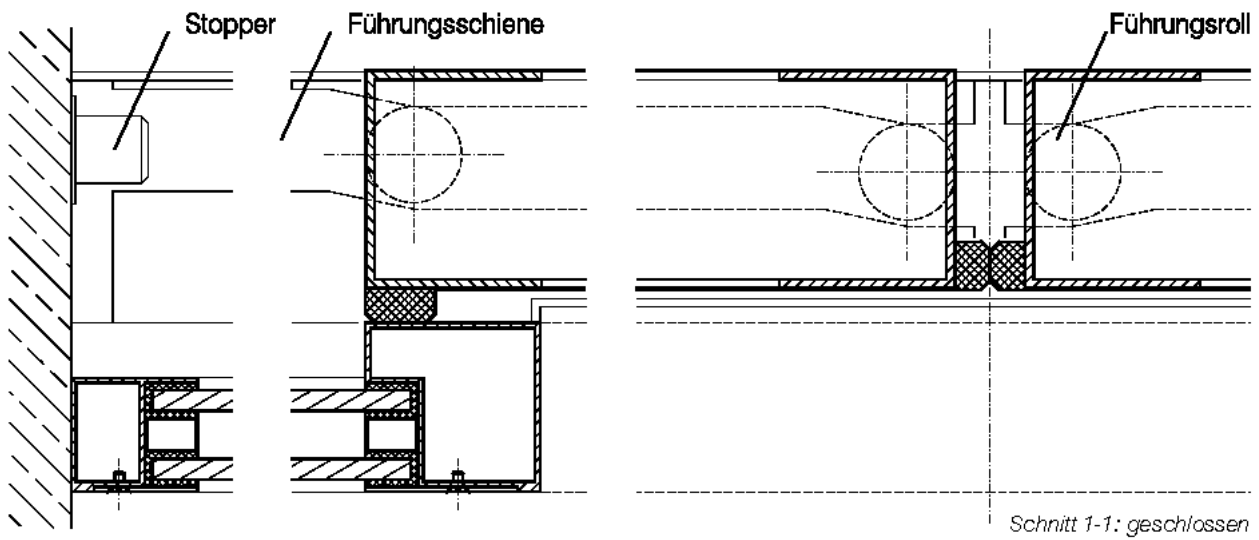
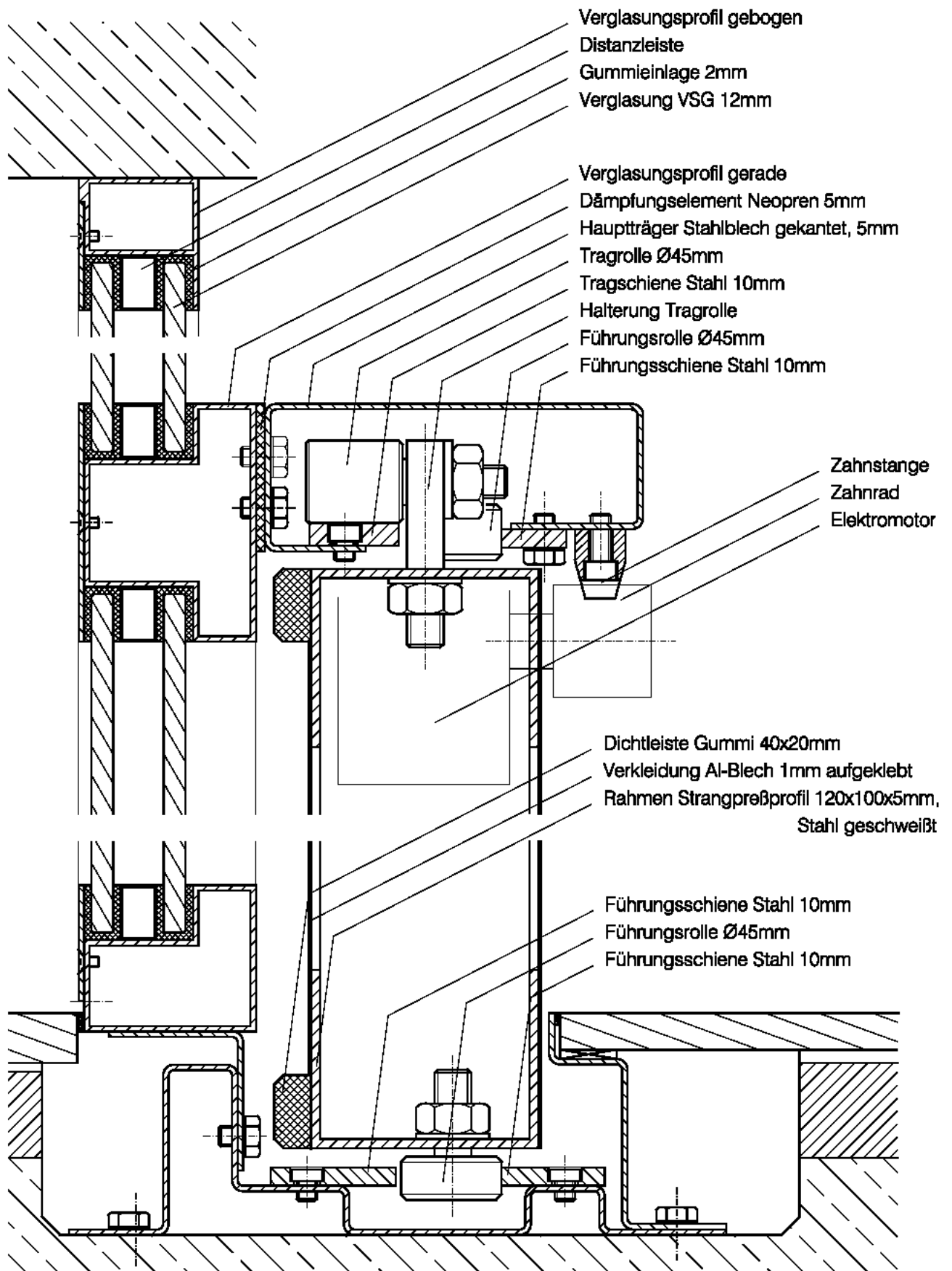
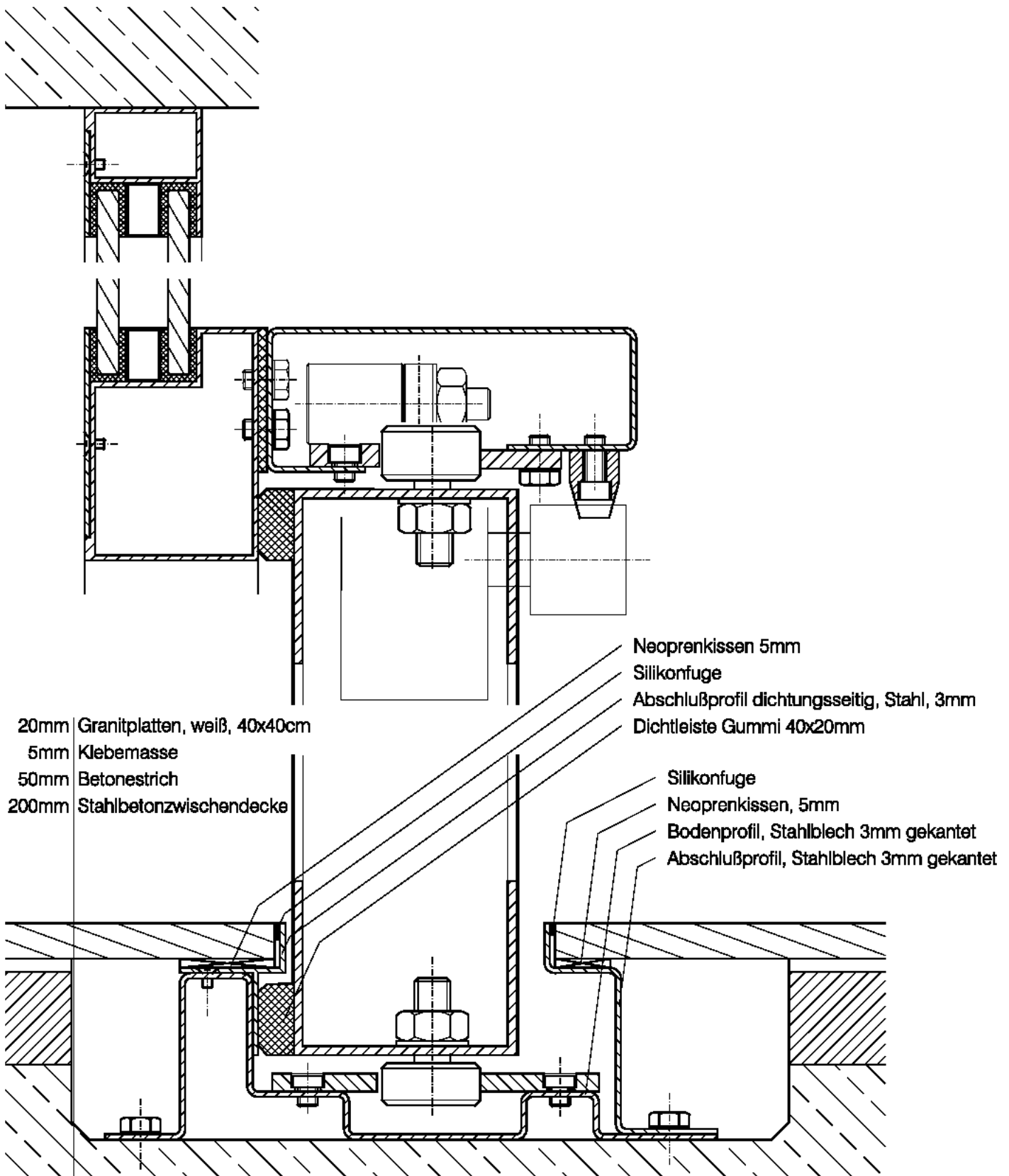


Abb 115: Schnittführungen
Schleuse geöffnet





Schnitt B-B: geöffnet



Schnitt A: geschlossen

7.3 TREPPE ZUR AUSSICHTSPLATTFORM

Die Treppe verläuft im Lüftungsschacht, der sich aus den Liftstützen fortsetzt. Die Tunnellüftung wird nur in Ausnahmefällen betrieben, der Schacht kann daher Museumsbesuchern zugänglich gemacht werden.

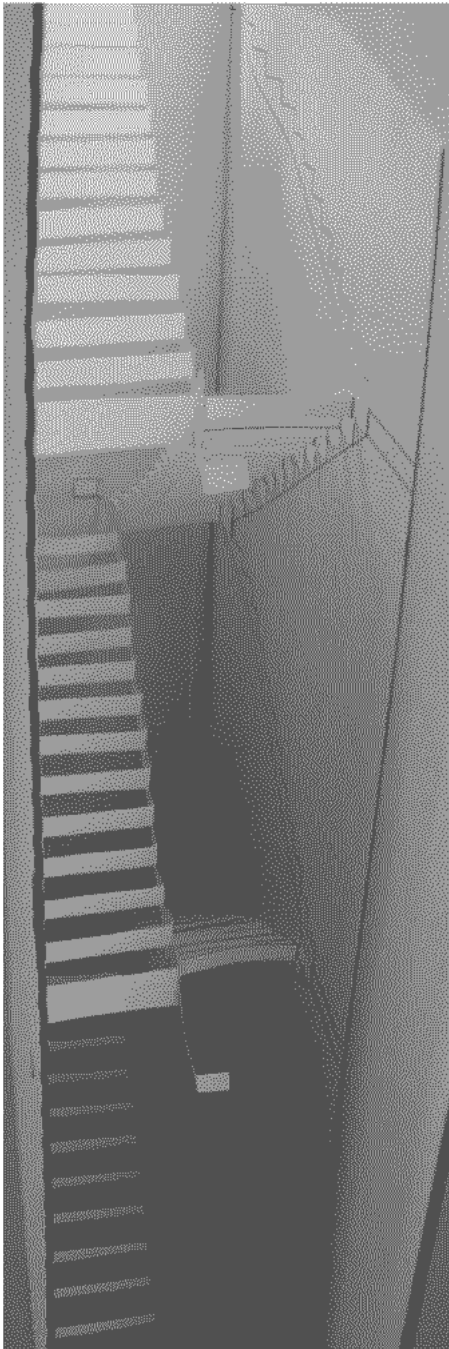


Abb 120: Blickachse in Schachtrichtung – Modellfoto

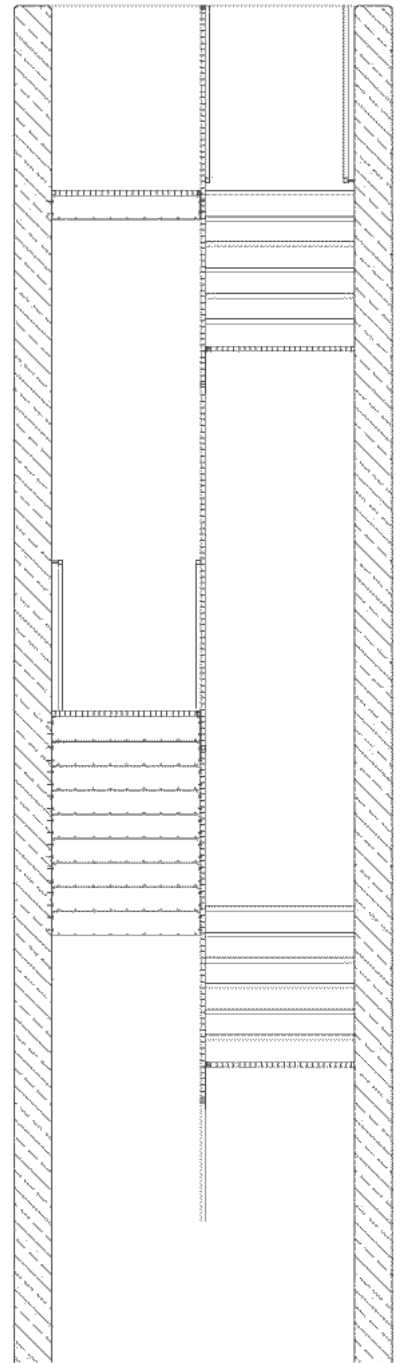


Abb 121: Querschnitt Lüftungsschacht M 1:50

Die Treppe bietet durch ihre flache Bauweise aus stehenden Blechträgern und Gitterrosten geringen Luftwiderstand und maximale Sicht in beide Richtungen der Schachtachse.

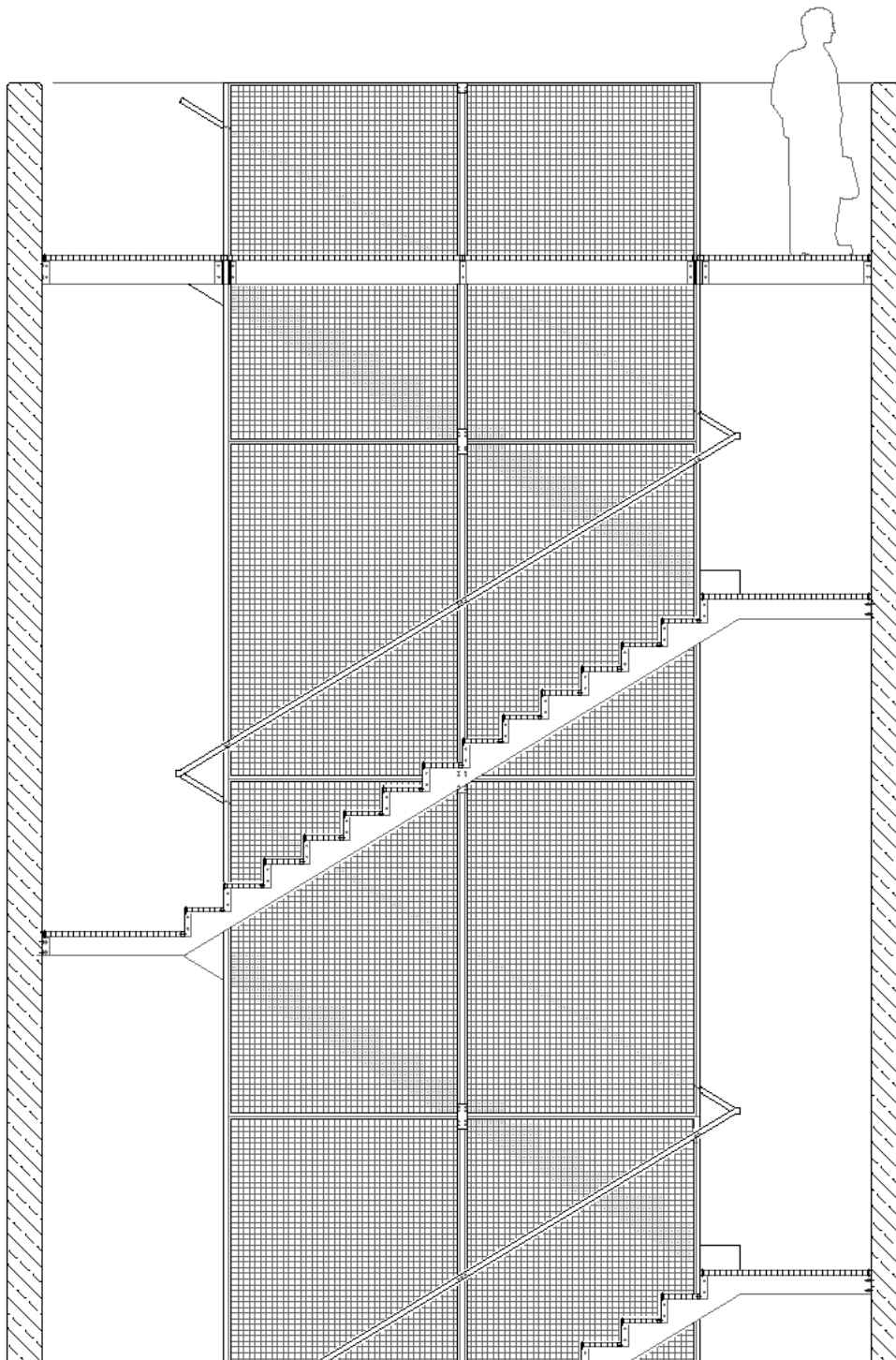


Abb 122: Längsschnitt Lüftungsschacht M 1:50

Abb 123: Grundriß Lüftungsschacht M 1:50

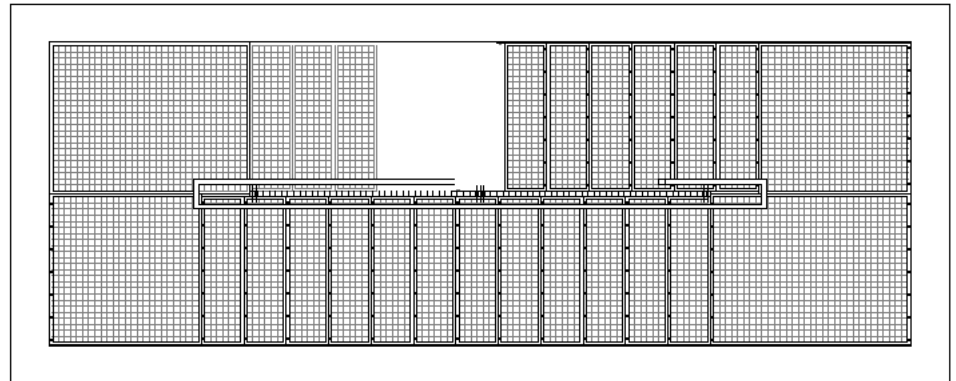


Abb 124: Hauptteile Statik Treppenhaus

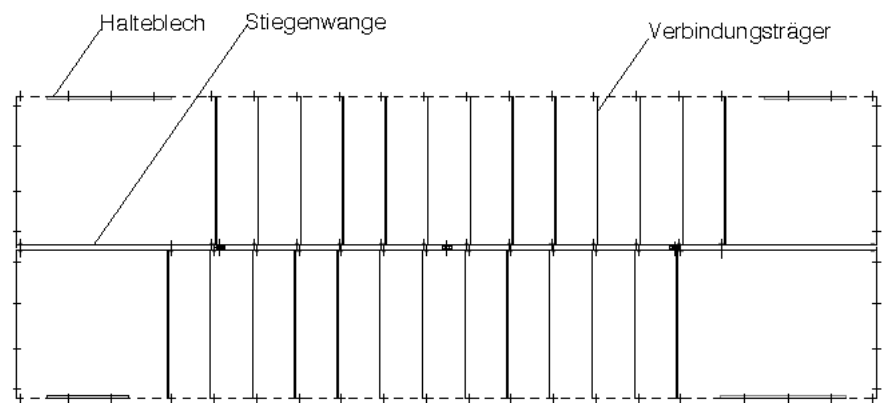
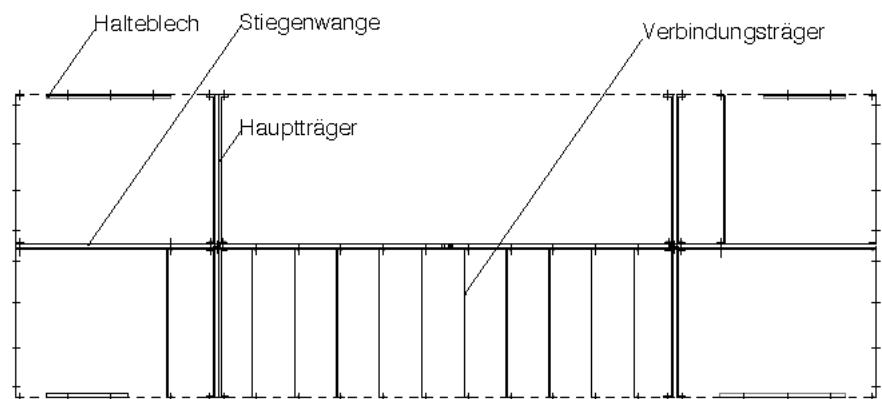


Abb 125: Hauptteile Statik Plattform



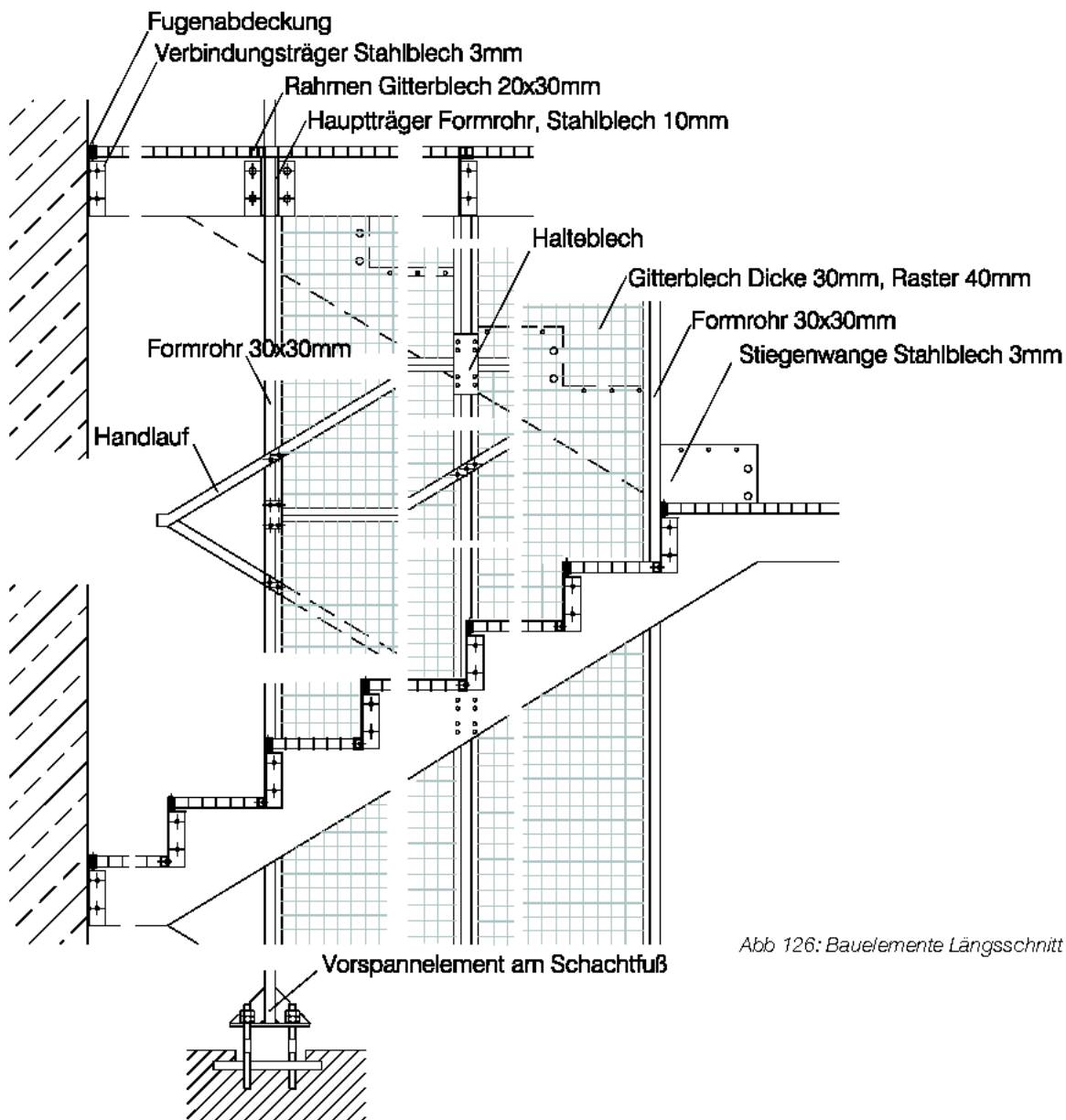


Abb 126: Bauelemente Längsschnitt M 1:20

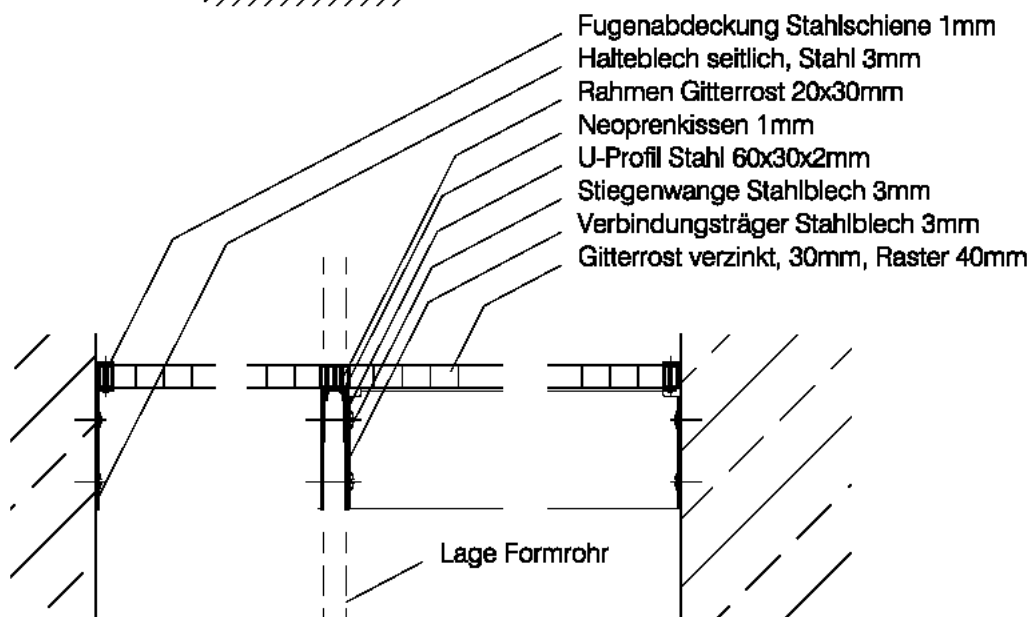


Abb 127: Bauelemente Querschnitt M 1:10

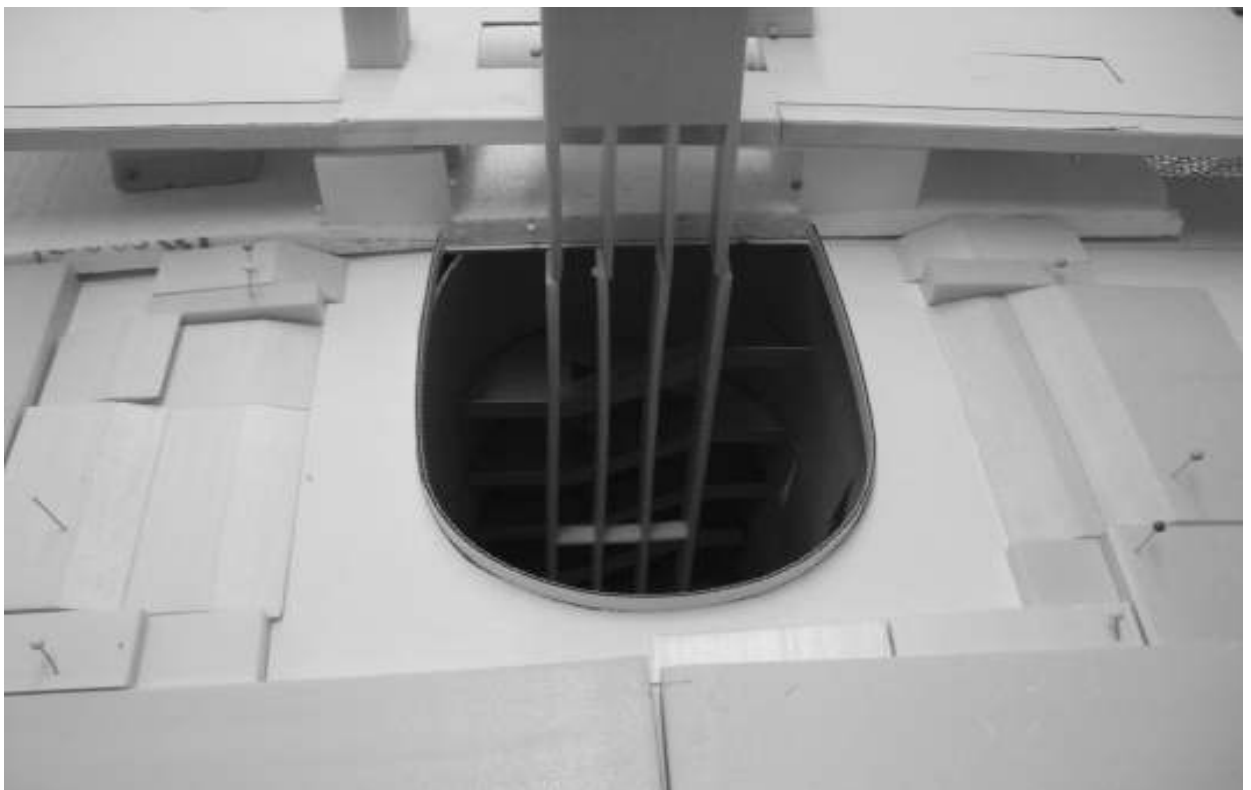


Abb 128: Ansicht Atrium mit Vorplatz

TEIL C - ANHANG



Abb 129: Liftstützen als markantes Raumelement im Atrium



Abb 130: Lamellenartige Querstreben
zur Lichtsteuerung; verworfen



Abb 131: Variante Neigung der
Stiege in die andere Richtung



Abb 132: Ansicht Liftstützen/Schornstein und Vorplatz

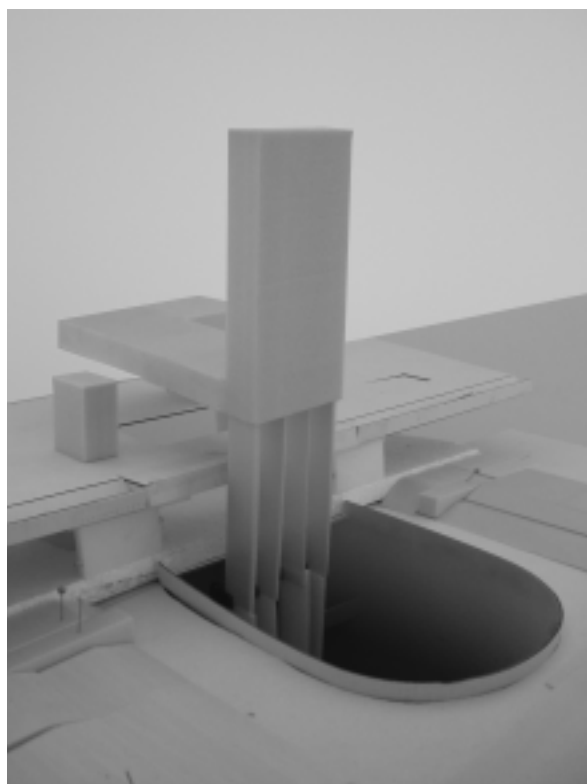


Abb 133: Variante mit Betonung des Lüftungsschachtes

8 VERZEICHNISSE

8.1 LITERATURVERZEICHNIS

Anmerkung: Gültigkeit sämtlicher Internet-Links: 1. Mai 2007

BERLIN HAUPTBAHNHOF

Deutsche Bahn: Präsentationsunterlagen „Bahnverkehr Berlin 2006“ - Pressekonferenz 6.7.2005, Berlin 2005
http://www.hbf-berlin.de/site/shared/de/dateianhaenge/presentationen/bahnverkehr2006__berlin__pk06072005.pdf

Stadtforum Berlin: 45. Sitzung Bahnhofs- und Stadtentwicklung, Berlin 1995
<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/forum2020/downloads/45.pdf>

Deutsche Bahn: Drehscheibe Berlin - Pilzkonzept, Berlin, 2001
<http://www.bahn.de/imperia/md/content/pdf/holding/bauprojekte/3.pdf>

Krings, Ulrich: Bahnhofsarchitektur, München 1985, ISBN 3-7913-0596-4
<http://www.bmvbs.de/artikel-,302.4813/Die-neue-Nord-Sued-Verbindung-.htm>

<http://www.furrerfrey.ch/de/news1.html>
http://www.hbf-berlin.de/site/berlin__hauptbahnhof/de/bauprojekt/architektur/architektur.html
http://www.hbf-berlin.de/site/berlin__hauptbahnhof/de/bahnkonzept__fuer__berlin/bahnhoefe/bahnhoefe.html
http://www.hbf-berlin.de/site/berlin__hauptbahnhof/de/bahnkonzept__fuer__berlin/verbessertes__angebot/verbessertes__angebot.html
http://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/strassenbau/de/bild_lehrter_gesamtplan.shtml
<http://www.susannealbers.de/08architektur-lehrter01.html>
<http://www.tagesspiegel.de/berlin/archiv/18.07.1998/ak-be-10326.html>
http://de.wikipedia.org/wiki/Berlin_Hauptbahnhof
<http://de.wikipedia.org/wiki/Pilzkonzept>

Transrapid:

Schach, Rainer u.a: Transrapid und Rad-Schiene-Hochgeschwindigkeitsbahn, Berlin 2006, ISBN 3-540-28334-X

http://www.scheinschlag.de/archiv/1998/11_1998/texte/news02.html

BAHNTECHNIK ALLGEMEIN

Basler, Ernst & Partner: Allgemeines Sicherheitskonzept für lange Tunnel - Forschungsarbeiten aus dem Eisenbahnwesen, Band 4, Wien 1994

Fiedler, Joachim: Bahnwesen, 5. Auflage, München 2005, ISBN 3-8041-1612-4

Schultz, Michael: Dissertation Druckwellenausbreitungsvorgänge, Wien 1990

Ehrendorfer K., Dissertation: Druckwellen in der Umgebung von Tunnelportalen, Wien 1998

Freystein, Hartmut: Handbuch Entwerfen von Bahnanlagen, 1. Aufl. Hamburg, 2005, ISBN 3-7771-0333-0

<http://de.wikipedia.org/wiki/Tunnelknall>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Euerwangtunnel>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Shinkansen>

SEMMERING

Siedl, Andreas: Diplomarbeit Analyse des „Projektmarketings“ am Beispiel Semmering-Basistunnel und Lainzer Tunnel, TU Wien 2002

Dinhobl, Günter: Die Semmeringerbahn, Wien 2003, ISBN 3-7028-0395-5

Dienes, Gerhard: Die Südbahn, Wien 1987, ISBN 3-7011-7178-5

ÖBB Infrastruktur Bau AG: Projektinformation Semmering-Basistunnel neu, Wien 2006
http://www.oebb.at/vip8/bau/de/Servicebox/News_und_Services/Printprodukte/Semmering_Basistunnel_Endfassung_Juni_2006_01.pdf

ÖBB Infrastruktur Bau AG: PR-Unterlagen Semmering-Basistunnel neu, Wien 2006

SEDRUN

<http://www.alptransit.ch>

<http://www.oeffentlicher-verkehr.gr.ch/offentlicher-verkehr/index.htm>

AlpTransit Gotthard AG: Ausschreibung Bahntechnik, 2005

http://www.alptransit.ch/pages/img/projekt/fachartikel/2005_09_22_Ausschreibung_Bahntechnik.pdf

Gluekin, Werner; Bau-, Verkehrs- und Forstdepartement Graubünden: Porta Alpina Sedrun; Kurzfassung, Chur 2003

http://www.surselva.com/de/contents/verkehr/porta_alpina_kurzfassung.pdf

Vetsch, Hans-Peter: Betrieb/Sicherheit/Technik im Gotthard-Basistunnel, 2000

<http://www.swisst.net/downloads/vortragalptransitgotthard050623.pdf>

AlpTransit Gotthard AG: Ceneri-Basistunnel, 2006

http://www.alptransit.ch/pages/img/aktuell/Info_Ceneri_d.pdf

AlpTransit Gotthard AG: Die neue Gotthardbahn - Das Projekt, Bern 2002

<http://www.alptransit.ch/pages/img/projekt/projekt.pdf>

Alb, Hermann: Kanton Graubünden - Bau-, Verkehrs- und Forstdepartement: Raumkonzept Gotthard - Grundlagen, Inhalte, Struktur und Prozess

http://www.oeffentlicher-verkehr.gr.ch/offentlicher-verkehr/porta-alpina/raumkonz_goth_310805.pdf

Alb, Hermann: Kosten-Nutzen-Analyse und Nachhaltigkeitsbeurteilung, Schlussbericht 2004

http://www.oeffentlicher-verkehr.gr.ch/offentlicher-verkehr/porta-alpina/alb_kna_161204.pdf

Rota, Aldo: Machbar und bezahlbar, tec21-Fachzeitschrift für Architektur, Ingenieurwesen und Umwelt 25/2006 Seite 5ff:

http://www.tec21.ch/pdf/tec21_2520063493.pdf

Fachstelle öffentlicher Verkehr Graubünden: Porta Alpina, 2004

http://www.oeffentlicher-verkehr.gr.ch/offentlicher-verkehr/porta-alpina/broschure_A4.pdf

Ingenieurgemeinschaft Gotthardbasistunnel Süd: Porta Alpina Sedrun, 2006

http://www.oeffentlicher-verkehr.gr.ch/offentlicher-verkehr/porta-alpina/plaene_auflagenprojekt2.pdf

Blickenstorfer, Jakob: Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit B und C, Version 2-00, 2003, Seite 7f

http://www.oeffentlicher-verkehr.gr.ch/offentlicher-verkehr/porta-alpina/sma_280803_teil_1.pdf

Bau-, Verkehr- und Forstdepartement Graubünden: Präsentationsunterlagen Porta Alpina, 2006

http://www.oeffentlicher-verkehr.gr.ch/offentlicher-verkehr/porta-alpina/20060726_folien-stand-BP-phase-1-hro.pdf

http://www.alptransit.ch/pages/d/aktuell/stand_zimmerberg.php

http://www.alptransit.ch/pages/img/aktuell/Info_Ceneri_d.pdf

<http://www.gotthardtunnel.eu/deutsch/baustelle.htm>

http://www.nextroom.at/publication_article.php?publication_id=2441&article_id=24500

<http://tages-anzeiger.ch/dyn/news/schweiz/515592.html>

<http://th05acc0103.swisswebaward.ch/index2.php?titel=Zukunftsvisionen&cat=zukunftsvisionen&content=zukunftsvisionen>

http://de.wikipedia.org/wiki/Porta_Alpin

<http://de.wikipedia.org/wiki/Gotthard-Basistunnel>

LÖTSCHBERG - NOTHALTESTELLEN

<http://www.blsalptransit.ch/>

Barth, Markus: Infrastruktur NEAT, Lötschberg-Basistunnel - Ein Quantensprung hinsichtlich Sicherheit, 2005

http://www.bls.ch/medien/s_infrastruktur-neat_1-05.pdf

Präsentationsunterlagen: Kommunikationskonzept zur Lötschberg-NEAT

[http://www.valaistourism.net/Applications/Intranet.nsf/5d3221c185e6e4b1c1256d250061b171/a5f3b88681043ae5c12570600026e951/\\$FILE/Pr%C3%A4s%20ntations%20unterlagen%20Kommunikationskonzept%20zur%20L%C3%B6tschberg-NEAT.pdf](http://www.valaistourism.net/Applications/Intranet.nsf/5d3221c185e6e4b1c1256d250061b171/a5f3b88681043ae5c12570600026e951/$FILE/Pr%C3%A4s%20ntations%20unterlagen%20Kommunikationskonzept%20zur%20L%C3%B6tschberg-NEAT.pdf)

BSL Alptransit AG: Lötschberg Basistunnel: Baustelle Frutigen/Reichenbach, Thun 2003

http://www.blsalptransit.ch/download/publikationen/Prospekt_Frutigen_d.pdf

Aeschbach, Markus: Lötschberg Basistunnel, Gebirgsabdichtung einer wasserführenden Zone mit hohem Wasserdruck aus Umweltschutzgründen, Brig 2004

<http://www.srp.ch/de/referenzen/publikationenreferate/0252-03-003-MA.pdf>

8.2 QUELLENVERZEICHNIS

- Zoelly, Pierre: Terratektur, Basel 1989, ISBN 3-7643-2333-7
- Slezak, Josef Otto u.a: Architektur an der Semmeringbahn, Wien 1992, ISBN 3-85416-156-5
- Knauer, Karl Heinz und Dinobobl, Günter: Faszination Semmeringbahn, Ausstellungskatalog, Reichenau/Rax 2004, ISBN 3-902183-09-8
- Schneider, Ascanio: Gebirgsbahnen Europas, Zürich 1963
- Smithson, Robert: Slideworks, Verona 1997
- Geyer, Herbert: Semmering Basis-Tunnel - das schwarz-auf-weiß-Buch, Wien 1997, ISBN 3-901025-67-7
- ÖBB Infrastruktur Bau AG: AKTUELLES zum Semmering-Basistunnel neu, 10/2006
- BLS AlpTransit AG: Lötschberg-Basistunnel, von der Idee zum Durchschlag, Luzern 2006, ISBN 3-7272-1174-1
- Gamsjäger, Hannes: Diplomarbeit Untersuchung der Schäden am Außenring des Semmering Basistunnel Pilotstollens; TU Wien 1996
- Bericht des Bundesrates an die Eidgenössischen Räte vom 23.11.2005
- Unterschütz, Philipp: Die neue Gotthardbahn, Luzern 2005
http://www.alptransit.ch/pages/img/projekt/Die_neue_Gotthardbahn_deutsch.pdf
- Breitling, Peter: Innenstadtkonzept Mürzzuschlag, Graz 1995
- Mandl, Gerhard: Geologische Bundesanstalt, Arbeitstagung 2001, Neuberg 2001, ISBN 3-85316-012-3
- BLS AlpTransit AG: Lötschberg-Basistunnel - vom Rohbautunnel zum Bahntunnel, Thun 2006
<http://www.blsalptransit.ch/download/publikationen/Prospekt-Bahntechnik-d.pdf>
- 57 Kilometer durch den Fels; GEO - Das Reportage-Magazin, Ausgabe 01/2006, Hamburg 2006
- Berlin Hauptbahnhof - Palast der Züge; GEO - Das Reportage-Magazin, Ausgabe 06/2006, Hamburg 2006
- Dinobobl, Günter: Die Semmeringbahn, Wien 2003, ISBN 3-7028-0395-5
- Dienes, Gerhard: Die Südbahn, Wien 1987, ISBN 3-7011-7178-5
- Hüttenegger, Theodor: Mürzzuschlag - Geschichte unserer Stadt, Graz 1982

8.3 INTERVIEWVERZEICHNIS

2. 10. 2006, 13:30, Mürzzuschlag-Rathaus: DI Peter Drexler, Bereichsleiter Stadtplanung Mürzzuschlag
Themen: Bedeutung Semmeringbasistunnel für Mürzzuschlag und Semmeringbahn, Bahnhofvarianten
14. 11. 2006, 10:00, Wien-Sparkassaplatz: DI Dieter Haas, ÖBB Infrastruktur Bau AG, Projektleitung Semmering
Themen: Projekt Semmeringbasistunnel, Trassenentwicklung, Raumwiderstandsplan, Organisation, Bürgerbeteiligung
14. 11. 2006, 14:00, Wien-Bräuhäusasse: Bernhard Hofko, VCÖ
Themen: Bedeutung der Semmeringstrecke im österreichischen Verkehrsnetz, Wirtschaftlichkeit
17. 11. 2006, 13:30, Mürzzuschlag-Kulturbahnhof: Mag. Kerstin Ogris, Initiatorin Kulturbahnhof Mürzzuschlag
Thema: geplante Erweiterungen des Kulturbahnhofs, Veränderung durch Wegfall des Verschubbahnhofs
27. 1. 2007, 09:00, TU Wien: DI Ingo Heegemann, Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Thema: Ablauf und Details der Herstellung unterirdischer Anlagen in Schwemmland
27. 3. 2007, 10:00, TU Wien: DI Dr. Kamyar Tavoussi, Institut für Tragwerkslehre
Thema: Erddruck, statische Erfordernisse an tiefliegende Bauwerke
28. 3. 2007, 11:00, Wien-Neulinggasse: Dr. Manfred Rockenschaub, Abteilung für kristalline Geologie
Themen: Geologische Übersicht des Planungsgebiets, Erdbeben

8.4 VERZEICHNIS DER BILDER UND GRAFIKEN

Alle Bilder und Grafiken ohne Quellenangaben wurden erstellt von Laurenz Andritz, 2007

0: Metrostation Mayakovskaya in Moskau

<http://flickr.com/photos/sftrajan/466703783/>

1: Gleiswechselbauwerk Faido/Gotthardtunnel

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/96/GBT_MFS_Faido_TV-WS.jpg

2: Berlin Hauptbahnhof - Schnittperspektive

Deutsche Bahn: Präsentationsunterlagen „Bahnverkehr Berlin 2006“ - Pressekonferenz 6.7.2005, Berlin 2005, Folie 14

3: Höhenprofil der Neuen Gotthard-Bahn

Unterschütz, Philipp: Die neue Gotthardbahn, Luzern 2005, Seite 11

4: Bauabschnitte des GBT

AlpTransit Gotthard AG: Ausschreibung Bahntechnik, 2005

5: Nothaltestellen im GBT

Unterschütz, Philipp: Die neue Gotthardbahn, Luzern 2005, Seite 39

6: Nothaltestellen

Vetsch, Hans-Peter: Betrieb/Sicherheit/Technik im Gotthard-Basistunnel, 2000, Folie 20; gedreht

7: Tabelle Reisezeiten

Alb, Hermann: Kosten-Nutzen-Analyse und Nachhaltigkeitsbeurteilung, Schlussbericht; Zürich 2004, Seite 6

8: graphischer Fahrplan GBT

Fachstelle öffentlicher Verkehr Graubünden: Porta Alpina, 2004, Seite 5

9: Wegführung Bahnsteig - Sedrun

Bericht des Bundesrates an die Eidgenössischen Räte vom 23.11.2005, Seite 9

10: schematischer Grundriß Station Porta Alpina Sedrun

Alb, Hermann: Kosten-Nutzen-Analyse und Nachhaltigkeitsbeurteilung, Schlussbericht 2004, Seite 5; Bild: plankton-design.ch

11: Schnitt Wartehalle PAS

Bau-, Verkehr- und Forstdepartement Graubünden: Präsentationsunterlagen Porta Alpina, 2006, Seite 3

12: Grundriß Wartehalle PAS

Bau-, Verkehr- und Forstdepartement Graubünden: Präsentationsunterlagen Porta Alpina, 2006, Seite 2

13: Porta Alpina Sedrun, Übersicht

Ingenieurgemeinschaft Gotthardbasistunnel Süd: Porta Alpina Sedrun, 2006, Seite 12, nachbearbeitet

14: Größenordnung Bauwerk PAS

<http://www.vision-porta-alpina.ch/fileadmin/material/bildpraesentation/Bildpraesentation/images/Picture-08.jpg>

15: Berlin Hauptbahnhof, Außenansicht

<http://www.geo.de/GEO/technik/50642.html?t=img&p=10>

16: Lehrter Stadtbahnhof, 1889

Krings, Ulrich: Bahnhofsarchitektur, München 1985, ISBN 3-7913-0596-4, Seite 129

17: Berlin Pilzkonzept

Deutsche Bahn: Präsentationsunterlagen „Bahnverkehr Berlin 2006“ - Pressekonferenz 6.7.2005, Berlin 2005, Folie 8

18: Berlin Hauptbahnhof mit Spreebogen und Humbolthafen

Stadtforum Berlin: 45. Sitzung Bahnhofs- und Stadtentwicklung, Berlin 1995, Seite 45; eingefärbt

19: Berlin Hauptbahnhof, Untergeschoß

<http://www.geo.de/GEO/technik/50642.html?t=img&p=9>

20: Deckenstromschienen im Tiergartentunnel

<http://www.furrerfrey.ch/de/news1.html>

21: Ebenen Berlin Hauptbahnhof

http://www.hbf-berlin.de/site/shared/de/dateianhaenge/infomaterial/sonstige/bahnhofsplan__berlin__hbf.pdf

22: Schnitt Berlin Hauptbahnhof

Detail - Zeitschrift für Architektur und Baudetail 12/2005, München 2005, Seite 1451

- 23: Shinkansen mit speziell geformter Nase zur Reduktion des Tunnelknall
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7e/Twinshin.JPG>
- 24: schattenfreie Beleuchtung der U-Bahn in Osaka
Havers, Harold Charles Percival : Die Untergrundbahnen der Welt, München 1967, Seite 127
- 25: Lüftungseinrichtungen im Lötschbergtunnel
http://www.blsalptransit.ch/bilder/bildergalerie/farbbilder/fullimages/bt_luft_2005-09-26_17_f.jpg
- 26: ausfahrbares Podest beim V-Wagen der Wiener U-Bahn
- 27: Bahnsteigtüren der Jubilee Line, London, Station Westminster
Meijenfeldt, Ernst: Below ground level, Basel 2003, ISBN 3-7643-6908-6, Seite 78
- 28: Querschnitt Ärmelkanaltunnel
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bb/Eurotunnel_schema.svg
- 29: Einrichtungen im Lötschbergtunnel
http://www.blsalptransit.ch/bilder/bahntechnik/technische_raeume_d_big.jpg
- 30: Lage der Semmeringerbahn
- 31: Nordrampe Semmeringerbahn
ÖBB Infrastruktur Betrieb: Eisenbahnatlas Österreich = Railatlas Austria, Köln 2005, ISBN 3-89494-128-6, Karte 52
- 32: Trassenvarianten 1847
Knauer, Karl Heinz: Faszination Semmeringbahn, Wien 2004, ISBN 3-902183-09-8, Seite 16
- 33: Streckenbelastungen der österreichischen Eisenbahnen (Auswahl)
ÖBB Infrastruktur Betrieb: Eisenbahnatlas Österreich = Railatlas Austria, Köln 2005, ISBN 3-89494-128-6, Seite 11
- 34: Die Eisenbahnstrecken der Steiermark im Transeuropäischen und Paneuropäischen Eisenbahnnetz
http://tbn0.google.com/images?q=tbn:l_gtVUnH9WkFAM:http://www.verkehr.steiermark.at/cms/dokumente/10026466_7313/3c351207/transeuropaeischen_eisenbahnnetz.gif
- 35: Kosten-Nutzen-Rechnung
Rauh, Wolfgang: Wirtschaftsfaktor Verkehrsinfrastruktur - Chance und Risiko für Regionen, Wien 2003, ISBN 3-901204-39-3, Seite 34
- 36: Güterkapazität Semmering
Rauh, Wolfgang: Wirtschaftsfaktor Verkehrsinfrastruktur - Chance und Risiko für Regionen, Wien 2003, ISBN 3-901204-39-3, Seite 30
- 37: Basistunnelvarianten Semmering
Quelle: ÖBB Infrastruktur Bau AG
- 38: genereller Projektablauf SBT
ÖBB Infrastruktur Bau AG: Projekt-Information Semmering-Basistunnel neu, Wien 2006, Seite 3
- 39: Trassenvarianten SBT
Quelle: ÖBB Infrastruktur Bau AG
- 40: mögliche Lage eines Tiefbahnhofs in Mürzzuschlag lt. ÖBB
Quelle: ÖBB Infrastruktur Bau AG
- 41: Mürzzuschlag, historischer Ortsplan 1824
Woiseschläger, Kurt: Die Kunstdenkmäler Österreichs - DEHIO-Handbuch Steiermark ISBN 3-7031-0532-1, Seite 311
- 42: Lageplan Mürzzuschlag 2007
- 43: geologische Übersicht
Geologische Bundesanstalt Wien: Geologische Karte der Republik Österreich 1:50000 - 104 Mürzzuschlag, Wien 2001; Ausschnitt
- 44: geologischer Schnitt
Mandl, Gerhard: geologische Bundesanstalt, Arbeitstagung 2001, Neuberg 2001, ISBN 3-85316-012-3, Seite 316
- 45: Höhenschichtenkarte Mürzzuschlag
- 46: James Turrell, Roden Crater
Ana Maria Torres: James Turrell, Valencia 2004, ISBN 84-482-3952-0, Seite 256
- 47: Tunnelröhre ohne Anhaltspunkte
<http://flickr.com/photos/elbisreverri/51531746/>
- 48: Zugang zu Roden Crater
Ana Maria Torres: James Turrell, Valencia 2004, Seite 259
- 49: Tunnel Pergamon-Tempel, Türkei
<http://flickr.com/photos/jakebouma/106949101/>

- 50: Grenze innen-außen am Tunnelende
http://flickr.com/photos/rosa_pedra/486226388/
- 51: Jin Mao Tower, Shanghai
Foto: Laurenz Andritz 2004
- 52: Licht als Informationsträger; Bilderserie Dom im Berg, Graz
Fotoserie 2007, Laurenz Andritz
- 53: Beleuchtung als Textur
<http://flickr.com/photos/elsekramer/97624954/>
- 54: Verschwinden der Textur und der Raumwahrnehmung durch Bewegung
<http://flickr.com/photos/ohadby/75763098/>
- 55: James Turrell, „Skyspace“
Ana Maria Torres: James Turrell, Valencia 2004, Seite 375
- 56: James Turrell, „Baker Pool“
Ana Maria Torres: James Turrell, Valencia 2004, Seite 448
- 57: Projektumfeld Semmering-Basistunnel neu
- 58: Ansicht Vorplatz
- 59: Mürzzuschlag - Verschubbahnhof
- 60: Mürzzuschlag - Stadterweiterung
- 61: Stadtentwicklungsgebiet an der Stelle des Verschubbahnhofs, Maßstab 1:5000
- 62: Überblick Regionalbahnhof Mürzzuschlag
- 63: Regionalbahnhof Mürzzuschlag - Straßenniveau
- 64: Regionalbahnhof Mürzzuschlag - Bahnsteigniveau
- 65: Schaubild Tunnelstation
- 66: Bahnhofsbereich
- 67-76: Elemente Atrium
- 77: Simulation Atrium
- 78: Simulation Atrium
- 79-84: Funktionen Atrium
- 85: Luftansicht Vorplatz und Atrium bei Tag
- 86: Luftansicht Vorplatz und Atrium bei Nacht
- 87: Bahnsteig Tunnelstation
- 88: Wartehalle Tunnelstation
- 89: Grundriß Untergeschoß
- 90: Querschnitt Bahnsteigröhre
- 91: Querschnitte Wartehallenröhre
- 92: Schnitt Verbindungselement
- 93: Axonometrie Regionalbahnhof
- 94: Ansicht Bahnhof - Querschnitt Atrium
- 95: Schnitt Atrium - M 1:500
- 96-97: Grundrisse Regionalbahnhof
- 98-106: Grundrisse Atrium
- 107: Schnitt Warteröhre
- 108: Schnitt Bahnsteig
- 109: Grundriß Tunnelstation
- 110-113: Detailschnitte Wartehalle M 1:20

- 114: Schnittführungen Schleuse geschlossen
- 115: Schnittführungen Schleuse geöffnet
- 116: Schnitt 1-1: Abheben der Dichtung
- 117: Schnitt 1-1: ganz geöffnet
- 118: Schnitt B-B: geöffnet
- 119: Schnitt A: geschlossen
- 120: Blickachse in Schachtrichtung – Modellfoto
- 121: Querschnitt Lüftungsschacht M 1:50
- 122: Längsschnitt Lüftungsschacht M 1:50
- 123: Grundriß Lüftungsschacht M 1:50
- 124: Hauptteile Statik Treppenhaus
- 125: Hauptteile Statik Plattform
- 126: Bauelemente Längsschnitt M 1:20
- 127: Bauelemente Querschnitt M 1:10
- 128: Modellfoto: Ansicht Atrium mit Vorplatz
- 129: Modellfoto: Liftstützen im Atrium
- 130: Modellfoto: Lamellenartige Querstreben zur Lichtsteuerung
- 131: Modellfoto: Variante Neigung der Stiege in die andere Richtung
- 132: Modellfoto: Ansicht Liftstützen/Schornstein und Vorplatz
- 133: Modellfoto: Variante mit Betonung des Lüftungsschachtes
- 134: Giovanni Battista Piranesi, Carceri
<http://www.let.leidenuniv.nl/Dutch/Renaissance/Facsimiles/PiranesiCarceri1750/source/piranesicarceri11.htm>

8.5 VERZ. D. ABK.

CHF	-	Schweizer Franken
MGBahn	-	Matterhorn-Gotthard-Bahn
GBT	-	Gotthard-Basistunnel
LBT	-	Lötschberg-Basistunnel
MFS	-	Multifunktionsstelle
NEAT	-	Neue Eisenbahn-Alpentransversale
NHS	-	Nothaltestelle
ÖBB	-	Österreichische Bundesbahnen
PAS	-	Porta Alpina Sedrun
SBB	-	Schweizer Bundesbahnen
SBT	-	Semmering-Basistunnel

