

# Der Zimmerberg-Basistunnel

Zürich HB – Thalwil



Bahn 2000

René Guertner  
Martin Bosshard

Impressum

Herausgeber: Projekt Management Zimmerberg, SBB

Lektorat: Basler & Hofmann, Dorothee Braun

Gestaltung: Basler & Hofmann, Nicole Ruf

Druck: NZZ Fretz AG, Schlieren

© Basler & Hofmann, Ingenieure und Planer AG, Zürich, 2004

[www.bhz.ch](http://www.bhz.ch), [basler-hofmann@bhz.ch](mailto:basler-hofmann@bhz.ch)

Alle Rechte vorbehalten, ISBN 3-033-00226-9

Wir haben darauf verzichtet, weibliche und männliche  
Bezeichnungen aufzuführen. Selbstverständlich meinen wir  
jeweils beide Geschlechter.

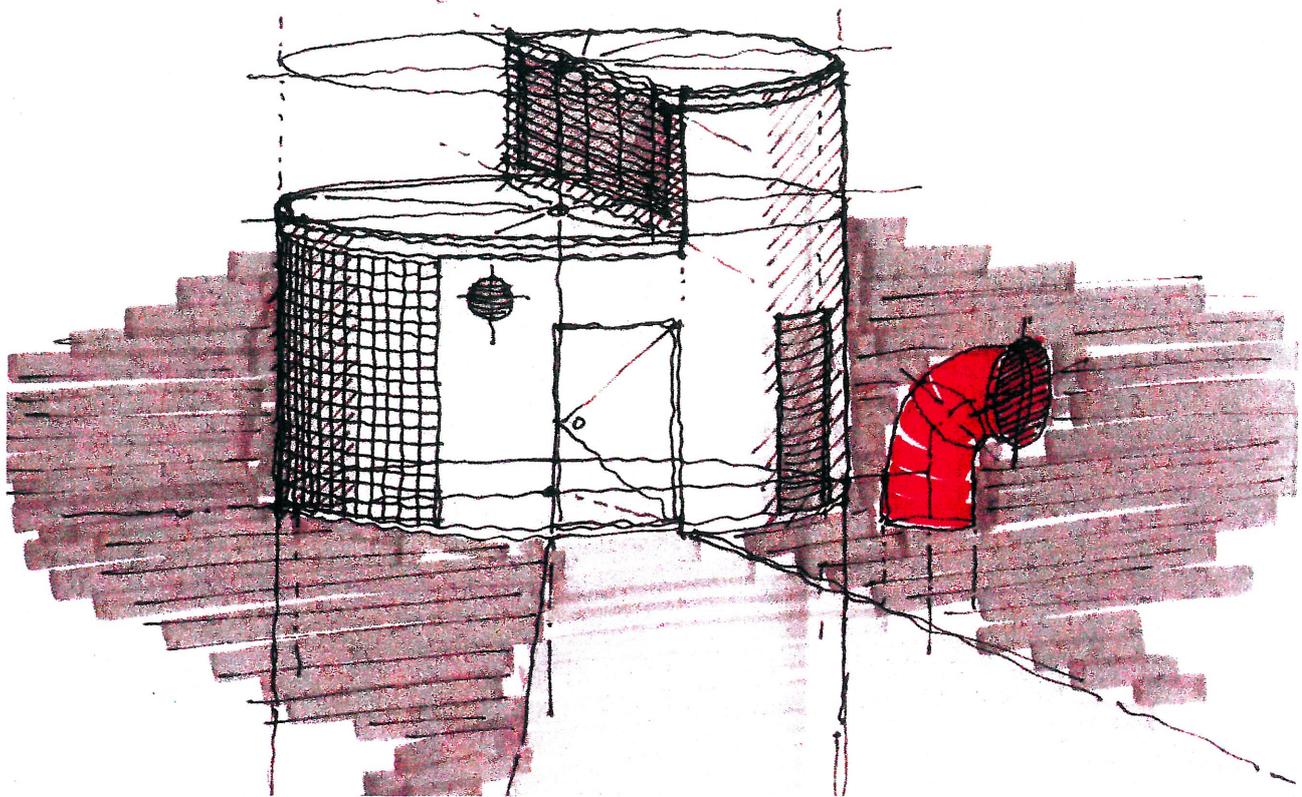


Abb. 1  
Entwurf Schachtkopfgebäude

## Notausstiege (Baulos 9.01)

# Vom Entwurf bis zum Ausführungsprojekt

Raffaele Filippini

*Ein Doppelspurtunnel mit Mischverkehr hat besonders hohe Ansprüche an die Sicherheit zu erfüllen. Beim Tunnel Zürich – Thalwil beschritt die SBB dafür neue Wege: Wesentlicher Bestandteil des Sicherheitskonzepts waren drei Rettungsschächte an den Standorten Brunau, Lätten und Kilchberg (Abb. 2). Alle drei verfügen über einen Schutzraum mit Fluchttreppe ins Freie sowie einen Lift für die Fremdrettung. Ein leistungsfähiges Lüftungssystem erzeugt Überdruck in den Schächten und verhindert so, dass Rauch in die Schutzräume eindringt. Derartige Notausstiege sind bisher einmalig in der Schweiz.*

### Rahmenbedingungen, Entwurf

Das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) genehmigte das Gesamtprojekt «Bahn 2000: Zweite Doppelspur Zürich Hauptbahnhof – Thalwil» u. a. mit der Auflage, eine Risikoermittlung gemäss Anhang 4.3 der Störfallverordnung auszuarbeiten (Verfügung vom 14. Juli 1997). Gestützt darauf reichte die SBB am 19. Juni 1998 die Risikoermittlung mit den vorgesehenen weiteren Massnahmen ein. Am 23. Dezember 1999 genehmigte das UVEK das vorgelegte Sicherheitskonzept, verfügte aber,

dass die für den Bauvorgang bereits erstellten Schächte als Notausstiege offen zu halten sind. Die Planungsarbeiten begannen im Jahr 2001 mit folgenden Rahmenbedingungen:

- Die Zufahrt zu den Notausstiegsschächten hat über das bestehende Strassen- und Wegnetz zu erfolgen.
- Um auf der Allmend Brunau im Bereich der bestehenden Grossangriffsschächte keine neue oberirdische Zufahrt erstellen zu müssen, war der neue Schacht in den Lärmschutzwall zu integrieren. In Lätten (Gemeinde Adliswil) und in Kilchberg konnten die bestehenden 59 m bzw. 69 m tiefen Lüftungsschächte aufgeweitet werden. Bei allen drei Schächten waren keine Arbeiten vom Tunnel aus möglich, weil dies den Einbau der Bahntechnik beeinträchtigt hätte.
- Damit sich Rettungskräfte und Reisende nicht gegenseitig behindern, war sowohl am Schachtkopf als auch am Schachtfuss je ein separater Zugang vorzusehen.

- Die Stromversorgung hatte ab öffentlichem Netz, d. h. als bahnstromunabhängige Versorgung zu erfolgen.
- Der Anschluss der Tunnelhydranten (Trockenleitung) an die öffentliche Wasserversorgung erfolgt im Bedarfsfall über eine von der Feuerwehr erstellte Schlauchverbindung (< 100 m) zwischen dem nächsten Oberflurhydranten und dem Anschlussstutzen neben der Notzufahrt. Aus hygienischen Gründen (Keimbildung) durfte kein direkter Anschluss zum Wasserversorgungsnetz erstellt werden.
- Beim Eingang zu den Rettungsschächten war hinter einer nicht abschliessbaren Schleuse (Flügel- und Drehtür) ein belüfteter Schutzraum mit einer Kapazität von mindestens 100 Personen anzuordnen (Abb. 3). Durch die Drehtüren und die Fluchttreppe müssen pro Stunde circa 2000 Personen geschleust werden können.
- Für den Interventions- und Rettungseinsatz sowie für die Bergung von Verletzten war ein mastgeführter, selbstkletternder Rettungslift zur Beförderung von zehn ausgerüsteten Feuerwehrleuten vorzusehen.
- Damit sich im Basistunnel allfällig gebildeter Rauch durch die Kaminwirkung nicht ins Treppenhaus ausbreitet, war im Kopfbauwerk eine leistungsfähige Lüftung vorzusehen, welche im Rettungsschacht eine Gegenströmung Richtung Tunnel erzeugt.
- Beim Schacht Kilchberg war die Führung einer 132-kV-Leitung für die Fortsetzung des Zimmerberg-Basistunnels vorzubereiten.

## Ausbruch und Sicherung

### Brunau

Als Bauhilfsmassnahme für die Erstellung des Schachtes im grundwasserführenden Lockergestein wurde eine überschnittene, im Fels eingebundene Bohrpfahlwand vorgesehen (Abb. 4). Um die Wasserwegsamkeit zwischen dem Grundwasserträger und dem Tunnel zu minimieren war das Sprengen verboten. Die Felssicherung wurde mit 10 cm Spritzbeton, Netzarmerung und Ankern vorgegeben.

### Lätten

Da keine Arbeiten vom Tunnel aus zugelassen waren, entschied man sich für die Unterfangungsbauweise. Um die Aufweitungsarbeiten am bestehenden Schacht zu vereinfachen, wurde vorgeschlagen, den Schacht bis OK Terrain aufzufüllen. Im Lockergesteinsbereich waren Abschlagslängen bis 1 m vorgesehen mit anschliessender Sicherung mit armiertem Spritzbeton. Im Felsbereich wurde ein Sprengvortrieb in Etappen von 1 bis 3 m und eine Sicherung mit armiertem Spritzbeton und Ankern vorgesehen.

### Kilchberg

Wie im Lätten wurde eine Unterfangungsbauweise anschliessend an die Wiederauffüllung des bestehenden Lüftungsschachtes gewählt. In Kilchberg waren kontaminierte Bauabfälle in den oberen Lockergesteinschichten sowie ein Drainagesystem in 12 m Tiefe zu berücksichtigen.

Notausstieg	Portal Zürich	Schacht Brunau	Schacht Lätten	Schacht Kilchberg	Portal Thalwil
Abstand	2.98 km	2.44 km	1.96 km	2.13 km	
Fluchtweg max.	1.49 km	1.22 km	0.98 km	1.07 km	

Abb. 2  
Notausstiegsabstände und Fluchtwegen

## Abdichtung, Innenschale

Bei den Schächten Lätten und Kilchberg wurde eine volle Abdichtung im Lockergestein mit einer 2 mm starken FPO-Folie vorgegeben. Die Wasserwegigkeit zwischen Lockergestein und Fels war durch Injektionen im Übergangsbereich zu reduzieren. Der Schacht Brunau, der sich im Grundwasser befindet, war mit einer 3 mm starken FPO-Folie voll abzudichten und an die bestehende Tunnelabdichtung anzuschliessen. Bei allen Schächten war ein Innendurchmesser von 5.80 m und eine durchgehend bewehrte Betoninnenschale ( $D = 30 - 35$  cm) vorgegeben.

## Statik

Speziell zu erwähnen sind die hohen Wasser- und Quelldrücke beim Schacht Brunau, die für die Dimensionierung der Schutzraumsohle sowie bei der Auftriebssicherung des Schachtes zu berücksichtigen waren (Abb. 4):

- Mit einer anzunehmenden Wasserdruckbelastung von  $350 \text{ kN/m}^2$  (Design-Niveau) musste die Quellbelastung begrenzt werden. Eine Knautschzone mit 20 cm dicken EPS-Hartschaumplatten reduzierte die Quelldruckbelastung auf  $55 \text{ kN/m}^2$ .

- Mit einem Schachtgewicht inklusive Innenausbau von 7000 kN und einer gegengerichteten Kraft von 11000 kN war die Auftriebssicherheit nicht gegeben. Der Schachtinnenring wurde deshalb am Schachtfuss konsolenartig verbreitert und armiert.

## Schachtkopfbauwerke

Die Aussenbauwerke wurden als Ortsbetonzylinder über dem gewachsenen Terrain entworfen (Abb. 1). Im Bereich der Fluchttreppe ist die Fassade mit Glasbausteinen (beschusshemmend) transparent gehalten und lässt Licht eindringen, was aus der Tiefe des Schachtes als Ziel wahrgenommen werden kann. Die Rettungslifttür ist selbstschliessend konstruiert, so dass der von der Lüftung im Notausstiegsschacht erzeugte Überdruck möglichst erhalten bleibt. Im 1. Untergeschoss befinden sich der Elektroverteiler sowie die Lüftungszentrale.

## Innenausbau, Installationen

### Treppenturm (Stahlbau)

Der in Abb. 5 dargestellte Schachtquerschnitt zeigt die vom Projektverfasser im Submissionsprojekt vorgeschlagene Treppenkonstruktion. Diese Lösung ermöglichte es, mit minimalen Schachtabmessungen Komfort und Nutzen des Treppenturmes zu optimieren (Treppenneigung =  $30^\circ$ ).

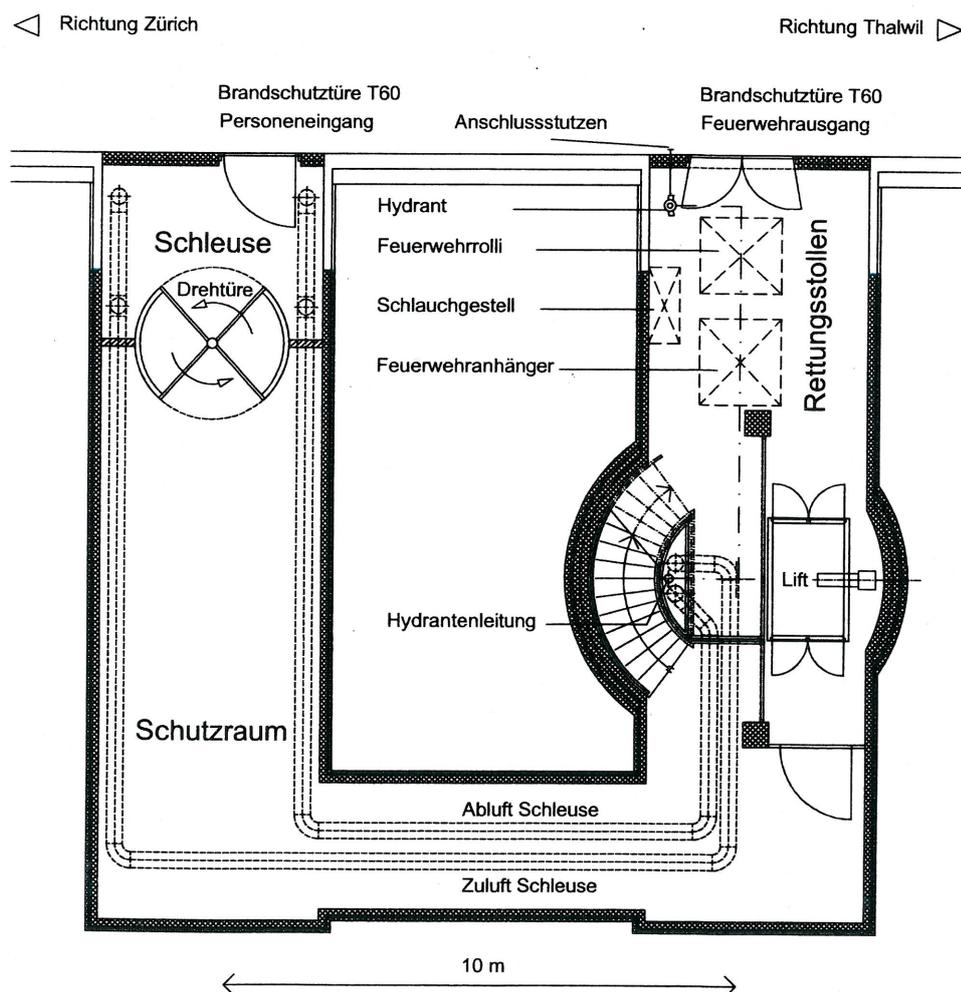


Abb. 3  
Schutzraum  
Schacht Lätten

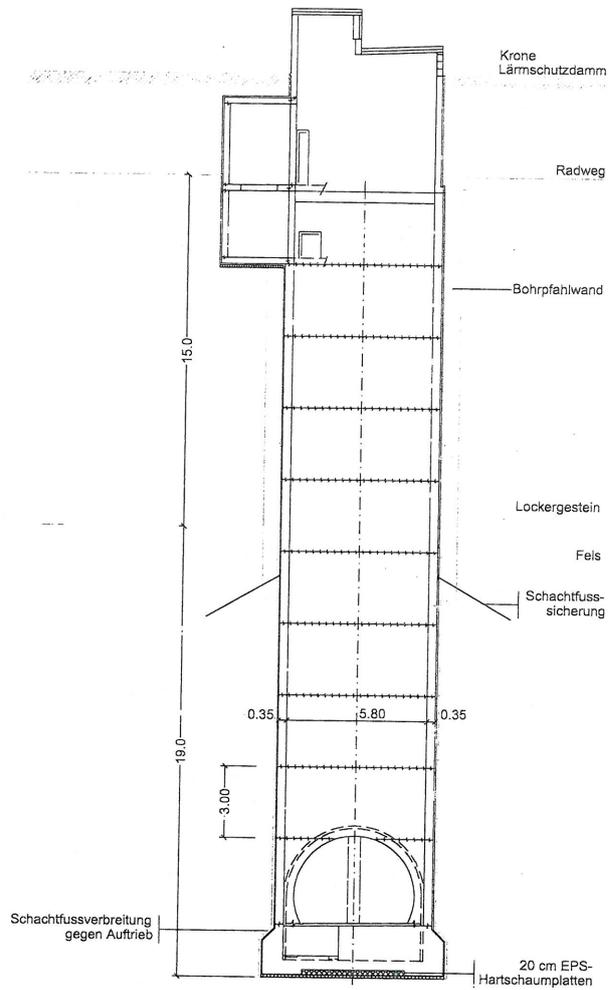


Abb. 4  
Schacht Brunau

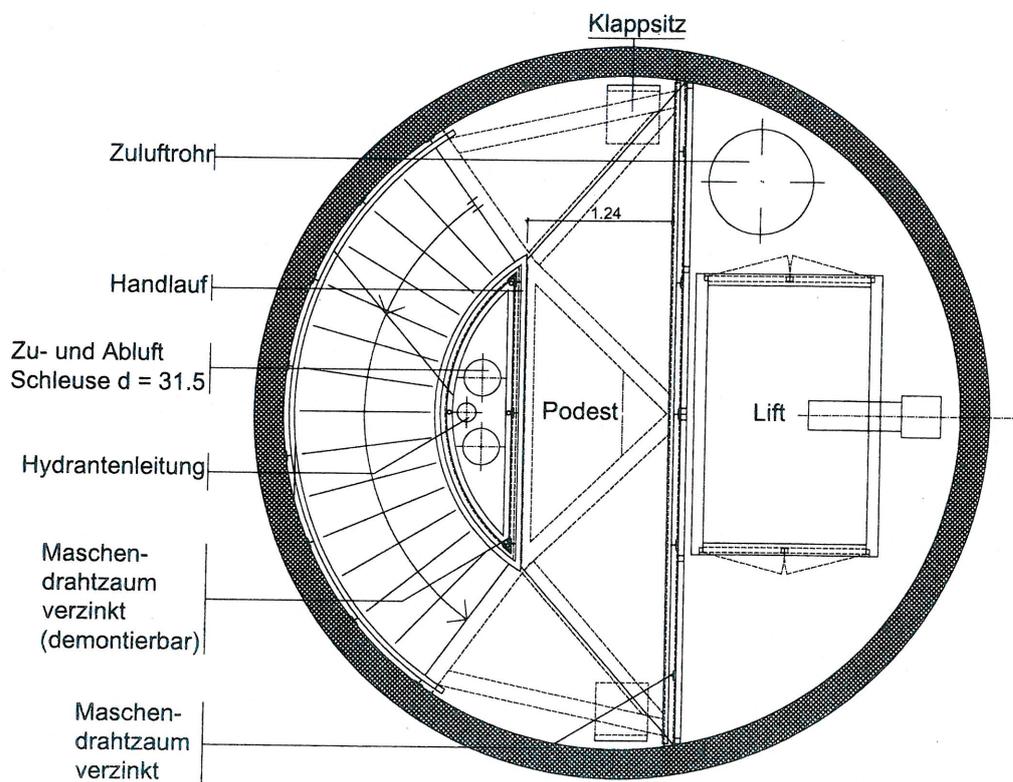


Abb. 5  
Treppenturm

## Belüftung

Abb. 6 zeigt das Lüftungsschema im Schacht Lätten. Die Zuluftventilatoren der Rettungsschächte erzeugen Überdruck und halten so den Schutzraum rauchfrei. Zu gewährleisten war eine Luftgeschwindigkeit von 3 m/s durch offene Türen. Der Zu- und Abluftventilator der Schleuse sorgt für einen 50fachen Luftwechsel pro Stunde und soll die Schleuse rauchfrei halten. Sobald eine Tür am Schachtfuss oder im Kopfbau geöffnet wird, gehen alle Ventilatoren in Betrieb. Die Gliederungsclappen der natürlichen Schachtbelüftung schliessen luftdicht ab. Steigt der Überdruck infolge geschlossener Türen über 50 N/m<sup>2</sup> an, öffnen sich automatisch die Überdruckklappen im Kopfbau. Der Entscheid fiel aus folgenden Gründen auf eine Schleuse mit Flügeltür:

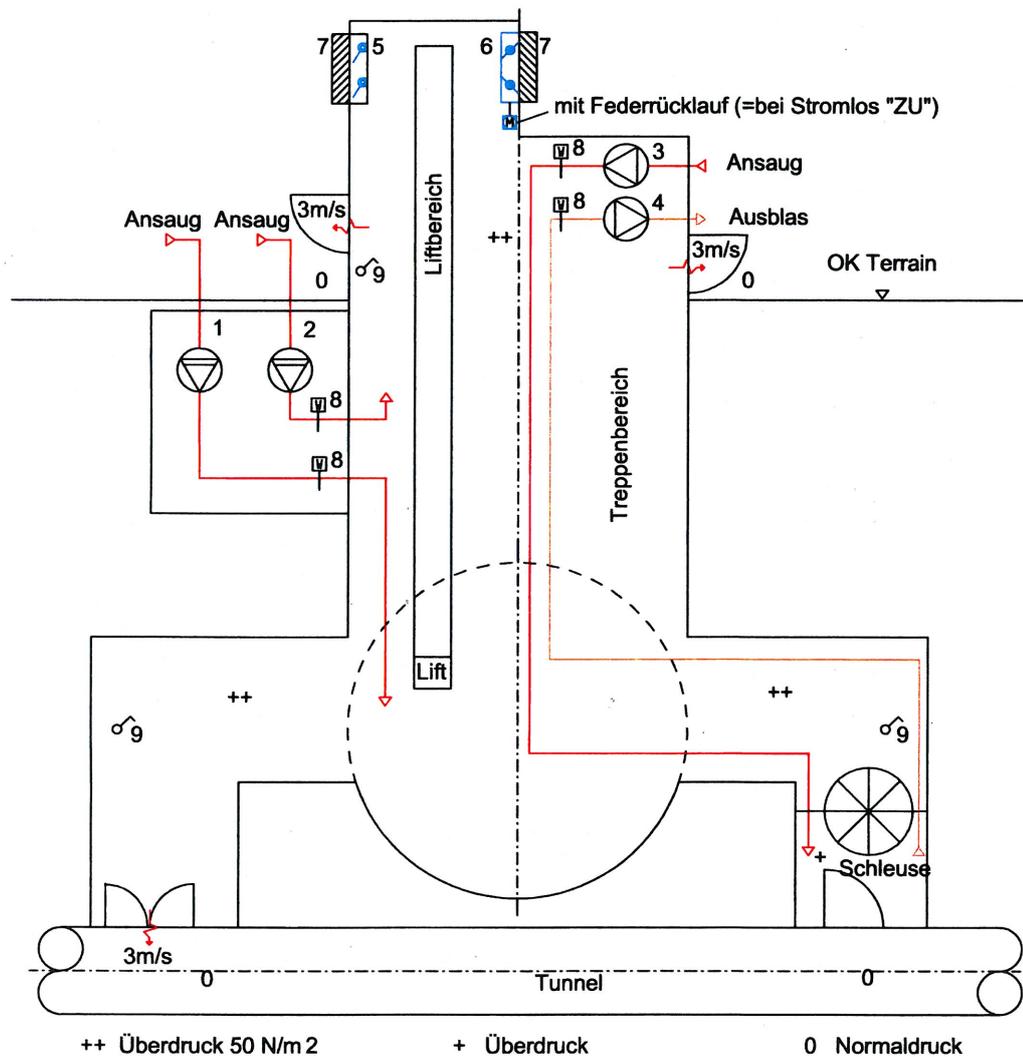
- Begrenzung der notwendigen Ventilatorenkapazität bei offenen Türen

- Zusätzliche Rauchbarriere bei Ventilatorenausfall
- Begrenzung der erforderlichen Stosskraft zum Öffnen der Tür auf Tunnelniveau

Die natürliche Schachtbelüftung dient aus bauphysikalischen Gründen während des Normalzustands der Abfuhr von Feuchtigkeit im Fluchtschacht.

## Elektroanlagen und Kommunikation

Sobald eine Tür am Aussenbauwerk oder am Schachtfuss geöffnet wird, wird die Beleuchtung entlang des gesamten Fluchtwegs eingeschaltet. Für den Notfall steht sowohl im Aussenbauwerk als auch im Schachtfuss ein Telefon mit Anschluss an das öffentliche Netz zur Verfügung. Störungsmeldungen und das Nottelefon werden direkt auf die Betriebsleitzentrale übermittelt.



1 Zuluftventilator Schutzraum	48'000 m <sup>3</sup> /h	6 Gleiderklappe mit Motorantrieb für natürliche Belüftungen (bei Notfallsituation = "ZU")
2 Zuluftventilator Kopfbau	66'000 m <sup>3</sup> /h	7 Wetterschutzgitter
3 Zuluftventilator Schleuse	1'900 m <sup>3</sup> /h	8 Luftstromwächter
4 Brandgas-Abluftventilator Schleuse	1'900 m <sup>3</sup> /h	9 Druckschalter Lüftung "EIN"
5 Überdruckklappe, offen wenn ++ > 50 N/m <sup>2</sup> (geschlossene Türen)		

Abb. 6  
Lüftungsschema  
Schacht Lätten

### **Termine**

Das Hauptziel im Rahmen der Notausstiege war die gleichzeitige Inbetriebnahme dieser drei neuen Bauwerke mit der Tunnelinbetriebnahme im Juni 2003. Es seien an dieser Stelle die Projektierungstermine dargelegt, die nur dank ausserordentlichem Einsatz aller Beteiligten erreicht wurden.

20.12.2000	Entscheid SBB/UVEK/BUWAL/BAV für drei Notausstiege
28.02.2001	Abgabe Vorprojekte
20.09.2001	Abgabe Variantenstudium Allmend Brunau
20.12.2001	Auftrag an IG BBPS für die Erarbeitung der Auflageprojekte
08.03.2002	Abgabe Auflageprojekt
22.05.2002	Abgabe Submission
12.08.2002	Vergabe an ARGE Schächte
27.08.2002	Baubeginn
02.06.2003	Inbetriebnahme

### **Der Autor**

Raffaele Filippini, Projektleiter Notausstiege,  
IG BBPS, Basler & Hofmann, Ingenieure und  
Planer AG, Zürich