

CH-3001 Bern  
Gartenstrasse 1  
Postfach 6025  
Telefon 031 385 61 11  
Telefax 031 385 61 12  
bern@emchberger.ch



**Emch+Berger AG**  
Ingenieure und Planer  
[www.emchberger.ch](http://www.emchberger.ch)

**Bau-, Verkehrs- und  
Forstdepartement GR**

Porta Alpina Sedrun

# Sicherheits- und Rettungskonzept

**Impressum**

Erstelltdatum: 19.05.2006  
letzte Änderung: 05.10.2006  
Autoren: Dr. P. Gerber, M. Kost  
Auftragsnummer: BE.N.06127.010  
  
Datei: Sicherheit\_Rettung\_Porta Alpina\_v07.doc  
Seitenzahl: 61

**© Copyright Emch+Berger AG Bern**

# Inhaltsverzeichnis

## **Zusammenfassung** 1

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
1.1	Ausgangslage.....	4
1.2	Auftrag und Aufgabenstellung .....	5
<b>2</b>	<b>Projektübersicht</b>	<b>6</b>
2.1	Konzept .....	6
2.2	Bahnbetrieb .....	7
2.3	Personenführung .....	8
2.4	Transportmittel GBT-Niveau.....	8
2.5	Verbindung Sedrun.....	9
2.6	Unterhaltsgarage .....	9
2.7	Wartehallen .....	10
2.8	Aufzug .....	11
2.9	Stromversorgung .....	11
2.10	Betriebslüftung.....	11
2.10.1	Normalbetrieb PAS	12
2.10.2	Ereignisbetrieb PAS	13
2.11	Brandschutz.....	13
2.12	Kommunikation und Überwachung .....	14
2.13	Schutz des Portalbereichs.....	14
<b>3</b>	<b>Vorgehen und Methodik</b>	<b>15</b>
3.1	Sicherheit der Station Porta Alpina.....	15
3.2	Betriebssicherheit Bahnbetrieb.....	16
3.3	Abgrenzung .....	18
<b>4</b>	<b>Sicherheit und Rettungsabläufe der Station PAS</b>	<b>19</b>
4.1	Sicherheitsziele .....	19
4.2	Ereigniszzenarien .....	19
4.3	Rettungsabläufe .....	22
4.3.1	Grundsätze	22
4.3.2	Einzelpersonenunfall	23
4.3.3	Brand in Wartehalle	23
4.3.4	Brand Fahrzeug im Seitenstollen	24
4.3.5	Brand beim Schachtfuss	24
4.3.6	Brand innerhalb des Aufzugs	25
4.3.7	Stehen bleiben des Aufzugs	25
4.3.8	Brand beim Schachtkopf	26

4.3.9	Brand eines Fahrzeuges im Zugangsstollen	26
4.3.10	Lawinenniedergang beim Portal des Zugangsstollens	26
4.3.11	Massnahmen für die Sicherstellung der Selbstrettung	27
4.4	Quantifizierung der Risiken PAS .....	27
<b>5</b>	<b>Betriebssicherheit Bahnbetrieb</b>	<b>29</b>
5.1	Einleitung .....	29
5.2	Gefährdungsanalyse .....	29
5.3	Brand in Reisewagen (B-2) .....	31
5.4	Brand von festen Anlagen und Fahrzeugen (B-6) .....	32
5.5	Überlagerung von Ereignissen .....	32
5.6	Quantitative Risikoanalyse GBT .....	34
5.7	Auswirkungen PAS auf Bahnbetrieb .....	36
<b>6</b>	<b>Massnahmen und Anforderungen</b>	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>Ergebnisse und Schlussfolgerungen</b>	<b>41</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>42</b>
<b>9</b>	<b>Beilagen</b>	<b>43</b>

# Zusammenfassung

Mit der Porta Alpina Sedrun (PAS) soll beim Zwischenangriff im Raum Sedrun eine permanente Umsteigestelle für die Surselva geschaffen werden. Für das Plangenehmigungsverfahren (PGV 2) wird im vorliegenden Bericht die Sicherheit und Rettungsmöglichkeiten für die PAS beurteilt. Dabei geht es einerseits um die Personensicherheit der Station Porta Alpina und anderseits um den Einfluss der PAS auf das Risiko des Gotthard-Basistunnels.

Für die Beurteilung von relevanten Personenschäden aufgrund von Ereignissen in der Station Porta Alpina Sedrun sind insbesondere Brände relevant. Betrachtet werden dabei Brände in den Wartehallen, von Fahrzeugen im Seiten- und Zugangsstollen, beim Schachtfuss und Schachtkopf sowie des Aufzugs. Ereignisfälle des Bahnbetriebes im GBT werden in die Überlegungen miteinbezogen.

Im Brandfall in der PAS ist durch die Steuerung der Lüftung eine unkontrollierbare Verrauchung des Systems möglichst zu vermeiden. Die Steuerung der Lüftung ist auf die Personenbelegung der PAS und auf raucharme Fluchtwege abzustimmen. Zur Verhinderung einer starken Verrauchung des Systems wird am Schachtkopf und Schachtfuss sowie in den Seitenstollen zusätzlich eine Rauchabsaugung installiert. Entsprechende Massnahmen sind auch für den Zugangsstollen zu prüfen. Die Wartehallen und die Reparaturgarage sind mit Sprinkleranlagen ausgerüstet. Ebenso ist vorgesehen, die in der PAS eingesetzten Fahrzeuge mit automatischen Löschanlagen auszurüsten.

In der PAS ist eine Brandmeldeanlage (Brand- und Rauchmelder) installiert. Zudem steht eine Videoüberwachung zur Verfügung. Die Überwachung der PAS erfolgt von einer eigenen Leitstelle beim Schachtkopf oder Schachtfuss aus. Gleichzeitig wird die Übertragung der Informationen der Überwachungseinrichtungen auch in die Leitstelle im neuen Centro d'Esercizio Pollegio (CEP) geführt.

Trotz dieser Massnahmen ist die Selbstrettung für die anwesenden Personen entscheidend für das Überleben im Ereignisfall. Ein zentrales Element bei der Selbstrettung von Passagieren im System der PAS ist die Kommunikation. Zur gezielten Information der Personen über den Ablauf der Evakuierung ist die genaue Kenntnis des Ereignisses erforderlich. Der Ereignisfall stellt hohe Anforderungen an die zu erledigenden Aufgaben und zu treffenden Entscheide und die Stationsmitarbeiter müssen entsprechend geschult sein. Die möglichen Ereignisszenarien der Porta Alpina sind in das Notfall- und Kommunikationskonzept des GBT einzubinden. Die Festlegung der Rettungsabläufe bildet die Grundlage, um Unfälle aller Art durch gute Bedingungen für die Selbstrettung, rasches Alarmieren und schnelles, gezieltes Eingreifen möglichst optimal zu bewältigen.

## **Sicherheit und Rettungsmöglichkeiten für die PAS**

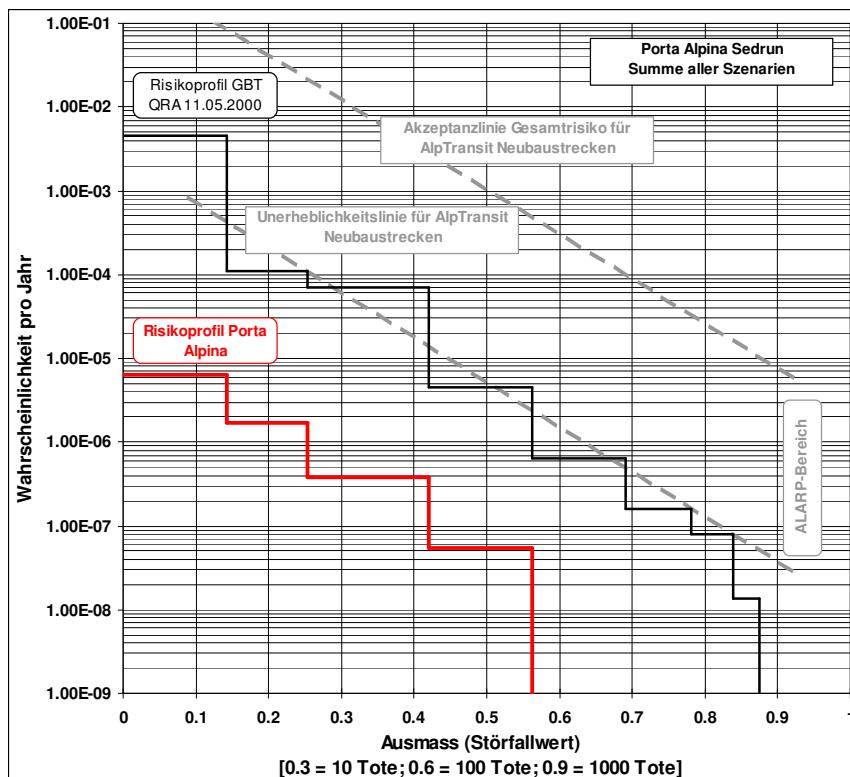
## **Lüftungsmassnahmen gegen Verrauchung im Brandfall**

## **Leitstelle PAS**

## **Selbstrettung als zentrales Element im Ereignisfall**

Nachfolgend ist das aus den betrachteten Szenarien resultierende Risikoprofil für die Porta Alpina Sedrun dargestellt und mit dem bestehenden Risikoprofil des GBT (Bahnbetrieb) verglichen. Die Risiken aufgrund der Station Porta Alpina sind im Vergleich mit den bestehenden Risiken des GBT gering. Durch die oben beschriebenen Massnahmen bestehen in der Regel gute Möglichkeiten, sich im Brandfall zu retten. Auf GBT-Niveau erfolgt der Transport der evakuierten Passagiere aus dem Tunnel mit einem geeigneten Zug aus einer der beiden Nothaltestellen und auf Niveau Sedrun zu Fuss oder mit einem Strassenfahrzeug über den Zuggangsstollen.

**PAS verursacht keine ausserordentlich hohen Risiken**



Bei Ereignissen in der PAS ergeben sich für den Bahnbetrieb im GBT zusätzliche betriebliche Einschränkungen. Insbesondere Brandfälle haben einen Einfluss auf den Bahnbetrieb, weil der Zugverkehr in der Regel einzustellen ist. Dies weil durch die zu ergreifenden Lüftungsmassnahmen für die Sicherstellung möglichst rauchärmer Fluchtwege in der PAS die Nothaltestellen nicht mehr funktionstüchtig sind: Die Inbetriebnahme der Ereignislüftung für den Aufbau eines Überdrucks gegenüber dem Bahntunnel und für die Gewährleistung der sicheren Bereiche ist nicht möglich.

Diese betrieblichen Einschränkungen für den Eisenbahnbetrieb werden aufgezeigt aber im vorliegenden Bericht nicht beurteilt.

**Auswirkungen PAS auf Bahnbetrieb**

Um den Einfluss der Porta Alpina auf das Risikoprofil des Gotthard-Basistunnels abzuschätzen, wurde die Quantitative Risikoanalyse (QRA) des GBT [2] mit der PAS ergänzt.

Die Ergänzung der Porta Alpina Sedrun in der QRA GBT ergab keine massgebende Minderung der Sicherheit des Gotthard-Basistunnels. Wie die nachfolgende Abbildung zeigt, hat die PAS keinen relevanten Einfluss auf die Gesamtrisiken: Das Gesamtrisikoprofil für den GBT mit der Ergänzung PAS (rote Kurve) ist übereinstimmend mit dem Gesamtrisikoprofil des GBT gemäss der QRA vom 11.05.2000 (schwarze Kurve). Es ist keine Erhöhung der Risiken zu erkennen.

**Keine Minderung der Sicherheit des GBT**

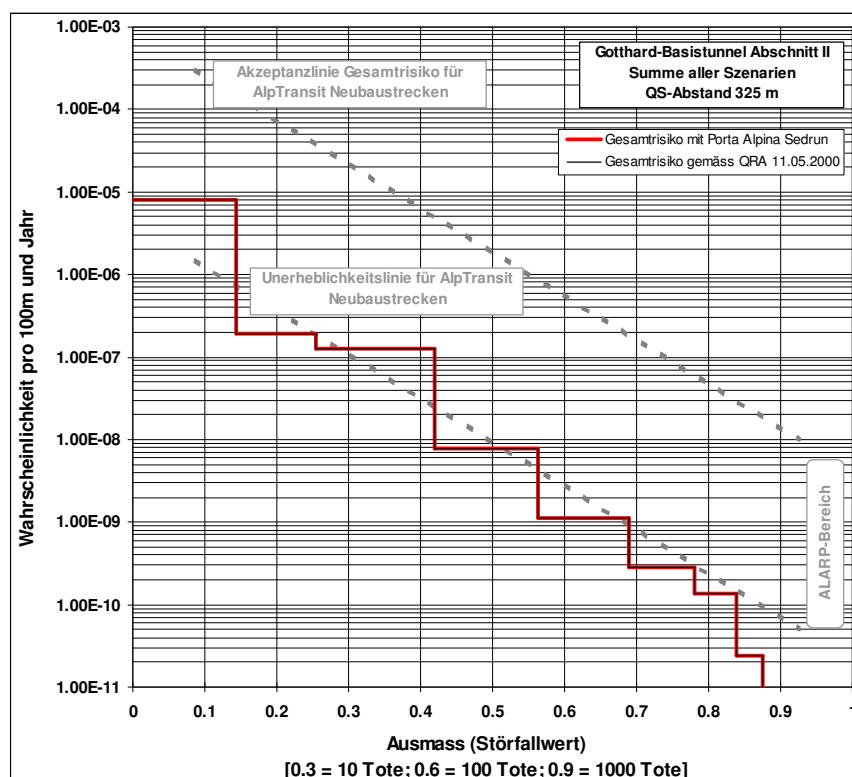


Abbildung 2: W/A-Diagramm mit Risikoprofil Gesamtrisiken (Risikoprofil PAS mit Massnahmen gemäss Kap. 6)

Auch mit einer Realisierung der Porta Alpina Sedrun gilt für alle Ereignisse beim Betrieb des GBT (z.B. Brand eines Reisezuges), dass die Rettung entsprechend dem Alarm- und Rettungskonzept für den GBT [1] erfolgt. Dabei wird trotz der regelmässigen Halte von Reisezügen im Tunnel gewährleistet, dass immer die gleichen, einfachen Handlungsgrundsätze gelten.

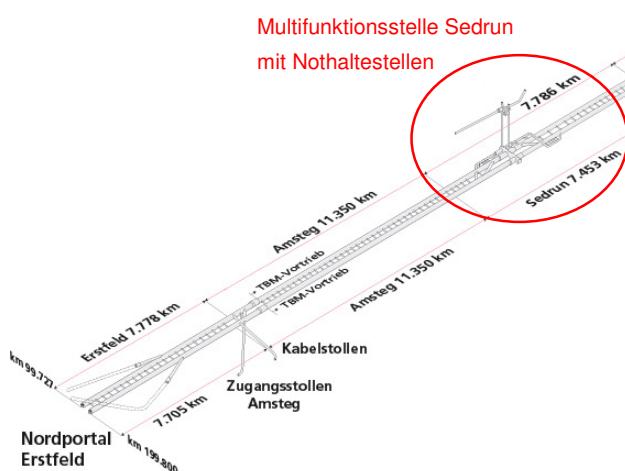
Das Sicherheits- und Rettungskonzept zeigt somit, dass die Porta Alpina Sedrun unter Berücksichtigung von entsprechenden Massnahmen, insbesondere in den Bereichen Lüftung und Selbstrettung, sicher betrieben werden kann. Der Einfluss der PAS auf das Gesamtrisiko des GBT ist nicht relevant. Die berücksichtigten Massnahmen und die Anforderungen an die Ereignisbewältigung (Verantwortlichkeiten, Kommunikation, Abläufe, etc.) sind in einer späteren Phase noch weiter zu detaillieren.

**Fazit: Sicherer Betrieb der PAS möglich**

# 1 Einleitung

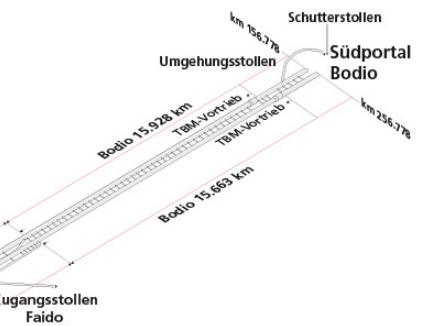
## 1.1 Ausgangslage

Für den Bau des Gotthard-Basistunnels (GBT) wurde im Raum Sedrun ein Zwischenangriff erstellt. Im Tunnel befindet sich an dieser Stelle die Nothaltestelle (NHS) Sedrun. Mit der Porta Alpina Sedrun (PAS) entsteht die Möglichkeit, die im GBT vorgesehenen NHS so zu konzipieren, dass eine permanente Umsteigestelle für die Surselva geschaffen werden kann.



### Porta Alpina Sedrun: Umsteigestelle für die Surselva

Abbildung 3: Übersicht GBT mit Multifunktionsstelle Sedrun



Das Plangenehmigungsverfahren für die PAS (PGV 2) soll im Oktober 2006 gestartet werden. Der vorliegende Bericht beinhaltet das Sicherheits- und Rettungskonzept für die PAS für das PGV 2. Das Konzept soll zeigen, ob die PAS ohne Minderung der Sicherheit des GBT realisiert und sicher betrieben werden kann.

## 1.2 Auftrag und Aufgabenstellung

Im Sicherheits- und Rettungskonzept ist basierend auf einer Risikoanalyse ein sicherer Betrieb der Porta Alpina Sedrun sowie der Gesamtanlage Nothaltestelle Sedrun zusammen mit der Porta Alpina Sedrun aufzuzeigen. Im weiteren ist zu belegen, dass die PAS das massgebende Sicherheitsniveau des GBT gemäss der Quantitativen Risikoanalyse (QRA) des GBT vom 11.05.2000 [2] nicht verringert.

Dabei ist die Sicherheit der Fahrgäste sowie des Betriebspersonals in der Multifunktionsstelle Sedrun und in der PAS sowohl im Normalbetrieb der beiden Anlagen als auch im Ereignisfall zu beurteilen.

Die Betrachtung von Personenschäden aufgrund gesundheitlicher Probleme (Liftfahrt, Höhenunterschied, Klima, etc.) ist Bestandteil in [8].

**Sicherheits- und Rettungs-  
konzept**

## 2 Projektübersicht

Die nachfolgende Projektübersicht stellt die wichtigsten Elemente dar, welche einen Einfluss auf die Sicherheit des Betriebes der Station Porta Alpina und des Bahnbetriebs des GBT haben können. Für eine detaillierte Projektbeschreibung ist auf das Bauprojekt [6] verwiesen.

### 2.1 Konzept

Die 450 m langen Nothaltestellen der Multifunktionsstellen Sedrun sind einseitig erweiterte Tunnelröhren und werden für die Porta Alpina Sedrun zu Haltestellen ausgebaut. Die baulichen Massnahmen umfassen je zwei Wartehallen pro Haltestelle, einen einfachen, sicheren Ausbau der Perronanlagen (im Bereich der geplanten NHS) und die Gestaltung der Personenverkehrswege auf GBT-Niveau. Zudem sind Anpassungen in den Bereichen Schachtkopf und am Schachtfuss notwendig.

**Ausbau der NHS zu Haltestellen**

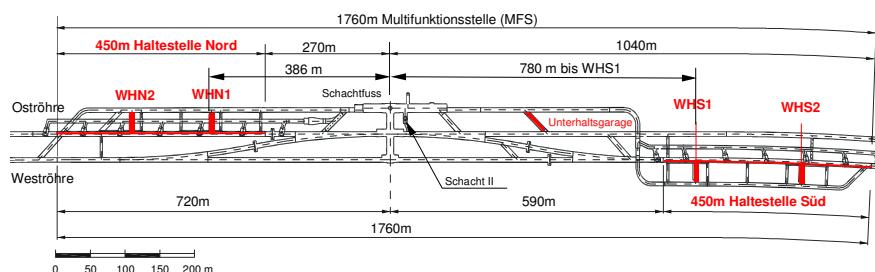


Abbildung 4: Situation auf GBT-Niveau

Die beiden Wartehallen pro Haltestelle führen vom Perron zum Seitenstollen. Dieser führt vom Bereich der Haltestelle Nord (Oströhre) durch die Schachtfusskaverne und von dort durch die Überquerung zur Haltestelle Süd (Weströhre).

Die Verbindung zum 800 m höher gelegenen Zugangsstollen erfolgt über einen Aufzug im Schacht I (im Zuluftstrom). Dabei werden die Hauptkomponenten der heutigen Förderanlage übernommen und an die Bedürfnisse der Porta Alpina angepasst.

**Lift im Schacht I**

Über den Zugangsstollen Sedrun führt der Weg aus dem Tunnelsystem an die Oberfläche in Richtung Sedrun.

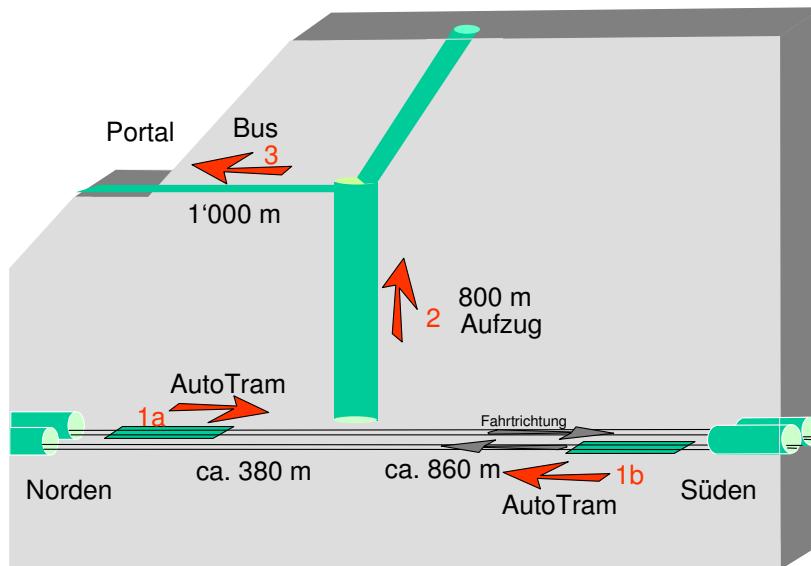


Abbildung 5: Weg von der Haltestelle bis zum Portal

Die Überwachung der Anlage und des Betriebes ist Sache des PAS-Betreibers und wird permanent erfolgen.

## 2.2 Bahnbetrieb

Ausgehend vom FinÖV-Angebot sind für die Bedienung der PAS zusätzliche Zugleistungen notwendig. Ergänzend wird die Station Porta Alpina stündlich zwischen 05:30 und 22:30 Uhr von einem Interregio-Zug pro Richtung bedient. Der haltende Zug verkehrt zwischen zwei Güterzügen und erreicht mit dem Halt in der Porta Alpina dasselbe Geschwindigkeitsniveau. Dadurch ergeben sich – in Abweichung zur FinÖV-Vorlage – andere Zugfolgen mit haltenden Zügen im GBT.

Die Zugsteuerung erfolgt über die Leitstelle im neuen Centro d'Esercizio Pollegio (CEP). Es ist eine Zugaufenthaltszeit in der PAS von 2 Minuten vorgesehen.

Es halten an der Station Porta Alpina nur begleitete Züge. Es wird angenommen, dass sich ein Stationsmitarbeiter der PAS während den Ein- und Aussteigevorgängen auf dem Perron befindet. Das Zugpersonal gibt den definitiven Abfahrbefehl nachdem es vom Stationsmitarbeiter die Meldung „Perron frei und Wartehallen geschlossen“ erhalten hat. Die Freigabe der Fahrstrasse hat automatisiert über die Leitstelle CEP zu erfolgen.

Im Brandfall innerhalb der PAS sind die Züge im GBT aus dem Tunnel zu führen und der Betrieb ist einzustellen. Die Nothaltestellen der MFS Sedrun können nicht mehr genutzt werden.

**Stündliche Bedienung der PAS**

**Maximale Zugaufenthaltszeit von 2 Minuten**

**Tunnelräumung und Einstellung Bahnbetrieb**

## 2.3 Personenführung

Die Personenführung in der Station dauert von der Ankunft des Zuges bis zum Eintreffen in Sedrun rund 20 - 30 Minuten. Der ankommende Fahrgäst gelangt von der Haltestelle über die Wartehallen in den Seitenstollen. Der Stationsmitarbeiter fährt die Passagiere mit dem Fahrzeug zum Aufzug, lässt die Fahrgäste umsteigen und kontrolliert, dass alle Passagiere in den Lift eingestiegen sind. Der durch Personal begleitete Aufzug befördert die Personen in knapp 2 Minuten zum Schachtkopf. Beim Schachtkopf passieren die Reisenden eine Schleuse und steigen in den Bus um. Der Bus fährt durch den Zugangsstollen an die Oberfläche und weiter nach Sedrun.

Die abfahrenden Fahrgäste warten in den Wartehallen bis der Zug eingefahren ist. Die Zugpassagiere dürfen sich einzig während der Dauer des Haltes eines Reisezuges zum Zu- und Aussteigen auf dem Perron der Haltestelle aufhalten. Es befinden sich keine wartenden Passagiere auf den Perrons.

Zu Fuss gehende Fahrgäste sind im System grundsätzlich nicht erwünscht. Zudem wird durch die betrieblichen Abläufe vermieden, dass sich dauernd Personen im System aufhalten.

**Haltestelle PAS bis Sedrun  
in 20 Minuten**

## 2.4 Transportmittel GBT-Niveau

Für den Transport von und zu den Wartehallen werden elektrisch betriebene Fahrzeuge (Schwungrad-Technologie)<sup>1</sup> mit Zweirichtungsbetrieb und einer Kapazität von 80 Personen eingesetzt. Für den Notbetrieb ist ein Dieselhilfsmotor vorgesehen. Um die Leute für den Lifttransport zu „konfektionieren“ ist im Zustieg ins Fahrzeug eine Personenzählanlage vorgesehen. Es ist geplant, Fahrzeuge analog des Typs „AutoTram“ des Fraunhofer Instituts für Verkehrs- und Infrastruktursysteme einzusetzen. Diese Fahrzeuge verfügen über eine optische Spurführung. Die Anzahl Fahrzeuge richtete sich nach dem definitiven Fahrplan. Im aktuellen Planungsstand wird auf GBT-Niveau von 2 Fahrzeugen ausgegangen.

**AutoTram**

<sup>1</sup> Aufladung bei jedem Haltepunkt über die PAS Stromversorgung an einer Docking-Station (Ladevorgänge dauert ca. 30 Sekunden)

## 2.5 Verbindung Sedrun

Die Busse, welche die Reisenden vom Schachtkopf nach Sedrun transportieren, können ausserhalb des Tunnels auf Dieselbetrieb umgeschaltet werden (Hybridantrieb). Im Bereich des Schachtkopfes wird eine Drehscheibe erstellt, auf welcher die Busse gewendet werden können.

Die Busse verkehren zwischen dem Schachtkopf und dem Ortszentrum von Sedrun sowie der Station Sedrun MGB während dem ganzen Jahr täglich von 05:00 bis ca. 23:00 Uhr mit stündlichen auf die Zugshalte im GBT abgestimmten Kursen (18 Kurspaar pro Tag). Zudem verkehren während den Morgen- und Abendspitzen Zusatzkurse.

Das Erhaltungskonzept sieht für den GBT in den Nächten Sa/So und So/Mo die Sperrung einer Röhre von 22:00 bis 06:00 Uhr vor. Vor allem in den Randstunden am Wochenende kann es daher zu Einschränkungen bezüglich des ersten und letzten Zuges kommen.

Weder auf Niveau GBT noch auf Niveau Sedrun ergeben sich Kreuzungspunkte, die entsprechende Tunnelprofilanpassungen zur Folge hätten. Der Transport erfolgt ausschliesslich per Bus. Falls ein Bus auf Niveau GBT ausfällt, gelangen die Fahrgäste zu Fuss von der Haltestelle Nord zum Aufzug und umgekehrt.

### Hybrid-Fahrzeug

### Einschränkungen durch Erhaltungskonzept GBT möglich

## 2.6 Unterhaltsgarage

Für die Wartung der Elektrobusse auf GBT-Niveau ist eine Unterhaltsgarage von ca. 40 m Länge erforderlich. Die Garage bietet Platz für 2 geparkte Fahrzeuge. Die Unterhaltsgarage ist mit einer Hebebühne ausgestattet und beinhaltet das notwendige Wartungs- und Unterhaltsmaterial. Die Unterhaltsgarage ist klimatisiert.

Damit im Brandfall die Ausbreitung von Rauch und Feuer unterbunden werden kann, sind alle Kanäle bei der Mauerdurchdringung in andere Räume mit automatischen Brandschutzklappen bestückt. Die Klappen sind mit einer thermo-elektrischen Rauchauslösung ausgerüstet. Sie schliesst bei Stromkreisunterbrechung via Federrücklaufantrieb.

Für die Risikoanalyse (Kap. 4.4) wird davon ausgegangen, dass die Unterhaltsgarage mit Sprinkleranlagen ausgerüstet ist und dadurch keine relevanten Brände entstehen können oder diese auf die Unterhaltsgarage beschränkt bleiben (keine Verrauchung des Seitenstollens).

### Unterhaltsgarage im baulogistischen Stollen

## 2.7 Wartehallen

Eine Haltestelle, mit auf dem Perron wartenden Passagieren, kann aufgrund der Personensicherheit nicht realisiert werden. Deshalb stehen pro Haltestelle zwei Wartehallen zur Verfügung, welche je 240 Personen Platz bieten.

Die Wartehallen werden mit einer Klimaanlage mit Wärmerückgewinnung gekühlt. Die Fortluft wird bis zum bauseitigen Abluftkanal in einem mit Brandschutzdämmung versehenem Blechkanal geführt. Die Aussenluft wird aus dem Seitenstollen angesogen. Beide Kanäle sind im Bereich des Durchgangs vom Seitenstollen in die Wartehalle mit Brandschutzklappen versehen (inkl. Rauchdetektion). Die Klimaanlage kann auch mit Umluftbetrieb betrieben werden, damit bei Rauch im Seitenstollen die Wartehallen gekühlt werden können.

Gegen den Bahntunnel sind die Wartehallen mit Toren (Durchgangsbreite 4.0 m) abgeschlossen. Diese Tore sind im Normalbetrieb geschlossen und dienen zum Schutz der wartenden Passagiere in der Wartehalle vor dem Verkehr in der Tunnelröhre. Nach Zugshalt in der Haltestelle PAS werden die Tore, bedient vom Stationsmitarbeiter, automatisiert geöffnet. Dem Stationsmitarbeiter steht eine Überwachungs- und Steuereinheit mit Videoüberwachung zur Verfügung.

Die Tore zwischen Fahrröhre und Wartehalle können von innen jederzeit manuell über eine Notöffnungsvorrichtung geöffnet werden. Auf der Seite Perron können die Tore nicht geöffnet werden.

Die Überwachung und Steuerung der Tore der Wartehallen ist automatisiert und im Prinzip ähnlich aufgebaut wie die Steuerung der anderen Tore im Bereich der NHS. Es gelten die gleichen Anforderungen an die Energieversorgung und Signalübertragung zum übergeordneten Leitsystem.

Die Wartehallen werden als eigenständige Brandabschnitte ausgebildet. Der Brandwiderstand der Tore zu den Wartehallen entspricht demjenigen der übrigen Tore der NHS: Brandwiderstand von 90 Minuten nach Güterzug-Brandkurve mit max. 1'000 °C bei tunnelseitiger Brandbelastung.

### Pro Haltestelle 2 Wartehallen

### Öffnung der Tore nach Zugshalt

### Notöffnung der Wartehallentore

### Eigenständige Brandabschnitte

## 2.8 Aufzug

Die Leistungsfähigkeit der Station ist insbesondere durch die Aufzugskapazität von 80 Personen pro Richtung und Fahrt eingeschränkt (2 Etagen à 40 Personen)<sup>2</sup>. Die Fahrzeit für die rund 800 m lange Strecke beträgt rund 2 Minuten. Ein Liftspiel dauert rund 7 Minuten.

Der Aufzug ist seilgeführt und hat eine maximale Traglast von 18 t und erfüllt die Anforderungen an einen Feuerwehraufzug.<sup>3</sup> Der Ein- und Ausstieg erfolgt unter Anweisung eines anwesenden Stationsmitarbeiters, welcher analog einem Seilbahnbetrieb den Fahrgastwechsel regelt. Die Fahrt wird durch einen Stationsmitarbeiter begleitet.

Der Aufzug verfügt über eine redundante Stromversorgung. Bleibt der Aufzug im Schacht stehen, befindet sich im Aufzugsschacht zur Evakuierung eine Notfahranlage mit 3 Etagen für je 5 Personen.

Die Luftzufuhr beeinträchtigt den Betrieb des Aufzugs nicht. Es ist auch bei Inbetriebnahme der Ereignislüftung möglich, den Lift zu benutzen.<sup>4</sup> Die dabei auftretenden Kräfte sind für die Liftanlage zu berücksichtigen.

**Aufzugskapazität von  
80 Personen**

**Notfahranlage**

## 2.9 Stromversorgung

Sämtliche elektrischen Installationen sind an der redundanten Netzeinspeisung angeschlossen. Die Stromversorgung aller technischen Anlagen erfolgt grundsätzlich vom Ersatznetz aus. Das Ersatznetz ist Batteriegepuffert während 15 Minuten sowie parallel über Dieselgenerator gespeist (Netzversorgung bei der Bahntechnik GBT vorgesehen).

**Redundante Netzeinspeisung  
vom Ersatznetz**

## 2.10 Betriebslüftung

Die inneren Bereiche der Multifunktionsstelle sind aerodynamisch von den Tunnelröhren getrennt. Bei einem Ereignis innerhalb der Station Porta

<sup>2</sup> Die theoretische Kapazität gemäss Aufzugsnorm (6 Personen pro m<sup>2</sup>) ist doppelt so gross. Bei den angenommen 80 Personen sind Personen mit Gepäck berücksichtigt.

<sup>3</sup> Feuerwehraufzüge sind so zu konstruieren und abzusichern, dass sie im Brandfall von der Feuerwehr eingesetzt werden können (vgl. Brandschutzerläuterung Feuerwehraufzüge, VKF, 05.05.2003).

<sup>4</sup> Momentan (Bauphase GBT) wird der Schacht konstant mit 250 m<sup>3</sup>/s beaufschlagt. Die Beeinflussung des Aufzugs durch die Lüftung ist unwesentlich.

Alpina steht die Sicherheit der in der PAS und im Tunnelsystem anwesenden Personen im Vordergrund. Es werden folgende lüftungstechnischen Ziele im Ereignisfall formuliert:

1. Reduzierung der Rauchausbreitung in der PAS
2. Sicherstellen einer schnellen Evakuierung der betroffenen Personen in der PAS über beide NHS oder den Zugangsstollen durch möglichst geringe Verrauchung der Fluchtwege

Zur Erfüllung der Anforderungen an die Lüftung der Porta Alpina ist folgende zusätzliche Ausrüstung vorgesehen<sup>5</sup>:

- Rauchabsaugung am Schachtkopf und Schachtfuss sowie in den Seitenstollen (Rauch wird in separaten Lutten zum Abluftkanal geführt)
- Schleuse um die Liftanlage beim Schachtkopf zur Verhinderung von Kurzschlussströmen am Zuluftventilator
- Druckseitiger Schalldämpfer an den Zuluftventilatoren
- Schalldämpfer in der Querkaverne im Zuluftstrom zur Saccardodüse über der Weströhre
- Schleusen der Wartehallen werden in den Abschlusswänden beidseitig mit je einer steuerbaren Druckausgleichklappe ergänzt (Ausgleich der Druckunterschiede vor Öffnung der Tore)

Der Betrieb des Aufzugs beeinflusst die Luftmenge im Schacht I. Im Ereignisbetrieb wird der Aufzug in die Endposition beim Schachtkopf oder Schachtfuss aus dem Lüftungsquerschnitt gefahren. Es ist zu erwarten, dass das Zeitfenster von Alarmauslösung (bei Brand Reisezug) bis zur Zugseinfahrt in der NHS genügend lang ist, dass der Aufzug die Endstellung erreicht, bevor die Flüchtenden aus dem Ereigniszug aussteigen.

Die Steuerung der Lüftung liegt im Kompetenzbereich des Centro d'Esercizio Pollegio (CEP). Die Zusammenarbeit und die Schnittstelle zwischen der Überwachung der PAS und dem CEP sowie die Steuerungsprozesse sind in einer späteren Phase genau zu definieren.

## 2.10.1 Normalbetrieb PAS

Im Normalbetrieb der MFS (ohne PAS) sind die Zu- und Abluftventilatoren ausser Betrieb [3]. Für die Gewährleistung eines Luftwechsels sind die Abschlussklappen an einem Zu- und einem Abluftventilator vollständig geöffnet. Die in den Kavernen und Seitenstollen vorherrschende Luftströmung wird durch die Klimageräte für die technischen Räume verursacht. Es ist in den Räumen der MFS kein permanenter Überdruck gegen den Bahntunnel vorhanden.

### **Lüftungstechnische Ziele**

### **Im Ereignisbetrieb Aufzug in Endposition**

### **Lüftungssteuerung im Kompetenzbereich des CEP**

### **Zu- und Abluftventilatoren ausser Betrieb**

<sup>5</sup> Im Rahmen der Detaillierung der Lüftungsanforderungen in einer späteren Projektphase können sich noch weitere Ausrüstungselemente ergeben.

Inwieweit es für den Betrieb der Porta Alpina zusätzliche Frischluftzufuhr benötigt, muss in einer späteren Phase detaillierter untersucht werden. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass während des Betriebs der PAS auf Grund der klimatischen Bedingungen ein Lüftungsbetrieb gemäss der Rückfallebene Lufttauscher notwendig ist.

## **2.10.2 Ereignisbetrieb PAS**

Bei einem Ereignis in der PAS soll eine längsgerichtete Luftströmung im System möglichst verhindert werden. Beispielsweise wird bei Betrieb des Lufttauschers (Rückfallebene) die Betriebslüftung unabhängig vom Ereignisort sofort ausgeschaltet. Dies erfolgt aus folgenden Überlegungen:

- Die genaue Position der anwesenden Personen ist nicht bekannt.  
Eine falsche Massnahme wird verhindert
- Keine Störung einer allfälligen Rauchschichtung

Mit den heute für den Bahnbetrieb vorgesehenen Lüftungsanlagen kann die Rauchausbreitung in den Stollen und Schächten nicht oder nur sehr beschränkt kontrolliert werden. Diese Lüftungsanlage ist darauf ausgelegt, eine Verrauchung der sicheren Bereiche von aussen (Bahntunnel) zu vermeiden und es wurden bisher keine Brandquellen innerhalb des Systems betrachtet. Zur Verbesserung der Verhältnisse im Brandfall ist für die PAS eine Rauchabsaugung innerhalb des Systems (Schachtfuss, Schachtkopf und Seitenstollen) vorgesehen.

Die aerodynamischen Bedingungen in der PAS während eines Brandes und die detaillierte Ausgestaltung der Lüftungsmassnahmen sind in einer späteren Projektphase detailliert zu betrachten.

## **2.11 Brandschutz**

Um die Konsequenzen eines Brandes zu minimieren, werden flächendeckend Brand- und Rauchmelder installiert. Zudem sind in besonders kritischen Bereichen Sprinkleranlagen (Wartehallen, Unterhaltsgarage) vorgesehen.

Für die unmittelbare Brandbekämpfung sind 12 kg Pulver-Feuerlöscher vorgesehen. In den Seitenstollen ca. alle 50 m, sowie in den Wartehallen, am Schachtkopf und Schachtfuss sowie in der Aufzugskabine und im Zugangsstollen (total ca. 40 Stück).

Alle technischen Räume mit brandgefährlichen Anlagen (Trafos, elektrische Schränke, etc.) sind mit einer Löschanlage und einem Abluftsystem ausgerüstet, das Rauchgase in den Abluftkanal führt.

**Rückfallebene Lufttauscher**

**Ausschaltung der Betriebslüftung im Brandfall**

**Brand- und Rauchmelder sowie Sprinkleranlagen**

## 2.12 Kommunikation und Überwachung

Am Schachtkopf, Schachtfuss sowie in den Warteräumen, im AutoTram und im Aufzug sind komplett Fahrgastinformationsanlagen (Lautsprecher, Bildschirme, etc.) vorgesehen. Diese werden zentral über die vorgesehene, mit Personal besetzte Leitstelle PAS angesteuert. Bei Bedarf kann auf manuellen Betrieb, d.h. Informationen vor Ort durch Betriebspersonal, umgestellt werden.

Die gesamte PAS wird mit einer Mobilfunkanlage ausgerüstet. Auf Telefonsprechzellen wird verzichtet. Die Wartehallen sowie alle Umsteigepunkte werden jedoch mit Notrufanlagen ausgerüstet.

Für die Überwachung des Betriebes der PAS sind an folgenden Standorten Videokameras vorgesehen:

- Perron (keine Personen und Gegenstände auf Perron),
- Wartehalle,
- Schachtkopf und Schachtfuss,
- Aufzug,
- Seitenstollen,
- Zugangsstollen.

Die Bilder werden in die Leitstelle PAS übertragen und dort überwacht.<sup>6</sup> Gleichzeitig wird die Übertragung der Notrufanlagen und der Überwachungsbilder ins CEP geführt. Die Verantwortlichkeiten sind in einer späteren Phase noch zu definieren.

### Fahrgastinformationsanlagen

### Videoüberwachung

### Übertragung in die Leitstelle PAS und ins CEP

## 2.13 Schutz des Portalbereichs

Unmittelbar vor dem Portal liegt überschwemmungsgefährdetes Gebiet (rote Zone). Entlang des Fahrweges bis zum Bahnhof Sedrun verläuft die vorgesehene Route (Variante West gemäss [7]) in der blauen Zone (Lawinengefahr). Der Betrieb der PAS wird bei relevanter Lawinengefahr bei entsprechender Empfehlung des örtlichen Lawinendienstes eingestellt.

Das Portalbauwerk des Zugangsstollens und der Wald schützt die Portal-einfahrt weitgehend vor gravitativen Naturgefahren.

### Naturgefahren

<sup>6</sup> Die Leitstelle PAS ist entweder am Schachtkopf oder am Schachtfuss vorgesehen und permanent besetzt von einem Stationsmitarbeiter.

# 3 Vorgehen und Methodik

Die Porta Alpina ist als eine zusätzliche Nutzungseinrichtung innerhalb des Systems Gotthard-Basistunnel zu betrachten. Im vorliegenden Bericht geht es einerseits um die Sicherheit der Station Porta Alpina und anderseits um den Einfluss der PAS auf das Risiko des Gotthard-Basistunnels.

## Zusätzliche Nutzungseinrichtung des Systems GBT

### 3.1 Sicherheit der Station Porta Alpina

#### Gefährdungsanalyse

Ausgangspunkt für die Gefährdungsanalyse sind die möglichen Gefahren. Aus der Identifikation der möglichen auslösenden Faktoren für eine Gefährdung entstehen die Beschreibungen der Ereignisse und die Ereignisszenarien. Diese werden in Bezug auf die Wahrscheinlichkeit des Eintretens und das Ausmass bewertet. Ausgehend von den massgebenden Sicherheitsvorgaben, werden die Massnahmen – soweit sie nicht standardmäßig getroffen werden – definiert.

#### Gefahren und Ereignisszenarien

#### Risikobeurteilung

Der Risikobeurteilung zugrunde liegt jeweils der für die verschiedenen Ereignisse „vernünftigerweise anzunehmende, schlimmste Fall“ (reasonable worst case)<sup>7</sup>.

#### reasonable worst case

#### Beurteilung

Es stehen keine eigenen Beurteilungskriterien für eine „Anlage“ wie Station Porta Alpina zur Verfügung. Die Beurteilung des resultierenden Risikoprofils kann aber anhand eines Vergleichs mit den Risiken des Gotthard-Basistunnels erfolgen. Im Sinne einer Gesamtbetrachtung des Bauwerks GBT (inkl. Porta Alpina) kann eine Aussage gemacht werden, ob der Betrieb der Porta Alpina einen relevanten Einfluss auf das Sicherheitsniveau des GBT hat. Ist dies nicht der Fall, können die Risiken als akzeptabel beurteilt werden. Ansonsten müssen weitere Massnahmen in Betracht gezogen werden.

#### Vergleich mit den Risiken des GBT

<sup>7</sup> Grundsätzlich lassen sich fast beliebig „worst case“ - Situationen konstruieren. Der „reasonable worst case“ bezeichnet den schlimmsten Fall, welcher noch massgebend zum Gesamtrisiko beiträgt.

## 3.2 Betriebssicherheit Bahnbetrieb

Die Methodik der Risikoanalyse für die Beurteilung der Betriebssicherheit für den Eisenbahnverkehr basiert auf der beim Gotthard-Basistunnel angewendeten Risikoermittlung [2]. Dabei werden nebst der Verkehrsscharakteristik und den Tunnelbauten auch die Aspekte Bahntechnik, Rollmaterial und Betrieb berücksichtigt.

Die Quantifizierung der Eintretenshäufigkeit und des Ausmaßes der relevanten Ereignisszenarien für den Indikator Todesopfer geschieht mittels Fehler- und Ereignisbäume. Es wird – ausgehend von den statistisch für die Vergangenheit ermittelten Eintretenshäufigkeiten – die Wirkung der vorgesehenen Sicherheitsmaßnahmen berücksichtigt und dabei eine Anpassung an den technischen Fortschritt vorgenommen.

Folgende Ereignisszenarien im GBT werden der Risikoanalyse für die Ermittlung der Personenrisiken zugrunde gelegt:

- Brände in Reisezügen
- Entgleisung von Reisezügen
- Zusammenstöße von Reisezügen

### Risikoermittlung Gotthard-Basistunnel

### Ereignisszenarien zur Ermittlung der Personenrisiken

Für Tunnel mit Mischverkehr ist ferner das Risiko beim Transport gefährlicher Güter zu berücksichtigen. Dabei wird von folgenden Ereignisszenarien im GBT ausgegangen:

- Brände in Güterzügen
- Entgleisungen von Güterzügen
- Zusammenstöße von Güterzügen mit Reisezügen
- Freisetzung von Gefahrgut aus Güterzügen

Im Zusammenhang mit der Porta Alpina ergeben sich Ereignisszenarien, welche das Risiko des GBT beeinflussen können. Dabei sind insbesondere Ereignisse in der Station Porta Alpina und dem Bahntunnel zu betrachten, wie beispielsweise:

- Brände innerhalb der Porta Alpina bei Betrieb des GBT (Wartehalle, Fahrzeug, Einrichtungen, etc.)
- Evakuierung eines vollbesetzten Reisezuges in der Nothaltestelle bei Betrieb der Porta Alpina
- Reisezug in Haltestelle Porta Alpina mit technischer Störung und gleichzeitig Nothalt eines brennenden Reisezuges

### Überlagerung von Ereignissen

Das Vorgehen und die Methodik für die Risikoanalyse sind ausführlich in der Risikoanalyse des GBT vom 11.05.2000 [2] und in [4] dokumentiert.

## Einfluss auf die Betriebssicherheit

Der Einfluss auf die Sicherheit des GBT durch die Station Porta Alpina wird bestimmt. Es werden die Ausmaße der Szenarien unter Berücksichtigung der zusätzlichen Anlagen bestimmt sowie der Einfluss auf das Risikoprofil bezüglich der relevanten Szenarien ermittelt. Veränderungen des Risikoprofils werden durch Profile der betroffenen Teilszenarien aufgezeigt.

## Risikoermittlung

### Beurteilung

Die Beurteilung der Personenrisiken für die Betriebssicherheit des Eisenbahnverkehrs basiert auf dem Indikator Todesopfer. Das Risikoprofil wird für die Eisenbahngesamtrisiken im W/A-Diagramm dargestellt und mit den entsprechenden Akzeptanzlinien verglichen.

## Darstellung im W/A-Diagramm

Das W/A-Diagramm wird dabei sowohl für die Eisenbahngesamtrisiken als auch die Gefahrgutrisiken (Geltungsbereich der Störfallverordnung StFV) in 3 Bereiche unterteilt: Der akzeptable Bereich mit unerheblichem Gesamtrisiko wird durch die Unerheblichkeitslinie vom Übergangsbereich (ALARP-Bereich) getrennt. Der Übergangsbereich wird durch die Akzeptanzlinie vom Bereich nichtakzeptabler Risiken getrennt.

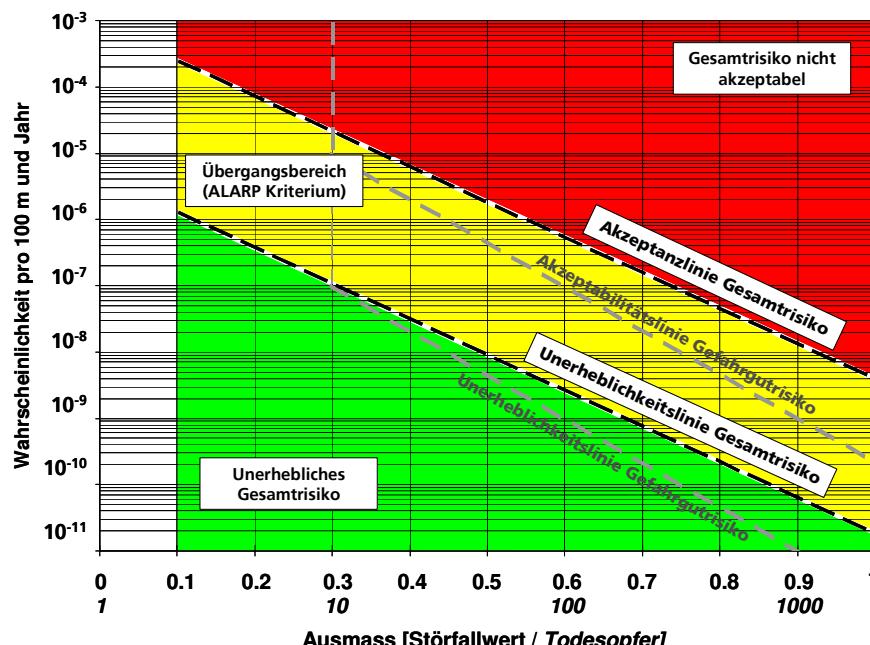


Abbildung 6: W/A-Diagramm mit Akzeptanzlinien für die Eisenbahngesamtrisiken und die Gefahrgutrisiken (für den Geltungsbereich der Störfallverordnung StFV)

Falls die Summenkurve im akzeptablen Bereich liegt, wird angenommen, dass die entsprechenden Risiken tragbar sind. Liegt die Kurve im Übergangsbereich oder darüber, sind zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen, unter Berücksichtigung finanzieller und technischer Möglichkeiten sowie betrieblicher Aspekte, in Betracht zu ziehen.

Die Risikorelevanz des Projekts Porta Alpina wird anhand einem Vergleich mit dem ursprünglichen Risikoprofil des GBT und den Beurteilungskriterien beurteilt.

### **3.3 Abgrenzung**

Das vorliegende Sicherheits- und Rettungskonzept für die Porta Alpina Sedrun befasst sich mit den Risiken für Personen aus dem Betrieb der PAS im Zusammenhang mit dem Bahnbetrieb im GBT. Aufgezeigt aber nicht beurteilt werden allfällige betrieblichen Einschränkungen als Folge von Ereignissen innerhalb der PAS.

#### **Inhaltliche Abgrenzung**

Bei der Analyse der Personenrisiken werden im Rahmen des vorliegenden Sicherheits- und Rettungskonzepts nicht betrachtet:

- Personenschäden wegen gesundheitlicher Probleme aufgrund Liftfahrt, Höhenunterschied, Klima, etc. (Behandlung in [8])
- Unfälle von Einzelpersonen infolge von unbedachten Handlungen (Fehlverhalten) oder durch Gewaltanwendung
- Arbeitsunfälle

Das vorliegende Sicherheits- und Rettungskonzept geht davon aus, dass die PAS während den Erhaltungsarbeiten nicht bedient wird. Die betrachteten Szenarien entsprechen dem Normalbetrieb des GBT. Zudem wird angenommen, dass die klimatischen Randbedingungen, insb. bezüglich Temperatur und Luftfeuchtigkeit, eingehalten werden.

Für den Gotthard-Basistunnel ist der Einbau einer 132 kV-Kabelleitung mit folgenden zwei Abschnitten geplant:

#### **132 kV-Leitung**

- Portal Kabelstollen Amsteg - Schacht Sedrun - Portal Zugangsstollen Sedrun
- Porta Zugangsstollen Sedrun - Schacht Sedrun - Portal Zugangsstollen Faido

Für die Anspeisung der Fahrstromanlage in der MFS Sedrun ist ausserdem eine 15-kV-Kabelanlage zwischen dem Portal Zugangsstollen Sedrun bis zum Schachtfuss Sedrun geplant. Diese Kabelleitungen sind im vorliegenden Sicherheits- und Rettungskonzept nicht berücksichtigt und sind nach vorliegen detaillierter Angaben zu ergänzen. Es ist mit einer geringen Risikoerhöhung der PAS-Risiken zu rechnen (zusätzliche Brandquelle im Zugangsstollen und im Schacht I).

Die weiteren in Prüfung befindlichen Ergänzungen zum GBT wie das Unterwerk Sedrun oder die Tunnelverlängerung Uri Berg lang - Axen werden hier ebenfalls nicht berücksichtigt.

#### **Weiteren Ergänzungen zum GBT**

# 4 Sicherheit und Rettungs- abläufe der Station PAS

Im nachfolgenden Abschnitt erfolgt die Betrachtung der Station Porta Alpina ab Perronkante bis zum Portal des Zugangsstollens Sedrun. Bei der Sicherheit der Station Porta Alpina stehen eisenbahnunabhängige Ereignisse im Zusammenhang mit dem Transport der Passagiere von und zu den Zügen im Vordergrund.

Dabei geht es um die Sicherheit der Porta Alpina als eigenständiges System und um mögliche Einwirkungen von Ereignissen im GBT auf die Sicherheit der Porta Alpina. Die Auswirkungen der PAS auf den Bahnbetrieb und die Sicherheit gemäss QRA GBT ist in Kap. 5 beschrieben.

## **Sicherheit der Station Porta Alpina**

### 4.1 Sicherheitsziele

Die Sicherheitsziele für die Station Porta Alpina werden wie folgt formuliert [6]:

- Keine Minderung der Sicherheit des Gotthard-Basistunnels durch die Porta Alpina Sedrun (vgl. Kap. 5)
- Sicherer Betrieb von Porta Alpina Sedrun unter allen Betriebsbedingungen.

## **Keine Minderung der Sicherheit des GBT und sicherer Betrieb der PAS**

### 4.2 Ereigniszzenarien

In der Station Porta Alpina Sedrun sind verschiedene Ereignisse mit Personenschäden möglich (Brände, Unfälle, Pannen, Verletzungen, medizinische Notfälle, etc.). Für die Beurteilung von relevanten Personenschäden sind dabei insbesondere Brände relevant. Unfälle mit Verletzungen von Einzelpersonen tragen gemäss der verwendeten Methodik nur unwesentlich bzw. bei den sehr kleinen Ausmassen zum Gesamtrisikoprofil bei.

Ereignisfälle des Bahnbetriebes im GBT werden in die Überlegungen miteinbezogen. Wobei gleichzeitige Ereignisse sehr unwahrscheinlich sind (z.B. Halt eines brennenden Reisezuges in der NHS Sedrun bei gleichzeitigem Fahrzeugbrand im Seitenstollen).

## **Brände relevant für Personenschäden**

## **Gleichzeitige Ereignisse sehr unwahrscheinlich**

Nachfolgend sind die relevanten Ereignisszenarien beim Betrieb der Station Porta Alpina aufgeführt und kurz beschrieben.

**Definition der Szenarien**

*Tabelle 1: Beschreibung der relevanten Ereignisszenarien*

<b>ID</b>	<b>Ereignisbezeichnung</b>	<b>Beschreibung</b>
U-EP	Einzelpersonenunfall	Die Unfälle von Personen betreffen insb. medizinische Notfälle ohne Auswirkungen auf weitere Personen (nicht Bestandteil der vorliegenden Betrachtung). Betrachtet werden in der vorliegenden Risikoanalyse nur Unfälle von Personen wie z.B. Überfahrenwerden vom AutoTram aufgrund eines Fehlverhaltens des Stationspersonals. Relevant sind bei diesem Szenario insb. die betrieblichen Auswirkungen der durch Einzelpersonenunfälle verzögerten Weiterfahrt eines haltenden Reisezuges.
B-WH	Brand in Wartehalle	Brände in Wartehallen können von den technischen Einrichtungen ausgehen (z.B. Bildschirme, Beleuchtung, Klimageräte) oder durch Vandalismus verursacht werden. Relevant für die Personengefährdung ist insb. die Rauchentwicklung. Durch die vorhandenen Löschmittel und die häufige Anwesenheit des Stationsmitarbeiters der PAS bestehen gute Möglichkeiten für eine rasche Intervention (Lösung). Die Wartehallen sind mit Sprinkler ausgerüstet, welche einen Grossbrand weitgehend verhindern.
B-AT	Brand AutoTram im Seitenstollen	Das Szenario geht von einem Brand des AutoTram im Seitenstollen aus. Das mit Schwungrad-Technologie angetriebene Fahrzeug verfügt über einen Dieseltank für den Notbetrieb. Eine Brandlast ist durch Kunststoffe, Polsterung und Betriebsmittel gegeben. Beim Brand ist von einer starken Rauchentwicklung auszugehen. Durch die vorhandenen Löschmittel bestehen gute Möglichkeiten für eine rasche Intervention (Lösung).
B-SF	Brand beim Schachtfuss	Der Brand beim Schachtfuss kann durch die vorhandenen technischen Einrichtungen verursacht werden. Im Bereich des Schachtfusses sind in verschiedenen, abgeschlossenen Räumen technische Anlagen angeordnet. Zum Teil sind die Räume mit Brandlöschanlagen ausgerüstet und an das Abluftsystem angeschlossen. Eine Verrauchung des Seitenstollens ergibt sich beim Versagen von Abluftklappen und Löschanlagen.

<b>ID</b>	<b>Ereignisbezeichnung</b>	<b>Beschreibung</b>
<b>B-AZ</b>	Brand innerhalb des Aufzugs	Brände innerhalb des Aufzugs können von den technischen Einrichtungen ausgehen (z.B. Bildschirme, Beleuchtung, Klimageräte) oder durch Vandalismus verursacht werden. Durch die vorhandenen Löschmittel können Brände innerhalb des Fahrgastraumes in der Regel gelöscht werden.
<b>S-AZ</b>	Stehen bleiben des Aufzugs	Die technische Störung im Liftbetrieb ist zeitlich weniger kritisch. Es wird davon ausgegangen, dass die Notfahranlage funktionstüchtig ist. Dieses Szenario wird bei der Quantifizierung vernachlässigt.
<b>B-SK</b>	Brand beim Schachtkopf	Der Brand beim Schachtkopf kann durch die vorhandenen technischen Einrichtungen (Liftantrieb, Ventilatoren) verursacht werden. Die Rauchentwicklung führt je nach Lüftungsbetrieb zu einer Verrauung des gesamten Systems.
<b>B-ZS</b>	Brand eines Fahrzeuges im Zugangstollen	Das Szenario geht von einem Brand des Busses im Zugangsstollen aus. Das mit Hybridantrieb ausgestattete Fahrzeug verfügt über einen Dieseltank. Eine Brandlast ist durch Kunststoffe, Polsterung und Betriebsmittel/Batterien gegeben. Beim Brand ist von einer starken Rauchentwicklung auszugehen. Durch die vorhandenen Löschmittel bestehen gute Möglichkeiten für eine rasche Intervention (Lösung).
<b>L-Po</b>	Lawinenniedergang beim Portal des Zugangsstollens	Der Betrieb der PAS wird bei relevanter Lawinengefahr bei entsprechender Empfehlung des örtlichen Lawinendienstes eingestellt. Kommt es unter Betrieb zu einem Lawinenniedergang (bei nicht erfolgter Warnung), können Passagiere im Bus verschüttet werden. Gefährdung durch Hochwasser beim Portal wird nicht betrachtet.

## 4.3 Rettungsabläufe

Die Festlegung der Rettungsabläufe bildet die Grundlage, um Unfälle aller Art durch gute Bedingungen für die Selbstrettung, rasches Alarmieren und schnelles, gezieltes Eingreifen möglichst optimal zu bewältigen. Die Rettungsabläufe sind nachfolgend kurz beschrieben und in der Beilage 4 dargestellt. Die detaillierte Betrachtung und Definition der Rettungsabläufe muss im Rahmen der weiteren Projektbearbeitung erfolgen.

### 4.3.1 Grundsätze

Bei einem Ereignis innerhalb der Porta Alpina wird der Betrieb der PAS eingestellt, um die Sachlage zu beurteilen und Massnahmen einzuleiten. Je nach Ereignisart und -schwere, ergeben sich unterschiedliche Handlungsgrundsätze.

Auswirkungen von Einzelpersonenunfällen oder beispielsweise technischen Störungen von Fahrzeugen in der PAS, bleiben auf den Betrieb der PAS beschränkt. Solche Ereignisse haben in der Regel keinen Einfluss auf den Bahnbetrieb im GBT.

Bei Bränden von Anlagen oder Fahrzeugen innerhalb der PAS muss auch der Bahnbetrieb des GBT eingestellt werden<sup>8</sup>. Da eine Inbetriebnahme der Ereignislüftung sich negativ auf die Selbstrettung der Personen in den Wartehallen, Seitenstollen oder Zugangsstollen auswirken könnte, kann die NHS ihre Funktion als geschützter Bereich nicht mehr erfüllen.

Im Brandfall in der PAS ist durch die Steuerung der Lüftung eine unkontrollierbare Verrauchung des Systems möglichst zu vermeiden (z.B. Ausschalten der Klimageräte bzw. umstellen auf Umluftbetrieb, Stoppen der Zuluftventilatoren bei einem allfälligen Lufttauscherbetrieb, Rauchabsaugung aus der PAS). Die Steuerung der Lüftung ist auf die Personenbeladung der PAS und auf möglichst raucharme Fluchtwege abzustimmen.

Der Einsatz der Rettungskräfte ist auf GBT-Niveau auf dem Schienennetz mit dem Lösch- und Rettungszug (LRZ) vorgesehen. Bei Ereignissen im Zugangsstollen und beim Schachtkopf erfolgt der Zugriff der zuständigen Feuerwehr via den Zugangsstollen. Es kann angenommen werden, dass die Einsatzkräfte in beiden Fällen in rund 30 bis 45 Minuten am jeweiligen Ereignisort eintreffen. Für die Passagiere steht damit die Selbstrettung im Vordergrund.

Zentrales Element bei der Selbstrettung von Passagieren im System der

**Im Ereignisfall wird der Betrieb der PAS eingestellt**

**Einstellung Bahnbetrieb GBT bei Bränden**

**Selbstrettung steht im Vordergrund**

**Gezielte Information wichtig**

<sup>8</sup> Tunnel leer fahren, Züge vor den Portalen stoppen

PAS ist die Kommunikation. Zur gezielten Information der Personen über den Ablauf der Evakuierung ist die genaue Kenntnis des Ereignisses erforderlich. Erste Handlungsanweisung sind von den geschulten Stationsmitarbeitern zu geben. Eine genaue Kenntnis des Bauwerks, der Fluchtmöglichkeiten und der lüftungstechnischen Eigenheiten sind Voraussetzung.

Die Alarmierung und Notfallorganisation der PAS muss in das entsprechende Konzept des Basistunnels eingebunden werden. Die Rettung und Evakuierung im System des GBT inkl. Porta Alpina im Ereignisfall ist zu koordinieren.

Von zentraler Bedeutung ist im Weiteren die vertiefte Abklärung der Lüftungsmöglichkeiten sowie der Lüftungssteuerung für Ereignisse innerhalb der PAS im Zusammenwirken mit der Lüftung des GBT.

#### **Einbindung in Konzept des GBT**

### **4.3.2 Einzelpersonenunfall**

Einzelpersonenunfälle können im gesamten System der PAS stattfinden. In der Regel bleiben solche Ereignisse ohne Einfluss auf den Bahnbetrieb. Bei einem Unfall eines Passagiers auf dem Perron muss der Betrieb in der entsprechenden Tunnelröhre unterbrochen werden. Der anwesende Stationsmitarbeiter kümmert sich um die verunfallte Person und bringt diese in die Wartehalle.

#### **Einzelpersonenunfall**

Der Weitertransport der verunfallten Person erfolgt je nach Unfallort mit einem haltenden Reisezug unter Betreuung des Zugbegleiters bis zum nächsten Bahnhof oder mit dem AutoTram, Aufzug und Bus nach Sedrun.

In der vorliegenden Risikoanalyse sind Einzelpersonenunfälle aufgrund eines Fehlverhaltens des Stationspersonals berücksichtigt.

### **4.3.3 Brand in Wartehalle**

Ein Brand in der Wartehalle wird in der Regel durch die Sprinkleranlage gelöscht. Daneben stehen Feuerlöschgeräte für die manuelle Brandlöschung zur Verfügung.

#### **Brand in Wartehalle**

Es ist jedoch davon auszugehen, dass bei der Brandentwicklung eine erhebliche Rauchmenge entsteht und die anwesenden Personen evakuiert werden müssen.

Die Passagiere begeben sich unter Anweisung des Stationsmitarbeiters zu Fuss oder mit dem AutoTram in die gegenüberliegende Nothaltestelle, wo sie mit einem geeigneten Zug evakuiert werden. Nur Fahrgäste innerhalb der PAS, die sich bei Start des Ereignisbetriebs schon im Bereich des Schachtfusses befinden, werden noch mit dem Aufzug via Zugangsstollen nach draussen befördert.

Ist die Flucht aus der Wartehalle in den Seitenstollen nicht möglich, werden die Personen in die Fahrröhre flüchten. Aufgrund der Luftströmung

im Tunnel kann von einer relativ geringen Verrauchung des Tunnels bzw. von einer entsprechenden Verdünnung ausgegangen werden. Der Betrieb im GBT ist einzustellen bzw. die sich im Tunnel befindlichen Züge sind ins Freie zu führen. Ein geeigneter Reisezug oder der LRZ nimmt die wartenden Personen auf und bringt sie ins Freie.

Der Einsatz der Fremdrettungskräfte erfolgt mit dem Lösch- und Rettungszug über den GBT.

#### **4.3.4 Brand Fahrzeug im Seitenstollen**

Bei einem Brand des AutoTram im Seitenstollen ergibt sich aufgrund der vorherrschenden Luftströmung auch bei sofortiger Ausserbetriebnahme der Klimageräte (umstellen auf Umluftbetrieb) bzw. der Zuluftventilatoren bei einem allfälligen Lufttauscherbetrieb eine raucharme und eine stärker verrauchte Seite. Die Luftströmung im Seitenstollen ist im Normalbetrieb vom Schachtfuss gegen die Nothaltestellen gerichtet. Bezuglich der Verrauchung ist insbesondere auch der Übergang über die Bahntunnelröhren im südlichen Teil des Seitenstollens aufgrund der Ansammlung von Rauch kritisch.

Bei einem Brand des AutoTram begeben sich die anwesenden Personen in Richtung der näher gelegenen Nothaltestelle oder in Richtung des Schachtfusses und weiter zur gegenüberliegenden Nothaltestelle. Bei einer Verrauchung bis in die Wartehallen ist nicht auszuschliessen, dass Personen bis in die Fahrröhre flüchten. Aufgrund der Luftströmung in der Fahrröhre kann von einer relativ geringen Verrauchung bzw. von einer entsprechenden Verdünnung ausgegangen werden.

Die Evakuierung aus den Nothaltestellen erfolgt mit einem geeigneten Zug (geleerte Reisezugkomposition) oder mit dem LRZ. Eine Benutzung des Aufzugs für die Evakuierung wird aufgrund der unsicheren Verrauchungssituation, welche auch den Schacht I betreffen kann, nicht empfohlen. Nur Fahrgäste innerhalb der PAS, die sich bei Start des Ereignisbetriebs schon im Bereich des Schachtfusses befinden, werden noch mit dem Aufzug via Zugangsstollen nach draussen befördert.

Der Einsatz der Fremdrettungskräfte erfolgt mit dem Lösch- und Rettungszug über den GBT.

#### **Brand Fahrzeug im Seitenstollen**

#### **4.3.5 Brand beim Schachtfuss**

Bei einem relevanten Brand beim Schachtfuss mit Verrauchung des Seitenstollens erfolgt die Evakuierung in Richtung einer der beiden NHS. Ist das AutoTram einsatzbereit, können die Personen zur NHS gefahren werden. Bei einer Verrauchung bis in die Wartehallen ist nicht auszuschliessen, dass Personen bis in die Fahrröhre flüchten. Aufgrund der Luftströmung in der Fahrröhre kann von einer relativ geringen Verrauchung der Fahrröhre bzw. von einer entsprechenden Verdünnung ausgegangen werden.

#### **Brand beim Schachtfuss**

Da es möglich ist, dass nicht alle Passagiere zur gleichen NHS gelangen, muss die Evakuierung mit einem geeigneten Zug aus beiden NHS erfolgen. Personen, welche am Schachtkopf auf den Transport zur PAS warten, sind mit dem Bus via Zugangsstollen ins Freie zu führen.

Eine Benutzung des Aufzugs für die Evakuierung wird aufgrund der unsicheren Verrauchungssituation, welche auch den Schacht I betreffen kann, nicht empfohlen. Ist der Aufzug jedoch mit Personen in Fahrt Richtung Schachtfuss und ein Aussteigen beim Schachtfuss mit erheblichen Gefahren verbunden (Hitze, Rauch) muss der Lift gestoppt und in Richtung Schachtkopf gefahren werden.

Der Einsatz der Fremdrettungskräfte erfolgt mit dem Lösch- und Rettungszug über den GBT.

#### **4.3.6 Brand innerhalb des Aufzugs**

Bei einem Brand innerhalb des Aufzugs ist der Brand nach Möglichkeit durch den Stationsmitarbeiter oder die anwesenden Passagiere mit dem Feuerlöscher zu löschen. Die Fahrt muss in jedem Fall fortgesetzt werden. Die Evakuierung erfolgt entweder vom Schachtfuss via NHS oder vom Schachtkopf mit dem Bus nach Sedrun.

Beim Stehen bleiben des Aufzugs müssen, falls er innerhalb vernünftiger Frist nicht wieder in Betrieb gesetzt werden kann, die Passagiere mittels der Notfahranlage entweder zum Schachtkopf oder zum Schachtfuss transportiert werden (vgl. Kap. 4.3.7).

Zur Brandbekämpfung ist eine Löschung vom Schachtkopf aus zu prüfen (Besprühen des Aufzugs von oben). Der Einsatz der Fremdrettungskräfte erfolgt mit dem Lösch- und Rettungszug über den GBT und von der zuständigen Feuerwehr via den Zugangsstollen.

#### **Brand innerhalb des Aufzugs**

#### **4.3.7 Stehen bleiben des Aufzugs**

Bleibt der Aufzug aufgrund einer Störung oder Ausfalls der redundanten Stromversorgung zwischen dem Schachtkopf und dem Schachtfuss stehen und kann nicht innert nützlicher Frist wieder in Gang gesetzt werden, müssen die Personen mit der Notfahranlage evakuiert werden. Die Notfahranlage verfügt über einen Förderkorb mit 3 Etagen für je 5 Personen.

Durch die beschränkte Kapazität sind die Wartezeiten für die Passagiere beträchtlich. Die Personen sind durch den anwesenden Stationsmitarbeiter zu betreuen und via Leitstelle PAS laufend über die Evakuierung zu informieren.

#### **Stehen bleiben des Aufzugs**

Die Ausgestaltung und Sicherung der Notfahranlage sind noch genauer zu prüfen und hinsichtlich einem einfachen Einstieg, auch für Gehbehinderte Personen, zu konzipieren.

#### **4.3.8 Brand beim Schachtkopf**

Bei einem Brand beim Schachtkopf sind die Personen auf GBT-Niveau via NHS aus dem Tunnel zu führen. Bei sofortiger Ausserbetriebnahme der Klimageräte (umstellen auf Umluftbetrieb) bzw. der Zuluftventilatoren bei einem allfälligen Lufttauscherbetrieb sind die Fluchtwege auf GBT-Niveau in der Regel nicht verraucht.

Personen beim Schachtkopf müssen – falls möglich – mit dem Bus aus dem Tunnel gefahren werden. Die Verrauchungssituation bei Bränden beim Schachtkopf und im Zugangsstollen müssen noch genauer betrachtet werden. Dabei sind auch Massnahmen zur Eindämmung der Verrauchung zu prüfen.

Ist der Lift bei relevanter Brandentwicklung mit Personen in Fahrt Richtung Schachtkopf und ein Aussteigen beim Schachtkopf mit erheblichen Gefahren verbunden (Hitze, Rauch) muss der Lift gestoppt und in Richtung Schachtfuss gefahren werden.

Die Intervention der Feuerwehr erfolgt nach abgeschlossener Evakuierung mit normalen Einsatzfahrzeugen via Zugangsstollen Sedrun.

#### **Brand beim Schachtkopf**

#### **4.3.9 Brand eines Fahrzeugs im Zugangsstollen**

Beim Brand eines Fahrzeugs im Zugangsstollen ergibt sich aufgrund der vorherrschenden Luftströmung auch bei sofortiger Ausserbetriebnahme der Klimageräte (umstellen auf Umluftbetrieb) bzw. der Zuluftventilatoren bei einem allfälligen Lufttauscherbetrieb eine raucharme und eine stärker verrauchte Seite. Die Luftströmung im Zugangsstollen ist in der Regel vom Portal Sedrun gegen den Schachtkopf gerichtet.

Beim Brand eines Fahrzeugs begeben sich die Personen – falls möglich – in Richtung Sedrun (gegen die Luftrichtung). Das Tor beim Portal muss von innen zu öffnen sein. Auf der Seite Schachtkopf sind die Bedingungen bezüglicher der Verrauchung kritisch.

Personen, die sich bei Start des Ereignisbetriebs schon im Bereich des Schachtkopfes befinden, können mit dem Aufzug in Richtung Schachtfuss transportiert werden. Auf GBT-Niveau sind die Personen via NHS mit einem geeigneten Evakuierungszug zu evakuieren.

Die Intervention der Feuerwehr erfolgt nach abgeschlossener Evakuierung mit normalen Einsatzfahrzeugen via Zugangsstollen Sedrun.

#### **Brand eines Fahrzeugs im Zugangsstollen**

#### **4.3.10 Lawinenniedergang beim Portal des Zugangsstollens**

Bei relevanter Lawinengefahr wird der Betrieb der PAS bei entsprechender Empfehlung des örtlichen Lawinendienstes eingestellt. Zudem stellt der oberhalb des Portals gelegene Wald einen guten Schutz gegen Lawinen dar. Kommt es auf der Fahrt vom Portal bis zum Bahnhof Sedrun

#### **Lawinenniedergang beim Portal des Zugangsstollens**

trotzdem zu einem Verschütten eines Busses durch eine Lawine, sind die Passagiere auf Fremdrettung angewiesen.

#### **4.3.11 Massnahmen für die Sicherstellung der Selbstrettung**

Folgende Massnahmen sind für die Sicherstellung der Selbstrettung notwendig:

- klare Signalisierung der Wege,
- gute Beleuchtung und Notbeleuchtung,
- klare Information im Ereignisfall,
- klare Fahrgastinformationen,
- klare Definition der Räume mit Personenaufenthalt,
- Schutz vor elektrischen Komponenten,
- wenig mechanische Einbauteile.

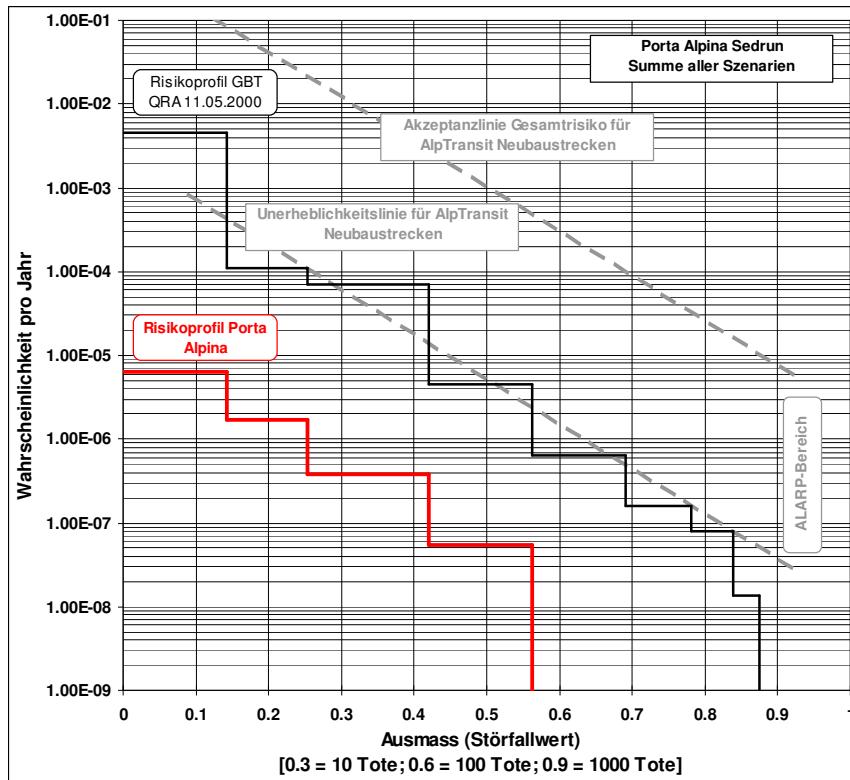
Zudem ist für alle möglichen Ereignisszenarien ein Einsatzkonzept zu erarbeiten. Dabei sind auch die Verantwortlichkeiten zwischen allen Beteiligten (Leitstellen, Fremdrettungskräfte, Personal, etc.) zu definieren.

#### **Selbstrettungsmassnahmen**

### **4.4 Quantifizierung der Risiken PAS**

Die Quantifizierung der Risiken PAS erfolgt auf der Basis der in Tabelle 1 definierten Szenarien mittels einfacher Ereignisbäume (Ereignisbäume in Beilage 1). Zu den einzelnen Ereignisszenarien werden die Ausmasse bestimmt und die Risiken pro Ausmassklasse berechnet. Die Darstellung erfolgt im W/A-Diagramm als Summenkurve. Für den Vergleich mit dem Risikoprofil des GBT sind die Risiken aus der QRA vom 11.05.2000 [2] pro Jahr für die gesamte Tunnellänge des GBT (57 km Tunnel) angegeben.

**QRA für Porta Alpina**



Im Vergleich mit dem bestehenden Risiken des GBT sind die Risiken aufgrund der Station Porta Alpina gering.

**Risiken der Station Porta Alpina gering**

# 5 Betriebssicherheit Bahn- betrieb

Im Kapitel 5 werden die Auswirkungen der Porta Alpina auf den Bahnbetrieb und die Sicherheitsanalyse gemäss QRA GBT [2] beurteilt. Die PAS darf gemäss Zielsetzung keine Minderung der Sicherheit des Gotthard-Basistunnels verursachen.

Dazu werden die relevanten Szenarien aus der QRA des GBT neu beurteilt und die Risikoerhöhung durch die zusätzliche „Anlage“ PAS bestimmt. Zum resultierenden Gesamtrisikoprofil des GBT (Summe aller Szenarien) werden auch die Risiken der PAS (Risikoprofil PAS gemäss Abbildung 7, normiert auf 100 m Tunnellänge) addiert.

## Auswirkungen der PAS auf die QRA GBT

### 5.1 Einleitung

Der GBT wurde für einen täglichen Zugverkehr von 300 Zügen ausgelegt und erlaubt auf Grund seiner geringen Steigung von 6.7% die Einbindung der Alpenquerung in das Europäische Hochgeschwindigkeitsnetz. Für den Betrieb einer Station innerhalb des GBT ist zu beachten, dass im Normalbetrieb mehrere Züge hintereinander mit einer Geschwindigkeit von bis zu 250 km/h den Tunnel passieren. Daneben verkehren lange Güterzüge auf der Strecke. Dies ergibt Anforderungen an den Betrieb der Station Porta Alpina aber auch auf die bauliche Ausgestaltung der notwendigen Installationen.

## Anforderungen an den Be- trieb der Station Porta Alpina

### 5.2 Gefährdungsanalyse

Aufgrund der Projektergänzung sind die Teilsysteme des Gesamtsystems Gotthard-Basistunnel zur systematischen Gefährdungsanalyse mit dem Subsystem Porta Alpina (pas) in der nachfolgenden Darstellung ergänzt worden (siehe gelbe Markierung).

## Teilsystem PAS

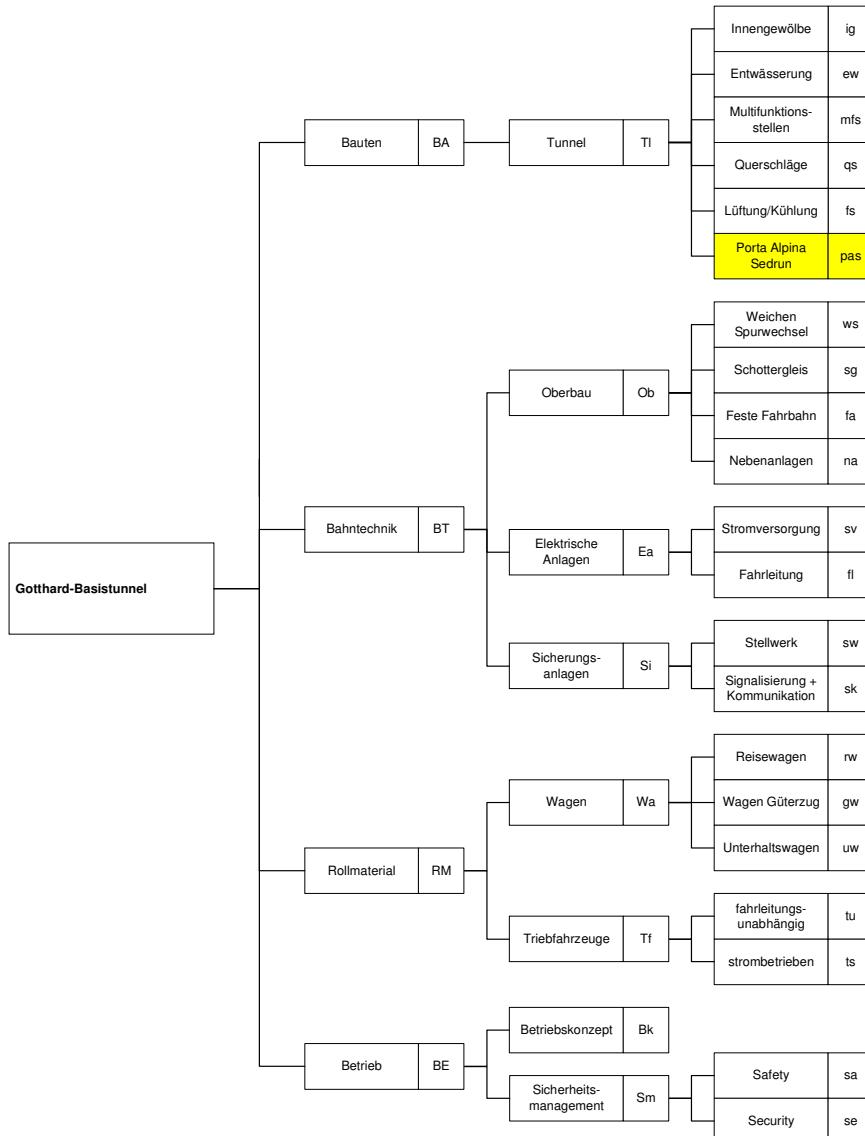


Abbildung 8: Teil- und Subsysteme  
Gesamtsystem GBT

Die Integration der Station Porta Alpina in das Gesamtsystem des GBT wirkt sich hauptsächlich auf das Teilszenario B-6 „Brand von festen Anlagen (und Fahrzeugen)“ aus. Daneben sind Auswirkungen von Ereignissen mit einem brennenden Reisezug mit Halt in der Nothaltestelle aus dem Teilszenario B-2 „Brand in Reisewagen“ denkbar. Nachfolgend sind die relevanten Auswirkungen der Porta Alpina auf die Teilszenario B-2 und B-6 aufgeführt.

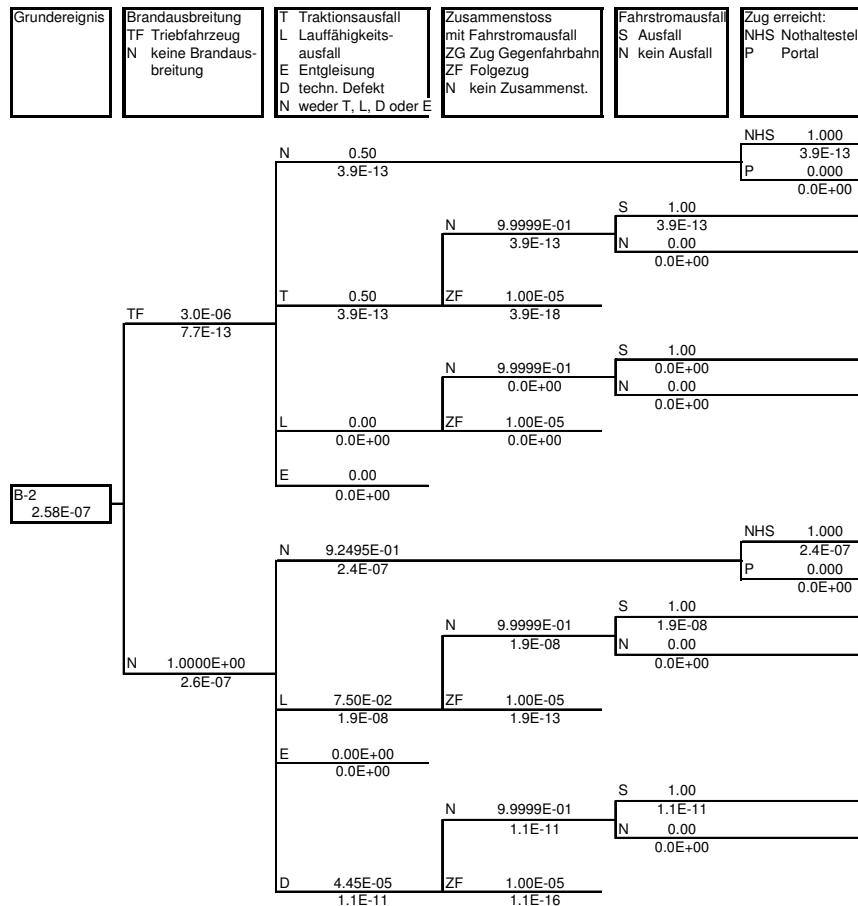
#### Auswirkung auf Teilszenarien

## 5.3 Brand in Reisewagen (B-2)

Bei einem Szenario mit einem brennenden Reisezug mit Halt in der Nothaltestelle ist aufgrund der Trennung (Nutzung und Funktion) von Wartehallen und Fluchtstollen mit keiner relevanten Risikoerhöhung zu rechnen. Die Personen in den Wartehallen werden nicht direkt in das Ereignis involviert. Sie flüchten von den Wartehallen in den Seitenstollen und befinden sich damit in einem geschützten Bereich (Überdruck). Im Seitenstollen ist mit keinen zusätzlichen Todesopfern zu rechnen.

Durch die längere Aufenthaltszeit der haltenden Züge im Tunnel ergibt sich nur eine unbedeutende Erhöhung der Brandwahrscheinlichkeit, welche nicht berücksichtigt ist. Beim Teilszenario B-2 „Brand in Reisewagen“ wurde lediglich berücksichtigt, dass beim Eintreten dieses Ereignisses ein fahrplanmässiger Zug in der Station Porta Alpina durch einen technischen Defekt blockiert sein kann. Dieses kombinierte Ereignis wurde mittels einer Verdoppelung der Wahrscheinlichkeiten für einen technischen Defekt im Ereignisbaum B-2 berücksichtigt. Aufgrund der kleinen Wahrscheinlichkeiten ergeben sich jedoch keine relevanten Auswirkungen auf das Risikoprofil des Teilszenarios B-2.

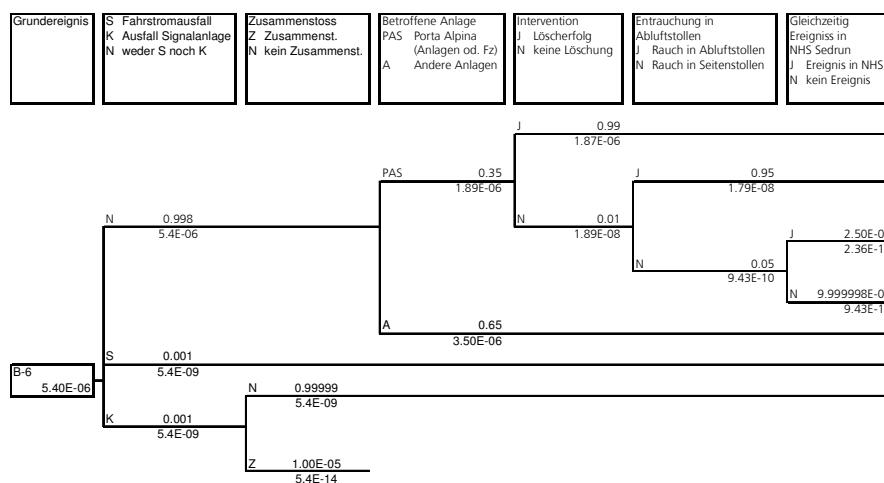
Nachfolgend ist der ergänzte Ereignisbaum B-2 dargestellt.



## 5.4 Brand von festen Anlagen und Fahrzeugen (B-6)

Die Station Porta Alpina stellt im Sinne der Methodik der QRA eine Erweiterung der festen Anlagen innerhalb des Gesamtsystems GBT dar. Es ergibt sich eine Erhöhung der Risiken beim Teilszenario B-6 „Brand von festen Anlagen“. Die Installationen und die Fahrzeuge innerhalb der PAS erhöhen zum einen die Brandlast und zum anderen, können sie ihrerseits einen Brand auslösen und erhöhen damit die Brandwahrscheinlichkeit der Anlagen.

Nachfolgend ist der erweiterte Ereignisbaum B-6 dargestellt.



Bei der Ausmassermittlung wurde ferner eine Möglichkeit für die Minde rung der Verrauchung der PAS berücksichtigt (z.B. Entrauchung in Abluftstollen gemäss Kap. 6).

## 5.5 Überlagerung von Ereignissen

Nachfolgend werden die Auswirkungen von Ereignissen in der Station Porta Alpina kurz diskutiert, welche einen Einfluss auf den Bahnbetrieb des GBT haben können. Dabei sind insbesondere folgende Szenarien relevant:

- Brände innerhalb der Porta Alpina bei Betrieb des GBT (Wartehalle, Fahrzeug, Einrichtungen, etc.)
- Evakuierung eines vollbesetzten Reisezuges in der Nothaltestelle bei Betrieb der Porta Alpina
- Reisezug in Haltestelle Porta Alpina mit technischer Störung

### Brand von festen Anlagen

Abbildung 10: Ereignisbaum B-6 „Brand von festen Anlagen“ mit Berücksichtigung Porta Alpina

### Ereignisse in PAS mit Einfluss auf den Bahnbetrieb

Bei Bränden innerhalb der Station Porta Alpina ist es in der Regel notwendig, Personen aus der PAS zu evakuieren. Eine Evakuierung mit dem Aufzug via Zugangsstollen nach Sedrun ist aufgrund der unsicheren Verrauchungssituation nicht möglich und ist nicht vorgesehen. Dies bedeutet, dass die Personen über eine der NHS aus dem Tunnel gebracht werden müssen. Dabei ist bei einer Verrauchung der Wartehallen nicht auszuschliessen, dass Personen bis in die Fahrröhre flüchten. Ein Unterbruch des Betriebs des GBT (Tunnel leer fahren, Züge vor den Portalen stoppen) ist bei allen Brandereignissen notwendig. Die Evakuierung der Personen aus den NHS erfolgt entsprechend den vorgesehenen Abläufen.

Erreicht ein brennender Reisezug die NHS Sedrun, können sich in den Wartehallen wartende Passagiere befinden. Die Evakuierung der Passagiere aus dem Reisezug erfolgt ohne Benützung der Durchgänge durch die Wartehalle via Fluchtstollen in den Seitenstollen. Die Personen in den Wartehallen schliessen sich im Seitenstollen an und begeben sich ebenfalls in die gegenüberliegende Nothaltestelle. Das abgestellte AutoTram behindert die Selbstrettung nicht wesentlich. Neben dem AutoTram bleibt im Seitenstollen eine Durchgangsbreite von 3.0 bis 3.5 m und die Evakuierung wird sich dabei nicht wesentlich verzögern (geschützter Bereich).<sup>9</sup> Gute Kommunikation und Information der Personen sind Voraussetzung für einen reibungslosen Ablauf der Selbstrettung. Die Wartehallen und die Anwesenheit von Personen in den Wartehallen beeinflussen die Selbstrettung nicht und haben keinen relevanten Einfluss auf das Risikoprofil des GBT. Dabei sind die Anforderungen gemäss Kap. 6 einzuhalten.

Ist die NHS durch einen fahrplanmässigen Zug mit Halt in der PAS aufgrund einer technischen Störung blockiert, muss der nachfolgende Güterzug<sup>10</sup> sofort gestoppt werden. Eine allfällige, gleichzeitige Evakuierung von Zügen hinter dem haltenden Zug muss notgedrungen an beliebiger Stelle über die Querschläge in die andere Tunnelröhre erfolgen. Da der nächste Personenzug erst ca. 1/2 Stunde nach dem haltenden Zug die Haltestelle PAS passiert und dazwischen noch ein Güterzug verkehrt, ist das Szenario für die vorliegende Risikobetrachtung sehr unwahrscheinlich. Die Erhöhung der Wahrscheinlichkeit für das Liegenbleiben eines Reisezuges aufgrund eines technischer Defekts hat dementsprechend weder einen relevanten Einfluss auf das Risikoprofil des Teilszenarios B-2 noch auf das Gesamtrisikoprofil (Summe aller Szenarien).

Grundsätzlich gilt für alle Ereignisse beim Betrieb des GBT, beispielsweise bei einem Brand eines Reisezuges mit Halt in der NHS Sedrun, dass die Rettung entsprechend dem Alarm- und Rettungskonzept für den GBT [1] erfolgt: Eine Evakuierung findet immer über eine der Nothaltestellen mit einem geeigneten Evakuierungszug statt. Eine Evakuierung über den Aufzug und Zugangsstollen ist nicht vorgesehen. Nur Fahrgäste

**Betriebsunterbruch bei Bränden**

**Evakuierung von warten-  
den Personen bei Nohalt  
in NHS**

**Blockierung der NHS durch  
technische Störung**

**Evakuierung immer über eine  
NHS mit Evakuierungszug**

<sup>9</sup> In Rahmen der weiteren Abklärungen zur Lüftung sind die Strömungsbedingungen im Bereich des Fahrzeugs für die zu Fuss gehenden Personen zu untersuchen.

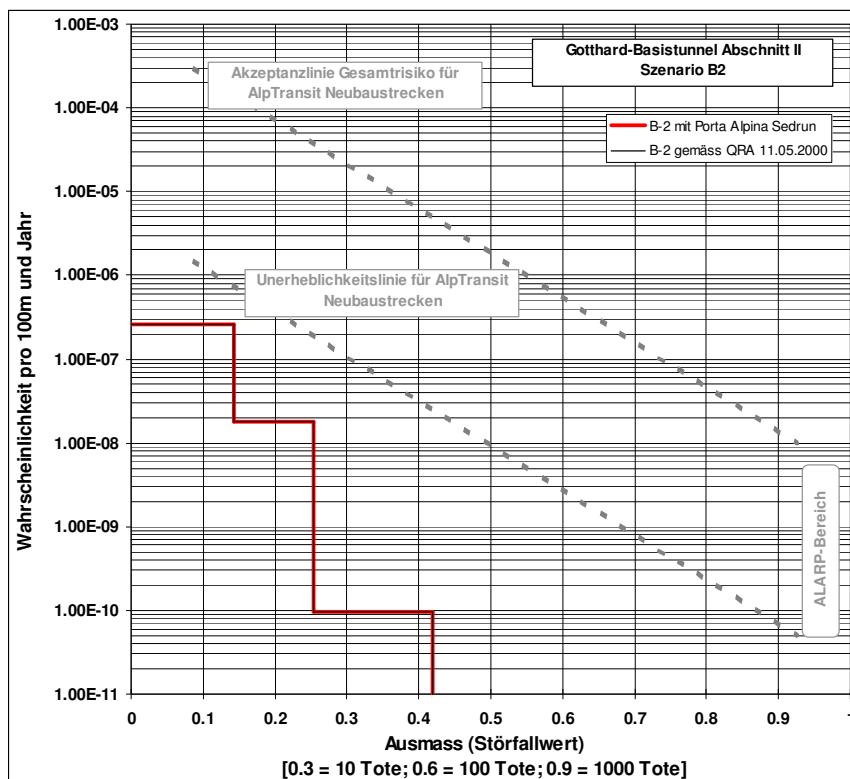
<sup>10</sup> Der an der PAS haltende Zug verkehrt zwischen zwei Güterzügen (vgl. Kap. 2.2)

innerhalb der PAS in Richtung Sedrun, die sich bei Start des Ereignisbetriebs schon im Aufzug befinden, werden noch via Zugangsstollen nach draussen befördert.

## 5.6 Quantitative Risikoanalyse GBT

Die nachfolgenden W/A-Diagramme zeigen das Resultat der ergänzenden Risikoanalyse für den Gotthard-Basistunnel (GBT) im Vergleich zu den Ergebnissen der Risikoermittlung für den GBT vom 11.05.2000 [2]. Es werden zunächst die betroffenen Teilszenarien B-2 und B-6 dargestellt.

Beim Teilszenario B-2 ist aufgrund des Halts eines Folgezuges an beliebiger Stelle durch die Blockierung einer NHS keine Risikoerhöhung zu erkennen. Die Wahrscheinlichkeitserhöhungen liegen im Bereich von  $10^{-11}$  pro 100 m Tunnellänge und Jahr und sind weder für das Teilszenario noch für das Gesamtrisiko relevant.



**Teilszenarien B-2 und B-6**

*Abbildung 11: Risikoprofil für das Teilszenario B-2*

Die Porta Alpina Sedrun verhält sich als zusätzliche „feste Anlage“ im Gesamtsystem GBT. Aus dem Risikoprofil in Abbildung 12 ist ersichtlich, dass durch die Porta Alpina eine deutliche Risikoerhöhung beim Teilsze-

**deutliche Risikoerhöhung  
beim Teilszenario B-6**

nario B-6 resultiert. Da das resultierende Risikoprofil für dieses Teilszenario bei sehr kleinen Wahrscheinlichkeiten und bei geringen Ausmassen liegt, ist die Auswirkung auf das Gesamtrisiko (Summe aller Szenarien) sehr gering.

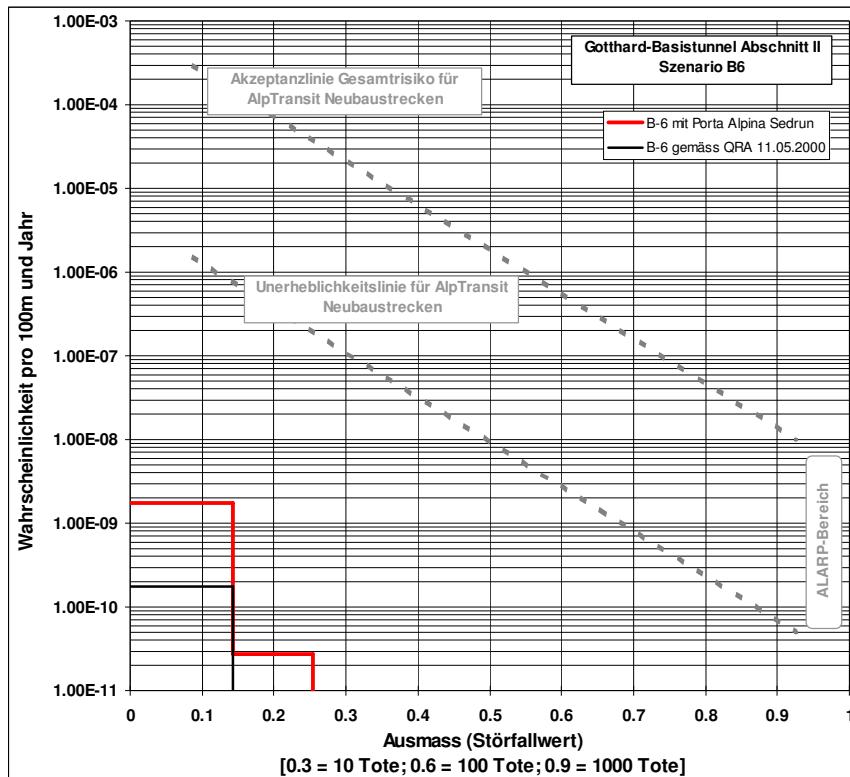


Abbildung 12: Risikoprofil für das Teilszenario B-6

Neben der Risikoerhöhung aufgrund der Teilszenarien B-2 und B-6 erfolgt eine Erhöhung der Gesamtrisiken des GBT durch die Risiken der PAS (Risikoprofil PAS gemäss Abbildung 7, normiert auf 100 Tunnellänge und Jahr).

Wie die nachfolgende Abbildung zeigt, hat die Porta Alpina Sedrun insgesamt jedoch keinen relevanten Einfluss auf die Gesamtrisiken. Im resultierenden Gesamtrisikoprofil für den GBT (Summe aller Szenarien) ist keine Risikoveränderung zu erkennen.

**Erhöhung Gesamtrisiko GBT  
durch B-2, B-6 und Risiko-  
profil Porta Alpina**

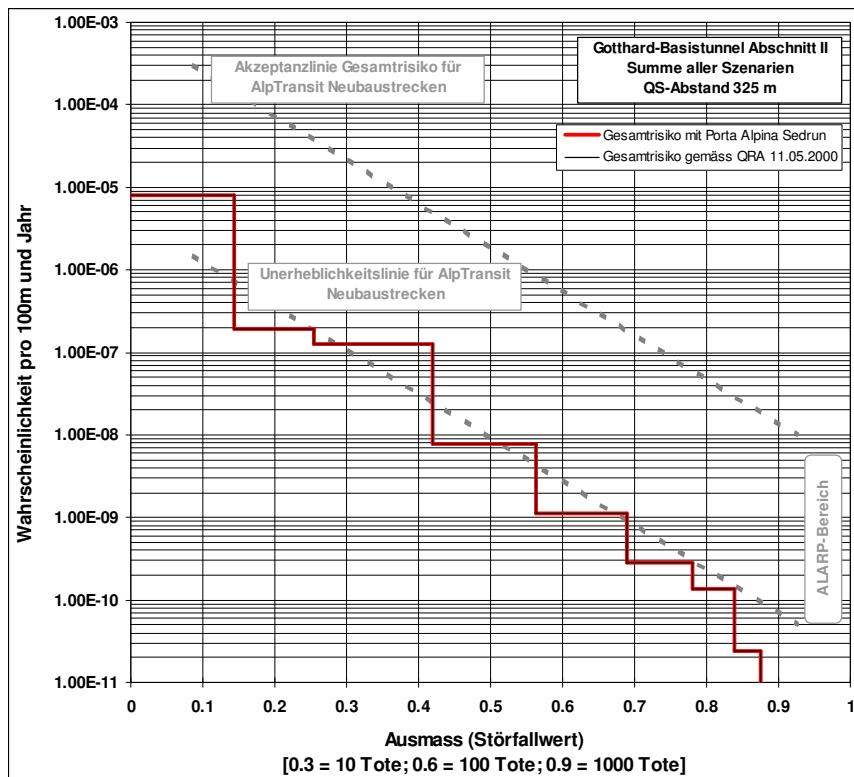


Abbildung 13: W/A-Diagramm mit Risikoprofil Gesamtrisiken (Risikoprofil PAS mit Massnahmen gemäss Kap. 6)

## 5.7 Auswirkungen PAS auf Bahnbetrieb

Durch das Projekt Porta Alpina muss die für Rettungszwecke vorgesehene Infrastruktur der Nothaltestellen auch für die kommerzielle Nutzung dienen.

Ereignisse innerhalb der PAS, insbesondere Brandfälle, haben einen Einfluss auf den Bahnbetrieb, weil der Zugverkehr in der Regel einzustellen ist. Die Nothaltestellen sind nicht mehr funktionstüchtig, weil die Inbetriebnahme der Ereignislüftung für den Aufbau eines Überdrucks gegenüber dem Bahntunnel und für die Gewährleistung eines sicheren Bereichs nicht möglich ist. Die Prozesse für die Alarmierung und die Steuerung der Lüftung müssen vertieft und präzisiert werden.

Für Ereignisse in den Fahrröhren ist trotz der regelmässigen Halte von Reisezügen im Tunnel zu gewährleisten, dass immer die gleichen, einfachen Handlungsgrundsätze gelten.

Die Stillstandzeiten des Bahnbetriebs sind abhängig von der Art und Grösse des Ereignisses. Bei einem erheblichen Brand in der PAS mit starker Rauch- und Hitzeentwicklung können grosse Schäden an Infra-

**Zugverkehr bei Bränden in der PAS einzustellen**

**Stillstandzeiten von Art und Grösse des Ereignisses abhängig**

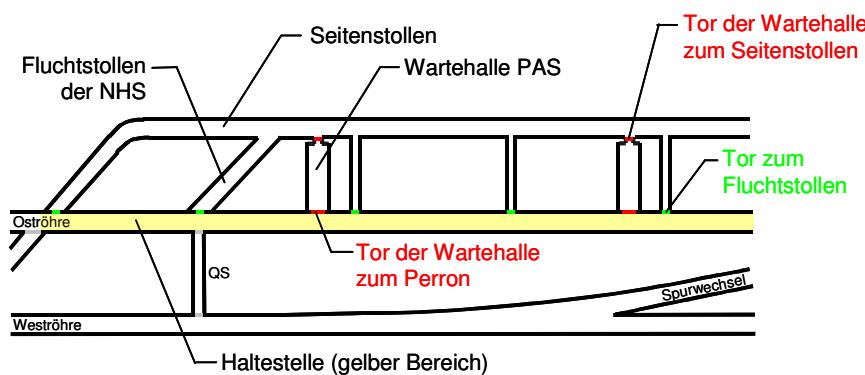
struktur und Geräten entstehen. Massnahmen zur Eindämmung von Bränden und der Verrauchung haben dabei auch Vorteile auf betrieblicher Seite (kürzere Stillstandszeiten).

Diese betrieblichen Einschränkungen für den Eisenbahnbetrieb betreffen jedoch die Verfügbarkeit des GBT und werden im vorliegenden Bericht nicht beurteilt.

# 6 Massnahmen und Anforderungen

Aus der Beurteilung der Gefährdung und den Rettungsabläufen werden folgende betrieblichen Anforderungen für einen sicheren Betrieb der Porta Alpina Sedrun als relevant erachtet.

Zur besseren Orientierung ist nachfolgend eine schematische Darstellung der Haltestelle Nord der Porta Alpina abgebildet.



## Anforderungen für sicheren Betrieb der PAS

Abbildung 14: Schematische Darstellung der Haltestelle Nord der Porta Alpina (Ausschnitt)

### Anforderungen für den fahrplanmässigen Halt eines Reisezuges in der Station PAS:

- Die Tore der Wartehallen zum Perron werden erst nach Zugshalt in der Haltestelle der Porta Alpina geöffnet.<sup>11</sup>
- Auf den Perrons ist eine klare Beschilderung und Wegweisung der Personen in Richtung Wartehallen notwendig (für Ereignisfall ausschaltbar).
- Die Informationen der aus- und einsteigenden Fahrgäste auf den Perrons ist sehr wichtig und soll zusätzlich gewährleisten, die Personen möglichst rasch in die Wartehallen zu führen (mehrsprachige Durchsagen).
- Das verantwortliche Stationspersonal muss vor Freigabe der Weiterfahrt des Zuges sicherstellen, dass sich keine Passagiere und Gegenstände mehr auf dem Perron aufhalten und die Tore zu den Wartehallen geschlossen sind.

<sup>11</sup> Ergeben die detaillierten Abklärungen zur Lüftung und den Strömungsverhältnissen im Tunnel, dass sich Personen bereits vor Zugseinfahrt sicher auf den Perrons aufhalten können, ist diese Anforderung nochmals zu prüfen.

**Anforderungen für Nothalt eines Zuges in der NHS:**

- Die Tore vom Perron zu den Wartehallen dürfen bei einem Ereignis (brennender Reisezug mit Halt in NHS) nicht geöffnet werden. Die in den Wartehallen wartenden Passagiere könnten auf die Perrons gelangen sowie ist aufgrund des fehlenden Überdrucks gegen den Bahntunnel damit zu rechnen, dass Rauch in die Wartehallen eindringt.<sup>12</sup> Die wartenden Passagiere in den Wartehallen sind zusammen mit den Personen aus dem Reisezug via die gegenüberliegenden Nothaltestelle zu evakuieren.
- Die Tore zu den Wartehallen sind auf der Seite Perron farblich zurückhaltend zu gestalten und mit Fluchtwegmarkierung zum nächsten Fluchtstollen zu markieren. Die Tore zu den Wartehallen dürfen nicht geöffnet werden können.
- Die Tore zu den Fluchtstollen müssen bei Einfahrt des Ereigniszuges bereits offen stehen und gut beleuchtet sein. Es muss verhindert werden, dass flüchtende Personen die Tore zu den Wartehallen öffnen wollen. Die Passagiere im Reisezug sind vor dem Erreichen der Nothaltestelle über die Evakuierungswege zu informieren.
- Die Beschilderung und Wegweisung in Richtung Wartehallen, welche für den Normalbetrieb der PAS notwendig sind, dürfen im Ereignisfall nicht sichtbar sein.
- Die Türen innerhalb der Wartehallen zum Seitenstollen müssen von den wartenden Personen jederzeit manuell geöffnet werden können.

Neben den oben formulierten Anforderungen für den Normal- und Ereignisfall werden folgende Massnahmen als sinnvoll erachtet und sind in der weiteren Projektierung zu berücksichtigen:

- Die möglichen Ereignisszenarien der Porta Alpina sind zu vertiefen und zu präzisieren und in das Notfall- und Kommunikationskonzept des GBT einzubinden. Dazu sind die entsprechenden Notfall- und Ereignisabläufe zu erarbeiten und in festgelegten Szenarien zu definieren.
- Der Bahnbetrieb im GBT wird vom Centro d'Esercizio Pollegio (CEP) aus gesteuert. Für einen sicheren Betrieb der Porta Alpina ist eine eigene, mit Personal besetzte Leitstelle „PAS“ notwendig. Dabei ist ein rascher Informationsaustausch zwischen der Leitstelle PAS und dem CEP, insbesondere im Ereignisfall, notwendig (Weiterleitung von Störungs- und Ereignismeldungen, Koordination Lüftungssteuerung, bereitstellen Evakuierungszug, etc.). Die Verantwortlichkeiten und Aufgaben sind in einer späteren Phase noch zu definieren.

**Notwendige Sicherheits-  
massnahmen**

<sup>12</sup> Falls im Rahmen der weiteren Projektierung der Lüftung eine technische Lösung zur Verhinderung des Raucheneintritts zur Verfügung gestellt werden kann, ist eine Benutzung der Wartehallen für den Durchgang vom Perron zum Seitenstollen nochmals zu prüfen.

- Die Stationsmitarbeiter müssen für den Ereignisfall geschult sein. Der Ereignisfall stellt hohe Anforderungen an die zu erledigenden Aufgaben und zu treffenden Entscheide.
- Betriebliche Abläufe beim Einsatz der AutoTram im Normal- und insbesondere im Ereignisfall müssen im Notfallkonzept geregelt sein.
- Informationen über Lawinensituation im Gebiet Sedrun müssen dem Betreiber jederzeit übermittelt werden (allfällige Einstellung des Betriebes).
- Die Wartehallen und die Reparaturgarage sind mit Sprinkleranlagen auszurüsten.
- Bei der weiteren Projektierung der Lüftung sind technische Lösungen zur Verhinderung des Raucheneintritts in die Wartehallen zu prüfen (z.B. eigene Überdrucklüftung für die Wartehallen, für die vorliegende Risikoanalyse als nicht erfüllt betrachtet).
- Bei der Raumausstattung ist die Brandlast zu minimieren und Materialen mit hoher Brandbeständigkeit einzusetzen.
- Die Innenauskleidung von Zugangs- und Seitenstollen sind auf ein Brandereignis entsprechend den Bestimmungen und Normen für Strassentunnels auszulegen (insb. auch Zwischendecke für Abluftstollen).
- Rauchverbot innerhalb der PAS und auf Perrons.
- Mit geeigneten Massnahmen ist eine Verrauchung des Seitenstollens möglichst zu verhindern. Eine Rauchabsaugung im Bereich eines brennenden AutoTram kann die Verrauchung der Fluchtwege deutlich reduzieren (z.B. Abluftklappen zum Abluftstollen, welche bei Hitzeinwirkung öffnen).
- Massnahmen für die Selbstrettung und gegen die Verrauchung des Zugangsstollens sind unter Abstimmung mit den Normen für Strassentunnel zu prüfen (für die vorliegende Risikoanalyse noch keine Massnahmen berücksichtigt).
- Die Selbstrettung darf durch das Transportsystem „AutoTram“ nicht behindert werden. Die Abstellflächen sind klar auszuweisen und einzuhalten.
- Das AutoTram und die eingesetzten Busse im Zugangsstollen sind mit automatischer Löschanlagen auszurüsten.
- Unfallsichere Ausgestaltung der Personenflusswege: wenig mechanische Einbauteile, klare Signalisierung der Wege, klare Fahrgastinformationen, klare Information im Ereignisfall, klare Definition der Räume mit Personenaufenthalt, gute Beleuchtung, Notbeleuchtung, Schutz vor elektrischen Komponenten, etc.

## 7 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Porta Alpina Sedrun (PAS) ist als eine zusätzliche Nutzungseinrichtung innerhalb des Systems Gotthard-Basistunnel zu betrachten. Der Betrieb der PAS ist insbesondere aufgrund der Personenführung mit mehreren Umsteigevorgängen relativ komplex. Der Betrieb des GBT hingegen verfügt über eine klare und gut kontrollierbares Betriebsregime.

Die Ergänzung der Porta Alpina Sedrun in der QRA GBT ergab keine massgebende Minderung der Sicherheit des Gotthard-Basistunnels. Die haltenden Züge im Tunnel erhöhen die Risiken für den Betrieb nur unwesentlich. Dabei ist trotz der regelmässigen Halte von Reisezügen im Tunnel zu gewährleisten, dass immer die gleichen, einfachen Handlungsgrundsätze gelten.

Die Beurteilung der Risikosituation stützt sich auf die Anforderungen

- für den fahrplanmässigen Halt eines Reisezuges in der Station PAS,
- für Nothalt eines Zuges in der NHS

und die definierten Massnahmen gemäss Kap. 6 des vorliegenden Sicherheits- und Rettungskonzepts.

Unter diesen Voraussetzungen ist das Personenrisiko aufgrund des Betriebes der Porta Alpina von Perronkante bis zum Portal des Zugangsstollens gegenüber den Risiken des Bahnbetriebs nicht relevant.

In einer späteren Projektphase sind die Lüftungsszenarien zu erarbeiten sowie die berücksichtigten Massnahmen und die Anforderungen an die Ereignisbewältigung (Verantwortlichkeiten, Kommunikation, Abläufe, etc.) noch weiter zu detaillieren.

**Risikoerhöhung für den Betrieb des GBT unwesentlich**

**Risiko PAS gegenüber Risiko  
Bahnbetrieb nicht relevant**

## 8 Literaturverzeichnis

- [1] AlpTransit Gotthard AG, Alarm- und Rettungskonzept für die Nutzungsphase, Gotthard-Basistunnel, 11.05.2000 (von den Behörden noch nicht genehmigt)
- [2] AlpTransit Gotthard AG, Sicherheitskonzept (mit Risikoermittlung nach StFV), Gotthard-Basistunnel, 11.05.2000 (von den Behörden noch nicht genehmigt)
- [3] AlpTransit Gotthard AG, Bauprojekt Betriebslüftung GBT, Technischer Bericht, Stand 15.03.2006
- [4] Projektleitungen AlpTransit Gotthard / SBB und BLS AlpTransit AG / BLS, Schutzziele und Beurteilungskriterien für AlpTransit-Neubau-Strecken, 10.03.1998
- [5] BAV, BVFD GR, Porta Alpina Sedrun, Bauliche und betriebliche Machbarkeit (Module B und C), Schlussbericht, Version 2-00, 28.08.2003
- [6] BVFD GR, Porta Alpina Sedrun, Bauprojekt, Stand 05.10.2006
- [7] BVFD GR, Porta Alpina Sedrun, Angebot und Betrieb (Resultat der Arbeitsgruppe 25), Stand 05.10.2006
- [8] Ascenseur Porta Alpina, Evaluation des effets des variations environnementales sur la sécurité et le confort des passagers, Prof. Dr. med. Brigitta Danuser, Dr. en sc. David Vernez, 14.07.2006

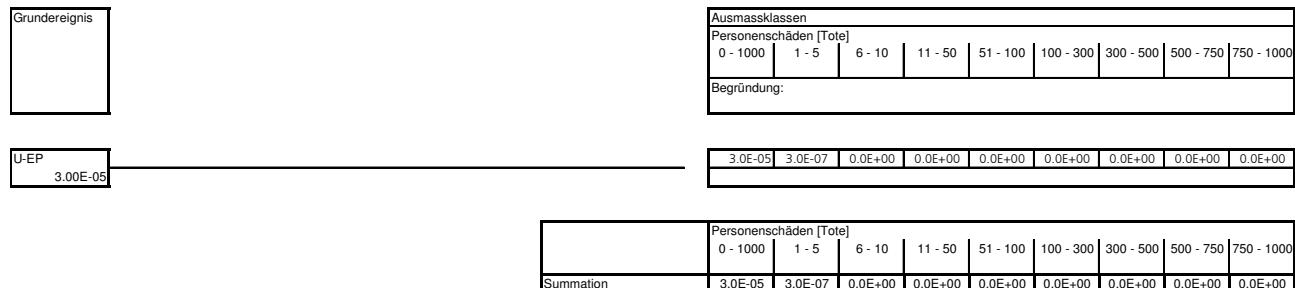
## **9 Beilagen**

- Beilage 1: Ereignisbäume Porta Alpina Sedrun
- Beilage 2: Risikoanteile der einzelnen Ereignisszenarien gemäss Risikoanalyse vom 11.05.2000 und mit Ergänzung B-2 und B-6 aufgrund PAS
- Beilage 3: Erläuterungen zur Wahrscheinlichkeitsbestimmung Risikoanalyse PAS
- Beilage 4: Darstellung der relevanten Rettungsabläufe

## Beilage 1: Ereignisbäume Porta Alpina Sedrun

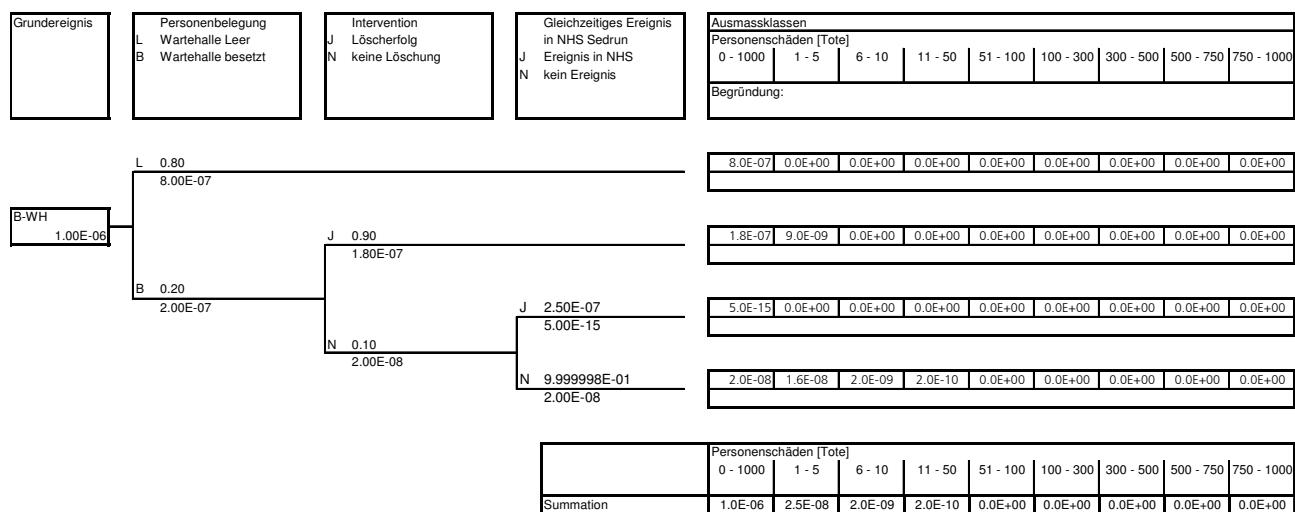
### U-EP – Einzelpersonenunfall

Projekt: Gotthard-Basistunnel  
Abschnitt: Porta Alpina Sedrun  
Ereignisbaum: U-EP Einzelpersonenunfall



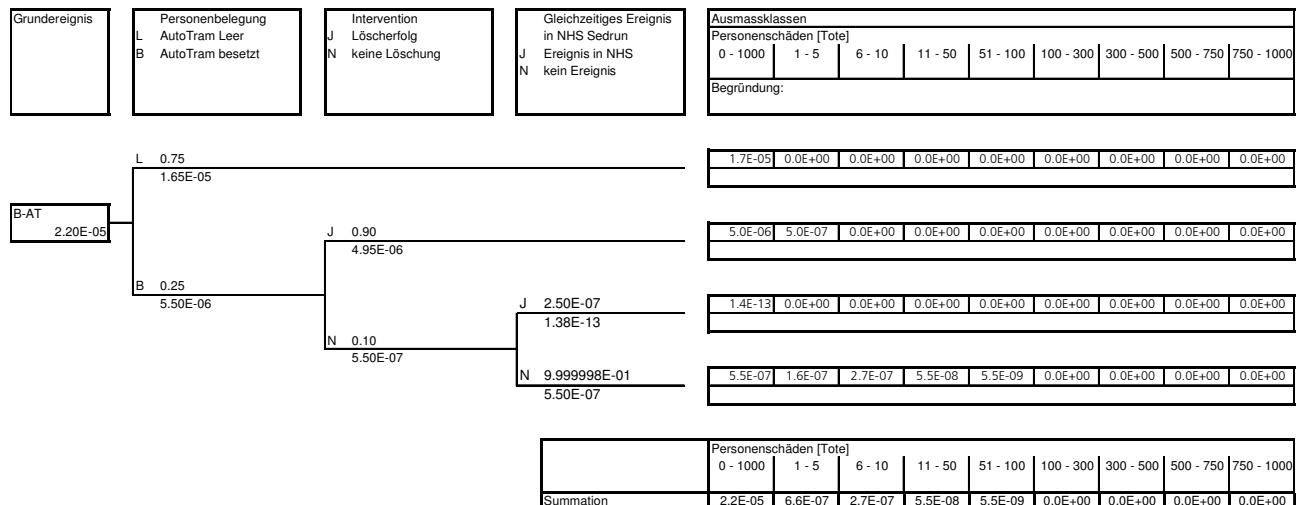
### B-WH – Brand in Wartehalle

Projekt: Gotthard-Basistunnel  
Abschnitt: Porta Alpina Sedrun  
Ereignisbaum: B-WH Brand in Wartehalle



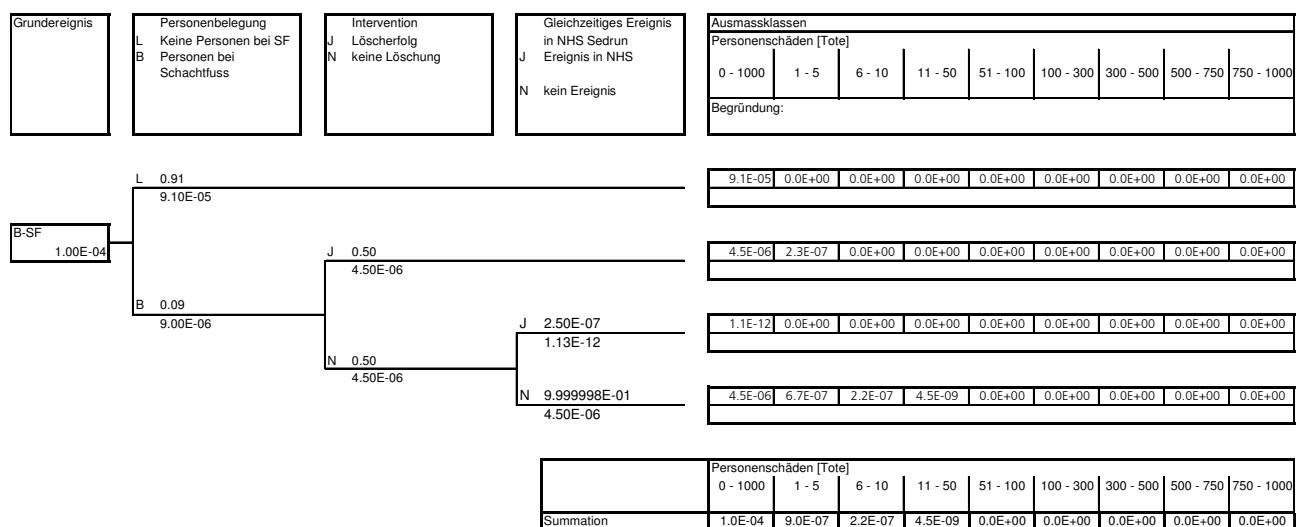
## B-AT – Brand AutoTram in Seitenstollen

Projekt: Gotthard-Basistunnel  
Abschnitt: Porta Alpina Sedrun  
**Ergebnisbaum: B-AT Brand AutoTram im Seitenstollen**



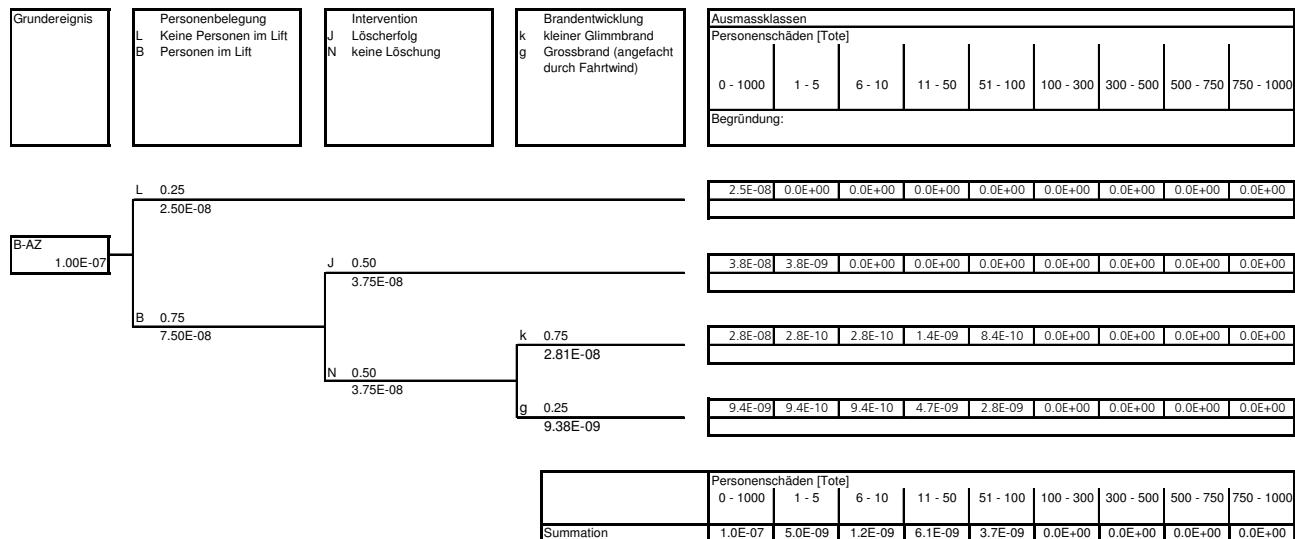
## **B-SF – Brand beim Schachtfuss**

Projekt: Gotthard-Basistunnel  
Abschnitt: Porta Alpina Sedrun  
**Ereignisbaum: B-SF Brand beim Schachtfuss**



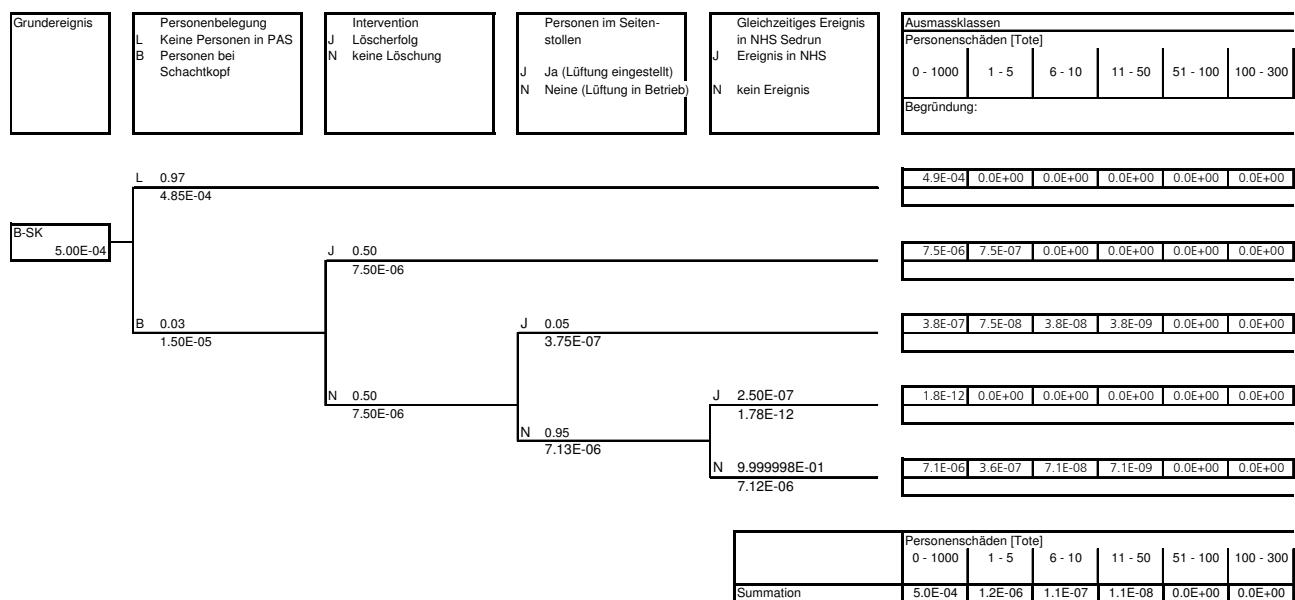
**B-AZ – Brand im Aufzug**

Projekt: Gotthard-Basistunnel  
Abschnitt: Porta Alpina Sedrun  
Ereignisbaum: B-AZ Brand im Aufzug



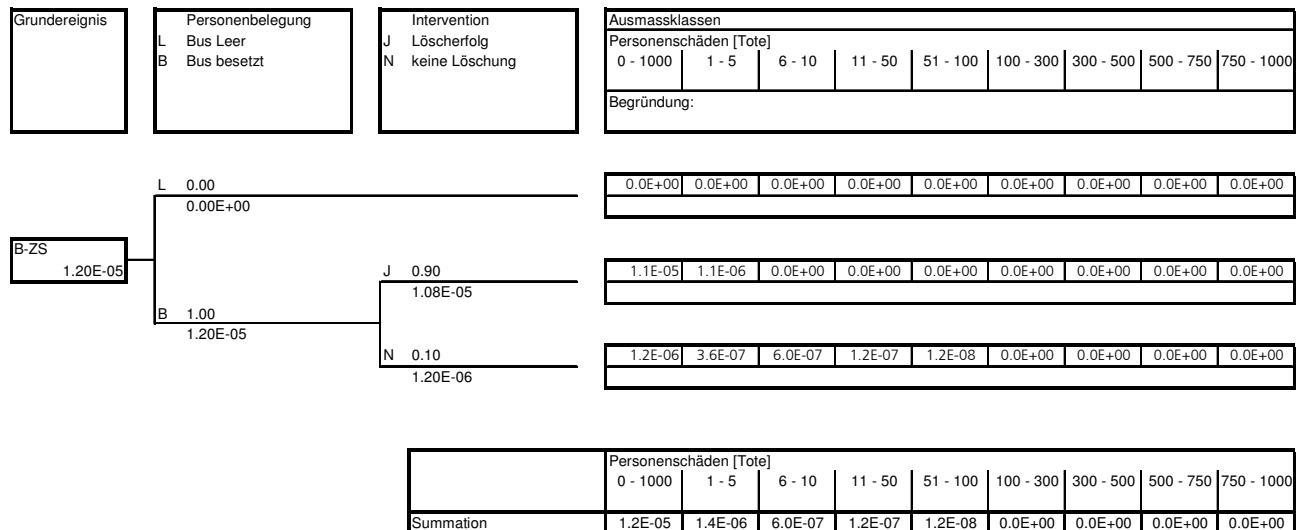
**B-SK – Brand beim Schachtkopf**

Projekt: Gotthard-Basistunnel  
Abschnitt: Porta Alpina Sedrun  
Ereignisbaum: B-SK Brand beim Schachtkopf



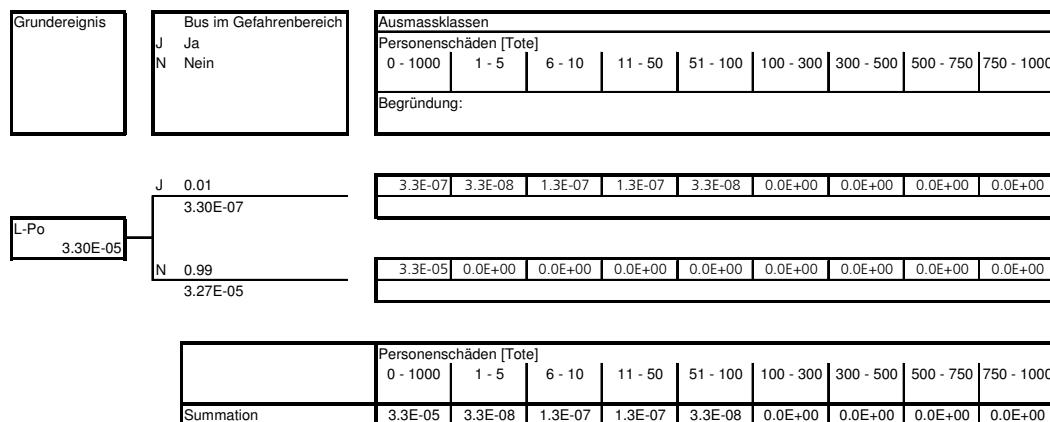
### B-ZS – Brand Bus im Zugangsstollen

Projekt: Gotthard-Basistunnel  
Abschnitt: Porta Alpina Sedrun  
Ereignisbaum: B-ZS Brand Bus im Zugangsstollen



### L-Po – Lawinenniedergang beim Portal

Projekt: Gotthard-Basistunnel  
Abschnitt: Porta Alpina Sedrun  
Ereignisbaum: L-Po Lawinenniedergang beim Portal



**Beilage 2: Risikoanteile gemäss QRA GBT vom  
11.05.2000 mit Ergänzung aufgrund PAS**

<b>B-1</b>		Personenschäden [Tote]								
		0 - 1000	1 - 5	6 - 10	11 - 50	51 - 100	100 - 300	300 - 500	500 - 750	750 - 1000
Summation		2.2E-08	2.1E-08	5.5E-10	5.5E-11	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Summation Gefahrgut		0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
<b>B-2</b>		Personenschäden [Tote]								
		0 - 1000	1 - 5	6 - 10	11 - 50	51 - 100	100 - 300	300 - 500	500 - 750	750 - 1000
Summation		2.6E-07	2.4E-07	1.8E-08	9.7E-11	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Summation Gefahrgut		0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
<b>B-3</b>		Personenschäden [Tote]								
		0 - 1000	1 - 5	6 - 10	11 - 50	51 - 100	100 - 300	300 - 500	500 - 750	750 - 1000
Summation		5.5E-05	9.3E-07	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Summation Gefahrgut		0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
<b>B-4</b>		Personenschäden [Tote]								
		0 - 1000	1 - 5	6 - 10	11 - 50	51 - 100	100 - 300	300 - 500	500 - 750	750 - 1000
Summation		7.1E-05	3.9E-06	4.7E-09	6.9E-08	4.8E-09	2.2E-11	1.2E-11	1.1E-11	1.9E-12
Summation Gefahrgut		7.1E-08	4.2E-09	7.9E-10	3.9E-09	7.8E-11	2.2E-11	1.2E-11	1.1E-11	1.9E-12
<b>B-6</b>		Personenschäden [Tote]								
		0 - 1000	1 - 5	6 - 10	11 - 50	51 - 100	100 - 300	300 - 500	500 - 750	750 - 1000
Summation		5.4E-06	1.7E-09	2.8E-11	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Summation Gefahrgut		0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
<b>E-1</b>		Personenschäden [Tote]								
		0 - 1000	1 - 5	6 - 10	11 - 50	51 - 100	100 - 300	300 - 500	500 - 750	750 - 1000
Summation		6.8E-06	5.3E-08	3.0E-08	1.8E-08	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Summation Gefahrgut		0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
<b>E-2</b>		Personenschäden [Tote]								
		0 - 1000	1 - 5	6 - 10	11 - 50	51 - 100	100 - 300	300 - 500	500 - 750	750 - 1000
Summation		1.3E-04	2.5E-06	5.6E-09	2.7E-08	1.7E-09	7.7E-10	6.9E-11	5.7E-11	1.0E-11
Summation Gefahrgut		1.5E-06	3.6E-07	1.3E-10	7.5E-10	1.1E-09	6.1E-10	5.4E-11	4.5E-11	8.1E-12
<b>F-1</b>		Personenschäden [Tote]								
		0 - 1000	1 - 5	6 - 10	11 - 50	51 - 100	100 - 300	300 - 500	500 - 750	750 - 1000
Summation		7.6E-06	5.0E-12	3.8E-12	6.4E-11	7.1E-12	1.9E-11	4.3E-11	4.3E-11	1.1E-11
Summation Gefahrgut		7.6E-06	5.0E-12	3.8E-12	6.4E-11	7.1E-12	1.9E-11	4.3E-11	4.3E-11	1.1E-11
<b>Z-1</b>		Personenschäden [Tote]								
		0 - 1000	1 - 5	6 - 10	11 - 50	51 - 100	100 - 300	300 - 500	500 - 750	750 - 1000
Summation		2.7E-07	3.1E-10	1.5E-12	4.1E-12	2.7E-13	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Summation Gefahrgut		0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
<b>Z-2</b>		Personenschäden [Tote]								
		0 - 1000	1 - 5	6 - 10	11 - 50	51 - 100	100 - 300	300 - 500	500 - 750	750 - 1000
Summation		4.8E-06	2.1E-08	6.1E-09	1.7E-09	1.5E-10	3.4E-11	1.8E-11	3.0E-12	8.5E-13
Summation Gefahrgut		1.5E-08	9.7E-09	3.9E-09	1.2E-09	1.5E-10	3.4E-11	1.8E-11	3.0E-12	8.5E-13
<b>Z-3</b>		Personenschäden [Tote]								
		0 - 1000	1 - 5	6 - 10	11 - 50	51 - 100	100 - 300	300 - 500	500 - 750	750 - 1000
Summation		2.2E-06	4.2E-08	7.4E-14	4.1E-13	5.9E-13	3.3E-13	2.9E-14	2.4E-14	4.4E-15
Summation Gefahrgut		3.6E-08	3.6E-08	7.4E-14	4.1E-13	5.9E-13	3.3E-13	2.9E-14	2.4E-14	4.4E-15
<b>Summe</b>		Personenschäden [Tote]								
		0 - 1000	1 - 5	6 - 10	11 - 50	51 - 100	100 - 300	300 - 500	500 - 750	750 - 1000
Summation		2.9E-04	7.7E-06	6.5E-08	1.2E-07	6.6E-09	8.4E-10	1.4E-10	1.1E-10	2.4E-11
Summation Gefahrgut		9.2E-06	4.1E-07	4.8E-09	5.9E-09	1.3E-09	6.8E-10	1.3E-10	1.0E-10	2.2E-11

Details zu den Fehler- und Ereignisbäumen gemäss Anhangband QRA.

### **Beilage 3: Erläuterungen zur Wahrscheinlichkeitsbestimmung Risikoanalyse PAS**

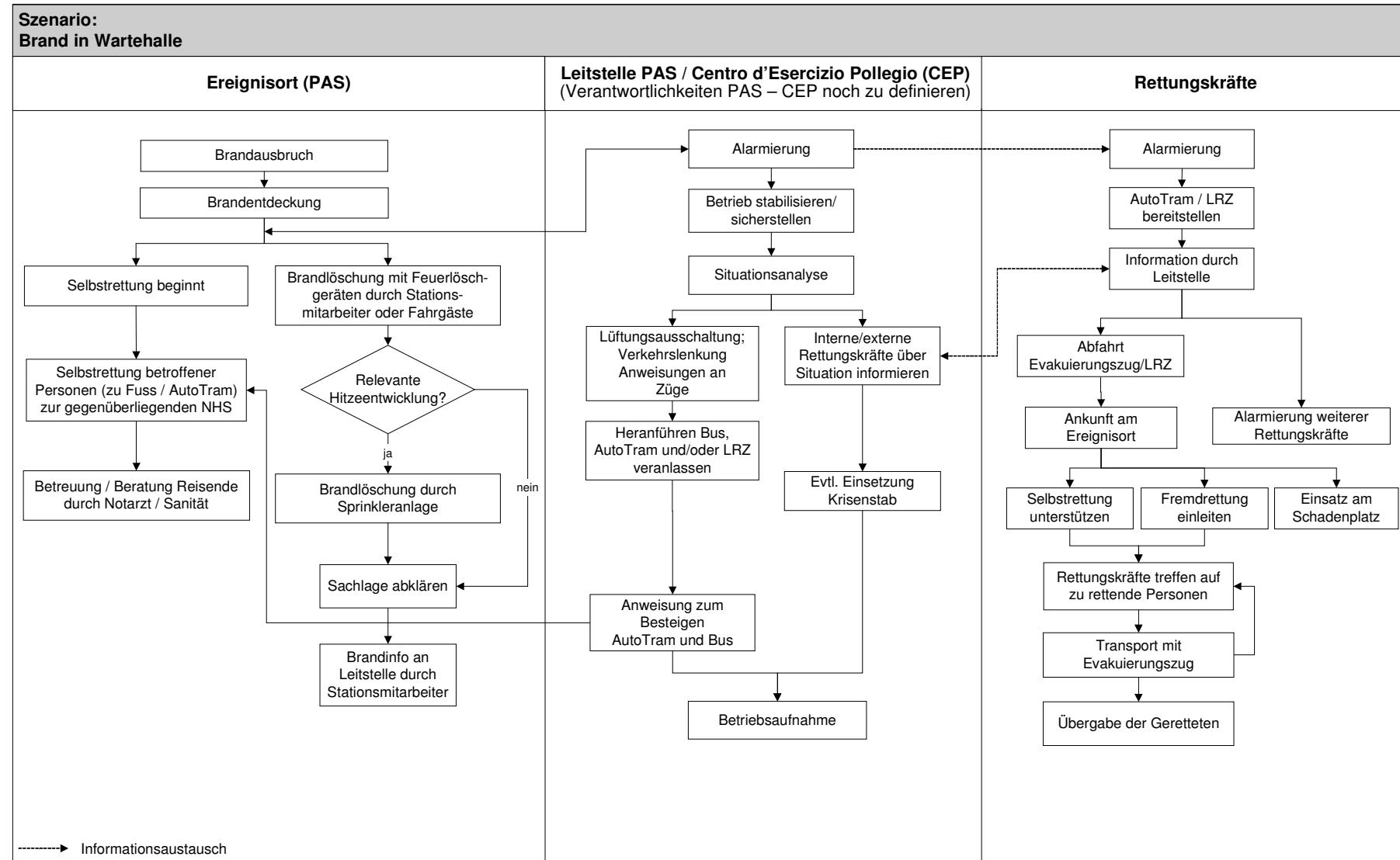
Wahrscheinlichkeit der Grundereignis für die Risikoermittlung Porta Alpina Sedrun:

<b>ID</b>	<b>Wahrscheinlichkeit Grundereignis pro Jahr</b>	<b>Begründung</b>
U-EP	$3.0 \times 10^{-5}$	Typischer Wert für menschliches Fehlverhalten von geschultem Personal (3 Stationsmitarbeiter in der PAS). Es wurde angenommen, dass in 1% der Fälle das Fehlverhalten zu einem Ereignis mit Todesfolge führt.
B-WH	$1.0 \times 10^{-6}$	Für den Brand von technischen Schränken im GBT werden Wahrscheinlichkeiten von $10^{-3}$ (1 Schrank) bis $10^{-6}$ (mehrere Schränke) pro Jahr zugrunde gelegt. Die Anlagen in den Wartehallen werden als weniger kritisch betrachtet als technische Schränke. Zudem besteht ein Rauchverbot und die Wartehallen werden überwacht. Es wird der kleinsten Wert des angegebenen Wertebereichs angenommen.
B-AT	$2.2 \times 10^{-5}$	Schweren Brände von LKW werden Wahrscheinlichkeiten von $10^{-8}$ bis $10^{-9}$ pro Fahrzeugkilometer zugrunde gelegt. Es wurde angenommen, dass die eingesetzten AutoTram total rund 22'000 km pro Jahr [7] zurücklegen.
B-SF	$1.0 \times 10^{-4}$	Für den Brand von Transformatoren im GBT werden Wahrscheinlichkeiten von $10^{-4}$ pro Jahr zugrunde gelegt. Beim Schachtfuss können solche Anlagen betroffen sein. Es wird dieser Werte übernommen.
B-AZ	$1.0 \times 10^{-7}$	Es liegen keine Daten für Brände von Aufzügen des vorgesehenen Typs zur Verfügung (Expertenschätzung)
B-SK	$5.0 \times 10^{-4}$	Es wird eine mittlere Wahrscheinlichkeit für den Brand von technischen Schränken zugrunde gelegt.
B-ZS	$1.2 \times 10^{-5}$	Der Bus fährt pro Betriebsstunde (16 h pro Tag) zwei mal durch den 1 km langen Zugangsstollen und damit rund 11'700 km pro Jahr.
L-Po	$3.3 \times 10^{-5}$	Bei einer Wiederkehrperiode von 300 Jahren (blaue Zone) ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit von $3.3 \times 10^{-3}$ . Da bei relevanter Lawinengefährdung die PAS nicht in Betrieb ist, wurde dieser Wert um den Faktor 100 verkleinert.

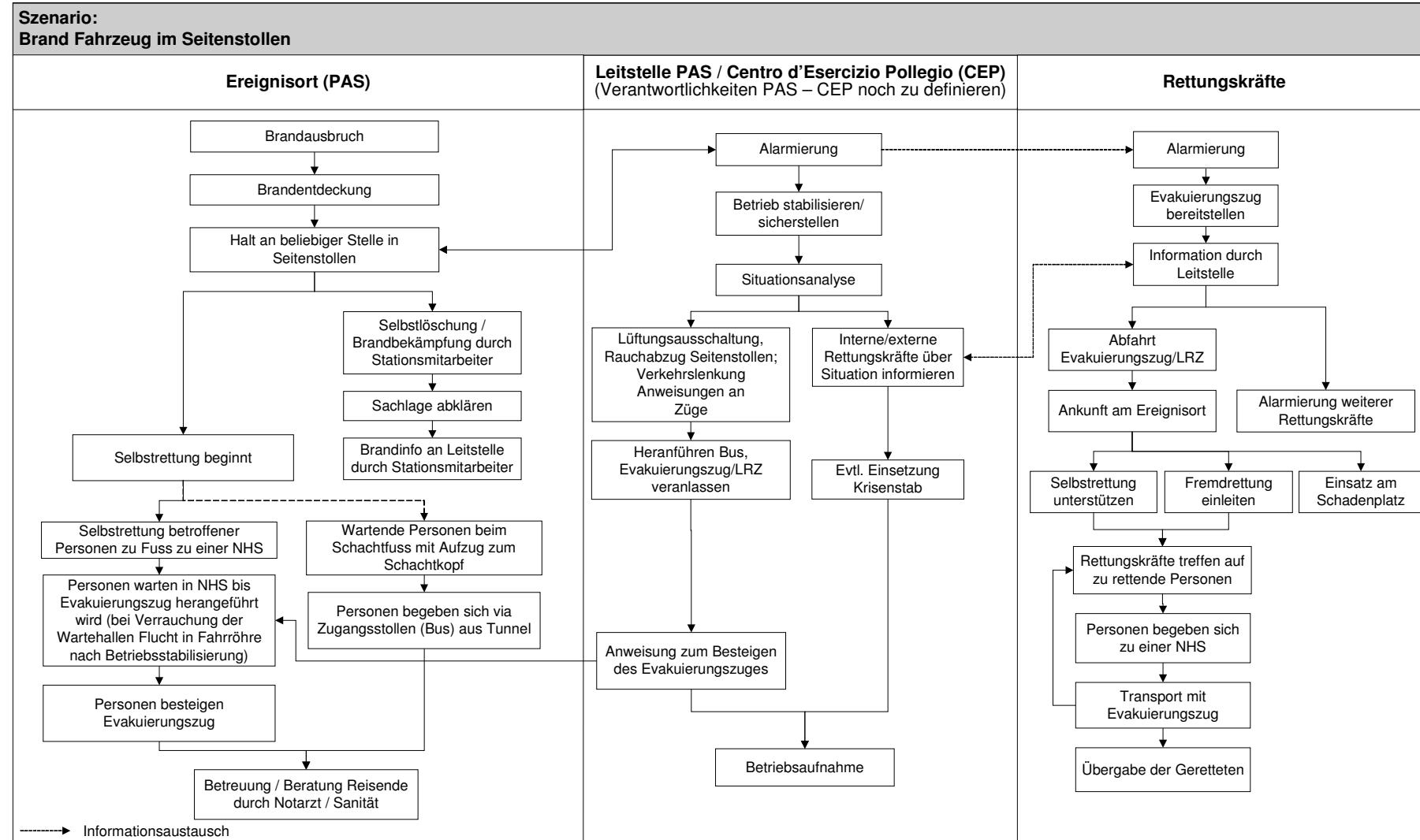
Für die Festlegung der relativen Wahrscheinlichkeiten in den Ereignisbäumen wurden folgende Annahmen getroffen:

<b>ID</b>	<b>Ereignisbezeichnung</b>	<b>Annahmen</b>
U-EP	Einzelpersonenunfall	
B-WH	Brand in Wartehalle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 32 mal pro Tag während 10 Min. Personen anwesend in je 2 WH</li> <li>- in 90% der Fälle ist eine Intervention (Brandlöschung) erfolgreich</li> </ul>
B-AT	Brand AutoTram im Seitenstollen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AutoTram in 80% der Fälle mit Personen unterwegs</li> <li>- in 90% der Fälle ist eine Intervention (Brandlöschung) erfolgreich</li> </ul>
B-SF	Brand beim Schachtfuss	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pro Betriebsstunde 2 mal wartende Personen bei Schachtfuss für total 8 Min.</li> <li>- in 50% der Fälle ist eine Intervention (Brandlöschung) erfolgreich</li> </ul>
B-AZ	Brand innerhalb des Aufzugs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In 3 von 4 Liftspielen sind Personen im Lift</li> <li>- in 50% der Fälle ist eine Intervention (Brandlöschung) erfolgreich</li> </ul>
B-SK	Brand beim Schachtkopf	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pro Betriebsstunde 3 mal wartende Personen bei Schachtkopf für total 3 Min.</li> <li>- in 50% der Fälle ist eine Intervention (Brandlöschung) erfolgreich</li> <li>- in 5% der Fälle befinden sich gleichzeitig Personen im Seitenstollen</li> </ul>
B-ZS	Brand eines Fahrzeuges im Zugangstollen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bus ist immer mit Personen belegt</li> <li>- in 90% der Fälle ist eine Intervention (Brandlöschung) erfolgreich</li> </ul>
L-Po	Lawinenniedergang beim Portal des Zugangsstollens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bus passiert jede Betriebsstunde 2 mal Portal, Aufenthaltszeit im Gefahrenbereich: 30 Sek.</li> </ul>

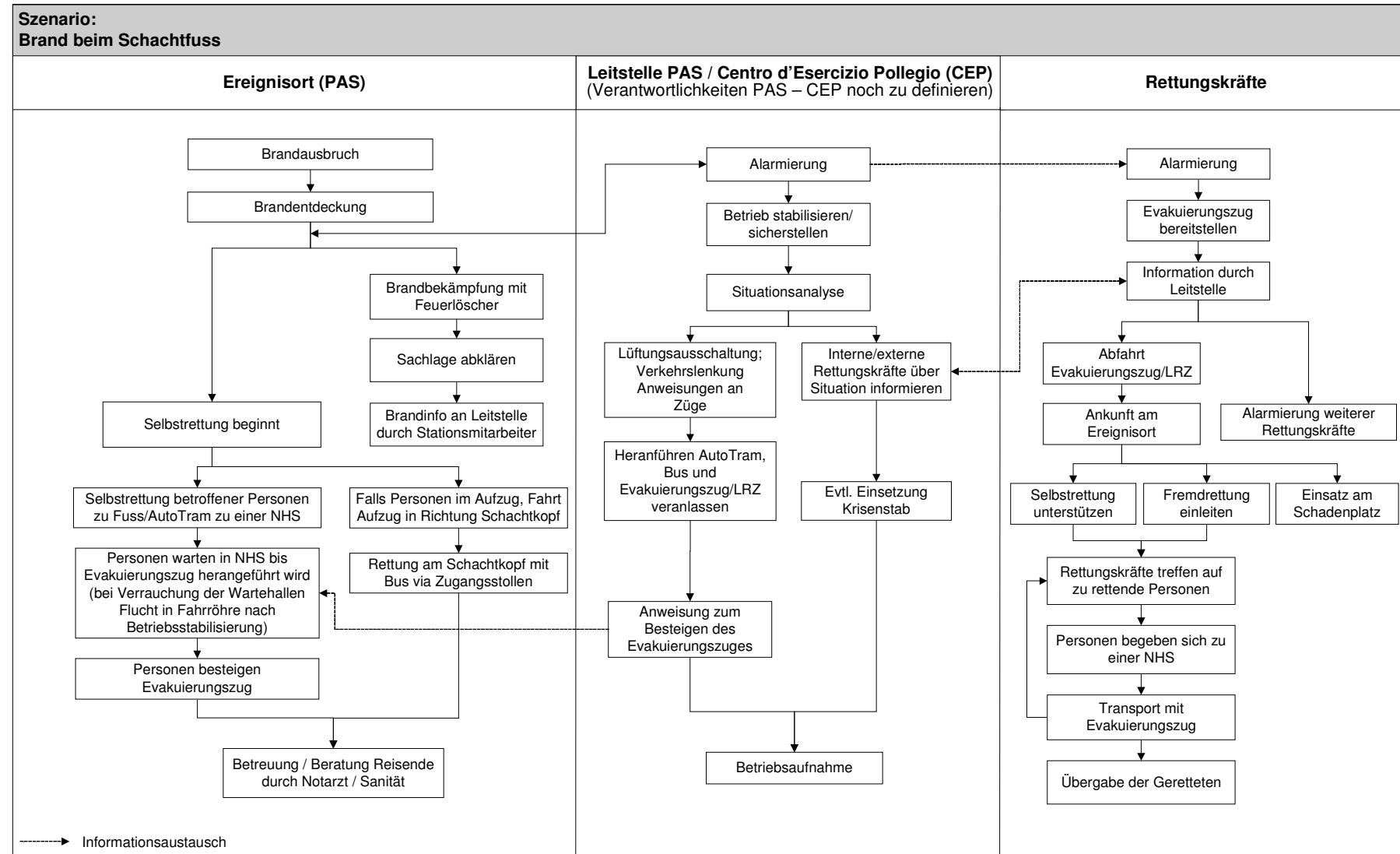
**Beilage 4: Darstellung der relevanten Rettungsabläufe**



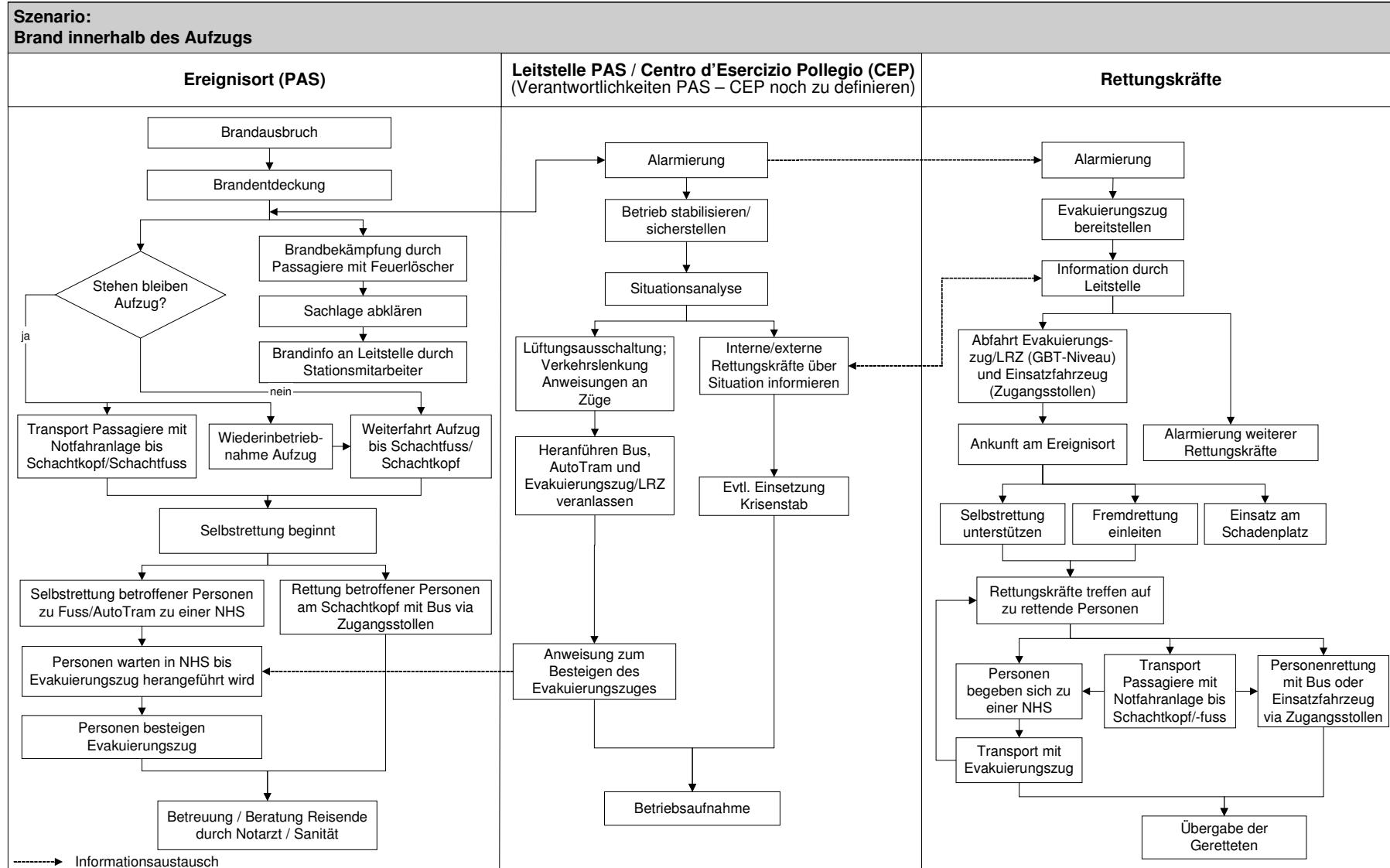
J:\F\_rm\BE.N.06127.010\4\_plan\Ablaufdiagramme\_2.vsd



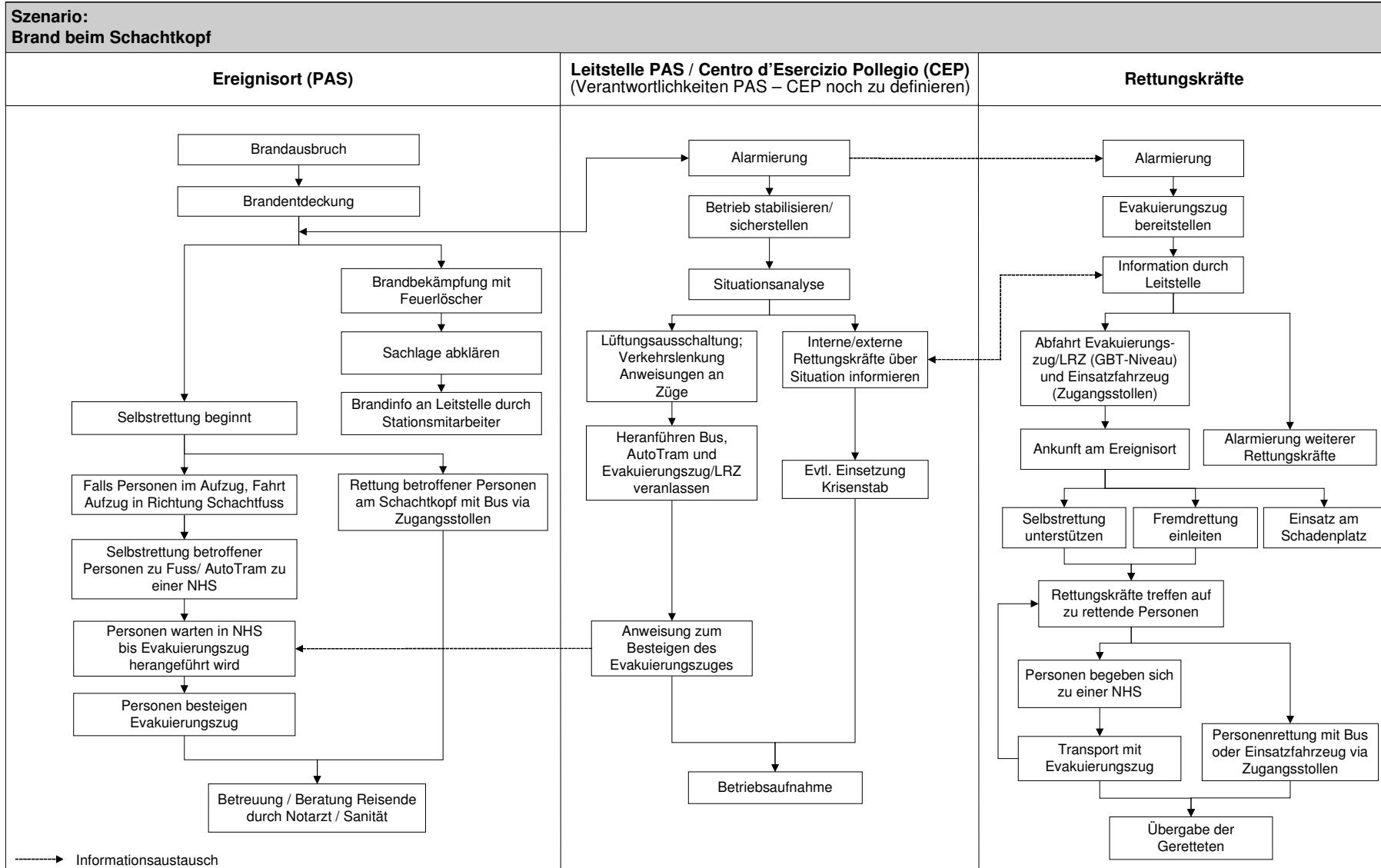
J:\F\_rm\BE.N.06127.010\4\_plan\Ablaufdiagramme\_2.vsd



J:\F\_rm\BE.N.06127.0104\_plan\Ablaufdiagramme\_2.vsd



J:\F\_rmBE.N.06127.0104\_plan\Ablaufdiagramme\_2.vsd



J:\F\_rm\BE.N.06127.010\4\_plan\Ablaufdiagramme\_2.vsd

