



# Gotthard-Basistunnel MFS Sedrun und Faido

Fluchtmöglichkeiten für Reisende aus den Fahrrohren,  
Fluchtweg durch die Querkavernen

AlpTransit Gotthard AG, ATG APR, Luzern und Emch+Berger AG Bern

27.11.2006

LZ01-118581-v1

SICHERHEITSBERICHT  
ALPTRANSIT

\* 2078 \*

**AlpTransit Gotthard AG**  
Zentralstrasse 5  
6003 Luzern

Tel. 041 226 06 06  
Fax 041 226 06 00

Ausgabe	erstellt	geprüft	Freigegeben	Version
	Datum	Visum Datum	Visum Datum	Visum
	22.09.2006	mk, sst 15.11.2006	PG/kuc 27.11.2006	pof

Verteiler

ATG, BAV

Nachdruck oder anderweitige Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung der AlpTransit Gotthard AG zulässig

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Ausgangslage	3
1.2	Aufgabenstellung	3
2	Fluchtmöglichkeiten in den Bereichen den Multifunktionsstellen Sedrun und Faido	3
2.1	Lage der Multifunktionsstellen	3
2.2	Multifunktionsstelle Sedrun – Fluchtweg durch die Querkaverne	4
2.3	Multifunktionsstelle Faido – Fluchtweg durch die Querkaverne	6
3	Risiken für Reise- und Güterzüge im Bereich der Multifunktionsstellen	8
3.1	Betrachtete Szenarien	8
3.2	Wahrscheinlichkeit für Halt in den Multifunktionsstellen	9
3.2.1	Halt in der Multifunktionsstelle Sedrun	9
3.2.2	Halt im Bereich der MFS Faido	10
4	Auswirkung auf das Risiko	11
4.1	Risiko für Situation ohne Fluchtweg durch die Querkavernen	11
4.1.1	Sedrun	11
4.1.2	Faido	13
4.2	Risiko für Situationen mit Fluchtweg durch die Querkavernen	15
4.2.1	Sedrun	15
4.2.2	Faido	17
4.3	Gesamtbetrachtung der Fluchtmöglichkeiten durch die QK Sedrun und Faido	18
4.4	Gefährdung des Erhaltungspersonals	19
5	Schlussfolgerung	19
6	Literaturverzeichnis	20
7	Abkürzungsverzeichnis	20

### **Beilagen**

- Plan GBT, Sedrun, Multifunktionsstelle Sedrun Fluchtmöglichkeiten für Reisende, Übersicht 1:2'000, dat. 22.09.2006 (LZ01-#78584)
- Plan GBT Faido/Bodio, Multifunktionsstelle Faido Fluchtmöglichkeiten für Reisende, Übersicht 1:2'000, dat. 22.09.2006 (LZ01-#78585)

## **1 Einleitung**

### **1.1 Ausgangslage**

Der 56.7 km lange Gotthard-Basistunnel (GBT) beginnt beim Nordportal Erstfeld und endet beim Südportal Bodio. Er besteht aus zwei einspurigen Tunnelröhren, welche durch Querschläge ca. alle 325 m miteinander verbunden sind. Im Abstand von rund 20 km sind im Tunnel die beiden Multifunktionsstellen (MFS) Sedrun und Faido angeordnet. Diese enthalten neben technischen Anlagen, einem Lüftungsbauwerk und zwei Spurwechseln auch zwei miteinander verbundene auf Reisezuglänge ausgelegte Nothaltestellen (NHS).

Im Ereignisfall Brand ist die Selbstrettungsphase d.h. die vorhandenen Fluchtmöglichkeiten in einen geschützten Bereich entscheidend für das Überleben der Passagiere eines Reisezuges.

Als Folge der Verschiebung der MFS Faido hat die ATG die Fluchtwegmöglichkeiten im Bereich der MFS nochmals überprüft.

Gemäss Ziffer 5.3 des Dispositivs der Plangenehmigungsverfügung vom 15.02.1999 betreffend die Tunnelabschnitte Amsteg, Sedrun, Faido und Bodio wird die ATG verpflichtet, den vorgesehenen Querschlagsabstand von ursprünglich 650 m auf 325 m, bzw. entsprechend den Standards vom 31.12.1998 [1], welche der Vereinbarung Bund / ATG zu Grunde liegen, zu halbieren.

Der Abstand von 325 m wird im Bereich der MFS teilweise überschritten. Dabei werden die vorgesehenen Durchgänge durch die Spurwechseltore bei den MFS bei der Fluchtwegermittlung berücksichtigt.

### **1.2 Aufgabenstellung**

Im vorliegenden Dokument wird der Einfluss von grösseren Querschlagsabständen im Bereich der MFS Sedrun und Faido untersucht.

Durch die Realisierung der Rettungswege durch die Querkavernen (QK) der MFS können diese grösseren Abstände reduziert werden. Die Auswirkung der grösseren Querschlagsabstände auf das Risiko wird mit und ohne Gestaltung der QK als Rettungswege in den Bereichen der MFS Sedrun und Faido anhand der Methodik der Quantitativen Risikoanalyse (QRA) [2] ermittelt.

Für die QRA [2] wurden über den ganzen GBT Querschlagsabstände von 325 m angenommen. Diese Annahme wird mit dem vorliegenden Bericht präzisiert.

## **2 Fluchtmöglichkeiten in den Bereichen den Multifunktionsstellen Sedrun und Faido**

### **2.1 Lage der Multifunktionsstellen**

Die Multifunktionsstellen Sedrun und Faido liegen etwa in den Drittelpunkten des GBT (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

## 2.2 Multifunktionsstelle Sedrun – Fluchtweg durch die Querkaverne

Im Bereich der MFS Sedrun werden die in den Standards [1] vorgegebenen Abstände von 325 m zum Teil überschritten. In der Oströhre im Bereich der MFS Sedrun beträgt der maximale Abstand zwischen zwei Fluchtmöglichkeiten 590 m (zwischen den Spurwechselloren der Verbindungsstollen Nord und Süd). In der Weströhre, anschliessend an die NHS in Richtung Norden, beträgt der maximale Abstand 1'006 m (Abstand zwischen den Spurwechselloren). Wird die Querkaverne als zusätzlichen Fluchtweg ausgebildet, lassen sich die Fluchtweglängen reduzieren.

In der Beilage „Übersicht Multifunktionsstelle Sedrun, Fluchtmöglichkeiten für Reisende, 1:2'000“ sind die relevanten Fluchtdistanzen zwischen den Querschlägen, Verbindungsstollen (Türen in den Spurwechselloren) und Querkavernen angegeben. Die Distanzen bei den Tunnelwechselloren beziehen sich jeweils auf die Spurwechselloren.

Die Querkaverne liegt etwa in der Mitte der MFS Sedrun zwischen der NHS Ost und der NHS West. Wird die Querkaverne als zusätzlicher Fluchtweg ausgebildet (analoge Ausgestaltung wie die Querschläge im GBT), so kann für den Bereich mit Querschlagsabstand 1'006 m (Weströhre) bzw. 590 m (Oströhre) der Abstand bis zum nächsten Übergang in die gegenüberliegende Tunnelröhre in etwa halbiert werden. Die grössten Abstände<sup>1</sup> betragen dann in der Weströhre 494 m, 512 m und 336 m (Richtung Norden) und in der Oströhre 492 m (Richtung Süden).

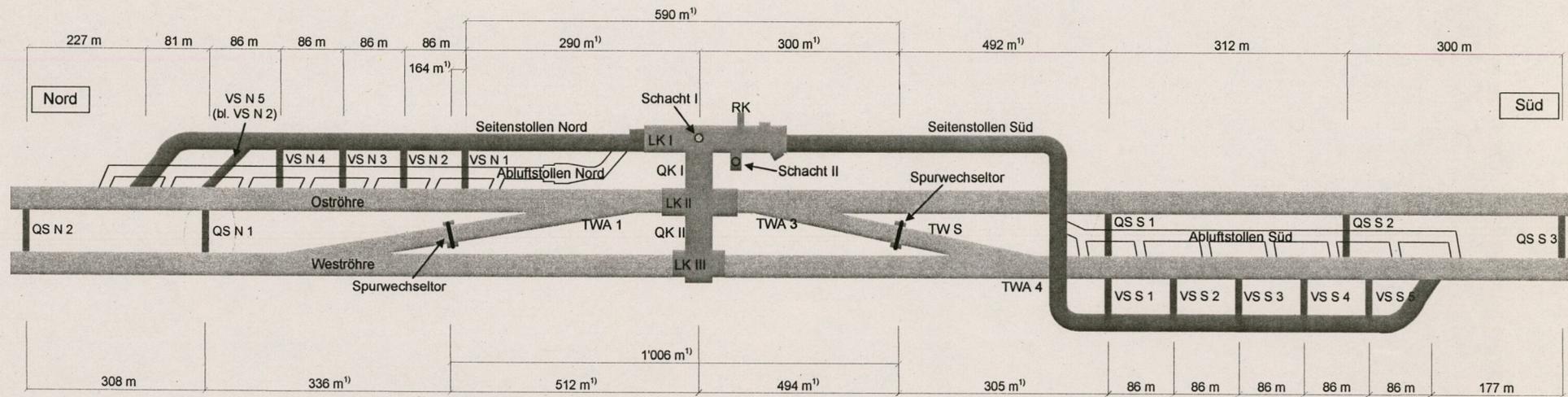
Damit die Querkaverne als Fluchtweg dienen kann d.h. auf der Ebene der Fahrbahn ein abgetrennter Fluchtweg möglich wird, braucht es eine Anpassung der Raumdisposition. Zusätzlich müssten gegen die Bahntunnels Türen eingebaut werden.

Es wäre auch möglich, von beiden Tunnelröhren aus – über die Querkaverne (über die Treppen bis ins 2. Obergeschoss) – den Seitenstollen zu erreichen. Abklärungen betreffend des Einflusses auf die Arbeitssicherheit sind in Kapitel 4.4 zu finden.

Aufgrund der Kabelanlagen in den Banketten liegt die Oberkante bzw. Oberfläche der Bankette in der MFS zum Teil auf 48 und 55 cm über Schienenoberkante (Normalprofil 25 cm (ausser) bzw. 35 cm (innen) über Schienenoberkante).

---

<sup>1</sup> Es handelt sich dabei teilweise um Distanzen in der Abwicklung (auch Fluchtwege durch Verbindungsstollen) von Fluchtwegtüren zu Fluchtwegtüren.  
Es werden nur Abstände zwischen Fluchtwegen angeführt, die grösser als 325 m sind.



1) Fluchtweglänge in der Abwicklung

Abbildung 1: Querkaverne in der Multifunktionsstelle Sedrun (nicht massstabgetreu)

### **2.3 Multifunktionsstelle Faido – Fluchtweg durch die Querkaverne**

Im Bereich der MFS Faido werden die in den Standards [1] vorgegebenen Abstände von 325 m zum Teil überschritten. Die Abstände betragen in der Weströhre nach der NHS in Richtung Norden 790 m und 339 m in der Oströhre nach der NHS in Richtung Süden 679 m, 374 m, 390 m und 348 m (vgl. Beilage „Übersicht Multifunktionsstelle Faido, Fluchtmöglichkeiten für Reisende, 1:2'000“).

Im Bereich der MFS Faido liegt die Querkaverne in der Verlängerung des Zugangstollens Faido. Wird die Querkaverne als zusätzlichen Fluchtweg ausgelegt (analoge Ausgestaltung wie die Querschläge im GBT), kann insbesondere der grösste Abstand<sup>2</sup> von 790 m in der Weströhre auf 469 m bzw. 321 m verkürzt werden. Mit der Querkaverne als zusätzlichen Fluchtweg betragen die Abstände<sup>3</sup> in der Weströhre 469 m und 339 m (Richtung Norden), in der Oströhre 358 m, 374 m, 390 m und 348 m (Richtung Süden).

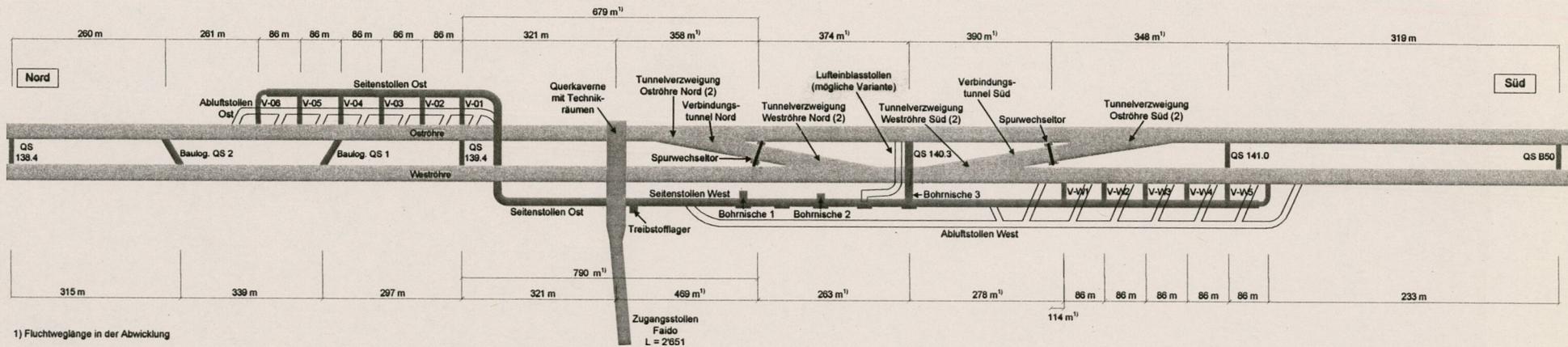
Damit die Querkaverne als Fluchtweg dienen kann d.h. auf der Ebene der Fahrbahn ein abgetrennter Fluchtweg möglich wird, braucht es eine Anpassung der Raumdisposition. Zusätzlich müssten gegen die Bahntunnels Türen eingebaut werden.

Es wäre auch möglich, von beiden Tunnelröhren aus - über die Querkavernen (über die Treppen bis ins 2. Obergeschoss) - den Seitenstollen zu erreichen. Abklärungen betreffend des Einflusses auf die Arbeitssicherheit sind in Kapitel 4.4 zu finden.

Aufgrund der Kabelanlagen in den Banketten ist die Oberkante bzw. Oberfläche der Bankette in der MFS zum Teil auf 48 und 55 cm über Schienenoberkante (Normalprofil 25 cm (ausser) bzw. 35 cm (innen) über Schienenoberkante).

---

<sup>2</sup> Es handelt sich dabei teilweise um Distanzen in der Abwicklung (auch Fluchtwege durch Verbindungsstollen) von Fluchtwegtüre zu Fluchtwegtüre.  
Es werden nur Abstände zwischen Fluchtwegen angeführt, die grösser als 325 m sind.



1) Fluchtweglänge in der Abwicklung

Abbildung 2: Querkaverne in der Multifunktionsstelle Faido (nicht masstabgetreu)

### 3 Risiken für Reise- und Güterzüge im Bereich der Multifunktionsstellen

#### 3.1 Betrachtete Szenarien

Es werden basierend auf der QRA [2] folgende Szenarien betrachtet:

- Brand Reisezug
- Brand Triebfahrzeug von Reisezug
- Brand Rollende Autobahn (RA)
- Entgleisung Reisezug und RA ohne Brandentwicklung
- Entgleisung Reisezug und RA mit Brandentwicklung

Die Wahrscheinlichkeiten dieser relevanten Szenarien werden gemäss [2] in der folgenden Tabelle erläutert.

Relevante Szenarien	Erläuterungen zu den Wahrscheinlichkeiten
Brand in Reisezugwagen	Die Brandwahrscheinlichkeit für Brand in Reisezugwagen mit Lauffähigkeitsausfall beträgt gemäss QRA [2] $9.5 \times 10^{-9}$ pro 100 m Einspurtunnel und Jahr.
Brand in Triebfahrzeugen	<p>Die relative Wahrscheinlichkeit für den Halt an beliebiger Stelle bei Bränden in Lokomotiven ist relativ gross, da rasch die Traktionsfähigkeit betroffen sein kann. Von der resultierenden Ausmasssituation her sind allerdings die Fälle des Brandes in Wagen eines Reisezuges massgebend, da bei einem Triebfahrzeug auch kleinere Brände sehr rasch zum Traktionsausfall führen können (Elektrik-, Elektronikbrände). Solche Brände können aber – auch in Folge des frühzeitigen Erkennens – teilweise mit zugeeigneten Mitteln gelöscht werden oder – bei vergeblichen Löschversuchen – bleibt den Passagieren genügend Zeit, sich vom Brandherd zu entfernen.</p> <p>Bei Bränden in Triebfahrzeugen wird angenommen, dass der Zug in jedem Fall an beliebiger Stelle liegen bleibt. Gemäss QRA [2] beträgt diese Wahrscheinlichkeit <math>1.1 \times 10^{-8}</math> pro 100 m Einspurtunnel und Jahr.</p>
Brand in RA	Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Zug der Rollenden Autobahn infolge eines Brandes an beliebiger Stelle liegen bleibt beträgt gemäss QRA [2] $3.9 \times 10^{-6}$ pro 100 m Einspurtunnel und Jahr.
Entgleisung Reisezug	<p>Die Wahrscheinlichkeit für die Entgleisung eines Reisezuges mit nachfolgendem Brand beträgt <math>3.4 \times 10^{-10}</math> pro 100 m Länge des Zwei-Einspurtunnelsystems und Jahr. Es wird konservativ angenommen, dass die Entgleisungen meistens bei den Weichen stattfinden. Im GBT befinden sich insgesamt 8 Weichen, jeweils bei den Spurwechseln.</p> <p>Entgleisungen ohne nachfolgende Brandentwicklungen können in der vorliegenden Analyse vernachlässigt werden.</p> <p>Damit kann pro Weiche und Jahr mit einer Entgleisungswahrscheinlichkeit von <math>4.3 \times 10^{-11}</math> gerechnet werden.</p>

Relevante Szenarien	Erläuterungen zu den Wahrscheinlichkeiten
Entgleisung RA	<p>Die Wahrscheinlichkeit für die Entgleisung eines Zuges der RA mit nachfolgendem Brand beträgt gemäss QRA [2] <math>2.0 \times 10^{-7}</math> pro 100 m Länge des Zwei-Einspurtunnelsystems und Jahr.</p> <p>Für die vorliegende Abschätzung wird konservativ angenommen, dass die Entgleisungen nur bei den Weichen stattfindet. Damit kann pro Weiche und Jahr mit einer Entgleisungswahrscheinlichkeit von <math>2.5 \times 10^{-8}</math> gerechnet werden.</p> <p>Entgleisungen ohne nachfolgende Brandentwicklungen können hier vernachlässigt werden.</p>
Güterzüge	<p>Ein in Brand geratener Güterzug wird immer – falls möglich – aus dem Tunnel gefahren. Er wird nicht bei den NHS gestoppt. Der Lokführer ist mit einer Fluchthaube ausgerüstet. Stoppt der Zug an beliebiger Stelle ist in der Regel aber nur der Lokführer direkt betroffen. Die Szenarien mit Güterzügen werden nicht weiterverfolgt.</p>

Die Notlaufeigenschaften<sup>3</sup> ermöglichen in der Regel einem in Brand geratenen Reisezug, die nächste NHS oder das Portal zu erreichen. Für die im GBT verkehrenden Reisezugwagen wird eine Mindest-Notlauffähigkeit von 15 Minuten bei Vollbrand gefordert. Bei einem Brand in einem Reisezugwagen bleibt der Zug dann an beliebiger Stelle liegen, wenn die Restlauffähigkeit nicht ausreicht, um das Tunnelportal oder die Nothaltestelle zu erreichen.

Wird der Brand vor Erreichen der NHS erkannt, wird der Zug bei der NHS anhalten. Entsteht der Brand erst kurz vor der NHS oder wurde er nicht erkannt, ist es möglich, dass der Zug die NHS überfährt und versuchen wird, das Portal oder die nächste NHS zu erreichen. Der Fall, dass ein Reisezug unmittelbar nach der NHS noch im Bereich der MFS zum Stehen kommt, ist vor allem bei einem Triebfahrzeugbrand möglich. All die in diesem Kapitel beschriebenen Aspekte sind in den nachfolgenden Betrachtungen und Berechnung konservativ eingeschlossen.

Durch die Führerstandssignalisierung (FSS) wird ferner sichergestellt, dass ein Halt in der MFS gezielt im Bereich der vorgesehenen NHS erfolgen kann und diese im Regelfall nicht überfahren wird.

## 3.2 Wahrscheinlichkeit für Halt in den Multifunktionsstellen

### 3.2.1 Halt in der Multifunktionsstelle Sedrun

Der Bereich mit grossen Querschlagsabständen hat in der MFS Sedrun eine Gesamtlänge<sup>4</sup> von 2'088 m (in beiden Tunnelröhren zusammen, ohne QK als Fluchtweg).

Im Brandfall kann ein Zug in diesen Bereichen zum Stehen kommen, wenn er – nach Norden oder nach Süden fahrend – die NHS passiert hat und gleich anschliessend liegen bleibt.

<sup>3</sup> Das Ziel ist es aus dem Tunnel zu fahren oder die nächste NHS zu erreichen. Die in der TSI Rollmaterial [3] geforderten Anforderungen für Reisezugwagen genügen jedoch nicht, um dies in allen Fällen sicherzustellen.

<sup>4</sup>  $1'006 \text{ m} + 590 \text{ m} + 492 \text{ m} = 2'088 \text{ m}$

Entgleisungen finden typischerweise meist bei Weichen statt. Im Bereich der MFS Sedrun können dabei ebenfalls Züge in den kritischen Bereichen zu liegen kommen. Für das Szenario Entgleisung sind für den betroffenen Bereich der Weströhre und der Oströhre drei Weichen relevant.

Die Wahrscheinlichkeiten für den Halt in den Bereichen der MFS Sedrun basieren auf der QRA und sind in nachfolgender Tabelle dargestellt:

	Wahrscheinlichkeiten pro 100 m Einspurtunnel und Jahr bzw. pro Weiche und Jahr <sup>5</sup>	Wahrscheinlichkeiten im kritischen Bereich pro 2'088 m bzw. pro 3 Weichen und Jahr
Brand Reisezug	$9.5 \times 10^{-9}$	$2.0 \times 10^{-7}$
Brand Tf von Reisezug	$1.1 \times 10^{-8}$	$2.3 \times 10^{-7}$
Brand RA	$3.9 \times 10^{-6}$	$8.1 \times 10^{-5}$
Entgleisung Reisezug mit Brand	$4.3 \times 10^{-11}$	$1.3 \times 10^{-10}$
Entgleisung RA mit Brand	$2.5 \times 10^{-8}$	$7.5 \times 10^{-8}$

Tabelle 1: Wahrscheinlichkeiten für den Halt im Bereich der MFS Sedrun (ohne QK als Fluchtweg)

### 3.2.2 Halt im Bereich der MFS Faido

Der Bereich mit grossen Querschlagsabständen hat in der MFS Faido eine Gesamtlänge<sup>6</sup> von 2'233 m (in beiden Tunnelröhren zusammen, ohne Fluchtweg durch QK; ohne die äussersten Abstände ausserhalb der MFS)<sup>7</sup>.

Im Brandfall kann ein Zug in diesen Bereichen zum Stehen kommen, wenn er – nach Norden oder nach Süden fahrend – die NHS passiert hat und gleich anschliessend liegen bleibt.

Entgleisungen finden typischerweise meist bei Weichen statt. Im Bereich der MFS Faido können dabei ebenfalls Züge in den kritischen Bereichen zu liegen kommen. Für das Szenario Entgleisung sind für den betroffenen Bereich der Weströhre und der Oströhre zwei Weichen relevant.

Die Wahrscheinlichkeiten für den Halt in den Bereichen der MFS Faido ist in nachfolgender Tabelle dargestellt.

	Wahrscheinlichkeiten pro 100 m Einspurtunnel und Jahr bzw. pro Weiche und Jahr <sup>8</sup>	Wahrscheinlichkeiten im kritischer Bereich pro 2'233 m bzw. pro 2 Weichen und Jahr
Brand Reisezug	$9.5 \times 10^{-9}$	$2.2 \times 10^{-7}$
Brand Tf von Reisezug	$1.1 \times 10^{-8}$	$2.5 \times 10^{-7}$
Brand RA	$3.9 \times 10^{-6}$	$8.9 \times 10^{-5}$
Entgleisung Reisezug mit Brand	$4.3 \times 10^{-11}$	$8.6 \times 10^{-11}$
Entgleisung RA mit Brand	$2.5 \times 10^{-8}$	$5.0 \times 10^{-8}$

Tabelle 2: Wahrscheinlichkeiten für den Halt in den Bereichen der MFS Faido (ohne QK als Fluchtweg)

<sup>5</sup> Grundlagen zu den Wahrscheinlichkeiten sind in Kapitel 3.1 dargestellt.

<sup>6</sup>  $790 \text{ m} + 679 \text{ m} + 374 \text{ m} + 390 \text{ m} = 2'233 \text{ m}$

<sup>7</sup> Der Abstand von 348 m vom Verbindungstunnel Süd bis zum nächsten Querschlag der Oströhre wird hier nicht zum kritischen Bereich addiert.

<sup>8</sup> Grundlagen zu den Wahrscheinlichkeiten sind in Kapitel 3.1 dargestellt.

## **4 Auswirkung auf das Risiko**

Nachfolgend wird die Auswirkung der unterschiedlichen Abstände der Fluchtmöglichkeiten auf das Risiko im GBT dargestellt. In Kapitel 4.1 werden die Auswirkungen gezeigt, falls die Querkavernen nicht als Fluchtweg ausgebaut werden (Fall 1).

In Kapitel 4.2 werden die Risikoprofile unter Berücksichtigung der Querkavernen als zusätzliche Fluchtwege dargestellt (Fall 2). Die maximalen Fluchtweglängen reduzieren sich dabei auf rund 260 m, d.h. es ergeben sich Fluchtmöglichkeiten in geschützte Bereiche mit Abständen von ca. 500 m.

Die Risikoerhöhung durch die grösseren Abstände ergibt sich insbesondere aus den Szenarien B-1 (Brand in Triebfahrzeugen von Personenzug), B-2 (Brand in Reisezugwagen) und B-4 (Brand RA).

Für die Berechnung des Risikoprofils wurde aufgrund der unterschiedlichen Abstände der Fluchtmöglichkeiten zwischen der Ost- und der Weströhre unterschieden. Das resultierende Risikoprofil wird für den Abschnitt II des GBT dargestellt. Die Risikoveränderung im Bereich der MFS gegenüber der QRA [2] wurde streckenmässig gewichtet und addiert.

Der Einfluss auf das Risikoprofil wird am Beispiel des Abschnitts II, in welchem die Bereiche MFS Sedrun und Faido eingerechnet sind, aufgezeigt.

### **4.1 Risiko für Situation ohne Fluchtweg durch die Querkavernen**

Nachfolgend werden die Risikoprofile dargestellt, falls die Querkavernen nicht als zusätzliche Fluchtmöglichkeiten ausgebaut werden. Die Grundlagen (Distanzen, Wahrscheinlichkeiten etc.) sind in Kapitel 3.2.1 (Sedrun) und Kapitel 3.2.2 (Faido) dargestellt.

#### **4.1.1 Sedrun**

Die roten Kurven in den Abbildungen 4 und 5 sind jeweils das resultierende Risikoprofil aufgrund der grösseren Querschlagsabstände. Die schwarze Kurve entspricht der in der QRA [2] dargestellten Summenkurven.

Für die Summe aller Szenarien ergibt sich für den GBT nur eine leichte Erhöhung des Risikoprofils (vgl. Abbildung 3). Dies liegt daran, dass ein Halt im Bereich mit erhöhten Querschlagsabständen mit einer kleinen Wahrscheinlichkeit und somit mit einer kleinen Auswirkung auf das Risikoprofil verbunden ist. Die erhöhten Querschlagsabstände in der MFS Sedrun haben keinen Einfluss auf die Gefahrgutrisiken.

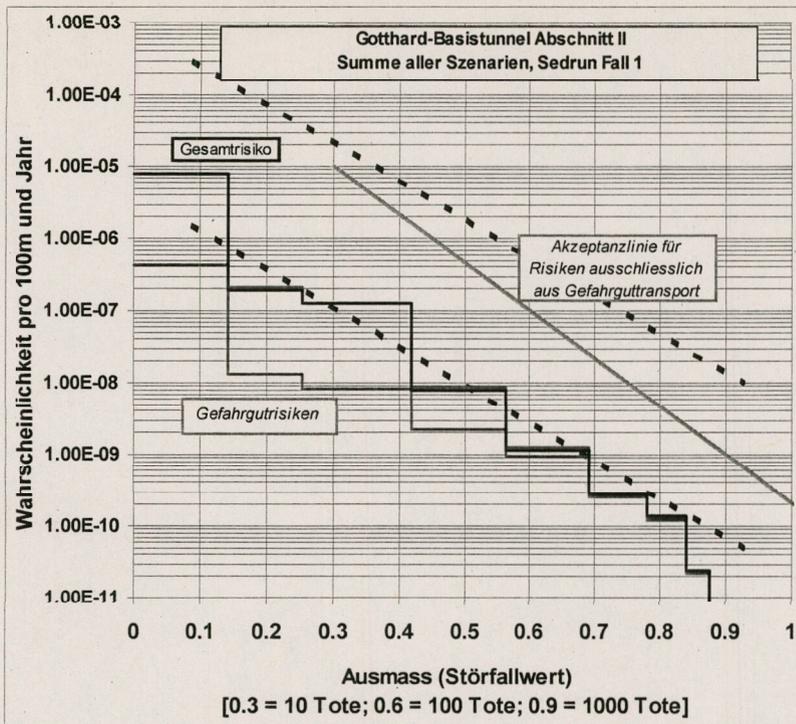


Abbildung 3: Schwarze Kurve: Summe aller Szenarien, QRA 11.05.2000 [2]  
 Rote Kurve: Summe aller Szenarien, Sedrun ohne Fluchtweg durch QK (Fall 1)

Das Risikoprofil in der Abbildung 4 zeigt die Risikoerhöhung für das Szenario B2, Brand in Reisewagen für den Abschnitt II (Sedrun – Faido).

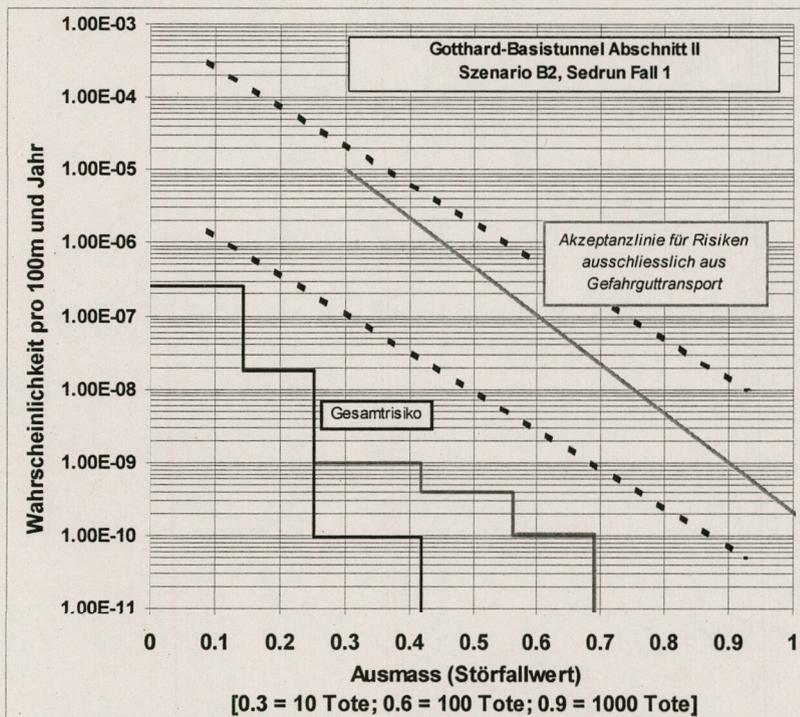


Abbildung 4: Schwarze Kurve: Szenario B-2, Brand in Reisewagen, QRA 11.05.2000 [2]  
 Rote Kurve: Szenario B-2, Brand in Reisewagen, Sedrun ohne Fluchtweg durch QK (Fall 1)

Beim Szenario B-2 ergibt sich für mittlere und grosse Ausmasse eine Erhöhung des Risikos. Wegen der sehr kleinen Häufigkeit eines Haltes im Bereich mit erhöhten Abständen ist jedoch das resultierende Risiko für das Szenario B-2 deutlich unter dem Übergangsbereich.

#### 4.1.2 Faido

Für die Summe aller Szenarien ergibt sich für den GBT nur eine geringe Erhöhung des Risikos (vgl. Abbildung 5). Dies liegt daran, dass ein Halt im Bereich mit erhöhten Querschlagsabständen mit einer kleinen Wahrscheinlichkeit und somit mit einer kleinen Auswirkung auf das Risikoprofil verbunden ist. Die erhöhten Querschlagsabstände in der MFS Faido haben keinen Einfluss auf die Gefahrgutrisiken.

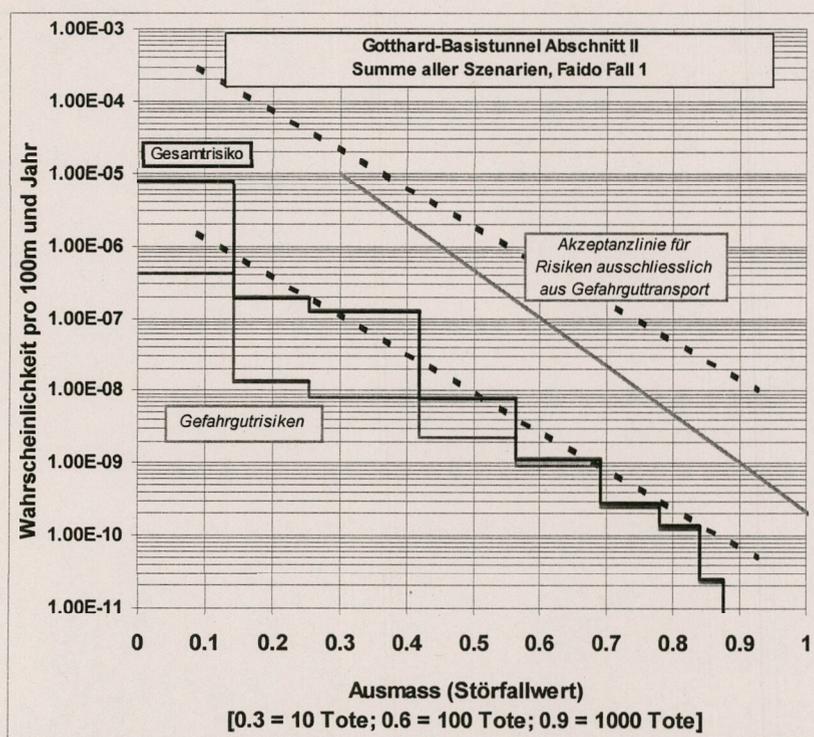


Abbildung 5: Schwarze Kurve: Summe aller Szenarien, QRA 11.05.2000 [2]  
Rote Kurve: Summe aller Szenarien, Faido ohne Fluchtweg durch QK (Fall 1)

Das Risikoprofil in der Abbildung 6 zeigt die Risikoerhöhung für das Szenario B2, Brand in Reisezugwagen.

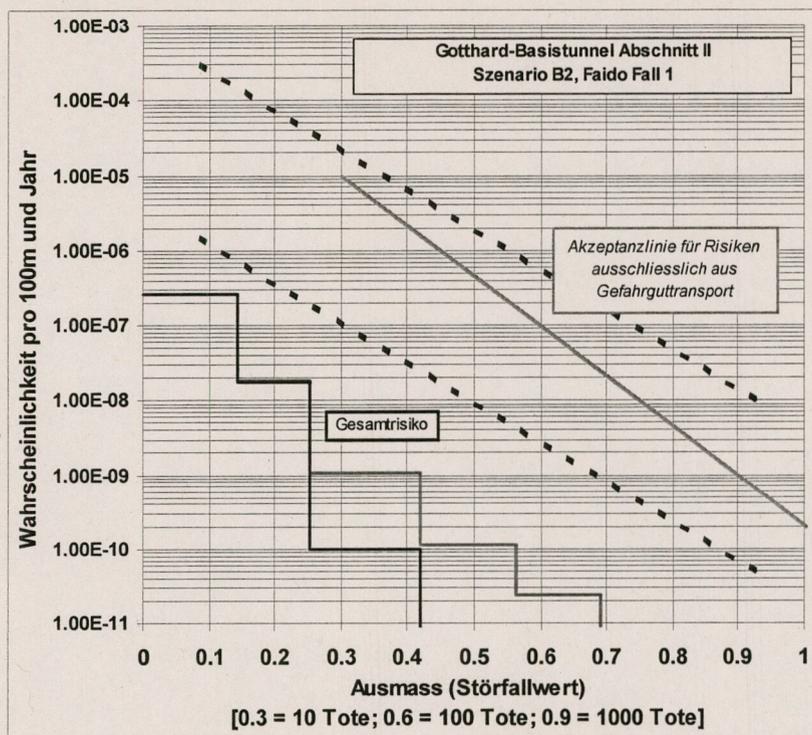


Abbildung 6: Schwarze Kurve: Szenario B-2, Brand in Reisewagen, QRA 11.05.2000 [2]  
Rote Kurve: Szenario B-2, Brand in Reisewagen, Faido ohne Fluchtweg durch QK (Fall 1)

Beim Szenario B-2 liegt für mittlere und grosse Ausmasse ein höheres Risiko vor. Aufgrund der sehr kleinen Häufigkeit eines Haltes im Bereich mit grösseren Abständen ist jedoch das resultierende Risiko für das Szenario B-2 deutlich unter dem Übergangsbereich.

## 4.2 Risiko für Situationen mit Fluchtweg durch die Querkavernen

Nachfolgend werden die Risikoprofile dargestellt, falls die Querkavernen als zusätzliche Fluchtmöglichkeiten ausgebaut werden.

### 4.2.1 Sedrun

Für die Summe aller Szenarien ist unter Berücksichtigung eines Fluchtwegs durch die Querkaverne kaum eine Erhöhung des Risikos feststellbar (vgl. Abbildung 7).

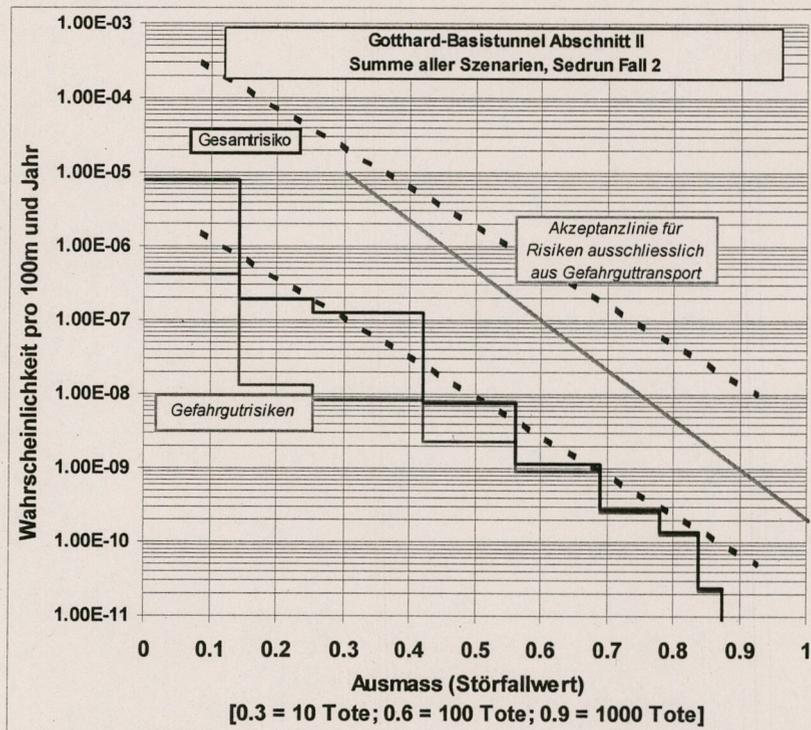


Abbildung 7: Schwarze Kurve: Summe aller Szenarien, QRA 11.05.2000 [2]  
Rote Kurve: Summe aller Szenarien, Sedrun mit Fluchtweg durch QK (Fall 2)

Das Risikoprofil in Abbildung 8 zeigt die Risikoerhöhung für das Szenario B2, Brand in Reisezugwagen.

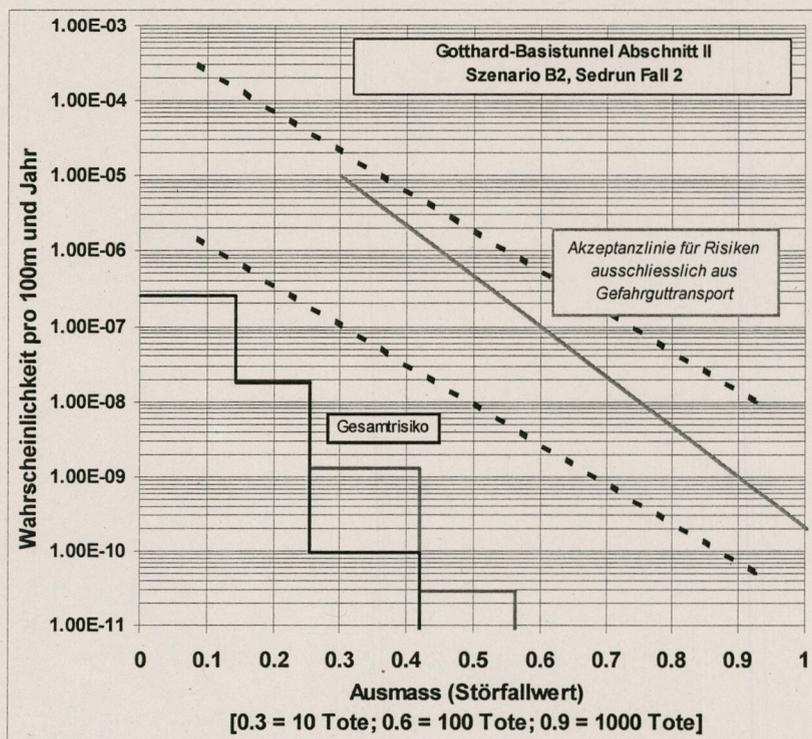


Abbildung 8: Schwarze Kurve: Szenario B-2, Brand in Reisewagen, QRA 11.05.2000 [2]  
Rote Kurve: Szenario B-2, Brand in Reisewagen, Sedrun mit Fluchtweg durch QK (Fall 2)

Insbesondere für die mittleren Ausmasse ergibt sich aufgrund der gegenüber der QRA grösseren Fluchtweglängen (Abstände zwischen geschützten Bereichen) für das Szenario B-2, Brand in Reisezugwagen eine Erhöhung des Risikos bei kleiner Eintretenswahrscheinlichkeit.

#### 4.2.2 Faido

Für die Summe aller Szenarien ist unter Berücksichtigung eines Fluchtwegs durch die Querkaverne keine Veränderung (Erhöhung) des Risikos feststellbar (dargestellte Kurven in Abbildung 9 liegen aufeinander).

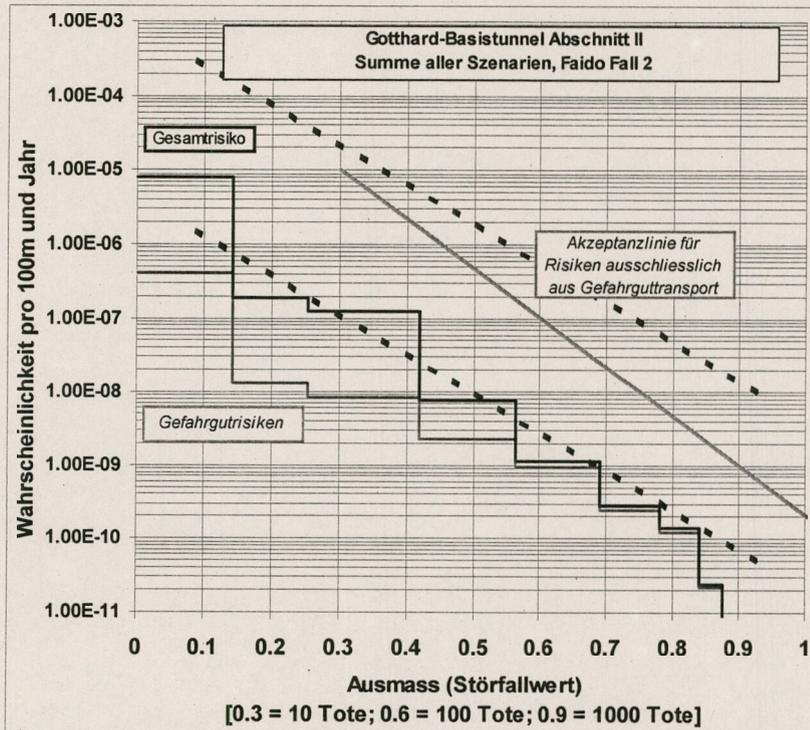


Abbildung 9: Schwarze Kurve: Summe aller Szenarien, QRA 11.05.2000 [2]  
Rote Kurve: Summe aller Szenarien, Faido mit Fluchtweg durch QK (Fall 2)

Das Risikoprofil in Abbildung 10 zeigt die Risikoerhöhung für das Szenario B2, Brand in Reisezugwagen.

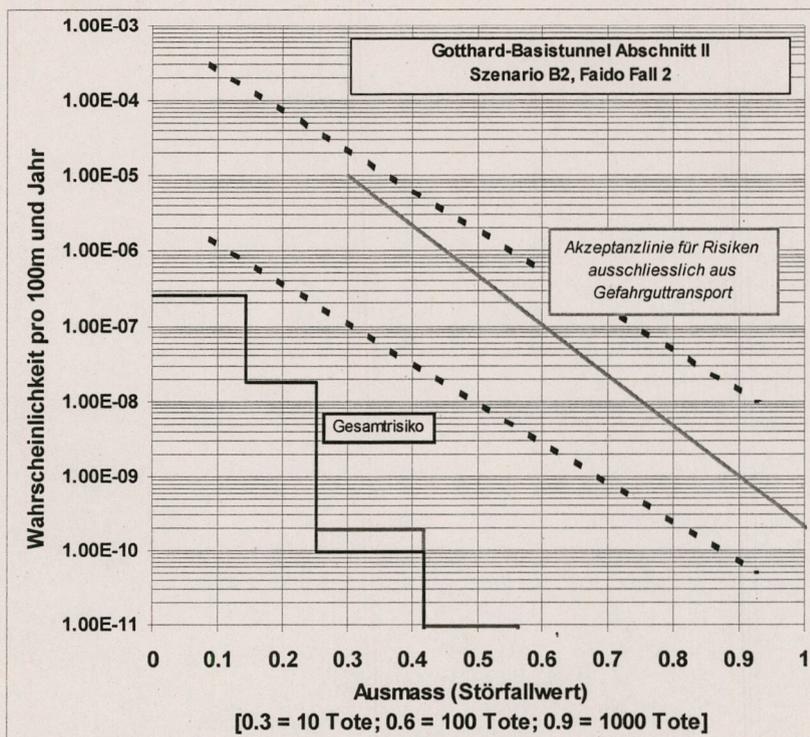


Abbildung 10: Schwarze Kurve: Szenario B-2, Brand in Reisewagen, QRA 11.05.2000 [2]  
Rote Kurve: Szenario B-2, Brand in Reisewagen, Faido mit Fluchtweg durch QK (Fall 2)

Für die mittleren Ausmasse ergibt sich aufgrund der gegenüber der QRA grösseren Fluchtweglängen (Abstände zwischen geschützten Bereichen) für das Szenario B-2, Brand in Reisezugwagen eine leichte Erhöhung des Risikos.

### 4.3 Gesamtbetrachtung der Fluchtmöglichkeiten durch die QK Sedrun und Faido

Der Ausbau der QK als Fluchtweg führt zu einer Verbesserung der Fluchtmöglichkeiten in den Bereichen der MFS Sedrun und Faido.

Die Szenarien mit Brand

- Brand Reisezüge (Reisezugwagen) und
- Brand Züge der Rollenden Autobahn (RA)

zeigen aufgrund des grösseren Abstände der Fluchtmöglichkeiten einen negativen Einfluss auf das Gesamtrisiko. Das Gesamtrisiko wird jedoch kaum erkennbar negativ beeinflusst.

#### 4.4 Gefährdung des Erhaltungspersonals

Werden die Querkavernen als zusätzliche Fluchtwege ausgebaut, kann das Erhaltungspersonal die für die Fluchtwege notwendigen Tore in der Querkaverne unerlaubter Weise nutzen und somit durch unerlaubtes Überschreiten der Geleise gefährdet werden. Dabei kann das Betreten der Fahrbahn unbewusst oder mit Absicht zur Wegabkürzung erfolgen.

Es wird angenommen, dass etwa 10- bis 100-mal pro Jahr für beide MFS mit einem Fall zu rechnen ist, wo Unterhaltungspersonal aufgabenbedingt die Seite wechseln muss und dabei das Gleis unter Betrieb queren könnte.

Ein Fehlverhalten von geschultem Personal ist etwa in  $10^{-5}$  der Fälle zu rechnen. Geht man davon aus, dass trotz Verbot auch absichtlich Wegabkürzungen erfolgen, erhöht sich dieser Faktor auf  $10^{-4}$ .

Rechnet man ferner in 1 % der unerlaubten Querungen mit Todesfolgen (überrascht werden durch Zug), so ergeben sich  $10$  (bzw.  $100$ )  $\times 10^{-4} \times 0.01 = 10^{-5}$  (bzw.  $10^{-4}$ ) Todesopfer pro Jahr.

Die in den Kapiteln 4.1 und 4.2 durchgeführten Berechnungen der Risiken aufgrund der grösseren Abstände für die entsprechenden Szenarien (Brand Reisezüge, Brand RA) ergeben, dass für den Fall ohne Fluchtweg durch Querkavernen pro Jahr mit rund  $2.8 \times 10^{-4}$  Todesopfern<sup>9</sup> mehr zu rechnen ist, als im Fall mit Fluchtweg durch Querkavernen. Diese Risiken sind also um rund einen Faktor 3 bis 30 grösser als die zusätzlichen Risiken für das Unterhaltungspersonal.

### 5 Schlussfolgerung

Im Bereich der MFS Sedrun und Faido werden die maximal zulässigen Abstände zwischen geschützten Bereichen aufgrund der grossen Querschlagsabstände zum Teil überschritten. Zur Verkürzung dieser Abstände können Fluchtwege durch die Querkavernen geführt werden. Die dadurch notwendigen Türen von den Querkavernen zu den Fahrröhren führen jedoch gleichzeitig zu einer Erhöhung der Risiken für das Unterhaltungspersonal, falls diese unerlaubterweise benutzt und die Gleise überschritten werden. Die vorliegende Betrachtung geht davon aus, dass Fluchtwege durch die Querkavernen dann zu empfehlen sind, falls der Sicherheitsgewinn durch die Verkürzung der Abstände grösser ist als die zusätzlichen Risiken für das Unterhaltungspersonal.

Die durchgeführten Berechnungen der Risiken (Kapitel 4) zeigen aufgrund der grösseren Querschlagsabstände für die entsprechenden Szenarien (Brand Reisezüge, Brand Rollende Autobahn RA), dass für den Fall ohne Fluchtweg durch Querkavernen (Fall 1) pro Jahr mit rund  $2.8 \times 10^{-4}$  Todesopfern mehr zu rechnen ist, als im Fall mit Fluchtweg durch Querkavernen (Fall 2). Diese Risiken sind um rund einen Faktor 3 bis 30 grösser als die zusätzlichen Risiken für das Unterhaltungspersonal von ca.  $10^{-5}$  bis  $10^{-4}$  Todesopfer pro Jahr (Kapitel 4.3).

Der Vorteil von kürzeren Fluchtwegen durch die Querkavernen wiegt stärker als die gering höheren Risiken für das Unterhaltungspersonal. Zusätzliche Massnahmen (z.B. weitere Querschläge) erhö-

---

<sup>9</sup> Differenz zwischen den Ausmassen mit Berücksichtigung der QK *mit* Fluchtwegen (kurze Abstände) und den Ausmassen *ohne* die Gestaltung der QK mit Fluchtwegen (lange Abstände)

hen die Betriebssicherheit gegenüber der Realisierung von Fluchtmöglichkeiten durch die Querkavernen nur noch geringfügig.

Der Ausbau der Querkavernen mit Fluchtwegen wird aufgrund des Mehrwerts bezüglich Betriebssicherheit (kürzere Fluchtwege) und den geringen Aufwendungen empfohlen.

## 6 Literaturverzeichnis

- [1] AlpTransit Gotthard AG: Standards, Werk Achse Gotthard, Abschnitte Nord, GBT, Süd, Stand 31.12.1998
- [2] AlpTransit Gotthard AG: Sicherheitskonzept, Gotthard-Basistunnel (mit Risikoermittlung nach StfV), 11.05.2000
- [3] Kommission der europäischen Gemeinschaften, Technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Fahrzeuge“ des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems gemäss Artikel 6 Absatz 1 der Richtlinie 96/48/EG, Entscheidung der Kommission vom 30. Mai 2002

### Mitgeltende Unterlagen

- AlpTransit Gotthard AG: Alarm- und Rettungskonzept für die Nutzungsphase, 11.05.2000
- AlpTransit Gotthard AG: Zeitliche Abläufe bei der Selbstrettung, 25.01.2000
- AlpTransit Gotthard AG: Faido/Bodio Los 452/554, Tunnel Faido MFS Faido, Kabeltrassierung / Bankette MFS, Übersicht, Ausführungsprojekt / Koordinationsplan, 1:2'000, 30.07.2004
- AlpTransit Gotthard AG: Sedrun Los 360, Multifunktionsstelle Kabeltrassierung / Bankette Koordinationsplan, Ausführungsprojekt / Koordinationsplan, 1:2'000, 1:125, 15.06.2004

## 7 Abkürzungsverzeichnis

bl	baulogistisch	RA	Rollende Autobahn
FSS	Führerstandsignalisierung	RK	Rettungskammer
GBT	Gotthard Basistunnel	S	Süd
LK	Längskaverne	SOK	Schienenoberkante
MFS	Multifunktionsstelle	SS	Seitenstollen
N	Nord	Tf	Triebfahrzeug
NHS	Nothaltestelle	TWA	Tunnelwechsellaufweite
QK	Querkaverne	VS	Verbindungsstollen
QRA	Quantitative Risikoanalyse	V-O	Verbindungsstollen Ost
QS	Querschlag	V-W	Verbindungsstollen West