

BUNDESAMT FÜR VERKEHR
OFFICE FÉDÉRAL DES TRANSPORTS
UFFICIO FEDERALE DEI TRASPORTI
FEDERAL OFFICE OF TRANSPORT

Schlussbericht
zur
SICHERHEIT
in
bestehenden
schweizerischen
Eisenbahntunnels

Untersuchung des BAV im Auftrag des Departementschefs UVEK

Bern, Januar 2001

Impressum

- Verantwortlich: Bundesamt für Verkehr (BAV), Abteilung Technik
- Federführung: BAV, Abteilung Technik, Sektion Anlagen (L. Riesen)
- Mitarbeit:
- BAV Abteilung Technik:
 - Sektion Sicherheitstechnik (A. Fuhrer)
 - Sektion Rollmaterial (P. Pieren)
 - BAV Abteilung Bau:
 - Sektion Bahn2000/HGV (R. Müller)
 - Sektion AlpTransit (P. Breitenstein)
 - BAV Abteilung Aufsicht:
 - Sektion Audits/Ereignisse (P. Habegger)
 - BAV Support:
 - Sektion Recht (W. Amacker)
 - Sektion Politik/Kommunikation (S. Moser)
- Stabsorgan ASIT (H. Meuli, A. Ruch, Dr. N. Seifert, K. Kammer, Ch. Lanz)
- Kontaktadresse: Bundesamt für Verkehr (BAV), Kommunikation,
Bollwerk 27, CH - 3003 Bern,
Tel. 031 / 322 36 43, Fax 031 / 322 76 99**
- Ausgabe: Version 1.0, Januar 2001

Inhaltsverzeichnis

A	Zusammenfassung	1
B	Grundlagen.....	7
1	Einleitung.....	7
1.1	Auftrag	7
1.2	Zielsetzungen der Untersuchung.....	7
1.3	Geltungsbereich.....	8
2	Allgemeines zur Tunnelsicherheit.....	9
2.1	Sicherheit von Eisenbahntunnels	9
2.2	Unfallanalyse, Vergleich Tunnel und offene Strecke	10
2.3	Vergleich Strassen- und Eisenbahnverkehr	13
2.4	AlpTransit - Eisenbahntunnel.....	15
3	Vorgehen	17
3.1	Untersuchungsobjekt "Tunnel"	17
3.2	Ablauf.....	17
3.3	Klassierung der Tunnels	18
3.4	Daten	22
C	Die schweizerischen Eisenbahntunnels (Auswertung)	25
1	Überblick / Beurteilung.....	26
1.1	Überblick.....	26
1.2	Verteilung nach Kategorien	27
2	Allgemeine Auswertung	31
2.1	Tunnelsysteme und Spurweiten	31
2.2	Länge.....	33
2.3	Alter und baulicher Zustand.....	34
2.4	Verkehr (Menge / Zusammensetzung)	36
3	Auswertung betreffend Möglichkeiten zur Selbstrettung	39
3.1	Länge der Fluchtwege	39
3.2	Ausrüstung der Fluchtwege	40
4	Auswertung betreffend Unterstützung zur Fremdrettung.....	42
4.1	Zugänglichkeit der Tunnels	42
4.2	Einsatzkräfte	43
4.3	Kommunikationsinfrastruktur	44
4.4	Einsatzplanung (aktueller Stand).....	45
5	Rollmaterial (aktueller Stand)	47
5.1	Grundsätzliches	47
5.2	Beispiel: Neues Rollmaterial für den Vereinatunnel	48
6	Information der Reisenden (aktueller Stand).....	48

7	Autoverlad (aktueller Stand).....	49
7.1	Spezifische Sicherheitsmassnahmen.....	49
7.2	Besondere Sicherheitsprobleme.....	50
7.3	Autoverlad Kandersteg – Iselle.....	50
D	Massnahmen.....	53
1	Einführung.....	53
1.1	Grundsätzliches.....	53
1.2	Bereits geplante Massnahmen an konkreten Objekten.....	54
1.3	Rechtliche Grundlagen.....	54
2	Massnahmenzusammenstellung.....	55
2.1	Ereignisverhindernde Massnahmen.....	56
2.2	Ausmassmindernde Massnahmen.....	59
2.3	Massnahmen zur Erleichterung der Selbstrettung.....	61
2.4	Massnahmen zur Erleichterung der Fremdrettung.....	63
2.5	Massnahmen betreffend Rollmaterial.....	67
2.6	Massnahmen betreffend Information der Reisenden.....	69
2.7	Spezielle Sofortmassnahme in Zusammenhang mit der Störfallverordnung (Einsatzplanung und Einsatzpläne).....	71
2.8	Spezielle Massnahmen beim Autoverlad.....	72
2.9	Spezielle Massnahmen bei Bi-nationalen Tunnels.....	73
E	Vorgehensvorschlag und Schlussfolgerungen.....	75
1	Vervollständigen der Tunneldatenbank.....	75
2	Umsetzung der Massnahmen.....	75
2.1	Allgemeines.....	75
2.2	Massnahmen betreffend Infrastruktur, Betrieb, Organisation.....	76
2.3	Massnahmen betreffend Rollmaterial.....	77
2.4	Massnahmen betreffend Information der Reisenden.....	77
2.5	Spezielle Sofortmassnahme in Zusammenhang mit der Störfallverordnung (Einsatzplanung und Einsatzpläne).....	78
2.6	Spezielle Massnahmen beim Autoverlad.....	78
2.7	Spezielle Massnahmen bei bi-nationalen Tunnels.....	78
2.8	Kosten und Finanzierung der Massnahmen.....	78
3	Schlussfolgerung.....	79

Anhänge	81
A1 Tunnelliste	83
A2 Legende Bahnkürzel.....	91
A3 Fragebogen	93
A4 "nicht empfehlenswerte" Massnahmen.....	97
A5 Beispiel einer Informationsschrift für Passagiere von Reisezügen (Dänische Staatsbahn, DSB).....	101

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 : Übersicht über die Tunnels der Kategorie D.....	4
Tabelle 2 : Eisenbahnunfälle 1990 bis 1997	10
Tabelle 3: Eisenbahnunfälle 1990 bis 1997: getötete Personen.....	11
Tabelle 4: Vergleich der Unfallarten im Gesamtnetz und in allen Tunnels der SBB.....	11
Tabelle 5: SBB: Errechnete Todesopfer gesamtes Netz / Tunnel	12
Tabelle 6: Unfälle, Verletzte und Tote, Vergleich Eisenbahnen / Strasse	13
Tabelle 7: Unfallhäufigkeiten verschiedener Verkehrsmittel.....	14
Tabelle 8: Kategorien gemäss BAV (SUV verfeinert)	19
Tabelle 9: Faktoren zur Beiwertberechnung	20
Tabelle 10: Parameter der Datensammlung schweizerischer Eisenbahntunnels.....	23
Tabelle 11: Verteilung der Tunnels nach Kategorien.....	28
Tabelle 12: Tunnels der Kategorien D1 bis D4	29
Tabelle 13: Tunnelsysteme der D-Tunnel.....	32
Tabelle 14: Spurweite und Bahnsystem	32
Tabelle 15 : Grössenverteilung der Eisenbahntunnels in der Schweiz.....	33
Tabelle 16 : Alter der D-Tunnels	35
Tabelle 17 : Baulicher Zustand der D- und C-Tunnels.....	36
Tabelle 18: Betrieb.....	38
Tabelle 19: Spezifische Sicherheitsmassnahmen beim Autoverlad	50
Tabelle 20: C- und D-Tunnel der Autoverladestrecke Kandersteg - Iselle.....	50

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anzahl Tunnels pro Unternehmen	27
Abbildung 2: Standort der Tunnels der Kategorie D	30
Abbildung 3: Tunnelsystem	31
Abbildung 4: Grössenverteilung.....	33
Abbildung 5: Tunnelalter und Erhaltungsarbeiten	34
Abbildung 6: Zugfrequenzen	37
Abbildung 7: Güterzugsanteil	38
Abbildung 8: Fluchtweglänge	40
Abbildung 9: Selbstrettungsinfrastruktur.....	41
Abbildung 10: Zugangsmöglichkeit zu den Tunnelportalen	42
Abbildung 11: Einsatzzeit örtliche Rettungskräfte	43
Abbildung 12: Alarmierungs- und Kommunikationsmittel	45
Abbildung 13: Stand Vollzug Störfallverordnung (Streckenpläne).....	46

Abkürzungsverzeichnis

Bahnkürzel	siehe Legende im Anhang A2
AB EBV	Ausführungsbestimmungen der Eisenbahnverordnung
AB NZV	Ausführungsbestimmungen der Eisenbahn-Netzzugangsverordnung
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BAV	Bundesamt für Verkehr
BFS	Bundesamt für Statistik
EBV	Eisenbahnverordnung
EN _{Nr}	Europäische Norm (Nr.)
prEN _{Nr}	Europäische Norm provisorisch (Nr.)
GZ	Güterzug
KTU	Konzessionierte Transportunternehmungen
NZV	Eisenbahn-Netzzugangsverordnung
PZ	Personenzug
StFV	Störfallverordnung
SUV	Sicherheitsstandards unterirdischer Verkehrsanlagen der SBB (Bericht 1993)
UIC	Union international des chemins de fer
UVEK	Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation

A Zusammenfassung

Die Untersuchung des BAV zur Sicherheit in den schweizerischen Eisenbahntunnels kommt zum Schluss, dass die meisten Tunnels ein hohes Sicherheitsniveau aufweisen und keine ernsthaften Sicherheitsprobleme bestehen. Die häufigsten Unfallursachen der Eisenbahnen können in Tunnels nicht auftreten. Für Bahnreisende ist die Fahrt durch Tunnels grundsätzlich noch sicherer als auf dem offenen Streckennetz.

Allerdings kann das Schadenausmass eines möglichen Unfalls in einem Tunnel sehr gross sein. Der Grund dafür liegt bei der hohen Zahl von Personen, die mit Personenzügen transportiert werden, aber auch bei den räumlichen Gegebenheiten der Tunnels.

Trotz des bestehenden hohen Sicherheitsniveaus kommt deshalb Rettungsmassnahmen ausserordentliche Bedeutung zu. Bei einzelnen, langen Tunnels stellte die Untersuchung diesbezüglich einen Nachholbedarf fest. Im weiteren besteht ein Optimierungsbedarf beim Rollmaterial sowie bei der Ausrüstung und beim Einsatz der Rettungsdienste.

Die Brandkatastrophen, die sich 1999 in den beiden Strassentunnels «Mont Blanc» und «Tauern» ereigneten, veranlassten Bundesrat Moritz Leuenberger, Vorsteher des Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), vom Bundesamt für Verkehr (BAV) die Sicherheit in den bestehenden Eisenbahntunnels abklären zu lassen. Insbesondere sollten der bauliche und technische Zustand der Tunnels, die Eignung des Rollmaterials, die Ausrüstung der Einsatzkräfte sowie die vorgesehene Information der Reisenden bei einem allfälligen Zwischenfall beurteilt werden.

Der vorliegende Bericht stellt die Ergebnisse der vom BAV durchgeführten Untersuchung dar. Er stützt sich auf eine umfassende Erhebung des BAV bei den schweizerischen Bahnunternehmungen zu den sicherheitsrelevanten Aspekten ihrer Tunnels. Die SBB haben die Sicherheit ihrer Tunnels bereits Anfang der 90er-Jahre überprüft. Die Ergebnisse der SBB-Studie sowie die darin verwendete Methodik bildeten eine weitere Grundlage dieses Berichtes.

Die wirksamsten Massnahmen zur Verbesserung der Rettungschancen - die Einrichtung kurzer und gut ausgerüsteter Fluchtwege, Verbesserungen bei den Zufahrtsmöglichkeiten zu den Tunnels oder die Installation mehrfacher Kommunikationsmöglichkeiten – sind mit erheblichen Kosten verbunden. Grösstenteils können sie bei der baulichen Erneuerung integriert werden, die bei zahlreichen Tunnels ohnehin vorgesehen ist. Das BAV erwartet von den schweizerischen Bahnunternehmen eine Massnahmenplanung und empfiehlt ihnen, die Investitionsplanung anzupassen.

Erste Übersicht über schweizerische Eisenbahntunnels

Mit der Untersuchung zur Sicherheit der Eisenbahntunnels wurde erstmals eine Übersicht über die Charakteristik der Bahntunnels der Schweiz erstellt. In die Untersuchung einbezogen wurden 689 Tunnels, die am 1. 1. 2000 in Betrieb standen. Drei von ihnen sind grenzüberschreitende, also bi-nationale Tunnels. Besitzer oder Betreiber dieser Tunnels sind insgesamt 67 Bahnunternehmen. Die wichtigste Betreiberin, die SBB, ist für 250 oder 36 % aller Tunnels verantwortlich. Es folgen die RhB mit 113 Tunnels (16 %), die BLS mit 51 (7 %) und die MOB mit 31 (5 %).

70 Prozent aller Tunnels weisen eine Länge von höchstens 300 Metern auf, sind also maximal so lang wie ein Personenzug. Nur 10 Prozent der Tunnels messen über einen Kilometer. Die 12 Tunnels mit über 5000 Metern Länge umfassen 35 Prozent der gesamten Tunnelnetzlänge. Bei den längeren Tunnels handelt es sich mehrheitlich um Einspurtunnels, bei welchen Unfallarten wie Zusammenstösse fast nicht möglich sind. Gleichzeitig handelt es sich bei vielen der längeren Tunnels um wichtige Verkehrsachsen, die stark frequentiert sind und sowohl für Personenverkehr wie für Güterverkehr genutzt werden.

Die Eisenbahninfrastruktur der Schweiz stammt zu grossen Teilen aus den Anfängen des 20. Jahrhunderts oder gar aus dem 19. Jahrhundert. 107 Tunnels oder weniger als ein Sechstel aller untersuchten Tunnels sind jünger als 75 Jahre. 77 wurden nach 1950 erstellt. Bei der Mehrheit der Tunnels liegen grössere Unterhaltsarbeiten mehr als 20 Jahre zurück. Bei zahlreichen Tunnels stehen in nächster Zeit deshalb grössere Baumassnahmen an oder sind bereits geplant. Ein einziger der längeren Tunnels ist aus bautechnischen Gründen kurzfristig sanierungsbedürftig.

Die Bahn - ein sicheres Verkehrsmittel

Die Bahn ist grundsätzlich ein sicheres Verkehrsmittel. Die Spurführung der Schiene verhindert gefährliche Situationen wie das Schleudern oder das Fahren auf der falschen Fahrbahn, die auf Strassen häufig zu Unfällen führen. Zudem sind bei den Bahnen relativ wenige, jedoch professionell ausgebildete Fahrer im Einsatz, die zusätzlich technisch überwacht werden. Durchschnittlich ereigneten sich im Bahnverkehr zwischen 1990 und 1997 jährlich 260 Unfälle mit 80 Verletzten und 48 Toten. Dies sind 200 bis 400 mal weniger Unfälle und Verletzte als im Strassenverkehr sowie 15 mal weniger Todesfälle. Bei 62 Prozent der Unfälle im Eisenbahnverkehr zwischen 1990 und 1997 handelte es sich um Zusammenstösse. Zwei Drittel davon ereigneten sich an Bahnübergängen. Mit einem Anteil von über 40 Prozent am Total aller Unfälle ist dies die häufigste Unfallart bei den Eisenbahnen.

Eine Ursachenanalyse der SBB zu den Unfällen mit Todesfolgen zeigt, dass in Tunnels weit weniger tödliche Unfälle eintreten als auf offener Strecke. Häufige folgenschwere Unfallarten wie Unfälle an Bahnübergängen oder Personenunfälle beim Überschreiten von Gleisen oder beim Auf- und Abspringen können sich in Tunnels praktisch nicht ereignen. Auf Tunnelstrecken verzeichnen die SBB im Durchschnitt viermal weniger Unfalltodesopfer pro Streckenkilometer als auf offener Strecke. Die letzten beiden Unfälle mit Todesopfern in

einem Tunnel der SBB liegen Jahrzehnte zurück. Sie ereigneten sich 1971 im Simplontunnel beziehungsweise 1932 im Gütschtunnel (Luzern).

Die Auswirkungen eines Unfalls können in einem Tunnel allerdings gross sein. Bisherige Unfallereignisse in Tunnels haben gezeigt, dass vieles davon abhängt, ob sich die betroffenen Personen rechtzeitig und schnell in Sicherheit bringen können (Selbstrettung). Vor allem bei einem Brand herrschen wegen der Rauch- und Hitzeentwicklung im Tunnel rasch äusserst schwierige Bedingungen. Die Rettung von Aussen (Fremdrettung) benötigt Zeit und wird durch die herrschenden Bedingungen im Tunnelinnern zusätzlich erschwert.

Aufgrund dieser Aspekte erhält die Tunnellänge bei der Bewertung der Sicherheit zentrale Bedeutung. Weitere berücksichtigte Aspekte sind das Tunnelsystem, der Betrieb, die Infrastrukturausrüstung sowie die Rettungs- und Interventionsmöglichkeiten, die zu einem sogenannten Beiwert zusammengefasst werden. Auf der Grundlage der Tunnellänge und dieses Beiwertes wurden die Tunnels in vier Kategorien gegliedert.

Nach der Analyse von Tunnellänge und Beiwert kommt der Bericht zum Schluss, dass rund 84 % aller Tunnels sicherheitstechnisch unproblematisch sind. Es handelt sich grösstenteils um Tunnels von höchstens 300 Metern Länge. Sie sind den Kategorien A und B zugeteilt. Bei den 84 Tunnels der Kategorie C sind spezifische Massnahmen zu prüfen. Bei den 26 langen Tunnels der Kategorie D (vgl. Tabelle) sind Massnahmen gerechtfertigt.

Selbstrettung erleichtern

Die längstmögliche Distanz für die Flucht von einer Unfallstelle zu einem sicheren Portal entspricht in der Regel der halben Tunnellänge. Bei über 30 Tunnels der Kategorien C und D messen diese maximalen Fluchtwegdistanzen mehr als einen und bis zu 9.5 Kilometern. Vorteilhafter ist die Situation bei einem zwei-röhrigen Tunnelsystem mit Durchgängen in Abständen von einigen 100 Metern. Ein solches System verkürzt die Fluchtdistanz markant und ist deshalb auch für die neuen Basistunnels am Gotthard und am Lötschberg vorgesehen.

Verschiedene technische Einrichtungen können die Selbstrettung wesentlich erleichtern und unterstützen: 26 Tunnels der Kategorien C und D sind mit einer Beleuchtung ausgerüstet, 25 besitzen einen einfachen Gehweg mit Handlauf und Fluchtwegmarkierung. In zwei Tunnels bestehen Möglichkeiten zur Lüftung.

Eisenbahntunnels der Kategorie D. Bei ihnen sind spezifische Sicherheitsmassnahmen grundsätzlich gerechtfertigt.

Tunnelname	Bahn	Länge (m)	Eröffnungsjahr	Anzahl Röhren	Anzahl Gleise
Albis	SBB	3'360	1897	1	1
Albula	RhB	5'865	1903	1	1
Furka-Basis	FO	15'442	1982	1	1
Gotthard	SBB	15'003	1882	1	2
Grauholz	SBB	6'301	1995	1	2
Grenchenberg	BLS	8'578	1915	1	1
Hagenholz	SBB	2'837	1980	1	2
Hauenstein Basis	SBB	8'134	1916	1	2
Heitersberg	SBB	4'929	1975	1	2
Hirschengraben	SBB	1'246	1989	1	2
Jungfrau	JB	7'122	1912	1	1
Käferberg	SBB	2'119	1969	1	2
Kerenzerberg	SBB	3'955	1961	1	2
Loges (des)	SBB	3'259	1859	1	1
Lötschberg	BLS	14'612	1913	1	2
Mittalgraben II	BLS	3'298	1991	1	1
Mont-d'Or	SBB	6'099	1915	1	1
Ricken	SBB	8'603	1910	1	1
Schanze	RBS	1'200	1965	1	2
Schwamendingen	VBZ	2'161	1986	1	2
Simplon	SBB	19'803	1906	2	1+1
Stutzeck-Axenberg	SBB	3'375	1942	1	1
Vereina	RhB	19'043	1999	1	1
Wasserfluh	BT	3'556	1910	1	1
Weissenstein	RM	3'700	1908	1	1
Zürichberg	SBB	4'830	1990	1	2

Tabelle 1 : Übersicht über die Tunnels der Kategorie D

Rasche Hilfe entscheidend

Hilfe von Aussen erbringen bei einem Zwischenfall die bahneigenen Einsatzdienste und/oder die örtlichen Ereignisdienste wie Feuerwehr, Sanität, Chemiewehr usw. Je schneller diese vor Ort sind, desto wirksamer ist deren Hilfeleistung. Bei Brand oder Explosionen im Tunnel können diese wegen der Rauch- und Hitzeentwicklung allerdings nur eingreifen, wenn sie genügend rasch vor Ort einsatzfähig sind. Zum zeitgerechten Einsatz tragen geeignete Kommunikationsmöglichkeiten ebenso bei wie die rasche Einsatzbereitschaft der Mannschaft und die Erreichbarkeit der Tunnels.

Gut zwei Drittel der Tunnels der Kategorie D sind mit Kommunikationsmöglichkeiten zwischen dem Tunnel und der Aussenwelt ausgerüstet, welche die Alarmierung im Tunnel

überhaupt ermöglichen. Die längsten Tunnels sowie jene mit besonders hohen Personenverkehrsfrequenzen verfügen alle über entsprechende Einrichtungen.

Für den Ereignisfall verfügen einige Bahnen über eigene Lösch- und Rettungszüge, die über das Schienennetz direkt in die Tunnels geführt werden können. Für den Einsatz muss jedoch das Personal der Betriebswehr zusammengezogen werden. Bei langen Tunnels befinden sich die Rettungsmittel teilweise in der Nähe der Tunnelportale. In allen anderen Fällen ist eine längere Anfahrt in Kauf zu nehmen.

Mangelnde Erschliessung für Strassenfahrzeuge

Schneller verfügbar sind in der Regel die örtlichen Einsatzkräfte; bei zwei Dritteln der Tunnels der Kategorie D erreichen diese die Tunnelportale in weniger als 20 Minuten. In den Agglomerationen stehen professionelle Einsatzkräfte zur Verfügung, so dass die Rettungsmöglichkeiten dort besser sind als in der Peripherie. Im Gegensatz zu den bahneigenen Einsatzdiensten verfügen die örtlichen Rettungsdienste jedoch über keine Schienenfahrzeuge. Für sie ist es deshalb oft schwierig, die Tunnelportale zu erreichen. Bei weniger als einem Fünftel aller Tunnels ist eines der Portale auf einer Strasse erreichbar. Bei den Tunnels der Kategorien C und D ist dies bei 25-30 Prozent der Fall. Hinzu kommt, dass keiner der Eisenbahntunnels mit Strassenfahrzeugen befahren werden kann.

Für Streckenabschnitte, auf welchen der Transport von Gefahrgut vorgesehen ist, erarbeiten die Bahnen zur Zeit sogenannte Streckenpläne, um den Einsatz der bahn-eigenen sowie der örtlichen Einsatzdienste zu optimieren. Bei mehr als der Hälfte der Tunnels der Kategorien C und D sind die Arbeiten dazu abgeschlossen. Zusätzlich muss bedacht werden, dass sich Gefahrgutzüge nur äusserst selten gleichzeitig mit Personenzügen in Tunnels befinden – vor allem in kürzeren.

Gutes Rollmaterial bringt Sicherheit

Für die Sicherheit der Bahntunnels ist auch das Rollmaterial von Bedeutung. Die wesentlichen Sicherheitsaspekte sind ein guter Wartungszustand sowie die Einhaltung der Beladungsrichtlinien. Ein wichtiges Anliegen im Personenverkehr ist neben dem Brandschutz die Möglichkeit, die Notbremse überbrücken zu können. Damit soll verhindert werden, dass ein Personenzug unnötigerweise in einem Tunnel zu stehen kommt und damit das Schadenausmass erhöht wird.

Schliesslich müssen die Bahnunternehmen auch sicherstellen, dass sowohl das Personal wie auch die Bahnreisenden über das Verhalten im Ereignisfall orientiert sind. Die Untersuchung kommt zum Schluss, dass die entsprechende Kommunikation noch verbesserungsfähig ist. Die rasche Information der Fahrgäste beim Halt in einem Tunnel ist kaum etabliert. Präventive Informationen werden nur selten abgegeben, etwa im begleiteten kombinierten Verkehr (Rollende Landstrasse).

Sicherheitsniveau neuer Bahntunnels anstreben

Der Bericht enthält eine nach Prioritäten geordnete Liste tunnelspezifischer Sicherheitsmassnahmen. Mit ihnen soll das Sicherheitsniveau der bestehenden Tunnels jenem neuer Tunnels angenähert werden.

Die Auswahl der Massnahmen muss die spezifischen Eigenheiten eines Tunnels berücksichtigen. Im Bericht werden mögliche Massnahmen als Empfehlungen an die Bahnunternehmungen formuliert und nach dem jeweiligen Einflusssschwerpunkt gegliedert:

- ereignisverhindernde Massnahmen
- ausmassmindernde Massnahmen
- Massnahmen zur erleichterten Selbstrettung
- Massnahmen zur erleichterten Fremdrettung

Als nächstes sollen die Bahnunternehmungen dem BAV aufzeigen, mit welchen Massnahmen die Sicherheit ihrer Tunnels am effizientesten zusätzlich erhöht werden kann. Zur Zeit stehen keine besonderen Finanzierungsmöglichkeiten offen. Es bleibt damit Aufgabe der Bahnunternehmungen, die notwendigen Massnahmen in ihre Investitionsplanung zu integrieren. So steht zum Beispiel den SBB seit 1998 ein Kredit von 45 Millionen Franken zur Verfügung. Damit sollen bis 2005 in 27 Tunnels Fluchtwege mit Handläufen, Fluchtwegkennzeichnungen und Tunnelbeleuchtungen installiert werden.

B Grundlagen

1 Einleitung

Sind Eisenbahntunnels sicher genug?

Dieser Frage will der vorliegende Bericht nachgehen.

Anlass für die Untersuchung sind die Brandkatastrophen in den beiden Strassentunnels Mont Blanc und Tauern. Diese lenkten im Jahre 1999 die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit auf die Gefahren, welche die spezielle Situation eines Verkehrstunnels darstellt.

Der vorliegende Bericht gibt erstmals einen Überblick über alle am 1.1.2000 in Betrieb stehenden Eisenbahntunnels in der Schweiz und bildet damit die Grundlage für weitere gezielte Untersuchungen und die Entwicklung von Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit.

1.1 Auftrag

Der Vorsteher des UVEK hat am 14. September 1999 dem BAV den Auftrag erteilt, einen Bericht zur Sicherheit in den bestehenden Eisenbahntunnels der Schweiz zu erstellen. Dabei sollen insbesondere der bauliche und technische Zustand der Tunnels, die Eignung des Rollmaterials, die Ausrüstung der Einsatzkräfte und die Situation bezüglich der Information der Reisenden über das Verhalten im Brandfall beurteilt werden.

Mit einem Zwischenbericht informierte das BAV den Vorsteher des UVEK im Februar 2000 über den Stand der Untersuchung. Im März 2000 wurden erste Ergebnisse der Öffentlichkeit bekannt gegeben.

1.2 Zielsetzungen der Untersuchung

1.2.1 Übersicht Eisenbahntunnel

Zuerst musste ein Überblick über alle bestehenden Eisenbahntunnels in der Schweiz geschaffen werden. Eine entsprechende, vollständige Übersicht bestand bis heute nicht. Diese Datensammlung mit Basisinformationen zu allen Eisenbahntunnels soll eine Entscheidungsgrundlage für die weiteren Arbeiten zur gezielten Erhöhung der Sicherheit in Eisenbahntunnels bilden.

1.2.2 Beurteilung bezüglich Sicherheit

Auf Grund der durchgeführten Untersuchungen konnte eine erste Beurteilung der Sicherheit und damit auch des Risikos der einzelnen Tunnels vorgenommen werden.

1.2.3 Diskussion und Empfehlung von Massnahmen

Die Untersuchung umfasst weiter eine Diskussion möglicher Massnahmen zur Erhöhung der Tunnelsicherheit und entsprechende Empfehlungen für das weitere Vorgehen.

1.3 Geltungsbereich

1.3.1 Untersuchungsobjekt "Tunnel"

- Untersuchungsobjekt sind **alle bestehenden Eisenbahntunnels** (im Nachfolgenden nur noch Eisenbahntunnels oder Tunnels genannt) in der Schweiz, welche **am 1. 1. 2000 in Betrieb** waren und von einer Eisenbahn (gemäss Eisenbahngesetz (EBG) Art. 1 und Art. 2) betrieben werden.
- Als "schweizerisch" gilt ein Tunnel, sofern dieser mindestens teilweise (d.h. sobald ein Portal) auf dem Territorium der Schweiz liegt.
- Als Tunnel gilt eine Eisenbahnstrecke mit einer natürlichen oder künstlichen Überdeckung, in der Regel mit einer Gesteins-, Humus- oder Vegetationsschicht.

Nicht als Tunnel gelten:

- "Unterführungen", welche als Überdeckung z.B. eine Fahrbahn, eine Strasse oder ein Eisenbahn-Gleisfeld besitzen,
- Galerien (ohne anschliessenden Tunnel).

1.3.2 Untersuchungsgegenstand

- Die Datenerfassung umfasst sicherheitsrelevante Informationen über den Tunnel und seine Ausrüstung, den Betrieb, die Organisation und die Ereignisdienste.
- Die Untersuchung und die vorgeschlagenen Massnahmen befassen sich primär mit der Personensicherheit (der Reisenden) in Tunnels (tunnelspezifische Sicherheit).
- Allgemeine Risiken des Eisenbahnfahrens auf dem Gesamtnetz werden nicht speziell behandelt.
- Gefahrgüter werden nur soweit behandelt, wie sie einen Einfluss auf die Personensicherheit im Tunnel haben können.
- Sach- und Umweltschäden sowie Folgeschäden infolge Störfällen (z.B. Gesundheitsschäden der Anwohner aufgrund von Umweltverschmutzung) sind nicht berücksichtigt. Diese werden im Rahmen des Vollzuges der Störfallverordnung (Risikoermittlungen) untersucht.
- Die Besonderheiten des begleiteten Kombiverkehrs (Rollende Landstrasse) werden speziell untersucht.

2 Allgemeines zur Tunnelsicherheit

2.1 Sicherheit von Eisenbahntunnels

Die Eisenbahn gilt als sicheres Verkehrsmittel. **Unfälle** mit Verletzten und Toten **im Bahnbetrieb sind selten**, entsprechende Ereignisse **in Eisenbahntunnels noch wesentlich seltener**. So stammen die letzten zwei bekannten Unfälle (ohne Arbeitsunfälle) mit Todesopfern z.B. in einem Tunnel der SBB aus den Jahren 1971 (Simplontunnel) und 1932 (Gütschtunnel bei Luzern).

Folgende Gründe sind für die hohe Sicherheit von Eisenbahntunnels mitbestimmend:

- In Eisenbahntunnels fallen gewisse Ursachen für Zwischenfälle weg, z.B. alle Unfälle, welche sich auf Bahnübergängen ereignen.
- Gleiches gilt auch für die im Bahnbetrieb bedeutende Anzahl der Rangierunfälle.

Allerdings besitzen Tunnels spezifische Eigenschaften, welche zu einer Erhöhung des Risikos führen:

- Bedingt durch die engen Verhältnisse sind die Möglichkeiten der Flucht (Selbstrettung) und der Unterstützung von aussen (Fremdrettung) eingeschränkt. Dies kann insbesondere bei Bränden verheerende Auswirkungen haben.
- Die Selbstrettung aus einem langen Tunnel ist schwieriger als auf der offenen Strecke, weil der Fluchtweg normalerweise lang ist und (beim einröhrigen Tunnel) durch die Betriebsröhre selber führt. Diese wird bei einem Brand in kurzer Zeit verqualmt und das Klima für das Überleben entsprechend verschlechtert.
- Die Fremdrettung ist ebenfalls erschwert, da diese erst nach einer gewissen Zeit erfolgen kann und die Rettungskräfte zuerst in den Tunnel vordringen müssen.

2.2 Unfallanalyse, Vergleich Tunnel und offene Strecke

BAV und BFS veröffentlichen regelmässig Unfallstatistiken für den Eisenbahnverkehr. Nachfolgende Tabelle 2 stellt das Unfallgeschehen in den Jahren 1990 bis 1997 (letzte verfügbare Daten) auf dem gesamten Eisenbahnnetz dar:

	Unfälle Total	Zusammenstösse					Entgleisungen			andere Unfälle
		<i>mit Zügen</i>	<i>beim Rangier- dienst</i>	<i>auf Bahnüber- gängen</i>	<i>andere</i>	Total Zusam- menstösse	<i>von Zügen</i>	<i>beim Rangier- dienst</i>	Total Entglei- sungen	
	Anzahl									
Mittel SBB '90-'97	119	7	9	33	12	61	9	4	13	45
Mittel KTU '90-'97	141	3	4	74	20	101	12	3	15	25
Mittel alle '90-'97	260	10	13	107	32	162	21	7	28	70
	Anteil									
Mittel SBB '90-'97	46%	11%	15%	54%	20%	51%	69%	31%	11%	38%
Mittel KTU '90-'97	54%	3%	4%	73%	20%	72%	80%	20%	11%	17%
Mittel alle '90-'97	100%	6%	8%	66%	20%	62%	75%	25%	11%	27%

Tabelle 2 : Eisenbahnunfälle 1990 bis 1997¹

In der Schweiz ereigneten sich somit im Mittel der Jahre 1990 bis 1997 jährlich total 260 Unfälle. Dabei handelt es sich in 62% der Unfälle um Zusammenstösse, 11% der Unfälle waren Entgleisungen und 27% hatten andere Ursachen. Die häufigste Unfallursache bildeten Zusammenstösse auf Bahnübergängen (66% der Zusammenstösse bzw. 41% aller Unfälle).

¹ BFS/Verkehr/Tabelle E-E-21 (Datenquelle: Bundesamt für Verkehr)

Durch diese Unfälle sind im Mittel der Jahre 1990 bis 1997 jährlich rund 48 Todesopfer zu beklagen (siehe Tabelle 3). Bei 15% handelt es sich um Reisende, 14% der Opfer sind Angestellte und 71% Drittpersonen.

	Anzahl getötete Personen			
	<i>Reisende</i>	<i>Bedienstete</i>	<i>Drittpersonen</i>	Total
Mittel SBB '90-'97	6	5	20	31
Mittel KTU '90-'97	1	2	14	17
Mittel alle '90-'97	7	7	34	48
	Anteil getötete Personen			
	<i>Reisende</i>	<i>Bedienstete</i>	<i>Drittpersonen</i>	Total
Mittel SBB '90-'97	21%	15%	64%	100%
Mittel KTU '90-'97	4%	13%	83%	100%
Mittel alle '90-'97	15%	14%	71%	100%

Tabelle 3: Eisenbahnunfälle 1990 bis 1997: getötete Personen²

Die prozentuale Verteilung der Unfallarten als Ursache der Todesopfer auf dem Gesamtnetz einer Eisenbahn im Vergleich zu den Tunnels unterscheidet sich stark. Am Beispiel der SBB lassen sich diese Unterschiede sehr gut darstellen (siehe Tabelle 4).

Unfallart	Gesamtnetz SBB	Tunnel SBB
	<i>Prozentuale Verteilung der Todesfälle nach Unfallart</i>	<i>Prozentuale Verteilung der Todesfälle nach Unfallart</i>
Personenunfälle (Überschreiten von Gleisen, Auf- und Abspringen von Zügen, Stürze aus Zügen)	36%	7%
Arbeitsunfälle (im Zusammenhang mit Zugbewegungen)	28.4%	35%
Zugunfälle Reisende (Entgleisungen und Zusammenstöße)	7%	15%
Zugunfälle Dritte (Unfälle an Bahnübergängen und bei Rangierfahrten)	28%	0%
Brände in Zügen	0.4%	40%
Freisetzungen von gefährlichen Gütern mit Wirkung auf Reisende und Wohnbevölkerung	0.2%	3%
Total	100%	100%

Tabelle 4: Vergleich der Unfallarten im Gesamtnetz und in allen Tunnels der SBB³

² BFS/Verkehr/Tabelle E-E-21 (Datenquelle: Bundesamt für Verkehr)

³ SBB, 1998: Sicherheit in bestehenden Tunnels

Im Gesamtnetz der SBB ereignen sich somit 36% der Todesfälle im Zusammenhang mit "Personenunfällen", rund 28% der Todesfälle sind Arbeitsunfälle und weitere 28% der Todesfälle betreffen "Dritte" (ohne Suizide).

Im Tunnel dagegen verteilen sich die Unfallarten wesentlich anders als auf dem Gesamtnetz:

- Der Anteil Todesfälle mit Brand als Ursache beträgt im Gesamtnetz 0.4%, in Tunnels hingegen 40%.
- Im Tunnel beträgt der Anteil der Zugunfälle mit Dritten 0% gegenüber 28% im Gesamtnetz.
- Personenunfälle verursachen im Tunnel nur 7% der Todesopfer, gegenüber 36% auf dem Gesamtnetz der SBB.

Die genannte andersartige Verteilung der Unfallopfer in Tunnels hängt auch damit zusammen, dass diverse Unfallursachen für Zugunfälle mit Dritten (Bahnübergänge) und teilweise für Personenunfälle (erschwerter Zugang) wegfallen. **Damit reduziert** sich aber auch die **Häufigkeit eines Unfalls** mit Todesopfer pro Streckenkilometer **im Tunnel** gegenüber dem Gesamtnetz.

In ihren Untersuchungen⁴ kommt die SBB zum Schluss, dass auf ihrem gesamten Netz jährlich im Mittel mit rund 39 Todesopfer zu rechnen ist. Bei einem Tunnelanteil von rund 7% am Gesamtnetz der SBB wäre der errechnete Wert für die Tunnels (bei einer Gleichverteilung der Unfälle mit Todesopfern) rund 2.7 Todesopfer/Jahr. Der Anteil für alle Tunnels beträgt aber durchschnittlich nur 0.7 Personen pro Jahr (siehe Tabelle 5).

<i>Netz</i>	<i>Netz-Anteil</i>	<i>Todesopfer/Jahr</i>	<i>Anteil Todesopfer</i>
Gesamt SBB	100%	39	100%
Tunnel SBB	7%	0.7	1.8%

Tabelle 5: SBB: Errechnete Todesopfer gesamtes Netz / Tunnel

Die tatsächliche Wahrscheinlichkeit in einem Tunnel in einen Unfall mit Todesfolgen verwickelt zu werden beträgt 1.8% der Wahrscheinlichkeit auf dem Gesamtnetz (bei einem Tunnelanteil vom 7%). Die Wahrscheinlichkeit, und damit auch die Häufigkeit von Unfällen mit Todesfolgen, ist also in Tunnels rund vier mal geringer als auf der offenen Strecke.

Berücksichtigt man jedoch auch das mögliche Ausmass der Unfälle, insbesondere die Möglichkeit von Ereignissen mit vielen Todesopfern, so steigt das Risiko in den Tunnels an. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass gegenüber Grossunfällen eine Aversion (Risikoaversion) besteht. Daher werden üblicherweise die Risiken gewichtet, so dass Ereignisse mit grossem Ausmass (z.B. vielen Todesopfern) im Vergleich zu vielen kleinen Unfällen mit jeweils wenigen Opfern überdurchschnittlich bewertet werden. Am so gewichteten Risiko

4 SBB, 1993: Sicherheitsstandards für unterirdische Verkehrsanlagen der SBB

des SBB-Netzes betragen die Tunnelrisiken rund 11% (bei einem Tunnelanteil von 7%). Das gewichtete Risiko liegt also in Tunnels rund 50% über dem Wert für eine entsprechende offene Strecke.⁵

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass **Tunnelstrecken** verglichen mit offenen Eisenbahnstrecken **sicherer sind**. Unfälle mit Todesfolge ereignen sich in Tunnels rund vier mal seltener als auf offenen Strecken.

2.3 Vergleich Strassen- und Eisenbahnverkehr

Gemäss ASTRA⁶ bildet das Fehlverhalten von Verkehrsteilnehmern die Hauptursache für 95% der Unfälle im Strassenverkehr!

Primärer Sicherheitsvorteil der Bahn gegenüber der Strasse ist daher die Spurführung durch die Schiene. Diese verhindert gefährliche Situationen, die im Strassenverkehr zu Unfällen führen können (z.B. schleudern, Fahren auf der falschen Fahrbahn, ...).

Die Bahn verfügt weiter ausschliesslich über professionelle Lokführer, welche zusätzlich technisch überwacht werden (Zugsicherung, ZUB und künftig FSS, Sicherheitssteuerung "Totmannpedal"). Vergleichbar professionelle Fahrer sind auf der Strasse hauptsächlich im Lastwagen- und Bus-Verkehr unterwegs. Die Zahl der Fahrer ist im Verhältnis zur Transportmenge (Personen oder Güter) im Bahnverkehr wesentlich kleiner als im Strassenverkehr. Damit reduzieren sich die entsprechenden Unfallwahrscheinlichkeiten.

<i>Jahr</i>	<i>Eisenbahn</i>			<i>Strasse</i>		
	<i>Unfälle</i>	<i>Verletzte</i>	<i>Tote</i>	<i>Unfälle</i>	<i>Verletzte</i>	<i>Tote</i>
1970	619	396	101	74709	35961	1694
1980	330	132	72	67160	32326	1246
1990	329	140	87	79436	29243	954
1995	219	55	31	89098	28759	692
1997	209	50	40	79178	27286	587
Mittel 90-97	260	80	48	82080	28280	743

Tabelle 6: Unfälle, Verletzte und Tote, Vergleich Eisenbahnen / Strasse⁷

In absoluten Zahlen ereignen sich im Strassenverkehr im Durchschnitt der Jahre 1990 bis 1997 jährlich rund 300 mal mehr Unfälle als bei der Eisenbahn (siehe Tabelle 6). Die Zahl der Verletzten bewegt sich in denselben Relationen, die Zahl der getöteten Personen liegt im Strassenverkehr immer noch rund 15 mal über dem Wert der Eisenbahnen.

Vergleicht man die Todesfallwahrscheinlichkeit einzelner Verkehrsmittel⁸, so zeigt sich, dass Motorrad und Mofa die gefährlichsten Personenverkehrsmittel sind, gefolgt vom Per-

⁵ SBB, 1993: Sicherheitsstandard für unterirdische Verkehrsanlagen der SBB

⁶ Bundesamt für Strassen: ASTRA-Tunnel Task Force, Schlussbericht 23. Mai 2000

⁷ BFS: Verkehrsstatistik, div. Jahre

sonenwagen (PW). Sicherer als diese sind die Kollektivtransportmittel Schnellzug, Regionalzug, Bus, Flugzeug, Tram und Trolleybus.

Als Nachteil des Eisenbahnverkehrs ist die teilweise sehr grosse Menge an Personen zu betrachten, die pro Fahrt transportiert wird und somit in ein Ereignis involviert werden kann. Obwohl im Bahnverkehr seltener mit einem Ereignis gerechnet werden muss als im Strassenverkehr, kann das Ausmass bei einem Unfall im Bahnverkehr wesentlich grösser sein als bei einem Unfall im Strassenverkehr. Trotzdem ist der Sicherheitsstand der öffentlichen Verkehrsmittel hoch und damit das Risiko für die Benutzerinnen und Benutzer entsprechend gering. Pro Million Personenkilometer werden – rein statistisch gesehen – im Bahnverkehr 0.0004 Personen getötet, im privaten Strassenverkehr hingegen 0.0059 Personen (siehe Tabelle 7).

Sicherheit beim Reisen (Zahlen 1997)	Unfälle ^{a)} pro Mio Personen km	Verunfallte ^{b)} pro Mio Personen km		
		Total	Verletzte	Todesopfer
Öffentlicher Verkehr (öV)	0.0403	0.0184	0.0179	0.0005
- davon Bahnen ^{c)}	0.0228	0.0039	0.0035	0.0004
- davon Auto- und Trolleybusse ^{d)}	0.1194	0.0841	0.0832	0.0009
Individualverkehr (IV)^{e)}	0.9836	0.3119	0.3060	0.0059

^{a)} Unfälle insgesamt inkl. Drittpersonen
^{b)} öV: Reisende; IV: Lenker und Mitfahrer
^{c)} Bahnen Allgemeiner Verkehr, Trambahnen
^{d)} Postauto, städtische Verkehrsbetriebe, konzessionierte Automobilunternehmen
^{e)} Personenwagen, Motorräder, Motorfahrräder, Fahrräder

Tabelle 7: Unfallhäufigkeiten verschiedener Verkehrsmittel⁹

Die gleichen Aussagen gelten sinngemäss auch für den Gütertransport. Die Wahrscheinlichkeit, bei einem Unfall eines Gütertransportes das Leben zu verlieren ist beim Strassenverkehr wesentlich höher als beim Gütertransport auf der Schiene.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass **der Eisenbahnverkehr sicherer als der Strassenverkehr** ist. Zusätzlich sind sowohl beim Strassenverkehr wie auch beim Eisenbahnverkehr die Unfallzahlen in Tunnels kleiner als auf der offenen Strecke, weil gewisse Unfallursachen per Definition ausgeschlossen werden können.

⁸ GVF 1997b: Umweltindikatoren im Verkehr, Infrac, GVF-Bericht 1/97 in: UVEK, 1998: Verkehr gestern – heute – morgen. Daten, Fakten, Politik (S. 47)

⁹ LITRA: Verkehrszahlen 1999, Sicherheit beim Reisen

2.4 AlpTransit - Eisenbahntunnel

Obwohl die durchgeführten Untersuchungen auftragsgemäss nur die bestehenden Eisenbahntunnels betreffen, sei der Vollständigkeit halber hier noch ein kurzer Quervergleich mit den AlpTransit - Eisenbahntunnels angefügt.

Bei der Definition, Diskussion und Beurteilung von möglichen Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit in den bestehenden Eisenbahntunnels, flossen die Anforderungen an die sehr langen AlpTransit – Tunnels, soweit anwendbar, ein.

Das Sicherheitsniveau der bestehenden Tunnels soll unter Berücksichtigung der gegebenen Verhältnisse jenem der AlpTransit – Tunnels angenähert werden.

2.4.1 Infrastruktur

Im Rahmen der laufenden Genehmigungsarbeiten für neue Eisenbahntunnels (AlpTransit) werden die Sicherheitskonzepte intensiv diskutiert. Das Sicherheitsniveau dieser sehr langen, neuen Eisenbahntunnels orientiert sich am aktuellen Stand der Sicherheitstechnik und entspricht den Anforderungen europäischer Eisenbahn-Hochleistungsstrecken. Es liegt damit natürlich wesentlich über jenem bestehender Tunnels.

Die sicherheitsrelevanten Anforderungen an den Gotthard- und den Lötschberg-Basistunnel können beispielsweise wie folgt zusammengefasst werden:

Gotthard-Basistunnel

- Zwei Einspurröhren, wobei die eine Röhre ("gesunde Röhre") als Fluchtweg der "kranken" Röhre dient,
- 2 Nothaltestellen etwa in den Drittelpunkten, ausgerüstet mit spezifischer Infrastruktur für die Selbst- und Fremdrettung, insbesondere Frischluftzufuhr und Rauchabzug,
- Querschläge zwischen den beiden Betriebsröhren alle 325 m,
- "Gesunde Röhre" mit einem Klima, welches im Ereignisfall die Evakuierung der Reisenden (Selbstrettung) und den Einsatz der Ereignisdienste (Fremdrettung) ermöglicht,
- Rettungswege mit Handlauf und Beleuchtung,
- Tunnelentwässerung mit getrennter Ableitung des sauberen Bergwassers und des verschmutzten Tunnelwassers (von einer gewissen Bergwassermenge an), Explosionschutz und Rückhaltevolumen,
- Kommunikations- und Alarminfrastruktur.

Lötschberg-Basistunnel

- Zwei Tunnelröhren, zwischen der Nothaltestelle Ferden und dem Portal Frutigen wird nur eine Tunnelröhre bahntechnisch ausgerüstet. Eine Röhre kann somit immer als Fluchtweg dienen.

- Eine Nothaltstelle mit und eine Diensthaltestelle ohne Rauchabzug etwa in den Drittelpunkten, ausgerüstet mit spezifischer Infrastruktur für die Selbst- und Fremddrettung, insbesondere Frischluftzufuhr.
- Querschläge zwischen den beiden Betriebsröhren alle 333 m.
- In den übrigen Punkten stimmen Lötschberg- und Gotthard-Basistunnel weitgehend überein.

2.4.2 Anforderungen an das Rollmaterial für neue Tunnels

Im Hinblick auf den Betrieb in den neuen Basistunnels durch die Alpen (Gotthard-Basistunnel und Lötschberg-Basistunnel) wurden "Standards" definiert, welche u.a. auch Minimalanforderungen an das Rollmaterial festlegen, das in diesen Tunnels zum Einsatz gelangen soll:

- Notlauffähigkeit im Brandfall: Der Zug bleibt mindestens 15 Minuten ab Vollbrand lauffähig (gemäss UIC IF 4/91).
- Notbremsüberbrückung: Jeder Zug ist mit einer Zugstillstandsverhinderung auch bei kleinen Geschwindigkeiten ausgestattet.
- Unterbruch der Klimaanlage im Ereignisfall: Verhindert das Ansaugen von kontaminierter Luft.

Diese Anforderungen, welche für Rollmaterial von Reisezügen mit internationalem Standard gelten, ermöglichen einen kontrollierten Nothalt entweder ausserhalb des Tunnels oder in einer der dafür vorgesehenen und entsprechend ausgerüsteten Nothaltstellen (siehe Kapitel B2.4.1).

Zusätzlich zu diesen Vorgaben müssen auch bestehende internationale Normen und Vorschriften eingehalten werden, wie z.B. UIC-Vorschriften, prEN 50129 level 4, prEN 50128, EN 50155 und prEN 50120.

3 Vorgehen

Bis heute bestand keine "offizielle" Übersicht über die Eisenbahntunnels in der Schweiz.

Somit stellte sich die primäre Aufgabe, eine vollständige Zusammenstellung aller Eisenbahntunnels in der Schweiz zu erarbeiten. Eine wichtige Basis bildete dabei die Publikation "Schienennetz Schweiz"¹⁰. Der Autor stellte freundlicherweise die von ihm erarbeitete Tunnelliste als Basis für die vorliegende Untersuchung zur Verfügung.

3.1 Untersuchungsobjekt "Tunnel"

Auftragsgemäss umfasst die Untersuchung alle bestehenden Eisenbahntunnels in der Schweiz. Darin integriert sind die Tunnels aller Eisenbahnen, nämlich: Normalspurbahnen, Schmalspurbahnen, Standseilbahnen und Zahnradbahnen.

Die genaue Definition des Untersuchungsobjektes "Tunnel" befindet sich im Kapitel B1.3.1.

Das Untersuchungsobjekt bildet der Eisenbahntunnel, der als System einer Bahnstrecke erlaubt, im Untergrund ein (natürliches) Hindernis zu umfahren. Zur Illustration einige Beispiele: Der Simplon ist ein Tunnel mit zwei Röhren. So gesehen sind folgende Tunnelsysteme möglich: Einspurtunnel, Doppelspurtunnel, 2 x Einspurtunnel - System.

Der kürzeste Tunnel ist nur 7 Meter lang. Auch dieser Tunnel unterquert ein Hindernis. Nicht zu den Tunnels gezählt werden Unterführungen. Diese besitzen als Überdeckung normalerweise eine Fahrbahn (allenfalls Gleisfeld).

3.2 Ablauf

In Zusammenarbeit mit verschiedenen Bahnunternehmen und unter Berücksichtigung der gewählten Beurteilungsmethodik wurde ein Fragebogen entwickelt, welcher alle relevanten Daten zur Beschreibung und Beurteilung der einzelnen Tunnels liefert. Dabei musste ein Kompromiss zwischen dem Wunsch nach einem möglichst vollständigen Datensatz und den Möglichkeiten der Bahnen gefunden werden. Einzelne Bahnen besitzen Dutzende von Tunnels, der Aufwand für die Datenerfassung ist entsprechend gross. Einige wichtige Informationen sind insbesondere bei älteren Tunnels gar nicht verfügbar, beispielsweise die Tunnelbreite.

Mit diesem Fragebogen (siehe Anhang A3) erfolgte eine umfangreiche Datenerhebung bei all jenen Transportunternehmen in der Schweiz, welche auf ihrem Netz einen oder mehrere Tunnels besitzen.

Daraus entstand in den vergangenen Monaten eine Datenbank mit Informationen zu über 800 Objekten (Tunnel, Galerien, Tunnel im Ausland, Tunnel im Bau, Tunnel welche nicht mehr im Betrieb sind, ...) und pro Objekt bis zu 120 Einzelinformationen.

¹⁰ Wägli, Hans G., 1998: Schienennetz Schweiz – ein technisch-historischer Atlas. AS Verlag & Buchkonzept AG Zürich

3.3 Klassierung der Tunnels

3.3.1 Methoden zur Beurteilung der Sicherheit

Welches sind die relevanten Grössen zur Beschreibung von Sicherheit und Risiko? Grob kann zwischen einer qualitativen und einer quantitativen Beurteilung unterschieden werden:

Zur quantitativen Beschreibung der Sicherheit in einem Eisenbahntunnel dienen Daten zur Eintretenshäufigkeit eines bestimmten Ereignisses (Szenario), beispielsweise einer Entgleisung bei einer Weiche. Die zweite Grösse zur Beschreibung des quantitativen Risikos ist das Ausmass: Wie viele Tote (Verletzte, zerstörte Umweltgüter, Bausubstanz etc.) sind bei einem bestimmten Ereignis zu erwarten? Als "Leitgrösse" wird meist die Anzahl der Todesopfer verwendet. Die Grösse ist somit abhängig von der Anzahl Personen, welche sich zum Zeitpunkt eines Unglücks im Einflussbereich dieses Ereignisses befinden.

Die qualitative Beurteilung des Sicherheitsstandards eines Tunnels untersucht, welche Elemente in einem Tunnel (allenfalls in welcher Qualität) vorhanden sind. Die Auswahl der zu beschreibenden Elemente richtet sich nach der spezifischen Fragestellung und berücksichtigt die grundlegenden Sicherheitskonzepte der Eisenbahn.

Eine ausführliche quantitative Risikoanalyse zur Beschreibung der Sicherheit von Tunnels eignet sich nicht für die Beurteilung einer grossen Anzahl von Objekten.

Eine pragmatische Lösung im Sinne einer qualitativen Beurteilung hat die SBB erarbeitet. 1990 bildete die SBB eine Arbeitsgruppe "Sicherheitsstandards unterirdischer Verkehrsanlagen der SBB" (SUV)¹¹, welche 1993 einen Bericht zum Thema veröffentlichte. Darin werden alle Tunnels der SBB für die Beurteilung der Sicherheit in eine von vier Kategorien eingeteilt. Auf dieser Beurteilung basiert das Sanierungskonzept der SBB für ihre Tunnelanlagen.

Die Verwendung dieser Methode bringt den wesentlichen Vorteil, dass ein grosser Teil der Grundlagendaten bei der SBB, der Bahn mit dem grössten Tunnelbestand, bereits erfasst worden sind.

Ausgangspunkt der Beurteilung gemäss Methodik SUV 1993 bildet die Charakteristik eines "mittleren" (fiktiven) SBB-Tunnels:

Mittlerer SBB-Tunnel

- Doppelspurtunnel von 0,8 km Länge und entsprechend einer maximalen Fluchtwegdistanz in Längsrichtung von 0,4 km (kein Notausgang),
- 113 Züge pro Tag mit einem Güterzuganteil von 25%,
- Geschwindigkeit 100 km/h,
- Personenbelegung: 119 Personen pro Zug,

¹¹ SBB, 1993: Sicherheitsstandards für unterirdische Verkehrsanlagen der SBB, Schlussbericht, Teil 1: Betrachtungen für das SBB Netz, Teil 2: Tunnelspezifische Aspekte

- kein Gehweg, kein Handlauf, keine Beleuchtung, keine Belüftung.

Als Beurteilungskriterien dienen

- die Tunnellänge, welche in 5 Längenklassen eingeteilt ist,
- ein Beiwert, berechnet als Produkt von 15 Faktoren, welche relevante Abweichungen aus Sicht der Tunnelsicherheit gegenüber dem "mittleren" SBB-Tunnel beschreiben.

Aus der Kombination von Längensklasse und Beiwert ergeben sich die vier Kategorien A, B, C und D.

Bei der Beurteilung der Gesamtheit aller Eisenbahntunnels (Normalspur-, Schmalspur, Zahnrad- und Standseilbahnen) müssen die zum Teil grossen Unterschiede, z.B. bezüglich Betrieb und Rollmaterial, berücksichtigt werden. Um die Objektivität der Klassierung zu gewährleisten und eine grösstmögliche Transparenz in Bezug auf die Diskussion von Massnahmen zu erreichen, wurde die SUV-Einteilung für die vorliegende Auswertung wie nachfolgend beschrieben verfeinert:

Längensklasse	Kategorie bei kleinem Beiwert	Kategorie bei mittlerem Beiwert	Kategorie bei grossem Beiwert
Bis 100 m	A	A	A
0,1 bis 0,3 km	B	B	B
0,3 bis 1 km	B	C 1	C 2
1 bis 3 km	C 3	C 4	D 1
Über 3 km	D 2	D 3	D 4

Legende:
A: Keine tunnelspezifischen Massnahmen notwendig
B: Im allgemeinen keine tunnelspezifischen Massnahmen notwendig
C: Tunnelspezifische Massnahmen nach Massgabe der spezifischen Kosten / Wirksamkeit prüfen
D: Tunnelspezifische Massnahmen gerechtfertigt

Tabelle 8: Kategorien gemäss BAV (SUV verfeinert)

3.3.2 Tunnellänge

Die Tunnels werden in folgende Längenklassen unterteilt:

- Bei Tunnels von weniger als 100 m Länge besteht praktisch kein Unterschied zur offenen Strecke. Entsprechend sind bei diesen Tunnels spezifische Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit nicht nötig.
- Bis 300 m Länge, dies entspricht etwa einer Zuglänge eines Personenzuges, sind im allgemeinen keine tunnelspezifischen Massnahmen erforderlich. Hier ist der Nutzen netzweit wirkender Massnahmen von Bedeutung.

- Zwischen 300 m und 1000 m Länge liegt der "mittlere" Eisenbahntunnel. Je nach Betriebsbedingungen (welche sich im Beiwert ausdrücken) können tunnelspezifische Massnahmen notwendig sein.
- Ab 1000 m Tunnellänge muss insbesondere die möglicherweise notwendige Flucht nach einem Zwischenfall aus dem Gefahrenbereich speziell beachtet werden.
- Tunnels über 3000 m Länge sind auf Grund ihrer Länge a priori gesondert zu betrachten. Aus diesem Grund sind alle Tunnels dieser Längengruppe der Kategorie D zugeteilt. Hier sind tunnelspezifische Massnahmen gerechtfertigt.

3.3.3 Beiwert

Der Beiwert bildet eine quasi-quantitative Grösse zur Beschreibung tunnelspezifischer Eigenschaften betreffend Sicherheit. In den Beiwert eingeschlossen sind Informationen zum Tunnelsystem, Betriebsdaten, Angaben zur Infrastruktur und Angaben zu den Rettungs- und Interventionsmöglichkeiten. Diese Ausgangswerte werden als "Faktoren" bezeichnet (siehe Tabelle 9).

Der Beiwert berechnet sich als Produkt der 15 "Faktoren", wobei diese jeweils die Abweichungen zum mittleren SBB-Tunnel darstellen. So führt eine höhere Zugfrequenz zu einem höheren Beiwert, was aber beispielsweise mit einer besseren Infrastruktur wie einem Gehweg mit Handlauf kompensiert werden kann.

Faktor zur Beiwertberechnung
F1: Anzahl Gleise pro Röhre
F2: Anzahl Weichenbereiche pro Tunnelkilometer
F3: Zugfrequenz (Züge pro Tag in beiden Richtungen pro Röhre)
F4: GZ-Anteil (Güterzüge / Züge insgesamt)
F5: Geschwindigkeit Reisezüge
F6: Personenbesetzung Reisezug
F7: Spitzenbeiwert Personenbesetzung (Pendlerspitze)
F8: Länge des Fluchtwegs
F9: Gehweg, Handlauf, Fluchtwegmarkierung
F10: Beleuchtung
F11: aktive Lüftung
F12: Einsatzzeit Rettungsdienste bis Portal
F13: Einsatzmittel der Rettungsdienste
F14: Zufahrtsmöglichkeit zum Tunnel (für Rettungsdienste)
F15: Alarm- und Kommunikationsmittel im Tunnel

Tabelle 9: Faktoren zur Beiwertberechnung

In Abweichung zum SUV hat das BAV folgende Ergänzungen eingeführt:

- Für den Beiwert 8, der die Fluchtweglänge bewertet, wird ein Maximalwert von 2 festgelegt, was einer Fluchtweglänge von rund 3000 Metern entspricht. Es wird angenommen, dass längere Fluchtwege die Selbstrettungsmöglichkeiten nicht weiter beeinflussen.
- Der Spitzenwert Personenbesetzung (Faktor 7) berücksichtigt die Pendlerspitzen in den Agglomerationen Zürich, Basel, Bern, Lausanne und Genf. Spitzenbelegungen einzelner Züge, z.B. bei Ausflugsbahnen, beschreiben nicht das "Pendlerproblem", welches mit diesem Faktor erfasst werden soll.
- Faktor 13 betreffend den Einsatzmitteln der Rettungsdienste wird ähnlich gehandhabt. Als überdurchschnittlich ausgerüstet gelten jene Rettungskräfte (Feuerwehr, Sanität, etc.) welche in Agglomerationen zu finden sind, die über ein Universitätsspital verfügen. Es sind dies die Agglomerationen Zürich, Basel, Bern, Lausanne und Genf.
- Beim Faktor 14 wird die Zufahrtsmöglichkeit für örtliche Rettungsdienste zum Tunnel bewertet. Insbesondere ist von Interesse, ob mindestens ein Tunnelportal auf der Strasse für 28t-Fahrzeuge erreichbar ist.

Die Beiwerte liegen in einem Wertebereich von wenig über "0" bis ca. "5". Für die Einteilung in die Kategorien werden folgende Klassen gebildet:

- Beiwerte unter 0.7 werden als "kleine" Beiwerte bezeichnet.
- Als "durchschnittlicher" Beiwert gelten Werte zwischen 0.7 und 2.0. In diesem Bereich liegt auch der "mittlere" (fiktive) SBB-Tunnel.
- Beiwerte über 2.0 werden als "grosse" Beiwerte bezeichnet und bewirken z.B. bei der Grössenklasse 1000 m bis 3000 m eine Aufstufung von der Kategorie C in die Kategorie D.

3.3.4 Klassierung

Die Klassierung der einzelnen Tunnels in eine der Kategorien erfolgt gemäss Tabelle 8 (BAV, SUV verfeinert):

- Der Kategorie A werden alle Tunnels von weniger als 100 m Länge zugeteilt.
- Die Kategorie B umfasst alle Tunnels von 100 m bis 300 m und zusätzlich Tunnels bis 1000 m mit einem Beiwert kleiner 0.7.
- Die Kategorie C umfasst Tunnels von 300 m bis 3000 m. Ausgenommen sind Tunnels von unter 1000 m Länge und einem kleinen Beiwert (Kategorie B) und Tunnels mit einer Länge von über 1000 m und einem Beiwert grösser 2.0 (Kategorie D).
- Die Differenzierung in C1, C2, C3 und C4 erfolgt in aufsteigender Folge, ausgehend vom "kürzeren Tunnel (300 m bis 1000 m) mit mittlerem Beiwert" (C1), "kürzeren Tunnel mit hohem Beiwert" (C2), "längeren Tunnel (1000 m bis 3000 m) mit tiefem Beiwert" (C3) und "längeren Tunnel mit mittlerem Beiwert" (C4).

- Alle Tunnels von mehr als 3000 m Länge werden der Kategorie D zugeteilt. Zusätzlich gelten auch Tunnels von 1000 m bis 3000 m Länge als D-Tunnels, wenn sie einen Beiwert von über 2.0 besitzen. Die Differenzierung in die Kategorien D1, D2, D3 und D4 erfolgt analog zur Einteilung in die Kategorien C1 bis C4.

Weitere Details zur "SUV-Methode" (insbesondere zur Herleitung der Beiwerte) finden sich im entsprechenden Schlussbericht der SBB.

3.4 Daten

Zu allen Tunnels wurden Grunddaten erhoben (vgl. Anhang A3, Fragebogen Teil A). Zu 180 Tunnels mit einer Länge über 400 m wurden zusätzlich 20 Parameter bzw. Informationen erfasst (vgl. Anhang A3, Fragebogen Teil B).

Nachfolgende Tabelle 10 fasst die erhobenen Daten zusammen:

Bereich	Erfasste Daten
Lage und Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Name • Besitzer mit Adresse • Alter/Eröffnungsdatum • Linie • Nächstgelegene Stationen • Lage der Portale • Teilstrecke und Nummer des Segments gemäss Störfallverordnung, in welchem der Tunnel liegt (im Hinblick auf eine spätere Verknüpfung mit Kurzbericht-Datenbank)
Bauliche und technische Daten	<ul style="list-style-type: none"> • Länge des Tunnels und allenfalls angrenzender Galerien • Anzahl Röhren und Spuren • Breite der Röhre auf Schwellenhöhe • Lichtraumprofil • Anzahl Weichen • Max. Länge des Fluchtwegs • Notbeleuchtung • Lüftung • Alarm- und Kommunikationsmittel
Betrieb	<ul style="list-style-type: none"> • Art des Verkehrs • Zugfrequenz • Besetzung Personenzüge (Normal- und Spitzenzeiten) • Zulässige Geschwindigkeit • Unfälle (der letzten 10 Jahre) • Transportierte Güter- und Gefahrgutmengen

Bereich	Erfasste Daten
Baulicher Zustand	<ul style="list-style-type: none"> • Sanierungen (der letzten 20 Jahre) • Einschätzung zum Sanierungsbedarf
Rettung im Ereignisfall	<ul style="list-style-type: none"> • Zugangsmöglichkeiten zu den Portalen • Gehweg / Handlauf / Fluchtwegmarkierung / Beleuchtung • Externe Zugänge • Querschläge
Einsatzplanung	<ul style="list-style-type: none"> • Stand der Strecken- und Detailpläne gemäss Störfallverordnung • Zuständige Feuer- und Chemiewehr • Einsatzzeit der örtlichen Rettungsdienste

Tabelle 10: Parameter der Datensammlung schweizerischer Eisenbahntunnels

C Die schweizerischen Eisenbahntunnels (Auswertung)

Die durchgeführten Auswertungen sollen ein Gesamtbild aller schweizerischen Eisenbahntunnels bezüglich folgenden Kriterien vermitteln:

- Tunnelanzahl, deren Eigentumsverhältnisse und Aufteilung in die 4 Kategorien A – D
- Allgemeine Auswertung mit den folgenden Schwerpunkten:
 - Tunnelsysteme (Einspurttunnel oder Doppelspurttunnel; Spurweiten und Unterscheidung der verschiedenen Bahnsysteme)
 - Aufteilung der Tunnellänge der Kategorien A – D
 - Alter der Tunnel und Stand bezüglich durchgeführten Erhaltungsarbeiten
 - Verkehrsmenge und –zusammensetzung
- Auswertung betreffend Möglichkeiten zur Selbstrettung mit den Schwerpunkten:
 - Länge der Fluchtwege
 - Ausrüstung der Fluchtwege
- Auswertung betreffend Möglichkeiten zur Fremdrettung mit den Schwerpunkten:
 - Zugängigkeit der Tunnelportale
 - Örtliche Einsatzkräfte
 - Kommunikationsinfrastruktur als Basis für einen effizienten Einsatz der Ereignisdienste
 - Stand bezüglich Einsatzplanung gemäss Störfallverordnung

Im weiteren erfolgte eine Auswertung resp. Bestandesaufnahme bezüglich

- Eignung des Rollmaterials
- Information der Reisenden über das Verhalten im Ereignisfall im Tunnel
- Tunnelsicherheit für den Autoverlad

1 Überblick / Beurteilung

1.1 Überblick

Von den anfänglich insgesamt 812 Objekten, welche in der ersten Phase der Datenerfassung bearbeitet wurden (siehe auch Kapitel B3), konnten schlussendlich 689 Tunnels (alle auf Schweizer Territorium liegenden Tunnels und 3 bi-nationale Tunnels) in die Auswertung integriert werden.

Nicht berücksichtigt wurden:

- 40 stillgelegte Tunnels, am Stichdatum der Auswertung (1.1.2000) nicht mehr in Betrieb
- 19 Tunnels im Bau, am Stichdatum der Auswertung (1.1.2000) noch im Bau
- 17 Galerien, Galerien (ohne anschliessenden Tunnel) wurden nicht als Tunnel erfasst
- 36 Tunnels im Ausland, Tunnels, welche teilweise von schweizerischen Bahnen betrieben und / oder unterhalten werden, aber vollständig im Ausland liegen
- 11 ungültige Objekte, dabei handelt es sich z.B. um Tunnels, welche unter neuem Namen in die Liste aufgenommen wurden oder um Unterführungen etc.

Trotz mehrmaliger Aufforderung sind nicht alle Daten zu allen Tunnels durch die verantwortlichen Bahnen geliefert worden. Entsprechende Datenlücken sind in den Auswertungen vermerkt.

Es kann aber festgehalten werden, dass diese wenigen Datenlücken kaum einen relevanten Einfluss auf die allgemeine Aussagekraft des Berichtes haben.

Ebenfalls nicht ausgeschlossen werden kann, dass einzelne Tunnels bis heute nicht erfasst wurden, insbesondere wenn die Tunnelbesitzer diese nicht von sich aus gemeldet haben. Im Kapitel E1 ist beschrieben, wie der Inhalt der Datenbank überprüft und ergänzt werden soll.

Insgesamt 67 Bahnen besitzen und / oder betreiben die genannten 689 Eisenbahntunnels und sind damit nach Eisenbahnverordnung verantwortlich für deren Sicherheit.

Mit 250 Tunnels ist die SBB für 36% aller Tunnels in der Schweiz verantwortlich. Die RhB besitzt 16% des Tunnelbestandes (113), die BLS einen Anteil von 7% (51 Tunnels), die MOB deren 31 (Anteil 5%).

Abbildung 1 zeigt die Verteilung der Tunnel nach Besitzer(in).

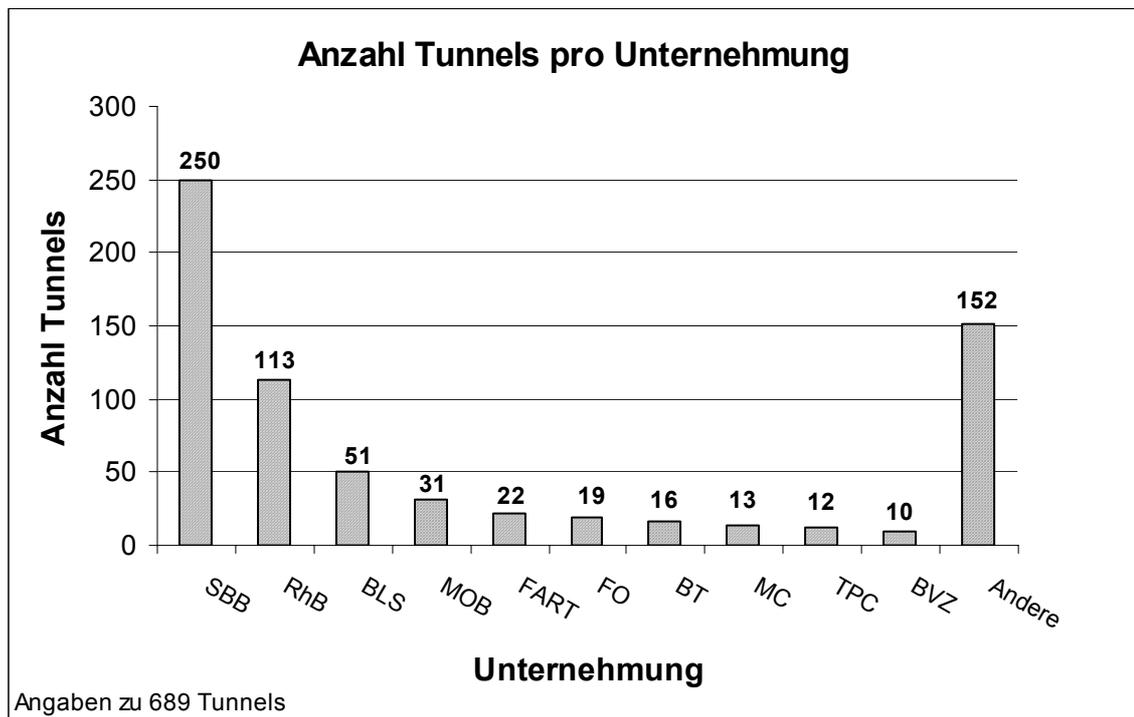


Abbildung 1: Anzahl Tunnels pro Unternehmen

1.2 Verteilung nach Kategorien

Die Klassierung der Tunnels erfolgte nach der in Kapitel B3.2 beschriebenen Methode in die folgenden 4 Kategorien:

- **Kategorie A: 272 Tunnels**
Keine tunnelspezifischen Massnahmen notwendig (Tunnels unter 100 m Länge)
- **Kategorie B: 307 Tunnels**
Im allgemeinen keine tunnelspezifischen Massnahmen notwendig (Tunnels zwischen 100 m – 300 m (einige bis 1000 m) Länge)
- **Kategorie C: 84 Tunnels**
Tunnelspezifische Massnahmen nach Massgabe der spezifischen Kosten / Wirksamkeit prüfen (Tunnels zwischen 300 m und 3000 m Länge; unterteilt in die 4 Unterkategorien C1 – C4)
- **Kategorie D: 26 Tunnels**
Tunnelspezifische Massnahmen gerechtfertigt (Tunnels ab 3 km (einige ab 1 km) Länge; unterteilt in die 4 Unterkategorien D1 – D4)

Tabelle 11 zeigt die Verteilung der Tunnels in die verschiedenen Kategorien und deren Unterkategorien:

<i>Kategorie</i>	<i>Anzahl Tunnels</i>	<i>Anzahl Tunnels (%)</i>	<i>Anzahl Tunnels (% kum)</i>	<i>Tunnellänge total (km)</i>	<i>Längenanteil (%)</i>	<i>Längenanteil (% kum)</i>
D4	6	0.9%	0.9%	53.81	14.0%	14.0%
D3	7	1.0%	1.9%	59.88	15.6%	29.6%
D2	8	1.2%	3.1%	55.18	14.4%	44.0%
D1	5	0.7%	3.8%	9.56	2.5%	46.5%
D	26	3.8%	3.8%	178.43	46.5%	46.5%
C4	24	3.5%	7.3%	38.81	10.1%	56.6%
C3	24	3.5%	10.8%	42.33	11.0%	67.7%
C2	10	1.5%	12.3%	6.92	1.8%	69.5%
C1	26	3.8%	16.1%	14.76	3.8%	73.3%
C	84	12.3%	16.1%	102.82	26.8%	73.3%
B	307	44.4%	60.5%	88.40	23.0%	96.3%
A	272	39.5%	100.0%	14.04	3.7%	100.0%
A+B	579	83.9%		102.44	26.7%	
ALLE	689	100.0%		383.69	100.0%	

Tabelle 11: Verteilung der Tunnels nach Kategorien

Rund 84% aller Tunnels kommen somit in die **unproblematischen Gruppen A und B** zu liegen.

Die 26 Tunnels der Kategorie D entsprechen einem Anteil von unter 4%. Hingegen besitzen diese zusammen eine Gesamtlänge von knapp 180 km, was 46.5% der Gesamtlänge aller Eisenbahntunnels der Schweiz entspricht.

Tabelle 12 zeigt die 26 Tunneln der Kategorie D (D1 – D4), jeweils in alphabetischer Reihenfolge. Die Einteilung der übrigen Tunneln kann dem Anhang A1 entnommen werden.

Tunnelname	Kategorie	Bahn	Länge (m)
Gotthard	D4	SBB	15'003
Grauholz	D4	SBB	6'301
Hauenstein Basis	D4	SBB	8'134
Heitersberg	D4	SBB	4'929
Lötschberg	D4	BLS	14'612
Zürichberg	D4	SBB	4'830
Albis	D3	SBB	3'360
Furka-Basis	D3	FO	15'442
Kerenzerberg	D3	SBB	3'955
Mont-d'Or	D3	SBB	6'099
Ricken	D3	SBB	8'603
Stutzeck-Axenberg	D3	SBB	3'375
Vereina	D3	RhB	19'043
Wasserfluh	D3	BT	3'556
Albula	D2	RhB	5'865
Grenchenberg	D2	BLS	8'578
Jungfrau	D2	JB	7'122
Loges (des)	D2	SBB	3'259
Mittelgraben II	D2	BLS	3'298
Simplon	D2	SBB	19'803
Weissenstein	D2	RM	3'700
Hagenholz	D1	SBB	2'837
Hirschengraben	D1	SBB	1'246
Käferberg	D1	SBB	2'119
Schanze	D1	RBS	1'200
Schwamendingen	D1	VBZ	2'161

Tabelle 12: Tunneln der Kategorien D1 bis D4

Abbildung 2 zeigt die geographische Lage aller Tunneln der Kategorie D.

Legende	
Nr.	Tunnelname
1	Simplon
2	Vereina
3	Furka-Basis
4	Gothard
5	Lötschberg
6	Ricken
7	Grenchenberg
8	Hauenstein Basis
9	Schwamendingen
10	Jungfrau
11	Grauholz
12	Mont-d'Or
13	Albula
14	Zürichberg
15	Heitersberg
16	Kerenzerberg
17	Weissenstein
18	Wasserfluh
19	Stutzack-Axenberg
20	Albis
21	Mittelgraben II
22	Loges
23	Hagenholz
24	Käferberg
25	Hirschengraben
26	Schanze

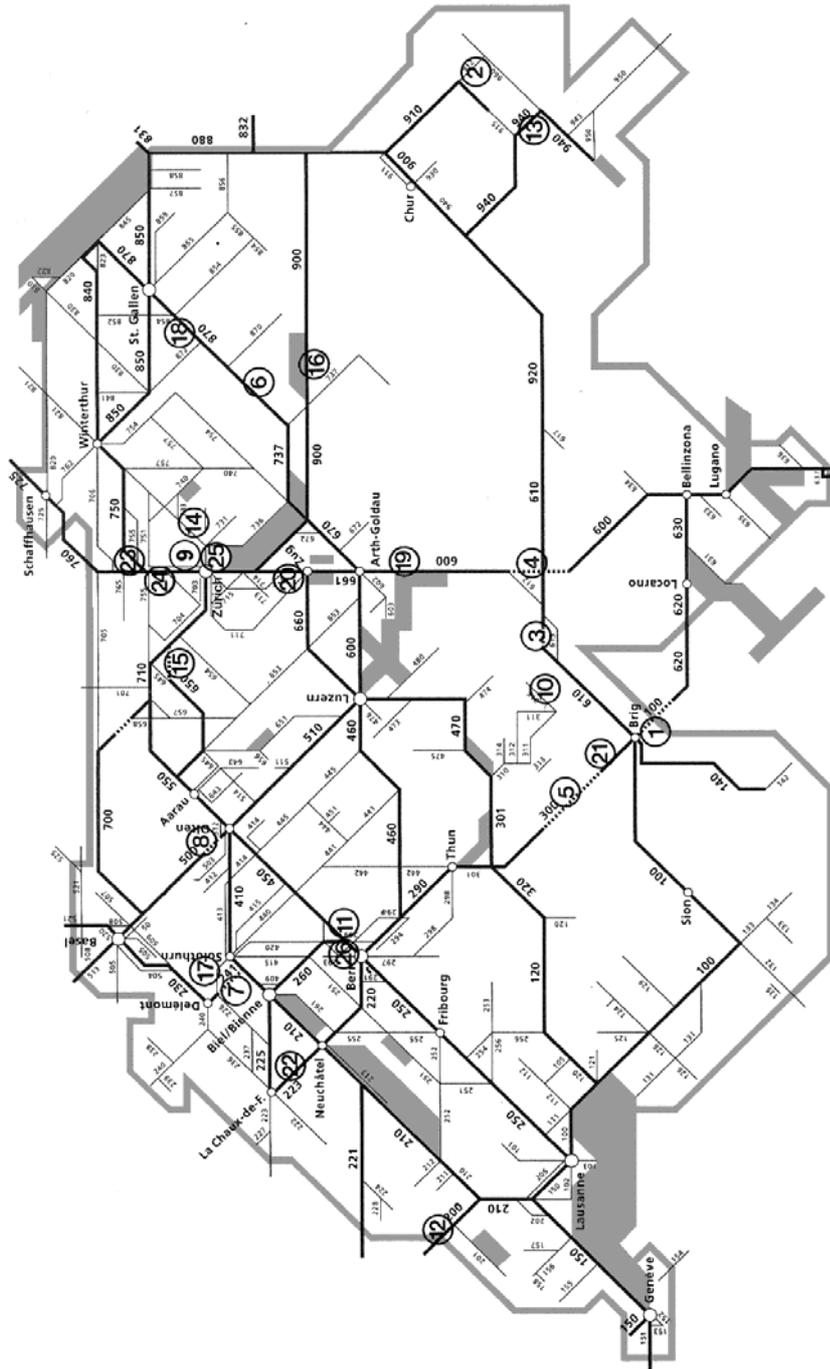


Abbildung 2: Standort der Tunneln der Kategorie D

2 Allgemeine Auswertung

2.1 Tunnelsysteme und Spurweiten

2.1.1 Tunnelsysteme

In der Schweiz wurden bislang fast ausschliesslich einröhrige Tunnels (Einspur- resp. Doppelspurtunnel) gebaut. Das zweiröhrige Tunnelsystem (2 x Einspurtunnel) bildet die Ausnahme.

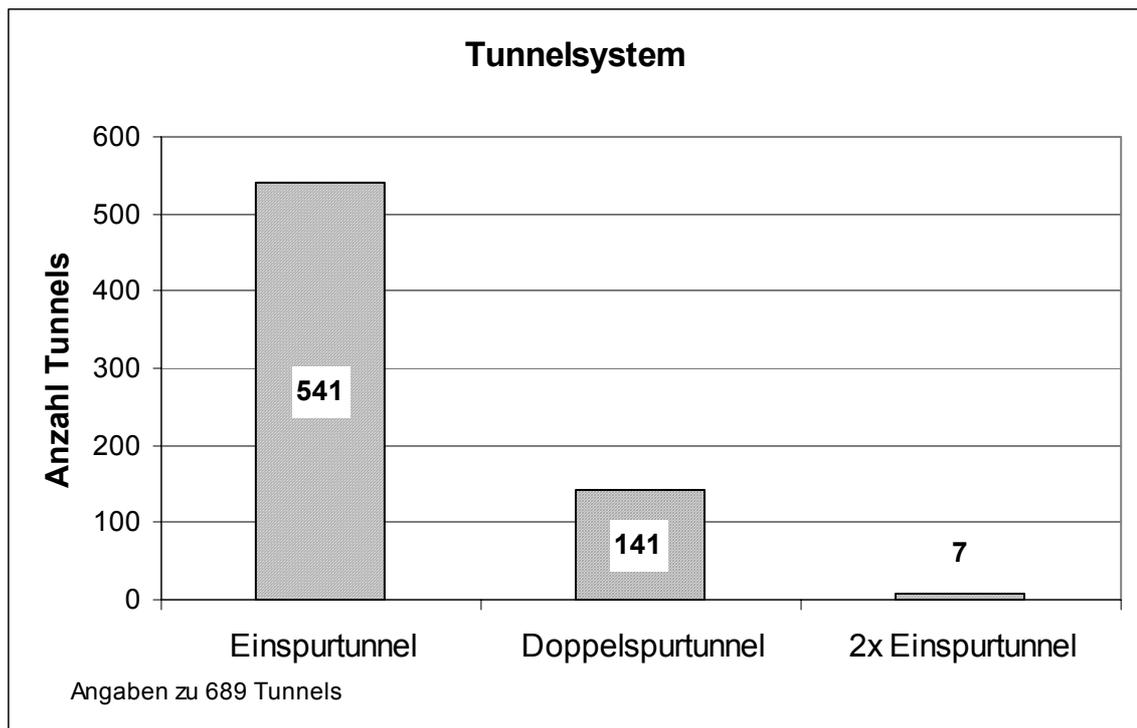


Abbildung 3: Tunnelsystem

541 Tunnels sind sogenannte Einspurtunnels, 141 Tunnels sind Doppelspurtunnels und nur gerade 7 Tunnels sind als 2 x Einspurtunnel – System gebaut.

Nachfolgende Tabelle 13 zeigt als Beispiel die Tunnelsysteme der Kategorie D. So kann festgestellt werden, dass 14 dieser Tunnels Einspurtunnel (inkl. ein 2 x Einspurtunnel – System) sind, bei welchen gewisse Ereignisse, wie zum Beispiel Zusammenstoss nach Entgleisung, Lichtraumprofilverletzung wegen Ladungsverschiebung, nicht möglich sind.

Tunnelname	Bahn	Anzahl Röhren	Anzahl Geleise	Kategorie
Gotthard	SBB	1	2	D4
Grauholz	SBB	1	2	D4
Hauenstein Basis	SBB	1	2	D4
Heitersberg	SBB	1	2	D4
Lötschberg	BLS	1	2	D4
Zürichberg	SBB	1	2	D4
Albis	SBB	1	1	D3
Furka-Basis	FO	1	1	D3
Kerenzerberg	SBB	1	2	D3
Mont-d'Or	SBB	1	1	D3
Ricken	SBB	1	1	D3
Stutzeck-Axenberg	SBB	1	1	D3
Vereina	RhB	1	1	D3
Wasserfluh	BT	1	1	D3
Albula	RhB	1	1	D2
Grenchenberg	BLS	1	1	D2
Jungfrau	JB	1	1	D2
Loges (des)	SBB	1	1	D2
Mittalgraben II	BLS	1	1	D2
Simplon	SBB	2	1+1	D2
Weissenstein	RM	1	1	D2
Hagenholz	SBB	1	2	D1
Hirschengraben	SBB	1	2	D1
Käferberg	SBB	1	2	D1
Schanze	RBS	1	2	D1
Schwamendingen	VBZ	1	2	D1

Tabelle 13: Tunnelsysteme der D-Tunnel

2.1.2 Spurweite und Bahnsystem

Betreffend Spurweite und Bahnsystem lassen sich die Tunnels gemäss nachfolgender Tabelle 14 aufteilen.

Spurweite gemäss EBV Art. 16	Total	davon Zahnrad - bahnen	davon Standseil- bahnen	davon Adhäsions- bahnen
Normalspur 1435 mm	334	3		331
Meterspur 1000 mm Schmalspur	276	34		242
Spezialspur 1200, 800, 750 mm Schmalspur	79	41	31	7
Total	689	78	31	580

Tabelle 14: Spurweite und Bahnsystem

2.2 Länge

Wie aus nachfolgender Tabelle 15 ersichtlich, sind

- 10 % aller Tunnels länger als 1 km
- fast 40 % aller Tunnel kürzer als 100 m.

Längen- klasse (m)	Anzahl Tunnels	Anzahl Tunnels (%)	Anzahl Tunnels (% kum)	Tunnellänge total der Län- genklasse (km)	Längen- anteil (%)	Längen- anteil (% kum)
>9999	5	0.70%	0.70%	83.92	21.87%	21.87%
5000-9999	7	1.00%	1.70%	50.74	13.22%	35.09%
3000-4999	9	1.30%	3.00%	34.26	8.93%	44.02%
2000-2999	14	2.00%	5.00%	33.76	8.80%	52.82%
1000-1999	39	5.70%	10.70%	56.95	14.84%	67.66%
750-999	25	3.60%	14.30%	22.08	5.75%	73.41%
500-749	34	4.90%	19.20%	20.48	5.34%	78.75%
400-499	30	4.40%	23.60%	13.17	3.43%	82.18%
300-399	50	7.30%	30.90%	17.16	4.47%	86.65%
200-299	72	10.40%	41.30%	17.96	4.68%	91.33%
100-199	132	19.20%	60.50%	19.16	4.99%	96.32%
<100	272	39.50%	100.00%	14.05	3.66%	100.00%
TOTAL	689	100.00%		383.69	100.00%	

Tabelle 15 : Grössenverteilung der Eisenbahntunnels in der Schweiz

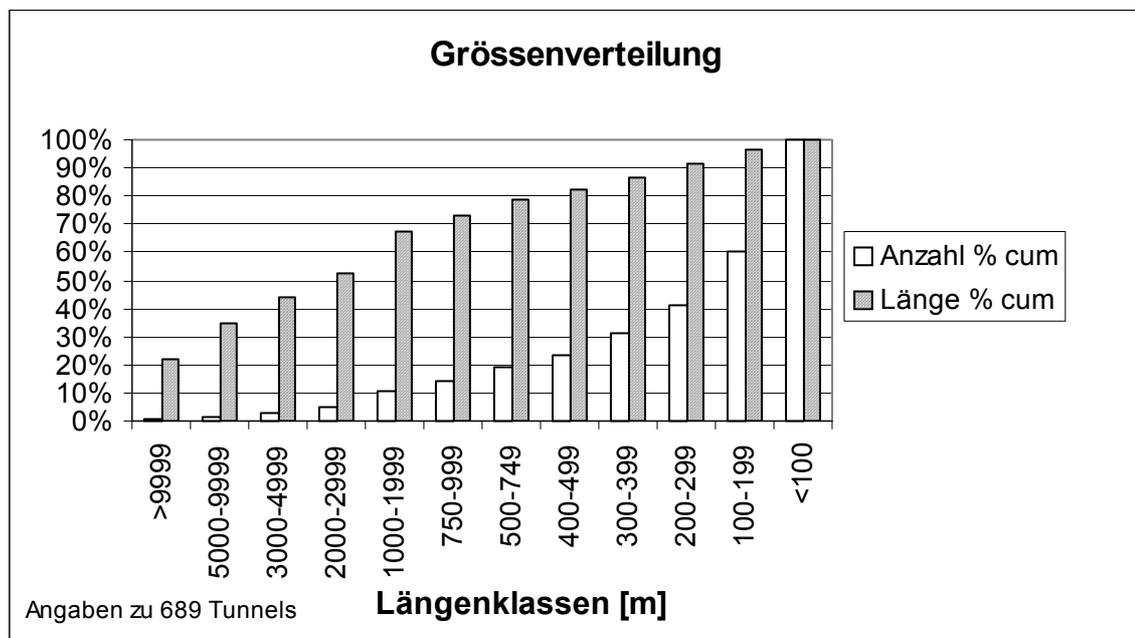


Abbildung 4: Grössenverteilung

Unter der Annahme, dass jeder Tunnelkilometer grundsätzlich das gleiche Risiko aufweist, ist auch die kumulierte Länge von Interesse. Hier zeigt sich, dass

- die längsten Tunnels (10%) eine Länge von über 67 % des Tunnelnetzes umfassen,
- 35 % der gesamten Länge aller Tunnels (Tunnelkilometer) sich in den 12 Tunnels von mehr als 5000 m befinden.

2.3 Alter und baulicher Zustand

Die Eisenbahninfrastruktur in der Schweiz stammt teilweise aus den Anfängen des 20. Jahrhunderts oder sogar aus dem 19. Jahrhundert.

Abbildung 5 zeigt die Verteilung der Eröffnungsjahre der Eisenbahntunnels und den Anteil der Tunnels mit grösseren Erhaltungsarbeiten in den letzten 20 Jahren. Betreffend Alter präsentiert sich somit folgendes Bild:

- 273 Tunnels wurden vor 1900 erstellt,
- 300 Tunnels wurden zwischen 1901 – 1925 erstellt,
- 30 Tunnels wurden zwischen 1926 – 1950 erstellt,
- 77 Tunnels wurden nach 1951 erstellt.

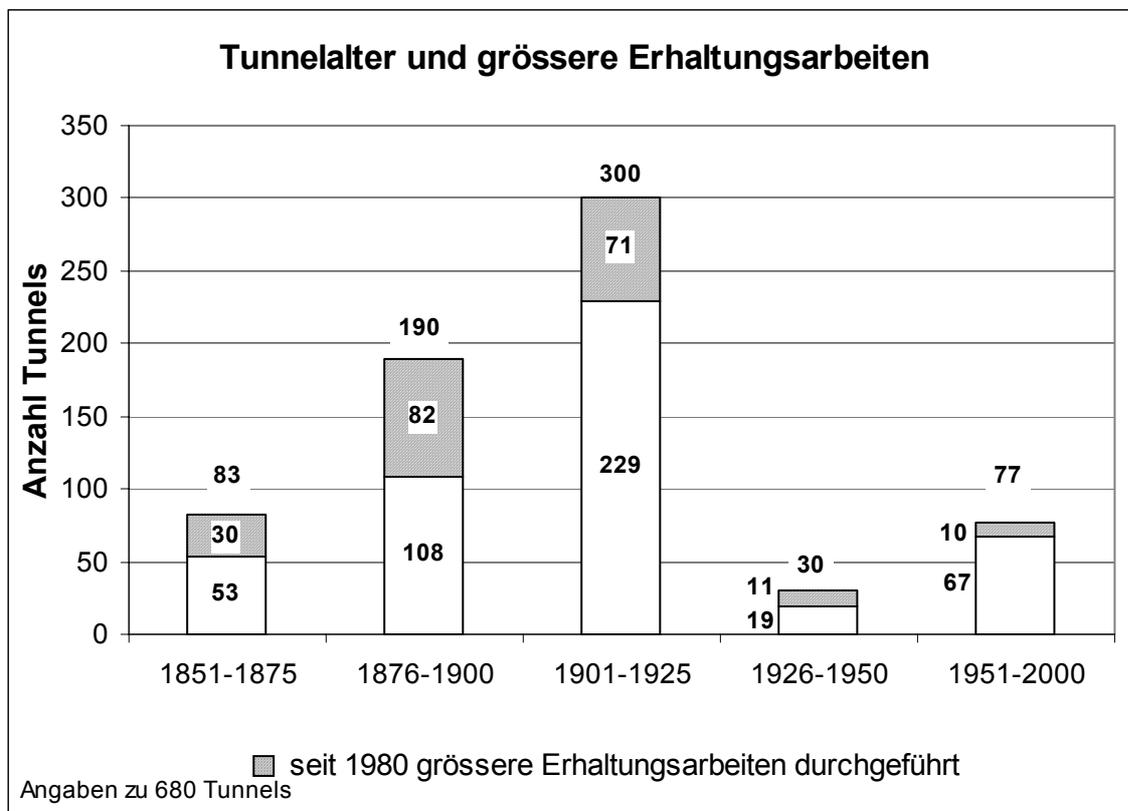


Abbildung 5: Tunnelalter und Erhaltungsarbeiten

Bei allen Tunnels werden die notwendigen Erhaltungsarbeiten (Tunnelerneuerung und Tunnelinstandsetzung) im Rahmen der üblichen Zyklen durchgeführt. Aus Abbildung 5 ist weiter ersichtlich, dass die effektiven grossen Erhaltungsarbeiten (ohne Berücksichtigung des üblichen Kleinunterhaltes) bei der Mehrheit der Tunnels länger als 20 Jahre zurückliegen.

Am Beispiel der Kategorie D sei, stellvertretend für alle Tunnels, in Tabelle 16 noch das effektive Alter der Tunnels aufgezeigt.

Tunnelname	Bahn	Jahr der Eröffnung	Alter in Jahren
Loges	SBB	1859	140
Gotthard	SBB	1882	117
Albis	SBB	1897	102
Albula	RhB	1903	96
Simplon	SBB	1906	93
Weissenstein	RM	1908	91
Wasserfluh	BT	1910	89
Ricken	SBB	1910	89
Jungfrau	JB	1912	87
Lötschberg	BLS	1913	86
Grenchenberg	BLS	1915	84
Mont-d'Or	SBB	1915	84
Hauenstein Basis	SBB	1916	83
Stutzeck-Axenbergl	SBB	1942	57
Kerenzerbergl	SBB	1961	38
Schanze	RBS	1965	34
Käferbergl	SBB	1969	30
Heitersbergl	SBB	1975	24
Hagenholz	SBB	1980	19
Furka-Basis	FO	1982	17
Schwamendingen	VBZ	1986	13
Hirschengraben	SBB	1989	10
Zürichbergl	SBB	1990	9
Mittalgraben II	BLS	1991	8
Grauholz	SBB	1995	4
Vereina	RhB	1999	1

Tabelle 16 : Alter der D-Tunnels

Da neben dem Alter der Tunnels auch ihr baulicher Zustand von Interesse ist, wurden die Bahnen im Rahmen einer Selbstdeklaration gebeten, den allgemeinen Zustand ihrer Tunnels gemäss folgenden Kriterien zu deklarieren:

- Guter baulicher Zustand,
- Einzelne Stellen mittelfristig sanierungsbedürftig,
- Allgemein mittelfristig sanierungsbedürftig,

- Einzelne Stellen kurzfristig sanierungsbedürftig,
- Allgemein kurzfristig sanierungsbedürftig.

	Total	keine Angabe	guter Zustand	Einzelne Stellen mittelfristig sanierungsbedürftig	allgemein mittelfristig sanierungsbedürftig	Einzelne Stellen kurzfristig sanierungsbedürftig	allgemein kurzfristig sanierungsbedürftig
D4	6		4	1	1		
D3	7		6	1			
D2	8	1	2	4		1	
D1	5		3	2			
D	26	1	15	8	1	1	0
C4	24	1	7	7	7	2	
C3	24		6	9	3	5	1
C2	10	1	6	2	1		
C1	26	9	5	5	5	2	
C	84	11	24	23	16	9	1

Tabelle 17 : Baulicher Zustand der D- und C-Tunnels

Bei der Interpretation des Ist-Zustandes (gemäss Tabelle 17) ist zu beachten, dass sich die Fragestellung auf den Zustand des Tunnels im allgemeinen und nicht spezifisch im Sinne der Sicherheit für Bahnreisende bezog. Es ist festzuhalten, dass ein sanierungsbedürftiger Tunnel nicht ein unsicherer Tunnel ist und die sanierungsbedürftigen Stellen nicht zwingend die für die Sicherheit relevanten Elemente betrifft (z.B. Wassereintritt, Lichtraumprofilsanierung ..).

Es kann festgestellt werden, dass

- fast **90 % der D-Tunnels** und 56 % der C-Tunnels, mit Ausnahme einzelner mittelfristig sanierungsbedürftigen Stellen, **in gutem Zustand** sind,
- nur ein einziger Tunnel aus den Kategorien C und D kurzfristig sanierungsbedürftig ist.

Mit Blick auf das Alter und die durchgeführten grösseren Erhaltungsarbeiten (gemäss Abbildung 5) ist plausibel, dass bei verschiedenen Tunnels in nächster Zeit grössere Erhaltungsarbeiten geplant und / oder anstehend sind.

2.4 Verkehr (Menge / Zusammensetzung)

Für die Beurteilung der Sicherheit in den Eisenbahntunnels ist einerseits die Verkehrsmenge massgebend. So nimmt das Risikopotential bei sehr stark befahrenen Tunnels deutlich zu. Andererseits beeinflusst auch die Zusammensetzung des Verkehrs, insbesondere der Güterverkehr- und Gefahrgutanteil, die Beurteilung eines Tunnels.

Der als Vergleichsbasis dienende "mittlere" SBB-Tunnel wird täglich von 113 Zügen, bei einem Güterverkehrsanteil von 25%, befahren, d.h. ca. 90 Personenzüge und 30 Güterzüge pro Tag. Abbildung 6 zeigt, dass bei einer Mehrheit der Tunnels die Verkehrsbelastung unter dem Wert dieses fiktiven Tunnels liegt. Dennoch liegt die Verkehrsbelastung bei über 110 Tunnels bei 150 und mehr Zügen pro Tag, bzw. bei 71 Tunnels sogar bei über 200 Zügen. Rund die Hälfte der Tunnels der Kategorie D weichen bezüglich dieser Grundwerte deutlich nach oben ab. Dies betrifft vorallem die Tunnels der Kategorie D1, welche sich durch sehr hohe Zugfrequenzen und einen hohen Personenverkehrsanteil auszeichnen. Der Maximalwert der Verkehrsbelastung liegt bei durchschnittlich ca. 500 Zügen täglich.

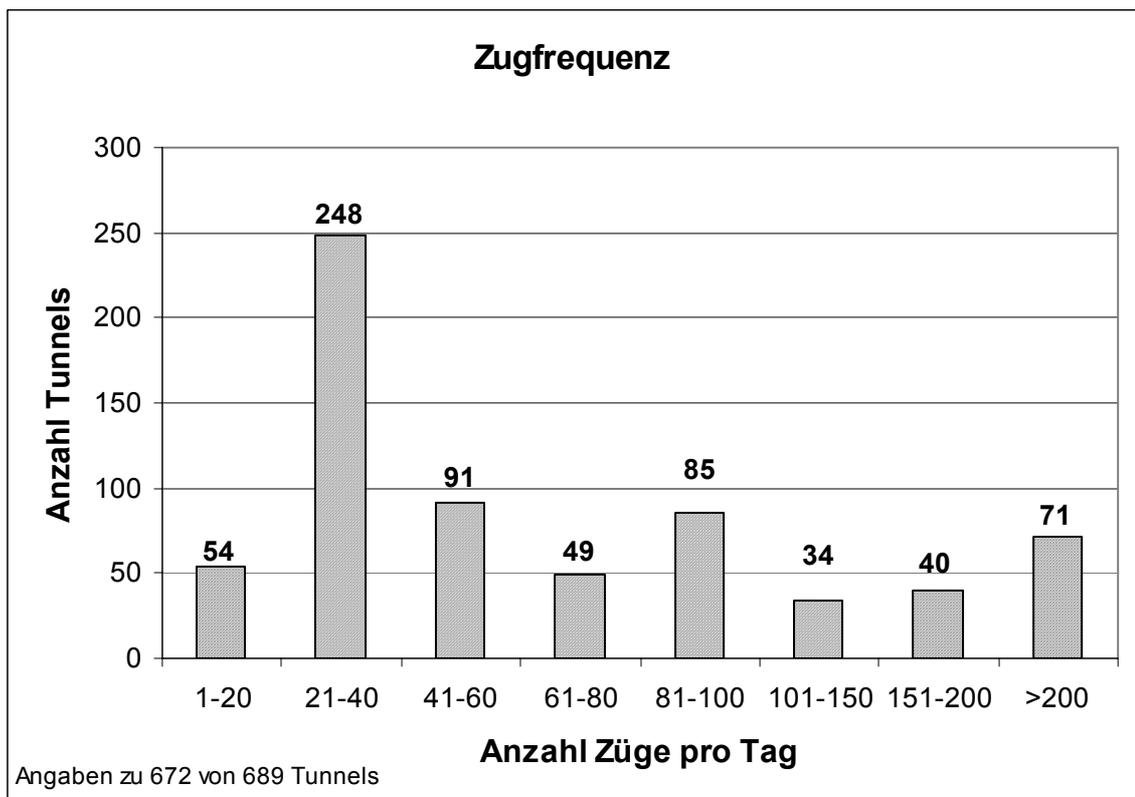


Abbildung 6: Zugfrequenzen

Die meisten Eisenbahntunnels in der Schweiz werden, wie aus nachfolgender Tabelle 18 ersichtlich, im Mischverkehr betrieben, d.h. es durchqueren sowohl Personenzüge, wie auch Güterzüge die selben Tunnels. Gerade bei langen Tunnels hat dies zur Konsequenz, dass sich Personen- und Güterzüge (auch mit Gefahrguttransporten) gleichzeitig im gleichen Tunnel befinden können.

Kategorie	Anzahl Tunnel total	Anzahl Tunnels mit ausschliesslich Personenverkehr	Anzahl Tunnels mit Personen- und Güterverkehr (ohne Gefahrguttransporte)	Anzahl Tunnels mit Personen-, Güter- und Gefahrgutverkehr	keine Angaben
D4	6	0	0	6	0
D3	7	0	1	6	0
D2	8	1	1	6	0
D1	5	2	0	3	0
D	26	3	2	21	0
C4	24	3	0	21	0
C3	24	2	2	18	2
C2	10	2	0	8	0
C1	26	2	1	22	1
C	84	9	3	69	3
B	307	46	40	212	9
A	272	66	48	156	2
Total	689	124	93	458	14

Tabelle 18: Betrieb

Speziell die langen Tunnels über 3 km Länge (Kategorien D2 – D4) werden fast ausschliesslich für alle Verkehrsarten genutzt, was auf Grund der Tatsache, dass diese hauptsächlich dem alpenquerenden Verkehr dienen, nicht verwunderlich ist. Der Anteil reiner Personenverkehrstunnels der Kategorien C und D beträgt ca. 11 %.

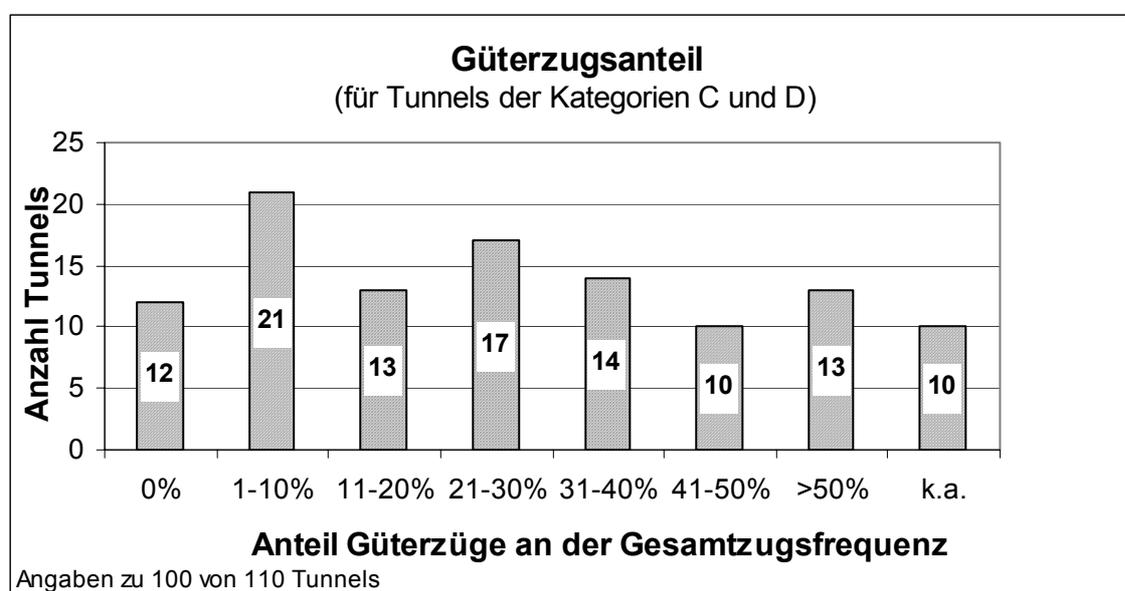


Abbildung 7: Güterzugsanteil

Bei den Tunnels der Kategorie C und D schwankt der Anteil des Güterverkehrs am Gesamtverkehr sehr stark und erreicht dabei bis über 50% (siehe Abbildung 7).

3 Auswertung betreffend Möglichkeiten zur Selbstrettung

Die Abläufe der Tunnelkatastrophen der vergangenen Jahre zeigen unmissverständlich, dass den Möglichkeiten zur Selbstrettung durch die Betroffenen, insbesondere bei Bränden, hohe Priorität eingeräumt werden muss. Aufgrund der kurzen Zeit in der ein Brand im Tunnel eskalieren kann (hohe Temperaturen, Hitzeentwicklung, Reduktion der Sauerstoff-Konzentration, Verschlechterung der Sicht, Ausbreitung von Rauch und toxischen Gasen in Längsrichtung), haben nur diejenigen Personen eine faire Rettungschance, die die Gefährlichkeit der Lage rasch richtig einschätzen und sich sofort selbst in Sicherheit bringen können. Weiter kommt hinzu, dass eine Fremdrettung mit grosser Wahrscheinlichkeit zu spät eintrifft.

Sind unterstützende Massnahmen für die Selbstrettung im Tunnel vorhanden und sind sowohl Reisende wie auch das Zugspersonal über das richtige Verhalten bei einem Brand im Tunnel informiert (siehe Kapitel C6), so erhöht sich die Chance eines jeden Betroffenen, sich selber in Sicherheit bringen zu können.

3.1 Länge der Fluchtwege

Im Hinblick auf die Personenrettung hat die Länge des Fluchtwegs im Falle eines Unfalles (z.B. mit Brand und / oder Freisetzung toxischer Gase) erfahrungsgemäss zentrale Bedeutung. Darum werden alle Tunnels mit einer Länge von mehr als 3 km generell der Kategorie D (D2 – D4) zugeordnet.

Da nur die wenigsten Eisenbahntunnels zusätzliche Zugänge neben den Portalen besitzen, entspricht die Fluchtweglänge meist der halben Tunnellänge und erreicht Längen bis 9.5 km.

Der längste Tunnel, der Simplon mit einer Länge von 19.8 km, besitzt zwei parallele Einspurröhren mit Querschlägen durchschnittlich alle 500 m. Dasselbe Grundsystem wird auch für die neuen Basistunnels am Gotthard und am Lötschberg vorgesehen. Nur ein solches System ergibt auch bei langen Tunnels kurze Fluchtwege in die "sichere" Gegenröhre. Die Querschläge müssen für die Benutzung als Fluchtweg geeignet sein (Begehbarkeit, Verhinderung des Rauchübertritts in die Gegenröhre,...). Der gleiche Effekt kann auch mit Querschlägen zu einem parallelen Dienst- oder Rettungsstollen erreicht werden.

In nachfolgender Abbildung 8 ist die Fluchtweglänge der Tunnels ersichtlich. 22 Tunnels der Kategorie D und 11 Tunnels der Kategorie C weisen maximale Fluchtweglängen von mehr als 1 km auf. Die Voraussetzungen für eine Flucht im Sinne der Selbstrettung bis zu einem sicheren Ort sind in diesen Tunnels somit ungünstig, da wegen der Rauchausbreitung kaum genügend Zeit zur Erreichung eines Tunnelportals bleibt.

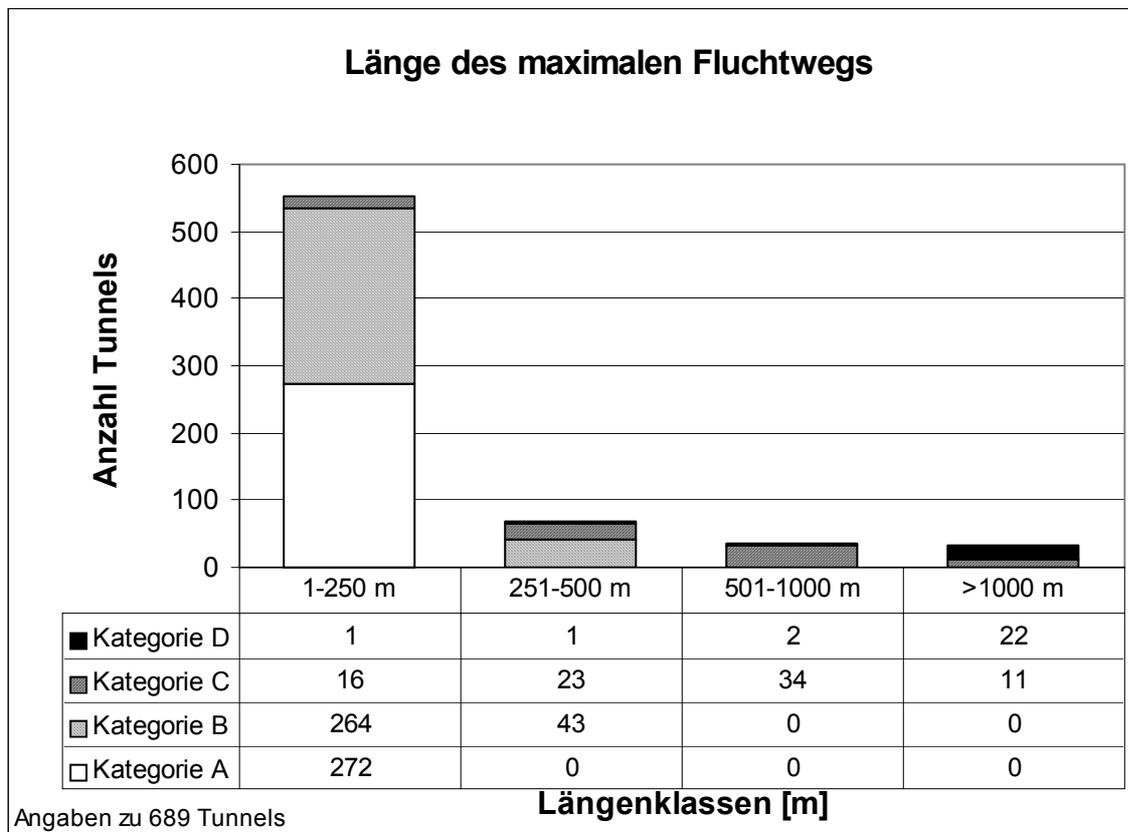


Abbildung 8: Fluchtweglänge

3.2 Ausrüstung der Fluchtwege

Neben der bereits beschriebenen Fluchtweglänge ist auch die Ausrüstung des Fluchtweges von grosser Bedeutung. Als Ausrüstungen, welche die Flucht erleichtert und somit unterstützend der Selbstrettung dienen, können genannt werden:

- Gehweg, Handlauf und Fluchtwegmarkierung zur Erleichterung der hindernisfreien Flucht zum nächsten Ausgang,
- Beleuchtung des Fluchtweges,
- Belüftung zur Aufrechterhaltung eines akzeptablen Klimas auf dem Fluchtweg.

Neben der Fluchterleichterung dient die genannte Infrastruktur selbstverständlich auch für die Evakuierung der Reisenden und den Ereignisdiensten im Rahmen der Fremdrettung, sowie zur Erhöhung der Arbeitssicherheit bei Erhaltungsarbeiten.

In nachfolgender Abbildung 9 ist der aktuelle Zustand der Selbstrettungsinfrastruktur in den Tunnels der Kategorien C und D aufgezeigt. So besteht eine Beleuchtung in 26 Tunnels, einen einfachen Gehweg an der Tunnelwand mit Handlauf und Fluchtwegmarkierung besitzen 25 Tunnels. Eine aktivierbare Lüftung besteht in 2 Tunnels.

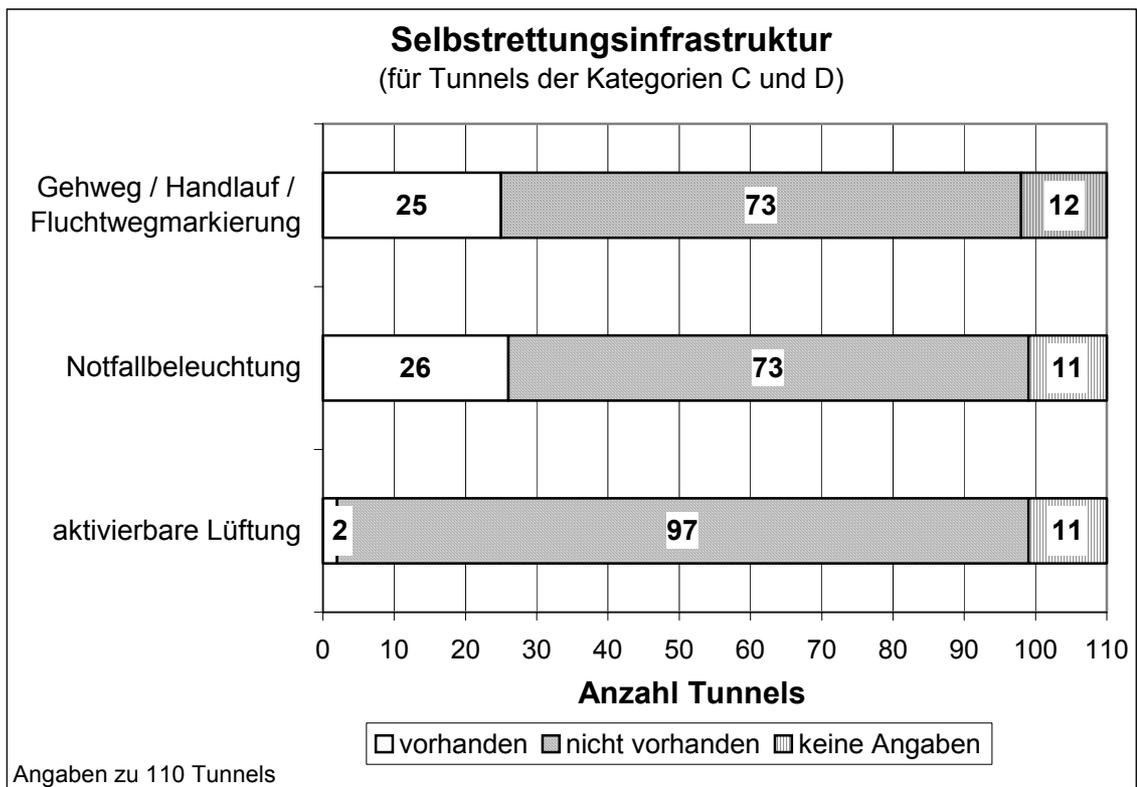


Abbildung 9: Selbstrettungsinfrastruktur

Eine wichtige Voraussetzung für ein rasches und erfolgreiches Reagieren bei einem Ereignis im Tunnel ist auch die Kommunikation zwischen "drinnen" und "draussen". Die Kommunikationsinfrastruktur (z.B. Streckentelefon, Zugfunk etc.) wirkt daher sowohl ausmassmindernd, wie auch unterstützend für die Selbstrettung und Fremdrettung. Die Auswertung der Kommunikationsinfrastruktur erfolgt in Kapitel C4.3.

4 Auswertung betreffend Unterstützung zur Fremdrettung

4.1 Zugänglichkeit der Tunnels

Die Zugänglichkeit der Tunnelportale bildet eine wichtige Voraussetzung für den Einsatz der örtlichen Ereignisdienste (Feuerwehr, Sanität, Chemiewehr etc.) und / oder der Einsatzkräfte der Bahnen.

Der Hauptzugang eines Eisenbahntunnels ist naturgemäss das Gleis. Dieses kann aber nur von den bahneigenen Interventionskräften als Zugangsweg genutzt werden, da nur diese über schienengängige Fahrzeuge (Lösch- und Rettungszüge) verfügen.

Die örtlichen Ereignisdienste sind hingegen auf eine Strassenzufahrt angewiesen.

Wie untenstehende Abbildung 10 zeigt, ist nur bei 117 von insgesamt 689 Tunnels mindestens 1 Portal auf der Strasse (28t) direkt erreichbar. Dies entspricht einem Anteil von unter 20%.

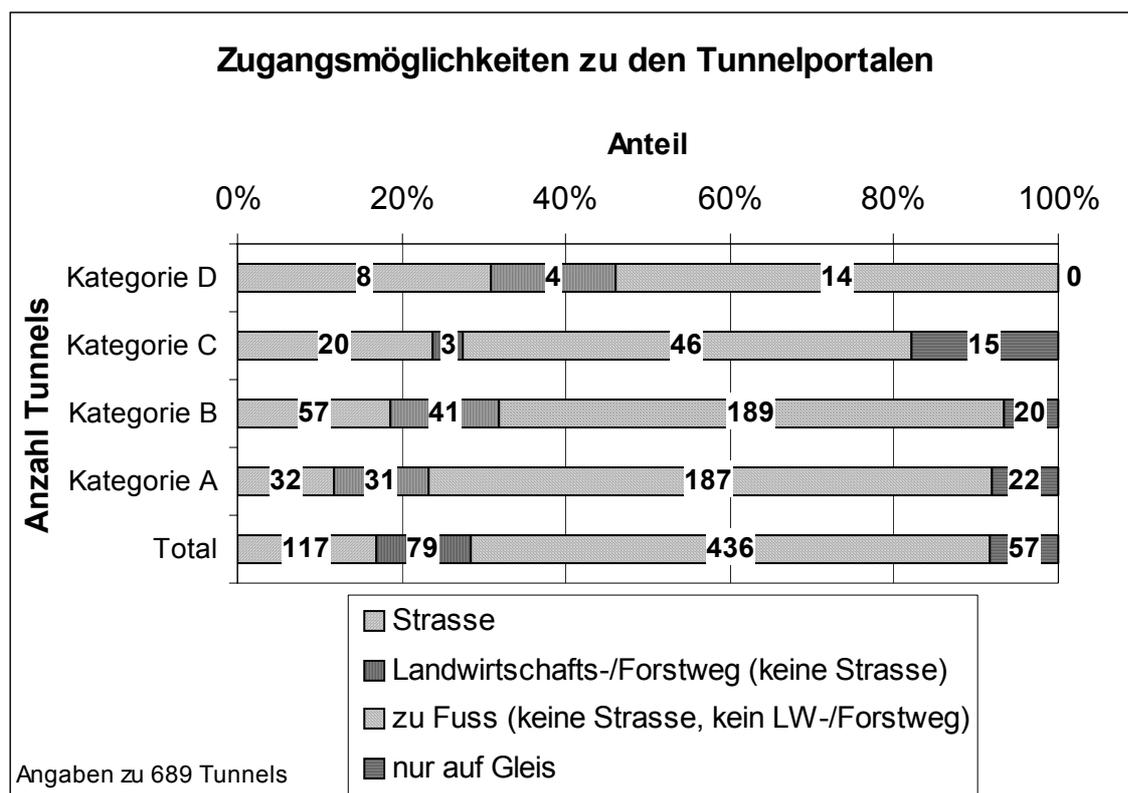


Abbildung 10: Zugangsmöglichkeit zu den Tunnelportalen

Betrachtet man nur die Tunnels der Kategorien D und C, so zeigt sich ein leicht besseres Bild. Der Anteil Tunnels mit Strassenzufahrt zu mindestens einem Portal beträgt bei diesen Tunnels 25-30%.

Es ist somit vordringlich zu beachten, dass das Einsatzkonzept und die Ausrüstung der Einsatzkräfte den Gegebenheiten betreffend Zugänglichkeit der Eisenbahntunnels Rechnung trägt und so einen optimalen Einsatz ermöglicht.

4.2 Einsatzkräfte

Eine wichtige Voraussetzung für eine mögliche Fremdrettung ist eine möglichst kurze Einsatzzeit vom Auslösen des Alarms bis zum Erreichen der Tunnelportale. Die meisten Tunnels der Kategorien C und D können von den Ereignisdiensten relativ schnell erreicht werden. Es ist aber klarzustellen, dass diese Zahlen auf Schätzungen seitens der Bahnen beruhen und nach unserer Beurteilung nur in den wenigsten Fällen durch Übungen verifiziert wurden.

Bei Szenarien mit Brand oder Explosion im Tunnel können die anrückenden Wehrdienste nur dann rettend eingreifen, wenn sie innert der ersten max. 20 Minuten einsatzfähig am Ort des Geschehens im Tunnel eintreffen. Bei einem langen Tunnel ist neben der Anmarschzeit insbesondere die Zeit für das Vorrücken in der Röhre der einschränkende, zeit-intensive Faktor.

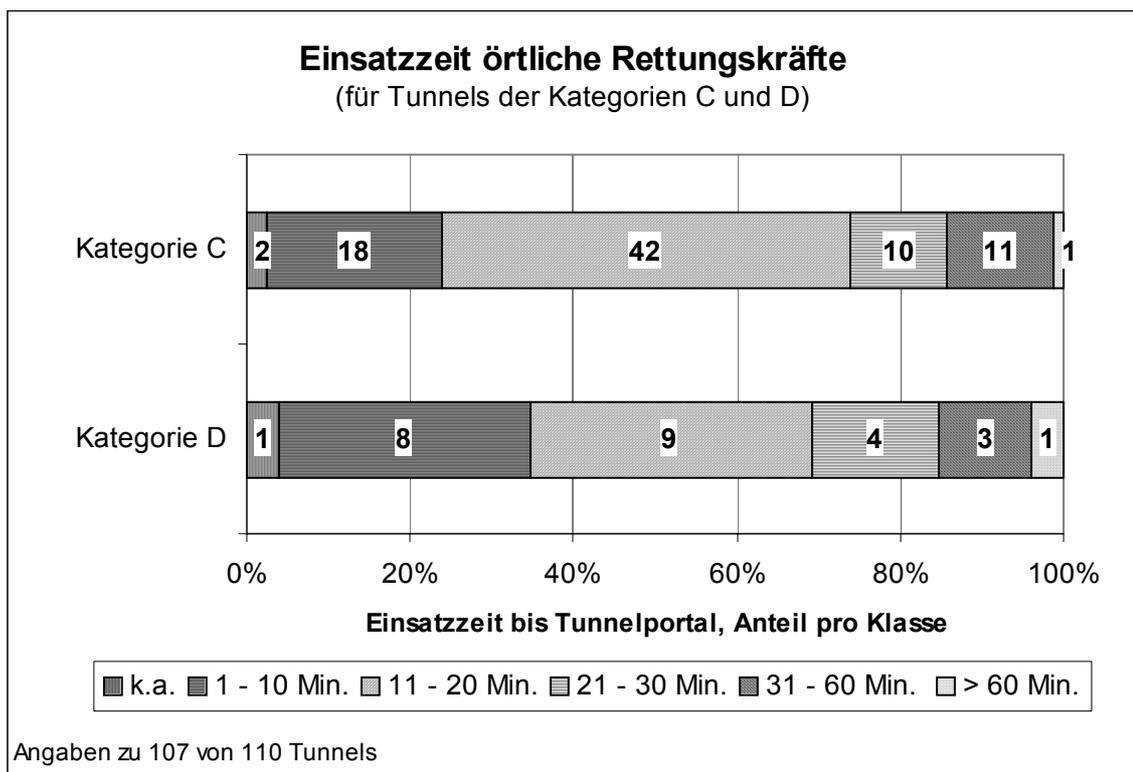


Abbildung 11: Einsatzzeit örtliche Rettungskräfte

Die Einsatzbereitschaft der örtlichen Rettungskräfte ist, wie aus obenstehender Abbildung 11 ersichtlich ist, relativ gut. Nur bei 8 Tunnels der Kategorie D betragen die Einsatzzeiten mehr als 20 Minuten (bis zum Eintreffen am Portal).

Die Schweizer Eisenbahnen besitzen eigene Lösch- und Rettungszüge. Diese befinden sich teilweise unmittelbar bei den Tunnelportalen langer Tunnels, meist aber an Bahnknotenpunkten und sind damit erst nach längerem Anfahrtsweg bei einem Tunnel verfügbar. Ein Problem der meisten Lösch- und Rettungszüge ist deren relativ lange "Vorlaufzeit" bis zum Einsatz. Es muss beispielsweise bei einem Alarm zuerst das Personal der Betriebswehr zusammengezogen werden.

Nicht einheitlich gelöst ist die Frage des Zugangs der örtlichen Ereignisdienste in Eisenbahntunnels. In den meisten Kantonen kann die Feuerwehr nicht selbst eine Bahnstromerdung vornehmen. Dies ist jedoch zwingende Voraussetzung für ein schnelles und unabhängiges Vordringen in einen Eisenbahntunnel. Das Befahren mit Strassenfahrzeugen ist in keinem Eisenbahntunnel in der Schweiz vorgesehen.

4.3 Kommunikationsinfrastruktur

Die Kommunikationsinfrastruktur leistet ihren Anteil zur Sicherheit in Eisenbahntunnels in folgenden Bereichen:

- Die Kommunikationsinfrastruktur dient zur sofortigen Information z.B. der Betriebsleitzentrale über ein eingetretenes Ereignis, was ein rasches und erfolgreiches Reagieren erlaubt (Ausmassmindernd und Unterstützung der Selbstrettung).
- Eine gute Kommunikationsinfrastruktur ist für einen gezielten Einsatz der Ereignisdienste sehr wichtig (Unterstützung der Fremdrettung).

Weit ausgebaut ist die entsprechende Infrastruktur beispielsweise beim 1999 eröffneten Vereinatunnel: Neben traditionellen Kommunikationsmitteln wie Streckentelefon und Zugfunk kann im Tunnel auch auf weiteren Kanälen gefunkt und telefoniert werden. Informationen direkt von der Betriebsleitzentrale ins Radioprogramm sind ein spezielles Angebot für den Autoverlad.

Nachstehende Abbildung 12 zeigt die verschiedenen Kommunikationsmittel und deren Verbreitung in den Tunnels der Kategorien C und D wobei in einem Tunnel mehrere Kommunikationsmöglichkeiten installiert sein können. Am verbreitetsten sind Zugfunk, Betriebsfunk und Streckentelefon (drahtgebundenes Kommunikationssystem). GSM (Mobiltelefonie) ist erst in 8 Tunnels verfügbar.

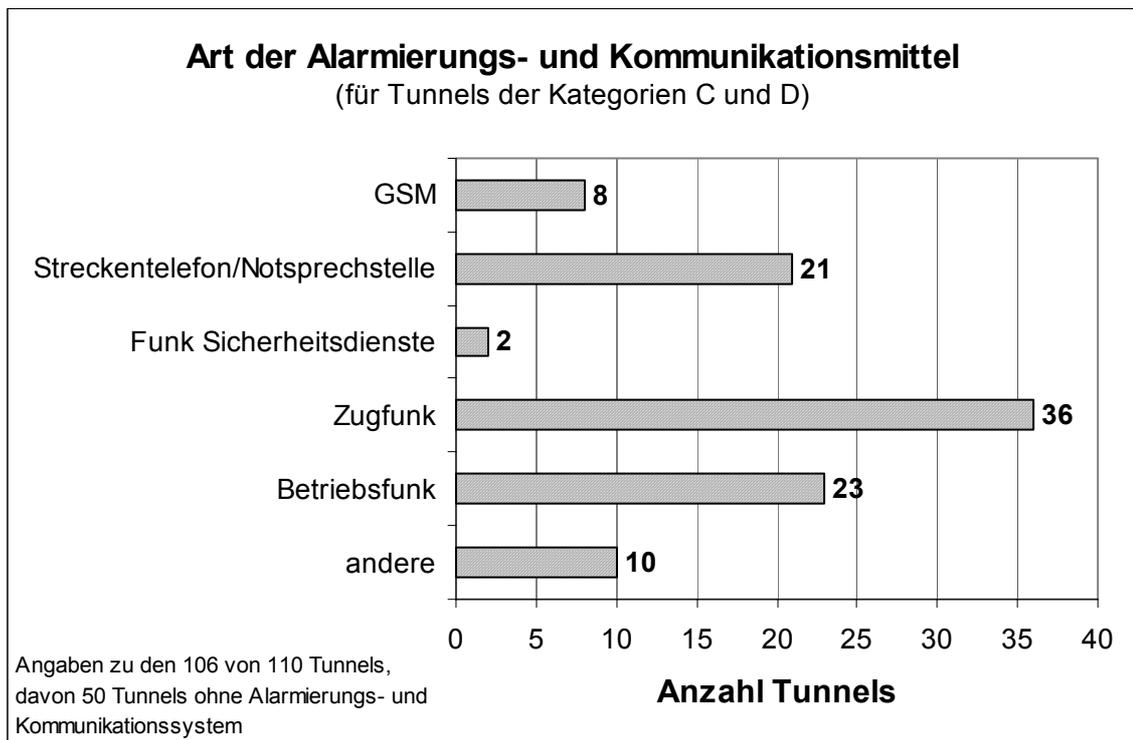


Abbildung 12: Alarmierungs- und Kommunikationsmittel

Von den Tunnels der Kategorien D und C sind 69% (Kategorie D) bzw. 45% (Kategorie C) mit mindestens einer Möglichkeit zur Kommunikation zwischen Tunnel und Aussenwelt ausgerüstet.

Von den Tunnels der Kategorien D4 (längste Tunnels) und D1 (besonders hohe Personenverkehrsfrequenzen) verfügen alle über Alarm- und Kommunikationsmittel.

4.4 Einsatzplanung (aktueller Stand)

Ein Instrument der Koordination zwischen den betriebseigenen Einsatzkräften der Bahnen und den örtlichen Ereignisdiensten ist die Einsatzplanung gemäss Störfallverordnung¹². Diese regelt die Abläufe (räumlich, organisatorisch, etc.) bei einem gemeinsamen Einsatz z.B. bei einem Brand im Tunnel.

Für alle der Störfallverordnung unterstellten Verkehrswege¹³ (d.h. Streckenabschnitte auf denen der Transport von Gefahrgut vorgesehen ist) erarbeiten die Bahnen zur Zeit (auf Grund der Anforderungen betreffend Vollzug der Störfallverordnung) die sogenannten Streckenpläne, welche auch alle Tunnels enthalten. Je nach den örtlichen Gegebenheiten wird in Absprache mit den für die Koordination der Ereignisdienste verantwortlichen Kantonen

¹² StFV, Anhang 2.3, Lit. h

¹³ StFV, Art. 1, Abs. 2, Lit. c

und den Bahnen definiert, für welche Tunnels ein spezieller Detailplan zu erstellen ist. Dies betrifft hauptsächlich die längeren Tunnels.

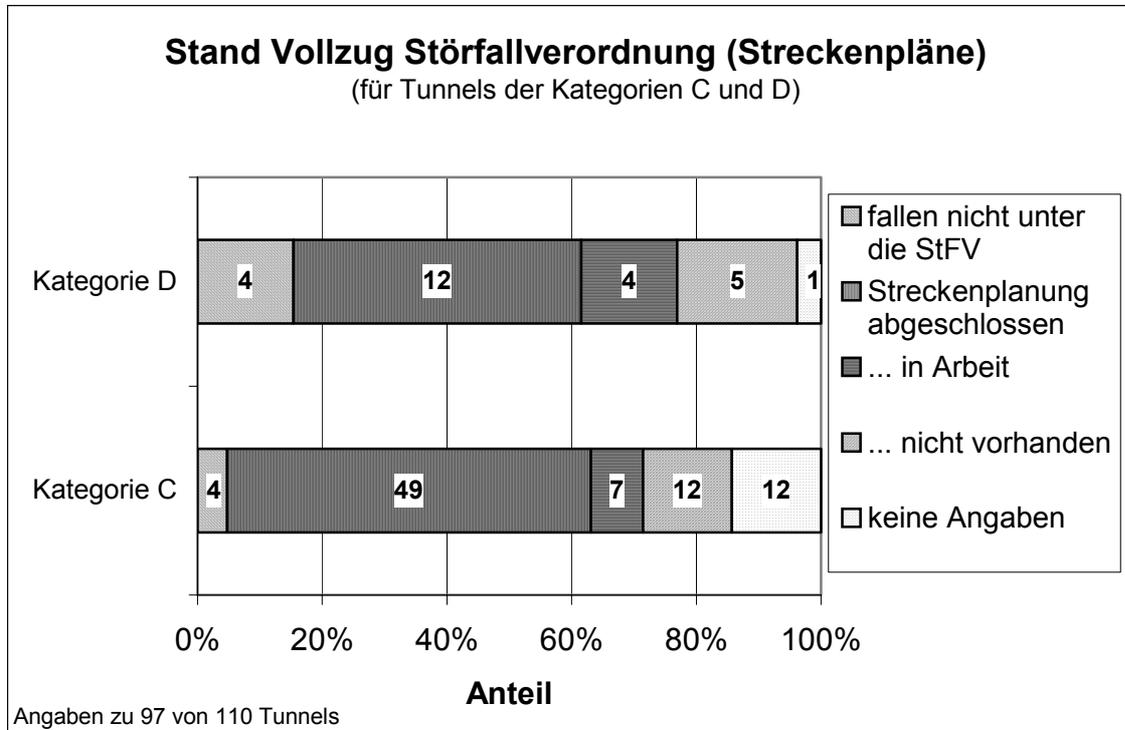


Abbildung 13: Stand Vollzug Störfallverordnung (Streckenpläne)

Von den 110 Tunnels der Kategorien C und D sind (mindestens) 89 Tunnels in Streckenabschnitten, welche der Störfallverordnung unterstellt sind.

Für die Tunnels der Kategorie D ist die Streckenplanung in ca. 50% der Fälle abgeschlossen und bei weiteren 15% in Arbeit. Für Tunnels der Kategorie C bestehen diese bei 60% der Objekte.

Detailpläne bestehen erst für knapp 20% aller längeren Tunnels. Bei der Kategorie D beträgt der Anteil rund 30% und bei der Kategorie C 15%. Zu beachten ist hierzu, dass (wie oben erwähnt) je nach örtlichen Gegebenheiten die Informationen des Detailplanes in den Streckenplan integriert werden und dieser somit hinfällig ist. Der Anteil dieser Tunnels kann auf Grund der vorliegenden Informationen nicht genannt werden. Bei den nicht der Störfallverordnung unterstellten Tunnels wird auf Grund der lokalen Bedingungen definiert, für welche im Rahmen der Tunnelsicherheit ebenfalls eine Einsatzplanung zu erstellen ist. Dies betrifft die längeren Tunnels ohne Gefahrguttransporte.

5 Rollmaterial (aktueller Stand)

5.1 Grundsätzliches

Bei der Betrachtung des Rollmaterials bezüglich Tunnelsicherheit ist eine grundsätzliche Unterscheidung zu beachten:

- Auf dem Schweizer **Normalspur-Schienennetz** verkehrt zunehmend privates und / oder ausländisches Rollmaterial. Dies bedeutet, dass insbesondere im Güterverkehr (Wagenladungsverkehr, Blockzüge) und in geringerem Mass auch im Personenverkehr relativ wenig Einfluss auf das Rollmaterial ausgeübt werden kann. Der Sicherheitsstandard des Rollmaterials wird durch internationale Regeln und Normen (mit-)bestimmt.
- Beim begleiteten **kombinierten Verkehr (Rollende Landstrasse) und beim Autoverlad**, wo grösstenteils eigenes und spezielles Rollmaterial eingesetzt wird, handelt es sich um einen relativ kleinen Rollmaterialpark mit grösserem Handlungsspielraum für Sicherheitsstandards.
- Bei den **Schmalspur-, Zahnrad- und Standseilbahnen** verkehrt nur ein kleiner, überblickbarer Rollmaterialpark, welcher gleichzeitig meist im Eigentum der Bahn ist. Hier kann mit schweizerischen Regeln der Sicherheitsstandard festgelegt werden, da keine internationale Koordination erfolgen muss. Auf Grund des Inselbetriebes dieser Bahnen besteht gegenüber dem Rollmaterial des Normalspurnetzes ein grösserer Handlungsspielraum für Sicherheitsmassnahmen.

Reisezugwagen / Triebfahrzeuge

Bei den Reisezügen sind die wichtigsten Stichworte "Notbremsüberbrückung" und "Brandschutz". In beiden Bereichen bestehen Erfahrungen mit modern ausgerüstetem Rollmaterial (neues IC-Rollmaterial mit Notbremsüberbrückung, RhB/Vereinatunnel Rollmaterial mit Gegensprecher zum Lokführer, brandhemmende Materialien im Innenausbau, Feuerlöscher, Sprinkleranlagen).

Wichtig sind weiter Brandschutzmassnahmen im Bereich der technischen Anlagen von Reisezügen, beispielsweise in der Lokomotive oder immer mehr auch im Bodenbereich von Personenwagen und Triebzügen (z.B. Pendolino).

Güterwagen

Bei den Güterwagen sind die wichtigsten Stichworte "Unterhaltszustand der Güterwagen" und "Einhaltung der Beladerichtlinien". Insbesondere ist auch der Wahl des am besten geeigneten Wagens für die zu transportierenden Güter grösste Beachtung zu schenken.

Es wird jedoch noch lange dauern, bis der gesamte Rollmaterialpark ersetzt ist. Es muss also noch über Jahre auch mit "altem" Rollmaterial gearbeitet werden.

Viele Brände in Zügen gehen auf Brandstiftung oder Fahrlässigkeit (z.B. brennende Zigarette im Abfallkorb) zurück. Die Anwesenheit von genügend Personal in den Zügen kann die Hemmschwelle für Vandalismus und Sachbeschädigungen erhöhen.

5.2 Beispiel: Neues Rollmaterial für den Vereinatunnel

Am Beispiel des 1999 neu eröffneten Vereinatunnels lässt sich darstellen, welche Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit im Bereich Rollmaterial ergriffen werden können:

Triebfahrzeuge:

- Brandmeldeanlagen in Lokomotiven (bei jenen, welche regelmässig durch den Vereinatunnel fahren),
- Feuerlöscher auf allen Triebfahrzeugen und Steuerwagen.

Wagen:

- Feuerlöscher in den Gepäckwagen,
- Notrufsystem: Wechselsprechstelle in Reisezügen.

Autoverlad:

- Feuerlöscher auf den Auffahrwagen,
- Notrufsystem: Alarmtaste auf Autozugwagen,
- Gedeckte Wagen für den Autotransport (Ausnahme Auffahrwagen) zum Schutz vor Kontakt mit der Fahrleitung,
- Je 2 Entgleisungsdetektoren bei allen Autozugwagen,
- Je 2 Leuchten auf jedem Autozugwagen.

Diese Massnahmen wurden bei neuem und teilweise auch bei schon in Betrieb stehendem Rollmaterial umgesetzt. Erwähnt sei hier noch, dass es sich bei diesem Beispiel um einen Inselbetrieb mit dem entsprechend grösseren Handlungsspielraum (siehe oben) handelt.

6 Information der Reisenden (aktueller Stand)

Sehr wichtig ist die kompetente und rasche Information der Fahrgäste in Reisezügen, welche in einem Tunnel zum Stehen kommen. Dadurch kann falsches Verhalten (z.B. Verlassen des Zuges) verhindert werden. In den meisten Reisezügen besteht die technische Infrastruktur für diese Fahrgastinformation durch das Zugspersonal oder den Lokführer. Die Informationsweitergabe vom Zugspersonal an die Reisenden muss aber noch besser institutionalisiert werden. Weiter ist sie vor allem betreffend Zeitpunkt der Information noch verbesserungsfähig.

Präventive Informationen über Verhaltensregeln bei einem Zwischenfall in einem Eisenbahntunnel werden bis heute nur in Ausnahmefällen an die Fahrgäste abgegeben. Die Information der Passagiere erfolgt im begleiteten kombinierten Verkehr (Rollende Landstrasse) systematisch, beim Autoverlad ist die Information nur teilweise vorhanden.

7 Autoverlad (aktueller Stand)

Im Rahmen einer speziellen Umfrage bei den betroffenen Bahnen hat das BAV spezifische Sicherheitsfragen im Zusammenhang mit dem Autoverlad untersucht.

Autoverlad findet im Lötschbergtunnel der BLS (seit kurzem zeitweise auch wieder auf der gesamten Strecke Kandersteg – Iselle), im Furkatunnel der FO sowie in den beiden RhB-Tunnels Albula und Vereina statt. In den drei Tunnels Vereina, Lötschberg und Furka ist das Angebot mit durchschnittlich täglich 29, 22 bzw. 20 Zügen pro Richtung vergleichbar. Im Albula liegt die Frequenz heute bereits wesentlich tiefer und wird in Zukunft weiter reduziert. In Bezug auf das Transportvolumen dominiert der Lötschberg ganz klar. Die Nachfrage im Vereina beruht auf Schätzungen der RhB.

7.1 Spezifische Sicherheitsmassnahmen

Tabelle 19 zeigt die spezifisch für den Autoverlad durch die Bahnunternehmen getroffenen Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit.

autoverlad-spezifische Massnahmen	Tunnel			
	<i>Vereina</i>	<i>Lötsch- berg</i>	<i>Furka</i>	<i>Albula</i>
Betriebliche Massnahmen				
Transport gefährlicher Güter auf den Autoverladezügen verboten	JA	JA	JA	JA
Begegnungen und Kreuzungen von Autoverladezügen mit Güterzügen mit Gefahrgut nicht vorgesehen	JA			
Busse, welche nicht unter Dach verladen werden können, dürfen nicht mit Passagieren besetzt sein (Umsteigen in Reisezug).	JA			
Alle Fahrgäste reisen in regulären Reisezügen, Auto-transportwagen werden an Reisezüge angehängt.				JA
Kein Transport von Reisebussen				JA
Rollmaterial				
Gedeckte Wagen (Ausnahmen: Auffahrwagen)	JA	JA	JA	nur offene Wagen
Feuerlöscher (in Triebfahrzeugen, auf Transportwagen)	JA	JA		
Je 2 Entgleisungsdetektoren auf allen Autozugwagen, je 2 Lampen auf jedem Autozugwagen.	JA			
Notrufsystem: Alarmtaste auf jedem Autozugwagen (Wechselsprechstelle in Reisezugwagen)	JA			
Brandmeldeanlagen auf Lokomotiven	Mehrheitlich			

<i>autoverlad-spezifische Massnahmen</i>	<i>Tunnel</i>			
	<i>Vereina</i>	<i>Lötsch- berg</i>	<i>Furka</i>	<i>Albula</i>
Verhaltensinstruktionen				
Radio: Meldungen direkt vom Fahrdienstleiter möglich	JA	JA	JA	
Informationstafeln im Warteraum und / oder auf den Autotransportwagen	JA		JA	
Anordnungen / Informationen auf der Rückseite der Fahrkarte	JA			
Natel-Empfang gewährleistet	JA			
Mündliche Information durch Personal			JA	

Tabelle 19: Spezifische Sicherheitsmassnahmen beim Autoverlad

7.2 Besondere Sicherheitsprobleme

Die vergleichende Darstellung der durch die Bahnunternehmungen getroffenen Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit beim Autoverlad zeigt, dass zwischen den einzelnen Tunnels wesentliche Unterschiede bestehen. Diese Unterschiede erklären sich hauptsächlich aus dem Alter der Anlagen.

Problematisch ist grundsätzlich der Transport von Reisebussen. Auf den nicht gedeckten Auffahrwagen ereignen sich Zwischenfälle, in dem Reisebusse die Fahrleitung touchieren, z.B. durch offene Dachluken. Deshalb wurde etwa beim Lötschberg der Verlad von Autobussen auf offene Wagen ganz eingestellt. Bustransporte erfolgen dort auf speziellen, autobus- und lastwagentauglichen Pendelzügen mit Dach. Im Vereinatunnel werden aus Sicherheitsgründen keine Passagiere in auf offene Wagen (Auffahrwagen) verladenen Bussen transportiert. Die Fahrgäste dieser Busse durchqueren den Tunnel in einem Reisezug. Steht ein Bus auf einem Transportwagen des Autozuges, ist das Aussteigen aus dem Fahrzeug nur erschwert möglich, d.h. in den meisten Fällen nur über den Notausgang "Frontscheibe" bzw. "Heckscheibe".

7.3 Autoverlad Kandersteg – Iselle

In den Sommermonaten offeriert die BLS zeitweise auch den direkten Autoverlad zwischen Kandersteg und Iselle. Diese Strecke umfasst folgende Tunnels der Kategorien C und D:

<i>Tunnel</i>	<i>Länge (m)</i>	<i>Tunnelkategorie</i>
Lötschberg	14612	D4
Mittalgraben II	3298	D3
Hoh Tenn	1346	C3
Simplon	19803	D2

Tabelle 20: C- und D-Tunnel der Autoverladestrecke Kandersteg - Iselle

Mit Ausnahme des Simplons werden diese Tunnels auch dann von Autozügen durchfahren, wenn der Autoverlad Kandersteg – Goppenstein bis Brig verlängert wird (zum Beispiel Lawinengefahr im Winter).

Inwieweit bei diesen Tunnels die Verhaltensinstruktionen wie beim Lötschberg direkt vom Fahrdienstleiter ins Radio eingespielen werden können, kann zur Zeit nicht definitiv beantwortet werden.

D Massnahmen

1 Einführung

1.1 Grundsätzliches

Zusammengefasst lassen sich Massnahmenbereiche mit folgenden Schwerpunkten formulieren:

- **Ereignisverhindernde Massnahmen:**
 - Jeder Zug ist für die bevorstehende Tunnelfahrt geeignet.
 - Der Fahrweg im Tunnel ist in gutem Zustand.
- **Ausmassmindernde Massnahmen:**
 - Jeder Zug kann im Falle eines Ereignisses (Brand) den Tunnel noch verlassen.
 - Personal und Reisende sind über das korrekte Verhalten im Ereignisfall informiert.
- **Massnahmen zur Erleichterung der Selbstrettung:**
 - Es sind gute und kurze Fluchtwege vorhanden.
 - Personal und Reisende sind über das korrekte Verhalten betreffend Selbstrettung informiert.
- **Massnahmen zur Erleichterung der Fremdrettung:**
 - Alarm-, Einsatz- und Rettungskonzept für die betroffenen Ereignisdienste sind vorhanden.
 - Ausrüstung und Ausbildung der Ereignisdienste sind dem Konzept für einen Tunnelleinsatz angepasst.
 - Infrastruktur im Tunnel (vor allem Kommunikationsinfrastruktur) ermöglicht einen sinnvollen Einsatz.

Die Sicherheit in Eisenbahntunnels ergibt sich aus dem Zusammenspiel von geeignetem Rollmaterial und dem ortsfesten Teil des Verkehrssystems (Gleise, Weichen, Stromleitungen, Signalanlagen, Sicherungssysteme, Zugüberwachungssysteme, ...). Alle anderen Faktoren (Selbst- und Fremdrettung) können helfen, das Ausmass eines Ereignisses zu vermindern. Das Schwergewicht der Sicherheitsanstrengungen muss somit eindeutig bei der Verhinderung von Zwischenfällen liegen. Mit Massnahmen, welche auf dem ganzen Netz wirken, kann insgesamt am meisten Sicherheit gewonnen werden.

Ziel zusätzlicher Sicherheitsmassnahmen bilden somit

- erstens das Verhindern von Zwischenfällen in Eisenbahntunnels,
- zweitens die Schaffung einer "fairen Chance" für die Selbstrettung der durch einen Zwischenfall betroffenen Personen und
- drittens die Sicherstellung von guten Voraussetzungen für die rasche und effiziente Fremdrettung bei einem Zwischenfall.

Die im vorliegenden Schlussbericht aufgeführten Massnahmen und die Beurteilung resp. Empfehlung betreffend Umsetzung bilden eine Momentaufnahme. Sie orientiert sich am heutigen Stand der Technik. Es ist zu erwarten, dass im Zuge der technischen Entwicklung

weitere Massnahmen ergriffen werden können. Diese können aus heutiger Sicht (meistens auf Grund der noch nicht gesicherten Zuverlässigkeit) noch nicht zur Umsetzung empfohlen werden.

1.2 Bereits geplante Massnahmen an konkreten Objekten

Gemäss Definition umfasst die durchgeführte Untersuchung Schweizer Eisenbahntunnels, die am 1. 1. 2000 in Betrieb waren. Von den Bahnunternehmungen für das Jahr 2000 und später geplante Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit in den bestehenden Eisenbahntunnels sind somit in der Auswertung nicht enthalten.

Die SBB hat zur Erhöhung der Sicherheit in bestehenden Tunnels bereits 1998 einen Kredit von 45 Mio. Franken bewilligt. Bis zum Jahr 2005 sind für 27 Tunnels der Einbau von Fluchtwegen mit Handläufen, die Fluchtwegkennzeichnung sowie eine Tunnelbeleuchtung vorgesehen.

Andere sicherheitsrelevante Tunnelerneuerungen im Sinne dieses Berichtes, d.h. verbunden mit der Umsetzung von Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit in den Eisenbahntunnels, sind uns nicht bekannt. Selbstverständlich sind solche während der Massnahmenumsetzung auch in Zusammenhang mit allgemeinen Erhaltungsarbeiten zu berücksichtigen.

1.3 Rechtliche Grundlagen

Bei der Beurteilung der Massnahmen wurde festgestellt, dass diese gewisse nationale und internationale Gesetzgebungen tangieren, die die Umsetzung einer Massnahme zum heutigen Zeitpunkt erschweren oder sogar verhindern. Wenn bei der vertieften Analyse im Rahmen der Massnahmenumsetzung festgestellt wird, dass die Umsetzung einer Massnahme eine Änderung der Rechtsgrundlagen rechtfertigt, sind die entsprechenden Schritte einzuleiten.

Rechtsgrundlagen, die von Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit in bestehenden Eisenbahntunnels konkret betroffen sein können, sind:

- Bundesverfassung (BV) (alpenquerender Transitverkehr),
- Transportgesetz (TG),
- Eisenbahn-Netzzugangsverordnung (NZV) und deren Ausführungsbestimmungen (AB-NZV),
- Eisenbahnverordnung (EBV) und deren Ausführungsbestimmungen (AB-EBV),
- RID / RSD (Règlement concernant le transport international / suisse ferroviaire des marchandises dangereuses, Ordnung für die internationale / schweizerische Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter),
- Richtlinien der UIC (Union internationale des chemins de fer, Internationaler Eisenbahnverband),
- EN – Normen (Europäische Norm).

2 Massnahmenzusammenstellung

In nachfolgenden Kapiteln sind, geordnet nach dem jeweiligen Einflusssschwerpunkt, die im Rahmen dieser Untersuchung diskutierten Massnahmen aufgeführt, welche auf Grund der Beurteilung betreffend Umsetzung als "empfehlenswert" oder "bedingt empfehlenswert" eingestuft wurden.

Bei der Beurteilung der Massnahmen wurden primär die Einflussfaktoren Grösse und Umfang der Wirkung, Einfluss auf den Betrieb, verursachende Kostenarten sowie die Möglichkeiten einer Umsetzung berücksichtigt.

Als "empfehlenswert" werden Massnahmen bezeichnet, welche in der Regel einen grossen Sicherheitsgewinn bringen und gleichzeitig keine oder nur geringe einschränkende Auswirkungen auf den Betrieb verursachen.

Als "bedingt empfehlenswert" werden Massnahmen bezeichnet, deren Umsetzung nur unter gewissen Umständen (z.B. lokale Verhältnisse, Kosten - Nutzen - Verhältnis, Betriebseinschränkungen) überhaupt möglich ist oder welche, meist wegen ungenügender Praxiserprobung, noch nicht generell empfohlen werden können.

Weiter wurde jeder Massnahme eine Prioritätsstufe zugeordnet. Die Prioritätsstufe zeigt auf, in welcher Reihenfolge die Massnahmen bei der Planung der Umsetzung zu berücksichtigen sind.

Eine Zusammenstellung der untersuchten Massnahmen, welche auf Grund der Beurteilung zur Zeit noch nicht zur Umsetzung empfohlen werden können, befindet sich im Anhang A3.

Auf Grund der bei der Betrachtung des Rollmaterials in Kapitel C5.1 erwähnten grundsätzlichen Unterscheidung (Normalspurbahnen \leftrightarrow Schmalspur-, Zahnrad- und Standseilbahnen,...) ist zu beachten, dass die aufgeführten Massnahmen nicht für jeden Einsatzfall sinnvoll umgesetzt werden können (z.B. netzweit wirkende Massnahmen bei Standseilbahnen).

Weiter ist anzufügen, dass die nachfolgend aufgeführten, untersuchten und beurteilten Massnahmen, unabhängig von bereits realisierten Massnahmen, an den konkreten Tunnelobjekten zusammengestellt wurden. Ein Quervergleich der bereits realisierten Massnahmen in Zusammenhang mit der erwünschten Risikoreduktion der vorgeschlagenen Massnahmen erfolgt während der Umsetzungsphase (siehe Kapitel E2).

2.1 Ereignisverhindernde Massnahmen

2.1.1 Überblick

Infrastruktur (Tunnel und Fahrweg im Tunnel):

- Bauliche Anpassungen (Weichenbereiche, Umbau auf Einspurtunnel etc.)
- Vorschriftsgemässer Unterhalt

Infrastruktur (Netzweit)

- Erkennen von Unregelmässigkeiten der Züge (Radlastwaagen, Heissläufer-, Festbrems- und Flachstellenortungsanlagen etc.)

Betrieb

- Kontrolle der Züge vor Abfahrt (Verladevorschriften, Visiteure etc.)
- Zulassung nur für geeignetes Rollmaterial

Rollmaterial

- siehe Kapitel D2.5

2.1.2. Die Massnahmen im Einzelnen

Infrastrukturmassnahmen (Tunnel und Fahrweg im Tunnel)

Zusätzliche Tunnelröhre Ausbau auf zwei Einspurtunnel; auch in Zusammenhang mit Lichtraumprofil-Sanierungen prüfen, da Massnahme Sicherheitsniveau eindeutig hebt. Grosser Aufwand, daher meist schlechtes Kosten - Nutzen - Verhältnis.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Zugsicherung bei allen Signalen vor und in Tunnels Meist realisiert.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Systematische Kontrolle des Gleiszustandes mit Gleismesswagen Meist realisiert; übliche Intervalle bei den Bahnen sind ausreichend, zusätzliche Messungen in Tunnels sind nicht notwendig.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Gleisfreimeldeanlage mit Achszählern Meist realisiert.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Optimierung der Weichen im Tunnel- und Portalbereich Reduktion der Weichenanzahl auf die betrieblich unbedingt notwendigen.	<i>empfehlenswert Priorität 2</i>
Systematische Überwachung des Tunnelzustandes Gem. UIC-Merkblatt 779.10E; meist realisiert.	<i>empfehlenswert Priorität 2</i>

Trennwand in Doppelspurtunnels (mit Türen in regelmässigen Abständen) Meist nur mit sehr hohem Aufwand realisierbar (beschränkte Platzverhältnisse).	<i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i>
Bei Doppelspurtunnels ein Gleis aufheben Nur möglich, wenn Anforderungen des Betriebes (Kapazität) dies erlauben.	<i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i>

Infrastrukturmassnahmen (netzweit)

Flachstellenortungsanlage Eingebettet in netzweites Konzept.	<i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 1</i>
Heissläuferortungsanlage Eingebettet in netzweites Konzept.	<i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 1</i>
Radlastwaage Eingebettet in netzweites Konzept.	<i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 1</i>
Festbremsortungsanlage Eingebettet in netzweites Konzept.	<i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 1</i>
Profilortungsanlagen zur Erfassung von Lademassüberschreitungen Technisch zur Zeit nicht ausgereift. Einsatz unter Berücksichtigung der techn. Entwicklung prüfen. Zur Zeit ist strikte Einhaltung der Ladevorschriften wichtiger.	<i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i>
Einbau von Gasetektoren vor Tunnels resp. tunnelreichen Streckenabschnitten Nur in Sonderfällen diskutierbar.	<i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i>

Organisatorische Massnahmen

Optische Beobachtung der Züge durch Kontrollpersonal vor langen Tunnels oder vor tunnelreichen Streckenabschnitten Feststellen von Unregelmässigkeiten (Brände, Entgleisungen, Ausströmen von Gasen); für diese kombinierte Überwachung ist Personal zur Zeit kaum durch technische Mittel zu ersetzen.	<i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 1</i>
Systematische Erfassung und gezielte Auswertung von Unregelmässigkeiten Wichtig in diesem Zusammenhang ist auch die konsequente Umsetzung von Massnahmen, die aus den Resultaten der Auswertung abgeleitet werden.	<i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 1</i>
Strikte Einhaltung der Verladevorschriften von Güterwagen Die Verladevorschriften sind festgelegt und bekannt. Deren Einhaltung ist strikte zu überprüfen.	<i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 1</i>

<p>Vorschriften überprüfen (Tunnelsicherheitsrichtlinien) Dies beinhaltet auch, bestehende Richtlinien (z.B. AB-EBV) auf Aktualität zu überprüfen und wenn notwendig anzupassen. Heikel ist die Umsetzung der Richtlinien bei bestehenden Tunnels.</p>	<p><i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 2</i></p>
<p>Verschärfung der internationalen Vorschriften für Gefahrguttransporte in Tunnels Verschärfung der bestehenden Vorschriften; neue Richtlinien für Transport gefährlicher Güter (inkl. Anforderungen an das Rollmaterial) beantragen.</p>	<p><i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 2</i></p>
<p>Tunnelfahrten nur für Fahrzeuge, die den Brandschutzanforderungen entsprechen, resp. die Notbremsüberbrückung haben Muss über Fahrzeugzulassung / Streckenzulassung / Trassenpreis geregelt werden. Umsetzung schwierig. (AB-NZV).</p>	<p><i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 2</i></p>
<p>Begegnungsverbot Personenzüge / Gefahrgutzüge Insbesondere für Transport gefährlicher Güter wirksam. In Doppelspurtunnels unter Berücksichtigung der Tunnellage und den betrieblichen Auswirkungen (Kapazität) diskutieren.</p>	<p><i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 2</i></p>
<p>Reduktion der Geschwindigkeit im Tunnel Starke Einschränkung des Betriebes (Kapazität), Lokal prüfen.</p>	<p><i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i></p>
<p>Transport besonders gefährlicher Güter in Konvois und mit Begleitung Im Sinne einer Spezialfahrt durch den Tunnel (ohne andere Züge) in Sonderfällen diskutierbar.</p>	<p><i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i></p>
<p>Umleitung von Transporten besonders gefährlicher Güter auf andere Streckenabschnitte In Sonderfällen unter Berücksichtigung des Gesamtrisikos (Risikoverlagerung) diskutierbar.</p>	<p><i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i></p>

2.2 Ausmassmindernde Massnahmen

2.2.1 Überblick

Infrastruktur (Tunnel und Fahrweg im Tunnel):

- Gute Verhältnisse im Tunnel erhalten (Fahrweg so lange wie möglich fahrbar halten, damit Zug aus dem Tunnel fahren kann).

Betrieb

- Ereignis schnell erkennen
- Kein neuer Zug in Tunnel
- Ausbildung des Fahrpersonals und der Reisenden betreffend Verhalten bei Ereignissen.

Rollmaterial

- siehe Kapitel D2.5

Information der Reisenden

- siehe Kapitel D2.6

2.2.2 Die Massnahmen im Einzelnen

Infrastrukturmassnahmen

Sicherstellen eines ununterbrochenen Zugfunks im Tunnel Schnelle Information über eingetretenes Ereignis, damit von der Betriebsleitzentrale Massnahmen (Zugstop vor Tunnel, ...) getroffen werden können.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Automatische Brandmelde- und/oder Löschanlagen in technischen Anlagen Auf kritischen Streckenabschnitten lokal prüfen.	<i>empfehlenswert Priorität 2</i>
Beidseitige Fahrleitungseinspeisung resp. Segmentierung der Fahrleitung Ist primär von betrieblichen Aspekten abhängig; lokal prüfen.	<i>empfehlenswert Priorität 2</i>
Geschütztes Verlegen von Kabeln und Leitungen im Tunnel Optimierung in Zusammenhang mit Erhaltungsarbeiten.	<i>empfehlenswert Priorität 2</i>
Feuerbeständige Kabel für Installationen im Tunnel Bei geringem Mehraufwand in Zusammenhang mit Erhaltungsarbeiten sinnvoll. Wichtig vor allem für Kommunikation und Beleuchtung.	<i>bedingt empfehlenswert Priorität 2</i>

Rauch- und Wärmeabzüge (aktiv) Grosse Kosten, nur in Verbindung mit einer Gesamtkonzeption der Belüftungsanlage technisch sinnvoll (Priorität in U-bahn-ähnlichen Abschnitten).	<i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i>
Absperrvorrichtung und Auffangwannen für Tunnelentwässerung Hauptsächlich Umweltsicherung. Für Personensicherheit schlechtes Kosten - Nutzen - Verhältnis.	<i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i>
Brandmelder (Wärme- und Rauchsensoren) im Tunnel Allgemeine Anwendung im Tunnel nicht empfehlenswert. Einsatz in längeren Tunnels unter Berücksichtigung der technischen Entwicklung prüfen.	<i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i>
Automatische Löschanlagen in Tunnels (Sprinkler) Hohe Kosten, langfristige Funktionsfähigkeit zur Zeit nicht sichergestellt. Einsatz unter Berücksichtigung der techn. Entwicklung und Wirksamkeit prüfen.	<i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i>
Nachträglicher Einbau einer Siphonierung Grosser Aufwand, daher meist schlechtes Kosten - Nutzen – Verhältnis. Lokal prüfen; Durchführung heikel und nicht immer möglich.	<i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i>
Explosionsschutz für die Kommunikationsinfrastruktur im Tunnel Damit der Gebrauch der Kommunikationsinfrastruktur nach einem Ereignis keine Explosionen auslöst.	<i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i>
Fahrbahn für Strassenfahrzeuge befahrbar machen Nur in gewissen Fällen technisch realisierbar. Zufahrt der Strassenfahrzeuge zum Tunnel und Wenden der Fahrzeuge im Tunnel nicht sichergestellt.	<i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i>

Organisatorische Massnahmen

Halt der Folge- und Gegenzüge bei Unfall vor dem Tunnel Sinnvoll, wenn Massnahme in betriebliche Abläufe eingepasst werden kann. Kann Kapazität (Zugfolgezeiten) reduzieren.	<i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 1</i>
--	---

2.3 Massnahmen zur Erleichterung der Selbstrettung

2.3.1 Überblick

Infrastruktur (Tunnel und Fahrweg im Tunnel):

- Kurze und gute (hindernisfrei, gekennzeichnet, beleuchtet) Fluchtwege an sicheren Ort (Notausgang, zweite Röhre, Schutzräume etc.)

Betrieb

- Ausbildung des Fahrpersonals und der Reisenden betreffend Verhalten bei Ereignissen.

Information der Reisenden

- siehe Kapitel D2.6

2.3.2 Die Massnahmen im Einzelnen

Infrastrukturmassnahmen

Seitenwege mit Handlauf; Kabel und andere Hindernisse entfernen. Optimierte Lösung unter Berücksichtigung des bestehenden Tunnelquerschnittes. Minimaler Standard; d.h. Teil des minimalen Massnahmenpaketes für die Selbstrettung in Eisenbahntunnels.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Fluchtwegkennzeichnung und Orientierung über Fluchtwegdistanzen Minimaler Standard; d.h. Teil des minimalen Massnahmenpaketes für die Selbstrettung in Eisenbahntunnels.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Tunnelbeleuchtung (auch der Tunnelportalbereiche) Minimaler Standard; d.h. Teil des minimalen Massnahmenpaketes für die Selbstrettung in Eisenbahntunnels. Höhe der Tunnelbeleuchtung lokal prüfen.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Notausstiege aus Tunnel, Seitenstollen als Notausstieg, Vertikaler Notausstieg Lokal prüfen, da Massnahme Sicherheitsniveau eindeutig hebt. Grosser Aufwand, daher meist schlechtes Kosten - Nutzen - Verhältnis.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Dienst- und Rettungsstollen mit Querschlägen zur Betriebsröhre Lokal prüfen, da Massnahme Sicherheitsniveau eindeutig hebt. Grosser Aufwand, daher meist schlechtes Kosten - Nutzen - Verhältnis.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Fluchtmasken für Unterhaltspersonal Sinnvoll, wenn Unterhalt während des Betriebes stattfindet.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>

Nothaltestelle in Tunnelmitte (Schutzraum mit Notausgang), belüfteter Schutzraum Lokal prüfen, da Massnahme Sicherheitsniveau eindeutig hebt. Grosser Aufwand, daher meist schlechtes Kosten - Nutzen - Verhältnis.	<i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 1</i>
--	---

Organisatorische Massnahmen

Ausbildung des (Fahr-)Personals betreffend Verhalten bei Unfällen	<i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 1</i>
Internationale Vereinheitlichung der Fluchtwegsignalisation Unterstützung der vom ASTRA vorgeschlagenen Massnahmen auch im Bereich Eisenbahntunnel.	<i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 1</i>

2.4 Massnahmen zur Erleichterung der Fremdrettung

2.4.1 Überblick

Infrastruktur (Tunnel und Fahrweg im Tunnel):

- Schneller Zugang zum Tunnel ermöglichen (Strassenzufahrten, Bahnerden durch örtliche Ereignisdienste etc.)

Betrieb / Ereignisdienste

- Alarm-, Einsatz- und Rettungskonzept (geplanter gemeinsamer Einsatz aller Ereignisdienste)
- Schnelle Alarmierung
- Ausrüstung gemäss Einsatzkonzept
- Gut ausgebildete Ereignisdienste (inkl. Bahnerden)

2.4.2 Die Massnahmen im Einzelnen

Infrastrukturmassnahmen

Ausgestaltung der Telefone für Notrufe in den Tunnels Nutzbarmachen der bestehenden Streckentelefone und SOS-Kleber auf Telefonen.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Permanente Erdungseinrichtungen im Bereich der Tunnelportale und Einführen "Bahnstromerdung" für lokale Ereignisdienste Sinnvoll. Ermöglicht rasches Eingreifen der lokalen Ereignisdienste. Bedingt aber entsprechende Aus- und Weiterbildung.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Voraussetzung für den Einsatz der Feuerwehr im Tunnel verbessern Allgemeine Massnahme, muss mit diversen aufgeführten konkreten Massnahmen flankiert werden.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Optimierte Kommunikationsinfrastruktur im Tunnel Gute Kommunikationsmöglichkeiten sind eine zwingende Vorgabe für sinnvolle Ereignisbewältigung. Zum Beispiel Streckentelefon, Funk (Feuerwehr), Mobiltelefon (Notrufnummer einführen oder Nr. 112 organisatorisch vorbereiten), Radio (Info in Radioprogramm, hauptsächlich beim Autoverlad).	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Redundante Kommunikationssysteme vorschreiben Zwingende Vorgabe für sinnvolle Ereignisbewältigung.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
(Strassen-)Zufahrten zu Tunnelportalen und Notausstiegen Wenn realisierbar, sinnvoll (Abhängig von lokalen Verhältnissen; Eigentumsverhältnisse).	<i>empfehlenswert Priorität 2</i>

<p>Bei Erhaltungsarbeiten: Nutzung der Baustelleninfrastruktur (Zugang, Wendepplatz, Wasseranschluss) Wenn realisierbar, sinnvoll (Abhängig von lokalen Verhältnissen; Eigentumsverhältnisse).</p>	<p><i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 2</i></p>
<p>Landemöglichkeit für Rettungshelikopter Wenn realisierbar, sinnvoll (Abhängig von lokalen Verhältnissen; Eigentumsverhältnisse).</p>	<p><i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 2</i></p>
<p>Speziell ausgerüstete Rettungsplätze im Bereich der Tunnelportale Wenn realisierbar, sinnvoll (Abhängig von lokalen Verhältnissen; Eigentumsverhältnisse).</p>	<p><i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 2</i></p>
<p>Grundausrüstung an den Portalen für tunnelspezifische Rettungseinsätze Vor netzweiter Einführung in Zusammenhang mit Einsatzphilosophie "Lösch- und Rettungszug" und lokale Ereignisdienste prüfen.</p>	<p><i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 2</i></p>
<p>Löschwasserleitung, -zufuhr in Tunnels (Trockenleitung) Im allgemeinen schlechtes Kosten - Nutzen - Verhältnis. Abhängig auch von Einsatzphilosophie (Lösch- und Rettungszug ↔ lokale Ereignisdienste).</p>	<p><i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i></p>
<p>Handalarmtaster im Tunnel mit Verbindung zur Betriebsleitstelle In Zusammenhang mit Einschalten der Tunnelbeleuchtung sinnvoll. Streckentelefone sind sonst besser geeignet (differenziertere Alarmierung).</p>	<p><i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i></p>
<p>Punktuelle Zuleitung von Löschwasser an geeigneten Stellen im Tunnel oder Nutzung von Bergwasser (Reservoirs) Bei günstigen lokalen Verhältnissen in Betracht ziehen.</p>	<p><i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i></p>

Organisatorische Massnahmen

<p>Erarbeitung von regionalen Alarm- und Rettungskonzepten (inkl. Einbezug von Feuer-, Chemie- und Strahlenwehr) Gemeinsamer Einsatz aller Ereignisdienste ist einziges taugliches Mittel. Die Einsatzplanung muss mit regelmässigen Übungen auf ihre Zweckmässigkeit hin überprüft werden.</p>	<p><i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 1</i></p>
<p>Vorbereitung von örtlichen Einsatzplänen inkl. Durchführung von gemeinsamen Übungen (auch für kritische Tunnel, welche nicht der StfV unterstellt sind) Gemeinsamer Einsatz aller Ereignisdienste ist einziges taugliches Mittel.</p>	<p><i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 1</i></p>

Reduktion der Einsatzzeit bis zum Eintreffen am Portalbereich In Zusammenhang mit Rettungskonzepten und Zufahrtsmöglichkeiten optimieren.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Zwischenstaatliche Koordination bei bi-nationalen Tunnels (auch bei Tunnels in unmittelbarer Grenznähe sinnvoll) Vor allem bezüglich Ereignisbewältigung.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Jede Bahn benennt einen verantwortlichen Ansprechpartner für die Koordination der Ereignisdienste Teilweise schon realisiert; für Einsatzplanerstellung, Übungsdurchführung; Ansprechpartner der lokalen Ereignisdienste ¹⁴ .	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Erlassen von Rechtsgrundlagen für wirklichkeitsnahe Übungen (Brand) in Tunnels Unterstützung der vom ASTRA vorgeschlagenen Massnahmen auch im Bereich Eisenbahntunnel.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Zur Verfügung stellen eines Tunnels für Übungen und Versuche ausserhalb des Eisenbahnnetzes Unterstützung der vom ASTRA vorgeschlagenen Massnahmen auch im Bereich Eisenbahntunnel.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Internationale Abstimmung der Richtlinie für Brandversuche in Tunnels Unterstützung der vom ASTRA vorgeschlagenen Massnahmen auch im Bereich Eisenbahntunnel.	<i>empfehlenswert Priorität 2</i>
Identifizierung des Ladegutes nach einem Unfall Gefahrgüter rasch und jederzeit abrufbar.	<i>empfehlenswert Priorität 2</i>
Vorauselnde Sicherstellung des Informationsflusses bei Gefahrgutunfällen Da nur minime Risikoreduktion, nur in Sonderfällen gerechtfertigt. Auch prüfen in Zusammenhang mit Sabotagegefahr.	<i>bedingt empfehlenswert Priorität 3</i>

Ausrüstung

Vorhaltung von schienengebundenen Lösch- und Rettungszügen In Abhängigkeit vom Rettungs- und Einsatzkonzept prüfen.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Atemschutzgeräte für Rettungsmannschaften In Zusammenarbeit mit lokalen Ereignisdiensten einführen (Teil des minimalen Massnahmenpaketes).	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Verbesserung der Alarmmittel der Betriebswehr (Lösch- und Rettungszug) Verkürzen der Bereitschaftszeit des Lösch- und Rettungszuges.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>

¹⁴ StFV, Anhang 2.1, Lit. o

<p>Ausrüstung der zuständigen Wehrdienste auf den Einsatz im Tunnel ausrichten resp. ergänzen Die Ereignisdienste auf Grund des Einsatzkonzeptes und der Zuständigkeiten optimal ausrüsten.</p>	<p><i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 1</i></p>
<p>Wärmebildkamera für Einsatz bei starkem Rauch Wirkung und Einsatz auch in Zusammenarbeit mit Strassentunnels vertieft abklären.</p>	<p><i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 2</i></p>
<p>Fahrbarer Ventilator (Hochleistungslüfter) Hauptsächlich in Tunnels ohne Lüftungsausrüstung (in Zusammenarbeit mit Strassentunnels) prüfen.</p>	<p><i>empfehlenswert</i> <i>Priorität 2</i></p>
<p>Sicherstellung der Einsatzmöglichkeit der Wehrdienste durch schienengängige Strassenfahrzeuge Einsatz bedingt Bahnpersonal; bisherige Erfahrungen nicht zufriedenstellend; Zufahrten teilweise nicht vorhanden; prüfen in Abhängigkeit vom Einsatzkonzept.</p>	<p><i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i></p>
<p>Auffahrwagen zum Transport von strassengebundenen Rettungsfahrzeugen In Abhängigkeit vom Einsatzkonzept prüfen.</p>	<p><i>bedingt empfehlenswert</i> <i>Priorität 3</i></p>

2.5 Massnahmen betreffend Rollmaterial

2.5.1 Überblick

Ereignisverhindernd:

- Jeder Zug ist für die Tunnelfahrt geeignet.
- Unterhalt und Nachrüsten des Rollmaterials (privates und älteres Rollmaterial) ist sichergestellt.

Ausmassmindernd:

- Jeder Zug kann im Falle eines Ereignisses (Brand) den Tunnel noch verlassen.

2.5.2 Die Massnahmen im Einzelnen

Ereignisverhindernde Massnahmen

Brandschutzgerechte Einrichtung der Reisezugwagen Ist im UIC-Merkblatt geregelt (unabhängig von der Tunnelsicherheit). Bei Neubauten und Umbauten resp. Revisionen beachten.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Einstellung der Druckminderventile und sonstiger Entlüftungsorgane bei Behälterwagen Oft auch Frage der Wartung und des Unterhalts von Kesselwagen und deren Einrichtungen.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Spezifische Anforderungen an das Rollmaterial aus Sicht der Tunnelsicherheit definieren und die Vorschriften entsprechend anpassen Längerfristig wirkende Massnahme, Vorschriften müssen international wirksam sein.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Die Anforderungen an das Rollmaterial (Güterwagen) abhängig vom transportierten Medium definieren und in den entsprechenden Vorschriften anpassen Betrifft hauptsächlich Transport gefährlicher Güter (Umweltschäden) und ist nicht nur für die Tunnelsicherheit wirksam.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>

Ausmassmindernde Massnahmen

Notbremsüberbrückung im Tunnel Das nach UIC vorgegebene System ist noch zu verbessern und genügt den Anforderungen nicht. Internationale Absprache (Vorschriften) notwendig. Problematisch sind die älteren Fahrzeuge.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Erhaltung der Lauffähigkeit und der Steuerbarkeit des Zuges im Brandfall Bestimmungen des UIC-Merkblattes müssen erfüllt werden (Bei Neubauten und grösseren Umbauten sowie Revisionen beachten).	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Hinweisschild bei Notbremse Meist realisiert; als Sofortmassnahme bis Notbremsüberbrückung eingeführt (Teil des minimalen Massnahmenpaketes).	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Ausrüstung der Triebfahrzeuge und Reisezugwagen mit tragbaren Feuerlöschern Auf Triebfahrzeugen, Speise-, Gepäck- und Steuerwagen sinnvoll; in Reisezugwagen prüfen (Vandalismus, Diebstahl, Wartung).	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Zentrale Türblockierung Verhindert ungewolltes Aussteigen von Reisenden bei Stillstand im Tunnel.	<i>empfehlenswert Priorität 1</i>
Brandmelder in Triebfahrzeugen und Reisezugwagen Ermöglicht rasche Brandbekämpfung.	<i>empfehlenswert Priorität 2</i>
Zentrale Notabschaltung der Klimaanlage Nach UIC kein Nachlauf mehr vorgeschrieben, sondern nur noch Nachlüften zugelassen. Problematisch sind die älteren Fahrzeuge.	<i>bedingt empfehlenswert Priorität 2</i>
Entgleisungsdetektoren auf allen Wagen Allgemein gültige internationale Vorschriften beachten. Für Sonderfälle prüfenswert.	<i>bedingt empfehlenswert Priorität 2</i>
Automatische Löscheinrichtung in Triebfahrzeugen Nicht unproblematisch, technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit prüfen. Brandmelder als Massnahme ist zu bevorzugen.	<i>bedingt empfehlenswert Priorität 3</i>
Ersatz der Notbremse durch Gegensprechanlage Heute ist nach AB-EBV (Art 49) die Notbremse vorgeschrieben. Für gewisse Anwendungen (Metro-Betrieb, Inselbetrieb) prüfenswert.	<i>bedingt empfehlenswert Priorität 3</i>

2.6 Massnahmen betreffend Information der Reisenden

2.6.1 Überblick

Die Massnahmen im Bereich der Information der Reisenden sind eingebettet in ein Gesamtkonzept mit folgenden Hauptstossrichtungen:

- Konsequente Umsetzung der raschen und kompetenten Information der Reisenden bei einem Stillstand eines Zuges und einem Ereignisfall,
- Vorbeugende Information der Reisenden resp. der ganzen Bevölkerung (Offensive Prävention).

Die Information der Reisenden ist zu verstärken. Wie nachfolgend an Beispielen dargestellt wird, lassen sich durchaus einige geeignete Verhaltensregeln kurz und prägnant formulieren:

Anweisungen bei Zwischenfall im Tunnel ohne Brand

- *Es besteht keine unmittelbare Lebensgefahr.*
- *Wichtig ist ein ruhiges Vorgehen. Anweisungen des Personals befolgen. Wagen nur auf Anweisung des Personals verlassen.*
- *Vorsicht vor Stromleitungen.*
- *Mobiltelefone nur in wirklichen Notfällen benutzen.*

Anweisungen bei Brand in Reisezug im Tunnel

- ***Nie die Notbremse ziehen!***
Erstes Ziel des Lokführers ist es, den Zug aus dem Tunnel herauszufahren. In fast allen Reisezügen führt das Ziehen der Notbremse zu einem Schnellhalt des Zuges. Dieser Ablauf kann vom Zugpersonal nicht gestoppt werden (Das Beispiel des Brandes im Hirschengrabentunnel hat gezeigt, dass hier ein grosses Problem liegt).
- *Brand löschen (nur wenige Züge, z.B. IC-2000, sind mit Feuerlöschern ausgerüstet).*
- *Brennenden Wagen verlassen (Gepäck im Wagen zurücklassen). In Nachbarwagen bei Zugstillstand allenfalls aussteigen.*
- *Bei einem Zughalt im Tunnel Anweisungen des Personals abwarten.*
- *Beim Aussteigen in Doppelspurtunnels Vorsicht vor Zugverkehr in der Gegenrichtung. Zu herabhängenden Kabeln maximalen Abstand halten.*
- *Allenfalls gegen den Wind vom Brandort weggehen (Gepäck im Zug zurücklassen).*

2.6.2 Die Massnahmen im Einzelnen

Zur Umsetzung des unter 2.6.1 erwähnten Konzeptes bieten sich u.a. folgende Möglichkeiten an:

- Schriftliche Information, zum Beispiel auf der Rückseite der Billette und Speisewagen-Menuekarten, den Infoschriften der EC-Züge, den Aushängen in den Reisezugwagen, auf der hintersten Seite der Zeitung VIA, ...
- Mündliche Information ab Tonband in den Zügen "Willkommen im Lötschbergtunnel ...", analog den Ankündigungen der nächsten Zugshalte.
- Standarddurchsagen (ab Tonband) bei betrieblichen Halten in Tunnels.
- Fernsehspots

Die Umsetzung des Konzeptes betreffend Information der Reisenden als Massnahme ist *empfehlenswert* mit *Priorität 1*.

Ein Beispiel eines Informationsblattes der Dänischen Staatsbahnen (DSB) für Zugreisende ist im Anhang A5 dokumentiert.

2.7 Spezielle Sofortmassnahme in Zusammenhang mit der Störfallverordnung (Einsatzplanung und Einsatzpläne)

Aus der Auswertung der Umfrage ist ersichtlich, dass betreffend Einsatzplanung und Einsatzpläne in Zusammenhang mit den Eisenbahntunnels noch Handlungsbedarf besteht.

Für die Koordination der Einsatzdienste sind die Kantone verantwortlich. Um die Koordination zwischen diesen und den Bahnen im Hinblick auf eine möglichst gesamtschweizerische Lösung zu vereinfachen, wurde auf Initiative des BAV am 8. Juni 2000 ein erster Workshop zur Erstellung von "Grundsätzen und Empfehlungen für die Einsatzplanung bei Eisenbahntunnel" durchgeführt. Teilnehmer waren Vertreter des BAV, des Feuerwehrverbandes, der Kantone Bern und Uri, der Feuerwehr Zürich und den Bahnen SBB und BLS.

Die Grundsätze und Empfehlungen des BAV fassen die für die Einsatzplanung und die Einsatzpläne bei Eisenbahntunnels notwendigen Inhalte in einem Bericht zusammen, damit

- die Inhaber von Eisenbahntunnels einen Überblick erhalten, welche Grundsätze zu beachten sind und welche Inhalte gefordert sind;
- die Inhaber und die kantonalen Einsatzkräfte die notwendige Koordination planen, die Einsatzplanung und die Einsatzpläne erstellen und Übungen durchführen können;
- die mit dem Vollzug der Störfallverordnung (StFV) betrauten Stellen die Forderungen an die Einsatzplanung bewusst und koordiniert umsetzen und den Erfolg kontrollieren können.

Dieser Bericht richtet sich an die Sicherheitsorganisationen der Bahnen sowie an die für die Einsatzplanung verantwortlichen Stellen der Kantone.

Auf Grund der Resultate des ersten Workshops werden die Grundsätze und Empfehlungen zur Zeit im Auftrag des BAV erarbeitet um sie anlässlich eines zweiten Workshops im Herbst 2000 in diesem Rahmen zu verabschieden. Anschliessend ist eine kurze Vernehmlassung bei den betroffenen Stellen (Tunnelbetreibern, Kantone, ...) vorgesehen.

Aufbauend auf dieser Grundlage können die Bahnen und Einsatzdienste die Einsatzplanung und Einsatzpläne (soweit noch nicht erfolgt) erstellen oder fertigstellen. Das gewählte Vorgehen hat den Vollzug der Störfallverordnung beschleunigt. Er kann nun weiter im Rahmen der Zuständigkeiten des Tagesgeschäftes erledigt werden.

2.8 Spezielle Massnahmen beim Autoverlad

Es stellt sich die Frage, welche der folgenden Massnahmen, die beim Vereinatunnel realisiert wurden, auch beim Lötschberg-, Furka- oder Albulatunnel umgesetzt werden können oder sollen:

- Umsetzung gezielter Massnahmen bezüglich dem speziellen, und dadurch nur in begrenztem Umfang vorhandenen Rollmaterial (Nachrüsten / Ersatz).
- Massnahmen in Zusammenhang mit dem Verlad von Autobussen (vor allem bezüglich dem erschwerten Aussteigen auf den Transportwagen).
- Verbesserte Information der Reisenden bezüglich Verhalten bei einem Zughalt im Tunnel (Informationstafeln, Radiodurchsagen) und nutzen der Möglichkeiten der Mobiltelefonie (eine zunehmende Anzahl von Autofahrern besitzt ein Mobiltelefon, welches als Zweiweg-Kommunikationsmittel eingesetzt werden kann).
- Überprüfung und allenfalls Anpassung der Einsatzplanung hinsichtlich der autoverlad-spezifischen Risiken und Möglichkeiten.

Im Zusammenhang mit der "Rollenden Landstrasse" wird eine spezifische Risikoanalyse erarbeitet. Selbstverständlich werden die resultierenden Erkenntnisse (vor allem bezüglich des Ereignisses "Brand") auch auf den Autoverlad umgesetzt und die notwendigen Massnahmen im Rahmen der Umsetzung getroffen.

Nebenbei sei noch erwähnt, dass alle zusätzlich getroffenen Massnahmen betreffend Rollmaterial, Autobussen und die meisten betreffend Verhaltensinstruktion für den Autoverlad am Lötschberg automatisch auch für die Verlängerung bis Brig resp. Iselle wirksam sind. Einzig die Fragen der Kommunikationsmöglichkeiten (Radio- und Mobiltelefonempfang) müssen, vor allem für die längeren Tunnels (Mittelgraben II, Hohtenn, Simplon), zusätzlich abgeklärt werden.

Autoverlad Gotthard

Zur Zeit laufen Abklärungen betreffend eines möglichen Verkehrskonzeptes "Wiederaufnahme des Autoverlads am Gotthard". Ohne genaue Kenntnis des Betriebskonzeptes können im jetzigen Zeitpunkt, neben den schon erwähnten Massnahmen zur allgemeinen Erhöhung der Sicherheit in Eisenbahntunnels, für den Gotthard folgende speziellen Massnahmenbereiche genannt werden:

- Die Tatsache, dass beim Autoverlad spezielles Rollmaterial eingesetzt wird, erlaubt die Umsetzung gezielter Massnahmen zur Verbesserung der Sicherheit. Dies vor allem, da das Rollmaterial neu angeschafft werden muss, und so die im Vereinatunnel umgesetzten Sicherheitsmassnahmen (oder je nach Betriebskonzept auch andere) ohne grössere Kostenfolgen ebenfalls im Gotthardtunnel realisiert werden könnten.
- Die Risiken und Möglichkeiten im Zusammenhang mit dem Verlad von Autobussen sind vertieft zu analysieren, inkl. der Option des Transportes der Reisebusinsassen in Reisezügen.
- Die für die Einführung des Autoverlads zusätzlich notwendigen Kommunikationsmöglichkeiten (zum Beispiel Radio, Mobiltelefonie) sind zu installieren.

2.9 Spezielle Massnahmen bei Bi-nationalen Tunnels

Neben allen Eisenbahntunnels, welche sich ausschliesslich auf Schweizer Territorium befinden, wurden auch die 3 bi-nationalen Tunnels Col des Roches, Mont d'Or und Simplon in die Untersuchung einbezogen. Bei diesen ist die zwischenstaatliche Koordination, vor allem betreffend Einsatz der Ereignisdienste, besonders wichtig. Im Rahmen der bestehenden Verträge betreffend Betrieb und Unterhalt ist auch die Frage eventuell notwendiger Tunnelerneuerungen mit Umsetzung von Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit zu klären.

Auf Grund seiner grenznahen Lage wurde die Problematik betreffend koordiniertem Einsatz der Rettungskräfte ebenfalls für den italienischen Monte Olimpino (II) – Tunnel untersucht.

Die Ergebnisse lauten wie folgt:

- **Mont d'Or: (Vallorbe – Longevilles-Rochejean F)**
Das "Comité de sécurité transfrontalier pour le tunnel du Mont d'Or" besteht. Es besteht kein Handlungsbedarf.
- **Col des Roches: (Le Locle – Villers-le-Lac F)**
Eine Absprache betreffend "Comité de sécurité transfrontalier pour le Tunnel du Col des Roches" ist erledigt. Der notwendige offizielle internationale Kontakt wurde vom BAV hergestellt.
- **Simplon: (Brig – Iselle I)**
Gemäss ihrer Auskunft ist die SBB für einen Tunnelleinsatz im Simplontunnel vorbereitet und die Koordination der SBB-Betriebswehren mit den lokalen Ereignisdiensten rund um Brig sichergestellt.
Eine Anfrage an den Kanton Wallis bezüglich internationaler Koordination und um Nennung des schweizerischen Ansprechpartners ist erfolgt. Bei Bedarf wird das BAV bei den italienischen Behörden die dazu notwendigen Schritte einleiten.
- **Monte Olimpino (II): (Chiasso – Bivio Rasales I)**
Der Tunnel befindet sich auf italienischem Hoheitsgebiet und ist somit nicht der StFV (d.h. mit der Pflicht zur Erarbeitung der Einsatzplanung, Einsatzpläne und Koordination der Ereignisdienste) unterstellt. Auf Grund seiner sehr grenznahen Lage wird eine entsprechende Koordination (auf freiwilliger Basis) vom BAV unterstützt.
Eine diesbezügliche Anfrage an den Kanton Tessin ist erfolgt. Bei Bedarf stellt das BAV den notwendigen internationalen Kontakt her.

E Vorgehensvorschlag und Schlussfolgerungen

1 Vervollständigen der Tunneldatenbank

Die vollständige Erfassung aller für eine Beschreibung und Beurteilung der Eisenbahntunnels auf schweizerischem Territorium notwendigen Informationen, der Quervergleich und die Klassierung dieser Tunnels mittels der gewählten und in Kapitel B3.3 beschriebenen Methode erfolgte das erste Mal. Aus diesem Grund sind noch bestehende Datenlücken nicht zu vermeiden. Diese schwächen aber die grundsätzliche Aussagekraft dieses Berichtes in keiner Weise.

Das weitere Vorgehen ist wie folgt geplant:

- Die Bahnen erhalten die zusammengefassten und ausgewerteten Informationen (Daten) ihrer Tunnel um diese zu validieren.
- Die Datenbank soll nach Angaben der Bahnen vervollständigt und/oder ergänzt werden.
- Die Klassierung der Tunnels in die Kategorien und die entsprechende Beiwertberechnung sollen von den Bahnen nachvollzogen und in Falle von Interpretationsfehlern korrigiert werden.
- Die Bahnen können anschliessend die Daten ihrer Tunnels für ihre bahninternen Zwecke weiterverwenden.

2 Umsetzung der Massnahmen

2.1 Allgemeines

Die Erfassung, Bewertung und Klassierung erfolgte wie bereits erwähnt für alle schweizerischen Eisenbahntunnels. Dies ergibt einen Überblick über die Gesamtheit der schweizerischen Eisenbahntunnels. Diese unterscheiden sich stark in Bezug auf örtliche Gegebenheiten, durchlaufendes Rollmaterial, Betrieb und Organisation der Ereignisdienste.

Eine Festlegung der umzusetzenden, empfohlenen Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit der einzelnen Tunnels, ohne die erwähnten Einflüsse zu berücksichtigen, ist nicht sinnvoll und bezüglich Aussagekraft unbefriedigend. Somit wurde jeder Massnahme (Auflistung siehe Kapitel D2) unter Berücksichtigung der primären Einflussfaktoren eine Empfehlung und Priorität zugeteilt.

Vor der Umsetzung von einzelnen Massnahmen resp. einem Massnahmenpaket für einen Tunnel oder eine Tunnelgruppe wird geprüft, ob weitere Massnahmen aus dem Vollzug der Störfallverordnung (insbesondere betreffend Umweltrisiken) notwendig sind. Damit kann eine gemeinsame und koordinierte Umsetzung aller notwendigen Massnahmen sichergestellt werden.

2.2 Massnahmen betreffend Infrastruktur, Betrieb, Organisation

Auf Grund der Datenerhebung lässt sich für jeden Tunnel ein generelles "Sicherheitsprofil" erstellen. Im Anschluss an den Schlussbericht beauftragt das BAV die Bahnen, im Sinne einer Eigenbeurteilung Projekte auszuarbeiten, die zeigen mit welchen Massnahmen die Sicherheit am effizientesten erhöht werden kann. Diese sind dem BAV vorzulegen.

So kann sichergestellt werden, dass

- die notwendigen Ortskenntnisse und Kenntnisse des Betriebes in die Beurteilung und Planung der Massnahmenumsetzung einfließen,
- bevorstehende und bereits geplante allgemeine Erhaltungsarbeiten im Rahmen des normalen Unterhaltes effizient für die Realisierung von zusätzlichen Sicherheitsmassnahmen genutzt werden,
- die effektiven Kosten und die durch die Umsetzung der Massnahme erfolgende Risikoreduktion ausreichend genau quantifiziert werden können

und somit

- bei vertretbaren Kosten die grösstmögliche Risikoreduktion d.h. ein optimales Kosten - Nutzen - Verhältnis erzielt werden kann und
- auf ein hohes und homogenes Sicherheitsniveau hingearbeitet wird.

Grundlage für die Beurteilung ist die Methodik SUV¹⁵ der SBB. Sofern erforderlich soll die Risikoberechnung überprüft und den Erfordernissen einer Beurteilung der Gesamtheit aller Eisenbahntunnels in der Schweiz zweckmässig angepasst werden. Im Rahmen der Massnahmenplanung wird untersucht, mit welchen zusätzlichen Massnahmen die Sicherheit erhöht werden kann. Die aus diesen Massnahmen resultierende Risikoreduktion sowie die entsprechenden Kosten werden quantitativ ermittelt und miteinander verglichen. Auf der Basis von Kosten - Nutzen - Überlegungen kann somit für jeden Tunnel das optimale Massnahmenpaket erarbeitet werden.

Unter Berücksichtigung anderer geplanter Erhaltungsarbeiten wird die zeitliche Umsetzung definiert und durch das BAV im Rahmen seiner Aufsichtsfunktion überwacht.

¹⁵ SBB, 1993: Sicherheitsstandards für unterirdische Verkehrsanlagen der SBB, Schlussbericht, Teil 1: Betrachtungen für das SBB Netz, Teil 2: Tunnelspezifische Aspekte

2.3 Massnahmen betreffend Rollmaterial

Die Optimierung des Rollmaterials hinsichtlich den Anforderungen für eine sichere Tunnel-durchfahrt kann nur pragmatisch erfolgen.

Notwendige Anpassungen am Rollmaterial und an nationalen resp. internationalen Vorschriften, sind aus Sicht der Tunnelsicherheit zu definieren und einzuleiten. Wichtig in diesem Zusammenhang ist auch die Planung und Handhabung der Übergangszeit sowie eine Kontrolle der Umsetzung.

Bei der Beschaffung von neuem Rollmaterial ist sicherzustellen, dass dieses dem aktuellen Stand der Sicherheitstechnik (Brandschutz, Notlauffähigkeit) entspricht, bzw. bereits die Anforderungen für die Fahrt durch die AlpTransit-Tunnel erfüllt.

In spezifischen Situationen (Rollmaterial im Inselbetrieb, z.B. einer Meterspur-Bahn, siehe auch Massnahmen beim Autoverlad) kann das Rollmaterial mit zusätzlichen Sicherheitskomponenten ausgerüstet werden.

Bestehendes Rollmaterial kann teilweise nur mit grossem Aufwand nachgerüstet werden. Daher ist abzuklären, wie Rollmaterial, welches nicht den aktuellen Anforderungen der Sicherheitstechnik an eine Tunnelfahrt entspricht, nachgerüstet, oder allenfalls aus dem Betrieb gezogen und ersetzt werden kann. Weiter ist zu prüfen, ob der Einsatzbereich für "altes" Rollmaterial eingeschränkt werden kann (z.B. kein Einsatz auf tunnelreichen Strecken). Soweit möglich muss jegliches Rollmaterial sicherheitstechnisch optimiert werden.

Wie bei der Umsetzung der Massnahmen betreffend Infrastruktur, Organisation und Betrieb erfolgt diese auch im Bereich Rollmaterial nach Kosten – Nutzen – Überlegungen. Das BAV definiert und überwacht die zeitliche Umsetzung mit allenfalls notwendigen Übergangszeiten.

2.4 Massnahmen betreffend Information der Reisenden

Ziel einer Informationskampagne ist das möglichst weitgehende Verhindern von Fehlverhalten der Reisenden (und des Personals) bei einem Ereignis in einem Tunnel. Die wichtigste Botschaft lautet: **Auf Tunnelstrecken bei Feuer Notbremse nicht betätigen!**

Weiter ist durch die Bahnen aufzuzeigen, mit welchen Massnahmen eine rasche und kompetente Information der Reisenden bei einem Zugshalt im Tunnel (z.B. aus betrieblichen Gründen) sichergestellt werden kann.

Als Kommunikationskanäle zur Informationsverbreitung stehen neben den allgemeinen Medien (Radio, Fernsehen, Zeitungen) besonders die "bahninternen" Medien zur Verfügung. Dazu gehören Kundenzeitschriften, Aushänge in den Zügen, Durchsagen über den Zugslautsprecher, die Rückseite von Fahrscheinen, Menükarten, Informationsblättern etc.

Ein entsprechendes gesamtschweizerisches Informationskonzept wird in Zusammenarbeit mit den Bahnen ausgearbeitet.

2.5 Spezielle Sofortmassnahme in Zusammenhang mit der Störfallverordnung (Einsatzplanung und Einsatzpläne)

Die in Kapitel D2.7 erwähnten Arbeitsschritte

- Erarbeitung von Grundsätzen und Empfehlungen für die Erstellung von tunnelspezifischen Einsatzplänen
- Vernehmlassung und Verabschiedung der Grundlage für Einsatzplanung und Einsatzpläne

werden ohne Verzug weitergeführt, um den Vollzug der Störfallverordnung im Rahmen der ordentlichen Zuständigkeiten erledigen zu können.

2.6 Spezielle Massnahmen beim Autoverlad

Ergänzend zu den im Rahmen der allgemeinen Tunnelsicherheit zu treffenden Massnahmen werden die entsprechenden Bahnen aufgefordert, im Sinne einer Eigenbeurteilung Konzepte für die Umsetzung von spezifischen Massnahmen für den Autoverlad zu erarbeiten und dem BAV vorzulegen. Diese umfassen, unter Vorbehalt eventueller zusätzlicher Erkenntnisse aus der Risikoanalyse "Rollende Landstrasse", Massnahmen aus den Bereichen:

- Rollmaterial (Feuerlöscher, Entgleisungsdetektoren, Notrufsystem),
- Verlad von Autobussen (Möglichkeiten der Selbst- und Fremddrettung),
- Verbesserung der Verhaltensinstruktion (z.B. Informationstafeln, Anordnungen auf der Rückseite der Fahrkarte, ...),
- Kommunikationsmöglichkeiten: Mindestens Radio- und Mobiltelefonempfang im Tunnel (> 1 km).

Die notwendigen Massnahmen für den Autoverlad des Gotthard-Tunnels werden im Rahmen der Erarbeitung des Verkehrskonzeptes "Autoverlad Gotthard" definiert und entsprechend in das Projekt einfließen.

2.7 Spezielle Massnahmen bei bi-nationalen Tunnels

Die in Kapitel D2.9 erwähnten Aktivitäten bezüglich Koordination der Ereignisdienste werden in Zusammenarbeit mit den betroffenen Kantonen, Bahnen und Nachbarländern weitergeführt.

2.8 Kosten und Finanzierung der Massnahmen

Wie schon erwähnt erfolgt die Definition der umzusetzenden Massnahmen unter Berücksichtigung des Kosten – Nutzen – Verhältnisses, damit die einzusetzenden finanziellen Aufwendungen optimal der Erhöhung der Sicherheit in den bestehenden Eisenbahntunnels dienen.

Aus heutiger Sicht stehen keine besonderen Finanzierungsmöglichkeiten offen. Es wird somit Aufgabe der Transportunternehmungen sein, die auszuführenden Massnahmen in ihre Investitionspläne aufzunehmen. Bei kurzfristig zu realisierenden Massnahmen bedeutet dies den Verzicht auf andere, geplante Investitionen. Massnahmen, welche die Verkehrsunternehmen durchzuführen haben, können die Wirtschaftlichkeit des Bahntransportes beeinträchtigen. Wie bereits in anderem Zusammenhang festgestellt, würde dies zu einer Verlagerung des Problems, nicht aber zu dessen Lösung führen.

Es wird deshalb sorgsam zu prüfen sein, wie es gelingen kann, die berechtigten Anliegen der Tunnelsicherheit mit den verkehrspolitischen Zielen zu vereinbaren, welche genügende Schienenkapazitäten und eine Verlagerung von Verkehr von der Strasse auf die Schiene verlangen.

3 Schlussfolgerung

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen auf, dass auf Grund des heutigen Sicherheitsstandards der Tunnels des Schweizerischen Schienennetzes **keine betriebseinschränkenden Sofortmassnahmen** getroffen werden müssen.

Mit Blick auf das Alter der Tunnels ist verständlich, dass bezüglich Ausrüstung zur Ereignisverhinderung und –bewältigung ein **gewisser Nachholbedarf an einzelnen Objekten** besteht. Ebenso können der Betrieb, die Koordination der Ereignisdienste (inkl. Einsatzplanung und entsprechende Ausrüstung und Ausbildung) sowie der technische Stand und der Einsatz des Rollmaterials bezüglich Tunnelsicherheit optimiert werden.

Da bei mehreren Tunnels in den nächsten Jahren sowieso planmässig Erhaltungsarbeiten anstehen, sind diese mit der Umsetzung von zusätzlichen Sicherheitsmassnahmen zu verbinden.

Die Umsetzung der substantiell wirksamen Sicherheitsmassnahmen ist immer mit grossen Kosten verbunden. Für Infrastrukturmassnahmen wie kurze und gut ausgerüstete Fluchtwege, Installieren von redundanten Kommunikationsmöglichkeiten, Verbessern der Zufahrtsmöglichkeiten zu den Tunnels etc. gilt dies im besonderen.

Selbstverständlich werden auch Massnahmen resp. Investitionen zur Verbesserung der Sicherheit mit geringeren Kosten weiterbearbeitet.

Weiter ist anzufügen, dass einige der im Hinblick auf die Priorität der Sicherheitsanstrengungen schwergewichtig zu betrachtenden ereignisverhindernden Massnahmen (vor allem im Rollmaterialbereich des Normalspurschienennetzes) nur indirekt (d.h. meist über Vorschriften) beeinflussbar sind und somit eine längere Umsetzungszeit benötigen.

Mit dem gewählten weiteren Vorgehen bezüglich Umsetzung der Massnahmen kann sichergestellt werden, dass **bei vertretbaren Aufwendungen eine grösstmögliche Risikoreduktion** erreicht wird und so auf ein **hohes und ausgewogenes Sicherheitsniveau** hingearbeitet wird.

Zum Schluss sei noch einmal erwähnt, dass das **Sicherheitsniveau** für Bahnreisende (wie langjährige Statistiken zeigen) in **einem Tunnel grundsätzlich höher** ist als auf **dem übrigen Streckennetz**.

Zu erklären ist dies damit, dass eine ganze Reihe von Unfalltypen in einem Tunnel weitgehend ausgeschlossen werden können. Trotzdem ist und bleibt die Tunnelsicherheit ein aktuelles und oft kontroverses Thema. Dies rührt insbesondere daher, dass in der Diskussion um die Sicherheit in Tunnels die Häufigkeit des Eintretens eines unerwünschten Ereignisses eher in den Hintergrund tritt, dem möglichen Ausmass, das wegen des umschlossenen Raumes sehr hoch sein kann, jedoch sehr grosse Bedeutung beigemessen wird.

Dieser Bericht beschäftigt sich auftragsgemäss mit Fragen der Sicherheit bestehender Eisenbahntunnels. Nicht behandelt werden Sicherheitsfragen im Zusammenhang mit den neuen Eisenbahntunnels, insbesondere jene der AlpTransit-Projekte auf der Gotthard- bzw. der Lötschbergachse. Diese Tunnels sollen dem aktuellen Stand der Sicherheitstechnik entsprechen. Die Anforderungen an deren Ausstattung gehen entsprechend wesentlich weiter als die hier vorgestellten Massnahmen zur Sanierung bestehender Tunnels.

Anhänge

A1 Tunnelliste

Tunnels der Kategorie D

<i>Tunnelname</i>	<i>Bahn</i>	<i>Länge</i>	<i>Kategorie</i>
Albis	SBB	3360	D3
Albula	RhB	5865	D2
Furka-Basis	FO	15442	D3
Gotthard	SBB	15003	D4
Grauholz	SBB	6301	D4
Grenchenberg	BLS	8578	D2
Hagenholz	SBB	2837	D1
Hauenstein Basis	SBB	8134	D4
Heitersberg	SBB	4929	D4
Hirschengraben	SBB	1246	D1
Jungfrau	JB	7122	D2
Käferberg	SBB	2119	D1
Kerenzerberg	SBB	3955	D3
Loges (des)	SBB	3259	D2
Lötschberg	BLS	14612	D4
Mittalgraben II	BLS	3298	D2
Mont-d'Or	SBB	6099	D3
Ricken	SBB	8603	D3
Schanze	RBS	1200	D1
Schwamendingen	VBZ	2161	D1
Simplon	SBB	19803	D2
Stutzeck-Axenberg	SBB	3375	D3
Vereina	RhB	19043	D3
Wasserfluh	BT	3556	D2
Weissenstein	RM	3700	D2
Zürichberg	SBB	4830	D4

Tunnels der Kategorie C

Tunnelname	Bahn	Länge	Kategorie
Aarau SBB 1	SBB	563	C2
Aarau SBB 2	SBB	615	C2
Axenberg	SBB	1128	C4
Bâtie (Bois de la)	SBB	1078	C3
Beaumont	BE	345	C1
Biberlikopf	SBB	305	C1
Bommerstein	SBB	453	C1
Born	SBB	809	C1
Bözberg	SBB	2526	C4
Bristen	SBB	697	C1
Bruggwald	BT	1731	C3
Burgdorfer	SBB	510	C1
Châtelaine	SBB	1081	C3
Cornallaz	SBB	494	C1
Crêtes / Burier	SBB	302	C1
Croix	SBB	2966	C3
Crosettes	SBB	1618	C3
Dettenberg	SBB	1800	C3
Donnerbühl	BLS	400	C2
Enge	SBB	903	C2
Flon-La Vigie	TSOL	469	C1
Flughafen	SBB	1215	C4
Freggio	SBB	1568	C4
Frohnalp	SBB	2793	C4
Gellert	SBB	340	C1
Glovelier	SBB	2009	C3
Grandvaux	SBB	392	C1
Gütsch	SBB	326	C2
Hauenstein	SBB	2495	C3
Hochfluh	SBB	584	C1
Hohtenn	BLS	1346	C3
Hondrich I und II	BLS	1711	C4
Jaman	MOB	2424	C3
Kannenfeld	SBB	800	C2
Kehrtunnel	BLS	1655	C3
Kirchet	MIB	1502	C3
Kreuzliberg	SBB	988	C2
La Lume	SBB	466	C1
Leggistein	SBB	1091	C4
Locarno	FART	2370	C3
Lopper	LSE	1743	C3
Lopper I	SBB	1186	C3

Tunnelname	Bahn	Länge	Kategorie
Luzerner Stadttunnel (Musegg)	SBB	2107	C3
Magnacun	RhB	1909	C3
Maroggia	SBB	569	C1
Massagno I	SBB	924	C1
Massagno II	SBB	938	C1
Mittelallalin	LSF	1473	C3
Monte Ceneri I	SBB	1675	C4
Mont-Sagne	SBB	1354	C3
Morschach	SBB	1372	C4
Mühletal	SBB	399	C1
Naxberg	SBB	1570	C4
Öberg	SBB	1987	C4
Paradiso	SBB	757	C1
Pfaffensprung	SBB	1476	C4
Pianotondo	SBB	1518	C4
Pierre-Pertuis	SBB	1294	C3
Prato	SBB	1567	C4
Precassino	SBB	402	C1
Precassino-Meggiagra	SBB	713	C1
Riedschuck	BLS	1536	C3
Riesbach	SBB	1357	C4
Rosenberg	SBB	1466	C4
Rosshäusern	BLS	1103	C4
Sihl	SZU	1296	C4
Stettbach	SBB	354	C1
St-Maurice	SBB	490	C1
Stutzeck	SBB	988	C1
Sud-de-Mormont	SBB	302	C1
Sunnegga	ZSB	1584	C4
Tasna	RhB	2350	C3
Tiefenau	RBS	516	C2
Tranché couv. (St-Jean)	SBB	840	C1
Travi	SBB	1547	C4
Vauderens	SBB	921	C1
Vigneule	SBB	2432	C4
Wattigen	SBB	1084	C4
Wiedikon-Ulmberg	SBB	848	C2
Wipkingen	SBB	958	C2
Zimmerberg	SBB	1986	C4
Zimmeregg	SBB	1133	C3
Zugwald	RhB	2172	C3
Zumikon	FB	1758	C4

Tunnels der Kategorie B

<i>Tunnelname</i>	<i>Bahn</i>	<i>Länge</i>	<i>Kategorie</i>
Aarau	WSB	261	B
Aathal	SBB	265	B
Allmendhubel	SMA	182	B
Altikofen 1	RBS	137	B
Alvaschein	RhB	609	B
Argenterî	RhB	114	B
Arosa	RhB	299	B
Bahnhofeinfahrt Biel	ASm	203	B
Balayé	MC	180	B
Balbalera	RhB	122	B
Balerna	SBB	616	B
Bärenfalle	RhB	249	B
Bärentritt	RhB	969	B
Bärschwil	SBB	116	B
Bassins/Fyay	NSTCM	116	B
Bergünerstein	RhB	409	B
Bertholod (Tour de)	SBB	136	B
Bietschtal I	BLS	589	B
Bietschtal II	BLS	952	B
Blasboden	BLS	377	B
Blattbach	BVZ	131	B
Blitzingen	FO	360	B
Boine	TN	103	B
Bois-de-Ban	SBB	160	B
Bolau	SBB	134	B
Bourgout	MC	132	B
Brail I	RhB	895	B
Brail II	RhB	309	B
Brienz Dorf	SBB	895	B
Brombänz I	RhB	113	B
Brombänz II	RhB	232	B
Brot	SBB	455	B
Brückwaldboden	FO	306	B
Brüggwald	HB	208	B
Buckten	SBB	263	B
Buechiwanggalerie	BOB	108	B
Bühl	SBB	114	B
Bühlberg	BT	366	B
Butzen	FO	177	B
Cadanza	FART	200	B
Calmot I	FO	876	B
Calmot II	FO	331	B
Campi	RhB	218	B
Cavadürli	RhB	334	B
Chamby	MOB	238	B
Champréveyres	BLS	160	B
Charbons	MC	419	B
Chardonne	MOB	115	B
Charlottenfels	DB	285	B
Charnadûra	RhB	449	B
Charnadûras	RhB	689	B
Château	SBB	230	B
Châtelard	TRN S.A.	299	B
Châtelaret	MC	143	B
Chaudanne	MOB	184	B

<i>Tunnelname</i>	<i>Bahn</i>	<i>Länge</i>	<i>Kategorie</i>
Chauderon	LEB	508	B
Chlus	RhB	984	B
Choindez II	SBB	165	B
Choindez III	SBB	255	B
Col-des-Roches	SBB	436	B
Combe / Creuz	SBB	230	B
Combes	SBB	100	B
Cortivallo	FLP	324	B
Courchavon	SBB	194	B
Court II	SBB	184	B
Covatannaz	YSteC	154	B
Craistas	RhB	514	B
Crastatscha	RhB	315	B
Crêt	SBB	118	B
Crocetto	SBB	275	B
Cuorra	RhB	123	B
Dabi	RhB	299	B
Dard	TPC	202	B
Därligen	BLS	124	B
Davos Dorf	DPB	180	B
Dazio	SBB	354	B
Dirinei	FART	311	B
Disentis	FO	351	B
Dornen	BLS	172	B
Dorni	SBB	361	B
Eggerberg	BLS	792	B
Eistöbeli	RhB	241	B
Emmersberg	MTHB	761	B
Erd	BRB	118	B
Estavannes I	GFM	199	B
Evilard	BE	182	B
Faverwald	BLS	430	B
Felsenburg III	BLS	112	B
Fischerhölzli	SBB	112	B
Flamatt	SBB	187	B
Fleurier	SBB	545	B
Fluh	BRB	212	B
Föhrlibuck	SBB	199	B
Fondeval	CJ	102	B
Fontannaz-Seulaz	TPC	182	B
Foradrai	CJ	149	B
Forch	FB	282	B
Frana di Corcapolo	FART	342	B
Franziskus	SBB	193	B
Friedental	SBB	120	B
Fuchsenwinkel	RhB	785	B
Fürten I	BLS	697	B
Fürten II	BLS	510	B
Gaggetto di dentro	FART	307	B
Gare CFF	LO	111	B
Gattikon	SZU	340	B
Giarsun	RhB	172	B
Gibet	SBB	677	B
Gletscheras	RhB	334	B
God	RhB	487	B

Tunnelname	Bahn	Länge	Kategorie
Gonda	RhB	396	B
Gotthard II	SBB	196	B
Grand-Hôtel	TPC	119	B
Grand-Lachat	MC	579	B
Grange-Canal	SNCF	359	B
Grätli	BOB/SPB	155	B
Greifenstein	RhB	698	B
Grengiols I	FO	593	B
Grindt	FO	374	B
Grosser Cruschetta	RhB	417	B
Grosser Horn	SSSF	150	B
Grosshöchstetten I	RM	177	B
Gründen	BLS	148	B
Haut-de-la-Tour	SBB	334	B
Hegern	NB	122	B
Heimberg	RM	103	B
Hemligen	BLS	106	B
Herblingen	DB	530	B
Hohegg	BLS	118	B
Hüslen	SBB	628	B
Jostbach	FO	418	B
Käppeli	SBB	146	B
Kehlengraben	SBB	187	B
Kehrtunnel	WAB	250	B
Kirchberg	SBB	384	B
Kleine Scheidegg / "Spitz"	WAB	110	B
Klosters	RhB	397	B
Koblenz	SBB	181	B
Krattiggraben	BLS	143	B
Krattighalden	BLS	341	B
Küblis	RhB	215	B
Kühweid	SBB	132	B
La Combe	SBB	254	B
La Sarraz	SBB	148	B
Landikon	SBB	482	B
Landtunnel	GGB	179	B
Landwasser	RhB	216	B
Lärchenbühl	SBB	560	B
Laubegg	BLS	252	B
Leissigbad	BLS	270	B
Les Avants	MOB	155	B
Leysin	TPC	233	B
Lidenplatten	BLS	217	B
Liesberg	SBB	184	B
Loèche	SBB	125	B
Luche	SBB	116	B
Luegje	BLS	493	B
Lüener Rüfe	RhB	399	B
Mahnkinn	BLS	385	B
Malley	TSOL	258	B
Malvie	SBB	213	B
Manesse	SZU	520	B
Marchgraben	BLS	207	B
Matten	RhB	114	B
Medje	RhB	250	B
Meggiagra	SBB	102	B

Tunnelname	Bahn	Länge	Kategorie
Meiggbachgalerie	BLS	123	B
Mistail	RhB	300	B
Mitschen	FO	403	B
Mittalgraben I	BLS	459	B
Monnaie	MO	128	B
Montarina	FLP	316	B
Montbenon	LO	255	B
Montbovon	MOB	162	B
Mont-d'Orzeires (E-poisats)	SBB	431	B
Monte Piottino	SBB	147	B
Monterban	TRN S.A.	720	B
Montmelon	SBB	223	B
Montreux	MOB	182	B
Montreux MTGN	MOB	390	B
Moosbach	MOB	474	B
Mormont-Nord	SBB	182	B
Moyats	SBB	338	B
Mühlefluh ZG	SBB	192	B
Mühleggbahn	VBSG	287	B
Murets	YStC	146	B
Nanchau	SBB	132	B
Naye	MOB	228	B
Neuhausen	SBB	144	B
Nisellas	RhB	274	B
No 4	EMOSSON	170	B
No 5	MO	103	B
No 6	MO	117	B
No 7	MO	100	B
Oberalppass	FO	216	B
Oberfeld	BLS	300	B
Opfikon I	SBB	264	B
Opfikon II	SBB	299	B
Palü	RhB	254	B
Pardorea	SBB	276	B
Passmal	RhB	420	B
Platz	RhB	262	B
Polmengo	SBB	304	B
Prolongation	LEB	360	B
Ransun	RhB	423	B
Raschitsch	RhB	185	B
Rennaz	TPC	154	B
Reymond	TRN S.A.	323	B
Riale Verdasio	FART	206	B
Rindelflüh	SBB	200	B
Rocca Bella	SBB	763	B
Rohrbach	SBB	259	B
Rotegg	SBB	348	B
Rotenegg	BOB/SPB	168	B
Röti	SBB	153	B
Rotlauri	BLS	268	B
Rotschtobel	RhB	200	B
Rufenen	FO	300	B
Rugnux	RhB	662	B
Runplanas	RhB	502	B

Tunnelname	Bahn	Länge	Kategorie
S. Nicolao	MG	165	B
Sandgrind	RhB	380	B
Sassella	RhB	119	B
Sasslatsch	RhB	232	B
Sasso del Porto	FMB	226	B
Sauge	SBB	118	B
Saut-de-Mouton	SBB	780	B
Scala	RhB	192	B
Schiltenneune	SBB	166	B
Schluchi	BLS	107	B
Schönboden	RhB	235	B
Schonegg II	BRB	133	B
Schönheim	SBB	199	B
Schoren	BT	141	B
Schutz	RHW	315	B
Schützenmatt	SBB	286	B
Schwarzenbach	SBB	123	B
Schwyz	SBB	290	B
Seeburg	SBB	113	B
Sevistein III	BLS	409	B
Sierre	SBB	255	B
Silberberg	RhB	964	B
Singer Nord	SBB	230	B
Singer Süd	SBB	428	B
Solis	RhB	986	B
Sparsa	RhB	172	B
Spränggi	FO	127	B
Spundätscha	RhB	283	B
St. Moritz	SMBB	108	B
Stablini	RhB	289	B
Stadel	BLS	133	B
Stalvedro	SBB	196	B
St-Blaise	SBB	155	B
Steinboden	RhB	187	B
St-Jean	SBB	220	B
St-Sulpice	SBB	277	B
Stulsertobel II	RhB	103	B
Sturzenegg	BT	247	B
Stutz	SBB	133	B
Sulzegg	SBB	128	B
Sumiswald	RM	210	B
Surmin	RhB	224	B
Taferna	RhB	319	B
Tägerhard	SBB	400	B
Tal	BT	163	B

Tunnelname	Bahn	Länge	Kategorie
Tars	RhB	103	B
Taubenloch I	SBB	239	B
Taubenloch II	SBB	320	B
Taubenloch III	SBB	220	B
Taubenloch IV	SBB	163	B
Taubenloch V	SBB	164	B
Täusi	SBB	157	B
Tellsplatten	SBB	171	B
Tine	MOB	157	B
Tiraun	RhB	227	B
Toua	RhB	677	B
Tournedos VI	SBB	126	B
Tremblex	MOB	145	B
Triège	MC	153	B
Umfahrung Oberwald	FO	671	B
Val da Pila	RhB	227	B
Val Ota	RhB	126	B
Val Plauunca	RhB	110	B
Val Varuna I	RhB	149	B
Val Varuna II	RhB	147	B
Valmont	MOB	386	B
Vanel	MOB	468	B
Varonne	SBB	137	B
Verguno	FART	110	B
Verrerie (La)	SBB	604	B
Verrerie-de-Roches	SBB	108	B
Verrière	SBB	154	B
Versasca	RhB	694	B
Vignascia	FART	185	B
Villangeaux	SBB	425	B
Villnachern	SBB	184	B
Wand	BRB'	140	B
Wiesen I	RhB	450	B
Wilzigen	SBB	250	B
Windgällen	SBB	180	B
Wolf	SBB	212	B
Wolhusen	SBB	150	B
Wurmschopf	WAB	125	B
Zavannens	SBB	275	B
Zermatt	GGB	250	B
Zuger Stadttunnel	SBB	585	B
Zuondra	RhB	535	B

Tunnels der Kategorie A

Tunnelname	Bahn	Länge	Kategorie
Aarburger	SBB	87	A
Aesch	BT	92	A
Alp Nova II	SMBB	52	A
Altsenntumstafel I	DFB	45	A
Altsenntumstafel II	DFB	79	A
Altsenntumstafel III	DFB	80	A
Angenstein	SBB	65	A
Artoito	SBB	74	A
Bad	BLS	80	A
Baraigla	RhB	52	A
Beatenberg	TBB	67	A
Bébolaz	MC	49	A
Bellaluna	RhB	28	A
Bellavista	MG	65	A
Bollement	CJ	48	A
Boscerina	SBB	43	A
Botze	MOB	40	A
Bränfluh	BVZ	58	A
Breiten	SBB	57	A
Buechi	BOB	60	A
Buel	RhB	52	A
Bühl ZG	SBB	90	A
Bürgli	SBB	50	A
Buvette	MC	83	A
Campell	RhB	32	A
Carroz	SBB	83	A
Cavagliasch	RhB	20	A
Cavja I	RhB	24	A
Cavja II	RhB	66	A
Champ-Rouge	SBB	85	A
Cheisten	MIB	63	A
Chochâble II	YSteC	73	A
Choindez I	SBB	29	A
Chrummwag	RhB	83	A
Chrüzacher	SBB	21	A
Chüemaad	BRB	93	A
Clasaurer	RhB	93	A
Cochâble I	YSteC	59	A
Coldrerio	SBB	96	A
Cornaux	MOB	45	A
Costa	SBB	67	A
Côte	TN	84	A
Court I	SBB	12	A
Crespera	FLP	88	A
Cugnieler	RhB	39	A
Deisch	FO	22	A
Drago	RhB	54	A
Dragonato	SBB	30	A
Dragone	SBB	9	A
Drapel	TPC	55	A
D'um D'um	BT	25	A
Eck	RhB	21	A
Entlenstalden	SBB	58	A
Erlenbach	SBB	70	A
Erlenruns	SBB	45	A

Tunnelname	Bahn	Länge	Kategorie
Eselwand I	PB	44	A
Eselwand II	PB	50	A
Eselwand III	PB	46	A
Eselwand IV	PB	9	A
Estavannens II	GFM	77	A
Faleinerweg	RhB	36	A
Färschen/Gotthardstr	FO	25	A
Faulkinn	BVZ	20	A
Federnwald	RB	41	A
Felsenburg I	BLS	19	A
Felsenburg II	BLS	29	A
Feschfluh	BLS	98	A
Fontaine	MOB	79	A
Fuegna	RhB	53	A
Funiculaire	MOB	85	A
Gaggetto di fuori	FART	35	A
Galerie couverte du Châtelard	MC	17	A
Galgentobel	BT	96	A
Gibelegg	FO	36	A
Giétroz I	EMOSSON	40	A
Giétroz II	EMOSSON	17	A
Gîtes	MOB	76	A
Gitzstein II	RhB	47	A
Gitzstein III	RhB	57	A
Giustizia	SBB	64	A
Gliamont	MOB	83	A
Glion	MOB	45	A
Grosse-Larze	MC	82	A
Grosshöchstetten II	RM	95	A
Grütgraben	SBB	55	A
Gsäss	GGB	40	A
Gûra	FART	33	A
Heinrichsbad	BT	27	A
Hitzberg	SBB	71	A
Horben	BT	93	A
I. Sektion	STHB	21	A
Intschi	SBB	88	A
Jaman MTGN	MOB	76	A
Jonaschlucht	SBB	31	A
Joux-au-Craz	TPC	40	A
Kalkofen	SBB	69	A
Kalter Brunnen	GGB	18	A
Kleiner Cruschetta	RhB	74	A
Kleiner Horn	SSSF	58	A
Kleiner Tunnel	JB	84	A
Lattenberg	SBB	93	A
Lehn	BLS	35	A
Lehnen	SBB	53	A
Leidspinagrat	RhB	46	A
Les Sciernes	MOB	51	A
Letten-Luzern	SBB	37	A
Lipperschwendi	SBB	55	A
Lochgraben	BVZ	45	A
Loge (La)	SBB	54	A

Tunnelname	Bahn	Länge	Kategorie	Tunnelname	Bahn	Länge	Kategorie
Lothenbach	SBB	36	A	Pfaffenried	BLS	25	A
Madonna del Sasso	FLMS	85	A	Pflanzgarten I	RhB	39	A
Maienkreuz	SBB	78	A	Pflanzgarten II	RhB	98	A
Marécottes	MC	63	A	Piancone	MG	40	A
Marin	BLS	55	A	Places-Bourgeoises	SBB	70	A
Matten N8	BOB	70	A	Plambuit	TPC	39	A
Meiersboden	RhB	19	A	Platten	SBB	26	A
Meitschlinger	SBB	74	A	Platteneinschnitt	SBB	14	A
Merjenbirken	BVZ	28	A	Pradegg	SMC	73	A
Molincero	SBB	75	A	Praschitsch	RhB	66	A
Molino	SBB	7	A	Prasegnas	RhB	34	A
Monda di dentro	FART	69	A	Pré-Lionnet I	PBR	37	A
Monda di fuori	FART	17	A	Pré-Lionnet II	PBR	17	A
Mont-Soleil	SMtS	62	A	Puntalto	RhB	46	A
Mött da Varda	FART	56	A	Râpes-de-Jor I	MOB	46	A
Moulin-Bornu	SBB	73	A	Râpes-de-Jor II	MOB	20	A
Moutier I	SBB	31	A	Râpes-de-Jor III	MOB	23	A
Moutier II	SBB	11	A	Râpes-de-Jor IV	MOB	65	A
Moutier III	SBB	7	A	Râpes-de-Jor V	MOB	26	A
Moutier IV	SBB	8	A	Râpes-de-Jor VI	MOB	32	A
Moutier IX	SBB	13	A	Raspille	SBB	80	A
Moutier V	SBB	60	A	Revenez	MC	48	A
Moutier VI	SBB	23	A	Riale della Segna	FART	46	A
Moutier VII	SBB	54	A	Riana	FLP	8	A
Moutier VIII	SBB	18	A	Roche	CJ	38	A
Mühle	SBB	88	A	Rochefort	SBB	72	A
Mühlebach	BVZ	31	A	Rohrfluh	WAB	27	A
Mühlebühl	AB	61	A	Ronenwald I	BLS	59	A
Mühlebühl	BT	90	A	Ronenwald II	BLS	60	A
Mühlefluh	SBB	60	A	Rossplatten ZG	SBB	48	A
Muhren	SBB	53	A	Rötbach	BLS	50	A
Mundbach	BLS	88	A	Rothenfluh (Schönen- bodentunnel)	RB	63	A
Muraz	SMC	83	A	Roulaz	TPC	18	A
Nassbäumen	BVZ	58	A	Röven	RhB	94	A
Nessleries	RhB	19	A	Ruegna	RhB	21	A
Neubrück	BVZ	10	A	Ruffibach	SBB	40	A
Neuhaus	BT	72	A	Ruinacci	FART	35	A
No 1	EMOSSON	52	A	Russen	BT	70	A
No 1	MO	51	A	S. Lorenzo	ACTL	47	A
No 2	EMOSSON	92	A	S. Martino	SBB	53	A
No 2	MO	90	A	Saalenmöser	MOB	90	A
No 3	EMOSSON	31	A	Saas	RhB	88	A
No 3	MO	31	A	Salanche	SBB	20	A
No 5	EMOSSON	66	A	Salons	RhB	60	A
No 6	EMOSSON	20	A	Sass Got	FART	19	A
Noseda	FMB	73	A	Sassal I	RhB	25	A
Nr. 1	SOB	53	A	Sassal II	RhB	87	A
Nr. 3	SOB	65	A	Sassal III	RhB	18	A
Nr. 4	SOB	63	A	Sassalto di dentro	FART	44	A
oberer Brend	WAB	77	A	Sassalto di fuori	FART	34	A
Oberer Schächli	SBB	44	A	Saulcy	CJ	41	A
Onglettaz	YStEC	29	A	Saxernase	RhB	51	A
Parsennbahn	DPB	60	A	Scereda	MG	90	A
Pasquart	SBB	51	A	Schlechten Wald	NB	29	A
Petit-Lachat	MC	12	A	Schloss Laufen	SBB	66	A
Petit-tunnel	TRN S.A.	36	A	Schlossberg	RhB	56	A
Peut-Champ	CJ	50	A				

Tunnelname	Bahn	Länge	Kategorie
Schonegg I	BRB	37	A
Schwanden	RB	67	A
Schwarzfluh	BRB	19	A
Scierie	CJ	69	A
Spissfluh Herdtunnel	BVZ	36	A
Spycher I	PB	47	A
Spycher II	PB	97	A
St. Adrian	SBB	65	A
Stazione	ACTL	46	A
St-Brais	CJ	48	A
St-Cergue	NSTCM	99	A
Steini	BLS	60	A
Steinle	FO	80	A
Stepfegg	BOB/SPB	30	A
Stollfluh	BOB/SPB	16	A
Strahlloch	SBB	40	A
Streda	RhB	74	A
Stulsertobel I	RhB	84	A
Tiefencastel	RhB	26	A
Tourniquet	SBB	72	A
Toveyres	MOB	25	A
Trempel	BT	46	A
Tries	FART	33	A
Troistorrents	TPC	93	A
Tschoren	SBB	44	A
Tunnel unter der Staatsstrasse (Lichtensteig)	BT	39	A

Tunnelname	Bahn	Länge	Kategorie
Überwölbter Einschnitt	SBB	24	A
unterer Brend	WAB	34	A
Unterer Schächli	SBB	96	A
Unter-Mühlebach	BVZ	90	A
Val Chiara	FART	34	A
Valascia	FART	15	A
Valle Ingiustria	FART	52	A
Vallone d'Agno	FLP	58	A
Vanel	TPC	28	A
Vauseyon	SBB	58	A
Verchiez	TPC	16	A
Verrerie-de-Moutier	SBB	32	A
Vetta	MG	25	A
Viktoria	BLS	28	A
Walzenhausen	RHW	70	A
Werthenstein	SBB	30	A
Wiesen II	RhB	96	A
Wiggen	SBB	40	A
Wolfort	PB	40	A
Worblaufen / Lindenhofstrasse	RBS	97	A
Zalaint	RhB	27	A
Zraggen	SBB	68	A
Ziegelhütte	AB	35	A
Zumhofhalde	KSB	88	A

A2 Legende Bahnkürzel

Bahnkürzel	Name Bahn
AB	Appenzeller Bahnen
ACTL	Azienda Comunale dei Trasporti Città di Lugano
ASm	Aare Seeland mobil AG
BE	Seilbahn Biel-Leubringen AG
BLS	BLS Lötschbergbahn AG
BOB	Berner Oberland-Bahnen
BOB/SPB	Schynigen-Platten-Bahn
BRB	Brienz - Rothorn-Bahn AG
BRB'	Braunwaldbahn AG
BT	Bodensee-Toggenburg-Bahn
BVZ	Brig - Visp - Zermatt-Bahn
CJ	Chemins de fer du Jura
DB	Deutsche Bahn Druppe DB Netz AG
DFB	Dampfbahn Furka-Bergstrecke AG
DPB	AG Davos-Parsenn-Bahnen
EMOSSON	Trains Touristiques d'Emosson SA
FART	Ferrovie Autolinee Regionali Ticinesi
FB	Forchbahn AG
FLMS	Funicolare Locarno - Madonna del Sasso
FLP	Ferrovie Lugano - Ponte Tresa
FMB	Funicolare Cassarate - Monte Brè
FO	Furka - Oberalp-Bahn
GFM	Chemins de fer fribourgeois
GGB	Gornergrat Monte-Rosa Bahnen
HB	Harderbahn AG
JB	Jungfraubahn AG
KSB	Sonnenbergbahn AG
LEB	Chemin de fer Lausanne-Echallens-Bercher
LO	Méto Lausanne-Ouchy S.A.
LSE	Luzern - Stans - Engelberg-Bahn
LSF	Luftseilbahnen Saas Fee AG
MC	Chemin de fer Martigny – Châtelard
MG	Ferrovie Monte Generoso SA
MIB	Kraftwerke Oberhasli AG
MO	Chemin de fer Martigny – Orsières

Bahnkürzel	Name Bahn
MOB	Chemin de fer Montreux – Oberland Bernois
MThB	Mittel-Thurgau-Bahn
NB	Niesenbahn AG
NSTCM	Chemin de fer Nyon - St-Cergue - Morez
PB	Pilatus-Bahnen
PBR	Chemin de fer Pont - Brassus
RB	Rigi-Bahnen
RBS	Regionalverkehr Bern-Solothurn
RhB	Rhätische Bahn
RHW	Bergbahn Rheineck-Walzenhausen AG
RM	Regionalverkehr Mittelland AG
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SMA	Seilbahn Mürren-Allmendhubel
SMBB	St. Moritzer Bergbahnen
SMC	Cie de Chemin de fer et d'autobus Sierre - Montana-Crans
SMTs	Chemin de fer funiculaire St-Imier - Mont-Soleil
SNCF	Société nationale des chemins de fer français
SOB	Schweizerische Südostbahn
SSSF	Sportbahnen Schwyz-Stoos-Fronalpstock AG
STHB	Stanserhornbahn-Gesellschaft
SZU	Sihltal - Zürich - Uetliberg-Bahn
TBB	Drahtseilbahn Thunersee - Beatenberg
TN	Compagnie des Transports en commun de Neuchâtel et environs
TPC	Transports Publics du Chablais SA
TRN S.A.	Les Transports régionaux neuchâtelois
TSOL	TSOL Tramway du sud-ouest lausannois SA
VBSG	Verkehrsbetriebe der Stadt St. Gallen
VBZ	Verkehrsbetriebe Zürich, Seilbahn Rigiblick
WAB	Wengernalpbahn AG
WSB	Wynental- und Suhrentalbahn
YStcC	Compagnie du Chemin de fer Yverdon - Ste-Croix
ZSB	Standseilbahn Zermatt-Sunnegga AG

A3 Fragebogen

		A Basis-Informationen	
Name des Tunnels	<input type="text"/>		
Kontaktadresse	Unternehmung	<input type="text"/>	
	Initialen	<input type="text"/>	
	Kontakt Name	<input type="text"/>	
	Vorname	<input type="text"/>	
	Funktion	<input type="text"/>	
	Adresse Strasse	<input type="text"/>	
	Postfach	<input type="text"/>	
	PLZ	<input type="text"/>	
	Ort	<input type="text"/>	
	Tel / Fax / Email	<input type="text"/>	
Linie	Name	<input type="text"/>	
	Fahrplannummer	<input type="text"/>	
Kurzbericht StFV			<input type="checkbox"/> Tunnel nicht im Geltungsbereich StF
der Tunnel liegt in	von	<input type="text"/>	nach <input type="text"/>
Teilstrecke	Segment	Numme	<input type="text"/>
Tunnelsystem	Anzahl Röhren	<input type="text"/>	
	Anzahl Spuren	<input type="text"/>	
	Besonderheiten	<input type="text"/>	
Portal A*	Nächstgelegene Station / Betriebspunkt	<input type="text"/>	
	Lage (linke Röhre**) bei km	<input type="text"/>	Lage (rechte Röhre**) bei km <input type="text"/>
	Landeskoordinaten (falls vorhanden)	X <input type="text"/>	Y <input type="text"/>
		X <input type="text"/>	Y <input type="text"/>
	Zugangsmöglichkeiten	<input type="checkbox"/> zu Fuss <input type="checkbox"/> Strasse (28t) <input type="checkbox"/> Gleis <input type="checkbox"/> Forst- / Landwirtschaftsweg	
	Probleme beim Zugang	<input type="text"/>	
Portal B*	Nächstgelegene Station / Betriebspunkt	<input type="text"/>	
	Lage (linke Röhre**) bei km	<input type="text"/>	Lage (rechte Röhre**) bei km <input type="text"/>
	Landeskoordinaten (falls vorhanden)	X <input type="text"/>	Y <input type="text"/>
		X <input type="text"/>	Y <input type="text"/>
	Zugangsmöglichkeiten	<input type="checkbox"/> zu Fuss <input type="checkbox"/> Strasse (28t) <input type="checkbox"/> Gleis <input type="checkbox"/> Forst- / Landwirtschaftsweg	
	Probleme beim Zugang	<input type="text"/>	
Länge Tunnel*	linke Röhre	m <input type="text"/>	allentfalls rechte Röhre m <input type="text"/>
Länge Gallerien	vor Portal A, linke Röhre	m <input type="text"/>	vor Portal A, rechte Röhre m <input type="text"/>
	vor Portal B, linke Röhre	m <input type="text"/>	vor Portal B, rechte Röhre m <input type="text"/>
Eröffnungsdatum	<input type="text"/> (Eröffnungsjahr genügt)		

* Tunnellänge / Anfang / Ende : jeweils ohne anschließende Galerie

** bei Blickrichtung von Portal A nach Portal B. Falls Tunnel mit nur einer Röhre (z.B. Doppelspurntunnel), Daten unter "linke Röhre" eintragen (vgl. Beilage im Begleitbrief)

Betrieb bitte ankreuzen (Mehrfach- nennungen möglich)	<input type="checkbox"/> Personenverkehr <input type="checkbox"/> Güterverkehr <input type="checkbox"/> Gefahrguttransport <input type="checkbox"/> Autoverlad <input type="checkbox"/> Blockzüge/Ganzzüge	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">Anzahl Züge pro Jahr (total)</td> <td style="border: none; text-align: right;">Bezugsjahr</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> <input style="width: 100px;" type="text"/> </td> <td style="border: none;"> <input style="width: 50px;" type="text"/> </td> </tr> </table>	Anzahl Züge pro Jahr (total)	Bezugsjahr	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>				
Anzahl Züge pro Jahr (total)	Bezugsjahr									
<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>									
Querschnitt	Breite auf Schwellenhöhe <input style="width: 50px;" type="text"/> m Lichtraum(profil) nach AB EBV <input style="width: 150px;" type="text"/> Wird das Lichtraumprofil vollständig eingehalten ? <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein Gleisabstand (bei Doppelspurtunneln) <input style="width: 50px;" type="text"/> m									
Sanierungen	Wurden in den letzten Jahren grössere Sanierungen durchgeführt ? <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; border: none;">Datum</th> <th style="border: none;">Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="border: none;"><input style="width: 50px;" type="text"/></td> <td style="border: none;"><input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input style="width: 50px;" type="text"/></td> <td style="border: none;"><input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input style="width: 50px;" type="text"/></td> <td style="border: none;"><input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>	Datum	Beschreibung	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	
Datum	Beschreibung									
<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>									
<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>									
<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>									
Unfälle	Grössere Unfälle der letzten 10 Jahr <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; border: none;">Datum</th> <th style="border: none;">Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="border: none;"><input style="width: 50px;" type="text"/></td> <td style="border: none;"><input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input style="width: 50px;" type="text"/></td> <td style="border: none;"><input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input style="width: 50px;" type="text"/></td> <td style="border: none;"><input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>	Datum	Beschreibung	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	
Datum	Beschreibung									
<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>									
<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>									
<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>									
Bemerkungen	<input style="width: 100%; height: 60px;" type="text"/>									

Name des Tunnels **B Grobbeurteilung Sicherheit**

Weichen (linke oder einzige Röhre) Anzahl

Weichen (allenfalls rechte Röhre) Anzahl

Güterzüge Anzahl pro Jahr

Güterverkehr Tonnen pro Jahr

Gefahrguttransport Tonnen pro Jahr

zulässige Geschwindigkeit Personenzüge km/h

Besetzung Personenzüge, mittel Anzahl Personen pro Zug

Besetzung Personenzüge, Spitzenzeit Anzahl Personen pro Zug

Externe Zwischenzugänge Anzahl

Querschläge (Tunnel mit zwei Röhren) Anzahl

Länge des maximalen Fluchtweges m

Sind Gehweg, Handlauf und Fluchwegmarkierung vorhanden ? ja nein

Ist eine Notbeleuchtung vorhanden ? ja nein

Ist eine aktive Lüftung (mit Ventilator oder ähnlichem) vorhanden ? ja nein

Einsatzzeit öffentliche Rettungsdienste bis Portalbereich Eintreffen Minuten nach der Alarmierung

Liegt der Tunnel im Einzugsbereich (<20km) einer städtischen Agglomeration (Zürich, Genf, Basel etc.) ja nein

Welche Agglomeration ?

Ist der Tunnel mit Alarm- und Kommunikationsmitteln ausgerüstet ja nein

Mit welchen ?

Stand Einsatzplanung nach StfV

Streckenpläne nicht vorhanden in Arbeit (Abschluss bis:) abgeschlossen

Detailpläne Tunnel nicht vorhanden in Arbeit (Abschluss bis:) abgeschlossen

Zuständige Stützpunktfeuerwehr

Zuständige Chemiewehr

Wie beurteilen Sie den baulichen Zustand des Tunnels ?

guter Zustand einzelne Stellen mittelfristig sanierungsbedürftig einzelne Stellen kurzfristig sanierungsbedürftig

allgemein mittelfristig sanierungsbedürftig allgemein kurzfristig sanierungsbedürftig

Bemerkungen

A4 "nicht empfehlenswerte" Massnahmen

Die Beurteilung der Massnahmen und die Empfehlung betreffend Umsetzung ist eine Momentaufnahme und orientiert sich am heutigen Stand der Technik. So ist zu erwarten, dass im Zuge der Entwicklung weitere Massnahmen ergriffen werden können, welche aus heutiger Sicht (meistens auf Grund der nicht gesicherten Zuverlässigkeit) noch nicht zur Umsetzung empfohlen werden können.

Nachfolgende Liste enthält alle Massnahmen, welche im Rahmen der Erstellung des Berichtes zur Sicherheit in bestehenden Eisenbahntunnels geprüft und als "*nicht empfehlenswert*" beurteilt wurden.

A4.1 Ereignisverhindernde Massnahmen

Infrastrukturmassnahmen (Tunnel und Fahrweg im Tunnel)

Explosionsschutz für alle elektrischen Ausrüstungen im Tunnel

Da Explosionen auch durch Züge ausgelöst werden, ist vollständiger Schutz nicht erreichbar.

Fernsehüberwachung im Portalbereich

Diese Massnahme hat keinen Einfluss auf die Tunnelsicherheit und kann höchstens im Sinne einer Zutrittskontrolle umgesetzt werden.

Infrastrukturmassnahmen (Netzweit)

Keine

Organisatorische Massnahmen

Tunnelverbot für Güterzüge mit gefährlichen Gütern (Ganzzüge)

Diese Massnahme ist betrieblich kaum durchführbar (zu grosse Einschränkungen) und die Durchsetzung ist rechtlich heikel. Ebenso birgt sie die Gefahr einer unerwünschten Risikoverlagerung.

Zugsfrequenz reduzieren

Diese Massnahme ist betrieblich kaum durchführbar (zu grosse Einschränkungen) und widerspricht den Anstrengungen zur Förderung des öffentlichen Verkehrs.

Güterzugsanteil verändern

Diese Massnahme ist betrieblich kaum durchführbar (zu grosse Einschränkungen) und birgt die Gefahr einer unerwünschten Risikoverlagerung.

Personenbesetzung im Reisezug reduzieren

Diese Massnahme ist betrieblich kaum durchführbar (zu grosse Einschränkungen) und widerspricht den Anstrengungen zur Förderung des öffentlichen Verkehrs.

Überproportionale Personenbesetzung der Züge in Stosszeiten reduzieren

Diese Massnahme ist betrieblich kaum durchführbar (zu grosse Einschränkungen) und widerspricht den Anstrengungen zur Förderung des öffentlichen Verkehrs.

A4.2 Ausmassmindernde Massnahmen

Infrastrukturmassnahmen**Rauchabgasventilatoren (Längslüftung)**

In bestehenden Tunnels in der Regel nicht realisierbar (zu enge Platzverhältnisse).

Handfeuerlöscher im Tunnel in regelmässigen Abständen

Das Mitführen auf dem Fahrzeug ist die wirksamere und kostengünstigere Massnahme.

Rauch- und Wärmeabzüge mit passiver Absaugung

Sehr ungünstiges Kosten – Nutzen – Verhältnis (Grosse Kosten / kleine Risikoreduktion).

Fernsehüberwachung im Tunnel zur Verifikation von Ereignissen

Sehr ungünstiges Kosten – Nutzen – Verhältnis, da zusätzlich eine gute Beleuchtung zwingend notwendig ist.

Organisatorische Massnahmen**Reduktion der Höchstgeschwindigkeit von Zügen mit Gefahrgütern**

Grosse betriebliche Einschränkung (reduziert Kapazität) und sehr geringe Wirkung.

A4.3 Massnahmen zur Erleichterung der Selbstrettung

Infrastrukturmassnahmen

Keine

Organisatorische Massnahmen

Keine

A4.4 Massnahmen zur Erleichterung der Fremdrettung

Infrastrukturmassnahmen**Fahrdrahtspannungs-Notabschaltung via Nottaster im Tunnel**

Sehr starke betriebliche Nachteile; kann das Weiterfahren von betriebsfähigen Zügen verhindern.

Fahrbahn für Strassenfahrzeuge befahrbar machen

Nur in gewissen Fällen technisch realisierbar. Zufahrt der Strassenfahrzeuge zum Tunnel und Wenden der Fahrzeuge im Tunnel nicht sichergestellt.

Organisatorische Massnahmen

Keine

Ausrüstung**Bereitstellung zusätzlichen Wagen für die Evakuierung von Reisenden (in Kombination mit Lösch- und Rettungszug)**

Wird auch bei den neuen Tunnels (AlpTransit) nicht realisiert.

A4.5 Massnahmen im Bereich Rollmaterial

Ereignisverhindernde Massnahmen

Keine

Ausmassmindernde Massnahmen**Ausrüstung der Fahrzeuge mit Verbandskästen**

Sehr geringe Wirkung und heikle Umsetzung (Vandalismus, Diebstahl, Wartung).

Automatische Löscheinrichtung in Reisezugwagen

Technisch nicht ausgereifte Entwicklung und hoher Aufwand.

A4.6 Massnahmen betreffend Information der Reisenden

Keine

A5 Beispiel einer Informationsschrift für Passagiere von Reisezügen
(Dänische Staatsbahn, DSB)



Når du rejser med InterCity, kan du vælge mellem to togsystemer:

InterCity

hvor du kan vælge mellem 2 serviceniveauer:

Business med egen buffet med kaffe/te, juice/mineralvand og en småkage samt fri adgang til dagens aviser.

Standard - hvor sæderne er stillet op to og to overfor hinanden med et bord i midten. På Standard finder du også 2 særlige pladstyper: Hvileplads er for dig som ønsker fred og ro til at hvile eller til at arbejde - og Familieplads med legeareal til børnene.

InterCityLyn

hvor du kan vælge mellem 2 serviceniveauer:

Business Plus med ekstra god plads. Med i prisen får du altid et velanrettet koldt måltid og et glas vin, en øl eller sodavand serveret på din plads. Desuden kan du - når du ønsker det - få togstewardessen til at bringe dig mineralvand/ juice, kaffe eller te. Der er fri adgang til dagens aviser.

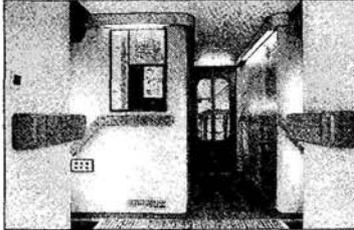
Business med egen buffet med kaffe/te, juice/mineralvand og en småkage samt fri adgang til dagens aviser.

På de næste sider kan du se, hvordan InterCity toget er indrettet og læse om sikkerhed i toget og i Storebæltstunnelen.

InterCity
Hvis tiden er vigtig

DSB

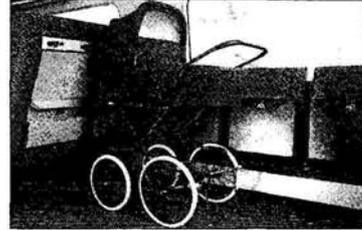
Sådan er InterCity toget indrettet



❶ Vestibule med telefon og oversigtskort. Rejser du på Business eller Business Plus, kan du få bragt en telefon til din plads. Du kan også sende og modtage telefax. Spørg togpersonalet.



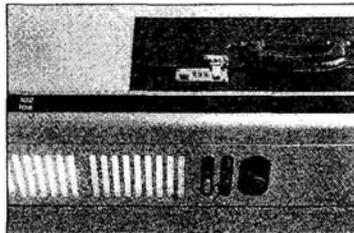
❷ I vestibulen er der adgang til toilet, hvor du også kan finde et puslebord til de små. Der findes også handicaptollet. Toilettet aflåses ved et tryk på en knap. Lyser knappen rødt, er toilettet optaget.



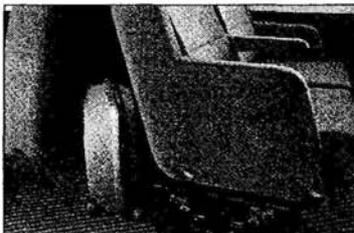
❸ Barnevogne og kørestole placeres i flexarealet.



❹ Dørene mellem kupeerne åbnes automatisk ved at føre en hånd fra side til side ved det lille piktogram.



❺ Under hattehylden findes en kontakt til læselys, kanalvælger til radioprogrammer samt stik til hovedtelefoner og almindeligt 220 volt stik til din computer.



❻ Større bagage eller tasker kan lægges under eller imellem sæderne.

Flexareal: I InterCity toget er der plads til f.eks. kørestole og barnevogne.

Legeplads
Familieplads
Handicaptollet
Mønttelefon
Toilet

Når toget kører som InterCityLyn er Familieplads og Hvileplads suspenderet til fordel for Business og Business Plus.

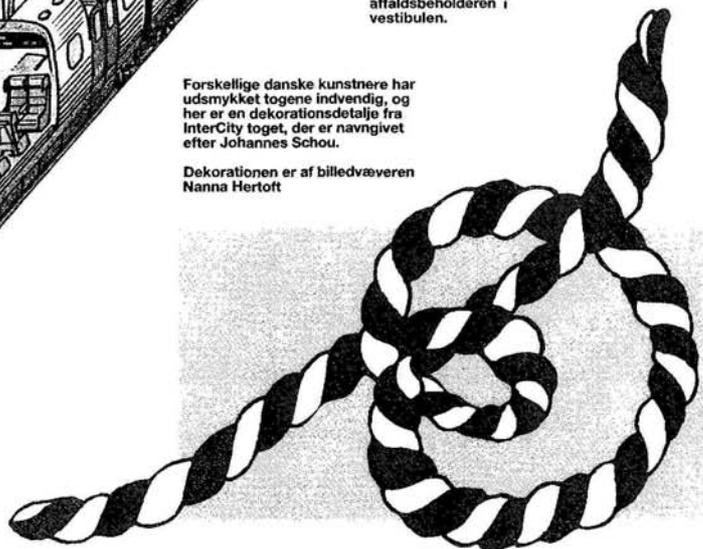
Togservice Danmark: Når du rejser med InterCity, kommer Togservice igennem toget med salgsvognen, hvorfra man kan købe kolde og varme drikke, lette anretninger, aviser og blade samt høretelefoner til brug af togets radio.

Affald: Under alle borde hænger miljøposer, så man hurtigt kan komme af med sit affald. Større affald henvises til affaldsbeholderen i vestibulen.

Forskellige danske kunstnere har udsmykket togene indvendig, og her er en dekorationsdetalje fra InterCity toget, der er navngivet efter Johannes Schou.

Dekorationen er af billedværeren Nanna Hertoft

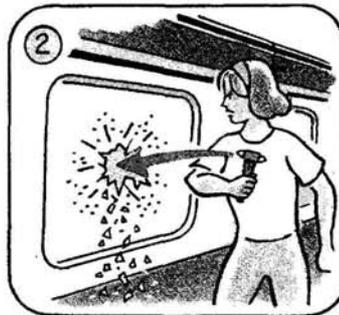
Alle vinduer har rullegardin, som kan trækkes både halvt og helt ned



● Anvendelse af nødhammer ● Use of emergency hammer ● Gebrauch des Nothammers



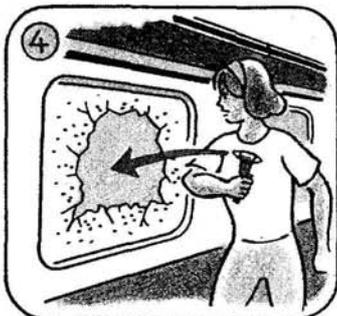
- Bryd plomben - og tag nødhammeren ud af holderen
- Break seal and remove emergency hammer from holder
- Die Plombe lösen - und den Nothammer aus der Halterung nehmen.



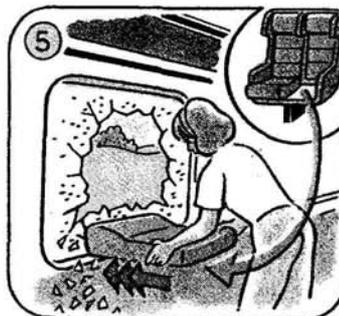
- Slå hårdt med den spidse del på det indreste lag glas.
- Hit inner pane of glass hard with pointed end of hammer
- Mit dem spitzen Ende kräftig auf die innere Glasscheibe schlagen.



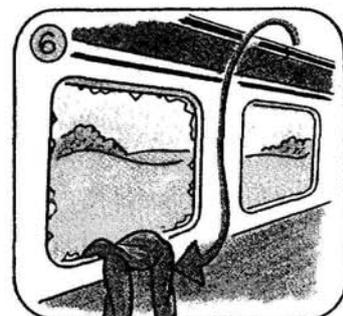
- Fjern noget af det knuste glas ved hjælp af hammeren.
- Remove broken glass using hammer
- Glasscherben mit Hilfe des Hammers entfernen.



- Slå nu hårdt med hammeren på det yderste lag glas.
- Hit outer pane of glass hard with pointed end of hammer
- Mit dem Hammer kräftig auf die äußere Glasscheibe schlagen.



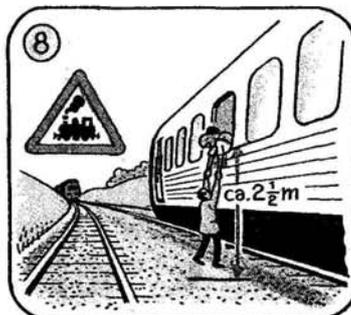
- Fjern den knuste rude ved at støde hårdt med en sædehynde.
- Remove broken glass using a seat cushion
- Die zerbrochene Scheibe durch Stoßen mit einem Sitzpolster hinausdrücken.



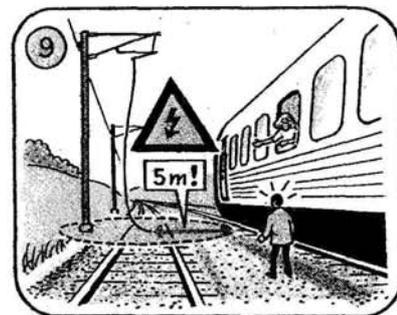
- Dæk vindueskarmen og glaskanten med en beklædningsdel.
- Cover window sill and glass edge with a seat covering
- Den Fensterrahmen og die Glaskante mit einem Bekleidungsgegenstand abdecken.



- Kravl baglæns ud - evt. med hjælp fra medpassagerer.
- Crawl out backwards with help from other passengers, if needed
- Rückwärts hinauskröchen - eventuell mit Hilfe eines anderen Fahrgastes.



- Glid ned langs vognsiden, og giv så slip. Pas på tog i nabospor.
- Slide along the side of the carriage, let go, watch out for trains on neighbouring track
- An der Wagenaußenseite hinuntergleiten und loslassen. Vorsicht! Züge auf dem Nachbargleis.



- Hold mindst 5 meters afstand til nedfaldne el-ledninger.
- Keep a distance of at least 5 metres from any fallen electrical wires
- Mindestens 5 Meter Abstand zu herabgefallenen Stromleitungen halten.