

Bundesamt für Verkehr

Sicherheit in bestehenden Tunnels

Schlussbericht zur Umsetzungsplanung (Phase 2, Schritt A)

24. Januar 2005



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

Zusammenfassung

Das Sicherheitsniveau in den Schweizer Eisenbahntunnels ist hoch. Trotz der geringen Eintretenswahrscheinlichkeit kann ein Zwischenfall aber nie ganz ausgeschlossen werden. Bei einem Ereignis in einem Eisenbahntunnel wäre mit schwerwiegenden Folgen zu rechnen. Umso wichtiger ist es, angemessene Sicherheitsstandards zu gewährleisten, welche die Ereignisverhinderung, die Ausmassminderung sowie die Selbst- und Fremddrettung umfassen.

Der Vorsteher des UVEK hatte am 14. September 1999 dem BAV den Auftrag erteilt, einen Bericht zur Sicherheit in den bestehenden Eisenbahntunnels der Schweiz zu erstellen. Das BAV hat im Januar 2001 den entsprechenden Schlussbericht veröffentlicht. Der vorliegende Bericht basiert auf demselben Auftrag und stellt die Fortsetzung der Arbeiten des Berichtes vom Januar 2001 dar (Phase 2). In dieser zweiten Phase, die ihrerseits in einen Schritt A und B gegliedert ist, plant das BAV die Umsetzung (Schritt A). Anschliessend sind Aufträge und Arbeiten auszulösen (Schritt B). Der vorliegende Bericht bezieht sich auf Schritt A.

Es ist erklärtes Ziel des BAV, die Sicherheit in bestehenden Tunnels zu erhöhen. Der vorliegende Bericht enthält konkrete Massnahmen zur Verbesserung der Tunnelsicherheit in bestehenden Eisenbahntunnels. Die Sicherheit soll durch moderne Standards und Vollzugsinstrumente gezielt weiter erhöht werden. Der Bericht umfasst als zentralen Punkt die Formulierung und Festlegung von Sicherheitsanforderungen, differenziert nach Tunnelklassen. Das BAV hat beschlossen, den vorliegenden Bericht den Bahnen und – im Rahmen des Vollzugs der Störfallverordnung – den Kantonen zur Konsultation vorzulegen.

Tunnelklassierung

Das Klassierungssystem basiert auf drei Hauptkriterien, mit denen das Personenrisiko im Allgemeinen ausreichend genau erfasst werden kann:

- Tunnelsystem: Ein- oder zweigleisige Tunnel.
- Tunnellänge, abgestuft in 5 Klassen:
- Zugdichte als Anzahl Züge pro Tag in beiden Fahrtrichtungen.

Für die Klassierung sind aktuelle Verkehrszahlen oder Schätzungen für den künftigen Verkehr massgebend. Dies bedeutet, dass sich die Einteilung eines Tunnels im Laufe der Zeit ändern kann.

Länge	Eingleisige Tunnels			Zweigleisige Tunnels		
	unter 50 Züge pro Tag	50 bis 150 Züge pro Tag	über 150 Züge pro Tag	unter 100 Züge pro Tag	100 bis 300 Züge pro Tag	über 300 Züge pro Tag
unter 300m	A	A	A	A	A	A
300 bis 1000m	B	B	B	B	B	C
1000 bis 3000m	B	C	C	B	C	E
3000 bis 10'000m	C	D	D	C	E	E
über 10'000m	C	D	D	C	E	E

Abbildung 1: Hauptklassierung mit den Tunnelklassen A bis E

Tunnels von weniger als 1 km Länge müssen nur bei sehr hoher Verkehrsdichte ausgerüstet werden. Bei geringem Verkehrsaufkommen kann auf eine Ausrüstung auch bei Tunnels bis 3 km verzichtet werden.

Aufgrund dieser Klassierung müssen insgesamt bei 81 Tunnels (12% aller Eisenbahntunnels) tunnelspezifische Sicherheitsanforderungen erfüllt werden. Dies betrifft Tunnelröhren in einer Gesamtlänge von 300 km, was 67% der gesamten Tunnellänge entspricht.

Sicherheitsanforderungen

Die Sicherheitsanforderungen sind funktionsbezogen formuliert und lassen in der Ausgestaltung Spielraum offen. Es wird grundsätzlich zwischen drei Varianten unterschieden:

- Eine Massnahme ist in einem Tunnel einer bestimmten Tunnelklasse zu realisieren (X-Massnahme).
- Die Zweckmässigkeit und Verhältnismässigkeit einer Massnahme ist zu prüfen und der Entscheid über eine Realisierung (bzw. einen Verzicht) ist zu begründen (P-Massnahme).
- Auf die Umsetzung einer bestimmten Massnahme kann verzichtet werden.

Auch wenn die Kriterien zur Tunnelklassierung und die Sicherheitsanforderungen vergleichsweise scharf festlegen, unter welchen Bedingungen Massnahmen zu ergreifen sind, ergibt sich daraus kein Automatismus z.B. im Hinblick auf die Beurteilung konkreter Projekte im Rahmen des Plangenehmigungsverfahrens.

Die im Bericht dargelegten Sicherheitsanforderungen betreffen:

- Die Infrastruktur, u.a.:
 - Randwege, Handlauf, Notbeleuchtung, Fluchtwegkennzeichnung,

-
- Funk zwischen Leitstelle und Zug, für Einsatzkräfte der Bahn und für die öffentlichen Ereignisdienste,
 - prüfen, ob Verbindungen ins Freie und Querverbindungen in Nachbarröhre als Notausstiege ausgestaltet werden können.
 - Das Rollmaterial (beim Neubau von Fahrzeugen zu realisieren, beim Umbau zu prüfen), u.a.:
 - Zugstillstandsverhinderung,
 - Notlauffähigkeit bei Brand,
 - Brandschutz durch geeignete Materialien,
 - Kommunikationsverbindung Reisende – Zugbegleitpersonal – Triebfahrzeugführer.
 - Den Betrieb, u.a.:
 - havarierte Züge können im Ereignisfall den Tunnel verlassen,
 - Flüchtende werden nicht durch weitere Züge gefährdet,
 - Trennung von Reisezügen und Güterzügen mit Gefahrgut (zu prüfen).

Der Bericht umfasst weiter einen vorläufigen Soll-Ist-Vergleich, welcher als Basis für eine erste Kostenschätzung dient. Demnach sind für die zu realisierenden Massnahmen, insbesondere im Infrastrukturbereich, Kosten von rund Fr. 100 Mio. zu erwarten. Rund 200 km sind bereits mit Selbstrettungsinfrastruktur ausgerüstet. Aufgrund ihrer Klassierung sind insbesondere der Simplontunnel (ca. 40 km Tunnelröhren) und der Furka-Basistunnel (ca. 15 km) mit Infrastrukturmassnahmen nachzurüsten. Nicht berücksichtigt sind Kosten für Massnahmen, über deren Realisierung erst nach einer Prüfung und Berücksichtigung von Kosten-Nutzenüberlegungen entschieden wird.

Das Umsetzungskonzept gemäss Kp. 7 des Schlussberichtes sieht für das Jahr 2005 folgende Schritte vor:

- Stellungnahme der Bahnen und Kantone zu den Sicherheitsanforderungen bis Mai 2005
- Validierung der relevanten Daten durch die Bahnen bis Mai 2005
- Überprüfung des Handlungsbedarfs und des Finanzbedarfs unter Berücksichtigung der durch die Bahnen ergänzten Informationen
- Konzept für die Finanzierung der Sicherheitsanforderungen
- Erarbeitung der Rechtsgrundlagen bzw. Beginn der Anpassung der Rechtsgrundlagen im Rahmen der ordentlichen Verfahren
- Erarbeitung einer Richtlinie zur Tunnelsicherheit mit dem Ziel, diese durch das BAV im Dezember 2005 in Kraft zu setzen

Das BAV ist der Auffassung, dass zur Durchsetzung der Sicherheitsanforderungen keine Anpassungen des EBG erforderlich sind. Namentlich Art. 17 EBG (Stand der Technik) bietet eine ausreichende Rechtsgrundlage für die Umsetzung der Sicherheitsanforderungen in bestehenden Tunnels. Daher wird das BAV die Sicherheitsanforderungen gemäss vorliegendem Bericht bereits im laufenden Jahr bei laufenden und neuen Verfahren anwenden. Es

wird jedoch in dieser Zeit ausserhalb dieser Verfahren keine tunnelspezifischen Massnahmen verlangen. Die auf Ende 2005 geplante Richtlinie wird zur weiteren Klärung beitragen, beispielsweise durch eine Konkretisierung der Anforderungen an die Prüfung von „P-Massnahmen“.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Projektbeschreibung	2
1.3	Vorgehen.....	3
1.4	Abgrenzungen.....	4
1.5	Grundlagen	4
2	Sicherheitsziele und Grundsätze.....	5
3	Tunnelklassierung	7
3.1	Vorbemerkungen.....	7
3.2	Klassierungssystem	8
3.3	Einteilung der Tunnels	10
4	Sicherheitsanforderungen	11
4.1	Vorbemerkungen.....	11
4.2	Infrastruktur	12
4.3	Rollmaterial	17
4.4	Betrieb.....	21
5	Handlungsbedarf	23
5.1	Vorbemerkungen.....	23
5.2	Infrastruktur	24
5.3	Rollmaterial	26
5.4	Betrieb.....	29
6	Aufwandschätzung.....	31
7	Umsetzung	37
7.1	Bereinigung der Daten	37
7.2	Konsultation der Sicherheitsanforderungen bei den Bahnen und bei den Kantonen.....	37
7.3	Planung der rechtlichen Umsetzung	37
7.4	Planung der finanziellen Umsetzung.....	39
7.5	Zeitplan	40

Anhänge

A1 Tunnelliste

A2 Weitere Massnahmen

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

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. Das BAV hat im Januar 2001 den entsprechenden Schlussbericht veröffentlicht. Er gibt einen Überblick über die baulichen und betrieblichen Eigenheiten der schweizerischen Eisenbahntunnels, stuft diese nach risikoorientierten Kriterien ein und zeigt das Spektrum weiterer Massnahmen auf. Die Untersuchung und die vorgeschlagenen Massnahmen befassen sich primär mit der Personensicherheit der Reisenden.

Der vorliegende Bericht basiert auf demselben Auftrag und stellt die Fortsetzung der Arbeiten des Berichtes vom Januar 2001 dar (Phase 2). In einer zweiten Phase, die ihrerseits in einen Schritt A und B gegliedert ist, geht es nun darum die Umsetzung zu planen (Schritt A) und anschliessend die notwendigen Aufträge und Arbeiten dafür auszulösen (Schritt B).

Die Bearbeitung des Schrittes A (Umsetzungsplanung) wurde im Dezember 2001 aufgenommen. Im Sommer 2002 haben die SBB in Absprache mit dem BAV ein Projekt gestartet, in dem zusätzliche Sicherheitsmassnahmen für bestehende Tunnels aufgrund einer Risikoanalyse und –beurteilung geprüft wurden [siehe Kapitel 1.5]. Das BAV hat dieses Projekt begleitet und bis zum Vorliegen der Ergebnisse die eigenen Arbeiten unterbrochen. Die Massnahmenbeurteilung der SBB liegt seit Herbst 2003 vor.

Im März 2004 hat das BAV die Arbeiten erneut aufgenommen mit dem Ziel, bis Ende 2004 den Schritt A der Phase 2 (Umsetzungsplanung) abzuschliessen. Der entsprechende Bericht liegt nun vor. Das BAV hat beschlossen, den vorliegenden Bericht den Bahnen und – im Rahmen des Vollzugs der Störfallverordnung – den Kantonen zur Konsultation vorzulegen.

1.2 Projektbeschreibung

Die Umsetzungsplanung (Schritt A der Phase 2) wird im Projektbeschreibung mit 10 Punkten umrissen:

- (1) Vorschlag für die Weiterverwendung der Tunneldatenbank auf Grund der Bedürfnisse im BAV erarbeiten.
- (2) Bestandesaufnahme der von den Bahnen vorgeschlagenen Massnahmen (in allen Bereichen).
- (3) Aufteilung der Tunnels in gleichgeartete Tunnelgruppen (z.B. Tunnels mit Autoverlad, Tunnels ohne Güterverkehr, Standseilbahntunnels, etc.).
- (4) Quervergleich der einzelnen Tunnels der Tunnelgruppen untereinander, auch unter Berücksichtigung der von den Bahnen selber vorgeschlagenen Massnahmen.
- (5) Definition des Standes der Sicherheitstechnik für die Tunnelgruppen.
- (6) Vorschläge für die zusätzlich notwendigen Massnahmen der einzelnen Tunnels erarbeiten.
- (7) Abschätzen des notwendigen Finanzierungsbedarfes auf Grund der vorgeschlagenen Massnahmen.
- (8) Erarbeiten der Entscheidungsgrundlagen und eines Vorschlages für die Durchführung einer Informationskampagne „Prävention“.
- (9) Abklären der rechtlichen Möglichkeiten für die Umsetzung.
- (10) Planung der Umsetzung.

Der vorliegende Bericht geht auf die Punkte (3) bis (7) sowie (9) und (10) ein. Die Punkte (1) und (2) sowie (8) werden ausserhalb des vorliegenden Berichtes behandelt.

Schritt B (Umsetzung) wird nach Abschluss des Schrittes A (Umsetzungsplanung) festgelegt und in Angriff genommen.

1.3 Vorgehen

Der Kern des Schrittes A liegt in der Formulierung und Festlegung von Sicherheitsanforderungen, differenziert nach Tunnelklassen. Das generelle Vorgehen ist in Abbildung 2 zusammengefasst.

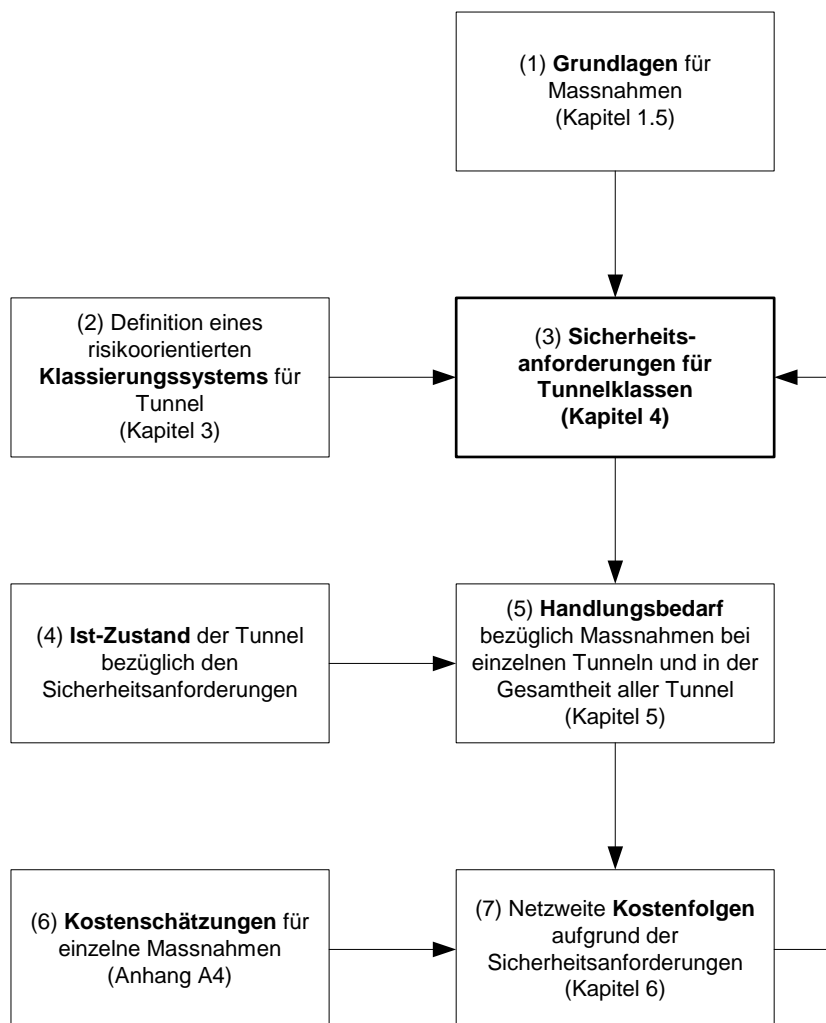


Abbildung 2: Schritte zur Festlegung der Sicherheitsanforderungen

Die Abschätzung der Kostenfolgen dient primär dazu, die Umsetzbarkeit der Sicherheitsanforderungen zu prüfen.

In einem ersten Schritt wurde die Umsetzungsplanung amtsintern erarbeitet. Der Einbezug der Bahnen erfolgt nun mit dem vorliegenden Bericht.

1.4 Abgrenzungen

Die Sicherheitsanforderungen gelten für Tunnels, die in Betrieb sind (bestehende Tunnels, ohne Standseilbahnen).

Die Tunnelklassierung und die Sicherheitsanforderungen befassen sich primär mit der Sicherheit von Personen beim Befahren der Tunnels (Reisende und Fahrpersonal). Die Sicherheit von Mitarbeitern in Tunnels, die sich nicht in Zügen aufhalten sowie von Ereignisdiensten im Einsatzfall ist nicht Gegenstand der vorliegenden Sicherheitsanforderungen.

Die Sicherheit von Personen und der Umwelt als Folge von Gefahrgutereignissen unterliegt der Störfallverordnung (StfV). Sofern aufgrund der Kurzberichte gemäss Störfallverordnung die Häufigkeit einer schweren Schädigung in einem Tunnel hinreichend klein ist, sind die vorliegenden Sicherheitsanforderungen auch für die Störfallsicherheit abschliessend. Ist die Häufigkeit nicht hinreichend klein, so können weitergehende Sicherheitsanforderungen resultieren.

1.5 Grundlagen

Der vorliegende Bericht stützt sich auf umfangreiche Vorarbeiten des BAV und Untersuchungen anderer Organisationen. Fünf wesentliche Grundlagen sind nachfolgend aufgeführt:

- [1] Bundesamt für Verkehr: Schlussbericht zur Sicherheit in bestehenden schweizerischen Eisenbahntunnels, Januar 2001
- [2] UNITED NATIONS, Inland Transport Committee: Recommendations of the multidisciplinary group of experts on safety in tunnels (rail), TRANS/AC.9/9, 1 December 2003
- [3] Union Internationale des Chemins de Fer: UIC-Kodex 779-9 „Sicherheit von Eisenbahntunneln“, August 2003
- [4] Schweizer Ingenieur- und Architektenverein: Normen SIA 197 (Projektierung Tunnel, Grundlagen), 197/1 (Projektierung Tunnel, Bahntunnel), vom 1. Oktober 2004
- [5] Schweizerische Bundesbahnen: Sicherheit bestehender Eisenbahntunnels, 23. März 2003

Tunnelspezifische Informationen basieren auf der Tunneldatenbank des BAV mit Stand Ende 2001 sowie auf Informationen aus Plangenehmigungsverfahren seit Ende 2001 (Realisierung von Massnahmen).

2 Sicherheitsziele und Grundsätze

Das Sicherheitsniveau in den Schweizer Eisenbahntunnels ist hoch. Trotz der geringen Eintretenswahrscheinlichkeit kann ein Zwischenfall aber nie ganz ausgeschlossen werden. Bei einem Ereignis in einem Eisenbahntunnel ist mit schwerwiegenden Folgen zu rechnen. Umso wichtiger ist es, angemessene Sicherheitsstandards zu gewährleisten, welche die Ereignisverhinderung, die Ausmassminderung sowie die Selbst- und Fremddrettung umfassen.

Die in diesem Bericht dargestellten Sicherheitsanforderungen zielen darauf ab, für die Reisenden und das Zugpersonal bei der Fahrt durch Tunnels ein angemessenes Sicherheitsniveau zu gewährleisten. Es ist erklärtes Ziel des BAV, die Sicherheit in bestehenden Tunnels gezielt zu erhöhen.

Die üblichen, im gesamten Streckennetz der Bahnen geltenden Vorkehrungen zur Verhinderung von Unfällen oder zur Reduktion deren Schadenausmasses gelten gleichermassen in Tunnels und bilden die Basis der vorliegenden Betrachtung. Die Sicherheitsanforderungen gehen auf die speziellen Gefährdungen ein, die in Tunnels entstehen oder in Tunnels schlimmere Auswirkungen zur Folge haben können. Dazu gehört insbesondere der Brandfall.

Resultierende Sicherheitsmassnahmen müssen verhältnismässig sein. Daher sind die Höhe des Risikos eines spezifischen Tunnels, die Wirksamkeit einer Massnahme sowie deren Kosten bei der Festlegung der Anforderungen zu berücksichtigen.

Als Mass für das Risiko wird das *kollektive* Personenrisiko zugrunde gelegt. Dieses entspricht dem Schadenerwartungswert für einen Tunnel, bezogen auf ein Jahr Betrieb. Diese Festlegung ist für die Definition der Tunnelklassen und die Beurteilung der Verhältnismässigkeit der Massnahmen von Bedeutung. Die Anzahl Züge, die den Tunnel pro Jahr befahren, fliessen direkt in den Risikowert ein. Dies hat zur Folge, dass Tunnels mit einer hohen Zugdichte höhere Risiken aufweisen und dem entsprechend Massnahmen sinnvoll sein können, die in schwach befahrenen Tunnels unverhältnismässig sind.

Kosten können Investitionskosten sein (Infrastruktur, Rollmaterial), aber auch Folgekosten durch erhöhte Instandhaltung oder entgangene Einnahmen für den Betrieb, beispielsweise aufgrund einer betrieblichen Einschränkung. Diese Kostenarten werden als gleichwertig betrachtet.

Die Sicherheitsanforderungen basieren auf dem Konzept der vier Säulen

- Ereignisverhinderung
- Ausmassminderung

- Massnahmen der Selbstrettung
- Massnahmen der Fremdrettung

Weder ist ausschliesslich auf die Ereignisverhinderung, noch alleine auf die Rettung zu setzen.

Die **Ereignisverhinderung** ist das traditionelle Feld der Eisenbahnsicherheit. In Tunnels geht es darum, spezifische Gefährdungen zu verhindern. Dies hat zur Folge, dass weitergehende Massnahmen zu prüfen sind (Detektionsanlagen, betriebliche Optimierungen, etc.).

Ein seit Jahren postulierter Grundsatz der **Ausmassminderung** besagt, dass ein Zug im Brandfall den Tunnel verlassen soll. Dies kann primär mit Anforderungen an das Rollmaterial erreicht werden. Diese haben deshalb im Rahmen der Sicherheitsanforderungen einen hohen Stellenwert, umso mehr als sie netzweit wirken.

Die **Massnahmen der Selbstrettung** betreffen meist die Infrastruktur (hindernisfreier Gehweg, Beleuchtung, Markierung). Dementsprechend stellt sich rasch die Frage der Verhältnismässigkeit, insbesondere in langen Tunnels mit geringem Verkehrsaufkommen. Da die Verbesserung der Selbstrettungsinfrastruktur eine der wenigen im Falle eines Brandes mit Zugstillstand wirkenden Massnahmen darstellt, ist sie überall dort zu realisieren, wo grundsätzlich die Notwendigkeit tunnelspezifischer Massnahmen bejaht wird.

Die **Fremdrettungskräfte** sind für ein rasches Eingreifen im Brandfall zu spät vor Ort. Dies gilt insbesondere für bestehende Tunnels, die oft topographisch sehr ungünstig liegen. Trotzdem muss ein Tunnel für Fremdrettungskräfte zugänglich sein, sei dies über den Schienenweg (Lösch- und Rettungszug) oder über Zugänge an die Portale. Ein Abtransport von Verletzten muss möglich sein.

Der Schutz der Einsatzkräfte ist nicht Gegenstand der Sicherheitsanforderungen. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass Einsatzkräfte, die für einen Tunnelleinsatz vorgesehen sind, über eine entsprechende Ausrüstung verfügen müssen.

3 Tunnelklassierung

3.1 Vorbemerkungen

Das Klassierungssystem dient dazu, Eisenbahntunnels mit ähnlichen Eigenschaften in Gruppen zusammenfassen zu können. Die Klassen werden so festgelegt, dass alle Tunnels innerhalb einer Klasse ein ähnlich hohes Personenrisiko aufweisen. Ziel ist, für Tunnels einer Klasse einen gleichen, auf die Höhe des Personenrisikos abgestimmten Massnahmenstandard vorzugeben.

An das Klassierungssystem lassen sich folgende Anforderungen stellen:

- Ein Tunnel muss mit wenigen und einfach messbaren Parametern eingeteilt werden können.
- Die Kriterien für die Klassierung müssen die dominanten Risikoeinflussfaktoren enthalten. So ist gewährleistet, dass das Klassierungssystem ein Abbild des tatsächlichen Risikos ergibt.
- Eine differenzierte Klassenbildung ist nur soweit zweckmässig, als den einzelnen Klassen auch unterschiedliche Massnahmenpakete bzw. Anforderungen zugeordnet werden können.

In den letzten rund 15 Jahren sind in der Schweiz verschiedene quantitative Risikoanalysen für Tunnels und Massnahmenbeurteilungen durchgeführt worden. Aus diesen Grundlagen ist ableitbar, welche Faktoren das Personenrisiko massgebend beeinflussen. Ebenso wurde die Verhältnismässigkeit von Sicherheitsmassnahmen für Tunnels in diesen Grundlagen quantitativ abgeschätzt. Damit kann für die Festlegung des Klassierungssystems auf vertiefte Grundlagen abgestützt werden.

Risikorelevante Eigenheiten, die nur bei einzelnen Tunnels auftreten oder sehr spezifische Massnahmen zur Folge haben, werden als ergänzende Kriterien berücksichtigt.

3.2 Klassierungssystem

Hauptkriterien

Das Klassierungssystem basiert auf drei Hauptkriterien, mit denen das Personenrisiko im Allgemeinen ausreichend genau erfasst werden kann:

- **Tunnelsystem:** Ein- oder Zweigleisige Tunnel.
Aufgrund der möglichen Ereignisse (mit/ohne Interaktionen, speziell im Zusammenhang mit Gefahrgütern) sowie den spezifischen Platzverhältnissen im Tunnel ist es zweckmässig, grundsätzlich ein- und zweigleisige Tunnels zu unterscheiden.
- **Tunnellänge,** abgestuft in 5 Klassen:
Die Tunnellänge bestimmt massgeblich, ob ein Zug im Brandfall im Tunnel zum Stehen kommt. Im Falle eines Stillstandes und einer erforderlichen Selbstrettung hängt die Erfolgchance weitgehend von der Fluchtweglänge ab. In bestehenden Tunnels ist diese meist durch die Tunnellänge bestimmt.
- **Zugdichte** als Anzahl Züge pro Tag in beiden Fahrtrichtungen.
Die Höhe des Personenrisikos hängt nahezu proportional von der Zugdichte ab. Zwei eingleisige Tunnels sind bei der Einteilung wie eingleisige Tunnels zu behandeln, indem die Zugdichte pro Tunnelröhre einzusetzen ist. Die für die Klassierung zur Verfügung stehenden Verkehrszahlen stammen aus dem Jahr 2000. Insbesondere der Fahrplanwechsel im Dezember 2004 kann daher zu einzelnen Anpassungen der Tunnelklassierung führen.

Für die Klassierung sind aktuelle Verkehrszahlen oder Schätzungen für den künftigen Verkehr massgebend. Dies bedeutet, dass sich die Einteilung eines Tunnels im Laufe der Zeit ändern kann.

Länge	Eingleisige Tunnels			Zweigleisige Tunnels		
	unter 50 Züge pro Tag	50 bis 150 Züge pro Tag	über 150 Züge pro Tag	unter 100 Züge pro Tag	100 bis 300 Züge pro Tag	über 300 Züge pro Tag
unter 300m	A	A	A	A	A	A
300 bis 1000m	B	B	B	B	B	C
1000 bis 3000m	B	C	C	B	C	E
3000 bis 10'000m	C	D	D	C	E	E
über 10'000m	C	D	D	C	E	E

Abbildung 3: Hauptklassierung mit den Tunnelklassen A bis E

Im Hinblick auf Sicherheitsanforderungen gelten folgende *generelle* Aussagen (im Einzelfall können aufgrund ergänzender Kriterien Abweichungen auftreten):

- Klasse A: Es sind keine tunnelspezifischen Massnahmen zu ergreifen.
- Klasse B: Im Allgemeinen sind keine tunnelspezifischen Massnahmen zu ergreifen. Tunnelspezifische Massnahmen müssen dann geprüft werden, wenn die Häufigkeit einer schweren Schädigung nicht hinreichend klein ist (Vollzug Störfallverordnung).
- Eingleisige Tunnels von 1000 bis 3000 m mit unter 50 Zügen pro Tag sowie zweigleisige Tunnels von 1000 bis 3000 m mit unter 100 Zügen pro Tag werden der Klasse B zugeordnet, weil die Risiken klein und tunnelspezifische Massnahmen daher unverhältnismässig sind.
- Diese Abgrenzung deckt sich mit der bisherigen Praxis der Bahnen bei der Ausrüstung mit Infrastrukturmassnahmen für die Selbstrettung.
- In den Klassen C, D und E sind tunnelspezifische Massnahmen zu ergreifen.

Ergänzende Kriterien

Mit ergänzenden Kriterien werden weitere Eigenschaften erfasst, die sich auf die Art und Höhe des Risikos auswirken. Die Sicherheitsanforderungen können in diesen Fällen von denjenigen der Hauptklassierung abweichen.

Als ergänzende Kriterien sind definiert:

- Transport gefährlicher Güter, wenn die Häufigkeit einer schweren Schädigung H_s nicht hinreichend klein ist.
- Autoverlad, bei dem die Reisenden in ihren Fahrzeugen bleiben.
- Rollende Landstrasse (RoLa).
- Tunnelkette: Tunnels, deren Portale weniger als eine Reisezuglänge auseinander liegen, bilden eine Tunnelkette. Dies gilt gleichermassen für Abfolgen von Brücken oder Galerien zwischen zwei Tunnels.
- Tunnelquerschnitt bei eingleisigen Tunnels, wenn die Platzverhältnisse ein Aussteigen über die seitlichen Türen nicht erlauben.
- Tunnels mit einer starken Luftströmung, insbesondere bei einer grossen Höhendifferenz zwischen den Portalen.
- Schmalspurbahnen

Die Klassierung eines Tunnels wird durch die ergänzenden Kriterien nicht beeinflusst.

3.3 Einteilung der Tunnels

Länge	Eingleisige Tunnels			Zweigleisige Tunnels		
	unter 50 Züge pro Tag	50 bis 150 Züge pro Tag	über 150 Züge pro Tag	unter 100 Züge pro Tag	100 bis 300 Züge pro Tag	über 300 Züge pro Tag
unter 300m	A	A	A	A	A	A
300 bis 1000m	B	B	B	B	B	C Born Enge Gütsch Kreuzliberg Stettbach Tiefenau Wiedikon- Ulmerberg Wipkingen
1000 bis 3000m	B	C Axenberg Bruggwald Frohnaip Hondrich I und II Locarno Lopper I Lopper II Luzerner Stadttunnel Magnacun Monte Ceneri Mont-Sagne Ölberg Rosshäusern Tasna Zimmereg	C Riesbach Zimmerberg	B	C Bözberg Emmequerung Flughafen Freggio Genève-Aéroport Hagenholz Hersiwil Kehrtunnel BLS Langenthal Leggistein Leuk Morschach Naxberg Pfaffensprung Pianotondo Prato Raisse (La) Riedschuk Rosenberg Sihl St-Aubin-Sauges Travi Varon Vauderens Vigneule Wattigen Zumikon	E Hirschengraben Käferberg Schanze Schwamendingen
3000 bis 10'000m	C Albula Grenchenberg Jungfrau Mittelgraben II	D Loges (Des) Mont-d'Or Ricken Stutzeck-Axenberg Wasserfluh Weissenstein	D Albis	C	E Adler Grauholz Hauenstein Basis Kerenzerberg Murgenthal Önzberg Zimmerberg-Basis	E Heitersberg Zürichberg
über 10'000m	C Simplon	D Furka-Basis Vereina		C	E Gotthard Lötschberg	E

Abbildung 4: Tunnels der Klassen C bis E. Weitere Informationen finden sich im Anhang A1.

4 Sicherheitsanforderungen

4.1 Vorbemerkungen

Die Sicherheitsanforderungen sind funktionsbezogen formuliert und lassen in der Ausgestaltung Spielraum offen. Die detaillierte Ausgestaltung ist Sache von Weisungen, Spezifikationen und weiteren Dokumenten.

Die Sicherheitsanforderungen bzw. deren Zuordnung zu Tunnelklassen basieren auf der aktuellen Praxis bei Bahnen, Entwicklungen in Normen und konkreten Risikoanalysen und Massnahmenbeurteilungen (siehe Grundlagen).

Welche Sicherheitsanforderungen in einer bestimmten Tunnelklasse gelten, ist den Spalten A bis E der nachfolgenden Tabellen zu entnehmen. In der Kurzbewertung bedeuten:

- X Massnahmen realisieren
- P Massnahmen prüfen; die Zweckmässigkeit und Verhältnismässigkeit einer Massnahme ist zu prüfen und der Entscheid über eine Realisierung (bzw. einen Verzicht) ist zu begründen.

Unter „Bemerkungen“ sind weitere Erläuterungen aufgeführt.

Auch wenn die Kriterien zur Tunnelklassierung und die Sicherheitsanforderungen vergleichsweise scharf festlegen, unter welchen Bedingungen Massnahmen zu ergreifen sind, ergibt sich daraus kein Automatismus z.B. im Hinblick auf die Beurteilung konkreter Projekte im Rahmen des Plangenehmigungsverfahrens.

Abweichungen sind insbesondere unter folgenden Bedingungen möglich:

- Im Einzelfall kann ein Unternehmen von den Sicherheitsanforderungen abweichen, wenn alternative Massnahmen, die den gleichen Grad an Sicherheit ergeben, realisiert werden. Der Nachweis ist vom verantwortlichen Unternehmen zu erbringen. Das BAV legt Anforderungen an diesen Nachweis fest.
- Eine Abweichung ist ebenfalls möglich, wenn eine Massnahme unverhältnismässig ist. Der Nachweis ist vom verantwortlichen Unternehmen zu erbringen.
- Aufgrund einer Einzelfallbeurteilung durch das BAV können sowohl höhere als auch tiefere Sicherheitsanforderungen resultieren. Massgebend sind die speziellen Eigenheiten eines Tunnels.

- Bei einer Tunnelsanierung ist die Verhältnismässigkeit von weiter gehenden Massnahmen zu prüfen, wenn die Massnahmen kostengünstig realisiert werden können (z.B. bei Tunnels der Klasse B auch Massnahmen der Klasse C).

4.2 Infrastruktur

4.2.1 Bauliche Massnahmen

Nr.	Anforderung	A	B	C	D	E	Bemerkungen
101	Randwege (1) Entlang mindestens einer Tunnelwand ist eine ebene und verfestigte Gehfläche innerhalb des bestehenden Tunnelquerschnittes anzulegen.			X	X	X	Auch in zweigleisigen Tunnels erfolgt nur eine einseitige Ausrüstung, wenn es sich um eine Nachrüstung handelt.
	(2) Flüchtende Personen müssen die Tunnelportale oder Notausstiege auf sicheren Wegen bis zu einer für die Reisenden erkennbaren Sammelstelle ausserhalb des Tunnels verlassen können.			X	X	X	siehe Sammelstellen
	(3) Ist in eingleisigen Tunnels der Schlupfweg nicht gewährleistet, so ist bei einer umfassenden Tunnelsanierung die Aufweitung des Tunnelprofils zu prüfen.			P	P	P	
102	Notbeleuchtung (1) Der Randweg ist mit einer Notbeleuchtung, die ein möglichst ungehindertes Gehen ermöglicht, auszurüsten. Die Höhenlage der Notbeleuchtung soll der Verrauchung des Tunnels im Brandfall Rechnung tragen.			X	X	X	
	(2) Die Notbeleuchtung muss im Tunnel (Alarmtaste) und von der Leitstelle aus eingeschaltet werden können.			X	X	X	Alarmtasten sind nur in Kombination mit dem Einschalten der Notbeleuchtung und nicht alleine für die Alarmauslösung vorzusehen.
	(3) Aufgrund einer Beschädigung in der Tunnelröhre darf die Notbeleuchtung höchstens auf eine Länge von 500m ausfallen (Bildung von Sektoren).			X	X	X	
103	Fluchtwegkennzeichnung Entlang des Randweges bis zur Sammelstelle ist eine Fluchtwegkennzeichnung anzubringen. Die Schilder für die Fluchtwegkennzeichnung sind gut sichtbar im Bereich der Notbeleuchtung anzubringen. Die Schilder enthalten Richtungs- und Distanzangaben.			X	X	X	

Nr.	Anforderung	A	B	C	D	E	Bemerkungen
104	Handlauf/Leitbrett Entlang des Randweges ist ein Handlauf anzubringen. Bei engen Platzverhältnissen kann er durch ein Leitbrett an der Tunnelwand ersetzt werden. Der Handlauf ist um Hindernisse herumzuführen, bei Nischen ist er zu unterbrechen.			X	X	X	
105	Notausstiege (1) Bestehende Verbindungen ins Freie sind als Notausstiege auszugestalten, sofern sie sich dazu eignen. Bedingungen dafür sind ein guter baulicher Zustand, eine kurze Distanz ins Freie sowie die Möglichkeit, den Ausgang im Freien gefahrlos zu verlassen.			P	P	P	
	(2) Bei oberflächennaher Linienführung ist der Bau von Notausstiegen zu prüfen.					P	Kurze Schächte oder seitliche Stollen. Bei hohem Risiko und kurzem Weg an die Oberfläche kann die Massnahme kostenwirksam sein.
	(3) Die Notausstiege sind analog dem Randweg mit einer hindernisfreien Gehfläche, Notbeleuchtung, Handlauf, Fluchtwegkennzeichnung sowie einer Türe beim Ausgang ins Freie auszurüsten.			X	X	X	Die Türe schützt vor dem Zutritt unberechtigter Personen.
	(4) Die Notausstiege sind gegen Verrauchung zu schützen.			X	X	X	Die Notwendigkeit von Schutzmassnahmen (z.B. einer Schleuse) ist von der Höhe des Schachtes bzw. Länge des Stollens abhängig.
106	Querverbindungen in Nachbarröhre (1) Bestehen Querverbindungen zwischen zwei Tunnelröhren, so sind sie für die Nutzung als Fluchtweg auszubauen.			P	P	P	
	(2) Liegt eine benachbarte Tunnelröhre oder ein anderer Raum, der ins Freie führt, in unmittelbarer Nähe, so ist der Bau von Querverbindungen zu prüfen.			P	P	P	
	(3) Die Querverbindungen sind analog dem Randweg mit einer ebenen, hindernisfreien Gehfläche, Notbeleuchtung und Fluchtwegkennzeichnung auszurüsten.			X	X	X	
	(4) Die benachbarte Tunnelröhre (Raum) ist gegen Verrauchung zu schützen			X	X	X	
107	Sammelstellen Im Portalbereich und bei Notausstiegen muss eine für Reisende erkennbare Fläche bezeichnet sein (Einsatzplan), auf der sich eine grosse Zahl von Personen sicher aufhalten kann.			X	X	X	Bei schwierigen topographischen Verhältnissen können dies auch die Gleise sein.

Nr.	Anforderung	A	B	C	D	E	Bemerkungen
108	Helikopterlandefläche Der Einsatz von Helikoptern ist in der Einsatzplanung zu regeln. Landeflächen und die Verbindungen zu Portalen bzw. Notausstiegen sind im Einsatzplan einzutragen.			X	X	X	Landeflächen erfordern keine baulichen Vorkehrungen oder Nutzungseinschränkungen für die Landbesitzer.
109	Zugang zu Portalen und Notausstiegen (1) Wenn der Einsatzplan als <i>Ersteinsatzelement lokale Feuerwehren</i> vorsieht, müssen Portale und Notausstiege durch eine Strasse mit einer Wendemöglichkeit, die mit schweren Fahrzeugen befahrbar sind, erschlossen werden. Die verbleibende Fussweglänge zum Portal soll in der Regel 50m nicht übersteigen.			X	X	X	Die Bahn und die lokalen Fremdreteungskräfte regeln den Ersteinsatz in Absprache miteinander. Abweichende, aber gleichwertige Vereinbarungen sind möglich.
	(2) Besteht keine Zufahrt oder ist eine Erstellung nicht verhältnismässig, so <i>muss</i> der Tunnel auf dem Schienenweg mit einem Löschi- und Rettungszug oder vergleichbaren bahnbetrieblichen Mitteln für den Transport der Einsatzkräfte erreichbar sein.			X	X	X	Der Neubau von Zufahrten an Tunnelportale ist im Allgemeinen unverhältnismässig.
	(3) Ist der Einsatz eines Löschi- und Rettungszuges oder vergleichbarer bahnbetrieblicher Mittel vorgesehen, <i>soll</i> zusätzlich die Erstellung von Zugängen zu Portalen und Notausstiegen geprüft werden. Die verbleibende Fussweglänge zum Portal soll in der Regel 50m nicht übersteigen.			P	P	P	Eine Prüfung hat insbesondere dann zu erfolgen, wenn bestehende Wege oder Strassen bis in Portalnähe führen.
110	Löschwasserversorgung im Portalbereich (1) Für den Wassernachschub für den Löschi- und Rettungszug oder für direkte Löscharbeiten durch die lokalen Ereignisdienste (sofern dies aufgrund der Einsatzplanung vorgesehen ist) sind vorhandene Wasserentnahmestellen <i>im Portalbereich</i> baulich zu sichern.			X	X	X	
	(2) Die bauliche Sicherung umfasst den Zugang zur Entnahmestelle und bauliche Vorkehrungen, um eine Wasserentnahme zu ermöglichen.			X	X	X	
	(3) Die Wasserentnahmestellen sind im Einsatzplan einzuzeichnen.			X	X	X	Dies gilt für alle Entnahmestellen, auch für solche, die nicht gesichert werden.
111	Stromversorgung für Ereignisdienste Bestehende Anschlussstellen/Steckdosen sind so zu gestalten und zu markieren, dass sie durch die Fremdreteungskräfte genutzt werden können.			X	X	X	Die vorhandene Spannung und Leistung muss für Einsatzkräfte nutzbar sein (keine zusätzlichen Installationen).
112	Kommunikationsmittel für Einsatzkräfte der Bahn und für lokale Ereignisdienste (1) Wenn die Einsatzkräfte der Bahn (Löschi- und Rettungszug) als Ersteinsatzelement vorgesehen sind, ist eine drahtlose Kommunikation für diese innerhalb des Tunnels und nach draussen sicherzustellen.			X	X	X	Siehe auch Kommunikation zwischen Leitstelle und Zug sowie Notfalltelefone/Notsprechstellen.

Nr.	Anforderung	A	B	C	D	E	Bemerkungen
	(2) Wenn lokale Ereignisdienste (Feuerwehren) als Ersteinsatzelement vorgesehen sind, ist eine drahtlose Kommunikation für diese innerhalb des Tunnels und nach draussen sicherzustellen.			X	X	X	
	(3) Kommen sowohl Einsatzkräfte der Bahn als auch Feuerwehren zum Einsatz, so ist die Kommunikation untereinander sicherzustellen.			X	X	X	
I13	Ereignislüftung Eine Ereignislüftung, mit der die Rauchausbreitung im Tunnel beeinflusst wird, ist zu prüfen.					P	Auf eine objektspezifische Prüfung kann verzichtet werden, falls eine grundsätzliche bzw. exemplarische Prüfung ausreichende Aussagen ergibt.
I14	Kontrolle einer starken Luftströmung (1) Bei Tunnels mit einer gleichgerichteten, starken Luftströmung – im Allgemeinen Tunnels mit einem grossen Höhenunterschied – ist die auftretende Luftströmung im Einsatz- und Evakuationskonzept zu berücksichtigen.			X	X	X	
	(2) Bei diesen Tunnels sind Massnahmen zu prüfen, mit denen im Ereignisfall die Luftströmung beeinflusst werden kann.			P	P	P	
I15	Ausreichendes Quergefälle im Tunnel Bei der Erneuerung des gesamten Tunnels oder der Fahrbahn bestehender Tunnels ist der Einbau eines ausreichenden Quergefälles zur Minimierung der Lachenbildung bei Freisetzungen zu prüfen.			P	P	P	Massnahme der Störfallsicherheit.

4.2.2 Bahntechnische Einrichtungen

Nr.	Anforderung	A	B	C	D	E	Bemerkungen
I20	Weichen in Tunnels Die Zahl der Weichen ist auf das betrieblich unabdingbare Minimum zu reduzieren.			P	P	P	Die Bahn muss die betriebliche Notwendigkeit aufzeigen.
I21	Zugbeeinflussung (1) Befinden sich in einem Tunnel Signale vor Weichen (Spurwechsel, Kreuzungsstelle, Abzweigung), so ist eine Zugbeeinflussung vorzusehen.			X	X	X	Definiert als System, das ein Überfahren eines Haltsignals oder Überschreiten der zulässigen Geschwindigkeit beim Befahren einer Weiche auf Ablenkung verhindert.
	(2) Sofern regelmässig Halte an Signalen vorkommen (Kreuzungen), ist auch eine Abfahrverhinderung vorzusehen.			X	X	X	

Nr.	Anforderung	A	B	C	D	E	Bemerkungen
	(3) Auf die Massnahme kann verzichtet werden, wenn eine Geschwindigkeitsüberwachung technisch mit dem bestehenden Signalsystem nicht realisierbar ist, und die Geschwindigkeiten im Bereich der Weichen gering sind.			P	P	P	
I22	Zugkontrollleinrichtungen: Festbrems- und Heissläuferortung (1) Zweigleisige Tunnels mit Mischverkehr Reise-/Güterzüge sind in ein Überwachungsnetz durch Zugkontrollleinrichtungen einzubinden. Dieses soll auf die Hauptfahrstrecken der Güterzüge, welche diese Tunnels befahren, ausgerichtet sein.			X		X	Die Massnahme beinhaltet ebenfalls die organisatorischen Vorkehrungen, um einen Zug vor dem Befahren der entsprechenden Tunnels auszustellen und zu kontrollieren.
	(2) Auf Strecken der rollenden Landstrasse ist die Heissläufer- und Festbremsortung auch bei den eingesetzten Transportwagen der RoLa sicherzustellen.			X	X	X	
I23	Kommunikation zwischen Leitstelle und Zug In Tunnels ist eine Kommunikationsmöglichkeit mit hoher Verfügbarkeit zwischen Leitstelle und Lokführer im Zug sicherzustellen.			X	X	X	
I24	Notfalltelefone / Notsprechstellen (1) Die bestehenden Streckentelefone sind für den Gebrauch im Notfall auszurüsten und zu kennzeichnen (einfach bedienbare und direkte Verbindung zur Leitstelle).			X	X	X	
	(2) Anstelle der Notfalltelefone können Notsprechstellen mit weiteren Sicherheitsfunktionen (Alarmtaste) installiert werden.			P	P	P	
I25	Ausschalten der Fahrleitung und Erdung (1) Die Erdung hat ausschliesslich durch ausgebildete und geprüfte Personen zu erfolgen. Die befugten Personen sind in der Einsatzplanung festzulegen.			X	X	X	Die Einsatzplanung legt fest, wer erdet und wie vorzugehen ist.
	(2) Nach Massgabe der Einsatzplanung, sind Erdungsvorrichtungen vorzusehen: a) Bereitstellen von profolfreien Erdungsvorrichtungen an den Tunnelportalen und bei weiteren Zugängen (Erdungsstange oder fest installierte Einrichtung). b) Mitführen der Erdungsvorrichtungen durch die in der Einsatzplanung festgelegten Einsatzkräfte für den Ersteinsatz.			X	X	X	
	(3) In Tunnels mit mehreren Fahrleitungsabschnitten muss die Erdung aller Abschnitte sichergestellt sein.			X	X	X	
	(4) Am Ort, an dem die Erdung vorgenommen wird, muss eine Kommunikation mit der abschaltenden Stelle und/oder Betriebsführung möglich sein.			X	X	X	Es bleibt offen, ob dies über Funk oder feste Anlagen erfolgt.

Nr.	Anforderung	A	B	C	D	E	Bemerkungen
I26	Bildung von Fahrleitungsabschnitten Bei der Erneuerung der Fahrleitungsanlagen in bestehenden Tunnels ist die Bildung geeigneter Fahrleitungsabschnitte zu prüfen, sodass bei einem Fahrleitungsausfall nicht der gesamte Tunnel betroffen ist.			X	X	X	

4.3 Rollmaterial

4.3.1 Reisezüge

Nr.	Anforderung	A	B	C	D	E	Bemerkungen
R01	Zugstillstandsverhinderung (Notbremsüberbrückung/Notbremsanforderung) (1) Das System gestattet dem Triebfahrzeugführer in den Bremsvorgang einzugreifen und den Haltepunkt des Zuges zu wählen oder den Zug nach dem Halt sofort wieder anzufahren. a Für Neubaufahrzeuge b Für Umbaufahrzeuge			X	X	X	Gemäss AB-EBV ist die Ausrüstung mit Notbremsanforderung oder Notbremsüberbrückung aufgrund einer Risikoanalyse durch die Eisenbahnunternehmung festzulegen. Von UIC und UNECE empfohlen.
	(2) Bei Reisezug-Rollmaterial, das diesen Anforderungen nicht genügt, ist mit technischen und organisatorischen Massnahmen das Risiko eines Brandes soweit möglich und wirtschaftlich tragbar zu reduzieren (Ersatzmassnahmen).			X	X	X	
R02	Hinweisschild bei der Notbremse Alle Fahrzeuge, die mit einer Notbremse ausgerüstet sind, die nicht überbrückt bzw. nicht angefordert wird, sind mit einem Hinweisschild auszurüsten (Notbremse in Tunnels nicht ziehen).	X	X	X	X	X	Die Anforderung gilt auch für bestehendes Rollmaterial, inkl. Begleitwagen der RoLa.
R03	Brandschutz von Reisezugwagen und Triebzügen (1) Bei allen Neubaufahrzeugen sowie allen Umbaufahrzeugen dürfen die Materialien für die Innenausstattung und die Fenster weder leicht brennbar sein noch hochgiftige Zersetzungsprodukte entwickeln.	X	X	X	X	X	Die Anforderung entspricht der AB EBV Artikel 48.3, Ziffer 2.
	(2) Bei Reisezug-Rollmaterial, das diesen Anforderungen nicht genügt, ist mit technischen und organisatorischen Massnahmen das Risiko eines Brandes soweit möglich und wirtschaftlich tragbar zu reduzieren (Ersatzmassnahmen).			X	X	X	z.B. Rauchverbot, Ersatz besonders brennbarer Materialien, Verhinderung von Schmutzansammlungen, Überwachung.

Nr.	Anforderung	A	B	C	D	E	Bemerkungen
R04	<p>Notlauffähigkeit von Reisezugwagen und Triebzügen</p> <p>(1) Die Notlaufeigenschaften erlauben im Brandfall so lange wie möglich lauffähig zu bleiben (15 Minuten). Dies umfasst neben Stabilität und Form des Wagenkastens insbesondere den Schutz von wichtigen Leitungen für die Zugsteuerung (optimale Lage, Feuerresistenz).</p> <p>a Für Neubaufahrzeuge</p> <p>b Für Umbaufahrzeuge</p> <p>(2) Bei Reisezug-Rollmaterial, das diesen Anforderungen nicht genügt, sind technische und/oder organisatorische Ersatzmassnahmen soweit möglich und wirtschaftlich tragbar vorzusehen.</p>			X P	X P	X P	
R05	<p>Kommunikation</p> <p>(1) Lautsprecheranlage Alle Neubaufahrzeuge sowie alle Umbaufahrzeuge müssen eine Lautsprecheranlage innerhalb des Zuges aufweisen, die es dem Fahrpersonal erlaubt die Reisenden zu informieren.</p> <p>(2) Kommunikation Zugbegleitpersonal - Triebfahrzeugführer Alle Neubaufahrzeuge sowie alle Umbaufahrzeuge müssen Vorrichtungen enthalten, die es dem Zugbegleitpersonal ermöglicht, sich mit dem Triebfahrzeugführer in Verbindung zu setzen.</p> <p>(3) Kommunikation Reisende - Triebfahrzeugführer Die Verbindung ermöglicht die Kommunikation zwischen Reisenden und Triebfahrzeugführer im Ereignisfall (insbesondere Notbremsanforderung, Bestätigung über die Gründe der Notbremsanforderung).</p> <p>a Für Neubaufahrzeuge</p> <p>b Für Umbaufahrzeuge</p> <p>c Bei Reisezug-Rollmaterial, das diesen Anforderungen nicht genügt, sind technische und/oder organisatorische Ersatzmassnahmen soweit möglich und wirtschaftlich tragbar vorzusehen.</p> <p>(4) Information Die adäquate Information der Reisenden ist mit betrieblichen und organisatorischen Massnahmen sicherzustellen (ereignisbezogene Checklisten für das Fahrpersonal, Ausbildung des Fahrpersonals).</p>			X X X P X	X X X P X	X X X P X	<p>Formulierung gemäss Interoperabilitätsrichtlinie.</p> <p>Formulierung gemäss Interoperabilitätsrichtlinie ohne den Zusatz „...den Fahrgästen die Möglichkeit bieten, dies dem Triebfahrzeugführer zu melden“.</p> <p>Die Art der Verbindung ist nicht vorgegeben.</p> <p>Die Anforderung gilt entgegen den Empfehlungen der Roadmap Lötschberg-Basistunnel, da sie nur für neues Rollmaterial zwingend ist und Ersatzmassnahmen ergriffen werden können.</p>

Nr.	Anforderung	A	B	C	D	E	Bemerkungen
R06	Ausschalten der Klimaanlage in Reisezugwagen und Triebzügen In allen Neubaufahrzeugen ist sicherzustellen, dass im Brandfall die Zufuhr von Aussenluft in die Fahrzeuge unterbunden werden kann. Ebenso ist die Rauchausbreitung innerhalb des Fahrzeugverbandes zu minimieren.			X	X	X	
R07	Brandmeldeanlagen Triebfahrzeuge verfügen über eine Brandmeldevorrichtung mit Benachrichtigung des Triebfahrzeugführers. a Für Neubaufahrzeuge b Für Umbaufahrzeuge			X P	X P	X P	
R08	Brandlöschanlagen Neue Triebfahrzeuge, die als ferngesteuerte Triebfahrzeuge eingesetzt werden, verfügen über eine fest installierte, automatische oder manuell zu bedienende Löschanlage.			P	P	P	Die Verhältnismässigkeit/Machbarkeit ist nicht ausreichend geklärt, um die Anforderung verbindlich vorzugeben.
R09	Handfeuerlöscher Reisezugwagen (inkl. Schlafwagen) sind mit einem Handfeuerlöscher auszurüsten. a Für Neubaufahrzeuge b Für Umbaufahrzeuge			X P	X P	X P	Gilt gemäss AB-EBV bereits für alle Führerstände („im Bereich der Führerstände“) und gemäss UIC für alle Reisezugwagen im internationalen Verkehr.
R10	Schutzmaske für Triebfahrzeugführer Die Triebfahrzeugführer bzw. Führerstände sind mit einer Schutzmaske auszurüsten.			P	P	P	Analog Roadmap Lötschberg-Basistunnel.

4.3.2 Autoverlad

	Anforderung	A	B	C	D	E	Bemerkungen
R20	Radioempfang Tunnels mit Autoverlad, bei denen die Reisenden in ihren Fahrzeugen bleiben, sind für den Radioempfang auszurüsten. Die Leitstelle muss über die Radioverbindung die Reisenden informieren können.			X	X	X	Nicht erforderlich, wenn Fahrzeuginsassen ihr Fahrzeug verlassen und in einem Reisezugwagen mitfahren.
R21	Information der Reisenden Die Reisenden sind bezüglich dem Verhalten im Ereignisfall vor dem Verlad zu informieren (Radioempfang, Verhalten im Ereignisfall, Notbremsanforderung).	X	X	X	X	X	Beim Autoverlad besteht über den Billettverkauf die Möglichkeit, die Reisenden sehr gezielt anzusprechen und zu informieren.

	Anforderung	A	B	C	D	E	Bemerkungen
R22	Zugstillstandsverhinderung Sofern die Reisenden in ihren Fahrzeugen bleiben, ist der Einsatz einer Zugstillstandsverhinderung aufgrund einer Risikoanalyse, welche die spezifischen Verhältnisse berücksichtigt, zu prüfen.			X	X	X	
R23	Entgleisungsdetektoren Sofern die Reisenden in ihren Fahrzeugen bleiben, ist der Einsatz von Entgleisungsdetektoren aufgrund einer Risikoanalyse, welche die spezifischen Verhältnisse berücksichtigt, zu prüfen.			X	X	X	
R24	Verlassen der Fahrzeuge im Ereignisfall Reisende müssen ihre Fahrzeuge im Ereignisfall verlassen können.			X	X	X	Dies gilt auch für Personen in Reisebussen.

4.3.3 RoLa

Für den Begleitwagen gelten wie bei Reisezügen die Massnahmen *Hinweisschild bei der Notbremse, Kommunikation, Handfeuerlöscher*.

Nr.	Anforderung	A	B	C	D	E	Bemerkungen
R40	Information der Benützer Die Benützer der RoLa sind über Sicherheitsvorkehrungen und das Verhalten im Ereignisfall vor Antritt der Bahnfahrt zu informieren.	X	X	X	X	X	Eventuell als Tafel im Begleitwagen.
R41	Brandmelder in Begleitwagen Die Schlafabteile in Begleitwagen sind mit Brandmeldern auszurüsten.			X	X	X	
R42	Fluchthauben in Begleitwagen Die Begleitwagen sind mit Fluchthauben für alle Reisenden auszurüsten.			X	X	X	<p>RoLa-Züge sind bezüglich Gefahrenpotential wie Güterzüge zu betrachten, weshalb Personen im Begleitwagen wie Triebfahrzeugführer behandelt werden.</p> <p>Roadmap Lötschberg-Basis-tunnel: Im LBT hält die RoLa im Brandfall im Tunnel an. Die Selbstrettung erfolgt über die Querschläge in die Nachbar-röhre. Aufgrund dieser guten Voraussetzungen bei der Infrastruktur kann auf Fluchthauben verzichtet werden.</p> <p>Bei den bestehenden Tunnels ist eine vergleichbare Selbstrettung nicht möglich, weshalb Fluchthauben als zweckmässige Massnahme eingestuft werden.</p>

4.4 Betrieb

Nr.	Anforderung	A	B	C	D	E	Bemerkungen
B01	Trennung der Verkehrsarten in Tunnels (1) In zweigleisigen Tunnels ist zu prüfen, ob fahrplanmässige Begegnungen zwischen Reise- und Güterzügen mit Gefahrgut bei der Fahrplangestaltung vermieden werden können.					P	Eine vollständige Trennung der Verkehrsarten ist nicht umsetzbar. Trotzdem sollen fahrplanmässige Begegnungen und Zugfolgen wenn möglich vermieden werden.
	(2) Es ist zu vermeiden, dass Reisezüge, die auf Güterzüge mit Gefahrgut folgen, sich fahrplanmässig gleichzeitig im Tunnel befinden.				P	P	
B02	Betriebliche Vorkehrungen für den Ereignisfall Die Bahnen stellen organisatorisch und/oder technisch möglichst sicher, dass						Mit „möglichst“ wird eingeräumt, dass ein absolutes Erfüllen der Anforderung ausgeschlossen ist.
	(1) havarierte Züge im Ereignisfall den Tunnel verlassen können (Signalstellung),	X	X	X	X	X	
	(2) unbeteiligte Züge den Tunnel umgehend verlassen können,	X	X	X	X	X	
	(3) keine weiteren Züge ungewollt in den Tunnel einfahren,	X	X	X	X	X	
	(4) Reisende, die im Falle einer Evakuierung einen Zug verlassen, nicht durch weitere Züge gefährdet werden.	X	X	X	X	X	
(5) Signalisierung der Streckenabschnitte mit Zugstillstandsverhinderung	P	P	P	P	P	Die Signalisierung der Streckenabschnitte, auf denen der Triebfahrzeugführer die Notbremse überbrücken muss, ist aufgrund einer Risikoanalyse festzulegen.	
B03	Ereignis-Checklisten zum Verhalten im Ereignisfall (1) Für das Personal auf den Zügen und in der Leitstelle sind Checklisten zum Verhalten bei festgestellten Ereignissen in Tunnels zu erstellen. Diese umfassen im Minimum folgende Ereignisse: - ungeplanter Stillstand - Brand - Zusammenstoss und Entgleisung - Gefahrgutfreisetzung	X	X	X	X	X	
	(2) Das Personal ist in der Anwendung der Checklisten auszubilden.	X	X	X	X	X	

Nr.	Anforderung	A	B	C	D	E	Bemerkungen
B04	<p>Einsatzplanung (1) Die Tunnelbetreiber erstellen in Absprache mit den zuständigen Einsatzkräften die Einsatzplanung. Diese enthält alle sicherheitsrelevanten baulichen, technischen und organisatorischen Vorkehrungen für einen Einsatz im Tunnel.</p>	X	X	X	X	X	
	(2) Erstellen von Detail-Objektplänen.			P	X	X	In Absprache mit den kantonalen Vollzugsstellen.
B05	<p>Lösch- und Rettungszüge Sofern die Einsatzplanung deren Einsatz für einen Tunnel vorsieht, sind Lösch- und Rettungszüge oder vergleichbare bahnbetriebliche Mittel mit einer Pikettorganisation bereitzustellen. Der Ort der Stationierung, die betrieblichen Mittel und das zur Verfügung stehende Personal müssen einen raschen Einsatz ermöglichen.</p>			X	X	X	

5 Handlungsbedarf

5.1 Vorbemerkungen

Der Handlungsbedarf ergibt sich aus der Differenz aus den Sicherheitsanforderungen (SOLL) und dem Ist-Zustand bei einem Tunnel (IST). Ziel dieses Vergleichs ist einerseits ein Gesamtbild zum Handlungsbedarf aufgrund der Sicherheitsanforderungen zu erhalten. Andererseits dient der Vergleich dazu, Kostenfolgen in ihrer Grössenordnung abschätzen zu können, wo entsprechende Mengengerüste vorliegen.

Bei diesem Vergleich sind die beiden Elemente Infrastruktur und Rollmaterial grundsätzlich zu unterscheiden:

- Die Anforderungen an die Infrastruktur eines Tunnels ergeben sich aus dessen Klassierung. Der SOLL-IST-Vergleich kann objektspezifisch erstellt werden.
- Die Anforderungen an das Rollmaterial ergeben sich ebenfalls aus der Klassierung eines Tunnels. Sie betreffen jedoch eine Fahrzeugflotte, die in den Tunnels eingesetzt wird. Über den Ausrüstungsstand der Fahrzeugflotten und wie sie eingesetzt werden, können kaum zahlenmässige Angaben gemacht werden. Ein SOLL-IST-Vergleich ist daher nicht mit gleicher Schärfe wie bei der Infrastruktur möglich.

Die aktuelle Datenlage und die Formulierung der Sicherheitsanforderungen erlauben auch bei den Anforderungen an die Infrastruktur nicht in jedem Falle eine eindeutige Aussage zum Handlungsbedarf. Dabei sind folgende Fälle zu unterscheiden:

- (a) Anforderungen, die sich aus der Klassierung der Tunnels eindeutig ergeben. Der Handlungsbedarf lässt sich zahlenmässig bestimmen.
- (b) Anforderungen, die aufgrund der Klassierung der Tunnels sowie zusätzlich aufgrund bestimmter lokaler Bedingungen zu erfüllen sind. Die lokalen Bedingungen sind meist nicht bekannt und müssen durch das betroffene Unternehmen zuerst beurteilt werden. Der Handlungsbedarf lässt sich zurzeit nicht zahlenmässig bestimmen.
- (c) Anforderungen, die eine Prüfung und Beurteilung durch das Unternehmen erfordern. Das Ergebnis der Prüfung ist heute noch nicht bekannt und der resultierende Handlungsbedarf deshalb nicht ersichtlich.

Für die Erarbeitung des vorliegenden Berichtes wurde auf eine detaillierte Erhebung von Daten bei den Bahnen verzichtet. Die Abschätzung des Handlungsbedarfs basiert daher auf folgenden bestehenden Unterlagen:

- Datenbank des BAV aus dem Jahr 2001
- Ergänzende Informationen aus Plangenehmigungsverfahren 2001 bis 2004
- Hinweise von Mitarbeitern des BAV

Die Daten sind durch die Bahnen nicht validiert und können vom aktuellen Zustand Ende 2004 abweichen.

Es ist zu betonen, dass es zum heutigen Zeitpunkt nicht darum geht, den Handlungsbedarf für einen spezifischen Tunnel zu ermitteln. Es geht darum, eine erste Abschätzung des Finanzbedarfs für die Umsetzung der Sicherheitsanforderungen zu erhalten. Der Handlungsbedarf ist vorerst auch losgekoppelt von möglichen Fristen.

5.2 Infrastruktur

Für die genaue Bezeichnung der Sicherheitsanforderungen ist das Kapitel 4.2 beizuziehen.

- SOLL: Aufgrund der Klassierung zu realisieren (X) oder zu prüfen (P).
- IST: Erfüllt die Anforderung.

Sicherheitsanforderung		SOLL		IST		Handlungsbedarf	
		Anzahl Tunnel	Anzahl Km	Anzahl Tunnel	Anzahl Km	Anzahl Tunnel	Anzahl Km
Infrastruktur für die Selbstrettung: I01: Randweg I02: Notbeleuchtung I03: Fluchtwegkennzeichnung I04: Handlauf	X	81	305	56	199	25	106
I05: Verbindungen ins Freie / oberflächennahe Linienführung	P	Die Anforderung betrifft einige wenige Tunnel, bei denen die Möglichkeit eines Ausbaus und einer Nutzung zu prüfen ist.					
I06: Querverbindungen in Nachbarröhre	P	Entsprechende Querverbindungen bestehen primär im Simplon-Tunnel.					
I07: Sammelstellen	X	Das Weiterführen des Randweges vom Portal zur Sammelstelle ist Teil der Infrastruktur für die Selbstrettung. Das explizite Bezeichnen von Sammelstellen ist bisher nicht erfolgt.					
I08: Helikopterlandeflächen	X	Sie wurden bisher nicht systematisch bestimmt und in den Einsatzplänen vermerkt. Aufgrund der einfachen Massnahme erübrigen sich weitere Überlegungen zum Handlungsbedarf bzw. Mengengerüst.					
I09: Zugang zu Portalen und Notausstiegen	X	162 (Portale)	--	136	--	26	--
		Bei den heute bekannten Angaben zu den Portalen, die zu Fuss erreichbar sind, ist als Kriterium max. 100m über Gleise massgebend. Die Qualität der Zugänge entspricht daher nicht vollständig den Sicherheitsanforderungen (max. 50m). Es gibt trotzdem einen Hinweis auf den Handlungsbedarf. Wo lokale Einsatzkräfte zum Einsatz kommen, ist im Allgemeinen der Zugang gewährleistet.					

Sicherheitsanforderung		SOLL		IST		Handlungsbedarf	
		Anzahl Tunnel	Anzahl Km	Anzahl Tunnel	Anzahl Km	Anzahl Tunnel	Anzahl Km
I10: Löschwasserversorgung	X	Lokale Beurteilung erforderlich.					
I11: Stromversorgung	X	Die Massnahme ist als Teil der Infrastruktur für die Selbstrettung zu realisieren.					
I12: Kommunikation Einsatzkräfte	X	Die Sicherheitsanforderung bezieht sich auf die Kommunikationsmittel für die Ersteinsatzkräfte (bahneigene oder lokale). Sofern es sich um bahneigene Kräfte handelt, ist im Allgemeinen die Kommunikation über den LRZ-Funkkanal gewährleistet. Nur wenige Tunnels weisen Funkkanäle für Fremdrettungskräfte auf. Die exakten Mengengerüste sind in Abhängigkeit der vorgesehenen Ersteinsatzelemente zu klären.					
I13: Ereignislüftung	P	Es ist eine Untersuchung anzustreben, mit der die Frage grundsätzlich für alle in Frage kommenden Tunnel geklärt wird.					
I14: Kontrolle einer starken Luftströmung	X	In Einzelfällen durch die Unternehmen zu prüfen, falls entsprechende Verhältnisse auftreten.					
I15: Ausreichendes Quergefälle	P	Ist nur im Rahmen von Sanierungen zu prüfen.					
I20: Weichen in Tunnels	P	26 Tunnel der Klassen C, D und E enthalten Weichen.					
I21: Zugbeeinflussung	X	Weichen im Tunnel (siehe oben) sind ein Indikator für das grundsätzliche Potential dieser Massnahme. Der exakte Ausrüstungsstand mit Zugbeeinflussung ist zu erheben.					
I22: Zugkontrolleinrichtungen	X	Ob zweigleisige Tunnels ausreichend ins Netz der Zugkontrolleinrichtungen eingebunden sind, ist noch zu prüfen. Aufgrund der Auslegung des heutigen Netzes wird es sich um eine kleine Zahl handeln.					
I23: Kommunikation Leitstelle – Zug	X	81	305	55	238	26	67
I24: Notfalltelefone	X	Die Massnahme ist als Teil der Infrastruktur für die Selbstrettung zu realisieren.					
I25: Ausschalten der Fahrleitung und Erdung	X	Die Massnahme ist als Teil der Infrastruktur für die Selbstrettung zu realisieren.					
I26: Bildung von Fahrleitungsabschnitten	X	Ist nur im Rahmen von Sanierungen zu prüfen.					

Tabelle 1: Handlungsbedarf im Bereich Infrastruktur

Bei verschiedenen Massnahmen der Infrastruktur geht es um eine Optimierung der bestehenden Situation. Dies erfordert eine Beurteilung durch die betroffenen Unternehmen unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten. Bei der Massnahmengruppe „Infrastruktur für die Selbstrettung“ und der Kommunikation Leitstelle – Zug liegen eindeutige Kriterien und Informationen vor, sodass eine quantitative Beurteilung des Handlungsbedarfs möglich ist. Dies ist insofern wichtig, als es sich auch um kostenrelevante Punkte handelt.

5.3 Rollmaterial

Ein SOLL-IST-Vergleich auf der Basis der Anzahl betroffener Tunnel und Tunnelkilometer pro Massnahme ist weder sinnvoll noch möglich. Nachfolgend sind daher grundsätzliche Überlegungen in qualitativer Weise aufgeführt.

Reisezüge

Generell ist festzuhalten, dass Anforderungen, die zu realisieren sind (\rightarrow X), fast ausschliesslich für Neubaufahrzeuge gelten. Diese Mengengerüste sind jedoch nicht bekannt. Massnahmen bei Umbaufahrzeugen sind im Allgemeinen zu prüfen (\rightarrow P). Das Ergebnis dieser Prüfung ist offen. Schliesslich ist es bei den kostenintensiveren Massnahmen möglich, Ersatzmassnahmen zu treffen (z.B. bei der Zugstillstandsverhinderung). Deshalb sind insgesamt nur beschränkte Aussagen zum resultierenden Handlungsbedarf möglich.

Anforderung		Handlungsbedarf
R01: Zugstillstandsverhinderung (Notbremsüberbrückung/-Notbremsanforderung)	X/P	<p>Bezüglich dem IST-Zustand bestehen Informationslücken über den aktuellen Ausrüstungsstand bei den verschiedenen Unternehmen.</p> <p>Von rund 6'900 Reisezugwagen sind heute ca. 15% ausgerüstet, von rund 1'200 Triebwagen und Triebzügen ca. 10% und von rund 1'000 Lokomotiven ca. 10%.</p> <p>Die Sicherheitsanforderung lässt einem Unternehmen Spielraum offen in der Realisierung der Massnahme. Daher kann ein Mengengerüst für den SOLL-Zustand vorerst nicht ermittelt werden (Massnahmen sind nur zu prüfen oder es sind Ersatzmassnahmen möglich).</p> <p>Im Hinblick auf die Eröffnung des Lötschberg-Basistunnels 2007 müssen Fahrzeuge, die den Tunnel befahren, mit einer Zugstillstandsverhinderung ausgerüstet werden. Dies betrifft die Einheitswagen IV, IC-2000 sowie die Triebzüge ICN, Pendolino II und voraussichtlich auch Pendolino I. Diese Fahrzeuge sind weitgehend bereits heute ausgerüstet oder werden es auf den Zeitpunkt 2007 hin sein.</p>
R02: Hinweisschild bei der Notbremse	X	Als Sofortmassnahme 2001 umgesetzt.
R03: Brandschutz von Reisezugwagen und Triebzügen	X/P	Die Neubaufahrzeuge entsprechen heute weitgehend der Anforderung.
R04: Notlauffähigkeit von Reisezugwagen und Triebzügen	X/P	Die Neubaufahrzeuge entsprechen heute weitgehend der Anforderung, wobei entsprechende Nachweise bisher nicht erbracht wurden.

Anforderung		Handlungsbedarf
R05.1: Kommunikation: Lautsprecheranlage	X	Die Neubaufahrzeuge entsprechen heute der Anforderung.
R05.2: Kommunikation: Zugbegleitpersonal – Triebfahrzeugführer	X	Die Neubaufahrzeuge entsprechen heute der Anforderung
R05.3: Kommunikation: Reisende – Triebfahrzeugführer	X/P	Keine Angaben
R05.4: Information (Ausbildung Fahrpersonal)	X	Keine Angaben
R06: Ausschalten der Klimaanlage in Reisezugwagen und Triebzügen	X	Die Neubaufahrzeuge entsprechen heute der Anforderung. Alle Fahrzeuge, die den Lötschberg-Basistunnel befahren, müssen bis 2007 die Anforderung erfüllen.
R07: Brandmeldeanlagen	X/P	Nur wenige Fahrzeuge sind heute damit ausgerüstet (<1%) und auch die Neubaufahrzeuge erfüllen zurzeit die Anforderung im Allgemeinen nicht.
R08: Brandlöschanlagen	P	Prüfung und Beurteilung der Machbarkeit/ Verhältnismässigkeit.
R09: Handfeuerlöscher	X/P	Gilt gemäss AB-EBV bereits für alle Führerstände („im Bereich der Führerstände“) und gemäss UIC für alle Reisezugwagen im internationalen Verkehr. Der tatsächliche Ausrüstungsstand ist noch zu erheben.
R10: Schutzmaske für Triebfahrzeugführer	P	Vorgängige Prüfung erforderlich. Fahrzeuge, die den Lötschberg-Basistunnel befahren, müssen bis 2007 die Anforderung erfüllen.

Tabelle 2: Handlungsbedarf im Bereich Rollmaterial Reisezüge

Handlungsbedarf ergibt sich bei den Fahrzeugen, die den Lötschberg-Basistunnel 2007 befahren werden sowie generell bei Neubaufahrzeugen.

Autoverlad

Die Sicherheitsanforderungen zum Autoverlad betreffen die Bahnen BLS (Lötschberg inkl. Südrampe, Simplon), RhB (Vereina) und MGB (Furka).

Anforderung		Handlungsbedarf
R20: Radioempfang (wenn Reisende im Fahrzeug bleiben)	X	Handlungsbedarf besteht auf der Strecke Goppenstein – Brig (Mittelgraben II und Simplon, eventuell Ausrüstung aller Tunnel auf der Strecke) <ul style="list-style-type: none"> Tunnel Klasse C: Mittelgraben II, Simplon, 23.1 km Tunnel Klasse C und B: 30.9 km Es handelt sich um eine Infrastrukturmassnahme, die jedoch spezifisch dem Autoverlad dient.
R21: Information der Reisenden	X	Die teils vorhandenen Informationsmittel sind prägnanter auf die Sicherheit auszurichten (zusätzliche Anstrengungen notwendig).

Anforderung		Handlungsbedarf
R22: Zugstillstandsverhinderung (wenn Reisende im Fahrzeug bleiben, Prüfung mittels Risikoanalyse)	X	Prüfung durch die Bahnen, kein unmittelbarer Handlungsbedarf. Bisher ausgerüstet: RhB Vereina, 3 Kompositionen à 13 Wagen.
R23: Entgleisungsdetektoren (wenn Reisende im Fahrzeug bleiben, Prüfung mittels Risikoanalyse)	X	Prüfung durch die Bahnen, kein unmittelbarer Handlungsbedarf. Bisher ausgerüstet: RhB Vereina, 3 Kompositionen à 13 Wagen.
R24: Verlassen der Fahrzeuge im Ereignisfall	X	Prüfung durch die Bahnen (insbesondere Verlassen von Reisebussen).

Tabelle 3: Handlungsbedarf im Bereich Autoverlad

Unmittelbarer Handlungsbedarf ergibt sich bei der Infrastruktur (Radioempfang) und den Informationsmitteln. Bei den Anforderungen an das Rollmaterial und an das Verlassen der Fahrzeuge im Ereignisfall ist zunächst eine Prüfung und Beurteilung durch die betroffenen Unternehmen erforderlich.

Rollende Landstrasse

Für die RoLa sind folgende Sicherheitsanforderungen festgelegt:

Anforderung		Handlungsbedarf
R40: Information der Benutzer	X	Betrifft rund 30 Begleitwagen.
R41: Brandmelder in Begleitwagen	X	Wie R40
R42: Fluchthauben in Begleitwagen	X	Wie R40 Im Rahmen der Diskussion der Rollmaterialanforderungen für den Lötschberg-Basistunnel wurde auf die Anforderung „Fluchthauben“ verzichtet, da im LBT mit den Querschlägen sehr gute Fluchtmöglichkeiten in einen sicheren Bereich bestehen. Fluchthauben sind hingegen ein geeignetes Mittel zur Erhöhung der Sicherheit in bestehenden Tunnels, da hier teilweise sehr lange Fluchtwege vorhanden sind.

Tabelle 4: Handlungsbedarf im Bereich RoLa

Die aufgeführten Anforderungen sind bisher nicht erfüllt. Sie betreffen rund 30 Begleitwagen.

5.4 Betrieb

Aus den betrieblichen Sicherheitsanforderungen entstehen vorwiegend organisatorische Massnahmen und Überprüfungen. Unmittelbare Investitionen resultieren nicht.

Anforderung		Handlungsbedarf
B01: Trennung der Verkehrsarten in Tunnels	P	Durch die betroffenen Unternehmen zu prüfen.
B02: Betriebliche Vorkehrungen für den Ereignisfall	X	Der Handlungsbedarf ist im Detail noch nicht ersichtlich.
Signalisierung der Streckenabschnitte mit Zugstillstandsverhinderung	P	Bisher ist noch keine Signalisierung vorhanden. Bei welchen Tunnels sie anzubringen ist, ist durch eine Risikoanalyse durch die Unternehmen festzulegen.
B03: Ereignis-Checklisten zum Verhalten im Ereignisfall	X	Organisatorische Massnahmen und Ausbildung, im Rahmen normaler Prozesse.
B04: Einsatzplanung	X	Organisatorische Massnahme, die aufgrund der Störfallverordnung für einen grossen Teil der Tunnels bereits teilweise realisiert ist (in Form von Streckenpläne vorhanden, Detailpläne pro Tunnel nicht vorhanden) Tunnelspezifische Pläne für Tunnels der Kategorie D und E (15 Tunnels der Klasse E, 9 der Klasse D). Bei Tunnels der Klasse C zu prüfen.
B05: Lösch- und Rettungszüge	X	In Abhängigkeit der Einsatzplanung. Die Notwendigkeit, zusätzliche Lösch- und Rettungszüge zu beschaffen, kann aus der Sicherheitsanforderung nicht unmittelbar abgeleitet werden.

Tabelle 5: Handlungsbedarf im Bereich Betrieb

Die Anforderung B01 wird höchstens bei einzelnen Tunnels realisierbar sein. Betriebliche Vorkehrungen (B02) und Checklisten (B03) sind hingegen zum Teil schon heute vorhanden. Im Rahmen der Störfallverordnung sind Einsatzpläne für Strecken erstellt worden. Tunnelspezifische Einsatzpläne (B04) sind daher für die Tunnel der Klassen D und E noch zu erstellen.

6 Aufwandschätzung

Die Grundlagen für die Aufwandschätzungen (Kosten pro Element) sind im Anhang der gedruckten Version zusammengestellt. Die Angaben stammen aus vorliegenden Berichten und sind durch Schätzungen ergänzt. Da sowohl bezüglich Mengengerüsten als auch bezüglich der Einheitskosten beträchtliche Unschärfen bestehen, sind die nachfolgenden Angaben als Richtwerte zu verstehen. Ziel ist es, die Grössenordnungen zu erfassen.

Infrastruktur

Die Diskussion des Handlungsbedarfs zeigt, dass es bei der Infrastruktur einige wenige kostenintensive Massnahmen gibt, die in Kombination mit grossen Mengengerüsten zu hohen Aufwendungen führen.

Sicherheitsanforderungen		Kostenschätzung
Infrastruktur für die Selbstrettung: I01: Randweg I02: Notbeleuchtung I03: Fluchtwegkennzeichnung I04: Handlauf	X	53'000'000.- Davon entfallen rund 20 Mio. auf den Simplon und 7.5 Mio. auf den Furka-Basistunnel
I05: Verbindungen ins Freie	P	Einzelfallprüfung ¹⁾
I06: Querverbindungen in Nachbarröhre	P	1'600'000.-
I07: Sammelstellen	X	In Infrastruktur für die Selbstrettung
I08: Helikopterlandeflächen	X	In Infrastruktur für die Selbstrettung
I09: Zugang zu Portalen und Notausstiegen	X	Einzelfallprüfung
I10: Löschwasserversorgung	X	In Infrastruktur für die Selbstrettung
I11: Stromversorgung	X	In Infrastruktur für die Selbstrettung
I12: Kommunikation Einsatzkräfte	X	²⁾
I13: Ereignislüftung	P	Einzelfallprüfung ¹⁾
I14: Kontrolle einer starken Luftströmung	X	Einzelfallprüfung ¹⁾
I15: Ausreichendes Quergefälle (Sanierung)	P	Einzelfallprüfung ¹⁾
I20: Weichen in Tunnels	P	Kostenneutral
I21: Zugbeeinflussung (Annahme: Ausrüstung von 20 Punkten)	X	1'000'000.-
I22: Zugkontrollleinrichtungen (Annahme: 5 Anlagen)	X	2'500'000.-
I23: Kommunikation Leitstelle – Zug	X	34'000'000.-
I24: Notfalltelefone	X	In Infrastruktur für die Selbstrettung
I25: Ausschalten der Fahrleitung und Erdung	X	In Infrastruktur für die Selbstrettung
I26: Bildung von Fahrleitungsabschnitten (Sanierung)	X	Einzelfallprüfung ¹⁾

Tabelle 6: Zusammenstellung Aufwandschätzung

Bemerkungen zur Tabelle:

- 1) Bei den Einzelfallprüfungen wird erst aufgrund der Beurteilung der konkreten Umstände über eine Realisierung entschieden. Im Allgemeinen handelt es sich um sehr kleine Mengengerüste.
- 2) Die Mengengerüste sind unklar (welche Tunnel, wie ausgerüstet). Je nach bereits vorhandenen Installationen ist die Bandbreite der Kosten gross.

In der Summe entstehen Aufwendung von rund CHF 100 Mio. Sie werden bestimmt durch zwei Massnahmenpakete: Infrastruktur für die Selbstrettung und Kommunikation Leitstelle – Zug („Zugfunk“). Die Aufwandschätzung umfasst keine Massnahmen, bei denen die Machbarkeit und Zweckmässigkeit durch die Bahnen zuerst geprüft werden muss.

Rollmaterial Reisezüge

Da beim Rollmaterial primär Neubaufahrzeuge betroffen sind oder die Massnahmen zuerst einer Beurteilung durch die Unternehmen bedürfen, sind keine Mengengerüste bekannt. In Tabelle 7 sind deshalb die Mehrkosten pro Einheit angegeben.

Anforderung		Aufwandschätzung
R01: Zugstillstandsverhinderung (Notbremsüberbrückung/-Notbremsanforderung), Kosten inkl. R03, R04, R05.3	X/P	CHF 50'000.- / Triebfahrzeug, CHF 70'000.-/Reisezugwagen
R02: Hinweisschild bei der Notbremse	X	CHF 50.- / Wagen
R03: Brandschutz von Reisezugwagen und Triebzügen	X/P	In Zugstillstandsverhinderung enthalten
R04: Notlauffähigkeit von Reisezugwagen und Triebzügen	X/P	In Zugstillstandsverhinderung enthalten
R05.1: Kommunikation: Lautsprecheranlage	X	CHF 6'000.- / Wagen
R05.2: Kommunikation: Zugbegleitpersonal – Triebfahrzeugführer	X	Oben enthalten
R05.3: Kommunikation: Reisende - Triebfahrzeugführer	X/P	In Zugstillstandsverhinderung enthalten
R05.4: Information (Ausbildung Fahrpersonal)	X	Integriert in Normale Prozesse
R06: Ausschalten der Klimaanlage in Reisezugwagen und Triebzügen	X	CHF 5'000.- / Wagen
R07: Brandmeldeanlagen	X/P	CHF 2'000.- / Melder, CHF 24'000.- /Triebfahrzeug
R08: Brandlöschanlagen	P	CHF 150'000.- /Triebfahrzeug
R09: Handfeuerlöscher	X/P	CHF 1'000.- / Stk., CHF 2'000.- /Fahrzeug
R10: Schutzmaske für Triebfahrzeugführer	P	CHF 2'000.-/Triebfahrzeug

Tabelle 7: Zusätzliche Kosten Rollmaterial Reisezüge pro Einheit

Autoverlad

Bei den Anforderungen Zugstillstandsanforderung und Entgleisungsdetektor erfolgt der Entscheid erst aufgrund einer Risikoanalyse. Daher ist es möglich, dass auch keine Massnahmen resultieren. Der eventuelle Aufwand, um das Verlassen der Fahrzeuge zu ermöglichen, hängt von den eventuellen Massnahmen im Einzelfall ab.

Anforderung		Aufwandschätzung
R20: Radioempfang (wenn Reisende in Fahrzeugen bleiben), Lötschberg Südrampe und Simplon (Zugfunk vorhanden)	X	CHF 300'000.- CHF 230'000.-
<ul style="list-style-type: none"> • Tunnel Klasse B und C • Tunnel Klasse C 		
R21: Information der Reisenden	X	Vernachlässigbar
R22: Zugstillstandsverhinderung (Entscheid aufgrund einer Prüfung mittels Risikoanalyse; betrifft rund 130 gedeckte Wagen von BLS und MGB)	P	CHF 3'250'000.-
R23: Entgleisungsdetektoren (Entscheid aufgrund einer Prüfung mittels Risikoanalyse; betrifft rund 150 Wagen von BLS und MGB)	P	CHF 1'500'000.-
R24: Verlassen der Fahrzeuge im Ereignisfall	X	Massnahmen sind zu prüfen

Tabelle 8: Zusätzliche Kosten Autoverlad gesamt

RoLa

Ausgehend von rund 30 auszurüstenden Begleitwagen ergeben sich folgende Gesamtkosten:

Anforderung		Aufwandschätzung
R40: Information der Benützer	X	Vernachlässigbar
R41: Brandmelder in Begleitwagen (CHF 15'000.- pro Fahrzeug)	P	CHF 450'000.-
R42: Fluchthauben in Begleitwagen (CHF 60'000.- pro Fahrzeug)	P	CHF 1'800'000.-

Tabelle 9: Zusätzliche Kosten RoLa gesamt

Betrieb

Anforderung		Aufwandschätzung
B01:Trennung der Verkehrsarten in Tunnels	P	Betrieblicher Mehraufwand, allenfalls Ertragsausfall. Wenn technische Hilfsmittel erforderlich sind, entsprechende Investitionskosten.
B02:Betriebliche Vorkehrungen für den Ereignisfall	X	Integriert in normale Prozesse.
Signalisierung der Streckenabschnitte mit Zugstillstandsverhinderung	P	Vernachlässigbar
B03:Ereignis-Checklisten zum Verhalten im Ereignisfall	X	Integriert in normale Prozesse
B04:Einsatzplanung	X	CHF 10'000.-/Tunnel (betrifft 24 Objekte; insgesamt CHF 240'000.-)
B05:Lösch- und Rettungszüge	X	CHF 2'500'000.-/Fahrzeug

Tabelle 10: *Zusätzliche Kosten Betrieb***Zusammenfassung Aufwandschätzung**

Die aufgrund der formulierten Sicherheitsanforderungen ausgelösten Kosten lassen sich zum heutigen Zeitpunkt nicht exakt abschätzen. Die beiden hauptsächlichen Gründe sind:

- Die Mengengerüste sind zu einem grossen Teil nicht bekannt, weil es insbesondere beim Rollmaterial weitgehend Neubaufahrzeuge betrifft.
- Massnahmen sind erst aufgrund einer Prüfung durch die Bahnen auszulösen. Das Ergebnis der Prüfung ist offen.

Bei der **Infrastruktur** ist aufgrund des aktuellen Kenntnisstandes mit Kosten in der Grössenordnung von CHF 100 Mio. zu rechnen. Die Aufwandschätzung umfasst keine Massnahmen, bei denen die Machbarkeit und Zweckmässigkeit durch die Bahnen zuerst geprüft werden muss. Der Betrag wird von zwei Elementen dominiert:

- Infrastrukturmassnahmen für die Selbstrettung: Die Kosten für die Massnahmen der Selbstrettung sind vergleichsweise gut abschätzbar. Eine spezielle Stellung hat der Simplontunnel, da er rund 40% der Kosten für die Selbstrettungsinfrastruktur ausmacht. Eine spezifische Beurteilung dieses Falles ist angebracht.
- Kommunikation Leitstelle – Zug (Zugfunk): Es bestehen grosse Kosten-Unsicherheiten (Art der Lösung). Der Funk ist nicht eine spezifische Tunnelsicherheitsmassnahme sondern hat primär betriebliche Funktionen (Zugfunk, Sicherheit als Synergieeffekt).

Beim **Rollmaterial für Reisezüge** sind weitgehend Neubaufahrzeuge und Umbaufahrzeuge betroffen. Die Sicherheitsanforderungen ergeben Mehrkosten in der Beschaffung, die aufgrund fehlender Mengengerüste in der Gesamtheit nicht bezifferbar sind. Zu prüfen ist zudem die Anforderung, dass Reisende ihre Fahrzeuge im Ereignisfall verlassen können.

Die Sicherheitsanforderungen für den **Autoverlad** erfordern Überprüfungen durch die Unternehmen bezüglich der Zugstillstandsverhinderung und den Entgleisungsdetektoren. Aufgrund der Sicherheitsanforderungen sind Investitionen für den Radioempfang auf der Lötschberg-Südrampe und im Simplon notwendig. Hinzu kommen allenfalls Aufwendungen, um die Anforderung, Fahrzeuge im Ereignisfall verlassen zu können, zu erfüllen.

Die Sicherheitsanforderungen für die **RoLa** betreffen die Begleitwagen und lösen Aufwendungen in der Grössenordnung von CHF 1 Mio. aus.

Die **betrieblichen Sicherheitsanforderungen** ziehen Überprüfungen durch die Unternehmen nach sich (Trennung der Verkehrsarten in Tunnels, Stationierung der Lösch- und Rettungszüge). Weitere organisatorische Massnahmen lassen sich in die normalen Prozesse integrieren. Aufwendungen sind zu erwarten für die Erstellung von Einsatzplänen für Tunnels der Klassen D und E (Aufwand rund CHF 0.25 Mio.) sowie für eine mögliche Signalisierung der Zugstillstandsverhinderung.

7 Umsetzung

7.1 Bereinigung der Daten

Bereinigung der Informationen bezüglich Klassierung und aktuellem Ausbaustandard

Alle betroffenen Bahnen werden aufgefordert, die dem BAV zurzeit zur Verfügung stehenden Informationen zu überprüfen und deren Richtigkeit zu bestätigen.

Dies betrifft einerseits jene Daten, welche die Basis für die Klassierung der Tunnels bilden, insbesondere die Verkehrsdaten. Hier stellt sich das Problem, dass die Verkehrsmenge eines Kalenderjahres die Beurteilungsbasis bildet, der Fahrplanwechsel im Dezember 2004 jedoch wesentliche Änderungen der Verkehrsmengen im Jahr 2005 erwarten lässt. Somit muss für den Personenverkehr zusätzlich zum Wert für das Jahr 2004 ein Prognosewert für das Jahr 2005 erfasst werden. Weiter soll im Hinblick auf die Eröffnung des LBT für die Lötschberg-Bergstrecke ein Prognosewert für das Jahr 2008 erfasst werden.

Andererseits muss der aktuelle Ausbaustand bezüglich der Sicherheitsanforderungen überprüft werden. Erst mit diesen aktuellen Informationen lässt sich der Handlungsbedarf zur Erreichung der Sicherheitsanforderungen verbindlich klären.

7.2 Konsultation der Sicherheitsanforderungen bei den Bahnen und bei den Kantonen

Der vorliegende Bericht wird den betroffenen Bahnen und Kantonen zur Stellungnahme unterbreitet. Dabei soll den Betroffenen insbesondere die Gelegenheit geboten werden, sowohl die Umsetzung der Anforderungen bei ihren Tunnels zu prüfen, als auch grundsätzlich zur Strategie hinsichtlich der Erreichung einer grösseren Sicherheit in den Eisenbahntunnels Stellung zu nehmen.

7.3 Planung der rechtlichen Umsetzung

Bestehende rechtliche Grundlagen

Das Eisenbahngesetz (EBG; SR 742.101) enthält in Art. 10, 17 und 56 folgende rechtlichen Grundlagen zur Umsetzung der Sicherheitsanforderungen in bestehende Tunnels:

Art. 10 Aufsichtsbehörden

- ¹ *Bau und Betrieb der Eisenbahnen unterstehen der Aufsicht des Bundesrates. (...).*
- ² *Aufsichtsbehörde ist das Bundesamt.*

Art. 17 Grundsätze

- ¹ *Die Bahnanlagen und Fahrzeuge sind nach den Anforderungen des Verkehrs, des Umweltschutzes und gemäss dem Stande der Technik zu erstellen, zu betreiben, zu unterhalten und zu erneuern. (...).*
- ² *Der Bundesrat erlässt Vorschriften über Bau und Betrieb sowie über die technische Einheit und Zulassung im Eisenbahnwesen unter Berücksichtigung der Interoperabilität und eines streckenbezogenen Sicherheitsstandards. (...).*
- ⁴ *Die Bahnunternehmungen sind im Rahmen der Vorschriften für den sicheren Betrieb der Bahnanlagen und Fahrzeuge verantwortlich. Sie haben die für einen sicheren Betrieb erforderlichen Vorschriften aufzustellen und dem Bundesamt vorzulegen.*

Art. 56 Technische Verbesserungen

Will eine Transportunternehmung Anlagen oder Einrichtungen erstellen oder ergänzen oder Fahrzeuge anschaffen, um die Wirtschaftlichkeit, Leistungsfähigkeit oder Sicherheit des Betriebes wesentlich zu erhöhen (...), so kann der Bund Beiträge leisten sowie unverzinsliche Darlehen und verzinsliche Darlehen gewähren oder verbürgen.

In der Eisenbahnverordnung (EBV; SR 742.141.1) befasst sich lediglich Art. 28 mit baulichen Sicherheitsanforderungen in Tunnels und Galerien.

Art. 28 Tunnel und Galerien

In Tunnels und Galerien sind beidseitig des Gleises in regelmässigen Abständen Nischen anzubringen und gut sichtbar zu kennzeichnen. Mit Bewilligung des Bundesamtes darf darauf verzichtet werden, wenn ein Dienstweg vorhanden und die Streckengeschwindigkeit gering ist.

Die Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV; SR 742.141.11) regeln in den AB-EBV zu Art. 28 neben der Thematik Nischen das Folgende zum Brand- und Katastrophenschutz:

24 Brand- und Katastrophenschutz

241 *Für den Brand- und Katastrophenschutz müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden.*

242 *Die besonderen Schwierigkeiten von Rettungseinsätzen in Tunnels gebieten es, durch geeignete, auf einem grösseren Netzteil wirksame, präventive Massnahmen einen ausgewogenen Sicherheitsstandard herzustellen. Allfällige, ausschliesslich der Intervention dienende, bauliche Massnahmen sollen erst nach Ausschöpfung der betrieblichen und organisatorischen Möglichkeiten getroffen werden.*

Schliesslich sind die betrieblichen Massnahmen in den Schweizerischen Fahrdienstvorschriften FDV (R 300.1-15) und in den Betriebsvorschriften der Bahnen zu berücksichtigen.

Vorgehen

Das BAV ist der Auffassung, dass zur Durchsetzung der Sicherheitsanforderungen keine Anpassungen des EBG erforderlich sind. Namentlich Art. 17 EBG (Stand der Technik) bietet eine ausreichende Rechtsgrundlage für die Umsetzung der Sicherheitsanforderungen in bestehenden Tunnels. Aus heutiger Sicht soll demnach auf eine Anpassung des EBG verzichtet werden.

Hingegen drängen sich eine Änderung von Art. 28 EBV sowie eine Anpassung der AB-EBV zu Art. 28 auf, da dort unter dem bestehenden Titel „Tunnel und Galerien“ nicht das gewünschte Spektrum von Sicherheitsanforderungen aufgeführt ist. Es wird noch vertieft zu prüfen sein, welche Inhalte zwingend in die EBV bzw. in die AB-EBV aufzunehmen sind. Zusätzlich sind betriebliche Massnahmen in den Schweizerischen Fahrdienstvorschriften FDV sowie in den Betriebsvorschriften der Bahnen zu verankern.

Im Weiteren erachtet das BAV die Erarbeitung einer Richtlinie „Tunnelsicherheit“ des BAV, welche sich auf die zu ändernden EBV- bzw. AB-EBV-Bestimmungen abstützt, als erforderlich. Die vom BAV zu erlassende Richtlinie soll alle wesentlichen Aspekte zum Themenbereich Sicherheit in bestehenden Tunnels übersichtlich darstellen und die Sicherheitsanforderungen definieren. Sie dient als Projektierungsgrundlage für die betroffenen Bahnen. Weiter soll die Richtlinie auch die Umsetzung/Realisierung der Sicherheitsanforderungen darstellen, z.B. das Vorgehen bei einem Antrag auf Abweichung von den Sicherheitsanforderungen im Rahmen eines Plangenehmigungsverfahrens.

Die Richtlinie muss mit bestehenden Richtlinien des BAV abgestimmt werden (z.B. Richtlinie „Anforderungen an Planvorlagen“ vom 1. März 2000, Leitfaden „Einsatzplanung nach Störfallverordnung bei Eisenbahnen“ vom 25. Mai 2004“).

Eine BAV-Richtlinie bringt den Vorteil mit sich, dass sie relativ rasch und ohne grossen administrativen Aufwand angepasst werden kann, sobald sich dies aufgrund erster Erfahrungen bei der Anwendung als zweckmässig erweisen sollte. Ebenso können neue rechtliche Rahmenbedingungen – beispielsweise auf der Ebene der EU – rasch in die Richtlinie aufgenommen werden.

7.4 Planung der finanziellen Umsetzung

Für die Finanzierung der Sicherheitsanforderungen stehen zurzeit keine spezifischen Mittel zur Verfügung. Die zukünftigen Leistungsvereinbarungen mit den Bahnen bilden aus heutiger Sicht das einzige Finanzierungsinstrument. Auf diesem Weg kann eine planmässige und nach Risikogesichtspunkten priorisierte Umsetzung sichergestellt werden. Von besonderer Bedeutung ist das konsequente Nutzen von Synergien. So muss beispielsweise sicherge-

stellt werden, dass im Rahmen der Ausrüstung der Tunnels mit Funkinfrastruktur für GSM-R auch die Infrastrukturanforderungen für den Feuerwehrfunk berücksichtigt werden.

7.5 Zeitplan

Die aktuelle Planung sieht folgende weiteren Schritte für die Umsetzung vor:

Februar 2005	BAV-interne Anwendung der Sicherheitsanforderungen bei neuen und laufenden Verfahren
März 2005	Information der Bahnen und der Kantone über den Abschluss der Phase 2, Schritt A und das geplante weitere Vorgehen
März 2005	Auftrag an die Bahnen zur Validierung der relevanten Daten bis Mai 2005
März 2005	Einladung an die Bahnen und Kantone zur Stellungnahme zu den Sicherheitsanforderungen bis Mai 2005
März 2005	Start Erarbeitung Richtlinie Tunnelsicherheit und Klärung notwendige rechtliche Anpassungen
Juni 2005	Überprüfung Handlungsbedarf (SOLL-IST-Vergleich) unter Berücksichtigung der durch die Bahnen validierten Informationen
Oktober 2005	Konzept für die Finanzierung und Realisierung der Sicherheitsanforderungen durch Integration in die Leistungsvereinbarungen
Dezember 2005	Beschluss der Richtlinie Tunnelsicherheit durch das BAV

Das BAV wird die Sicherheitsanforderungen gemäss vorliegendem Bericht bereits im laufenden Jahr bei laufenden und neuen Verfahren, welche von den Bahnen initiiert werden anwenden. Es wird jedoch in dieser Zeit ausserhalb dieser Verfahren keine tunnelspezifischen Massnahmen verlangen. Die auf Ende 2005 geplante Richtlinie wird zur weiteren Klärung beitragen, beispielsweise durch eine Konkretisierung der Anforderungen an die Prüfung von „P-Massnahmen“. Erst ab 2006 wird das BAV die Bahnen zur Umsetzung der Sicherheitsanforderungen verpflichten und entsprechende Übergangsfristen erlassen.

A1 Tunnelliste

Zusammenfassung Tunnelklassierung (Mengengerüst)

Tunnelklasse	Anzahl Tunnel	Anteil pro Klasse	Länge der Tunnelröhren [km]	Anteil pro Klasse
E	15	2%	88.0	20%
D	9	1%	66.8	15%
C	57	8%	146.8	33%
B	149	22%	96.8	22%
A	445	66%	48.8	11%
A-E (Total)	675	100%	447.2	100%
C-E	81	12%	301.6	67%

Tunnelname	Bahn	Linie/Strecke	System	Länge [m]	Züge/Tag	KLASSE
Adler	SBB	Olten - Basel SBB	ZT	5328	150	E
Gotthard	SBB	Göschenen - Airolo	ZT	15003	190	E
Grauholz	SBB	Bern - Olten (Stammstrecke)	ZT	6301	218	E
Hauenstein Basis	SBB	Olten - Basel SBB	ZT	8134	289	E
Heitersberg	SBB	Ruppesswil - Killwangen	ZT	4929	320	E
Hirschengraben	SBB	Zürich Museumsbahnhof - Stadelhofen - Dübendorf	ZT	1246	536	E
Käferberg	SBB	Winterthur - Flughafen - Zürich HB	ZT	2119	422	E
Kerenzerberg	SBB	Ziegelbrücke - Walenstadt	ZT	3955	121	E
Lötschberg	BLS	Kandersteg - Goppenstein	ZT	14612	156	E
Murgenthal	SBB	Bern - Olten (Neubaustrecke)	ZT	4743	276	E
Önzberg	SBB	Bern - Olten (Neubaustrecke)	ZT	3149	206	E
Schanze	RBS	Bern - Worblaufen	ZT	1200	474	E
Schwamendingen	VBZ	Zürich/Milchbuck - Zürich/Schwamendingerplatz	ZT	2161	560	E
Zimmerberg-Basis	SBB	Zürich HB - Thalwil (ZBT/1 = 2. Doppelspur)	ZT	9421	182	E
Zürichberg	SBB	Zürich Museumsbahnhof - Stadelhofen - Dübendorf	ZT	4830	338	E
Albis	SBB	Zug - Thalwil	ET	3360	154	D
Furka-Basis	MGI	Oberwald Andermatt	ET	15784	66	D
Loges (Des)	SBB	Neuchâtel - Le Locle	ET	3260	56	D
Mont-d'Or	SBB	Cossonay - Vallorbe (frontière)	ET	6099	80	D
Ricken	SBB	Uznach - Wattwil	ET	8603	66	D
Stutzeck-Axenberg	SBB	Immensee - Erstfeld	ET	3375	114	D
Vereina	RhB	Klosters - Vereina - Susch/Sagliains	ET	19043	103	D
Wasserfluh	SOB	Wattwil - St.Gallen	ET	3556	76	D
Weissenstein	RM	Solothurn - Moutier	ET	3700	53	D

Tunnelname	Bahn	Linie/Strecke	System	Länge [m]	Züge/Tag	KLASSE
Albula	RhB	Filisur - St.Moriz	ET	5865	41	C
Axenberg	SBB	Immensee - Erstfeld	ET	1128	114	C
Born	SBB	Bern - Olten (Stammstrecke)	ZT	809	391	C
Bözberg	SBB	Pratteln - Brugg	ZT	2526	106	C
Bruggwald	SOB	St.Gallen - Romanshorn	ET	1731	69	C
Emmequerung	SBB	Bern - Olten (Neubaustrecke)	ZT	1633	206	C
Enge	SBB	Zürich HB - Thalwil (Stammstrecke)	ZT	903	368	C
Flughafen	SBB	Winterthur - Flughafen - Zürich HB	ZT	1215	275	C
Freggio	SBB	Airolo - Biasca	ZT	1568	188	C
Frohnalp	SBB	Immensee - Erstfeld	ET	2793	114	C
Genève-Aéroport	SBB	Genève - Genève Aéroport	ZT	1032	160	C
Grenchenberg	BLS	Lengnau - Moutier	ET	8578	49	C
Gütsch	SBB	Luzern - Olten	ZT	326	381	C
Hagenholz	SBB	Winterthur - Flughafen - Zürich HB	ZT	2837	275	C
Hersiwil	SBB	Bern - Olten (Neubaustrecke)	ZT	1000	206	C
Hondrich I und II	BLS	Speiz - Frutigen	2ET	1711	71	C
Jungfrau	JB	Kleine Scheidegg - Jungfraujoch	ET	7122	36	C
Kehrtunnel BLS	BLS	Frutigen - Kandersteg	ZT	1655	117	C
Kreuzliberg	SBB	Brugg - Killwangen	ZT	988	330	C
Langenthal	SBB	Bern - Olten (Neubaustrecke)	ZT	1105	276	C
Leggistein	SBB	Erstfeld - Göschenen	ZT	1091	208	C
Leuk	SBB	St. Maurice - Raron	ZT	1391	142	C
Locarno	FART	Locarno - Camedo	ET	2370	51	C
Lopper II	zb	Hergiswil - Grafenort	ET	1743	67	C
Lopper I	zb	Hergiswil - Giswil	ET	1186	68	C
Luzerner Stadttunnel	SBB	Luzern - Immensee	ET	2107	68	C
Magnacun	RhB	Susch/Sagliains - Scuol	ET	1909	73	C
Mittalgraben II	BLS	Goppenstein - Brig	ET	3298	48	C
Monte Ceneri	SBB	Giubiasco - Chiasso	2ET	1675	101	C
Mont-Sagne	SBB	Neuchâtel - Le Locle	ET	1353	56	C
Morschach	SBB	Immensee - Erstfeld	ZT	1372	228	C
Naxberg	SBB	Erstfeld - Göschenen	ZT	1570	228	C
Ölberg	SBB	Immensee - Erstfeld	ET	1987	114	C
Pfaffensprung	SBB	Erstfeld - Göschenen	ZT	1476	228	C
Pianotondo	SBB	Airolo - Biasca	ZT	1518	188	C
Prato	SBB	Airolo - Biasca	ZT	1560	188	C
Raisse (La)	SBB	Renens - Biel	ZT	1255	112	C
Riedschuck	BLS	Frutigen - Kandersteg	ZT	1536	117	C
Riesbach	SBB	Rapperswil - Zürich Stadelhofen	ET	1357	200	C
Rosenberg	SBB	St.Gallen - Rorschach	ZT	1466	164	C
Rosshäusern	BLS	Bern - Neuchâtel	ET	1103	87	C
Sihl	SZU	Zürich HB - Uetliberg	ZT	1296	216	C
Simplon	SBB	Brig - Iselle	2ET	19803	38	C
St-Aubin-Sauges	SBB	Yverdon - Neuchâtel	ZT	2278	144	C
Stettbach	SBB	Zürich Museumsbahnhof - Stadelhofen - Dübendorf	ZT	354	338	C
Tasna	RhB	Susch/Sagliains - Scuol	ET	2350	73	C

Tunnelname	Bahn	Linie/Strecke	System	Länge [m]	Züge/ Tag	KLASSE
Tiefenau	RBS	Bern - Worblaufen	ZT	516	474	C
Travi	SBB	Airolo - Biasca	ZT	1547	188	C
Varone	SBB	St. Maurice - Raron	ZT	2819	142	C
Vauderens	SBB	Fribourg - Lausanne	ZT	1975	116	C
Vigneule	SBB	Neuchâtel - Biel	ZT	2431	160	C
Watingen	SBB	Erstfeld - Göschenen	ZT	1084	228	C
Wiedikon-Ulmberg	SBB	Zürich HB - Thalwil (Stammstrecke)	ZT	848	368	C
Wipkingen	SBB	Winterthur - Flughafen - Zürich HB	ZT	958	332	C
Zimmerberg	SBB	Zug - Thalwil	ET	1986	154	C
Zimmeregg	SBB	Gümligen/Bern - Luzern	ET	1133	75	C
Zumikon	FB	Esslingen - Zürich/Stadelhofen	ZT	1758	127	C

ET: Eingleisiger Tunnel, ZT: Zweigleisiger Tunnel, 2ET: Zwei eingleisige Tunnels

A2 Weitere Massnahmen

In der folgenden Tabelle sind weitere mögliche Massnahmen aufgeführt, die aus folgenden Gründen nicht in die Sicherheitsanforderungen aufgenommen wurden.

- (a) Massnahmen, die sich noch in einem Entwicklungsstadium befinden.
- (b) Der Hauptnutzen liegt nicht bei der Tunnelsicherheit.
- (c) Ungeeignet oder unverhältnismässig.

Bezeichnung	Bemerkungen
Temperatur und/oder Rauchdetektion im Tunnel	Entsprechende Versuche sind bei den Bahnen SBB und BLS im Gange. Im Normalbetrieb sind noch keine Anlagen im Betrieb (→ a).
Brand- und Gasdetektion am vorbeifahrenden Zug	Denkbar als Massnahme in einem kurzen Tunnel in der Anfahrt auf einen langen Tunnel. Bisher keine entsprechenden Anlagen in Betrieb (→ a).
Temperaturmessung am vorbeifahrenden Zug im Hinblick auf die RoLa (thermographische Portale)	Damit sollen übermässig heisse Teile von transportierten Fahrzeugen – Aggregate, Motoren – erfasst werden. In der Schweiz sind keine derartigen Anlagen in Betrieb (→ a).
Profilmessung im Hinblick auf die RoLa (Lichtschranke)	Auf der Brenner-Route ist eine erste Anlage in Betrieb, mit dem Ziel, Ladungsteile, welche die Fahrleitung berühren könnten (Antennen) zu erfassen (→ a).
Entgleisungsdetektoren für die RoLa	Netzweite Wirkung und deren Beurteilung massgebend (→ b).
Entgleisungsdetektoren für spezielle Züge wie Kesselwagen für Gefahrgut, Hochgeschwindigkeitszüge	siehe oben, empfohlen im UIC-Kodex 779-9, R-10 (→ b).
Ausrüstung und Ausgestaltung der Reisezugwagen zur Erleichterung der Selbstrettung (Megaphone, Taschenlampen, Kennzeichnung Notausgänge, Ausrüstung der Rettungsdienste mit Werkzeug)	siehe oben, empfohlen im UIC-Kodex 779-9, R-20 (→ b).
Flachstellenortungsanlagen	Netzweite Wirkung, keine unmittelbare Wirkung für einen kurz nach der Anlage folgenden Tunnel (→ b).
Videoüberwachung in Zügen	Die Machbarkeit bzw. Verhältnismässigkeit einer <i>umfassenden</i> Online-Überwachung, wie dies für die Tunnelsicherheit erforderlich wäre, ist äusserst fraglich (→ c).
Videoüberwachung innerhalb des Tunnels	Die aus Strassentunnels bekannte Massnahme ist für Bahnsysteme nicht zielführend (→ c).
Beidseitige Einspeisung des Fahrstroms	Die Anpassung einer bestehenden Anlage wird als unverhältnismässig betrachtet (→ c).
Explosionsschutz im Bereich der Entwässerung bei Freisetzungen	Massnahme für neue Tunnels (→ c).