

**Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie
und Kommunikation (UVEK)**

Bundesamt für Strassen (ASTRA)

Vorbereiche vor Tunneln auf Autobahnen

Zones d'approche des tunnels d'autoroutes

Approach zones to tunnels on motorways

Bürkel Baumann Schuler, Ingenieure + Planer AG, Winterthur

**Peter Bürkel, dipl. Ing. ETH/SIA
Martin Stauber, dipl. Ing. ETH/SIA**

**Forschungsauftrag VSS 1999/270 auf Antrag des Schweizerischen
Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

Mai 2005

Zusammenfassung

Die Projektierung von Vorbereichen von Tunneln von Autobahnen berührt zahlreiche Fachbereiche und neben den Interessen der Tunnelbenützer und der Betreiber auch diejenigen der Ereignisdienste und dabei insbesondere der Feuerwehr und der Polizei.

Die Ergebnisse der Forschungsarbeit beziehen sich auf eine grosse Anzahl von Einzelmassnahmen. Nachfolgend sind die massgebenden Ergebnisse dargestellt:

- Die Forschungsarbeit liefert die projektierungsbezogenen Grundlagen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit in den Tunnelvorbereichen mit einer Optimierung der passiven Sicherheit. Die empfohlenen Massnahmen bewirken keine Mehrkosten.
- Die Resultate der Forschungsarbeit ermöglichen eine Optimierung der Gestaltung der Tunnelvorbereiche zu Gunsten aller betroffenen Dienste.
- Die vorgeschlagenen Massnahmen bewirken eine Herabsetzung der Stau-bildung während der Vorbereitung von Unterhaltseinsätzen in Tunneln
- Die Beurteilung und Vorstellung der sehr unterschiedlichen Ausführung von schnell demontierbaren Leitschranken bis zu motorisch betriebenen Leit-mauern auf den Mittelstreifenüberfahrten ermöglichen eine kostenbezogene Systemwahl.
- Die Übersicht über die massgebenden Projektelemente der Tunnelvorbereiche vermindert den Projektierungsaufwand.

Resumé

La planification des zones d'approche des tunnels d'autoroutes touche de nombreux domaines techniques et à côté des intérêts des utilisateurs des tunnels et des exploitants, elle intéresse aussi les services d'intervention et notamment les sapeur-pompier et la police.

Les résultats du mandat de recherche se basent sur un grand nombre de mesures particulières. Les résultats déterminants sont décrits ci-après:

- Le mandat de recherche fournit les bases de projet afin d'augmenter la sécurité du trafic aux entrées des tunnels avec une optimisation de la sécurité passive. Les mesures recommandées ne provoquent pas de coûts supplémentaires.
- Les résultats du mandat de recherche rendent possible une optimisation de la disposition des entrées de tunnels en faveur des services concernés.
- Les mesures proposées rendent un abaissement de la formation de colonnes pendant la préparation des interventions pour l'entretien des tunnels.
- La détermination et la conception de glissières démontables rapidement de réalisation très diverses jusqu'aux parois motorisées placées sur le terre-plein central rendent possible le choix d'un système économique.
- La vue d'ensemble des éléments déterminants d'un projet des zones d'entrées des tunnels réduit le volume de travail de planification.

Summary

The design of approach zones to tunnels on motorways concerns numerous fields, the interests of tunnel users, tunnel operators and emergency services, especially fire brigade and police.

The research results refer to a big number of particular measures. The important results are listed below.

- The research provides the bases to raise traffic safety in tunnel approaches by an optimal passive security. The recommended measures don't cause any additional costs.
- The research results allow an optimal lay-out of the tunnel approaches in favour of all involved services.
- The measures reduce traffic congestions during the preparation of tunnel maintenance.
- The presentation and judgement of different types of readily removable guard-rails (or: safety barriers) and motor-driven lowering parapets on the central reserve allows an economic choice of the system.
- An overall view about the important elements reduces the costs of design.

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage und Auftrag	1
1.2	Ziele der Forschungsarbeit	1
2	Nutzung des Tunnelvorbereichs	2
2.1	Verkehr	2
2.1.1	Verkehrssicherheit	2
2.1.2	Leistungsfähigkeit der Fahrstreifenüberleitung	2
2.2	Anforderungen seitens der Unterhaltsdienste	3
2.3	Anforderungen seitens der Ereignisdienste	3
3	Grundlagen zur Norm SN 640 381, Tunnelvorbereiche auf Autobahnen, Projektierung und Ausrüstung	5
3.1	Ziffer 7, Wendeschlaufen	5
3.2	Ziffer 8, Mittelstreifenüberfahrten	5
3.3	Ziffer 9, Abstellflächen für Fahrzeuge	8
3.4	Ziffer 11, Feuerwehruzufahrten	8
3.5	Ziffer 12, Landung von Helikoptern	8
3.6	Funksysteme	9
3.7	Ziffer 19, Schutzeinrichtungen, Übersicht und Kriterien zur Wahl	10
3.8	Ziffer 20, Schutzeinrichtungen, Anforderungen	10
3.9	Ziffer 21, Schnell demontierbare Schutzeinrichtungen für Mittelstreifenüberfahrten	11
3.10	Ziffer 22, Ausschwenkbare Schutzeinrichtungen	12
3.10.1	Stahlleitmauer ohne motorischen Antrieb	12
3.10.2	Ausschwenkbare Stahlleitmauer mit motorischem Antrieb	14
3.11	Absenkbare Stahlleitschranke	16
3.12	Ziffer 23, Schutzeinrichtungen vor den Tunnelportalen	19
4	Kurzbericht	22
5	Literaturverzeichnis	25
	Anhang	26

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Auftrag

Die Projektierung von Tunnelvorbereichen von Autobahnen hat unterschiedliche Betriebszustände zu berücksichtigen. Im Weiteren sind die Interessen zahlreicher Stellen zu beachten, welche bei Erhaltungsmassnahmen im Tunnel und bei ausserordentlichen Ereignissen wie insbesondere Brand aktiv werden. Basierend auf dieser Ausgangslage hat das Tiefbauamt des Kantons Zürich die Forschungsstelle beauftragt, die Tunnelvorbereiche des Projekts N4 Knonaueramt / N20 Westumfahrung Zürich hinsichtlich des Betriebs und der Bedürfnisse der betroffenen Stellen zu untersuchen. Da die Studie auch ausserhalb des Kantons Zürich auf ein grosses Interesse gestossen ist, stellt sich die Frage nach einer Norm zum Problembereich Tunnelvorbereiche auf Autobahnen. In der Folge hat die VSS Fachkommission 2, Planung und Projektierung, beschlossen, dem Bundesamt für Strassen einen Antrag für eine Forschungsarbeit zur vertieften Untersuchung der Problematik der Tunnelvorbereiche und zur Schaffung der Grundlagen für eine Norm einzureichen. Der Antrag wurde mit Schreiben des Bundesamtes für Strassen vom 27.04.00 bewilligt. In der Folge wurde das Forschungsbegehren der VSS Expertenkommission 2.03, "Strassenraumentwurf, -gestaltung inkl. Strassentypen" zur Begleitung zugewiesen. Wegen der zahlreichen verkehrstechnikfernen Aspekte im Bereich Tunnelvorbereiche hat die VSS EK 2.03 der Fachkommission 2 eine Zuweisung an eine andere Kommission beantragt. Mit der Gründung einer neuen Expertenkommission 2.11, "Tunnel", wurde die zwischenzeitlich unterbrochene Bearbeitung wieder aufgenommen.

1.2 Ziele der Forschungsarbeit

Gemäss dem Kreditbegehren für die Forschungsarbeit ist es das Ziel der Forschungsarbeit, die Aspekte von Vorbereichen von Autobahntunneln zu analysieren und die technischen Grundlagen für die Projektierung zusammenzustellen. Die in einer Norm verarbeiteten Grundlagen sollen die folgenden Bedürfnisse abdecken:

- Eine Verbesserung der Verkehrssicherheit
- Eine Erhöhung der Sicherheit des Personals vor und in für den Verkehr gesperrten Tunnelröhren
- Eine Minimierung der Stauzeiten vor Verkehrsüberleitungen
- Eine Verminderung der Interventionszeit im Fall von Ereignissen in Tunneln
- Eine Vereinfachung der Kommunikation mit der Polizei und der Feuerwehr während der Projektierung
- Eine Vereinfachung der Projektierung
- Gesamtschweizerisch einheitliche Lösungen

2 Nutzung des Tunnelvorbereichs

2.1 Verkehr

2.1.1 Verkehrssicherheit

Normalbetrieb

Die Bereiche vor Tunneln sind allgemein Unfallschwerpunkte. Die Ursachen dazu sind nicht abschliessend geklärt. Für den Normalbetrieb ergeben sich basierend auf dem aktuellen Wissen die folgenden sicherheitstechnischen Anforderungen:

- Gute optische Führung
- Kein Abirren von Fahrzeugen in den Gegenverkehr
- Keine Wechsel der Fahrtrichtung (Kehrmanöver) im Normalbetrieb über die Mittelstreifenüberfahrten
- Kein Anprall von Fahrzeugen an gefährliche Hindernisse (Beleuchtungsmasten, Stützen von Signalbrücken, Tunnelportalen, Enden von Schutzeinrichtungen usw.) insbesondere nicht von Fahrzeugen zum Transport gefährlicher Güter

Betrieb mit Mittelstreifenüberfahrten

Für diese Betriebsart sind sicherheitstechnische Anforderungen wie beim Normalbetrieb massgebend. Zusätzlich sind die folgenden Anforderungen bei der Gestaltung des Vorbereichs zu berücksichtigen:

- Keine Auffahrunfälle vor der Fahrstreifenüberleitung wegen des Wechsels auf eine einstreifige Verkehrsführung
- Gute Erkennbarkeit des Beginns der Überleitung
- Gute optische Führung des Verkehrs im Bereich der Überleitung
- Keine Auffahrunfälle beim Anhalten des Verkehrs
- Keine geradeaus fahrenden Fahrzeuge während der Fahrstreifenüberleitung insbesondere auch bei geringer Verkehrsdichte
- Keine Frontalkollisionen mit dem Gegenverkehr

2.1.2 Leistungsfähigkeit der Fahrstreifenüberleitung

Der Tunnelvorbereich ist so zu gestalten, dass die Verkehrsleistung des über den Mittelstreifen geführten Fahrstreifens ausreichend gross ist.

2.2 Anforderungen seitens der Unterhaltsdienste

Der Tunnelvorbereich ist für die Leistungserbringung des Unterhaltsdienstes von erheblicher Bedeutung. Er hat die folgenden Anforderungen jeweils situationsbezogen zu erfüllen:

- Wendemöglichkeit für Unterhaltsfahrzeuge
- Abstellfläche für Fahrzeuge im Zusammenhang mit Erhaltungsmaßnahmen in den Tunneln. Im Vordergrund steht dabei die Tunnelreinigung, die jeweils mit Unterhaltsarbeiten zeitlich koordiniert wird (Bild 1).
- Zugang zur Betriebszentrale
- Funkverbindungen

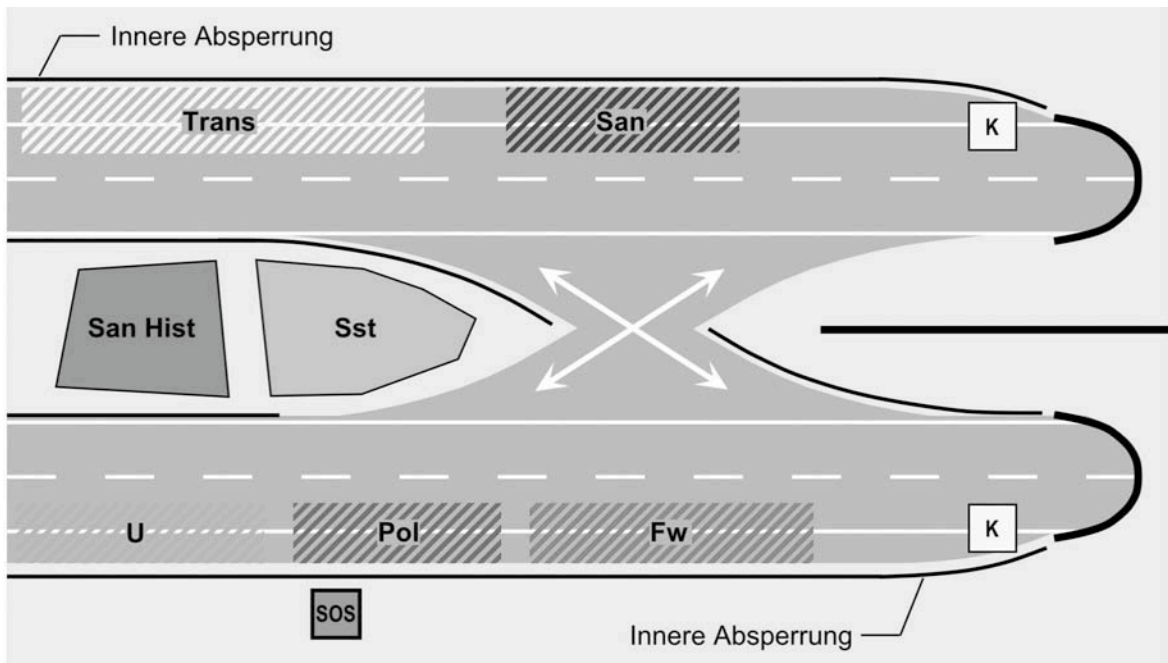


Bild 1, Bereitstellung von Fahrzeugen für Unterhaltseinsatz, A20, Gubristtunnel, Kanton Zürich

2.3 Anforderungen seitens der Ereignisdienste

Die Ereignisdienste umfassen die Feuerwehr, den Polizeidienst, den sanitätsdienstlichen Rettungsdienst sowie Führungsstäbe. Die Ereignisdienste benötigen den Tunnelvorbereich als Bereitstellungsraum bei Grossereignissen. Ein Beispiel einer Schadenplatzorganisation im Tunnelvorbereich einer Autobahn findet sich im Bild 2. Allgemein sind für die Ereignisdienste keine besonderen Massnahmen notwendig. Situationsbezogen können sich jedoch die folgenden Anforderungen ergeben:

- Möglichkeit von Fahrbahnwechseln für Fahrzeuge der Feuerwehr
- Einlass einer Feuerwehrezufahrt
- Gewährleisten von Funkverbindungen



Legende:

	Bereitstellungsraum für Fahrzeuge von:
Fw	Feuerwehr
Pol	Polizei
U	Unterhalt
San	Sanität
Trans	Transport Tunnelbenützer





	Sammelstelle für Tunnelbenützer
	Sanitätshilfsstelle
	Notrufsäule
	Portalkontrolle

Bild 2, Beispiel einer Schadenplatzorganisation im Tunnelvorbereich einer Autobahn aus [1]

3 Grundlagen zur Norm SN 640 381, Tunnelvorbereiche auf Autobahnen, Projektierung und Ausrüstung

3.1 Ziffer 7, Wendeschlaufen

Die Angaben zur Projektierung von Wendeschlaufen basieren im Wesentlichen auf Recherchen bei Unterhaltsdiensten. Seitens der Feuerwehren wird in einigen Fällen davon ausgegangen, dass Mittelstreifenüberfahrten im Ereignisfall beim Eintreffen im Tunnelvorbereich bereits geöffnet sind oder rasch geöffnet werden können. In vielen Fällen ist eine rasche Öffnung jedoch nicht möglich. Eine Aufnahme einer Wendeschlaufe vor einem Tunnel auf der Autobahn A1, Lausanne - Bern, findet sich im Bild 3.



Bild 3, Wendeschlaufe vor Tunnelportalen, A1

3.2 Ziffer 8, Mittelstreifenüberfahrten

Ziffer 8.1, Lage

Der unter Ziffer 8.1 der Norm SN 640 381 angegebene Abstand zwischen der Mittelstreifenüberfahrt und dem Tunnelportal von 100 bis 250 m basiert auf den folgenden beiden Gegebenheiten:

- Tunnelportale und Mittelstreifenüberfahrten sind beides Inhomogenitäten im Blickfeld der Fahrzeuglenker.
- Fahrer, die während einer Verkehrsführung über den Mittelstreifen bei der Überfahrt fälschlicherweise geradeaus fahren, haben bei einem Abstand von über 100 m Gelegenheit, vor dem Portal anzuhalten oder mindestens die Geschwindigkeit massgeblich herabzusetzen.

Im Hinblick auf die Erkennbarkeit sind Mittelstreifenüberfahrten in Geraden oder in Kurven mit grossen Radien anzuordnen. Daraus ergibt sich der in der Norm festgelegte minimale Radius von 7'500 m.

Ziffer 8.2, Geometrie

Für die Projektierung der Mittelstreifenüberfahrt ist grundsätzlich die Norm SN 640 135, Linienführung, Mittelstreifen [2], massgebend. Die signalisierte Höchstgeschwindigkeit kann jedoch auf 60 km/h festgelegt werden, da der Verkehr für den Tunnelunterhalt nur temporär und nachts bei geringem Verkehr über den Mittelstreifen geleitet wird. Die Verkehrsgeschwindigkeit von 60 km/h hat bei den Tunneln mit einem langjährigen Betrieb von Mittelstreifenüberfahrten vor den Portalen weder verkehrssicherheitstechnische noch betriebliche Probleme ergeben.

Die Beschränkung der Geschwindigkeit auf 60 km/h ermöglicht bei Mittelstreifen mit normalen Breiten eine Herabsetzung der Länge der Öffnung. Gemäss der oben angegebenen Norm [2] sind bei grösseren Mittelstreifenbreiten situationsbezogene Öffnungslängen unter Berücksichtigung der Norm zu wählen. Damit können die fahrdynamischen Anforderungen erfüllt werden.

Ziffer 8.6, Markierungen und Leiteinrichtungen

Die Grundlagen zu dieser Ziffer basieren auf Recherchen im Zusammenhang mit der Bearbeitung der Studie N4/N20, Westumfahrung Zürich, Grundlagen Tunnelvorbereiche. Leiteinrichtungen zeigen dem Fahrzeuglenker den Verlauf des Fahrstreifens über den Mittelstreifen. Der optischen Führung kommt im Hinblick auf die Unterdrückung geradeaus fahrender "Irrfahrer" eine grosse Bedeutung zu. Im Weiteren hat sie im Hinblick auf die Verkehrssicherheit einen harmonischen Verkehrsfluss vor, auf und nach der Mittelstreifenüberfahrt zu gewährleisten. Harmonischer Verkehrsfluss bedeutet, dass keine brusken Bremsvorgänge auftreten. Die folgenden Massnahmen sind von Bedeutung:

- Keine ablenkenden Leuchten oder Signale ausserhalb des Perimeters des Fahrstreifens, der über den Mittelstreifen führt
- Sofern sich das Tunnelportal nahe bei der Mittelstreifenüberfahrt befindet, ist nachts bei eingeschalteter Tunnelbeleuchtung die Portalöffnung beispielsweise mit einem quergestellten Lastwagen abzudecken.
- Eine optische Führungshilfe am Fahrstreifenrand, welche sich möglichst auf OK Fahrbahn befindet und keine einengende Wirkung wie z.B. hohe Leitbaken aufweist.
- Auf Autobahnen mit einem grossen DTV insbesondere auch nachts ist auch der Fahrstreifen vor und nach der Mittelstreifenüberfahrt mit einer Führungshilfe auszurüsten.

Die Tabelle 1 enthält eine Übersicht und eine Beurteilung von optischen Führungen.

System	Funktion	Aufstellzeit	Kosten Erhaltung	Kosten Anschaffung oder Erstellung	Bemerkung
Leitschiene am Fahrstreifenrand	+	-	+	+	Das Risiko beim Auslegen von Leitschienen unter Verkehr ist nicht akzeptabel.
Leitkegel am Fahrstreifenrand	o	+	+	+	Leitkegel werden häufig umgefahren.
Leitbaken am Fahrstreifenrand	+	o	+	+	Es sind Pfeilbaken mit einer max. Höhe von 0,60 m auf Fussplatten einzusetzen
Unterflurbeleuchtung	+	+	o	-	Der Einbau ohne spätere Belagsschäden ist möglich.
Mobile "Unterflurbeleuchtung" der Fahrstreifen	+	o	+	+	Die Leuchten werden jeweils am Fahrstreifenrand verlegt.

Legende: + günstig o mittel - ungünstig

Tabelle 1, Übersicht und Beurteilung von optischen Führungshilfen

Anordnung der Führungshilfen vor der Mittelstreifenüberfahrt

Die Führungshilfen beidseits der Fahrstreifen vor dem Bogenanfang zur Mittelstreifenüberfahrt weisen allgemein die folgenden Längen auf:

- Vor der Überfahrt 50 bis 100 m
- Nach der Überfahrt 30 bis 50 m

Bei diesen Angaben handelt es sich um vorläufige Werte. Sie werden im Rahmen künftiger Projekte überprüft.

Ziffer 8.7, Unterflurbeleuchtung

Angaben zum Einsatz von Unterflurbeleuchtungen finden sich in den Richtlinien des Bundesamtes für Strassen [3].

Untersuchungen zum Einsatz von Unterflurbeleuchtungen vor, auf und nach Mittelstreifenüberfahrten sind gegenwärtig im Gange. Nachfolgend finden sich generelle Angaben:

- Für die Wahl und die Anordnung von Unterflurleuchten ist deren Leuchtwirkung und Höhengausbreitwinkel massgebend.
- Der Abstand in Längsrichtung ist im Wesentlichen von der Leuchtwirkung der Leuchten abhängig. In den Bögen beträgt er ca. die Hälfte gegenüber den geraden Abschnitten.

Um die Leuchtwirkung zu gewährleisten, müssen die Leuchten die Deckschicht überragen. Im Hinblick auf den Einsatz von Schneepflügen ist ein Überstand von 3 bis 4 mm sowohl notwendig als auch zulässig. Es sind jedoch Leuchten mit einem Überstand von 4,5 mm eingebaut worden, ohne dass später Schäden aufgetreten sind.

3.3 Ziffer 9, Abstellflächen für Fahrzeuge

Vor Reinigungskampagnen in Tunneln werden die Fahrzeuge der Unterhaltungsdienste, des Reinigungsunternehmens sowie von weiteren Unternehmen auf dem Standstreifen aufgestellt. Die Anzahl der Fahrzeuge ist je nach Tunnel unterschiedlich. Im Fall des Gubristtunnels N1 mit einem Grossaufgebot an Fahrzeugen hat die Bereitstellung auf dem Standstreifen mit normaler Breite zu keinen Schwierigkeiten Anlass gegeben. Eine lokale Verbreiterung des Standstreifens von 2,5 m auf 3,0 m ist im Hinblick auf die abgestellten Lastwagen und zirkulierende Personen jedoch zweckmässig.

3.4 Ziffer 11, Feuerwehrzufahrten

Feuerwehrzufahrten zu Tunnelvorbereichen sind in vielen Fällen wegen der notwendigen Unterbrüche in den Schutzeinrichtungen bezüglich der Passiven Sicherheit ungünstig. In der Norm SN 640 381 werden Unterbrüche grundsätzlich als unzulässig beurteilt. In Fällen, wo seitens der Feuerwehr eine Zufahrt als unabdingbar beurteilt wird, ist eine situationsbezogene sicherheitstechnische Untersuchung notwendig.

Die Forschungsstelle hat im Rahmen der Bearbeitung der Wegleitung für die Intervention bei Bränden in Strassentunneln [1] die Aspekte der Feuerwehrzufahrten abgeklärt. Die Forderungen seitens der Feuerwehr sind in der Norm SN 640 381 aufgeführt.

3.5 Ziffer 12, Landung von Helikoptern

Lage von Helikopter-Landestellen

Generell bestehen auf oder direkt neben Autobahnen Voraussetzungen für Landungen. Im Weiteren haben Recherchen der Forschungsstelle im Zusammenhang mit der Bearbeitung der Wegleitung für die Intervention bei Bränden in Strassentunneln [1] ergeben, dass Helikopter nicht in unmittelbarer Nähe eines Bereitschaftsraumes der Ereignisdienste landen sollten. Helikopterlandungen sind somit kein Element der Projektierung von Tunnelvorbereichen.

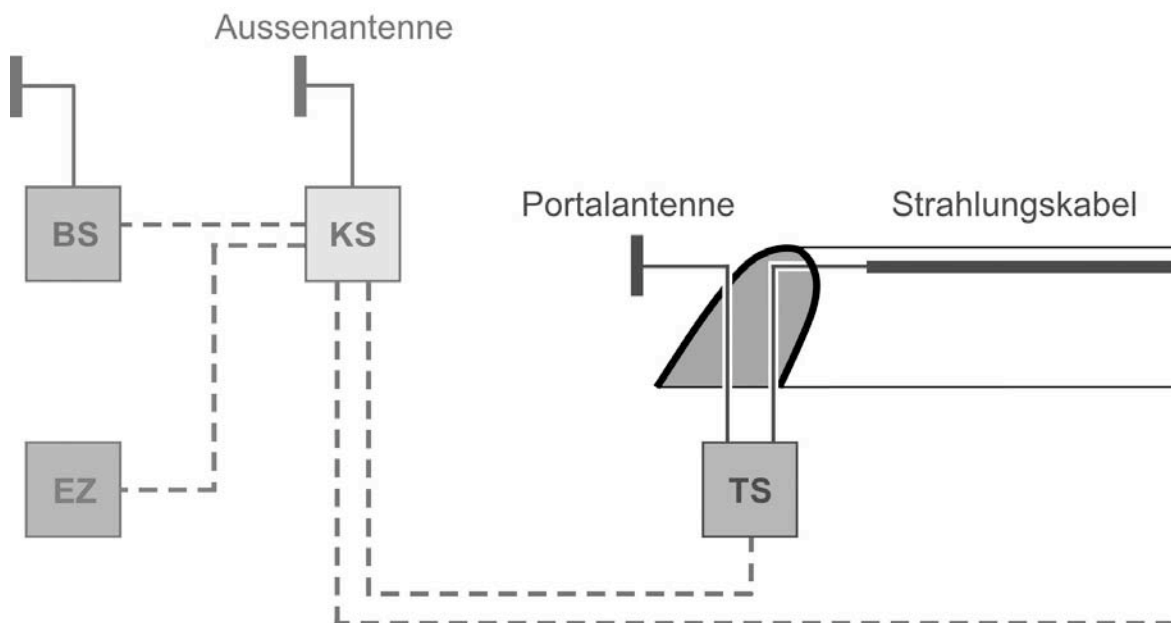
Planung der Helikopter-Landestellen

Die Praxis zeigt, dass in vielen Fällen vor Tunneln Helikopter-Landestellen neben der Autobahn angelegt werden. Für diesen Fall sind keine technischen Grundlagen vorhanden. Es bestehen jedoch Empfehlungen für die Anlage und Benutzung von Helikopter-Landestellen bei Spitälern [4], die mindestens in Einzelfällen auch für die Projektierung von Landeplätzen vor Tunneln benutzt werden. Die Empfehlung soll demnächst vom Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) überarbeitet werden.

Gemäss Abklärungen beim BAZL ist eine Revision der Verordnung über die Infrastruktur der Luftfahrt (VIL) in Vorbereitung. Dabei ist vorgesehen, neben den Spitälern auch Flächen für Landungen in der Nähe von Tunnelportalen in das Zivilluftfahrtsrecht aufzunehmen. Basierend auf der Änderung wird das BAZL eine Richtlinie für Landstellen vorbereiten, welche auch Landeplätze vor Tunneln berücksichtigt.

3.6 Funksysteme

Tunnelfunkanlagen haben die Aufgabe, die Funkverbindungen nicht nur im Tunnel, sondern auch im Tunnelvorbereich zu gewährleisten. Bezogen auf die Funkanwender wird zwischen Funkanlagen für die Betreiber, die Ereignis- und die Mobiltelefondienste sowie Rundfunkanlagen für die Tunnelbenützer unterschieden. Detaillierte Angaben finden sich in den Richtlinien des Bundesamtes für Strassen [8]. Im Bild 4 sind die Elemente des Tunnelfunksystems mit der Portalantenne für die Versorgung in Portalnähe dargestellt.



Legende: EZ Einsatzzentrale BS Basisstation KS Kopfstation TS Tunnelstation

Bild 4, Elemente des Tunnelfunksystems mit Portalantenne aus [1]

3.7 Ziffer 19, Schutzeinrichtungen, Übersicht und Kriterien zur Wahl

Allgemeines zur Systemwahl

Bei der Systemwahl ist primär zwischen motorisch angetriebenen bewegbaren Schutzeinrichtungen und solchen ohne motorischen Antrieb zu unterscheiden. Motorisch betriebene Schutzeinrichtungen bedingen nicht nur einen grossen Aufwand für die Beschaffung, sondern auch für die Erhaltung.

Beim Entscheid ist ebenfalls zu berücksichtigen, dass auch beim Einsatz von motorisch betriebenen bewegbaren Schutzeinrichtungen eine Öffnung des Mittelstreifens innerhalb von wenigen Minuten nicht möglich ist. Es sind jedoch der Forschungsstelle keine Fälle bekannt, bei denen Mittelstreifenüberfahrten für eine Intervention der Feuerwehr geöffnet worden sind. In Holland existieren bewegbare Schutzeinrichtungen für täglich durchgeführte Verkehrsüberleitungen. Diese basieren jedoch darauf, dass sowohl die Strassenbenutzer als auch die Betreiber auf die sich täglich wiederholenden Umstellungen vorbereitet sind. Der Einsatz bewegbarer Schutzeinrichtungen für den gleichen Zweck ist auch in Deutschland geplant.

Zeitbedarf zum Öffnen von Mittelstreifenüberfahrten mit bewegbaren Schutzeinrichtungen

Angaben zum Zeitbedarf für Umstellungen von bewegbaren Schutzeinrichtungen in Mittelstreifen finden sich in der Tabelle 2.

Art der Schutzeinrichtung	Öffnungsdauer	
	Total [min]	Staurelevanter Anteil* [min]
Nicht motorisch ausschwenkbar	20 - 40	10 - 15
Motorisch ausschwenkbar	5 - 10	4 - 8
Motorisch absenkbar	1 - 3	0

* Der staurelevante Anteil ist die Zeit, während welcher der Verkehr angehalten werden muss.

Tabelle 2, Zeitbedarf zur Öffnung von Mittelstreifenüberfahrten mit bewegbaren Schutzeinrichtungen

3.8 Ziffer 20, Schutzeinrichtungen, Anforderungen

Schutzeinrichtungen auf Mittelstreifen haben grundsätzlich die Anforderungen gemäss der Norm SN 640 566, Einsatz, Wahl und Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen [15] bzw. der Norm SN EN 1317-2, Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 2: Schutzeinrichtungen [16], zu erfüllen. Die Aufhaltstufe ist situationsbezogen festzulegen. Sie kann tiefer sein als diejenige der Schutzeinrichtung im Mittelstreifen.

Das Gleiche gilt auch für die Übergangskonstruktion zwischen dem "Mittelstreifensystem" und der Schutzeinrichtung in der Öffnung der Mittelstreifenüberfahrt. In Anbetracht der nur kurzen Dauer muss jedoch ausser in Spezialfällen während der Überleitung keine Anfangs- oder Endkonstruktion am Mittelstreifensystem angebracht werden.

3.9 Ziffer 21, Schnell demontierbare Schutzeinrichtungen für Mittelstreifenüberfahrten

Detaillierte Angaben zur Ausführung von schnell demontierbaren Leitschranken finden sich in den Richtlinien für Fahrzeugrückhaltesysteme des ASTRA [5]. Dabei ist Folgendes zu beachten:

- In den angegebenen Richtlinien finden sich lediglich zwei Systeme, die auch als schnell demontierbare Leitschranken standardisiert sind. Es sind dies die Systeme mit seitlich offenen Kastenprofilen LS 150'180 2,00 m sowie 2' LS 150'180 4,00 m. Dies bedeutet, dass im Fall der häufig auf Mittelstreifen angeordneten Doppelten Leitschranke mit Planke Profil A (DDLs A 4,00 und DDLs A 1,33 m) ein Übergang auf ein System mit seitlich offenen Kastenprofilen 150'180 mm notwendig ist. Das Gleiche gilt auch für die Leitschranke mit dem auf Mittelstreifen ebenfalls häufigen System mit dem unten offenen Kastenprofil 150'180 mm mit den Bezeichnungen LS 150'180u 4,00 m und 2,00 m. Eine Detaildarstellung von schnell demontierbaren Kastenprofilen findet sich im Bild 5 und 6.

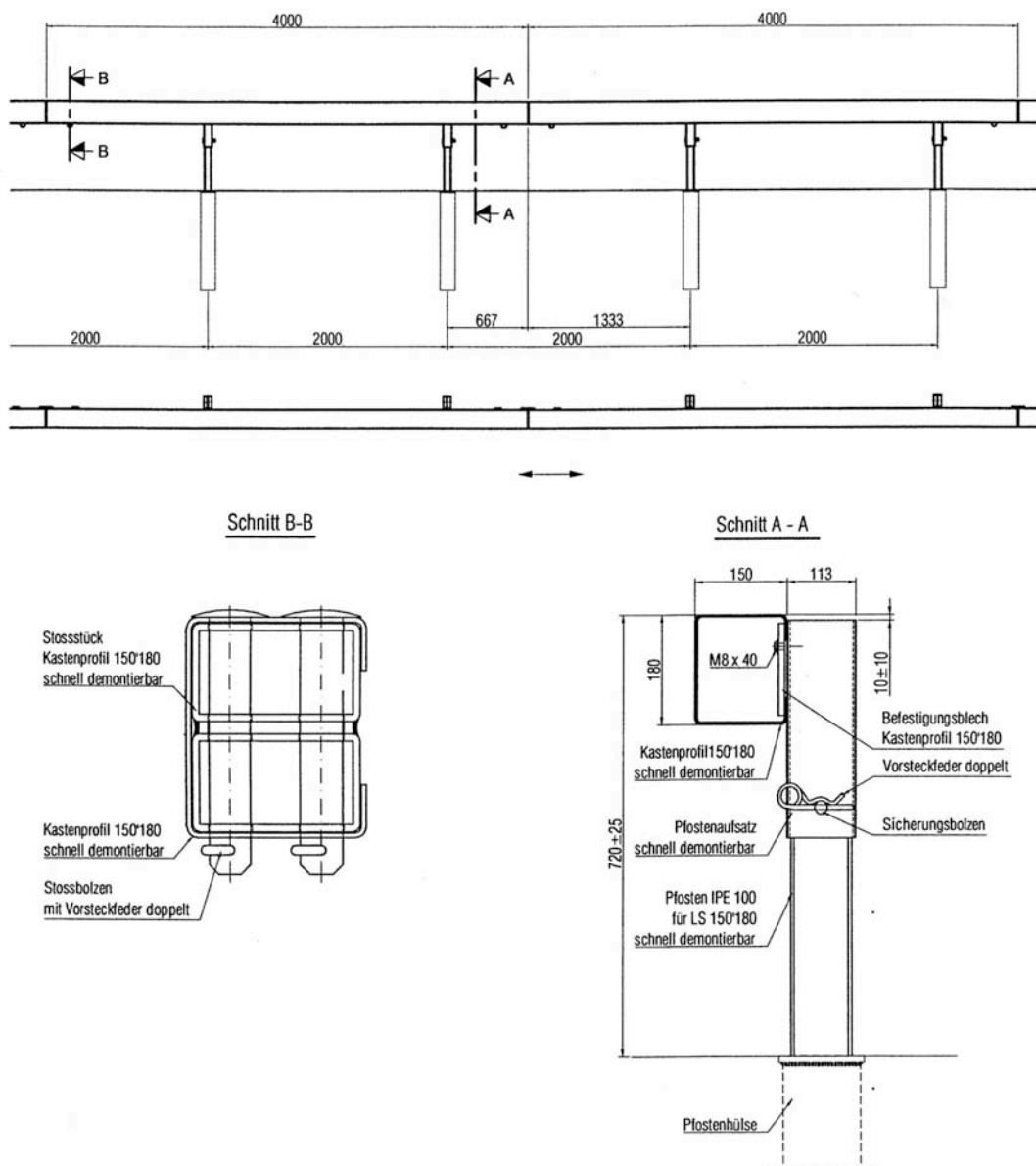


Bild 5, Schnell demontierbare LS 150'180 2,00 m gemäss den Richtlinien des ASTRA [5]



Bild 6, Schnell demontierbare
Leitschranke mit seitlich
offenem Kastenprofil
150/180 mm

- In Anbetracht der Beschränkung der Systeme mit einer Ausführung "schnell demontierbar" sind vielfach Übergangs- bzw. Verzweigungskonstruktionen notwendig.
- Im Fall eines Einsatzes von schnell demontierbaren Leitschranken sind auf der Mittelstreifenüberfahrt immer zwei parallel geführte Leitschranken notwendig. Dies bewirkt einen grossen Aufwand zum Öffnen und Schliessen des Mittelstreifens.

3.10 Ziffer 22, Ausschwenkbare Schutzeinrichtungen

3.10.1 Stahlleitmauer ohne motorischen Antrieb

Produkt/System

In der Schweiz werden mobile Stahlleitmauern "Vario-Guard" mit Drehgelenken an den Enden angeboten. Mit Ausnahme des Drehgelenks und einer Schnellverbindung zwischen der anstossenden Leitschranke bzw. einer Verzweigungskonstruktion handelt es sich um eine in der Schweiz seit längerer Zeit eingeführte bewährte mobile Stahlleitmauer. Eine Darstellung findet sich in den Bildern 7 und 8.

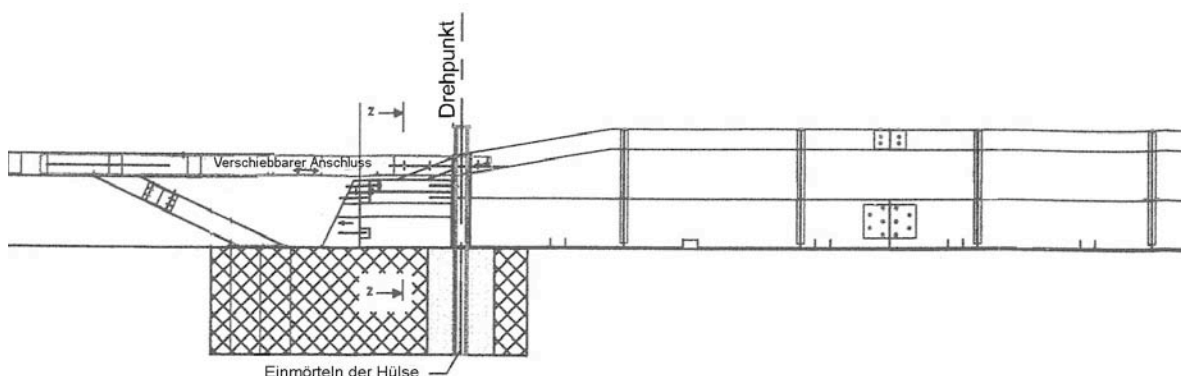


Bild 7, System Vario-Guard, Systemdarstellung, Ansicht

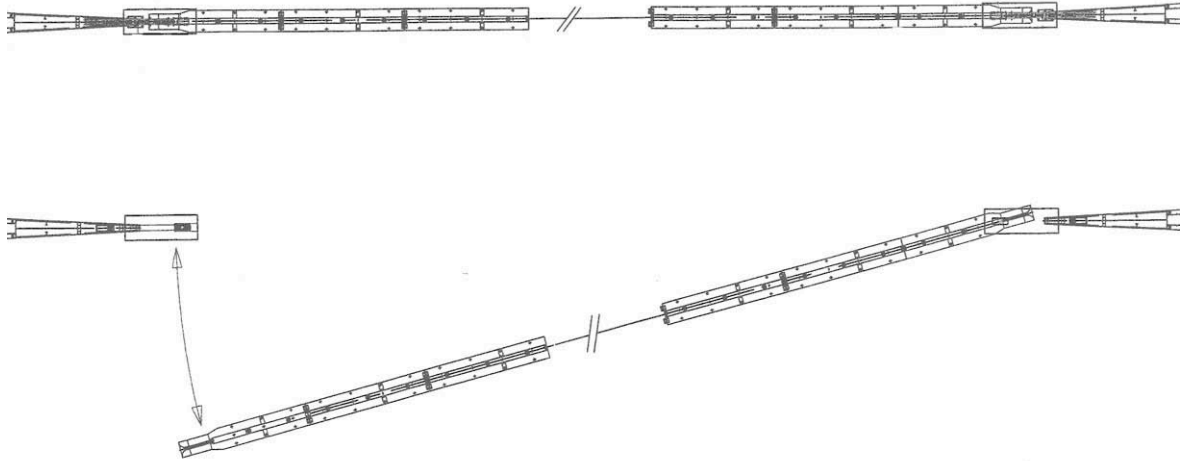


Bild 8, System Vario-Guard, Systemdarstellung, Überfahrt geschlossen und offen, Situationen

Beurteilung nach der Norm SN EN 1317, Rückhaltesysteme an Strassen

Das System ist gemäss dem Teil 2 der Norm [16] geprüft. Es weist die Aufhaltstufe H2 (Bus, 70 km/h, 20°, 13'000 kg) auf und hat den Test bezüglich der Insassensicherheit TB 11 (PW, 100 km/h, 20°, 900 kg) bestanden.

Die Übergangskonstruktion von der Leitschranke mit einem steil abgesenkten und in einem Betonfundament verankerten Kastenprofil 150'180 mm stellt eine mögliche Gefährdung bei einem Anprall dar.

Öffnen der Mittelstreifenüberfahrt

Das System Vario-Guard weist eine hohe Flexibilität auf. Es kann deshalb durch lokales schrittweises Verschieben mittels eines Kranes mit einem geringen personellen Aufwand und in vergleichsweise kurzer Zeit ausgeschwenkt werden.

Betriebssicherheit

In Anbetracht der Einfachheit der Konstruktion und dem Fehlen von mechanischen Hilfsmitteln und Steuerungen ist die Betriebssicherheit gewährleistet. Dies gilt insbesondere auch im Fall von ungünstigen Verhältnissen auf dem Mittelstreifen und der Fahrbahn wie insbesondere Schnee und Eis.

Betrieblicher Unterhalt

Der betriebliche Unterhalt entspricht demjenigen für konventionelle Schutzrichtungen. Er ist marginal.

Anforderungen an die Fahrbahnoberfläche

Es sind die üblichen Verhältnisse wie zum Aufstellen von mobilen Stahlleitmauern auf Mittelstreifen zu schaffen.

Zusammenfassende Beurteilung

Der Einsatz von ausschwenkbaren Stahlleitmauern System Vario-Guard wird ausser bei einem Einsatz auf Autobahnen mit einem ausserordentlich grossen DTV als zweckmässig beurteilt.

3.10.2 Ausschwenkbare Stahlleitmauer mit motorischem Antrieb

Beschrieb

Die in der Schweiz verwendeten Systeme weisen im Wesentlichen die gleichen Charakteristiken auf. Sie bestehen aus Leitmauerelementen mit Rollen und mit Übergangskonstruktionen zur anstossenden Schutzeinrichtung. Die beiden Leitmauerenden sind bei Normalbetrieb der Autobahn kraftschlüssig miteinander verbunden. Die Fahrgestelle werden mittels einer Software gesteuert.

Beurteilung nach der Norm SN EN 1317, Rückhaltesysteme an Strassen

Die Systeme sind weder bezüglich der Aufhaltstufe noch der Insassensicherheit gemäss der Norm SN EN 1317-2 [16] geprüft worden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass alle Systeme die Aufhaltstufe H2 (Bus, 70 km/h, 20°, 13'000 kg) erreichen. Es ist im Weiteren anzunehmen, dass sie die Anforderungen bezüglich der Insassensicherheit nicht erreichen bzw. dass der Kennwert der Anprallheftigkeitsstufe B bei einem Anfahrtest überschritten wird.

Betriebssicherheit

Die Betriebssicherheit kann nicht beurteilt werden. Der Forschungsstelle sind jedoch keine Fälle fehlender Betriebsbereitschaft bekannt.

Betrieblicher Unterhalt

Der Aufwand für den betrieblichen Unterhalt wird als erheblich beurteilt. Problematisch ist insbesondere die Gewährleistung der Kompetenz bezüglich der Erhaltung der Software über mehrere Jahrzehnte.

Anforderungen an die Fahrbahnoberfläche

Kritisch sind grundsätzlich Eindrücke der Rollen bei heisser Witterung und direkter Sonneneinstrahlung auf bituminösen Deckschichten. Das Problem wird von den Herstellern als wenig massgebend beurteilt.

Zusammenfassende Beurteilung

Der Einsatz von motorisch angetriebenen Stahlleitmauern auf Tunnelvorbereichen mit einem ausserordentlich grossen DTV wird grundsätzlich positiv beurteilt.

System Scholl-Metall

Das System Scholl-Metall wurde und wird in zahlreichen Tunneln in der französischen Schweiz eingesetzt. Fotoaufnahmen finden sich in den Bildern 9 bis 12.



Bild 9, System Scholl-Metall, A1, Anschluss Yverdon



Bild 10, System Scholl-Metall bei der Inbetriebnahme (Foto Scholl-Metall)

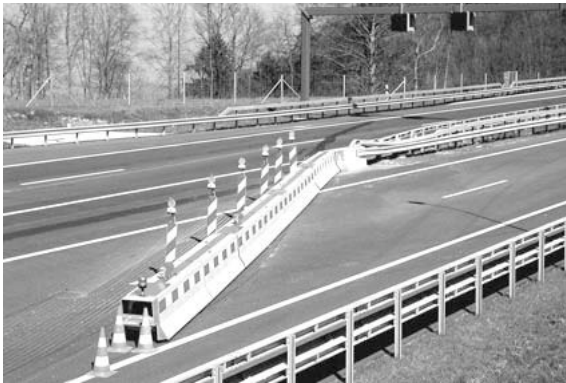


Bild 11, Offene Mittelstreifenüberfahrt mit Radspuren von angepralltem Lastwagen (Foto Scholl-Metall)



Bild 12, System Scholl-Metall, Übergangskonstruktion

System Jansen Venneboer

Das System Jansen Venneboer wird in den Niederlanden hergestellt. Es ist auf verschiedenen Autobahnen der Deutschschweiz und dabei insbesondere im Kanton Aargau eingesetzt worden. Fotoaufnahmen finden sich in den Bildern 13 bis 16.



Bild 13, System mit anschliessender Verzweigung A3, Kanton Aargau



Bild 14, Leitmauerelement, A3, Kanton Aargau



Bild 15, System vor dem Baregg tunnel mit anschliessender Leitschranke LS "2x 150'180 - 50'100 2,00 m



Bild 16, System vor dem Baregg tunnel, A1, Kanton Aargau, mit Übergangskonstruktion

3.11 Absenkbare Stahlleitschranke

Produkt/System

Die absenkbare Stahlleitschranke System Burri ist in Europa die erste in einer Mittelstreifenüberfahrt eingebaute motorisch betriebene und über ein Fernwirksystem gesteuerte Schutzeinrichtung. Die Leitschranke ist seit über zwanzig Jahren vor dem Gurbristtunnel in Betrieb. Im Weiteren ist sie in mehreren Kantonen der Deutschschweiz und im Kanton Neuenburg eingebaut worden. Die einfache Konstruktion besteht aus gelenkig gelagerten Pfosten sowie einem vergleichsweise steifen Kastenprofil, das gelenkig mit dem Pfosten verbunden ist. Die Leitschranke wird bei der Öffnung der Mittelstreifenüberfahrt in einem aus Beton bestehenden Graben bis OK Deckschicht abgesenkt. An den Enden ist das Kastenprofil zugfest mit der anschliessenden Leitschranke verbunden. Ein direkter Anschluss an eine Betonleitmauer ist aus sicherheitstechnischen Gründen nicht möglich. Das System Burri ist in den Bildern 17 bis 20 dargestellt.



Bild 17, System Burri, Kastenprofil mit Pfosten, vor dem Gubristtunnel, A20, Kanton Zürich (Aufnahme 1985)



Bild 18, System Burri mit gelenkig befestigten Pfosten, vor dem Gurbristtunnel, A20, Kanton Zürich (Aufnahme 1985)



Bild 19, System Burri abgesenkt, vor der Überdeckung Entlisberg, A3, Kanton Zürich



Bild 20, System Burri mit Verbindung zur anstossenden Leitschranke, A3, Standort Entlisberg

Beurteilung nach der Norm SN EN 1317, Rückhaltesysteme an Strassen

Das "System Burri" ist weder bezüglich der Aufhaltstufe noch der Insassensicherheit gemäss der Norm SN EN 1317-2 [16] geprüft worden. Es ist davon auszugehen, dass es die Aufhaltstufe H1 (Lastwagen, 70 km/h, 15°, 10'000 kg) erreicht. Es kann im Weiteren angenommen werden, dass es die Anforderungen hinsichtlich der Insassensicherheit erreicht bzw. den Kennwert der Anprallheftigkeitsstufe B nicht übersteigt. Zum Anprall von Fahrzeugen ist festzustellen, dass beim System Burri eine langjährige Erfahrung bezüglich Unfällen besteht. Gemäss Recherchen der Forschungsstelle hat das System bei den zahlreichen Anprallereignissen mit Personenwagen in keinem Fall zu Problemen Anlass gegeben. Ein Nachweis der Konformität hinsichtlich der Sicherheit der Übergangskonstruktion zwischen dem System und der anschliessenden Leitschranke gemäss der Norm SN EN 1317-4 [17] liegt nicht vor.

Betriebssicherheit

Dank der Einfachheit der Konstruktion sowie der Steuerung ist von einer hohen Betriebssicherheit auszugehen. Der Nachweis wurde in den vielen Betriebsjahren erbracht. Von besonderer Bedeutung ist dabei auch der Umstand, dass "Fehlöffnungen" der Mittelstreifenüberfahrt ohne Folgen sind, da die Fahrstreifen im Gegensatz zu ausschwenkbaren Schutzeinrichtungen vom Öffnungsvorgang nicht tangiert werden.

Betrieblicher Unterhalt

Dank der einfachen Konstruktion und der einfachen Steuerung ist der Aufwand für den betrieblichen Unterhalt gering. Die Verschmutzung des Absenkgrabens hat sich als nicht relevantes Problem erwiesen.

Anforderungen an die Fahrbahnoberfläche

Die Geometrie des Mittelstreifens ist auf die Geometrie der Leitschranke auszurichten. Im Fall von Mittelstreifenüberfahrten auf Kunstbauten muss wegen des Absenkgrabens der Entscheid für den Einsatz des Systems Burri in einem sehr frühen Zeitpunkt gefällt werden.

Zusammenfassende Beurteilung

Der Einsatz der absenkbaaren Schutzeinrichtung System Burri wird für den Einsatz auf Mittelstreifenüberfahrten von Tunnelvorbereichen im Hinblick auf die Funktion und den Unterhalt als zweckmässig beurteilt.

3.12 Ziffer 23, Schutzeinrichtungen vor den Tunnelportalen

Einsatz von Schutzeinrichtungen

Grundsätzlich sind Schutzeinrichtungen ausser in Spezialfällen nur an dem Portal anzuordnen, wo während des Normalbetriebs eingefahren wird. Sofern die örtlichen Verhältnisse wie Hindernisse im Seitenraum es bedingen, sind auch am Ausfahrtsportal Schutzeinrichtungen anzuordnen.

Schutzeinrichtungen vor dem Einfahrtsportal

Die Schutzeinrichtung vor dem Einfahrtsportal hat die folgenden Anforderungen zu erfüllen:

- Kein Anprall von Fahrzeugen an die seitlichen Portalwände
- Verhüten eines Anpralls von Lastwagenaufbauten oder von Transporttanks von Tankfahrzeugen an die Tunnelwand (Bild 21)
- Eine homogene Gestaltung des Übergangs vom Tunnelvorbereich zum Tunnelportal
- Eine Schutzeinrichtung, die mit Übersteighilfen ausgerüstet werden kann, ohne dass deren Funktion vermindert wird.

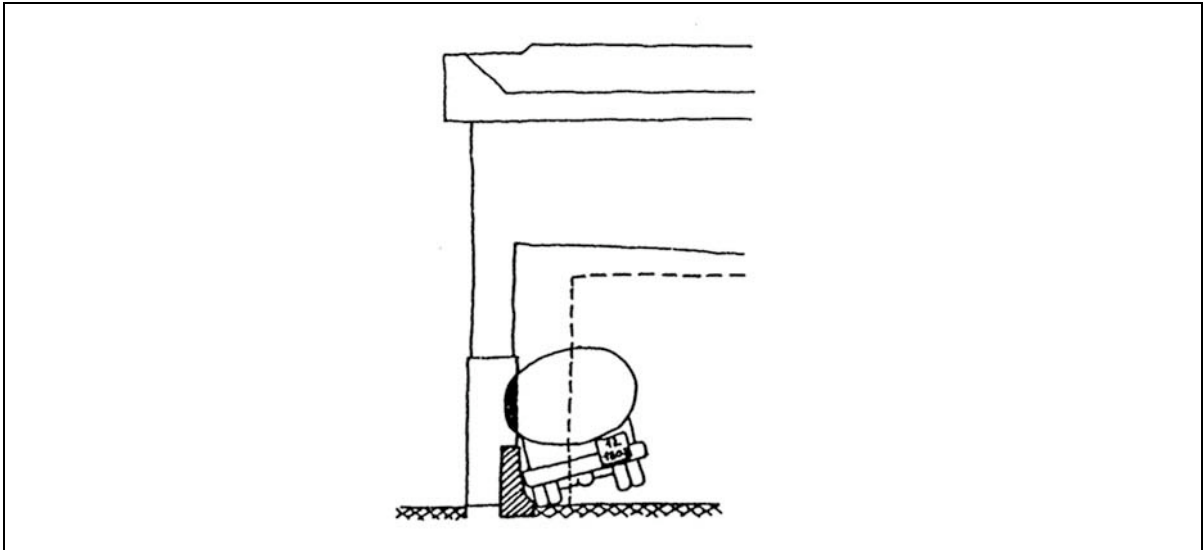


Bild 21, Ungünstiger Anprall von Fahrzeugaufbauten an das Tunnelportal im Fall eines Übergangs
Leitmauer - Tunnelportal mit normal hoher Leitmauer



Bild 22, Anprall eines
Reisebusses an eine
Portalwand in Österreich im
Jahr 2001 (Foto Presse)

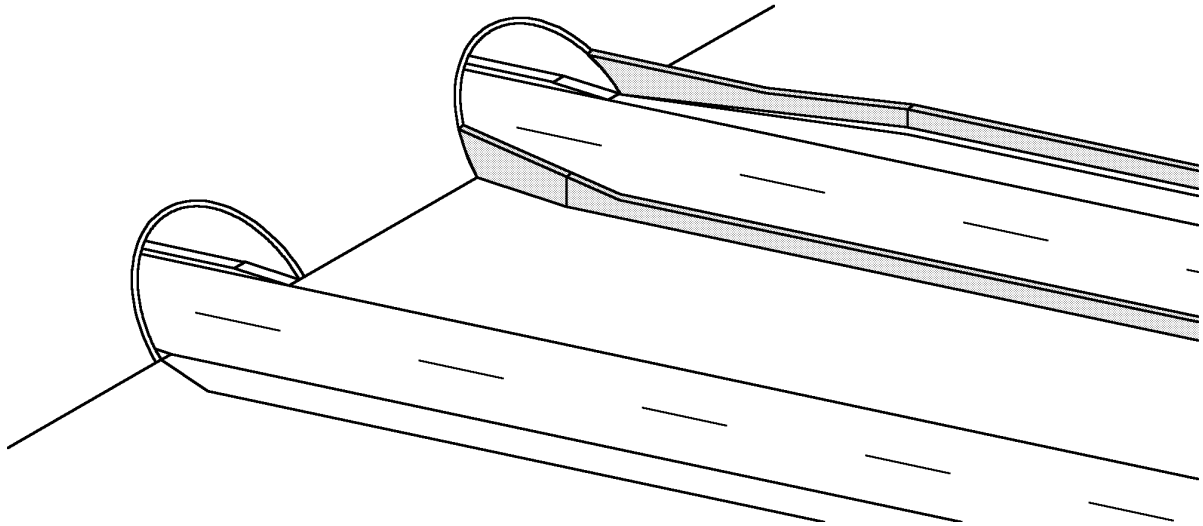


Bild 23, Schematische Darstellung der Schutzeinrichtungen an den Tunnelportalen gemäss Norm SN 640 381

Unter Berücksichtigung der Anforderungen ist es sinnvoll, vor dem Einfahrtsportal eine Leitmauer gemäss den Richtlinien für Fahrzeugrückhaltesysteme [5] anzuordnen. Gemäss Abklärungen bei deutschen Stellen steht ein ähnliches Konzept zur Diskussion. Bei diesem ist jedoch vorgesehen, die "Tunnelendausbildung" (Portal) vom Scheitel bis zur Leitmauer gemäss Bild 23 zu führen. Gemäss der Abb. 1 in der Norm 640 381 ist jedoch aus gestalterischen Gründen lediglich ein Hochführen der Leitmauer vor dem Portal vorgesehen.

4 Kurzbericht

Auftrag

Die Projektierung von Vorbereichen von Tunneln von Autobahnen hat in der Praxis bei jedem Bauvorhaben zu Diskussionen geführt und eine aufwändige Informationsbeschaffung bei den verschiedensten Stellen bedingt. Auch in Zukunft sind für die Projektierung von Tunnelvorbereichen zahlreiche Absprachen notwendig. Mit einer Darstellung der massgebenden Aspekte und der Lieferung von Lösungsvorschlägen kann die Projektierung effizienter durchgeführt sowie ein den örtlichen Verhältnissen angepasster Ausbaustandard erreicht werden. Basierend auf dieser Ausgangslage hat der Schweizerische Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute beim Bundesamt für Strassen einen Antrag für eine Forschungsarbeit zum angegebenen Problembereich eingereicht. Dieser ist in der Folge bewilligt worden. Das Ziel der Forschungsarbeit war die Beschaffung und Auswertung von Informationen im Hinblick auf eine Verbesserung der Verkehrssicherheit vor den Tunneln, die Sicherheit des Betriebspersonals, die Minimierung von Stauzeiten, günstige Bedingungen für die Ereignisdienste speziell im Brandfall sowie wie bereits erwähnt eine Vereinfachung der Projektierung.

Verkehrssicherheit

Tunnelvorbereiche sind allgemein Unfallschwerpunkte. Die Ursachen dazu sind nicht abschliessend geklärt. Für den Normalbetrieb sollen mit der Forschungsarbeit bzw. der geplanten Norm "Tunnelvorbereiche auf Autobahnen" die folgenden Ziele erreicht werden:

- Gute optische Führung des Verkehrs
- Keine Kehrmanöver über den Mittelstreifen
- Kein Anprall von Fahrzeugen an gefährliche Hindernisse

Für den Betrieb über den Mittelstreifen werden die nachfolgenden Ziele angestrebt:

- Gute optische Führung des Verkehrs im Bereich der Überleitung
- Gute Erkennbarkeit des Beginns der Überleitung
- Keine geradeaus fahrenden Fahrzeuge während der Fahrstreifenüberleitung
- Keine Auffahrunfälle vor der Fahrstreifenüberleitung wegen des Wechsels auf eine einstreifige Verkehrsführung
- Keine Frontalkollisionen mit dem Gegenverkehr

Anforderungen seitens der Unterhaltsdienste

Der Tunnelvorbereich ist für die Leistungserbringung des Unterhaltsdienstes von erheblicher Bedeutung. Er hat die folgenden Anforderungen zu erfüllen:

- Wendemöglichkeit für Unterhaltsfahrzeuge
- Abstellfläche für Fahrzeuge im Zusammenhang mit Erhaltungsmaßnahmen
- Zugang zur Betriebszentrale
- Funkverbindungen

Anforderungen seitens der Ereignisdienste

Die Ereignisdienste benötigen den Tunnelvorbereich als Bereitstellungsraum bei Grossereignissen. Allgemein sind für die Ereignisdienste keine besonderen Massnahmen notwendig. Situationsbezogen können sich die folgenden Anforderungen ergeben:

- Fahrbahnwechsel für Fahrzeuge der Feuerwehr
- Feuerwehrezufahrt
- Funkverbindungen

Wendeschlaufen

Wendeschlaufen werden auf die Bedürfnisse der Unterhaltsdienste und dabei insbesondere auf Winterdiensteinsätze ausgerichtet. Sie werden allgemein in Fällen gebaut, in denen in der Nähe des Tunnelportals kein Anschluss vorhanden ist sowie bei langen und mehreren Tunneln in Folge. Wendeschlaufen können als Über- oder Unterführung sowie als Umfahrung des Tunnelvorbereichs gestaltet werden. Die Geometrie ist auf das Befahren mit den zum Einsatz gelangenden Schneepflügen auszurichten.

Mittelstreifenüberfahrten

Mittelstreifenüberfahrten sind eine störende Inhomogenität. Daraus ergeben sich spezielle Anforderungen an deren Geometrie. Mittels verschiedener Massnahmen müssen während Verkehrsführungen über den Mittelstreifen Irrfahrer in Richtung des gesperrten Tunnelportals vermieden werden. Gegenmassnahmen bestehen aus einer günstigen Verkehrsführung sowie Elementen der Signalisation mit einem Fahrstreifen-Lichtsignal-System sowie Markierungen und Leiteinrichtungen. Im Einzelfall ist die Notwendigkeit einer Unterflurbeleuchtung zu prüfen.

Abstellflächen für Fahrzeuge

Für die Unterhaltskampagnen im Tunnel benötigt der Betreiber Abstellflächen im Tunnelvorbereich, deren Ausmasse im Rahmen der Forschungsarbeit recherchiert wurden.

Feuerwehruzufahrten

Feuerwehruzufahrten wirken sich auf die passive Sicherheit der Autobahn häufig negativ aus. Sie sind nur ausnahmsweise zulässig. An die Qualität hinsichtlich der Befahrbarkeit werden verhältnismässig hohe Ansprüche gestellt.

Ausrüstung der Tunnelvorbereiche

Die Ausrüstung umfasst Schutzeinrichtungen, SOS-Nischen, Feuerlöschposten, Funksysteme sowie Massnahmen der passiven Sicherheit wie insbesondere Leitschranken und Leitmauern. Ein zentrales Element der Projektierung ist die Wahl eines bezüglich der Kosten angemessenen Systems für einen Einsatz im Bereich der Mittelstreifenüberfahrt. Zur Auswahl stehen leicht demontierbare oder mit einem Kran verschiebbare Systeme sowie motorisch betriebene ausschwenkbare oder absenkbare Schutzeinrichtungen. Die motorisch betriebenen Systeme sind kostenaufwändig in der Erstellung und benötigen einen erheblichen Aufwand für die Erhaltung.

Schutzeinrichtungen vor Tunnelportalen

Für die Verkehrssicherheit ist die Anordnung einer Leitmauer vor dem zufahrtseitigen Portal von ausschlaggebender Bedeutung. Im Hinblick auf einen Anprall eines Tankfahrzeugs ist die Leitmauer gegen das Portal hin auf eine Höhe von 3,0 m hochzuziehen. Auf der Wegfahrseite (Ausfahrtsportale) sind in der Regel keine Schutzeinrichtungen notwendig.

5 Literaturverzeichnis

- [1] Wegleitung für die Intervention bei Bränden in Strassentunneln (in Vorbereitung), Schweizerischer Feuerwehrverband, Gümligen
- [2] SN 640 135, Linienführung, Mittelstreifenüberfahrten, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS, Zürich
- [3] Kriterien für den Einsatz von Unterflurbeleuchtungen zur Unterstützung anderer Verkehrslenkungsanlagen, Bundesamt für Strassen, Bern, 2004 (in Vorbereitung)
- [4] Empfehlungen für Anlagen und Benutzung von Helikopter-Landestellen bei Spitälern, Schweizer Baudokumentation, Blauen (Revision in Vorbereitung)
- [5] Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme, Bundesamt für Strassen, Bern, 2002
- [6] Norm SN 531 197/2, Projektierung Tunnel, Strassentunnel, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich, 2005
- [7] Richtlinie Tunnel und Elektromechanik, Signalisation der Sicherheitseinrichtungen in den Tunnels (in Vorbereitung), Bundesamt für Strassen
- [8] Richtlinie Tunnel und Elektromechanik, Funksysteme in Tunnels, Bundesamt für Strassen, Bern (in Vorbereitung)
- [9] Richtlinie Tunnel und Elektromechanik, Verkehrsfernsehen (in Vorbereitung), Bundesamt für Strassen
- [10] Interverband für Rettungswesen (IVR), Richtlinien für die Organisation des Sanitätsdienstes beim Schadenereignis mit grossem Patientenansturm, Aarau, 2000
- [11] P. Spacek, Gestaltung von Mittelstreifenüberfahrten an Hochleistungsstrassen, Bundesamt für Strassen, Zürich 1995
- [12] M. Weissert, Reduzierte Tunnelbeleuchtung, Auswirkungen auf das Unfallgeschehen, Kantonspolizei Zürich, Zürich, 1994
- [13] R. Weber, M. Weissert, Verkehrstechnische Untersuchungen im Nordportal des Gubristtunnels, Kantonspolizei Zürich, Zürich, 2001
- [14] R. Weber, M. Weissert, Ausnahmebetrieb / Optische Gestaltung von Überfahrten, Kantonspolizei Zürich, Zürich, 1998
- [15] Norm SN 640 566, Einsatz, Wahl und Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich, 1995
- [16] Norm SN EN 1317-2, Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 2: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Schutzeinrichtungen, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich, 1998
- [17] Norm SN EN 1317-4, Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 4: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Anfangs-, End- und Übergangskonstruktionen von Schutzeinrichtungen, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich, 2001

Anhang

Entwurf zur Norm SN 640 381, Tunnelvorbereiche auf Autobahnen - Projektierung und Ausrüstung



Strassentunnel

Tunnelvorbereiche auf Autobahnen

INHALTSVERZEICHNIS	Seite
A. Allgemeines	3
1. <i>Geltungsbereich</i>	3
2. <i>Gegenstand</i>	3
3. <i>Zweck</i>	3
4. <i>Begriffe</i>	3
4.1 Mittelstreifenüberfahrt	3
4.2 Tunnelvorbereich	3
4.3 Wendeschlaufe	3
B. Grundlagen	3
5. <i>Nutzung der Tunnelvorbereiche</i>	3
C. Gestaltung der Tunnelvorbereiche	4
6. <i>Ein- und Ausfahrten</i>	4
7. <i>Wendeschlaufen</i>	4
7.1 Notwendigkeit	4
7.2 Gestaltung	4
7.3 Lage und Geometrie der Anschlüsse	4
8. <i>Mittelstreifenüberfahrten</i>	4
8.1 Lage	4
8.2 Geometrie	5
8.3 Sicherheit des Personals	5
8.4 Verkehrsführung und Verkehrssicherheit	5
8.5 Signalisation	5
8.6 Markierung und Leiteinrichtungen	5
8.7 Unterflurbeleuchtungen der Fahrstreifen	5
9. <i>Abstellflächen für Fahrzeuge</i>	6
9.1 An den Fahrbahnaussenrändern	6
9.2 Im Mittelstreifen	6
10. <i>Zufahrt zur Zentrale</i>	6
11. <i>Feuerwehruzufahrt</i>	6
12. <i>Landung von Helikoptern</i>	7

D. Ausrüstung der Tunnelvorbereiche	7
13. <i>Schutzeinrichtungen</i>	7
14. <i>Beleuchtung</i>	7
15. <i>SOS-Nischen mit Feuerlöschposten</i>	7
16. <i>Funksysteme</i>	7
17. <i>Passive Sicherheit der Strassenausrüstung</i>	7
E. Schutzeinrichtungen	8
18. <i>Übersicht und Kriterien zur Wahl</i>	8
19. <i>Anforderungen</i>	8
19.1 <i>Leistungsklassen</i>	8
19.2 <i>Übergangskonstruktionen</i>	8
19.3 <i>Anfangs- und Endkonstruktionen im Fall der Verkehrsführung über den Mittelstreifen</i>	8
20. <i>Schnell demontierbare Schutzeinrichtungen für Mittelstreifenüberfahrten</i>	9
20.1 <i>Beschreibung</i>	9
20.2 <i>Öffnung der Mittelstreifenüberfahrt</i>	10
20.3 <i>Verkehrssicherheit</i>	10
21. <i>Ausschwenkbare Schutzeinrichtungen</i>	10
21.1 <i>Beschreibung</i>	10
21.2 <i>Öffnen der Mittelstreifenüberfahrt</i>	10
21.3 <i>Verkehrssicherheit</i>	10
21.4 <i>Systeme ohne motorischen Antrieb</i>	11
21.4.1 <i>Betrieb</i>	11
21.4.2 <i>Unterhalt</i>	11
21.4.3 <i>Anforderungen an die Fahrbahnoberfläche</i>	11
21.5 <i>Systeme mit motorischem Antrieb</i>	11
21.5.1 <i>Betrieb</i>	11
21.5.2 <i>Positionsüberwachung</i>	11
21.5.3 <i>Unterhalt</i>	11
21.5.4 <i>Anforderungen an die Fahrbahnoberfläche</i>	11
22. <i>Motorisch absenkbare Schutzeinrichtungen</i>	12
22.1 <i>Beschreibung</i>	12
22.2 <i>Öffnen der Mittelstreifenüberfahrt</i>	12
22.3 <i>Betrieb</i>	12
22.4 <i>Positionsüberwachung</i>	12
22.5 <i>Unterhalt</i>	12
22.6 <i>Anforderungen an die bauseitigen Gegeben- heiten</i>	12
23. <i>Schutzeinrichtungen bei Tunnelportalen</i>	12
23.1 <i>Einsatz</i>	12
23.2 <i>Übergänge auf das Tunnelportal</i>	12
23.3 <i>Übersteighilfen an Leitmauern</i>	13
F. Literaturverzeichnis	13

A. Allgemeines

1. Geltungsbereich

Die Norm gilt für Vorbereiche von Tunneln auf richtungsgetrennten Autobahnen sowie sinngemäss für Teilaspekte von Strassenabschnitten vor Tunneln mit Gegenverkehr.

2. Gegenstand

Die Norm enthält Angaben zur Projektierung und zur Ausrüstung von Tunnelvorbereichen im Hinblick auf die aktive und passive Sicherheit und die Bedürfnisse der Betreiber, der Feuerwehr, der Polizei- und der Rettungsdienste.

3. Zweck

Die Norm hat die folgenden auf den Tunnelvorbereich bezogenen Ziele:

- Gewährleisten der Verkehrssicherheit in allen Betriebszuständen
- Gewährleisten der Leistungsfähigkeit der Strasse in allen Betriebszuständen
- Erfüllen der Bedürfnisse des Betreibers und der Ereignisdienste

4. Begriffe

4.1 Mittelstreifenüberfahrt

Abschnitt des Mittelstreifens zur Überleitung des Verkehrs auf die Fahrbahn der Gegenrichtung

4.2 Tunnelvorbereich

Strassenraum vor den Tunnelportalen mit einem unmittelbaren Bezug zum Tunnelbetrieb

4.3 Wendeschlaufe

Auf die Belange der Betreiber ausgerichtete Verbindung beider Fahrrichtungen mit einer Überführung über die Portale, einer Unterführung oder einer sonstigen Umfahrung der Portale für den Wechsel der Fahrrichtung

B. Grundlagen

5. Nutzung der Tunnelvorbereiche

Tunnel und Tunnelvorbereiche dienen folgenden Nutzungen:

- Normale Nutzung durch den Verkehr
- Normale Nutzung durch den Betreiber sowie für Erneuerungsarbeiten
- Einsatz von Feuerwehr, Polizei und Rettungsdiensten bei einem Unfall oder Brand im Tunnel

Im Gegensatz zur offenen Strecke können Unterhaltsarbeiten in einer Tunnelröhre meist nur bei gänzlich gesperrter Fahrbahn durchgeführt werden. Bei einem Unfall oder einem Brand im Tunnel ist der Zugang zum Schadenplatz erheblich erschwert. Wegen dieser besonderen Verhältnisse haben die Tunnelvorbereiche neben der Verkehrssicherheit vielfältige Anforderungen zu erfüllen. Die Gestaltung des Vorbereichs hat unter anderem die folgenden Betriebszustände zu gewährleisten:

- Führung des Verkehrs über den Mittelstreifen
- Bereitstellungsräume für Fahrzeuge bei einem Unfall oder einem Brand im Tunnel
- Überleitung der Fahrzeuge der betroffenen Dienste bei einem Unfall oder Brand im Tunnel
- In einzelnen Fällen Wendeplatz für Fahrzeuge des Betreibers

C. Gestaltung der Tunnelvorbereiche

6. Ein- und Ausfahrten

Bei Autobahnanschlüssen in der Nähe von Tunnelportalen sind folgende Grundsätze zu beachten:

- Einfahrten in Tunnelvorbereichen sowie im Tunneleinfahrbereich sind möglichst zu vermeiden.
- Bei Ein- und Ausfahrten im Tunnelvorbereich ist zu prüfen, ob eine anschliessende Verkehrsführung über den Mittelstreifen zulässig ist. In speziellen Fällen sind die Ein- oder Ausfahrten in Tunnelvorbereichen während den Überleitungen über den Mittelstreifen zu schliessen. Die betrieblichen Folgen der Schliessung sind zu beurteilen.

7. Wendeschlaufen

7.1 Notwendigkeit

Bei der Beurteilung der Notwendigkeit einer Wendeschleife sind primär die Bedürfnisse des Betreibers insbesondere im Hinblick auf den Winterdienst massgebend. Der Bau einer Wendeschleife kann in den folgenden speziellen Fällen zweckmässig sein:

- Wenn in der Nähe des Tunnelportals kein Anschluss vorhanden ist
- Vor langen Tunneln und bei mehreren Tunneln in Folge
- Wenn der Wechsel der Fahrtrichtung über eine Wendeschleife eine erhebliche Verkürzung der Fahrzeit bewirkt

7.2 Gestaltung

Die Wendeschleife kann als Überführung, als Unterführung oder als sonstige Umfahrung der Portale für den Wechsel der Fahrtrichtung gestaltet sein. Sie kann auch als Feuerwehrezufahrt für beide Fahrtrichtungen dienen.

7.3 Lage und Geometrie der Anschlüsse

Für die Anschlüsse der Wendeschleife an die Fahrbahnen sind die folgenden Grundsätze zu beachten:

- Anschlüsse sind in Bereichen anzuordnen, wo ein als Verzögerungs- bzw. Beschleunigungsstreifen benutzbarer Standstreifen mit einer Breite von 3,00 m vorhanden ist.
- Anschlüsse in der Zufahrtsrichtung sind so weit vor dem Tunnelportal anzuordnen, dass die Kriterien der aktiven und passiven Sicherheit eingehalten werden.
- Die horizontale und vertikale Linienführung ist auf die massgebenden Fahrzeuge des Betreibers auszurichten. Für die vertikale Linienführung sind dies normalerweise Lastwagen mit einer Salzstreuerausrüstung. Die Projektierungsgeschwindigkeit der Wendeschleife kann auf 20 km/h festgelegt werden.

8. Mittelstreifenüberfahrten

8.1 Lage

Mittelstreifenüberfahrten in Tunnelvorbereichen sind möglichst 100 bis 250 m vom Tunnelportal entfernt anzuordnen.

Die horizontale Linienführung an der Stelle der Mittelstreifenüberfahrt soll gerade sein oder einen Kurvenradius $\geq 7'500$ m aufweisen. Das Quergefälle der Fahrbahnen an der Stelle der Mittelstreifenüberfahrt muss $\leq 3\%$ sein.

8.2 Geometrie

Die Arten der Überleitungen sind in der Norm [2] dargestellt. Die Projektierungsgeschwindigkeit beträgt in der Regel 60 km/h. Die Verkehrsführung über den Mittelstreifen ist allgemein einstreifig. Die Überleitung vom Einrichtungs- zum Gegenrichtungsbetrieb erfolgt vom Normalfahrstreifen zum Überholfahrstreifen gemäss der Norm [2]

8.3 Sicherheit des Personals

Während der Dauer der Verkehrsführung über den Mittelstreifen besteht eine Gefährdung des im gesperrten Tunnel oder Tunnelvorbereich tätigen Personals. Eine günstige Verkehrsführung, eine grosse Distanz von der Mittelstreifenüberfahrt zum Tunnelportal sowie eine gute optische Führung durch die Markierung und Leiteinrichtungen erhöhen die Sicherheit des Personals.

8.4 Verkehrsführung und Verkehrssicherheit

Die Verkehrsführung über den Mittelstreifen erfolgt vom Überholfahrstreifen zum Überholfahrstreifen und erfordert somit einen Fahrstreifenabbau nach links.

Normalerweise muss für die Einrichtung der Verkehrsführung über den Mittelstreifen der Verkehr angehalten werden.

8.5 Signalisation

Wenn ein Fahrstreifen-Lichtsignal-System (FLS) vorhanden ist, erfolgt der Fahrstreifenabbau und die Führung auf die Überfahrt gemäss der Norm [5].

Wo ein FLS fehlt, erfolgt die Signalisation wie bei Baustellen auf Autobahnen und Autostrassen gemäss der Norm [7].

8.6 Markierungen und Leiteinrichtungen

Um das Abirren von Fahrzeugen in Richtung des Tunnelportals zu verhindern, müssen Markierungen und Leiteinrichtungen die optische Führung gewährleisten. Zudem leisten sie einen Beitrag für einen flüssigen Verkehr und damit zur Stauverhütung.

Der Verlauf des Fahrstreifens über den Mittelstreifen muss gut erkennbar sein. Die Führungshilfe ist wie folgt vorzusehen:

- Anordnung beidseits des Fahrstreifens
- Anordnung auf OK Strasse oder möglichst tief
- Ausgerichtet auf eine homogene Führung
- Keine optischen Lücken

Leiteinrichtungen für zeitliche beschränkte Einsätze sind gemäss der Norm [7] anzuordnen. Einzelne durch Fahrzeuge weggeschleuderte Leitkegel können die Leitwirkung vermindern. Für temporär ausgelegte Leiteinrichtungen und Markierungen empfiehlt es sich, deren Lage auf dem Belag zu markieren.

Eine Übersicht und Beurteilung von Leiteinrichtungen und Markierungen, die im Zusammenhang mit der Fahrstreifenüberleitung stehen, finden sich in der Tabelle 1.

8.7 Unterflurbeleuchtungen der Fahrstreifen

Unterflurbeleuchtungen sind besondere Leiteinrichtungen, welche in der Fahrbahn eingebaut sind und mit geringem Aufwand und in kurzer Zeit in Betrieb genommen werden können. Sie verhindern wirksam das Abirren von Fahrzeugen in den für den Verkehr gesperrten Tunnel. Im Weiteren leisten sie einen Beitrag für einen flüssigen Verkehr. Die Einsatzkriterien sind in der Richtlinie [11] beschrieben.

System	Funktion	Umstell- dauer	Aufwand für die Erhaltung	Kosten der An- schaffung	Bemerkungen
Temporär ausgelegte Leitschiene am Fahrstreifenrand	+	-	+	+	Wegen der vergleichsweise grossen Zeitdauer für das Auslegen der Leitschiene unter Verkehr besteht ein erhöhtes Unfallrisiko.
Temporär aufgestellte Leitkegel am Fahrstreifenrand	o	+	+	+	Die Kegel werden häufig umgefahren und führen dann zu Unsicherheiten über den Verlauf der Ränder.
Temporär aufgestellte Leitbaken am Fahrstreifenrand	+	o	+	+	Es sind wenig hohe Leitbaken aufzustellen.
Temporäre Beleuchtung der Fahrstreifenränder	+	o	+	+	Das System besteht aus einzelnen Leuchten, die auf markierte Positionen verlegt werden.
Unterflurbeleuchtung der Fahrstreifenränder	+	+	-	-	Der Einbau in Belägen verursacht Belagsschäden. Der Einbau über Kunstbauten kann Abdichtungsprobleme ergeben.

Legende: + günstig o mittel - ungünstig

Tabelle 1

Beurteilung von Leiteinrichtungen und Markierungen für Fahrstreifenüberleitungen

9. Abstellflächen für Fahrzeuge

9.1 An den Fahrbahnaussenrändern

Für die Unterhaltskampagnen im Tunnel benötigt der Betreiber Abstellflächen im Tunnelvorbereich, auf denen während des Normalbetriebs Fahrzeuge für Unterhaltsarbeiten aufgestellt werden können. Für den Platzbedarf sind die Tunnelreinigungseinsätze massgebend. Als Abstellflächen sind Standstreifen mit einer minimalen Breite von 3,00 m in einem Abstand von 50 bis 150 m zum Tunnelportal vorzusehen.

9.2 Im Mittelstreifen

Bei ausreichenden Platzverhältnissen können auf dem Mittelstreifen Fahrzeuge des Betreibers abgestellt werden. Im Hinblick auf das sichere Wegfahren ist jedoch die Notwendigkeit eines Fahrstreifen-Lichtsignal-Systems (FLS) gemäss der Norm [5] zu prüfen.

10. Zufahrt zur Zentrale

Es ist wo möglich eine Zufahrt zu schaffen, die nicht über die Autobahn führt. Die Möglichkeit und Notwendigkeit eines zusätzlichen direkten Zugangs über den Mittelstreifen oder über ein Tunnelportal ist zu prüfen.

11. Feuerwehruzufahrt

Feuerwehruzufahrten im Tunnelvorbereich sind wo möglich zu vermeiden. Die Anfahrt hat grundsätzlich über die Anschlüsse zu erfolgen. Wenn die Anfahrzeit der Feuerwehr über eine Feuerwehruzufahrt massgeblich verkürzt werden kann, ist die Schaffung einer solchen zu prüfen. Feuerwehruzufahrten dürfen nur gebaut werden, wenn ein Abstellstreifen mit einer minimalen Breite von 2,50 m vorhanden ist. Schutzeinrichtungen dürfen für Feuerwehruzufahrten nicht unterbrochen werden.

Seitens der Feuerwehren werden die folgenden Forderungen an die Zufahrt gestellt:

- Strassenbautechnischer Ausbaustandard einer Werkstrasse
- Möglichkeit der raschen Öffnung
- Schneeräumung mit hoher Priorität

12. Landung von Helikoptern

Landungen von Helikoptern in Tunnelvorbereichen sind im Zusammenhang mit der Bereitstellung und dem Einsatz der Feuerwehr, der Polizei und der Rettungsdienste nicht erwünscht. Es sind deshalb keine Vorkehrungen zu treffen. Die Möglichkeit einer Landung ist im näheren Umkreis zu gewährleisten.

D. Ausrüstung der Tunnelvorbereiche

13. Schutzeinrichtungen

Alle Angaben zu Schutzeinrichtungen im Tunnelvorbereich und insbesondere auf Mittelstreifenüberfahrten sind in den Abschnitten E und F enthalten.

14. Beleuchtung

Im Interesse eines flüssigen Verkehrs muss die Mittelstreifenüberfahrt während der Überleitung des Verkehrs konzentriert beleuchtet werden. Die Beleuchtung des Tunnelvorbereichs muss dabei abgeschaltet oder auf das notwendige Minimum herabgesetzt werden. Die Regelungseinrichtung ist entsprechend zu konzipieren. Eine konzentrierte Beleuchtung der Mittelstreifenüberfahrt erübrigt sich, wenn eine Unterflurbeleuchtung eingebaut ist.

15. SOS-Nischen mit Feuerlöschposten

Die kombinierten SOS-Nischen mit Feuerlöschposten sind bei allen Portalen unter Berücksichtigung der folgenden Bedingungen zu platzieren:

- Möglichst nahe beim Tunnelportal
- In Abschnitten mit einer minimalen Standstreifenbreite von 2,50 m
- Für den Zugang dürfen keine Schutzeinrichtungen unterbrochen werden.

Die Ausrüstung solcher SOS-Nischen ist in den Richtlinien [10] beschrieben.

Hydranten dienen sowohl dem Betreiber für den Tunnelunterhalt als auch der Feuerwehr.

16. Funksysteme

Die Funksysteme in und vor Tunneln sind in den Richtlinien [12] beschrieben. Diese behandeln die Einbindung der bestehenden Funknetze. Sie enthalten die technischen Grundlagen zur Gewährleistung der Funkverbindungen im Portal- bzw. Tunnelvorbereich.

17. Passive Sicherheit der Strassenausrüstung

Zu den Massnahmen zur Milderung von schweren Folgen für von der Fahrbahn abirrende Fahrzeuge gehört das Vermeiden von starren Hindernissen neben der Fahrbahn wie:

- Signalständer sowie Stützen von Signalbrücken am Fahrbahnrand und im Mittelstreifen
- Beleuchtungskandelaber
- Exponierte Überflurhydranten
- Elektroverteilkasten und Schaltschränke (z.B. für den Betrieb von motorisch bewegbaren Schutzeinrichtungen im Mittelstreifen)
- Strukturierte Wände (z.B. aus gestalterischen oder statischen Gründen)

Tragwerke der Ausrüstung sind gemäss der Norm [4] umfahrbar auszuführen oder hinter Schutzeinrichtungen anzuordnen.

E. Schutzeinrichtungen

18. Übersicht und Kriterien zur Wahl

Die Wahl der Schutzeinrichtungen für Mittelstreifenüberfahrten richtet sich nach der Häufigkeit von Verkehrsführungen über den Mittelstreifen. Kriterien sind in der Tabelle 2 zusammengestellt. In Mittelstreifen mit einer Breite von $\geq 10,0$ m kann auf die Anordnung einer Schutzeinrichtung verzichtet werden. In der Tabelle 3 finden sich die Schemata der Varianten bei Normalbetrieb und bei einer Verkehrsführung über den Mittelstreifen.

Art der Schutzeinrichtung	Einsatzkriterien	Bemerkungen
Leitschranke mit in Hülsen gesteckten Pfosten gemäss [10]	- Wenige Einsätze pro Jahr für Unterhaltsarbeiten im Tunnel	- Günstiger bei breiten Mittelstreifen (keine Sperrung des angrenzenden Fahrstreifens bei Demontage und Montage) - Sehr geringer Unterhaltsaufwand
Leitschranke mit schnell demontierbaren Verbindungen der Längselemente und Pfosten gemäss [10]		
Ausschwenkbare Schutzeinrichtung ohne motorischen Antrieb	- Wenige Einsätze pro Jahr für Unterhaltsarbeiten im Tunnel - Geringe Wahrscheinlichkeit von Stau	- Günstiger bei breiten Mittelstreifen - Erheblicher Personalaufwand für die Umstellung - Rasche Umstellung - Geringer Unterhaltsaufwand
Motorisch ausschwenkbare Schutzeinrichtung mit Steuerung über Fernwirkssystem	- Häufige Einsätze für Unterhaltsarbeiten im Tunnel - Erhebliche Wahrscheinlichkeit von Stau	- Rasche Umstellung - Hoher Unterhaltsaufwand für den angrenzenden Fahrstreifen - Komplexes Regel- und Steuersystem
Motorisch absenkbar Schutzeinrichtung mit Steuerung über Fernwirkssystem	- Häufige Einsätze für Unterhaltsarbeiten im Tunnel - Grosse Wahrscheinlichkeit von Stau	- Rasche Umstellung - Erheblicher Unterhaltsaufwand - Einfaches Regel- und Steuersystem

Tabelle 2

Übersicht und Kriterien zur Wahl der Schutzeinrichtungen für Mittelstreifenüberfahrten

19. Anforderungen

19.1 Leistungsklassen

Es gelten die Anforderungen gemäss der Norm [3] mit Einschränkungen für die Verkehrsführung über den Mittelstreifen.

19.2 Übergangskonstruktionen

Die Übergangskonstruktionen zwischen der Schutzeinrichtung im Bereich der Mittelstreifenüberfahrt haben die Funktionsweise der anschliessenden Schutzeinrichtungen zu gewährleisten. Die Anforderungen sind in der Norm [3] festgelegt. Anstelle einer Prüfung ist eine Beurteilung durch einen Experten zulässig.

19.3 Anfangs- und Endkonstruktionen im Fall der Verkehrsführung über den Mittelstreifen

Gemäss der Norm [3] sind Schutzeinrichtungen grundsätzlich mit geprüften Anfangs- und Endkonstruktionen zu versehen. Wenn die Mittelstreifenüberfahrt während weniger als drei Wochen pro Jahr benutzt wird, kann auf eine Anfangs- und Endkonstruktion verzichtet werden.

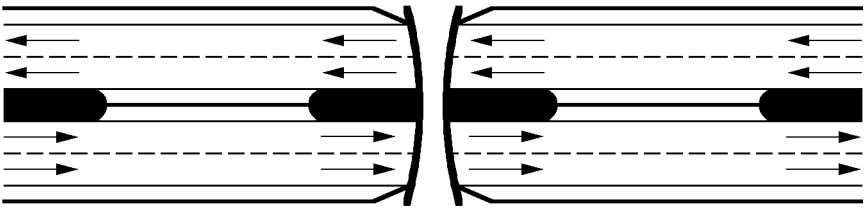
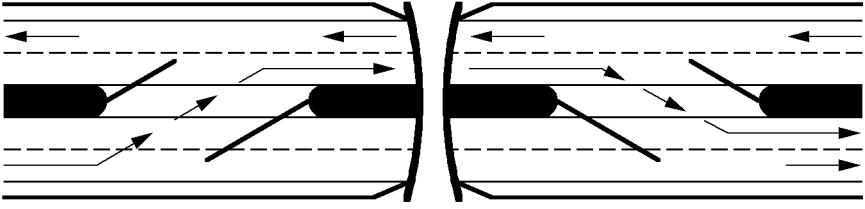
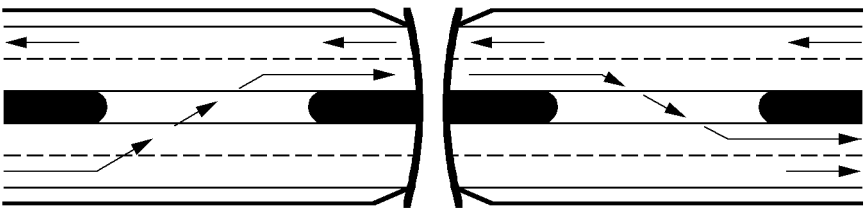
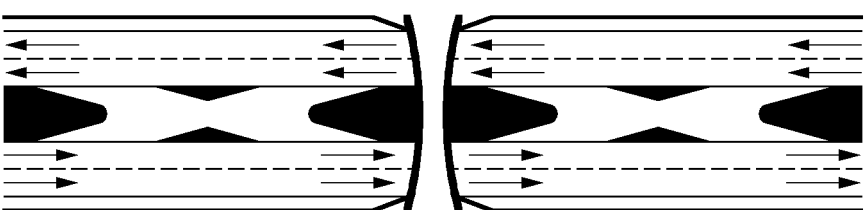
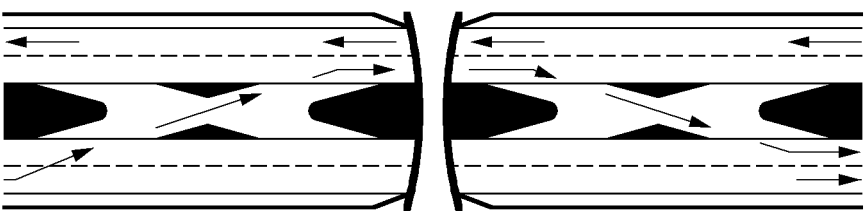
Mittelstreifenbreite	Betriebsart	Verkehrsführung, Lage der Schutzeinrichtung
< 10,0 m	Normalbetrieb	
	Betrieb mit Verkehrsführung über den Mittelstreifen	 Mittelstreifenüberfahrt mit ausschwenkbarer Schutzeinrichtung
		 Mittelstreifenüberfahrt mit absenkbarer Schutzeinrichtung
≥ 10,0 m	Normalbetrieb	
	Betrieb mit Verkehrsführung über den Mittelstreifen	 Breiter Mittelstreifen ohne Schutzeinrichtung

Tabelle 3

Varianten Normalbetrieb und Betrieb mit einer Verkehrsführung über den Mittelstreifen

20. Schnell demontierbare Schutzeinrichtungen für Mittelstreifenüberfahrten

20.1 Beschreibung

Schnell demontierbare Schutzeinrichtungen weisen Verbindungen ihrer Elemente auf, welche mit einem geringen Zeitaufwand und allgemein ohne Spezialwerkzeug demontiert und wieder montiert werden können. Es handelt sich dabei um spezielle Leitschranken mit in Hülsen gesteckten Pfosten sowie um auf den Belag gestellte Leitmauern aus Stahl- oder Betonelementen. Angaben zur Ausführung finden sich in der Richtlinie [9].

20.2 Öffnung der Mittelstreifenüberfahrt

Die zulässige Dauer zur Demontage und Wiedermontage der Schutzeinrichtung der Mittelstreifenüberfahrten richtet sich nach den folgenden Kriterien:

- Umstellung mit Einschränkung des Verkehrs
Zur Umstellung ist ein Fahrstreifenabbau notwendig. Die zulässige Umstellzeit richtet sich primär nach dem Verkehrsaufkommen. In den folgenden Fällen muss während der Umstellung ein Fahrstreifen gesperrt werden:
 - Wenn die Mittelstreifenbreite so gering ist, dass die Umstellung nicht ohne Gefährdung des Unterhaltspersonals erfolgen kann
 - Wenn die Elemente der Schutzeinrichtung nicht ohne den Einsatz von Fahrzeugen demontiert, montiert und/oder transportiert werden könnenKonstruktionen, bei deren Demontage und Wiedermontage der Verkehr in der einen oder in beiden Fahrrichtungen ganz angehalten werden muss, sind nicht zulässig.
- Umstellung ohne Einschränkung des Verkehrs
Eine Umstellung ohne Einschränkung des Verkehrs ist in den folgenden Fällen möglich:
 - Wenn die Mittelstreifenbreite so gross ist, dass die Arbeiten für die Umstellung auf dem Mittelstreifen ohne Gefährdung des Unterhaltspersonals erfolgen können
 - Wenn die Elemente der Schutzeinrichtung ohne den Einsatz von Fahrzeugen demontiert, montiert und/oder transportiert werden können

20.3 Verkehrssicherheit

Die Funktion der Schutzeinrichtung muss nach jeder Wiedermontage gewährleistet sein, auch wenn diese nicht durch Spezialisten erfolgt.

21. Ausschwenkbare Schutzeinrichtungen

21.1 Beschreibung

Ausschwenkbare Schutzeinrichtungen bestehen allgemein aus auf den Belag aufgestellten Stahlleitwänden, die am Ende ein Gelenk aufweisen und um dieses bewegt werden können.

21.2 Öffnen der Mittelstreifenüberfahrt

Bei ausschwenkbaren Schutzeinrichtungen muss während der Umstellung der Verkehr auf der Fahrbahn, in welche die Schutzeinrichtung bewegt wird, angehalten werden. Der Fahrstreifenabbau kann Staus bewirken. Falls die Schutzeinrichtung je hälftig in Richtung beider Fahrbahnen geschwenkt wird, sind beide Fahrbahnen von der Störung betroffen. Für Autobahnen mit einem grossen Verkehr ist es von Bedeutung, dass das Ausschwenken möglichst rasch erfolgt.

21.3 Verkehrssicherheit

Die folgenden Anforderungen sind zu beachten:

- Ausgeschwenkte Schutzeinrichtungen sind nur so weit zu verschieben, dass deren Enden einen Abstand von > 1,00 m vom Rand eines befahrenen Fahrstreifens aufweisen. Die Enden sind gut sichtbar als Gefahrenstelle zu kennzeichnen.
- Es sind Massnahmen zur Sicherheit der Motorradfahrer zu prüfen.

21.4 Systeme ohne motorischen Antrieb

21.4.1 Betrieb

Ausschwenkbare Schutzeinrichtungen ohne motorischen Antrieb werden mit Hilfe eines Hebeegerätes schrittweise angehoben und verschoben. Die Betriebssicherheit ist somit jederzeit gewährleistet.

21.4.2 Unterhalt

Besondere Unterhaltmassnahmen sind nicht notwendig.

21.4.3 Anforderungen an die Fahrbahnoberfläche

Es bestehen keine besonderen Anforderungen.

21.5 Systeme mit motorischem Antrieb

21.5.1 Betrieb

Diese Systeme werden motorisch angehoben und bewegt. Sie können vor Ort oder über ein Fernwirkssystem gesteuert werden. Die Umwelteinflüsse an Autobahnen beeinträchtigen die Betriebssicherheit der mechanischen Einrichtungen. Eine langfristige Funktionstüchtigkeit ist nur gewährleistet, wenn einfache robuste Bauteile und Steuerelemente eingesetzt werden.

21.5.2 Positionenüberwachung

Die Endpositionen von Schutzeinrichtungen mit einem Fernwirkssystem müssen von der Zentrale aus erkennbar sein. Dazu sind Schalter oder Sensoren anzuordnen. Eine Überwachung der Mittelstreifenüberfahrt mittels Verkehrsfernsehen gemäss der Richtlinie [13] ist zu prüfen.

Wo Verkehrsführungen über den Mittelstreifen nur für Unterhaltseinsätze in den Tunneln notwendig sind, ist eine Steuerung vor Ort zweckmässig. Die Steuerung und Überwachung vor Ort ist zuverlässiger als bei einem Fernwirkssystem.

21.5.3 Unterhalt

- Der normal anfallende Unterhalt muss mit den ordentlichen Mitteln eines Autobahnwerkhofs ausgeführt werden können.
- Die Schutzeinrichtung muss konstruktiv einfach sein. Der betriebliche Unterhalt muss durch den Betreiber ausgeführt werden können. Nach einem Fahrzeuganprall ist eine spezialisierte Unternehmung beizuziehen.

21.5.4 Anforderungen an die Fahrbahnoberfläche

- Die Schutzeinrichtung ist in der Normalbetriebsposition auf einer Deckschicht mit einer hohen Resistenz gegenüber Verdrückungen aufzustellen.
- Die Ebenheit der Strassenoberfläche, welche von der Schutzeinrichtung befahren wird, ist langfristig sicher zu stellen.
- Im Bewegungsraum der Schutzeinrichtung ist möglichst keine Entwässerungsrinne einzubauen. Ansonsten muss ein auf das Fahrwerk abgestimmter Aufsatz inkl. Abdeckung gewählt werden.

22. *Motorisch absenkbare Schutzeinrichtungen*

22.1 Beschreibung

Motorisch absenkbare Schutzeinrichtungen bestehen aus Leitschranken, die beim Öffnen der Mittelstreifenüberfahrt in eine Rinne abgesenkt werden.

22.2 Öffnen der Mittelstreifenüberfahrt

Bei absenkbaren Schutzeinrichtungen erfolgt das Öffnen und Schliessen ohne Einschränkung des Verkehrs. Absenkbare Leitschranken bewirken in keinem Fall Staus als Folge der Vorbereitung der Verkehrsführung über den Mittelstreifen. Die Dauer des Absenkens hat deshalb keine massgebliche Bedeutung.

22.3 Betrieb

Die Schutzeinrichtungen können vor Ort oder über ein Fernwirkssystem gesteuert werden. Absenkbare Schutzeinrichtungen sind mechanisch vergleichsweise einfache Systeme und damit allgemein betriebssicher.

22.4 Positionsüberwachung

Es gelten die Angaben gemäss Ziffer 21.5.

22.5 Unterhalt

Die Rinne ist so zu gestalten, dass die Verschmutzung möglichst gering und die Möglichkeit zur Reinigung gewährleistet ist.

22.6 Anforderungen an die bauseitigen Gegebenheiten

- Wegen der notwendigen Rinne ist im Fall von Kunstbauten der Einsatz einer absenkbaren Leitschranke in einem frühen Zeitpunkt festzulegen.
- Die Mittelstreifenüberfahrt ist auf die Geometrie der abgesenkten Schutzeinrichtung auszurichten.

23. *Schutzeinrichtungen vor Tunnelportalen*

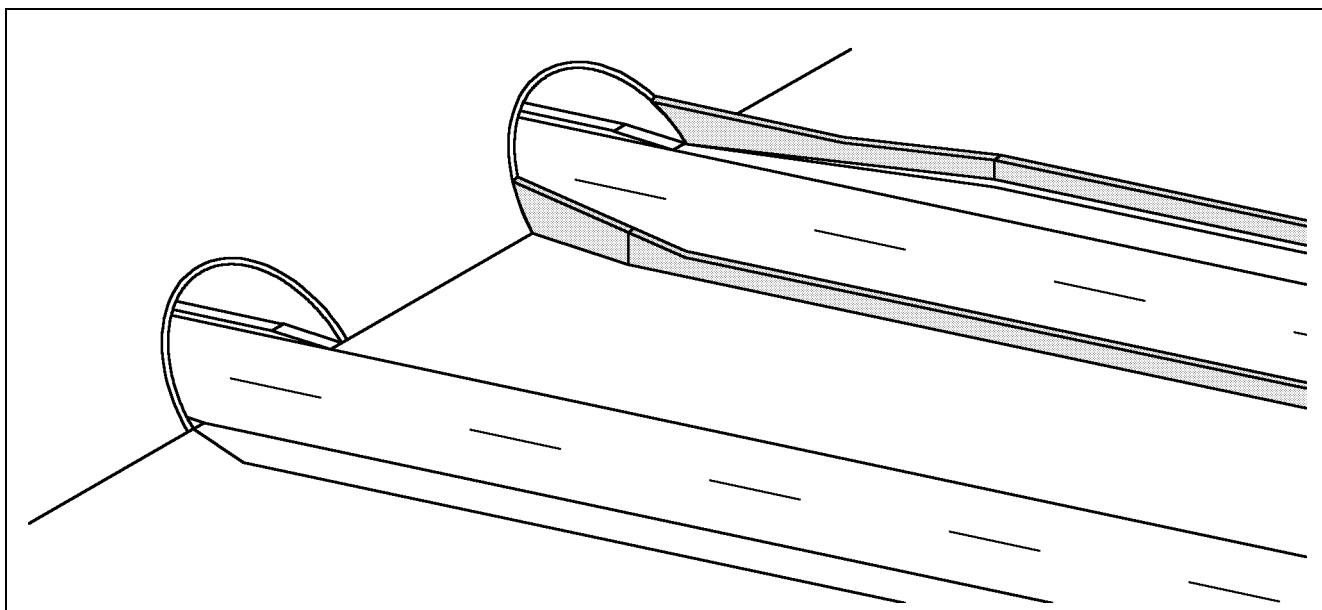
23.1 Einsatz

Auf der Zufahrseite von Tunnelportalen sind Schutzeinrichtungen gemäss der Norm [3] anzuordnen. Auf der Wegfahrseite sind allgemein keine Schutzeinrichtungen notwendig, ausser wenn Verkehrsführungen über den Mittelstreifen während mehr als drei Wochen pro Jahr zu erwarten sind.

23.2 Übergänge auf das Tunnelportal

Am zufahrtseitigen Portal sind Leitmauern gemäss Abbildung 1 vorzusehen und folgende Regeln zu beachten:

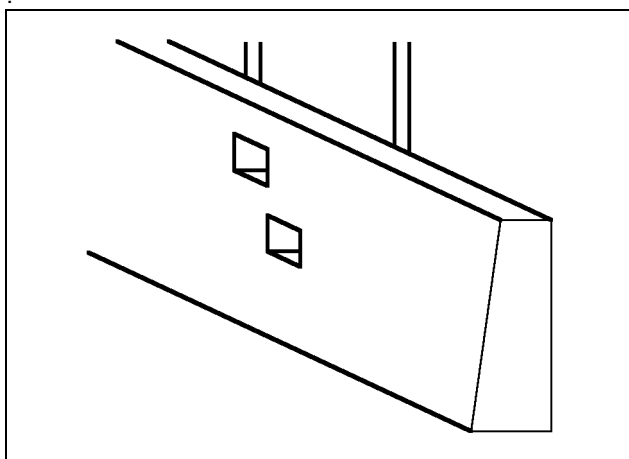
- Der Abbau des Standstreifens hat 40 m vor dem Tunnelportal zu erfolgen.
- Der Übergang zum Tunnelportal ist mit einer Abweichung von maximal 1:15 zur Strassenachse zu führen.
- Die Höhe der Leitmauer beträgt 1,10 m. Sie wird vor dem Portal bis auf eine Höhe von 3,00 m geführt.
- Der Anfang der erhöhten Tunnelbankette wird mit einem maximalen Gefälle von 3% ausgeführt.
- Im Anschluss an die Leitmauer wird eine Übergangskonstruktion und eine Leitschranke gemäss der Norm [3] angeordnet.

**Abb. 1**

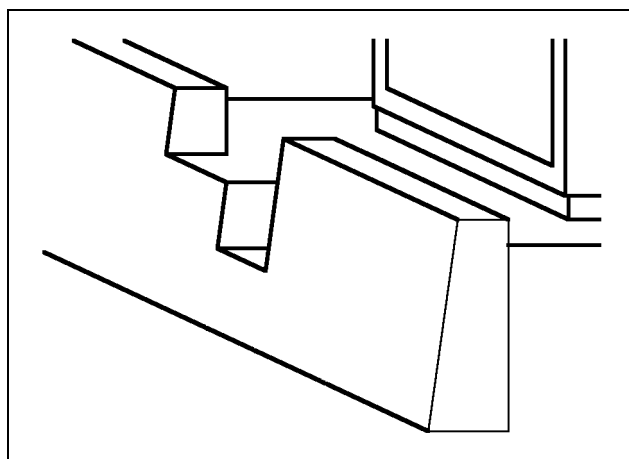
Schematische Darstellung der Schutzeinrichtungen vor den Tunnelportalen

23.3 Übersteighilfen an Leitmauern

Schutzeinrichtungen dürfen nicht unterbrochen werden. Übersteighilfen für Personen sind mit Trittnischen gemäss Abb. 2 oder mit Stufen gemäss Abb. 3 auszuführen.

**Abb. 2**

Übersteighilfe mit Trittnischen an Leitmauer

**Abb. 3**

Übersteighilfe mit Stufen an Leitmauer

F. Literaturverzeichnis

- [1] SN 640 039-1 Strassenprojektierung, Unterhaltsfreundliche Gestaltung von Strassenanlagen
- [2] SN 640 135 Linienführung, Mittelstreifenüberfahrten
- [3] SN 640 566 Passiver Schutz im Strassenraum, Einsatz, Wahl und Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen
- [4] SN 640 569 Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung
- [5] SN 640 802 Verkehrsbeeinflussung Fahrstreifen-Lichtsignal-System (FLS)
- [6] SN 640 822 Leiteinrichtungen
- [7] SN 640 885c Signalisation von Baustellen auf Autobahnen und Autostrassen

- [8] SN EN 1463-1 Strassenmarkierungsmaterialien - Markierungsknöpfe - Teil 1: Anforderungen im Neuzustand
- [9] Richtlinien für Fahrzeugrückhaltesysteme, Bundesamt für Strassen, Bern, 2002
- [10] Richtlinie Signalisation der Sicherheitseinrichtungen in den Tunnels, Bundesamt für Strassen, Bern (Entwurf 2003)
- [11] Kriterien für den Einsatz von Unterflurbeleuchtungen, Bundesamt für Strassen, Bern (Entwurf 2004)
- [12] Richtlinie Funksysteme in Tunnels, Bundesamt für Strassen, Bern (Entwurf 2003)
- [13] Richtlinie Verkehrsfernsehen, Bundesamt für Strassen, Bern (Entwurf 2003)
- [14] Einfahrten auf Hochleistungsstrassen in Tunneln, Forschungsauftrag VSS 23/90, Bundesamt für Strassenbau, Bern, 1995