



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Strassen ASTRA

DOKUMENTATION

TUNNELAUSRÜSTUNG FÜR VERKEHRSMANAGEMENT

Übergangsdokument

Ausgabe 2021 V1.00

ASTRA 85012

Impressum

Autoren / Arbeitsgruppe

Roger Siegrist (ASTRA N-VIM, Vorsitz)
Sigrid Pirkelbauer (ASTRA N-VIM)
Patric Jegge (ASTRA N-VIM)
Peter Schirato (ASTRA N-VMZ-CH)
Thomas Gasser (Rudolf Keller & Partner, Verkehrsingenieure AG, Muttenz)

Übersetzung (Originalversion in Deutsch)
Sprachdienste ASTRA (französische Übersetzung und italienische Übersetzung)

Herausgeber

Bundesamt für Strassen ASTRA
Abteilung Strassennetze N
Standards und Sicherheit der Infrastruktur SSI
3003 Bern

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von www.astra.admin.ch herunter geladen werden.

© ASTRA 2021

Abdruck - ausser für kommerzielle Nutzung - unter Angabe der Quelle gestattet.

Inhaltsverzeichnis

	Impressum	2
1	Einleitung	5
1.1	Zweck	5
1.2	Geltungsbereich	5
1.3	Mitgeltende Bestimmungen.....	5
1.4	Adressaten	5
1.5	Inkrafttreten und Änderungen	5
2	VM-Ausrüstung in Tunnel	6
2.1	Inhalt.....	6
2.2	Betrieb von richtungsgetrenten Tunneln	7
2.3	Betrieb von Tunneln mit Gegenverkehr	14
2.4	Anordnung FLS	16
2.5	Standort FLS	17
	Anhänge	19
	Literaturverzeichnis	23
	Auflistung der Änderungen.....	25

1 Einleitung

1.1 Zweck

Das Dokument ASTRA 85012 „Tunnelausrüstung für Verkehrsmanagement“ ist ein Übergangsdokument im Hinblick auf die noch auszuarbeitende neue Richtlinie ASTRA 15017 „FLS / Tunnel“. Bis zum Erscheinen dieser Richtlinie gelten bezüglich FLS und Tunnel die Vorgaben aus der alten Richtlinie ASTRA 15003 „VM-CH“ (2008 V1.04), Kap. 3.8.

Das Dokument beinhaltet Vorgaben für die Signalisation und den operativen Betrieb von richtungsgetreten Tunneln und von Tunneln mit Gegenverkehr. Darüber hinaus liefert es Angaben zur Anordnung der FLS und zu den Standorten der FLS-Querschnitte.

1.2 Geltungsbereich

Das Dokument umfasst die genannten Streckenausrüstungen für Tunnel auf dem gesamten Nationalstrassennetz der 1., 2. und 3. Klasse. Bei der Festlegung der Signalisationsausrüstung wurden neben den Anforderungen des Verkehrsmanagements auch die wesentlichen Sicherheitsanforderungen berücksichtigt.

Die Vorgaben für FLS beim Netzelement «Strecke» sind in diesem Dokument noch nicht enthalten. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurden mobile VM-Systeme, wie sie beim Baustellenmanagement Anwendung finden. Für solche Systeme wird eine sinngemässe Anwendung der Richtlinie erwartet.

Vom Dokument nicht tangiert werden die technischen Normen im Strassenwesen sowie im Bereich der Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen der Nationalstrasse. Diese sind nach wie vor gültig und bei der Projektierung ebenfalls zu berücksichtigen.

1.3 Mitgeltende Bestimmungen

Die neue Kopfrichtlinie ASTRA 15003 „Verkehrsmanagement Nationalstrasse (VM-NS)“ beinhaltet die übergeordneten Vorgaben für das Verkehrsmanagement (VM) auf den Nationalstrassen (NS). Sie gibt einen Überblick über die einzelnen Massnahmen des Verkehrsmanagements sowie deren erforderliche Supportsysteme und ist gemeinsam mit allen Detailrichtlinien anzuwenden.

1.4 Adressaten

Adressaten des vorliegenden Dokuments sind alle Personen bzw. Organisationen, die an der Planung, der Realisierung und dem Betrieb der genannten VM-Systeme teilhaben. Dazu gehören:

- ASTRA Abteilung Strassennetze (N) mit Bereich VIM, ST und VMZ-CH
- ASTRA Abteilungen Strasseninfrastruktur (I), Zentrale (I-FU) / Filialen (F)
- Kantone, die im Rahmen der Netzvollendung Nationalstrassen bauen
- Kantone, die im Auftrag des Bundes VM-Aufgaben wahrnehmen
- Verkehrspolizei, welche für Verkehrssicherheit und Ereignisbewältigung zuständig ist
- Die vom ASTRA für Betrieb und Unterhalt beauftragten Gebietseinheiten
- Vom ASTRA oder von Kantonen beauftragte Planungsbüros und Lieferanten

1.5 Inkrafttreten und Änderungen

Dieses Dokument tritt am 01.06.2021 in Kraft. Die „Auflistung der Änderungen“ ist auf Seite 25 dokumentiert.

2 VM-Ausrüstung in Tunnel

2.1 Inhalt

Für das Verkehrsmanagement im Bereich von Tunnel werden hauptsächlich die folgenden Signale verwendet [1]:

Hauptsignale

- Lichtsignale für die zeitweilige Sperrung von Fahrstreifen (Sig. 2.65);
(Fahrstreifen-Lichtsignal-System (FLS))



Abb. 2.1 Hauptsignale für das VM in Tunnel.

- Zwei- oder dreifarbige Lichtsignale;
- Gelbblinker

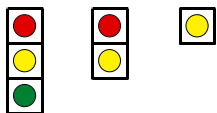


Abb. 2.2 Hauptsignale für das VM in Tunnel.

Je nach Ausrüstungsgrad werden sie mit Nebensignalen ergänzt. Beispiele für ergänzende Signale sind [1]:

Gefahrensignale

- Lichtsignale (Sig. 1.27);
- Gegenverkehr (Sig. 1.26).



Abb. 2.3 Gefahrensignale für das VM in Tunnel.

Vorschriftssignale

- Höchstgeschwindigkeit (Sig. 2.30) oder Ende der Höchstgeschwindigkeit (Sig. 2.53);
- Überholen verboten (Sig. 2.44, 2.45) oder Ende des Überholverbotes (Sig. 2.55, 2.56);
- Freie Fahrt (Sig. 2.58);
- Rechtsabbiegen (Sig. 2.37).



Abb. 2.4 Vorschriftssignale für das VM in Tunnel.

Die Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 km/h ist punktuell bei besonderem Sicherheitsbedarf anzuwenden (z.B. Kurve, Mittelstreifenüberfahrt).

Zusatztafeln

- Anzeige der Fahrstreifen (Sig. 4.77).

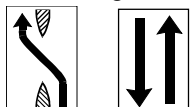


Abb. 2.5 Zusatztafeln für das VM in Tunnel.

2.2 Betrieb von richtungsgetretenen Tunneln

A) VM-Ausrüstung in Tunnel mit ausschliesslich LSA (Niedrig)

Sämtliche Lichtsignale werden mittels Betriebszuständen koordiniert gesteuert. Die hauptsächlichen Betriebszustände für die VM-Ausrüstung in Tunnel sind:

- Grundzustand;
- Tunnelsperrung;
- Warnen.

Die Grundsätze des wichtigsten Betriebszustands „Tunnelsperrung“ sind im Folgenden beschrieben.

Tunnelsperrung

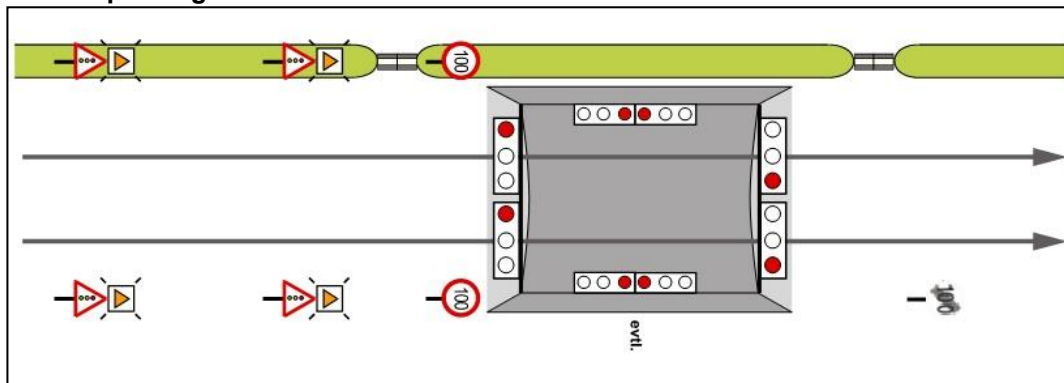


Abb. 2.6 BZ – Tunnelsperrung.

Der gesperrten Zone gehen zwei Signalquerschnitte mit Gelbblinkern voraus.

Der Verkehr wird in beiden Richtungen am Tunnelportal angehalten.

Wenn Notausgänge vorhanden sind, werden die Lichtsignale im Tunnel wiederholt.

B) VM-Ausrüstung in Tunnel mit LSA und FLS (MITTEL)

Der Ausrüstungsgrad Mittel entspricht dem Ausrüstungsgrad HOCH ohne automatisierte Überleitung (Betriebszustand Gegenverkehr).

C) VM-Ausrüstung in Tunnel mit LSA und FLS (HOCH)

Sämtliche Wechselsignale werden mittels Betriebszustände koordiniert gesteuert. Die hauptsächlichen Betriebszustände für die VM-Ausrüstung in Tunnels sind:

- Grundzustand;
- Sperrung eines Fahrstreifens (links oder rechts);
- Tunnelsperrung;
- Gegenverkehr;
- Brand;
- Geschwindigkeitsbeschränkung;
- Warnen;
- Falschfahrer.

Die Grundsätze der Betriebszustände sind im Folgenden beschrieben. Sie beruhen auf der Norm „Verkehrsbeeinflussung Fahrstreifen-Lichtsignal-System“ SN 640802 [4]. Neben den FLS-Signalen enthalten sie zusätzlich die ergänzenden Signale.

Grundzustand

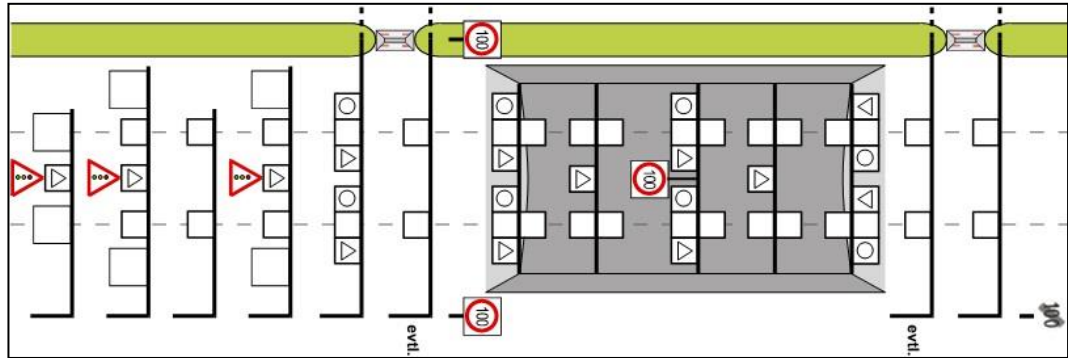


Abb. 2.7 BZ – Grundzustand.

Die Legende zu den Abbildungen dieses Kapitels befindet sich im Anhang.

Im Grundzustand sind die FLS-Signale dunkel.

Die Geschwindigkeitssignale sind aktiv. Ihr Signalbild hängt von verschiedenen Faktoren ab. Die Distanz zwischen der ersten Geschwindigkeitsbeschränkung und dem Tunnelportal hängt von der Geometrie ab (Längenprofil, ...), von den Sichtverhältnissen und von den Lärmschutzvorgaben. Die Fahrzeuglenker müssen ihre Geschwindigkeit vor dem Erreichen des Tunnelportals anpassen können. Die erste Geschwindigkeitsbeschränkung liegt demnach immer vor dem Tunnelportal.

Die Höchstgeschwindigkeit wird wiederholt. Der Abstand zwischen zwei Signalen beträgt in der Regel rund 1'000 m, im Maximum nicht mehr als 1'500 m.

Das Gefahrensignal „Lichtsignal“ kann aus Kostengründen als festes Signal realisiert werden. In diesem Fall muss es mit einem Gelbblinker kombiniert werden.

Ob zwischen der Mittelstreifenüberfahrt und dem Tunnelportal ein Signalquerschnitt vorhanden ist, hängt von der Distanz zwischen diesen beiden Elementen ab.

Fahrstreifenabbau

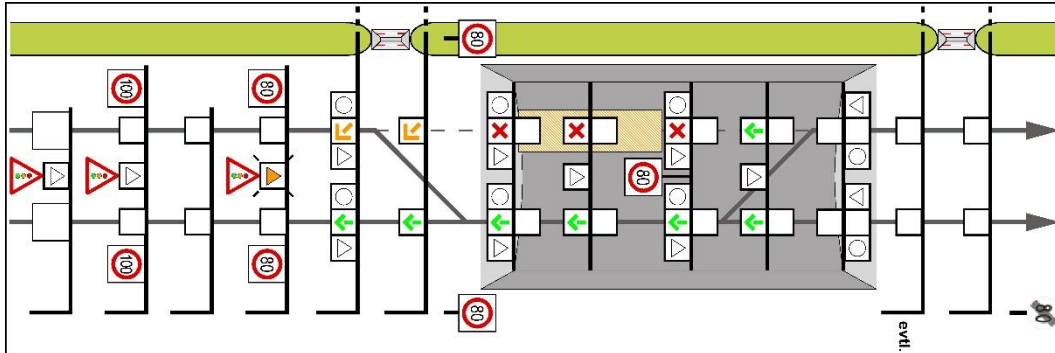


Abb. 2.8 BZ – Fahrstreifenabbau Links.

Die Anwendung des FLS-Systems ist mit einem Gelbblinker mindestens 250 m vor dem ersten FLS Querschnitt anzukündigen. In der Regel ist dieser mit dem Gefahrensignal „Lichtsignale“ kombiniert. Im Prinzip geht dem Fahrstreifenabbau auch eine Geschwindigkeitsreduktion voraus.

Der Fahrstreifenabbau besteht aus zwei Signalquerschnitten mit gelben Abweispfeilen. Es müssen in dieser Zone gute Sichtverhältnisse gewährleistet sein. Es dürfen nicht mehrere Fahrstreifen gleichzeitig auf einen Fahrstreifen abgebaut werden. Folgende Regeln zur Gewährung der Verkehrssicherheit sind beim Fahrstreifenabbau zu beachten:

- nur ausserhalb des Adaptations- oder Rasterbereiches [4];
- nur ausserhalb von starken Kurven;
- nur ausserhalb des Bereichs des Beschleunigungsstreifens einer Einfahrt;
- der Fahrstreifenabbau darf keinen Stau im Tunnel verursachen.

Demnach ist in einem Tunnel in der Regel von einem Fahrstreifenabbau abzuraten.

Der gesperrte Fahrstreifen ist mit roten Kreuzen signalisiert. Für die gute Befolgung der Signalisierung ist es wichtig, dass die Fahrstreifensperrung nicht unnötig lang ist.

Die Fahrstreifen werden durch einen Signalquerschnitt mit grünen Pfeilen oder durch ein Signal „Freie Fahrt“ freigegeben.

Dieselben Prinzipien gelten für die Sperrung des rechten Fahrstreifens.

Tunnelsperrung

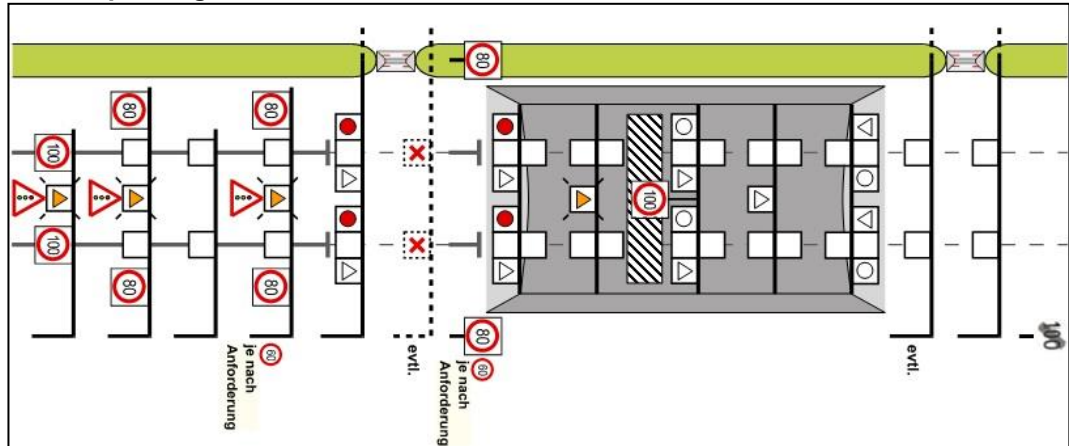


Abb. 2.9 BZ – Tunnelsperrung.

Der gesperrte Bereich wird durch drei Signalquerschnitte mit gelb blinkenden Signalen angekündigt. Parallel dazu wird die Geschwindigkeit auf 80 oder je nach Anforderungen auf 60 km/h reduziert.

Der Verkehr wird vor der Mittelstreifenüberfahrt und vor dem Tunnelportal angehalten. Die FLS-Querschnitte zwischen diesen beiden Elementen zeigen rote Kreuze an, wobei dies höchstens zwei Querschnitte sind.

In der gesperrten Zone sind die Gelbblinker aktiv.

Hinter der gesperrten Zone sind die Lichtsignale dunkel, und wird die Geschwindigkeit wieder auf die zulässige Höchstgeschwindigkeit erhöht.

In Tunnel werden die zweifarbigen Lichtsignale in der Regel auf der Höhe jeder befahrba- ren Querverbindung (ungefähr alle 900 m) wiederholt. Dies entspricht der „Richtlinie 2004/54/EG des europäischen Parlaments und des Rates, über die Mindestanforderungen an die Sicherheit von Tunneln im transeuropäischen Strassennetz“ [3].

Die ergänzenden Vorschriftssignale und Zusatztafeln sollen den Grundsätzen der Norm [5] entsprechen. Allerdings wird empfohlen, in Abschnitten mit FLS-Systemen anstelle der Zusatztafel „Anzeige der Fahrstreifen“ ([2] Sig. 4.77) das Gefahrensignal „Gegenverkehr“ ([1] Sig. 1.26) zu benutzen, da es die Fahrzeuglenker bei fehlendem Mittelstreifen besser auf die Gefahr der in Gegenrichtung fahrenden Fahrzeuge aufmerksam macht.

Brand

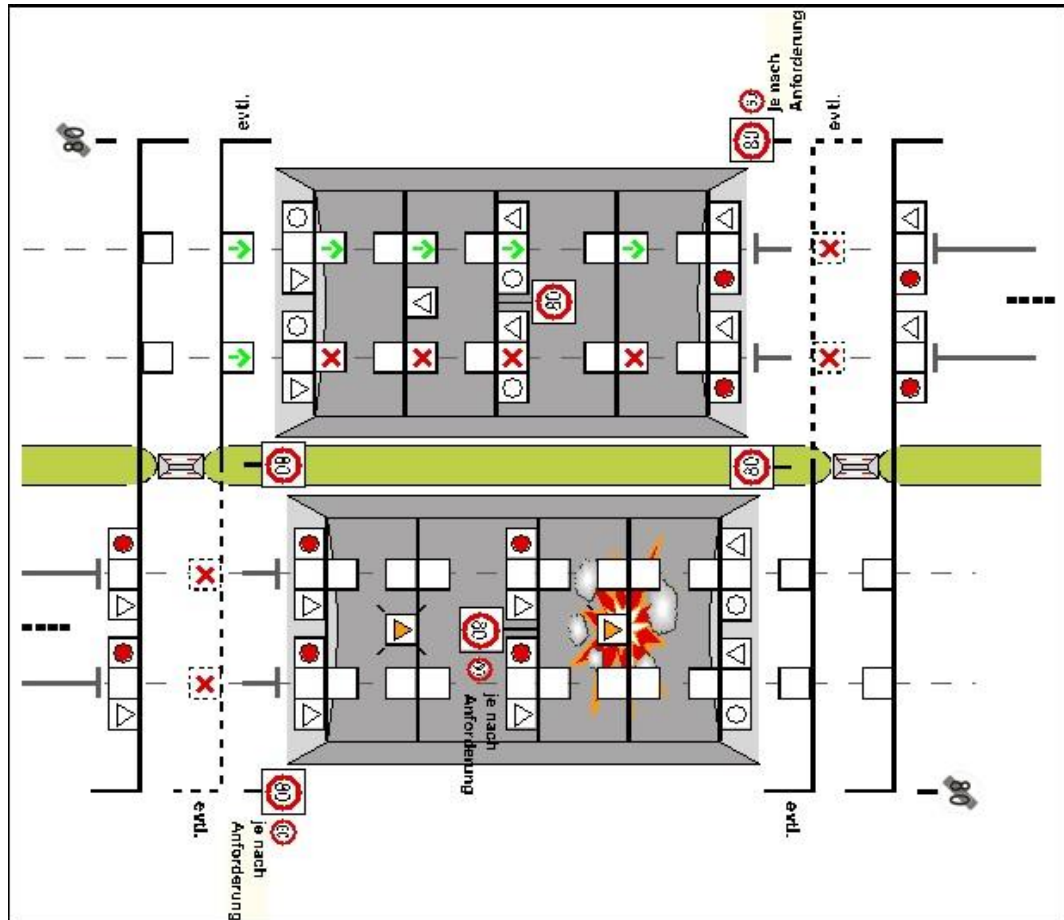


Abb. 2.12 BZ – Brand.

Bei einem Brand in einer Tunnelröhre kommt ein beide Tunnelröhren umfassender Betriebszustand zum Einsatz. Dieser spezielle BZ muss bei der Projektierung berücksichtigt werden. Er kann wie folgt aufgebaut sein (Beispiel):

Röhre mit Brand:

- BZ Tunnelsperrung, je nach Brandstelle.

Freie Röhre:

- Betriebszustand Tunnelsperrung vor dem Tunnelportal;
- Betriebszustand Fahrstreifensperrung links.

Die freie Röhre wird abgesichert, indem der Verkehr vor dem Portal angehalten wird und die im Tunnel befindlichen Fahrzeuge auf dem langsamen Streifen hinausgeführt werden. Der linke Fahrstreifen, auf den die Notausgänge aus der Brandröhre münden, wird freigehalten.

Dynamische Geschwindigkeitsreduktion auf 80 km/h

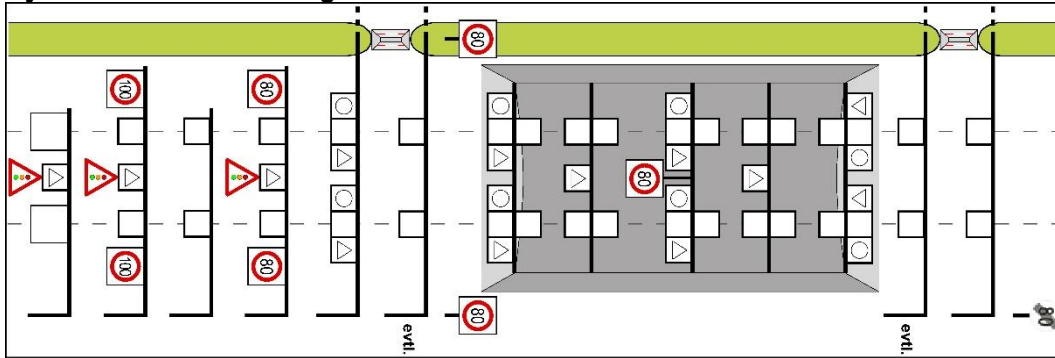


Abb. 2.13 BZ – Dynamische Geschwindigkeitsreduktion 80 km/h.

Dieser Betriebszustand wird vor allem bei niedriger Verkehrsqualität angewandt.

Warnen

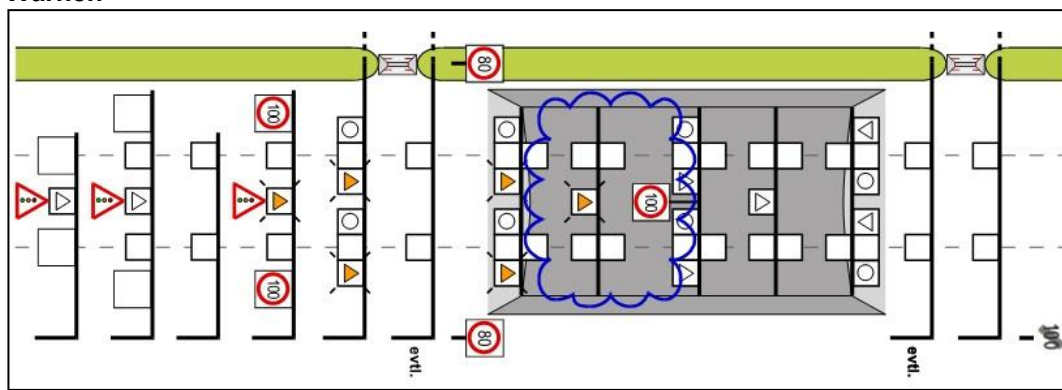


Abb. 2.14 BZ – Warnen.

Vor dem betroffenen Bereich wird die Geschwindigkeit in Schritten auf 80 km/h (in begründeten Fällen 60 km/h) reduziert. Zwei Signalquerschnitte blinken gelb.

Im betroffenen Bereich beträgt die Geschwindigkeit 80 km/h (bzw. 60 km/h) und die Gelbblinker sind aktiv.

Dieser Betriebszustand wird vor allem als Sofortreaktion auf eine Ereignisdetektion eingesetzt (Anruf von einer Notrufsäule, Detektion eines stehenden Fahrzeugs, Staubildung, Gefahr, ...). Nach der Sofortreaktion trifft der Betreiber die nötigen Vorkehrungen, um den geeignetsten Betriebszustand einzurichten.

Der Bereich mit Gelbblinkern darf nicht zu lang sein, weil sonst die Wirkung der Warnung auf die Fahrzeuglenker abnimmt.

Falschfahrer

Dieser Betriebszustand wird als Sofortreaktion auf einen Falschfahreralarm eingesetzt.

Im ersten Schritt muss der BZ in sehr kurzer Zeit den linken Fahrstreifen sperren und die kleinstmögliche Geschwindigkeit schalten.

2.3 Betrieb von Tunneln mit Gegenverkehr

A) VM-Ausrüstung in Tunnel mit LSA am Portal (NIEDRIG)

Sämtliche Lichtsignale werden mittels Betriebszuständen koordiniert gesteuert. Die hauptsächlichen Betriebszustände für die VM-Ausrüstung in Tunnel sind:

- Grundzustand;
- Tunnelsperrung;
- Warnen.

Die Grundsätze des wichtigsten Betriebszustands „Tunnelsperrung“ sind im Folgenden beschrieben.

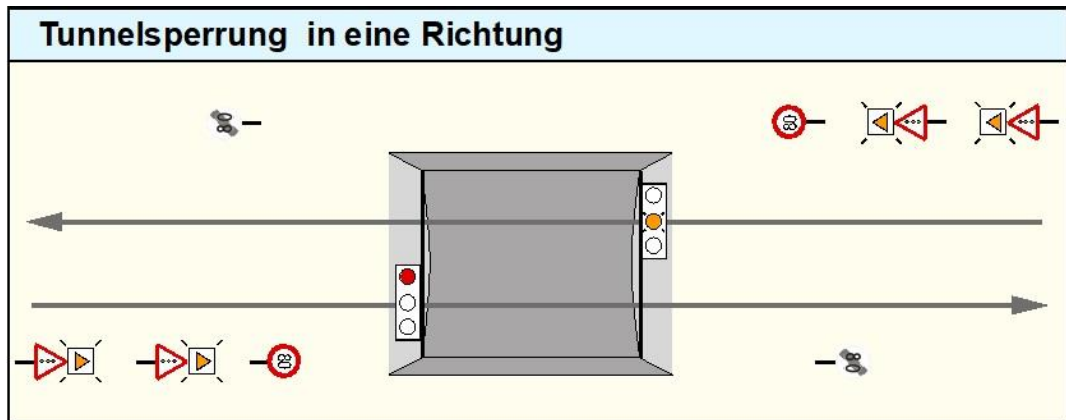


Abb. 2.15 BZ – Tunnelsperrung in eine Richtung.

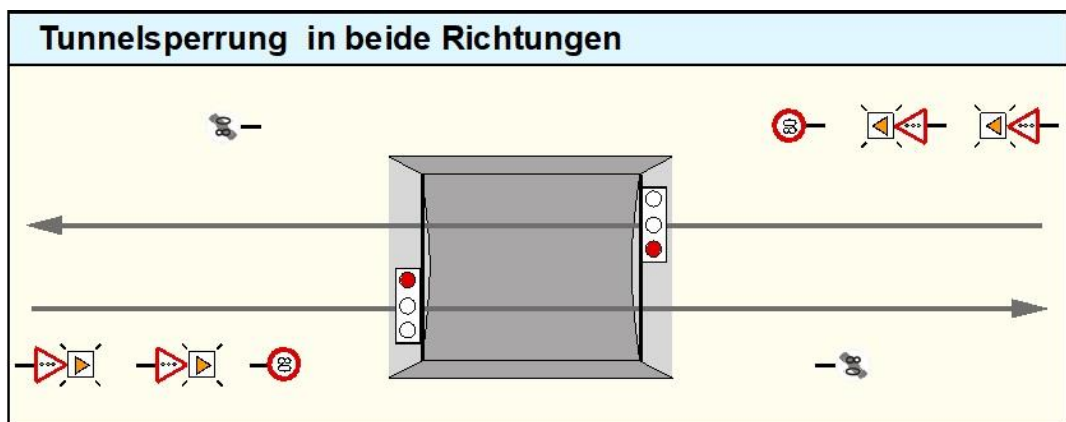


Abb. 2.16 BZ – Tunnelsperrung in beide Richtungen.

Der gesperrten Zone gehen zwei Signalquerschnitte mit Gelbblinkern voraus.

Der Verkehr wird in beiden Richtungen am Tunnelportal angehalten.

B) VM-Ausrüstung in Tunnel mit LSA am Portal und im Tunnel (MITTEL)

Die hauptsächlichen Betriebszustände sind:

- Grundzustand;
- Sperrung in beiden Richtungen;
- Tunnelsperrung in einer Richtung;
- Brand;
- Warnen;

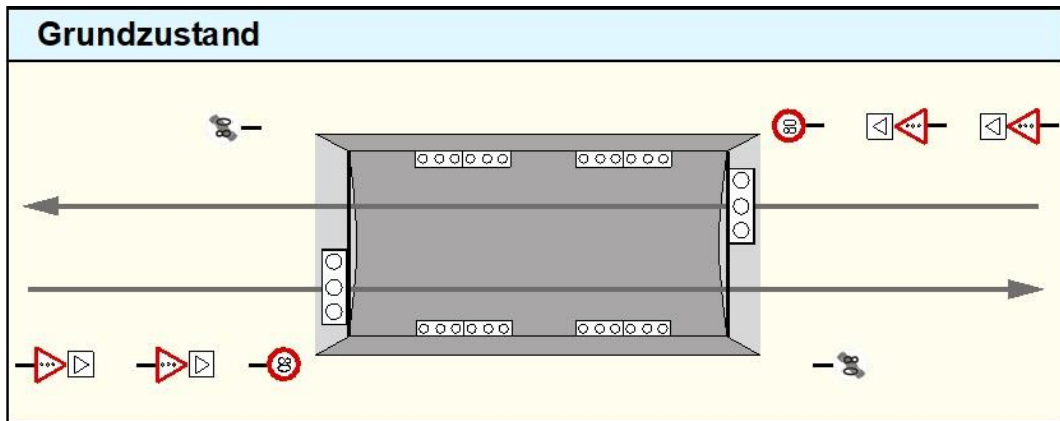


Abb. 2.17 BZ – Grundzustand im Gegenverkehr.

Die Höchstgeschwindigkeit wird wiederholt. Der Abstand zwischen zwei Signalen beträgt in der Regel rund 1'000 m, im Maximum nicht mehr als 1'500 m.

Das Gefahrensignal „Lichtsignal“ kann aus Kostengründen als festes Signal realisiert werden. In diesem Fall muss es mit einem Gelbblinker kombiniert werden.

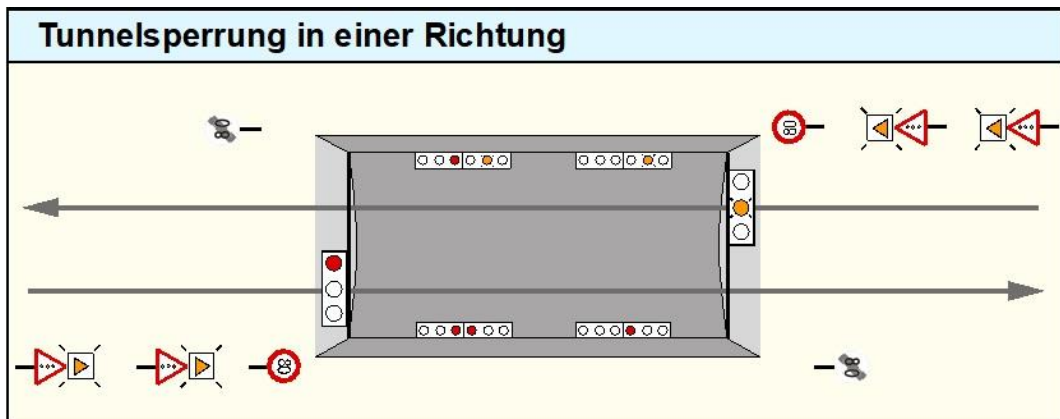


Abb. 2.18 BZ – Tunnelsperrung in einer Richtung.

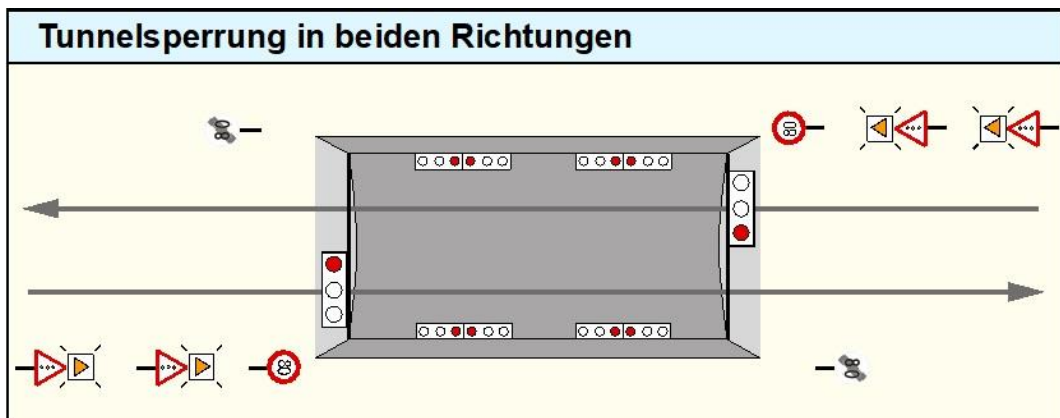


Abb. 2.19 BZ – Tunnelsperrung in beiden Richtungen.

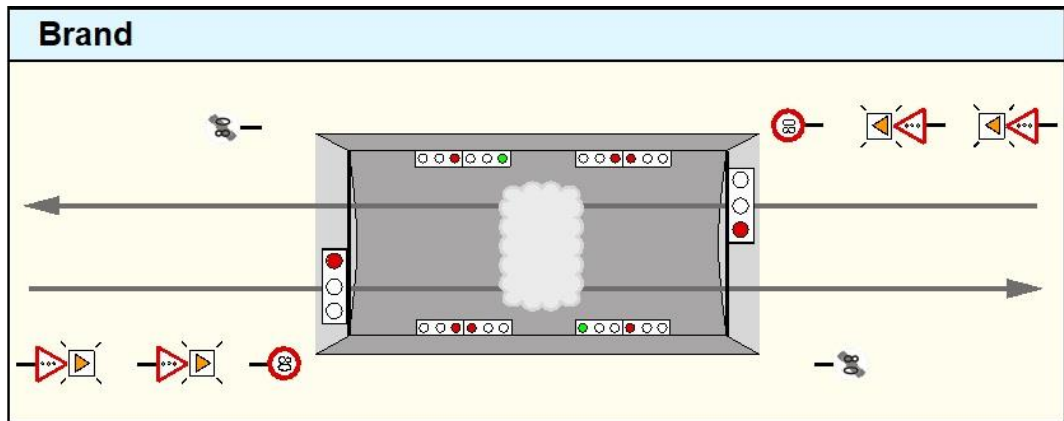


Abb. 2.20 BZ – Brand.

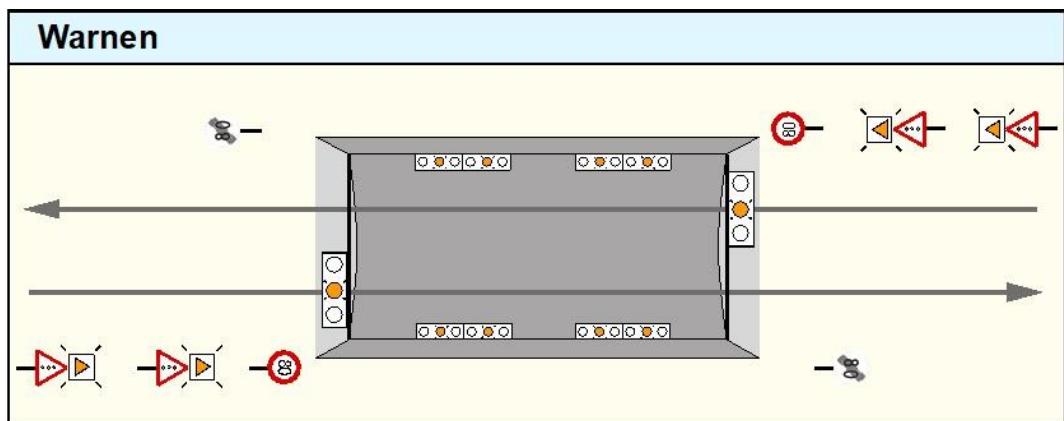


Abb. 2.21 BZ – Warnen.

Dieser Betriebszustand wird vor allem als Sofortreaktion auf eine Ereignisdetektion eingesetzt (Anruf von einer Notrufsäule, Detektion eines stehenden Fahrzeugs, Staubbildung, Gefahr, ...). Nach der Sofortreaktion trifft der Betreiber die nötigen Vorkehrungen, um den geeignetsten Betriebszustand einzurichten.

Der Bereich mit Gelbblinkern darf nicht zu lang sein, weil sonst die Wirkung der Warnung auf die Fahrzeuglenker abnimmt.

2.4 Anordnung FLS

FLS müssen über den betroffenen Fahrstreifen (in der Achse des Fahrstreifens) angebracht werden. Die seitliche Anordnung ist untersagt [4].

Die lichte Höhe und der Sicherheitsabstand müssen gewahrt bleiben.

Wenn die Installation von FLS unter Wahrung der lichten Höhe und des Sicherheitsabstandes nicht möglich ist ($H=4,5\text{ m}+0,3^{\circ}\text{m}$), kann eine Ausnahme geprüft werden. Es müssen zusätzliche Massnahmen getroffen werden, wie zum Beispiel:

- System zur Erkennung von Fahrzeugen mit Überhöhe;
- Baulicher Schutz der Signale;
- Verstärkung des Signalgehäuses und der Befestigungen.

2.5 Standort FLS

Gemäss Norm [4] gilt: „In der Regel sind die Abstände der Signalquerschnitte so zu wählen, dass höchstens drei Sekunden nach der Durchfahrt unter einem Signalquerschnitt ein Signal des nächsten Querschnittes sichtbar ist. In begründeten Ausnahmefällen können die drei Sekunden auf maximal sechs Sekunden erhöht werden.“

Es gelten folgende Grundsätze für die Anordnung der Signalquerschnitte:

- Mittlere Distanz zwischen Querschnitten = **300 m**;
- Maximale Distanz zwischen Querschnitten = **600 m**;
- Die Distanz zwischen Signalquerschnitt und Mittelstreifenüberfahrt beträgt zwischen **10 m und 30 m**.

Die Norm [4] gibt die empfohlenen und die minimalen Distanzen für den Bereich des Fahrstreifenabbaus an. Diese sind von der zulässigen Höchstgeschwindigkeit abhängig.

Anhänge

I	Bildlegende Verkehrsmanagement im Tunnel	21
---	---	-----------

I Bildlegende Verkehrsmanagement im Tunnel

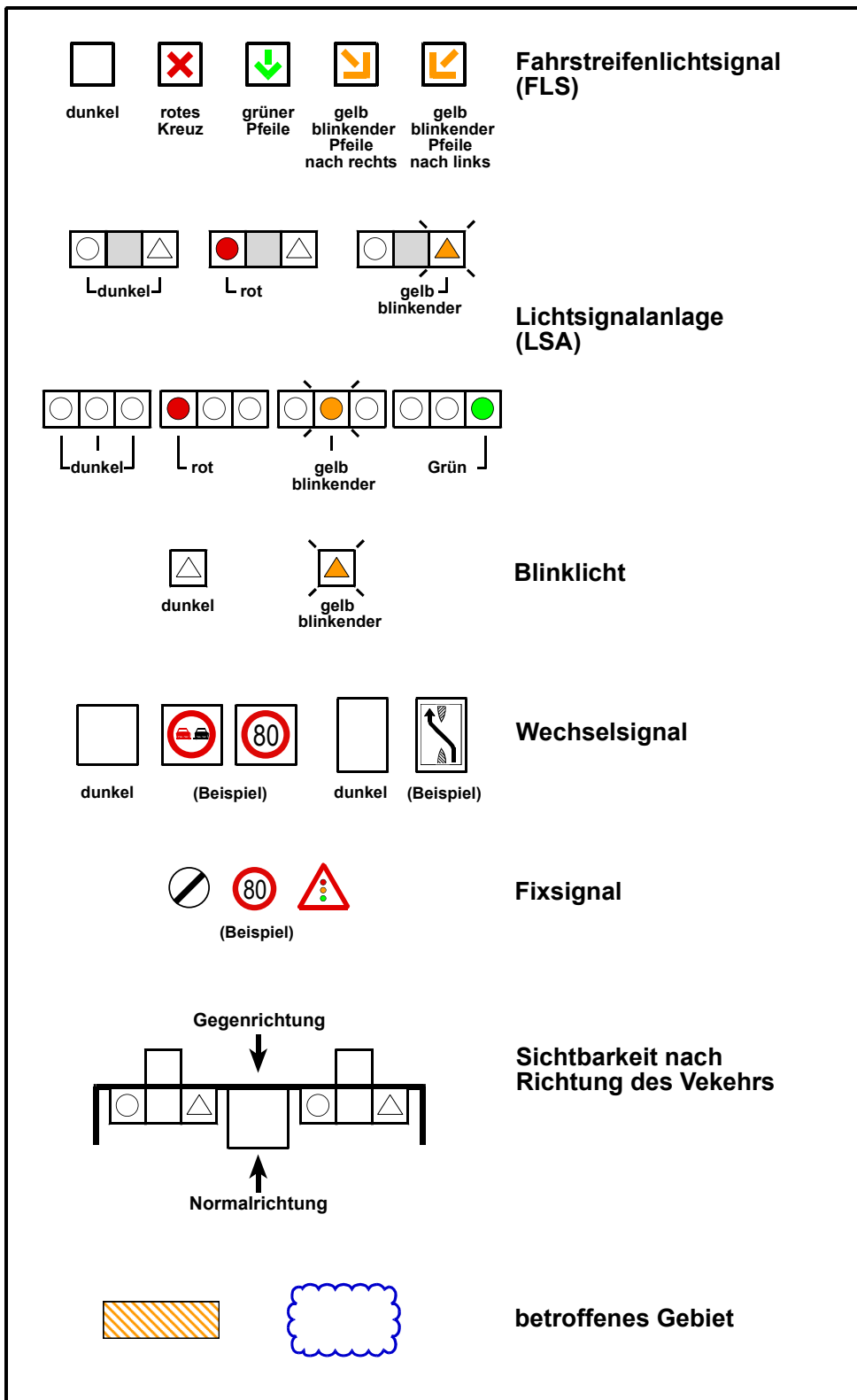


Abb. I.1 Auszug Anhang aus Richtlinie ASTRA 15003 VM-CH (2008, V1.04) für Kap. 3.8

Literaturverzeichnis

-
- [1] Schweizerische Eidgenossenschaft (1979), „**Signalisationsverordnung vom 5. September 1979 (SSV)**“, SR 741.21, www.admin.ch.
-
- [2] Bundesamt für Strassen ASTRA (2006), „**Darstellung Verkehrslage, Startkonfiguration**“.
-
- [3] Europäische Union (2004), „**Richtlinie 2004/54/EG des europäischen Parlaments und des Rates, über die Mindestanforderungen an die Sicherheit von Tunneln im transeuropäischen Strassennetz**“.
-
- [4] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1999), „**Verkehrsbeeinflussung - Fahrstreifen-Lichtsignal-System (FLS)**“, SN 640802.
-
- [5] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1999), „**Signalisation von Baustellen auf Autobahnen und Autostrassen**“, SN 640885c.
-

Auflistung der Änderungen

Ausgabe	Version	Datum	Änderungen
2021	1.00	01.06.2021	<ul style="list-style-type: none">Inkrafttreten Ausgabe 2021 (Originalversion in Deutsch)

