



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Bundesamt für Strassen ASTRA**

**RICHTLINIE**  
**PANNENSTREIFEN-**  
**UMNUTZUNG**

---

*Ausgabe 2023 V2.33*  
*ASTRA 15002*

# Impressum

## Autoren / Arbeitsgruppe

Siegrist Roger	ASTRA, Vorsitz
Dousse Francis	ASTRA
Etter Heinz	ASTRA
Huonder Stefan	ASTRA
Joseph Cédric	ASTRA
Mariéthod Bernard	ASTRA
Schirato Peter	ASTRA
Suter Heinz	ASTRA
Maillard Patrick	RGR Robert-Grandpierre et Rapp SA
Koy Thorsten	Rapp Trans AG
Kanizaj Oliver	B+S AG

## Originalsprache

Deutsch

## 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](http://www.astra.admin.ch) heruntergeladen werden.

© ASTRA 2023

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

## Vorwort

Das Verkehrswachstum auf dem Nationalstrassennetz führt zu örtlichen und zeitlichen Kapazitätsdefiziten mit entsprechenden Verkehrssicherheitsproblemen. Die Funktionsfähigkeit des Strassennetzes wird dadurch zunehmend eingeschränkt. Bauliche Massnahmen zur Behebung der Defizite der Verkehrsinfrastruktur sind kurz- bis mittelfristig jedoch nur in den wenigsten Fällen möglich.

Die Nutzung des Pannestreifens als Fahrstreifen stellt eine Möglichkeit dar, den Verkehrsablauf im Bereich von Konfliktpunkten zu homogenisieren und damit die Verkehrssicherheit eines Autobahnabschnittes unter Nutzung der bestehenden Verkehrsinfrastruktur kurzfristig zu erhöhen. Pannestreifen auf Nationalstrassen haben eine wichtige Funktion in Bezug auf die Verkehrssicherheit. Pannestreifenumnutzungen sind daher restriktiv anzuwenden.

Mit den bereits realisierten Pannestreifenumnutzungen konnten die Verkehrssicherheit und die Zuverlässigkeit wesentlich verbessert werden. Die Auswertung der Unfalldaten ergab, dass auf allen permanenten Pannestreifenumnutzung und der ersten temporären zwischen Morges und Ecublens die Unfallzahlen pro Jahr um rund 25 % oder mehr gegenüber der Situation vor der Realisierung zurückgingen und auch nicht mehr zunahmen. Gleichzeitig konnten die lokalen Verkehrsüberlastungen und damit auch die Stauzeiten bedeutend reduziert werden. Auch die bisher im Ausland gemachten Erfahrungen mit Pannestreifenumnutzungen sind positiv.

Dennoch erfordert jedes Projekt zur Pannestreifenumnutzung sorgfältige Vorabklärungen und eine individuelle Beurteilung. Die vorliegende Richtlinie legt die Ausgestaltung sowie die verkehrstechnischen und betrieblichen Anforderungen für standardisierte Pannestreifenumnutzungen fest.

### **Bundesamt für Strassen**

Dr. Rudolf Dieterle  
Direktor



# Inhaltsverzeichnis

<b>Impressum</b> .....	<b>2</b>
<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>7</b>
1.1 Zweck der Richtlinie .....	7
1.2 Geltungsbereich .....	7
1.3 Adressaten .....	7
1.4 Inkrafttreten und Änderungen .....	7
<b>2 Definition und Grundsätze</b> .....	<b>8</b>
2.1 Zielsetzung von Pannestreifenumnutzungen .....	8
2.2 Bedeutung und Funktion des Pannestreifens .....	8
2.3 Typen von Pannestreifenumnutzungen .....	8
2.3.1 Typ 1: PUN zwischen Anschlüssen oder Verzweigungen .....	9
2.3.2 Typ 2: PUN über Anschlüsse oder Verzweigungen .....	9
2.3.3 Typ 3: PUN in Steigungen (Zusatzstreifen) .....	9
2.4 Betriebsformen von Pannestreifenumnutzungen .....	10
2.5 Verkehrliche Aspekte .....	10
<b>3 Geometrische Ausgestaltung</b> .....	<b>11</b>
3.1 Fahrbahnaufteilung .....	11
3.1.1 Zweistreifige Richtungsfahrbahn .....	11
3.1.2 Dreistreifige Richtungsfahrbahn .....	12
3.2 Sichtweite .....	13
3.3 Nothaltebuchten .....	13
3.4 Anschlussbereiche und Rastplätze .....	14
<b>4 Bauliche Massnahmen</b> .....	<b>15</b>
4.1 Strassenoberbau .....	15
4.2 Quergefälle .....	15
4.3 Entwässerung und Werkleitungen .....	15
4.4 Schutzeinrichtungen und Kunstbauten .....	15
<b>5 Permanente Pannestreifenumnutzung</b> .....	<b>16</b>
5.1 Ausrüstungskriterien und -merkmale .....	16
5.2 Markierung .....	18
5.2.1 Markierung auf der freien Strecke .....	18
5.2.2 Markierung in Anschlussbereichen .....	18
5.3 Signalisation .....	19
5.3.1 Basislösung PUN-Typ 1 für zweistreifige Richtungsfahrbahn .....	19
5.3.2 Minimallösung PUN-Typ 1 für zweistreifige Richtungsfahrbahn .....	20
5.3.3 Übergangslösung .....	21
5.3.4 Reduzierte Basislösung PUN-Typ 1 für zweistreifige Richtungsfahrbahn .....	22
5.3.5 Basislösung PUN-Typ 2 für zweistreifige Richtungsfahrbahn .....	23
5.4 Standardisierte Betriebszustände .....	24
5.4.1 Ausrüstung Basislösung .....	24
5.4.2 Ausrüstung Minimallösung .....	25
5.5 Verkehrsdetektion .....	26
5.6 Verkehrsbeobachtung .....	26
5.7 Ereignisdetektion .....	26
<b>6 Temporäre Pannestreifenumnutzung</b> .....	<b>27</b>
6.1 Ausrüstungskriterien und -merkmale .....	27
6.2 Markierung .....	28

6.2.1	Markierung auf der freien Strecke .....	28
6.2.2	Markierung in Anschlussbereichen .....	28
6.3	Signalisation.....	30
6.3.1	Anzeige der Fahrstreifen.....	30
6.3.2	Basislösung PUN-Typ 1 für zweistreifige Richtungsfahrbahn .....	31
6.3.3	Minimallösung PUN-Typ 1 für zweistreifige Richtungsfahrbahn.....	33
6.3.4	Übergangslösung PUN-Typ 1 für zweistreifige Richtungsfahrbahn .....	34
6.3.5	Basislösung PUN-Typ 1 für dreistreifige Richtungsfahrbahn .....	35
6.3.6	Basislösung PUN-Typ 2 für zweistreifige Richtungsfahrbahn .....	36
6.4	Standardisierte Betriebszustände .....	37
6.4.1	VM-Betriebszustände.....	37
6.4.2	Betriebszustände für den Ereignisfall und bei Unterhaltsarbeiten.....	37
6.4.3	Aufbau- und Abbauprozesse .....	42
6.5	Verkehrsdetektion .....	44
6.6	Verkehrsbeobachtung .....	44
6.7	Videoüberwachung und Ereignisdetektion .....	45
6.7.1	Generelle Anforderungen.....	45
6.7.2	Anforderung an das digitale Bild .....	45
6.7.3	Anforderungen an die visuelle Bildnutzung .....	46
6.7.4	Anforderungen an die Detektion .....	46
6.7.5	Anforderungen an den Freigabeprozess .....	47
6.8	Verfahren zur Pannestreifenfreigabe.....	48
6.8.1	Genereller Ablauf.....	48
6.8.2	Algorithmus und Schwellenwerte.....	49
<b>7</b>	<b>Unterhalt und Betrieb .....</b>	<b>50</b>
7.1	Unfall- und Rettungsdispositiv .....	50
7.2	Unterhalts- und Betriebsbedürfnisse .....	50
7.3	Anforderungen an die Betriebs- und Sicherheitsausrüstung .....	50
7.4	Monitoring .....	51
	<b>Glossar.....</b>	<b>53</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>54</b>
	<b>Auflistung der Änderungen .....</b>	<b>55</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Zweck der Richtlinie

Die Richtlinie bildet die Grundlage für eine einheitliche Anwendung von Pannenstreifenumnutzungen (PUN) auf dem schweizerischen Nationalstrassennetz. Sie bildet eine Ergänzung zur ASTRA-Richtlinie 15003 „Verkehrsmanagement in der Schweiz (VM-CH)“ [7], die die verkehrstechnischen und funktionalen Grundanforderungen des Verkehrsmanagements auf den Nationalstrassen beschreibt.

Aus Sicherheitsgründen sollen Pannenstreifen auf Nationalstrassen ihre ursprüngliche Funktion grundsätzlich beibehalten. Pannenstreifenumnutzungen (PUN) auf Nationalstrassenabschnitten kommen da zur Anwendung, wo sich ein regulärer Ausbau einer Konfliktstrecke<sup>1</sup> kurz- bis mittelfristig nicht realisieren lässt. Das Ziel einer Pannenstreifenumnutzung liegt vor allem in der Verbesserung der Verkehrssicherheit, indem durch die Freigabe des Pannenstreifens für den fließenden Verkehr der Verkehrsablauf homogenisiert werden kann.

Die vorliegende Richtlinie definiert für die standardisierten PUN-Typen die Ausgestaltung sowie die verkehrstechnischen und betrieblichen Anforderungen bei permanenter oder temporärer Nutzung des Pannenstreifens als Fahrstreifen. Die Vorgaben sind grundsätzlich bei der Planung und Realisierung von PUN-Systemen auf den Nationalstrassen zu berücksichtigen. Damit wird eine Vereinheitlichung und Harmonisierung der PUN-Systeme angestrebt, insbesondere im Hinblick auf die Signalisation und Markierung, die Verkehrszustandserfassung sowie die videogestützte Verkehrsbeobachtung.

## 1.2 Geltungsbereich

Diese Richtlinie ist auf alle Projektierungs-, Bau-, Betriebs- und Unterhaltmassnahmen bei Pannenstreifenumnutzungen anzuwenden. Die Richtlinie wurde für Nationalstrassen mit zwei- und dreistreifigen Richtungsfahrbahnen ausgearbeitet. Lokale Pannenstreifenumnutzungen, die in ihrer Ausdehnung örtlich auf den Bereich von Anschlüssen oder Verzweigungen begrenzt sind, wie bspw. die Verlängerung von Ein- und Ausfahrten, sind nicht Gegenstand der vorliegenden Richtlinie. Diesbezügliche Hinweise sind in der ASTRA-Dokumentation 85006 „Gestaltung und Ausrüstung von Anschlüssen an das Nationalstrassennetz“ [10] enthalten.

Die verkehrstechnischen Anwendungskriterien, welche für die Wahl des PUN-Typs und dessen Betriebsform massgebend sind, werden in der ASTRA-Richtlinie 15003 „Verkehrsmanagement in der Schweiz (VM-CH)“ [7] behandelt.

## 1.3 Adressaten

Die Richtlinie richtet sich an Bauherren und Betreiber der Nationalstrassen sowie deren beauftragte Planer und Lieferanten. Sie dient Verkehrsexperten als Anweisung für die Projektierung von Pannenstreifenumnutzungen.

## 1.4 Inkrafttreten und Änderungen

Die vorliegende Richtlinie „Pannenstreifenumnutzung (PUN)“ tritt am 01.01.2007 in Kraft. Die Auflistung der Änderungen ist auf Seite 55 zu finden.

---

<sup>1</sup> Als Konfliktstrecken gelten Nationalstrassenabschnitte, die sich bereits heute oder künftig durch Verkehrsstörungen mit häufigen Auffahr- oder Fahrstreifenwechselunfällen, durch blockierte Ein- und Ausfahrten sowie durch Kapazitätsdefizite generell auszeichnen.

## 2 Definition und Grundsätze

### 2.1 Zielsetzung von Pannenstreifenumnutzungen

Die zu erreichenden Ziele der Umnutzung von Pannenstreifen zu Fahrstreifen liegen in der Erhöhung der Verkehrssicherheit durch die Elimination von Konfliktstellen infolge von Rückstaus und Verflechtungsvorgängen.

Sie sind hauptsächlich eine einfache und kostengünstig zu realisierende vorübergehende Massnahme bis zur späteren Realisierung eines regulären Ausbaus. Prioritär sind sie zur Verbesserung des Verkehrsflusses im Bereich von Engpässen in Agglomerationen mit mehreren hoch belasteten Anschlüssen vorgesehen. Die Anschlussbereiche wie auch das angrenzende Kantonsstrassennetz sind dabei mit zu berücksichtigen.

### 2.2 Bedeutung und Funktion des Pannenstreifens

Die gesetzlichen Grundlagen und technischen Normen weisen dem Pannenstreifen folgende Funktionen zu:

- Raum für Fahrzeuge bei Pannen oder Nothalten sowie für Pannenhilfsdienste;
- Zeitweiliger Stellplatz für Pannen- oder Unfallfahrzeuge vor dem Abschleppen;
- Kurzeitiges Vorbeiführen des Verkehrs auf dem Pannenstreifen an Unfallstellen oder bei Tagesbaustellen (Unterhalt);
- Zugang für Sanitäts- und Ereignisdienste (Raum zur Bildung einer Rettungsgasse);
- Seitlicher Ausweichraum bei unerwarteten Hindernissen auf der Fahrbahn;
- Behelfsverkehrsführung auf einer Richtungsfahrbahn zur Aufrechterhaltung der Anzahl durchgehender Fahrstreifen bei länger andauernden Baustellen mit entsprechenden Absperr- und Markierungsmassnahmen;
- Benützung durch Unterhaltsdienste bei Arbeiten auf und neben der Fahrbahn (Grünpflege, Reinigung, Instandhaltung), beim Stellen von Signalen, bei Inspektionen, für den Winterdienst als Ablagefläche bei Schneeräumung.

Pannenstreifen tragen wesentlich zur Verkehrssicherheit von Hochleistungsstrassen bei. Ihre Funktion gemäss obenstehender Aufzählung ist grundsätzlich beizubehalten. Pannenstreifen sind Bestandteil des Regelprofils von Nationalstrassen.

Bei einem Wegfall des Pannenstreifens zugunsten eines zusätzlichen Fahrstreifens müssen die allfälligen Sicherheitsdefizite mit entsprechenden Massnahmen (z. B. Geschwindigkeitsreduktion, Bau von Nothaltebuchten, Verkehrsbeobachtung etc.) kompensiert werden. Der Sicherheitsgewinn aus einer Pannenstreifenumnutzung als Fahrstreifen muss die Auswirkungen des Verlustes überwiegen.

### 2.3 Typen von Pannenstreifenumnutzungen

Der PUN-Typ definiert die Verkehrsführung einer abschnittswisen Pannenstreifenumnutzung im Bereich von Anschlüssen/Verzweigungen sowie auf dem Streckenabschnitt. Die Richtlinie unterscheidet die folgenden drei PUN-Typen:

Typ 1	PUN zwischen Anschlüssen oder Verzweigungen
Typ 2	PUN über Anschlüsse oder Verzweigungen
Typ 3	PUN in Steigungen (Zusatzstreifen)



### 2.3.1 Typ 1: PUN zwischen Anschlüssen oder Verzweigungen

Beim PUN-Typ 1 wird der Pannestreifen zwischen zwei Anschlüssen oder Verzweigungen umgenutzt. Bei diesem Typ handelt es sich um eine Fahrstreifenaddition bei der Einfahrt eines ersten Anschlusses und einer Fahrstreifenabstraktion bei der Ausfahrt des nächsten Anschlusses. Die PUN verbindet somit lediglich eine Einfahrt mit der nachfolgenden Ausfahrt.

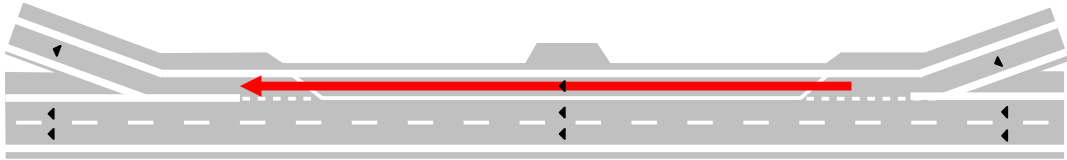


Abb. 2.1 PUN-Typ 1 zwischen zwei benachbarten Anschlüssen auf einem Abschnitt.

Der PUN-Typ 1 kann sich sowohl nur über einen Abschnitt zwischen zwei benachbarten Anschlüssen erstrecken als auch über mehrere aufeinanderfolgende Abschnitte zwischen jeweils zwei benachbarten Anschlüssen. Im Bereich der Anschlüsse erfolgt somit wieder eine Spurreduktion auf die ursprüngliche Anzahl Fahrstreifen.

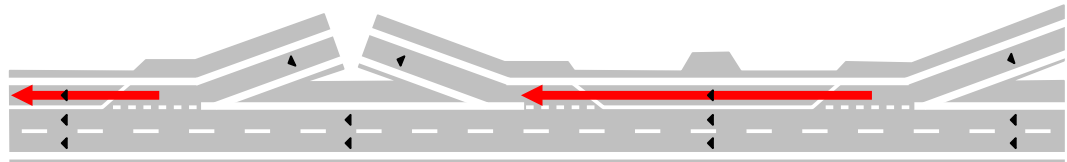


Abb. 2.2 PUN-Typ 1 zwischen zwei benachbarten Anschlüssen über mehrere aufeinanderfolgende Abschnitte.

### 2.3.2 Typ 2: PUN über Anschlüsse oder Verzweigungen

Beim PUN-Typ 2 wird der Pannestreifen auch im Anschlussbereich zwischen Ausfahrt und Einfahrt umgenutzt, d.h. die Pannestreifenumnutzung führt über mindestens einen Anschluss hinweg.

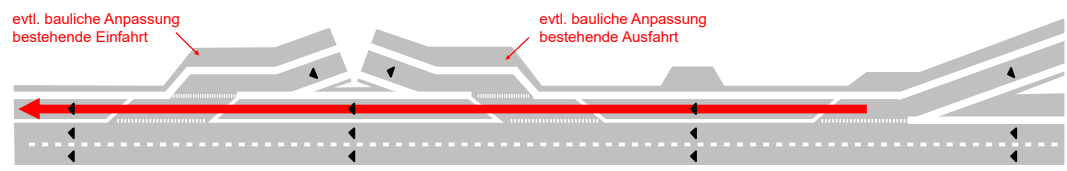


Abb. 2.3 PUN-Typ 2 über Anschlüsse.

### 2.3.3 Typ 3: PUN in Steigungen (Zusatzstreifen)

Beim PUN-Typ 3 wird der Pannestreifen im Bereich eines längeren Steigungsabschnitts mit einer Längsneigung von min. 4 % umgenutzt. Zusatzstreifen in Steigungen ermöglichen, Fahrzeugkolonnen aufzulösen oder ihre Bildung zu verhindern. Das Anbieten geregelter Überholmöglichkeiten von langsamen Fahrzeugen mittels Zusatzstreifen ist eine wirksame Massnahme sowohl zur Erhöhung der Verkehrsqualität als auch der Verkehrssicherheit.

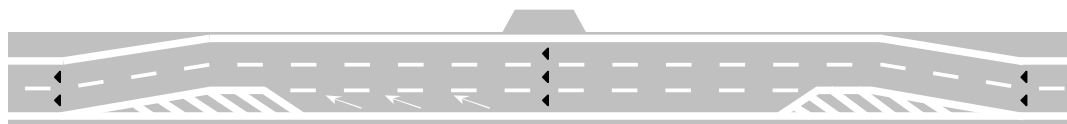


Abb. 2.4 PUN-Typ 3 in Steigungen.

## 2.4 Betriebsformen von Pannestreifenumnutzungen

Für Pannestreifenumnutzungen zwischen zwei Anschlüssen oder Verzweigungen (PUN-Typ 1) und Pannestreifenumnutzungen über Anschlüsse und Verzweigungen (PUN-Typ 2) kommen sowohl die permanente als auch die temporäre Betriebsform infrage. Das massgebende Kriterium für die zweckmässige Wahl der Betriebsform muss die Verkehrssicherheit sein. Im Rahmen einer umfassenden Güterabwägung sind jedoch auch verfahrensrechtliche und wirtschaftliche Aspekte zu berücksichtigen. Der PUN-Typ 3 in Steigungen > 4 % (Zusatzstreifen) ist ausschliesslich in permanenter Betriebsform vorgesehen.

### PUN permanent

- Der Pannestreifen steht dem Verkehr als Fahrstreifen jederzeit zur Verfügung;
- Die Nutzungsdauer einer permanenten Pannestreifenumnutzung kann unbefristet sein oder eine Übergangslösung darstellen bis zu einem Ausbau auf sechs oder mehr Fahrstreifen zuzüglich Pannestreifen.

### PUN temporär

- Die Freigabe des Pannestreifens als Fahrstreifen für den fliessenden Verkehr erfolgt in Abhängigkeit des Verkehrsaufkommens resp. Betriebszustandes (z. B. Baustelle). Ausserhalb der Freigabezeit ist der Pannestreifen für den fliessenden Verkehr gesperrt und steht in seiner ursprünglichen Funktion als Pannestreifen für Pannefahrzeuge, Unterhaltsarbeiten etc. zur Verfügung (Grundzustand);
- Eine temporäre PUN ist grundsätzlich verkehrsabhängig zu steuern, von einer Festzeitsteuerung ist abzusehen;
- Die Nutzungsdauer einer temporären Pannestreifenumnutzung kann unbefristet sein oder eine Übergangslösung darstellen bis zu einem Ausbau auf sechs oder mehr Fahrstreifen zuzüglich Pannestreifen;
- Zur Gewährleistung genügender Signalportale und ausreichender Signalabstände für die Steuerung der PUN mittels Fahrstreifen-Lichtsignal-Systeme (FLS) sind temporäre PUN erst ab einer Abschnittslänge von zwei Kilometern zweckmässig.

Temporäre Betriebsformen für die PUN-Typen 1 und 2 sind beim Vorliegen folgender Sachverhalte zu prüfen:

- Eine ausgeprägte Überlastung des Abschnitts tritt nur in Spitzenstunden auf;
- Ausgeprägte werktägliche Überlastung von Ein- und Ausfahrten in Spitzenstunden wegen dem morgendlichen oder abendlichen Berufsverkehr.

## 2.5 Verkehrliche Aspekte

Die verkehrlichen Anwendungskriterien zur Wahl eines geeigneten PUN-Typs und dessen zweckmässiger Betriebsform werden in der ASTRA-Richtlinie 15003 „Verkehrsmanagement in der Schweiz (VM-CH)“ [7] behandelt.

## 3 Geometrische Ausgestaltung

### 3.1 Fahrbahnaufteilung

Eine Pannestreifenumnutzung ist nur möglich, wenn die Fahrbahn auf dem gesamten Umnutzungsabschnitt eine ausreichende Breite aufweist. Zu kontrollieren ist dabei, ob die lichte Breite und die lichte Höhe gemäss den Standardprofilen nach ASTRA-Richtlinie 11001 „Normalprofile, Rastplätze und Raststätten der Nationalstrassen“ [4] auf dem gesamten zur Umnutzung vorgesehenen Streckenabschnitt eingehalten werden. Entspricht die Fahrbahnbreite einem Standardprofil, so lassen sich ausreichende Fahrstreifenbreiten für PUN realisieren. Seitliche Hindernisse oder lokal reduzierte Pannestreifenbreiten verunmöglichen unter Umständen eine Pannestreifenumnutzung oder bedingen zumindest umfangreiche Anpassungsarbeiten.

Die Aufteilung der vorhandenen Fahrbahn in die einzelnen Fahrstreifen hat unter Berücksichtigung der vorgesehenen Betriebsform (permanent oder temporär) sowie in Abhängigkeit der Länge des Umnutzungsabschnitts zu erfolgen. In allen PUN-Abschnitten sind grundsätzlich Fahrstreifenbreiten von 3.50 m anzustreben. Diese Forderung führt je nach geplante PUN-Typ bei zweistreifigen Autobahnen dazu, dass der Pannestreifen z.B. im Zuge eines Erhaltungsprojektes geringfügig verbreitert werden muss. In der Regel ist zusätzlich eine seitliche Hindernisfreiheit von mindestens 0.30 m zu gewährleisten.

Ist eine Verbreiterung der Fahrbahn mit unverhältnismässig hohen Kosten verbunden, kann im Ausnahmefall die Breite des äussersten Überholfahrstreifens reduziert werden. Resultiert daraus eine Fahrstreifenbreite von weniger als 3.25 m, so ist auf dem äussersten Überholfahrstreifen eine Breitenbeschränkung zu signalisieren (Sig. 2.18 „Höchstbreite“), welche ein Befahren durch schwere Motorfahrzeuge und Gesellschaftswagen verbietet. Eine minimale Fahrstreifenbreite von 3.00 m darf nicht unterschritten werden.

Auf Grund des dauerhaften Wegfalls des Pannestreifens bei permanenter PUN sowie des zeitweisen Wegfalls des Pannestreifens bei Freigabe einer temporären PUN wird aus Sicherheitsgründen eine Herabsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit empfohlen. Grundsätzlich muss bei jedem potentiellen Umnutzungsabschnitt im Einzelfall geprüft und beurteilt werden, ob das ursprüngliche Geschwindigkeitsregime noch angemessen oder die zulässige Höchstgeschwindigkeit mit einer PUN auf 100 km/h oder 80 km/h zu beschränken ist. Einzig bei PUN in Steigungen, sogenannten Zusatzstreifen, die zum Überholen langsamer Fahrzeuge dienen, erübrigt sich die Überprüfung des Geschwindigkeitsregimes, wenn die Fahrstreifenbreiten und Sichtweiten dies erlauben.

#### 3.1.1 Zweistreifige Richtungsfahrbahn

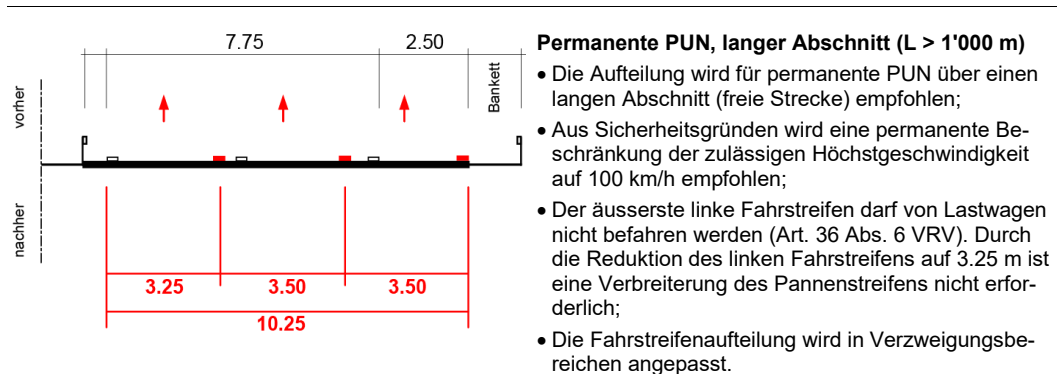
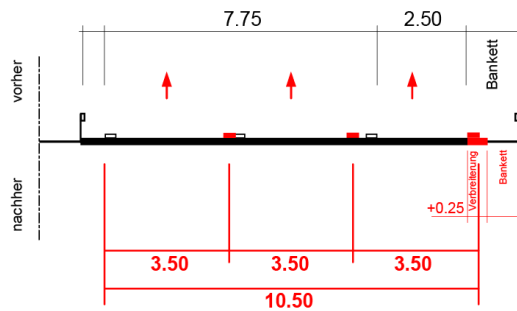


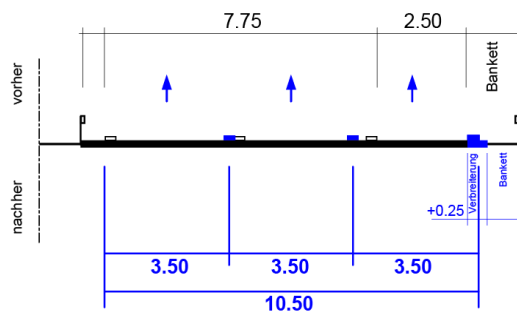
Abb. 3.1 Fahrstreifenaufteilung bei permanenter PUN über langen Abschnitt.



**Permanente PUN, kurzer Abschnitt ( $L < 1'000$  m)**

- Die Aufteilung wird für permanente PUN über einen kurzen Abschnitt empfohlen (typisch in Agglomerationen mit dichter Anschlussfolge);
- Die Wegweisung bei Anschlüssen erfolgt im Normalfall Überkopf, d. h. der rechte (umgenutzte) Fahrstreifen wird mit blauen Einspurtafeln versehen. Da der äusserste linke Fahrstreifen deshalb auch von Lastwagen befahren werden darf (Art. 36 Abs. 6 VRV), ist dieser bzw. der Pannenstreifen auf 3.50 m zu verbreitern;
- Aus Sicherheitsgründen wird eine permanente Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 100 km/h empfohlen.

Abb. 3.2 Fahrstreifenaufteilung bei permanenter PUN über kurzen Abschnitt.

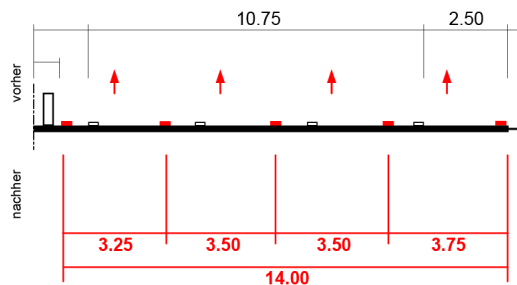


**Temporäre PUN ( $L > 2'000$  m)**

- Bei einer temporären PUN darf der Überholfahrstreifen bei nicht freigegebenem Pannenstreifen auch von Lastwagen befahren werden (Art. 36 Abs. 6 VRV) und muss daher eine Breite von 3.50 m aufweisen;
- Aufgrund ausreichender Fahrstreifenbreiten ist bei nicht freigegebenem Pannenstreifen (Grundzustand) eine Geschwindigkeitsreduktion nicht erforderlich;
- Bei der Freigabe des Pannenstreifens wird aus Sicherheitsgründen eine temporäre Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 100 km/h empfohlen.

Abb. 3.3 Fahrstreifenaufteilung bei temporärer PUN.

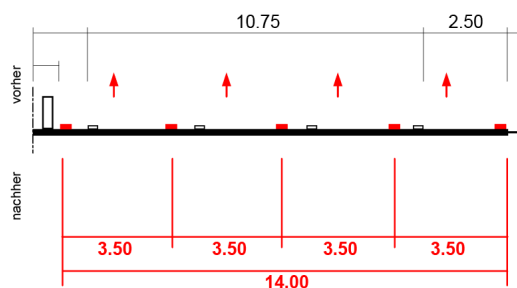
### 3.1.2 Dreistreifige Richtungsfahrbahn



**Permanente PUN, langer Abschnitt ( $L > 1'000$  m)**

- Die Aufteilung wird für permanente PUN über einen langen Abschnitt (freie Strecke) empfohlen;
- Aus Sicherheitsgründen wird eine permanente Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 100 km/h empfohlen.

Abb. 3.4 Fahrstreifenaufteilung bei permanenter PUN über langen Abschnitt.



**Permanente PUN, kurzer Abschnitt ( $L < 1'000$  m)**

- Die Aufteilung wird für permanente PUN über einen kurzen Abschnitt empfohlen (typisch in Agglomerationen, z. B. bei Verzweigungen);
- Da insbesondere vor Verzweigungen die Möglichkeit besteht, dass sämtliche Fahrstreifen auch von Lastwagen befahren werden, sollten alle Fahrstreifen eine Breite von 3.50 m aufweisen;
- Aus Sicherheitsgründen wird eine permanente Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 100 km/h empfohlen.

Abb. 3.5 Fahrstreifenaufteilung bei permanenter PUN über kurzen Abschnitt.

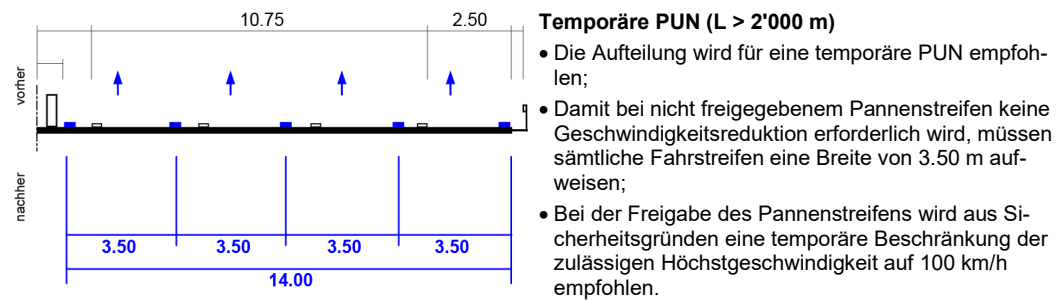


Abb. 3.6 Fahrstreifenaufteilung bei temporärer PUN.

## 3.2 Sichtweite

Für die Realisierung einer Pannestreifenumnutzung müssen die Sichtweiten gemäss SN 640 090b „Projektierung, Grundlagen; Sichtweiten“ [13] auf dem ganzen Abschnitt gewährleistet sein. Massgebend ist dabei die Anhaltesichtweite.

Die erforderliche Anhaltesichtweite ist von der signalisierten Geschwindigkeit und der Längsneigung der Fahrbahn abhängig. Eingeschränkte Sichtverhältnisse können z. B. aufgrund von Fahrzeugrückhaltesystemen oder Lärmschutzwänden resultieren. Diese betreffen vorwiegend Einrichtungen an der Innenseite einer Kurve. Auch der Verkehr selbst (Fahrzeugkolonnen) kann zu Sichtbehinderungen führen. Aus diesen Gründen ist eine ausreichende Sicht auf die Signalisation auch unter Betriebsbedingungen jederzeit zu gewährleisten.

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Sichtweite sind in erster Linie bauliche Massnahmen zu ergreifen. Eine Geschwindigkeitsreduktion zur Gewährleistung der Sichtweite soll nur in begründeten Ausnahmefällen angewandt werden.

## 3.3 Nothaltebuchten

### Notwendigkeit

Nothaltebuchten dienen als Abstellfläche einerseits für Pannenfahrzeuge und andererseits für den betrieblichen Unterhalt. Sie werden gemäss SN 640 041 „Projektierung, Grundlagen; Strassentyp: Hochleistungsstrassen“ [12] in einem Abstand von maximal ca. 1'000 m erstellt. Die örtlichen Gegebenheiten, die Bedürfnisse des Unterhaltes, Kunstbauten etc. sind bei der Festlegung der Abstände und des Standortes zusätzlich zu berücksichtigen.

Auf Nothaltebuchten kann verzichtet werden, wenn Ausfahrten in einer Distanz von 1'000 bis 1'500 m bestehen und für den betrieblichen Unterhalt keine Buchten erforderlich sind.

### Anordnung bei Pannestreifenumnutzung

Bei einer PUN zwischen zwei oder über mehrere Anschlüsse hinweg (Typ 1 und Typ 2) sollte mindestens alle 1'000 m eine Nothaltebucht angeordnet werden, unabhängig davon, ob die PUN permanent oder temporär betrieben wird.

Kürzere Abstände von 500 bis 800 m können unter folgenden Voraussetzungen geprüft werden und allenfalls zur Anwendung kommen:

- Längere Steigungen (PUN-Typ 3, Zusatzstreifen in Steigungen);
- Erhöhter Ferienverkehrsanteil;
- Lastwagenanteil am DTV hoch;
- Ungenügende Sichtweiten;
- Besondere Anforderungen des betrieblichen Unterhaltes.

### Ausgestaltung

Bei der geometrischen Ausgestaltung der Nothaltebuchten sind folgende Empfehlungen zu berücksichtigen:

- Länge zwischen 60 und 80 m, Breite 4.25 m, Abschrägung der Stirnwände  $\leq 1:3$ ;
- Nothaltebuchten müssen mit einer Notrufsäule bei etwa einem Drittel der Gesamtlänge ausgerüstet werden. Nothaltebuchten sind mit Sensoren zur Videoüberwachung und Fahrzeugdetektion auszurüsten;
- Entwässerung nach aussen sowie Randeinfassungen zum Schutz gegen negative Umweltauswirkungen;
- Schutzeinrichtungen entsprechend der Strecke, linienförmige Umrandung der Nothaltebucht zur besseren Erkennbarkeit;
- Signalisierung der Buchten gemäss Art. 47 Abs. 5 der SSV mit dem Signal „Abstellplatz für Pannenfahrzeuge“ (4.16) sowie entsprechende Vorsignalisierung im Abstand von mindestens 500 m [2].

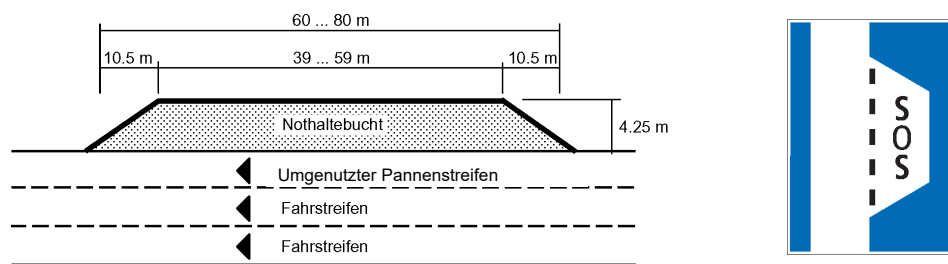
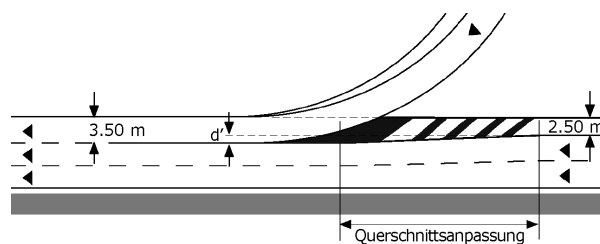


Abb. 3.7 Geometrische Ausgestaltung der Nothaltebucht (links), Signal 4.16 (rechts).

## 3.4 Anschlussbereiche und Rastplätze

Die PUN-Typen 1 und 2 werden mittels einer Fahrstreifenaddition einer Einfahrt eingeleitet. Aufgrund der unterschiedlichen Breiten zwischen dem ursprünglichen und dem umgenutzten Pannenstreifen muss im Anschlussbereich über eine bestimmte Länge eine Querschnittsanpassung erfolgen. Die Länge dieser sogenannten Verziehung, auf welcher die durchgehenden Fahrstreifen der HLS eine Querverschiebung erfahren, richtet sich nach SN 640 261 „Knoten; Kreuzungsfreie Knoten“ [16]. Die Verziehungslänge ist im Allgemeinen für alle Fahrstreifenränder als gleich gross anzunehmen und berechnet sich gemäss nachstehender Formel. Die Rückführung erfolgt nach dem analogen Prinzip.



$$L_V = V_P \cdot \sqrt{d'} \text{ [m]}, \text{ wobei}$$

$V_P$  = Projektierungsgeschwindigkeit in [km/h]

$d'$  = Querverschiebung in [m]

Abb. 3.8 Prinzipskizze der Querschnittsanpassung im Anschlussbereich für die anschließende PUN.

Im Normalfall dürfte die Querverschiebung etwa 1 m betragen, was je nach signalisierter Geschwindigkeit zu Verziehungslängen in der Grössenordnung von 80 bis 100 m führt.

Bei einer über den Anschlussbereich geführten PUN (PUN-Typ 2) müssen die Verzögerungs- und Beschleunigungsstreifen nach aussen verlegt werden. Deren erforderliche Länge richtet sich ebenfalls nach SN 640 261 „Knoten; Kreuzungsfreie Knoten“ [16]. Aufgrund der mit PUN unter Umständen reduzierten Höchstgeschwindigkeit kann die Länge des Verzögerungsstreifens gegenüber der ursprünglich vorhandenen Länge kürzer ausfallen.

## 4 Bauliche Massnahmen

### 4.1 Strassenoberbau

Der Strassenoberbau des Pannestreifens hat gemäss gültiger ASTRA-Richtlinie 11001 „Normalprofile, Rastplätze und Raststätten der Nationalstrassen“ [4] demjenigen der Fahrstreifen zu entsprechen, da dieser im Falle von Unterhaltsarbeiten etc. den Verkehr tragen muss. Bei älteren Autobahnabschnitten weisen die Pannestreifen jedoch oft einen reduzierten Oberbau auf.

Der Strassenoberbau ist bei Pannestreifenumnutzungen bezüglich Aufbau und Tragfähigkeit zu prüfen und wo erforderlich zu verstärken. Im Grundsatz soll der Aufbau des Pannestreifens demjenigen der Fahrstreifen entsprechen.

### 4.2 Quergefälle

Das Quergefälle des Pannestreifens soll bei einer Pannestreifenumnutzung im Regelfall beibehalten werden. Dies auch dann, wenn der Pannestreifen gegenüber dem Fahrstreifen ein negatives Quergefälle aufweist. Die zulässige Querneigungsdifferenz beträgt 6 % gemäss SN 640 120 „Linienführung; Quergefälle in Geraden und Kurven, Quergefallsänderung“ [14]. Für eine Beibehaltung eines negativen Quergefälles sprechen:

- die Fahrbahntwässerung (Aquaplaning);
- die Schneeräumung (Glatteisbildung durch Schmelzwasser);
- die Gewährleistung der lichten Höhe im Bereich von Überführungsbauwerken.

Dem Sicherheitsgewinn durch Aufhebung eines negativen Quergefälles stehen Sicherheitsverluste gegenüber. Mit der Beibehaltung von negativen Quergefällen lassen sich zudem erhebliche Kosten einsparen.

In Bereichen mit starker Querneigungsdifferenz, z.B. in Linkskurven, ist eine Anpassung des Quergefälles in der Regel aufgrund der Sicherheit und Fahrdynamik notwendig. Die Vor- und Nachteile einer Anpassung gegenüber dem Status Quo sind jeweils abzuwägen. Das minimale Quergefälle in Geraden beträgt 3 % (gemäss ASTRA-Richtlinie 11001 „Normalprofile, Rastplätze und Raststätten der Nationalstrassen“ [4]).

### 4.3 Entwässerung und Werkleitungen

Die Strassenentwässerung ist bezüglich Funktionstüchtigkeit und Verkehrssicherheit zu prüfen. Ein ausreichender Wasserabfluss ist zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit sicherzustellen. Im Zusammenhang mit Quergefallsanpassungen ist der Entwässerung besondere Beachtung zu schenken.

Die Schachtabdeckungen der Strassenentwässerung innerhalb des zukünftigen Fahrraumes sind auf eine ausreichende Tragfähigkeit und auf einen fachgerechten Einbau hin zu überprüfen (kein Schlagen usw.) und gegebenenfalls zu erneuern.

Kabelkanäle, Werkleitungen, Schächte usw., welche innerhalb des Pannestreifens liegen, sind auf ihre Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit hin zu prüfen und gegebenenfalls ausserhalb des umgenutzten Pannestreifens anzuordnen. Die Aufwendungen hierfür sind fallweise sehr kostenintensiv und können ein Umnutzungsprojekt verhindern.

### 4.4 Schutzeinrichtungen und Kunstbauten

Fahrzeugrückhaltesysteme, Lärmschutzwände usw. sind dem veränderten Betriebsregime anzupassen. Wo dies die Verkehrssicherheit erfordert, sind bauliche Massnahmen zu ergreifen. Dem Winterdienst (Schneeräumung) ist spezielle Beachtung zu schenken.

Im Bereich von Kunstbauten (z. B. Kragarmkonstruktionen) können im Zusammenhang mit Pannestreifenumnutzungen Probleme infolge Ermüdung etc. auftreten. In der Projektierungsphase sind die notwendigen Abklärungen hierzu durchzuführen.

## 5 Permanente Pannenstreifenumnutzung

### 5.1 Ausrüstungskriterien und -merkmale

Damit der Verkehrsablauf und die Verkehrssicherheit auf Abschnitten mit permanenter Pannenstreifenumnutzung sichergestellt sind, ist die Verfügbarkeit gewisser Systemkomponenten unabdingbar. Dazu zählen die Signalisationsmittel, die Videokameras sowie die Sensoren zur Stauerkennung. Abhängig von der Länge des Abschnittes wird zwischen der Ausrüstung PUN permanent mit „Minimallösung“ (kleiner 1'500 m) und mit „Basislösung“ (grösser gleich 1'500 m) sowie einer „Übergangslösung“ unterschieden. Die Ausrüstungen weisen folgende Merkmale auf:

Abb. 5.1 Ausrüstungsmerkmale bei einer permanenten PUN

Basislösung (L ≥ 1'500 m)	Minimallösung (L < 1'500 m)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• FLS (über alle Fahrstreifen);</li> <li>• GH-GW (dynamisch);</li> <li>• Anzeige der Fahrstreifen (dynamisch);</li> <li>• Wegweiser Überkopf (statisch);</li> <li>• Verkehrsdetektion für GH-GW;</li> <li>• Strategische Verkehrsbeobachtung (z.B. Kameras bei Ein- und Ausfahrten, Nothaltebuchten sowie ergänzend zur Sensorik ca. alle 1'000 m);</li> <li>• Nothaltebucht, Raster ≤ 1'000 m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GH-GW (dynamisch);</li> <li>• Wegweiser Überkopf (statisch);</li> <li>• Verkehrsdetektion für GH-GW;</li> <li>• Strategische Verkehrsbeobachtung (z.B. Kameras bei Ein- und Ausfahrten, Nothaltebuchten sowie ergänzend zur Sensorik);</li> <li>• 1 Nothaltebucht (ab ca. 1'000 m).</li> </ul>

Die „Übergangslösung“ betrifft Abschnitte mit geplantem Ausbau, indem auf bereits bestehende GH-GW aufgebaut wird. Örtliche Gegebenheiten sind zu beachten.

Abb. 5.2 Ausrüstungskriterien bei einer permanenten PUN

Länge	Ausrüstung	
	Basislösung	Minimallösung
L < 1'500 m	In Tunnelnähe mit FLS Keine seitlichen Fluchtwege	Standardfall
L ≥ 1'500 m	Standardfall	

#### Ausrüstung Basislösung

- Ab einer Streckenlänge von grösser gleich 1'500 m wird von einer vollständigen FLS-Abdeckung ausgegangen, d. h. alle Fahrstreifen sind mit FLS auszustatten;
- Zusätzliche dynamische Signale zur Anzeige der jeweils freigegebenen Fahrstreifen (Signal 4.77 „Anzeige der Fahrstreifen“);
- Verkehrsdetektion, Verkehrsbeobachtung und Ereignisdetektion entsprechend dem Ausrüstungsgrad „HOCH“ gemäss ASTRA-Richtlinie 15003 „Verkehrsmanagement in der Schweiz (VM-CH)“ [7];
- Es ist ein Nothaltebucht-Raster von maximal ca. 1'000 m anzustreben.

Der **Ausnahmefall** für die Ausstattung „Basislösung“ für Abschnittslängen kleiner 1'500 m ergibt sich für folgende Fälle:

- Abschnitte in Tunnelnähe mit FLS;
- Keine seitlichen Fluchtwege (Verkehrsteilnehmer haben keine Möglichkeit, den Verkehrsraum zu verlassen).



### Ausrüstung Minimallösung

- Auf Ausrüstung mit FLS und dem Signal 4.77 „Anzeige der Fahrstreifen“ kann aufgrund der kurzen Abschnittslänge verzichtet werden;
- Die Vorgaben für die Verkehrsdetektion, Verkehrsbeobachtung und Ereignisdetektion entsprechen denen des Ausrüstungsgrades „MITTEL“ gemäss ASTRA-Richtlinie 15003 „Verkehrsmanagement in der Schweiz (VM-CH)“ [7], mit GHGW;
- Bei einer Abschnittslänge zwischen 1'000 und 1'500 m ist eine Nothaltebucht vorzusehen, da keine dynamische Fahrstreifensperrung möglich ist. Aus verkehrlicher Sicht ist eine Nothaltebucht bei kürzeren Abschnittslängen nicht erforderlich.

### Ausrüstung Übergangslösung

Eine Übergangslösung kann für eine permanente Pannestreifenumnutzung in Betracht gezogen werden, falls ein Ausbau in absehbarer Zeit vorgesehen und bereits GHGW vorhanden ist, das weiter benützt werden kann.

### Pannestreifenumnutzung in Steigungen (Zusatzstreifen)

Eine Pannestreifenumnutzung in Steigungen (Zusatzstreifen) erfolgt grundsätzlich in permanenter Betriebsform. Die Ausrüstung orientiert sich dementsprechend an den Kriterien für die permanente Pannestreifenumnutzung. Eine Fahrstreifenbewirtschaftung ab einer Streckenlänge von grösser gleich 1'500 m kann hinsichtlich von Betriebs- und Sicherheitsaspekten sinnvoll sein.

Die Anwendung des PUN-Typs 3 kann auch in Kombination z. B. mit einer Einfahrt erfolgen (Fahrstreifenaddition). Die Zulässigkeit eines Pannestreifenverzichtes auf längeren Steigungen ist in jedem Fall vertieft zu beurteilen (Verkehrssicherheit).

*Abb. 5.3 Kriterien bei einer PUN in Steigungen (Zusatzstreifen).*

<b>Anwendungsvoraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung (<math>i \geq 4 \%</math>);</li> <li>• Leistungsengpass an Steigung infolge reduzierter Geschwindigkeit des Schwerverkehrs (hoher DTV mit grossem LW-Anteil);</li> <li>• Unfallschwerpunkt infolge Geschwindigkeitsdifferenz zwischen PW und LW;</li> <li>• Anforderungen/ Bedingungen gemäss SN 640 018a „Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Freie Strecke auf Autobahnen“ [11].</li> </ul>
<b>Zu klärende Fragen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkehrsbelastung, LW-Anteil;</li> <li>• Ursache für Leistungsdefizit;</li> <li>• Spezifische Unfallauswertung;</li> <li>• Horizontal- und Vertikalgeometrie Nationalstrasse;</li> <li>• Alternative Lösungsvarianten;</li> <li>• Grundsätzliche Machbarkeit (Fahrbahnbreite etc.);</li> <li>• Oberbau und Querneigung Pannestreifen;</li> <li>• Zugang Ereignisdienste.</li> </ul>
<b>Betriebsform</b>	Permanent.
<b>Ausgestaltung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausbildung der Zusatzstreifen gemäss SN 640 138b „Linienführung; Zusatzstreifen in Steigungen und Gefällen“ [15];</li> <li>• Nothaltebuchten sind ab einer Umnutzungslänge <math>\geq 1000</math> m vorzusehen (Abstand 500 bis 800 m);</li> <li>• Anordnung der Signale 4.77 gemäss SN 640 814b „Strassensignale, Anzeige der Fahrstreifen“ [19];</li> <li>• Fahrbahnaufteilung gemäss Abschnitt 3.1;</li> <li>• Verkehrsbeobachtung und dynamische Signalisation bei längeren Abschnitten.</li> </ul>

## 5.2 Markierung

### 5.2.1 Markierung auf der freien Strecke

Bei einer permanenten Umnutzung des Pannestreifens zu einem Fahrstreifen erfolgt die Markierung wie bei einem gewöhnlichen Fahrstreifen gemäss SN 640 854a „Markierungen; Anordnung auf Autobahnen und Autostrassen“ [20].

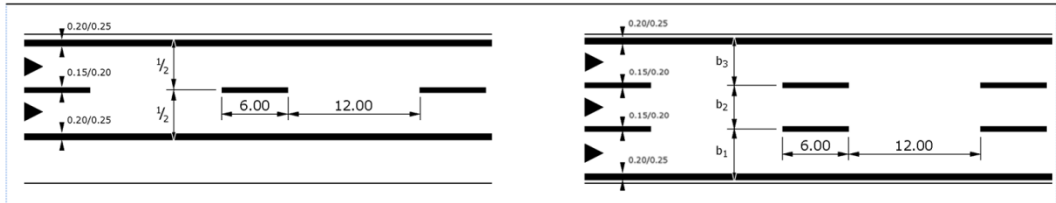


Abb. 5.4 Markierung auf der freien Strecke vor (links) und nach (rechts) einer permanenten Pannestreifenumnutzung.

### 5.2.2 Markierung in Anschlussbereichen

#### Markierung einer Fahrstreifenaddition resp. -subtraktion (PUN-Typ 1)

Bei einer permanenten PUN erfolgt die Markierung im Bereich von Ein- und Ausfahrten von Anschlüssen oder Verzweigungen als Fahrstreifenaddition bzw. -subtraktion (siehe Abb. 5.5). Es ist darauf zu achten, dass:

- Der Beschleunigungsstreifen gemäss VSS 40 251 respektive RL 15015 Rampenbewirtschaftung vorhanden und signalisiert ist sowie
- Die Verkehrsteilnehmenden (insbesondere Lastwagen) auf der Stammstrecke keine unnötigen Fahrstreifenwechsel durchführen.

Die geänderte Situation ist auf der Stammstrecke sowie auf der Zufahrt zur Einfahrtsrampe eindeutig zu signalisieren.

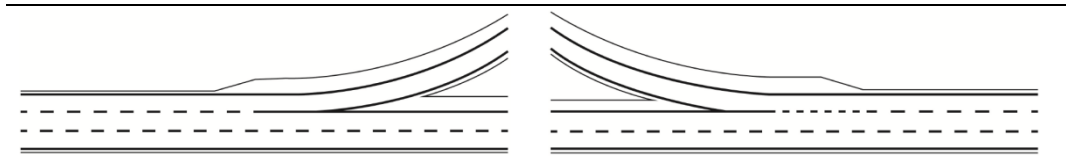


Abb. 5.5 Markierung der Einfahrt (links) und Ausfahrt (rechts) im Anschlussbereich bei einer permanenten Pannestreifenumnutzung (PUN-Typ 1).

#### Markierung über einen oder mehrere Anschlüsse hinweg (PUN-Typ 2)

Wird eine permanente PUN über einen Anschluss oder Rastplatz geführt (PUN-Typ 2), erfolgt die Markierung gemäss folgender Abbildung.

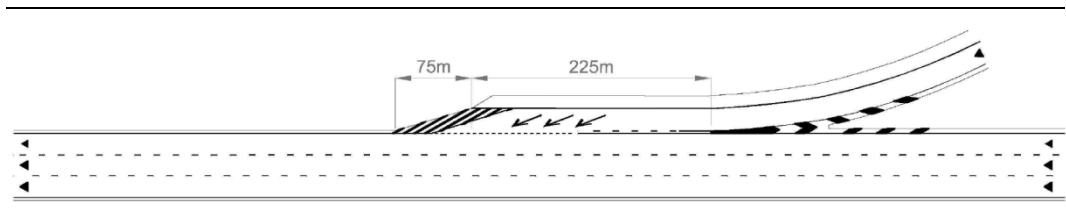


Abb. 5.6 Markierung einer Einfahrt bei einer durchgehenden permanenten Pannestreifenumnutzung über den Anschluss hinweg (PUN-Typ 2).

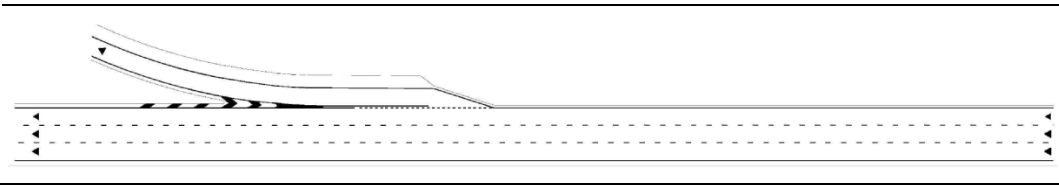


Abb. 5.7 Markierung einer Ausfahrt bei einer durchgehenden permanenten Pannestreifenumnutzung über den Anschluss hinweg (PUN-Typ 2).

## 5.3 Signalisation

### 5.3.1 Basislösung PUN-Typ 1 für zweistreifige Richtungsfahrbahn

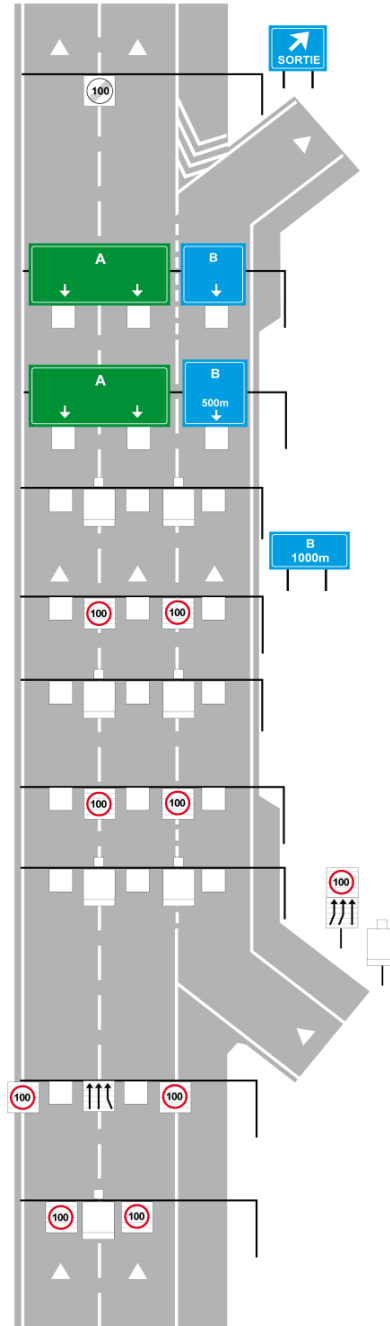


Abb. 5.8 Grundzustand Basislösung PUN-Typ 1.

Generell besteht kein Unterschied in der Signalisation zwischen Anschluss-Anschluss, Anschluss-Verzweigung oder Verzweigung-Anschluss, ausgenommen von der Art der Wegweisung (Farbe, Raster, Typ).

Im Grundzustand wird auf der Stammlinie und auf der Einfahrt eine Fahrstreifenaddition signalisiert. Die Zwischendistanzen der FLS-Querschnitte richten sich nach SN 640 802 „Verkehrsbeeinflussung Fahrstreifen-Lichtsignal-System (FLS)“ [17] und betragen im Maximum 600 m. Die Zwischendistanzen der alternierenden Querschnitte für die Geschwindigkeitsanzeige und Gefahrenwarnung richten sich nach SN 640 803 „Verkehrsbeeinflussung auf Autobahnen und Autostrassen; Wechselsignale“ [18] und betragen je nach erforderlichen Sichtweiten und Betriebszuständen zwischen mindestens 400 m und maximal 1'500 m.

### 5.3.2 Minimallösung PUN-Typ 1 für zweistreifige Richtungsfahrbahn

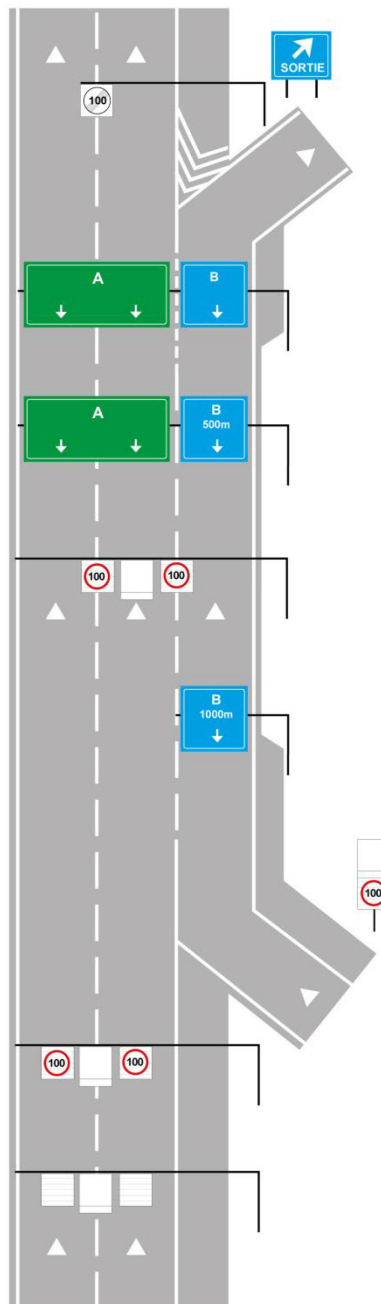


Abb. 5.9 Grundzustand Minimallösung PUN-Typ 1.

Generell besteht kein Unterschied in der Signalisation zwischen Anschluss-Anschluss, Anschluss-Verzweigung oder Verzweigung-Anschluss, ausgenommen von der Art der Wegweisung (Farbe, Raster, Typ).

### **5.3.3 Übergangslösung**

In Koordination mit einem Ausbau in absehbarer Zeit kann als Übergangslösung auf bereits bestehende GH-GW aufgebaut werden. Die örtlichen Gegebenheiten sind dabei zu berücksichtigen.

### 5.3.4 Reduzierte Basislösung PUN-Typ 1 für zweistreifige Richtungsfahr- bahn

Grundsätzlich ist diese Lösung geeignet, wenn die Bedürfnisse der Unterhalts- und Ereignisdienste keine eigenständige Bewirtschaftung sämtlicher Fahrstreifen im Umnutzungsabschnitt erfordern und das FLS ausschliesslich der Bewirtschaftung des Pannestreifens dient. Der Verzicht auf die Ausrüstung der durchgehenden Fahrstreifen mit FLS kann aus wirtschaftlichen Gründen auf gewissen Abschnitten durchaus zweckmässig sein.

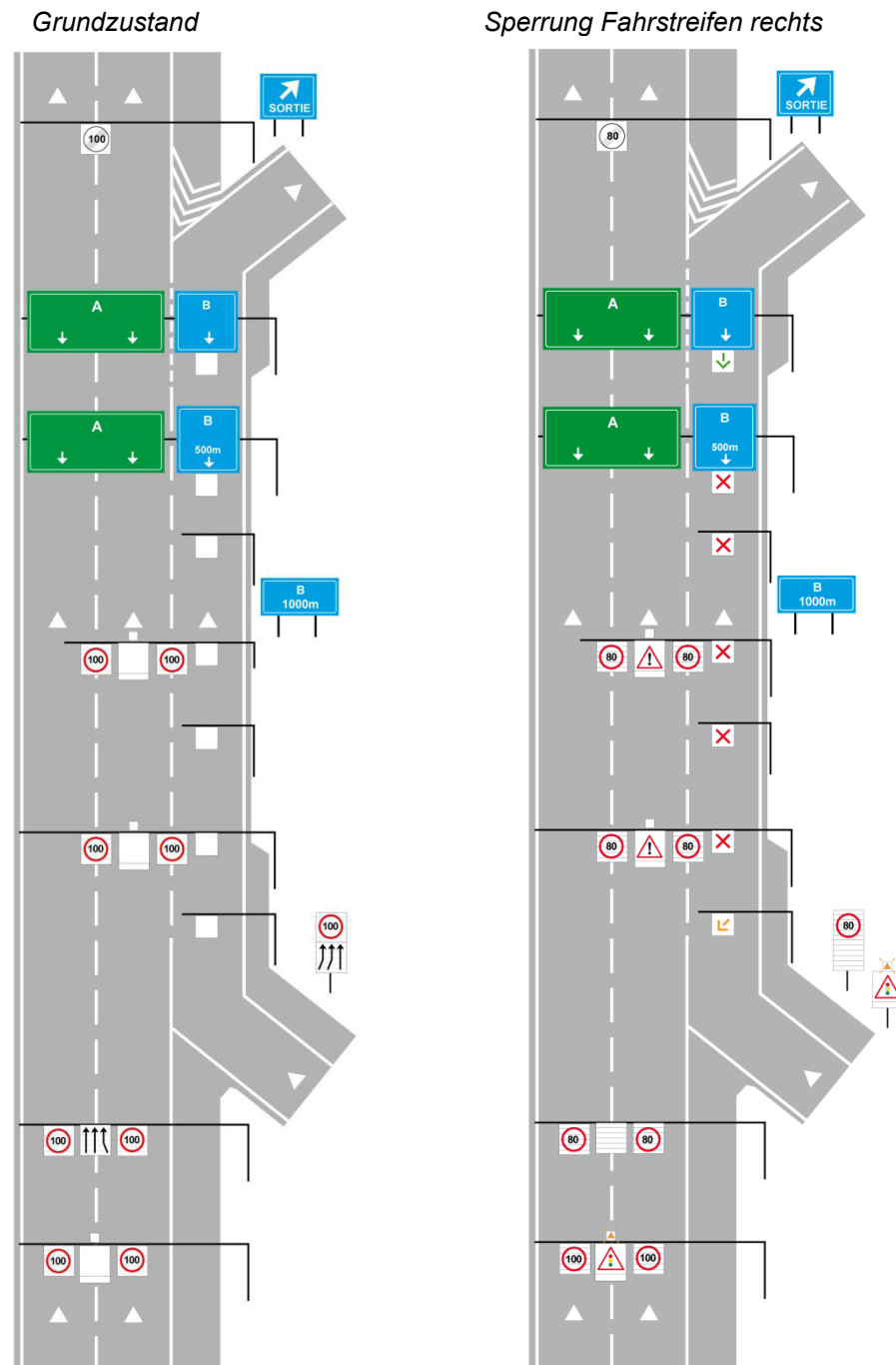


Abb. 5.10 Signalisation bei einer reduzierten Basislösung PUN-Typ 1 im Grundzustand (links) und bei einer Sperrung des rechten Fahrstreifens (rechts).

### 5.3.5 Basislösung PUN-Typ 2 für zweistreifige Richtungsfahrbahn

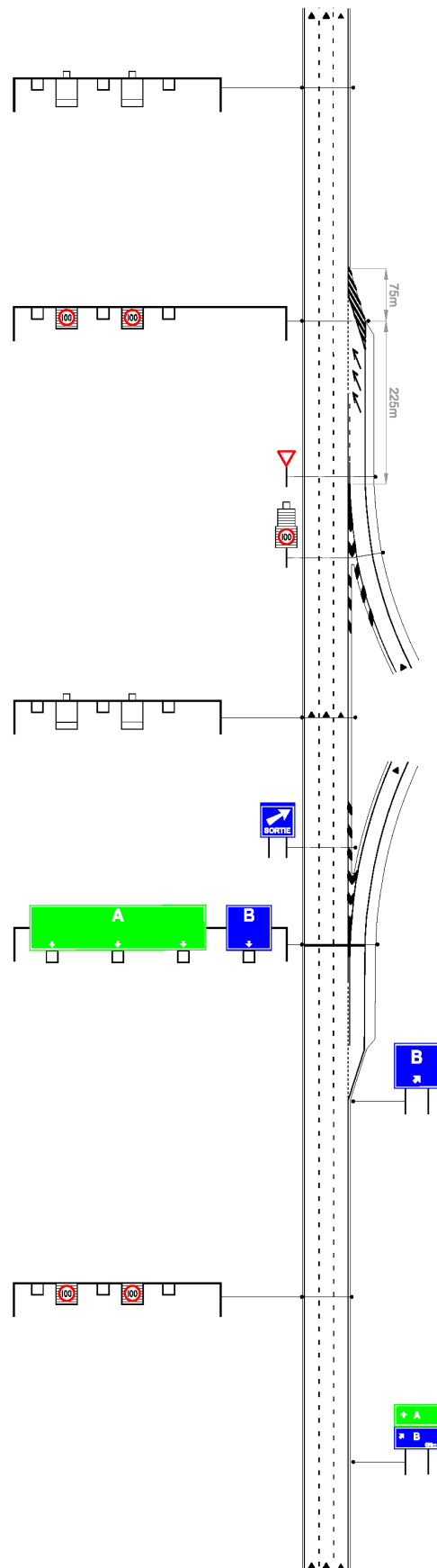


Abb. 5.11 Signalisation bei durchgehender Umnutzung über den Anschluss (Basislösung PUN-Typ 2).

## 5.4 Standardisierte Betriebszustände

Bei den standardisierten Betriebszuständen wird unterschieden zwischen den Betriebszustandstypen „Bewirtschaftung Fahrstreifen“, „Gefahrensignalisation“ und „Leitung“. Die Nummerierung der Betriebszustände richtet sich nach den Vorgaben der ASTRA-Richtlinie 15010 „Betriebszustände – Verkehrssteuerung“ [8].

### 5.4.1 Ausrüstung Basislösung

Der Einsatz des FLS stellt eine Sicherheitsmassnahme dar und wird durch den Operateur manuell ausgelöst.

Die Sperrung eines Fahrstreifens ist mit zwei aufeinander folgenden gelben Abweispfeilen einzuleiten (vgl. SN 640 802 „Verkehrsbeeinflussung Fahrstreifen-Lichtsignal-System (FLS)“ [17]). Für die Betriebszustände 33.1 und 33.2 ist jedoch situationsbedingt nur die minimal erforderliche Signalisation (ein gelber Abweispfeil) erforderlich.

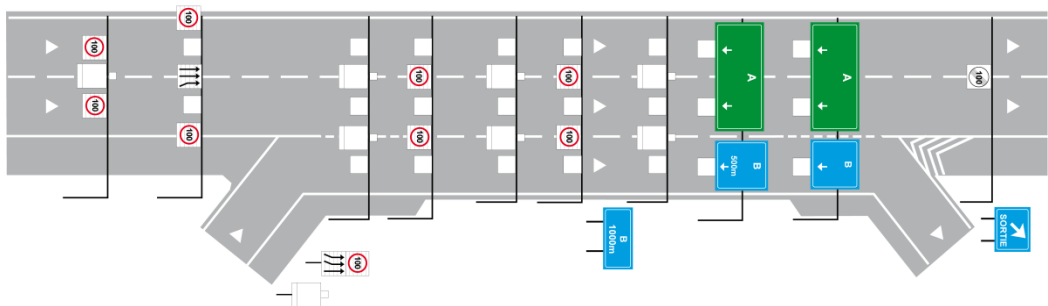


Abb. 5.12 00.1 Grundzustand.

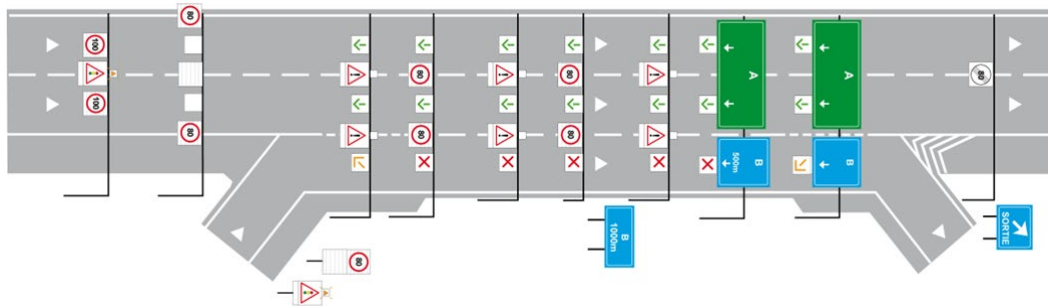


Abb. 5.13 33.1 Ereignis auf Normalstreifen (PUN-Typ 1).

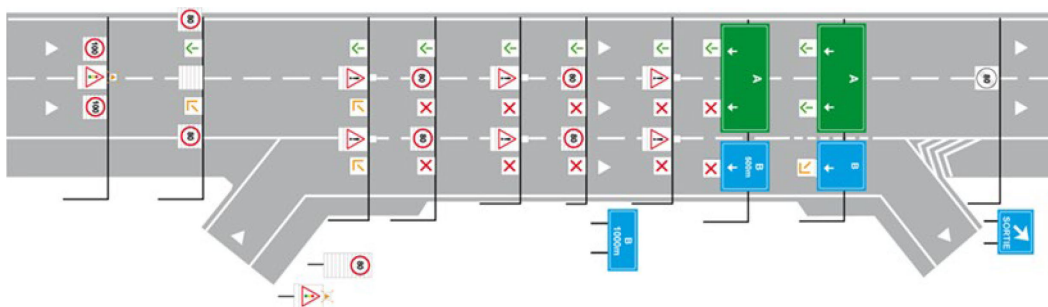


Abb. 5.14 33.2 Ereignis auf 1. Überholstreifen (PUN-Typ 1).



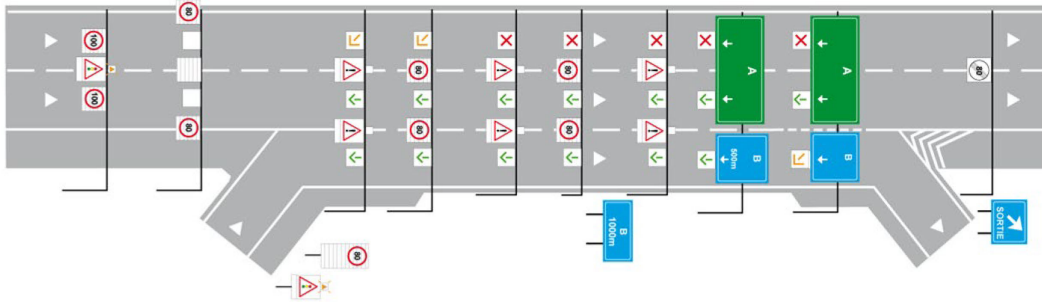


Abb. 5.15 33.3 Ereignis auf 2. Überholstreifen (PUN-Typ 1).

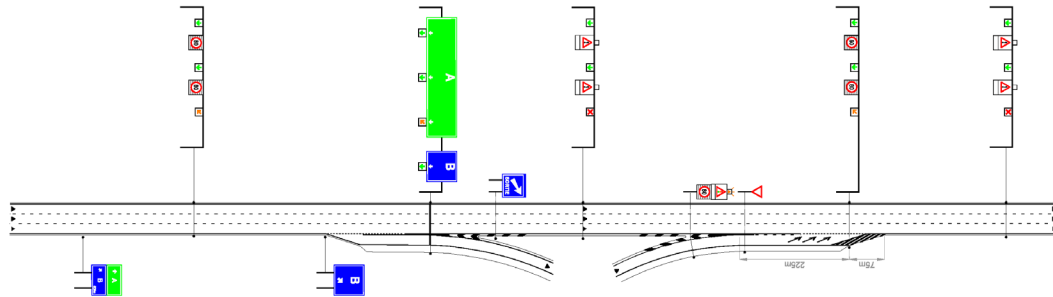


Abb. 5.16 33.4 Ereignis auf Normalstreifen (PUN-Typ 2).

Der Beginn und das Ende der permanenten Pannenstreifenumnutzung sind in der obigen Skizze nicht dargestellt, da die Signalisation analog der Basislösung für PUN-Typ 1 erfolgt (Fahrstreifenaddition und -subtraktion, siehe Abb. 5.8).

#### 44.1 Andere Gefahren

Der Betriebszustand „Gefahrensignalisation – Andere (44)“ mit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit (V80) [8] ist für die Ausrüstung Basislösung analog zur Minimallösung zu signalisieren.

### 5.4.2 Ausrüstung Minimallösung

Bei Störungen im Verkehrsfluss bzw. ab einer bestimmten Verkehrsbelastung wird die Geschwindigkeit auf die vorgegebene minimale Höchstgeschwindigkeit reduziert (allenfalls mit Gefahrenwarnung).

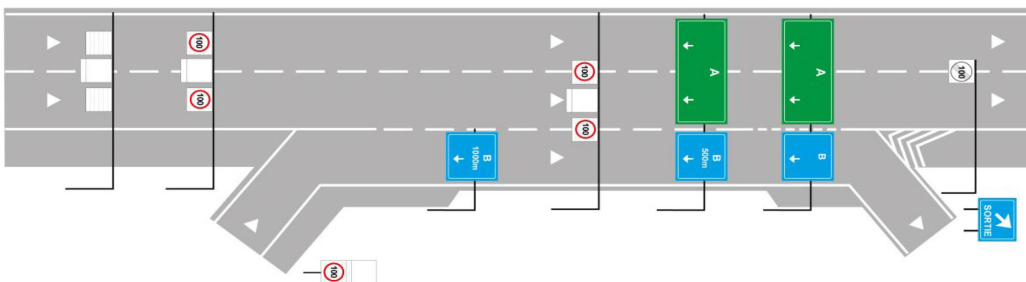


Abb. 5.17 00.1 Grundzustand.

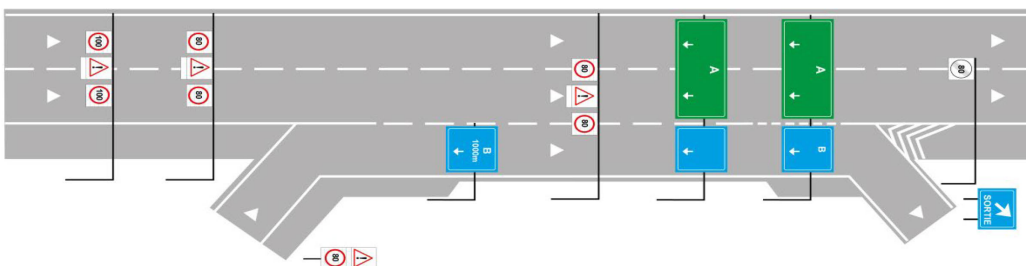


Abb. 5.18 44.1 Andere Gefahren.

Bei der Minimallösung existiert im Standardfall kein Betriebszustand, da keine dynamische Fahrstreifenbewirtschaftung für den Standardfall vorgesehen ist. Im Falle eines Ereignisses auf einem der Fahrstreifen kommt es zu einer manuellen Regelung durch die Polizei.

Je nach weiteren Anforderungen an die Signalisation sind auf Abschnitten mit PUN zusätzliche Signalisationsmodule denkbar (Wechselwegweiser im Zusammenhang mit VMP etc.). Diese sind mit den Modulen für PUN entsprechend abzustimmen.

## 5.5 Verkehrsdetektion

Das mit der Pannenstreifenumnutzung vorzusehende System zur Geschwindigkeitsharmonisierung und Gefahrenwarnung (GHGW) umfasst ein Verkehrsdatenerfassungssystem mit automatischer Stauerkennung. Das System muss den Qualitätsanforderungen Ausrüstungsgrad „HOCH“ (Basislösung) gemäss ASTRA-Richtlinie 15003 „Verkehrsmanagement in der Schweiz (VM-CH)“ [7] entsprechen.

### Überwachung des Verkehrsflusses

Mit dem im Rahmen der Pannenstreifenumnutzung vorzusehenden Verkehrsdatenerfassungssystem werden folgende Ziele verfolgt:

- Permanente Überwachung der momentanen Verkehrsbelastungen;
- Automatische Stauerkennung.

### Verkehrsdatenerfassung für Statistik

Für die statistische Verkehrsdatenerfassung (VMon) ist prinzipiell eine Zählstelle im Abschnitt ausreichend, welche eine Fahrzeugklassifizierung nach ASTRA-Richtlinie 13012 „Verkehrszähler“ [6] ermöglicht. Im Bereich der Pannenstreifenumnutzung ist zu berücksichtigen, dass die Zählstelle auch den Pannenstreifen abdecken muss.

## 5.6 Verkehrsbeobachtung

Die Videoanlagen werden gemäss ASTRA-Richtlinie 13005 „Videoanlagen“ [5] eingesetzt.

### Ausrüstung Basislösung

Bei der Basislösung sind die Videoanlagen so anzuordnen, dass eine strategische Verkehrsbeobachtung auf dem gesamten Abschnitt über alle Fahrstreifen ermöglicht wird.

### Ausrüstung Minimallösung

Bei der Minimallösung erlauben die Videoanlagen die Verkehrsbeobachtung strategischer Punkte, wie bspw. im Bereich von Nothaltebuchten oder Aus- und Einfahrten.

## 5.7 Ereignisdetektion

Hochauflösende Digitalkameras oder Wärmebildkameras und andere Sensorsysteme (z.B. Radar) erlauben eine automatische Überwachung des Verkehrs bezüglich des Verkehrsflusses (VDE, stockender Verkehr, Stau, Geisterfahrer) wie auch des nicht freigegebenen Pannenstreifens betreffend Ereignisse (Pannenfahrzeuge, Objekte, Belegung der Nothaltebuchten). Sofern diese Funktionen als Ersatz der üblichen Sensorik und Logik mittels Zählschlaufen, Überkopfsensoren und anderen Verkehrsdichtemessgeräten verwendet werden, ist ein Qualitätsnachweis erforderlich.

## 6 Temporäre Pannestreifenumnutzung

### 6.1 Ausrüstungskriterien und -merkmale

Damit der Verkehrsablauf und die Verkehrssicherheit auf Abschnitten mit temporärer Pannestreifenumnutzung sichergestellt sind, ist die Verfügbarkeit gewisser Systemkomponenten unabdingbar. Dazu zählen die Signalisationsmittel, die Videokameras sowie die Sensoren zur Stauerkennung. Abhängig von den Erfordernissen betreffend Verkehrssicherheit und der bestehenden VM-Ausrüstung mit GHGW wird zwischen der Ausrüstung PUN „Basislösung“, PUN „Minimallösung“ sowie PUN „Übergangslösung“ unterschieden. Die Ausrüstungen weisen folgende Merkmale auf:

Abb. 6.1 Ausrüstungsmerkmale bei einer temporären PUN.

Basislösung	Minimallösung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• FLS (über alle Fahrstreifen);</li> <li>• GH-GW (dynamisch);</li> <li>• Anzeige der Fahrstreifen (dynamisch);</li> <li>• Wegweiser Überkopf (dynamisch);</li> <li>• Verkehrsdetektion für GH-GW;</li> <li>• Flächendeckende Verkehrsbeobachtung (Kameras bei Ein- und Ausfahrten, Nothaltebuchten sowie über alle Fahrstreifen im Bereich der PUN);</li> <li>• Ereignisdetektion; (z.B. Kameras oder Sensoren für die automatische Erfassung von Ereignissen auf dem Pannestreifen)</li> <li>• Nothaltebuchten, Raster <math>\leq 1'000</math> m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FLS (lediglich über Pannestreifen);</li> <li>• GH-GW (dynamisch);</li> <li>• Anzeige der Fahrstreifen (dynamisch);</li> <li>• Wegweiser Überkopf (dynamisch);</li> <li>• Verkehrsdetektion für GH-GW;</li> <li>• Strategische Verkehrsbeobachtung; (z.B. Kameras bei Ein- und Ausfahrten, Nothaltebuchten sowie ergänzend zur Verkehrsdetektion)</li> <li>• Ereignisdetektion; (z.B. Kameras oder Sensoren für die automatische Erfassung von Ereignissen auf dem Pannestreifen)</li> <li>• Nothaltebuchten, Raster <math>\leq 1'000</math> m.</li> </ul>

Die „Übergangslösung“ betrifft Abschnitte mit geplantem Ausbau, indem auf bereits bestehende GHGW aufgebaut wird. Örtliche Gegebenheiten sind zu beachten.

#### Ausrüstung Basislösung

- Es wird von einer vollständigen FLS-Abdeckung ausgegangen, d. h. alle Fahrstreifen sind mit FLS auszustatten;
- Zusätzliche dynamische Signale zur Anzeige der jeweils freigegeben Fahrstreifen (Signal 4.77 „Anzeige der Fahrstreifen“);
- Verkehrsdetektion, Verkehrsbeobachtung und Ereignisdetektion entsprechend dem Ausrüstungsgrad „HOCH“ gemäss ASTRA-Richtlinie 15003 „Verkehrsmanagement in der Schweiz (VM-CH)“ [7];
- Es ist ein Nothaltebuchten-Raster von maximal ca. 1'000 m anzustreben.

#### Ausrüstung Minimallösung

- FLS sind nur über dem Pannestreifen angeordnet;
- Zusätzliche dynamische Signale zur Anzeige der jeweils freigegeben Fahrstreifen (Signal 4.77 „Anzeige der Fahrstreifen“);
- Verkehrsdetektion, Verkehrsbeobachtung und Ereignisdetektion entsprechend dem Ausrüstungsgrad „HOCH“ gemäss ASTRA-Richtlinie 15003 „Verkehrsmanagement in der Schweiz (VM-CH)“ [7];
- Es ist ein Nothaltebuchten-Raster von maximal ca. 1'000 m anzustreben.

#### Ausrüstung Übergangslösung

Eine Übergangslösung kann für eine permanente Pannestreifenumnutzung in Betracht gezogen werden, falls ein Ausbau in absehbarer Zeit vorgesehen und bereits GHGW vorhanden ist, das weiter benützt werden kann.

## 6.2 Markierung

### 6.2.1 Markierung auf der freien Strecke

Bei einer temporären Umnutzung des Pannenstreifens zu einem Fahrstreifen wird der Pannenstreifen auf der freien Strecke weiterhin mit einer **durchgehenden Randlinie** von den regulären Fahrstreifen abgetrennt, wobei die Linienbreite derjenigen der Leitlinien entsprechen sollte. Zur optischen Führung ist am rechten äusseren Fahrbahnrand (Hinterkante des Pannenstreifens) eine zusätzliche Randlinie vorzusehen. Die Fahrstreifenbreiten ( $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ) richten sich nach den Ausführungen in Abschnitt 3.1. Sie unterschreiten eine Breite von 3.50 m im Regelfall nicht.

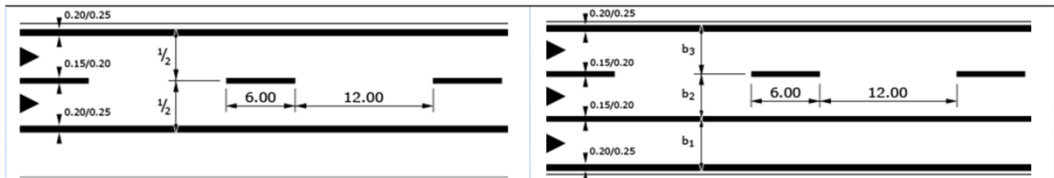


Abb. 6.2 Markierung auf freier Strecke (links) und in einer temporären PUN (rechts).

### 6.2.2 Markierung in Anschlussbereichen

#### Umnutzung zwischen zwei Anschlüssen oder Verzweigungen (PUN-Typ 1)

Die Markierung im Bereich von Ein- und Ausfahrten von Anschlüssen oder Verzweigungen bei einer temporären PUN erfolgt wie bei konventionellen Anschlüssen gemäss untenstehender Abbildung. Bei nicht freigegebenem Pannenstreifen steht die Markierung somit nicht im Widerspruch zu konventionell markierten Anschlussbereichen.

Bei der Freigabe des Pannenstreifens wird die Zulässigkeit des Überfahrens des Zwickels zu Beginn oder am Ende des Umnutzungsabschnitts mit den angepassten Signalen zur Anzeige der Fahrstreifen unterstrichen (vgl. Abschnitt 6.3.1).

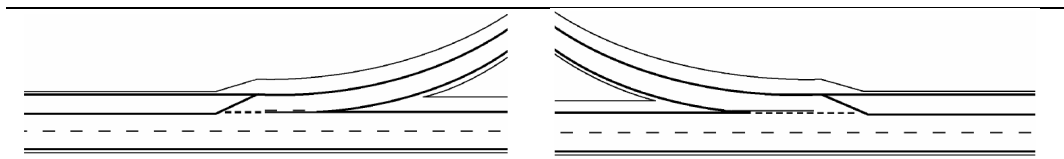


Abb. 6.3 Markierung der Einfahrt (links) und Ausfahrt (rechts) im Anschlussbereich bei einer temporären Pannstreifenumnutzung (PUN-Typ 1).

#### Durchgehende Umnutzung über einen oder mehrere Anschlüsse (PUN-Typ 2)

Bei einer temporären über den Anschluss geführten durchgehenden PUN erfolgt die Markierung gemäss nachstehender Abbildung. Vorhandene Sperrflächen im Anschlussbereich müssen entfernt werden. Die Randlinien sind entsprechend der Abbildung durch Vorwarnlinien zu ersetzen. Diese Art der Markierung gilt sinngemäss auch bei Raststätten und Rastplätzen.

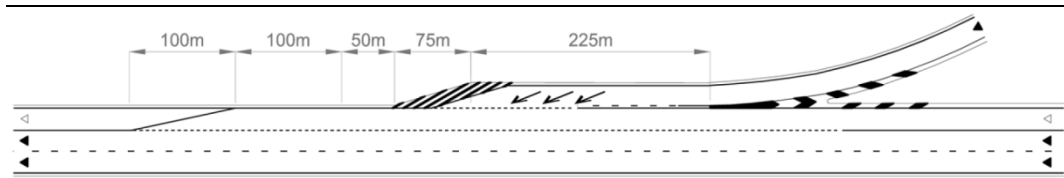


Abb. 6.4 Markierung einer Einfahrt bei einer durchgehenden temporären Pannstreifenumnutzung über den Anschluss hinweg (PUN-Typ 2).

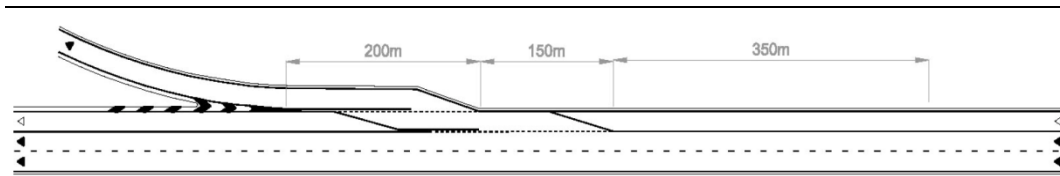


Abb. 6.5 Markierung einer Ausfahrt bei durchgehender temporären PUN über den Anschluss hinweg (PUN-Typ 2).

## 6.3 Signalisation

### 6.3.1 Anzeige der Fahrstreifen

Mit der Einführung neuer, angepasster Signale zur Anzeige der Fahrstreifen soll beim Verkehrsteilnehmer Klarheit geschaffen werden, wie er sich auf der Strecke und zu Beginn bzw. am Ende eines Umnutzungsabschnitts zu verhalten hat. Dies gilt insbesondere in Bezug auf das zulässige Überfahren des Zwickels.

Die nachfolgende Übersicht zeigt am Beispiel einer zweistreifigen HLS die entsprechenden Signalbilder der Wechselsignale zur Anzeige der Fahrstreifen.

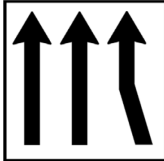

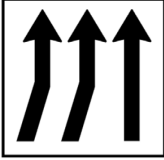

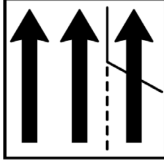

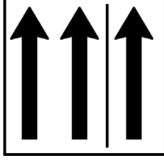

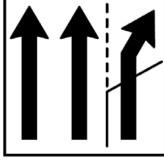

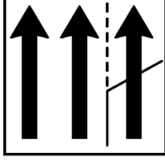

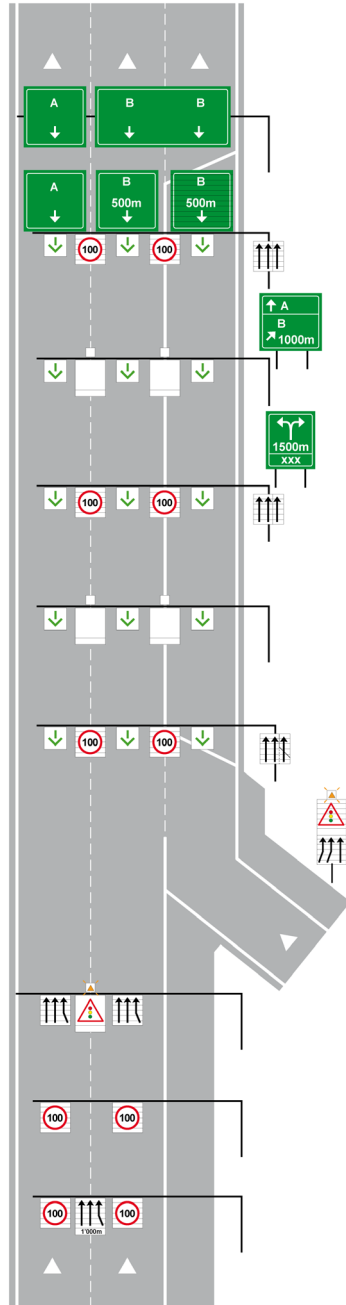
	Pannestreifen freigegeben	Grundzustand
Vorzone HLS		
Einfahrtsrampe		
Beginn PUN temporär		
Innerhalb Abschnitt PUN temporär		
Ende PUN temporär mit Ausfahrt		
Ende PUN temporär mit Verzweigung		

Abb. 6.6 Angepasste Signale (Sig. 4.77) zur Anzeige der Fahrstreifen bei einer temporären Pannestreifenumnutzung.

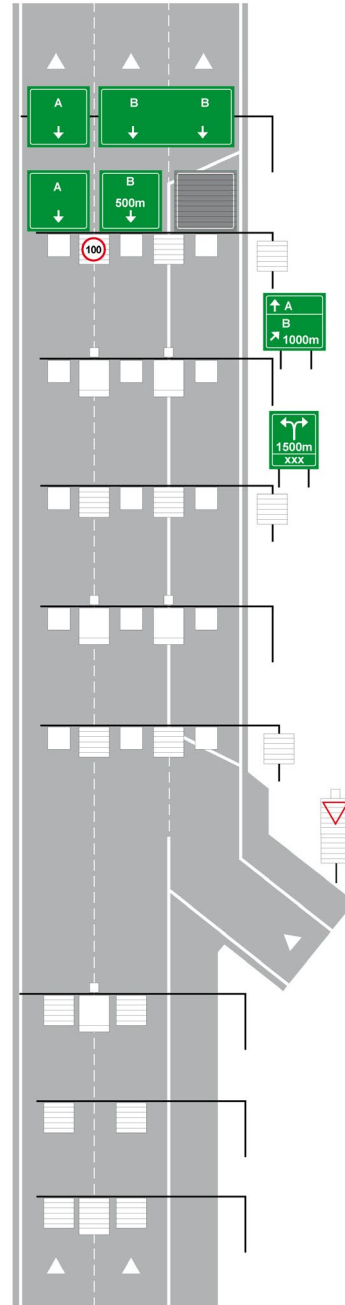
### 6.3.2 Basislösung PUN-Typ 1 für zweistreifige Richtungsfahrbahn

#### Umnutzung zwischen Anschluss und Verzweigung

*Pannestreifen freigegeben*



*Grundzustand*



**Abb. 6.7** Basislösung zweistreifige Richtungsfahrbahn Anschluss → Verzweigung: Pannestreifen freigegeben (links) und Grundzustand (rechts).

Die Zwischendistanzen der FLS-Querschnitte richten sich nach SN 640 802 „Verkehrsbeeinflussung Fahrstreifen-Lichtsignal-System (FLS)“ [17] und betragen im Maximum 600 m. Die Zwischendistanzen der alternierenden Querschnitte für die Geschwindigkeitsanzeige und Gefahrenwarnung richten sich nach SN 640 803 „Verkehrsbeeinflussung auf Autobahnen und Autostrassen; Wechselsignale“ [18] und betragen mindestens 400 m, in der Regel rund 1'000 m, im Maximum jedoch nicht mehr als 1'500 m. Nach der Verzweigung ist ein weiterer Querschnitt zur Anzeige der Aufhebung der Geschwindigkeitsreduktion vorzusehen.

## Umnutzung zwischen Verzweigung und Anschluss

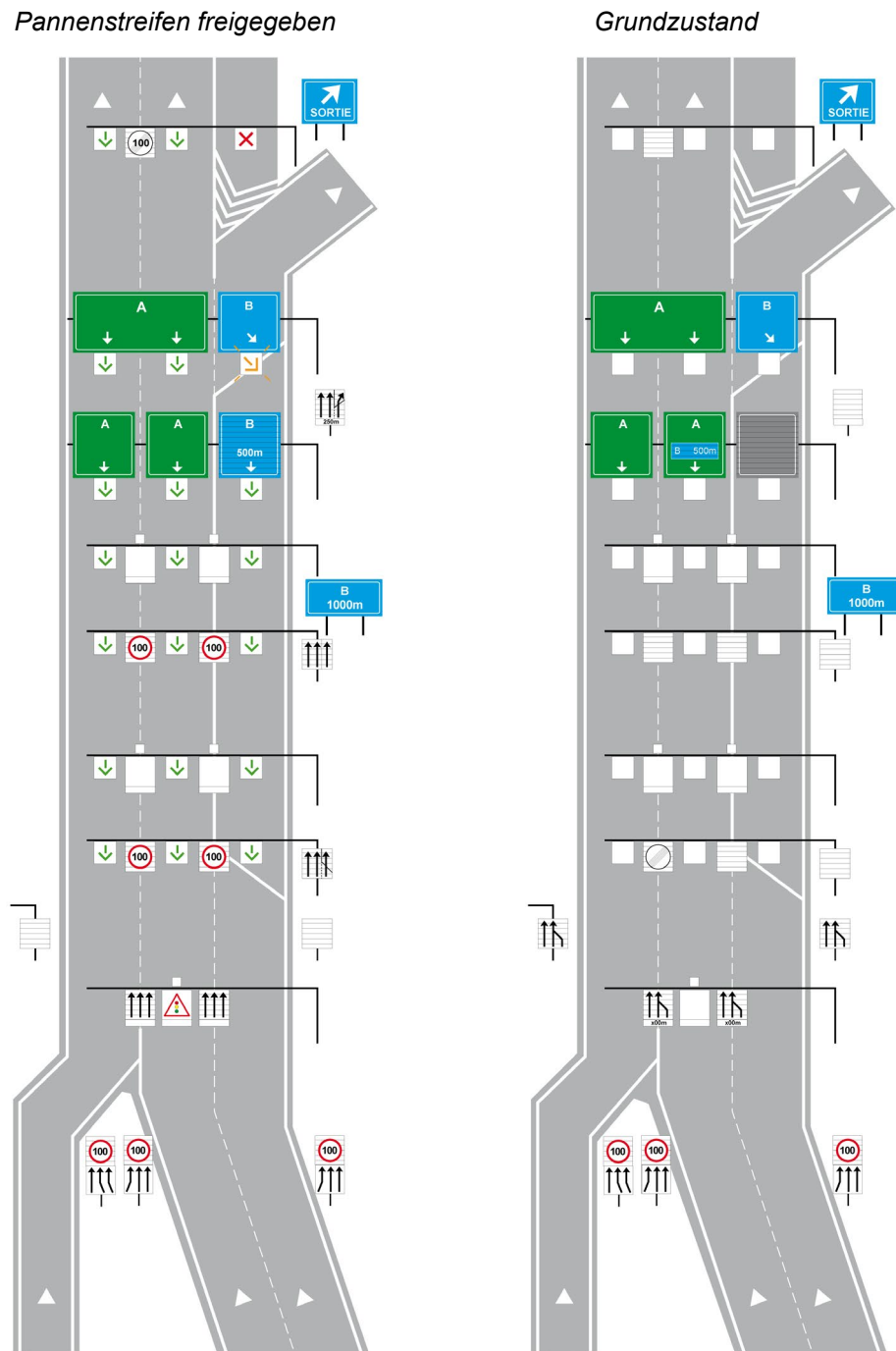


Abb. 6.8 Basislösung für zweistreifige Richtungsfahrbahn Verzweigung → Anschluss: Pannenstreifen freigegeben (links) und Grundzustand (rechts).

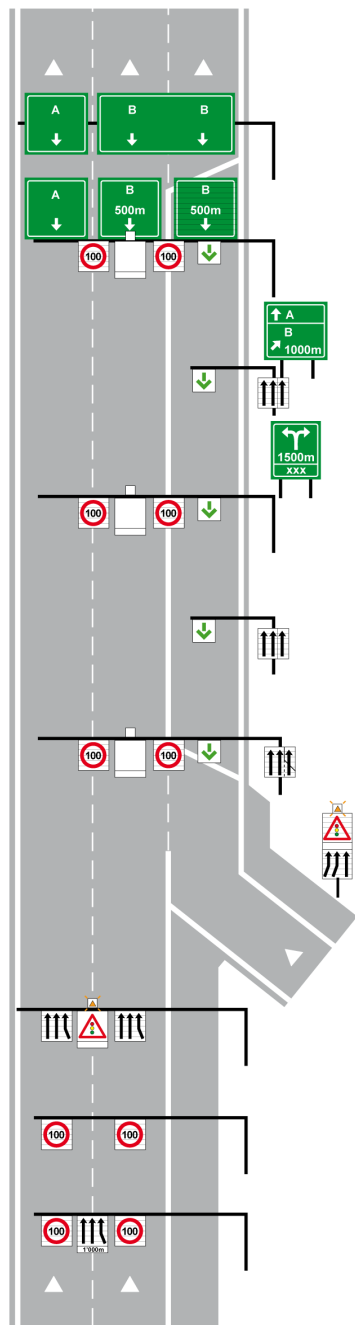
Endet der Umnutzungsabschnitt mit einer Ausfahrt, wird dies im letzten Querschnitt vor der Ausfahrt mit einem gelb blinkenden Abweisepfeil über dem Fahrbereich der Ausfahrt angezeigt.

Nach der Ausfahrt ist zusätzlich ein nachgelagerter FLS-Querschnitt anzuordnen, um das Ende des Umnutzungsabschnitts durch Anzeige eines roten Kreuzes über dem Pannensstreifen zu verdeutlichen.

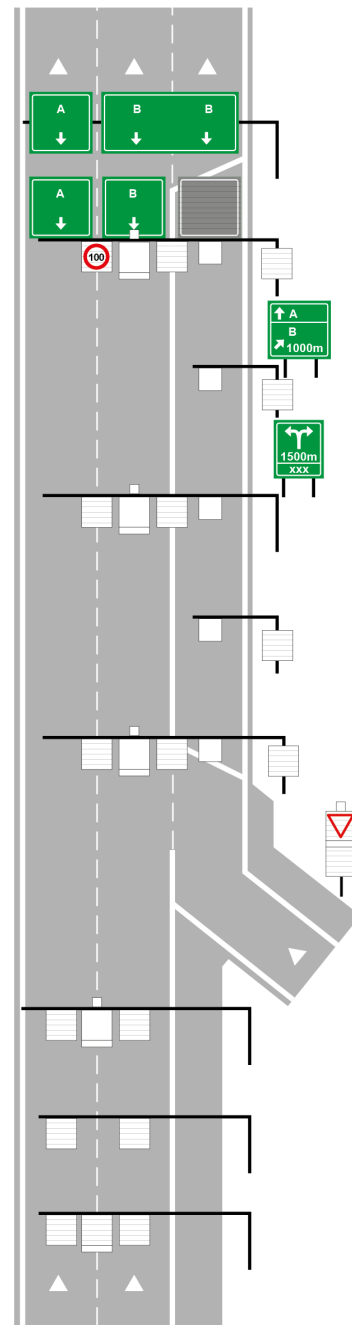


### 6.3.3 Minimallösung PUN-Typ 1 für zweistreifige Richtungsfahrbahn

*Pannestreifen freigegeben*



*Grundzustand*



*Abb. 6.9 Minimallösung zwischen zwei Anschlüssen oder Verzweigungen: Pannestreifen freigegeben (links) und Grundzustand (rechts).*

Grundsätzlich ist diese Lösung geeignet, wenn die Bedürfnisse der Unterhalts- und Ereignisdienste keine eigenständige Bewirtschaftung sämtlicher Fahrstreifen im Umnutzungsabschnitt erfordern und das FLS ausschliesslich der Freigabe des Pannestreifens dient. Der Verzicht auf die Ausrüstung der durchgehenden Fahrstreifen mit FLS kann aus wirtschaftlichen Gründen auf gewissen Abschnitten durchaus zweckmässig sein.

### 6.3.4 Übergangslösung PUN-Typ 1 für zweistreifige Richtungsfahrbahn

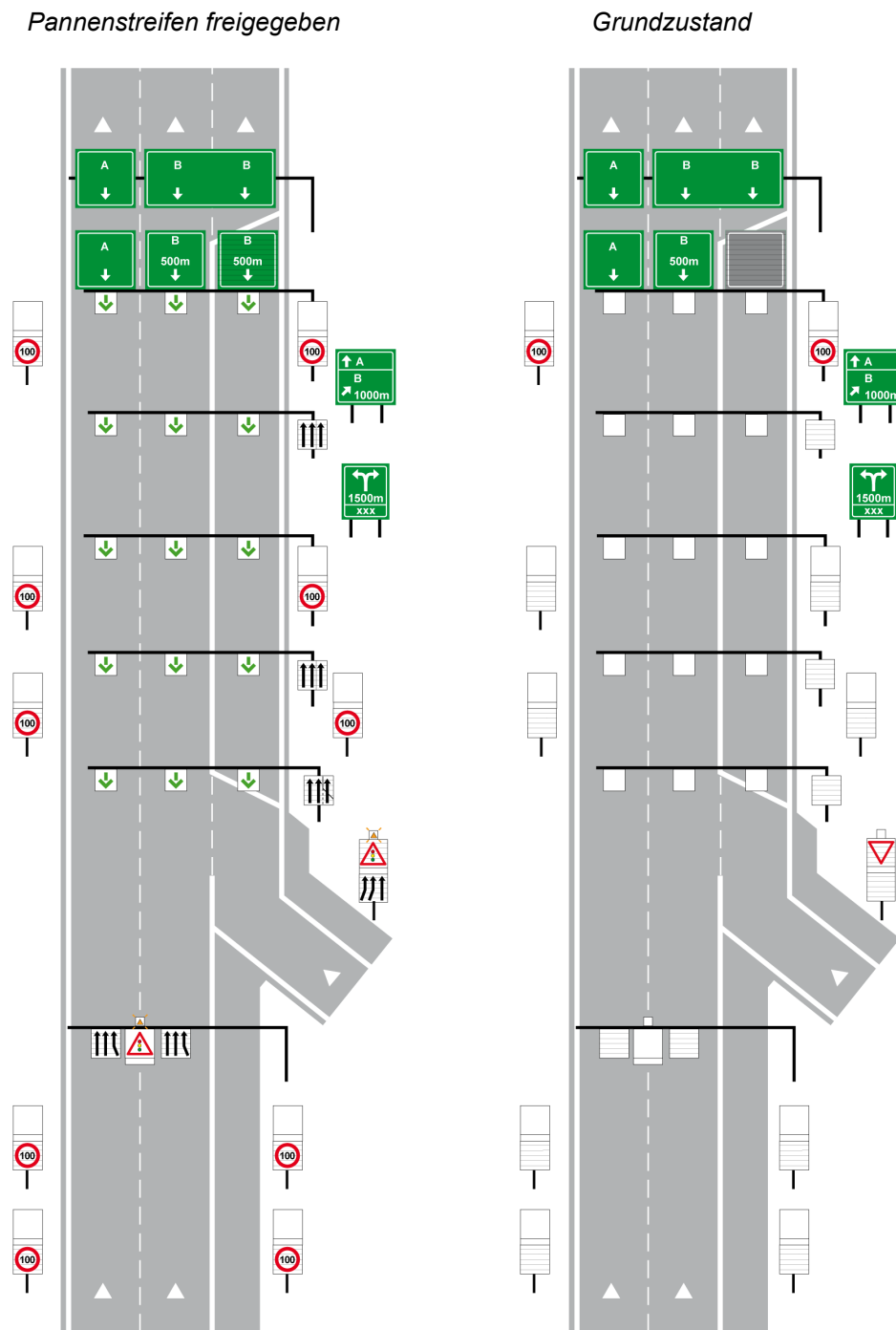


Abb. 6.10 Übergangslösung zwischen zwei Anschlüssen oder Verzweigungen: Pannestreifen freigegeben (links) und Grundzustand (rechts).

Diese Übergangslösung für eine temporäre Pannestreifenumnutzung kann in Betracht gezogen werden, falls ein regulärer Ausbau in absehbarer Zeit vorgesehen und bereits ein System zur Geschwindigkeitsharmonisierung und Gefahrenwarnung (GH-GW) vorhanden ist, welches weiter benutzt werden kann. Die Zwischendistanzen der FLS-Querschnitte richten sich in diesem Falle nach den Zwischendistanzen der Querschnitte für die kombinierte Geschwindigkeitsanzeige und Gefahrenwarnung, welche in der Regel rund 1'000 m, im Maximum jedoch nicht mehr als 1'500 m betragen. Die Zwischendistanzen der FLS-Querschnitte liegen somit zwischen 500 und 750 m.

### 6.3.5 Basislösung PUN-Typ 1 für dreistreifige Richtungsfahrbahn

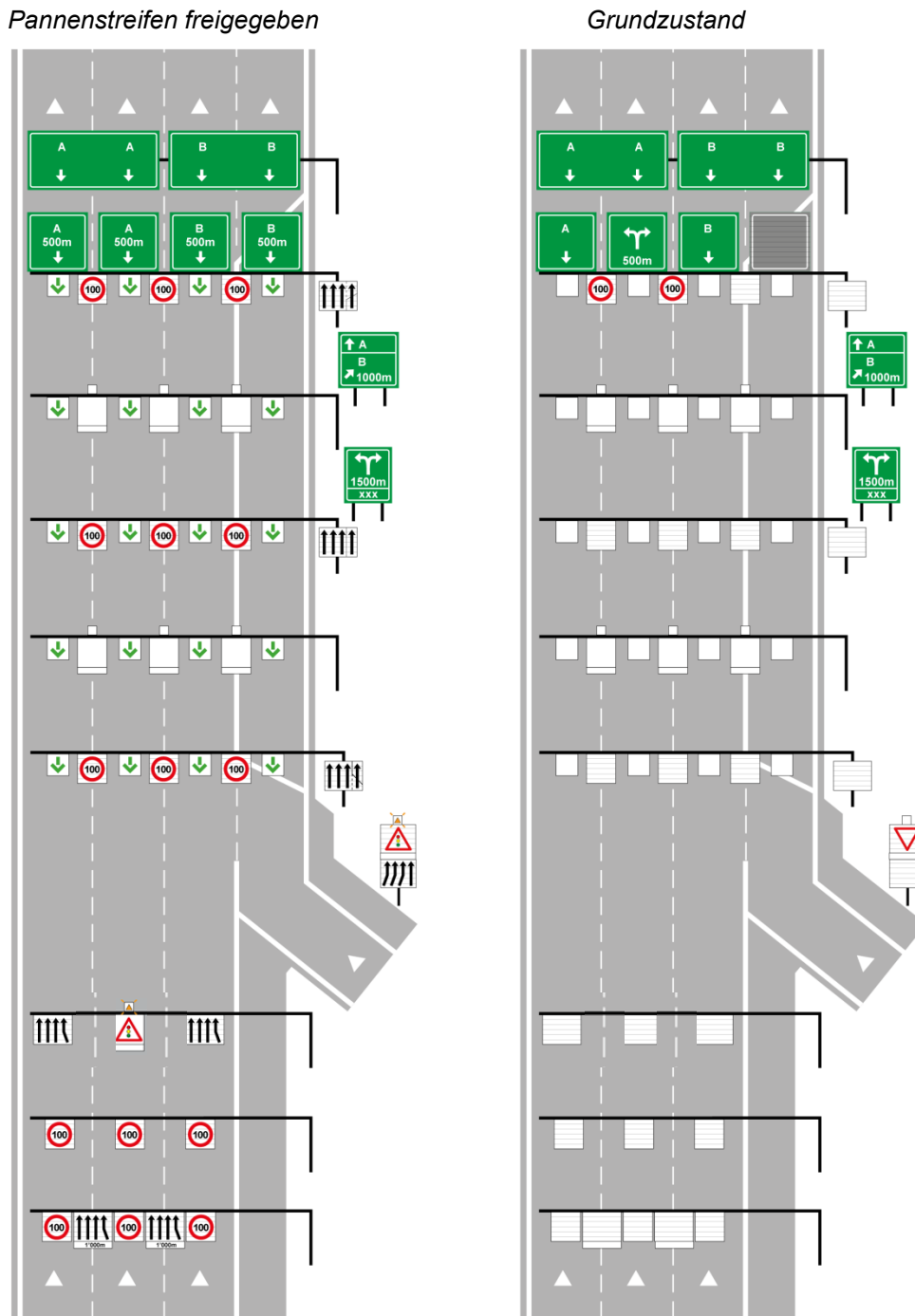


Abb. 6.11 Basislösung für dreistreifige Richtungsfahrbahn Anschluss → Verzweigung: Pannestreifen freigegeben (links) und Grundzustand (rechts).

Für den Fall einer temporären Pannestreifenumnutzung auf einem ursprünglich dreistreifigen Querschnitt ist eine ausschliesslich rechtsseitige Anordnung der Signale zur Anzeige der Fahrstreifen ausreichend. Für den Fall Verzweigung → Anschluss gelten die Vorgaben zur Signalisation sinngemäss.

### 6.3.6 Basislösung PUN-Typ 2 für zweistreifige Richtungsfahrbahn

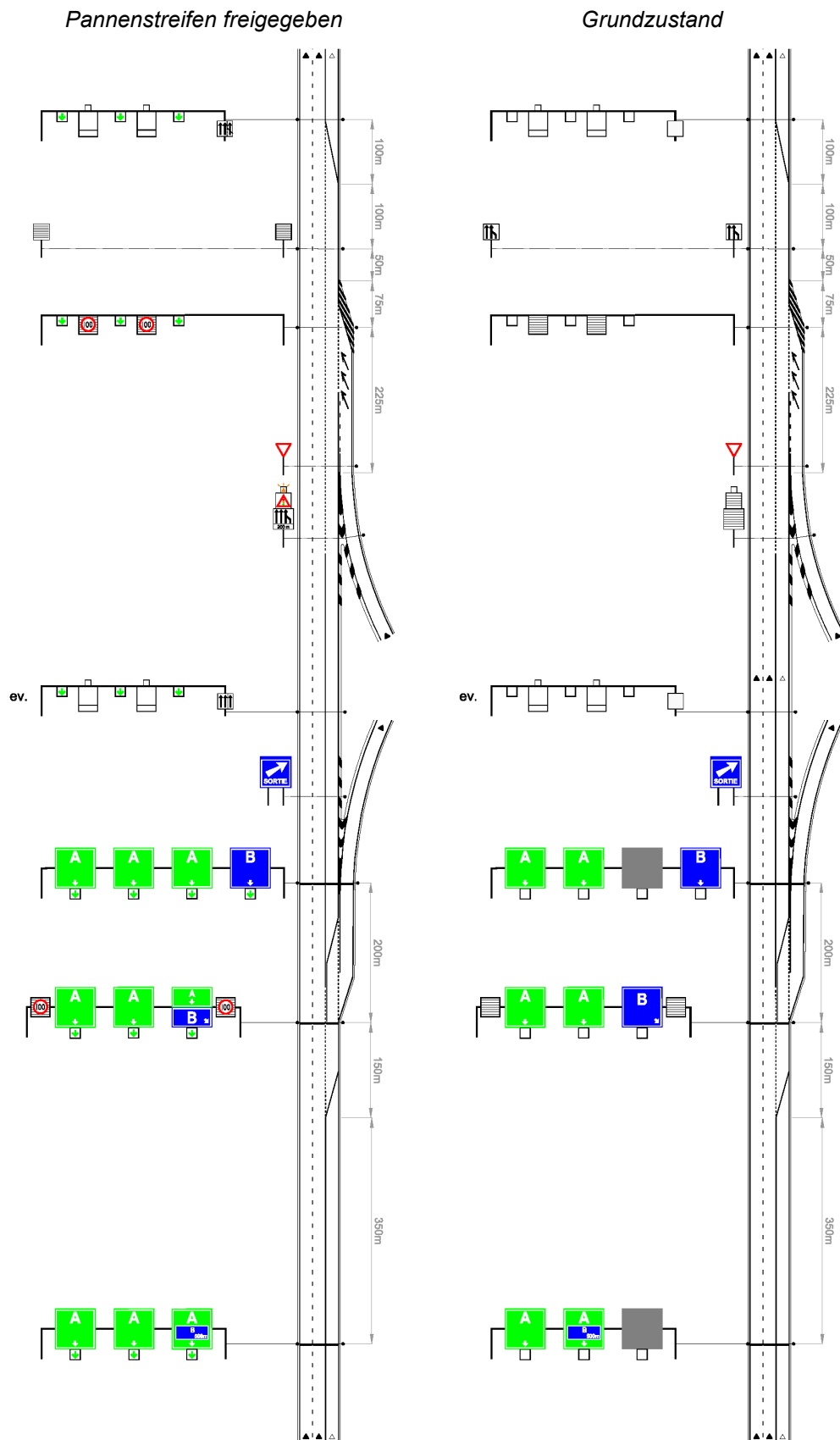


Abb. 6.12 Basislösung für eine durchgehende Umnutzung über den Anschluss: Pannenstreifen freigegeben (links) und Grundzustand (rechts).

## 6.4 Standardisierte Betriebszustände

Bei den standardisierten Betriebszuständen wird unterschieden zwischen den Betriebszuständen für das Verkehrsmanagement (VM-Betriebszustände) und solchen für den Ereignisfall bzw. bei Unterhaltsarbeiten. Im Falle bestehender Geschwindigkeitsbeschränkungen sind die Betriebszustände gegebenenfalls anzupassen.

Die Nummerierung der Betriebszustände richtet sich nach den Vorgaben der ASTRA-Richtlinie 15010 „Betriebszustände – Verkehrssteuerung“ [8].

### 6.4.1 VM-Betriebszustände

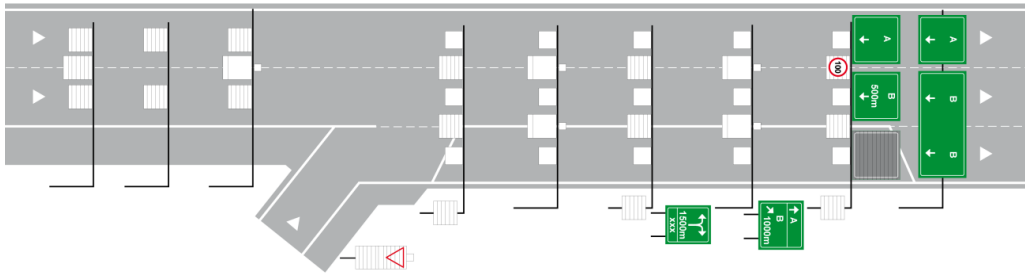


Abb. 6.13 00.1 Grundzustand.

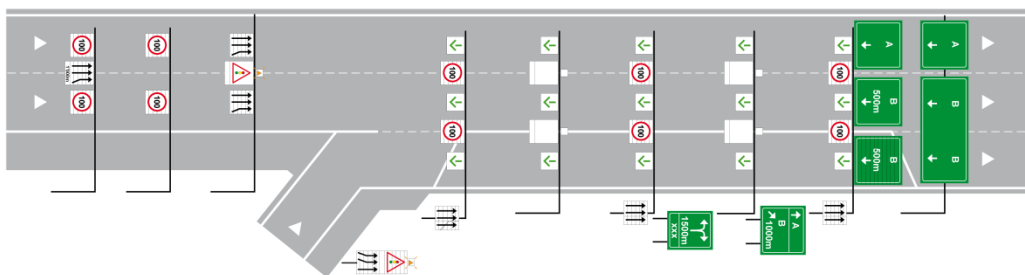


Abb. 6.14 76.1 Pannestreifenumnutzung.

Die Betriebszustände „Leitung – V80 (73)“ und „Leitung – V100 (74)“ richten sich nach der ASTRA-Richtlinie 15010 „Betriebszustände – Verkehrssteuerung“ [8]. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit wird auf 80 km/h resp. 100 km/h reduziert.

### 6.4.2 Betriebszustände für den Ereignisfall und bei Unterhaltsarbeiten

Bei den Betriebszuständen für den Ereignisfall wie auch bei Unterhaltsarbeiten ist eine Differenzierung in Bezug auf die Ausgangslage vor Eintritt des Ereignisses erforderlich. Dabei ist zu unterscheiden ob der Pannestreifen freigegeben ist oder nicht. Der Einsatz des FLS stellt eine Sicherheitsmassnahme dar und wird durch den Operateur via vorgegebene Betriebszustände manuell ausgelöst.

Bei der Festlegung der definitiven Betriebszustände ist ausserdem darauf zu achten, dass auch abschnitts- oder anlagebezogene Betriebszustände generiert werden.

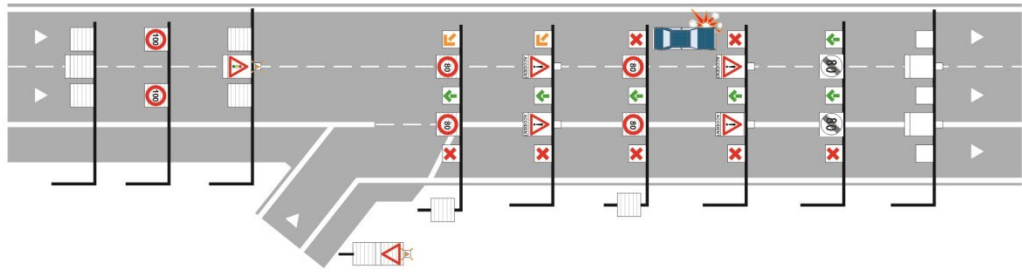


Abb. 6.15 33.1 Pannestreifen nicht freigegeben: Ereignis auf Überholstreifen.

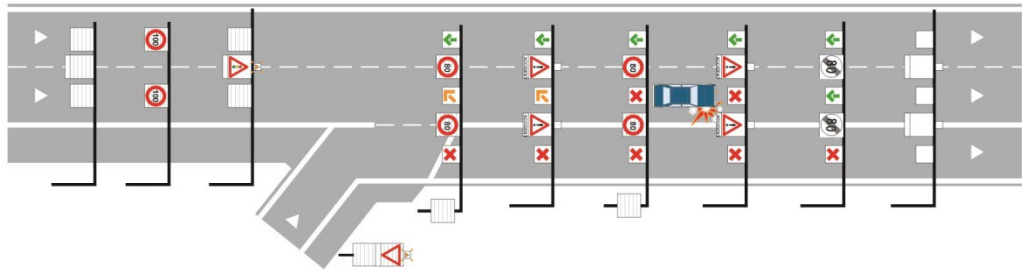


Abb. 6.16 33.2 Pannestreifen nicht freigegeben: Ereignis auf Normalstreifen.

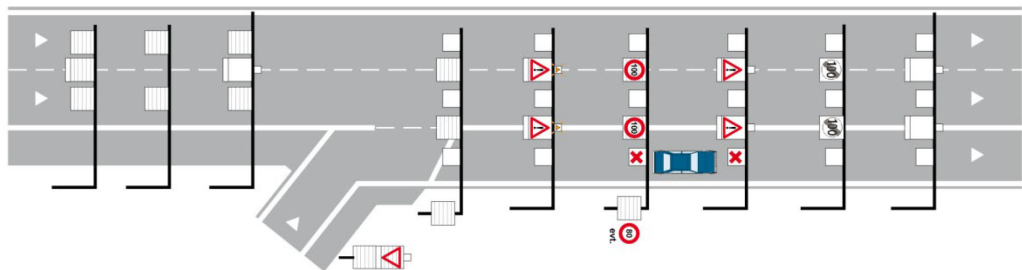


Abb. 6.17 33.3 Pannestreifen nicht freigegeben: Ereignis auf Pannestreifen.

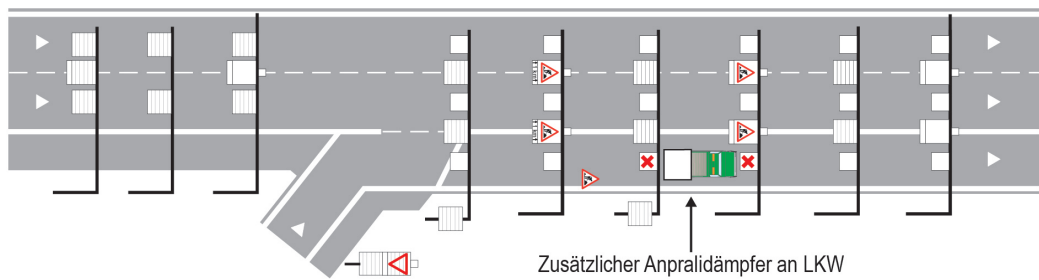


Abb. 6.18 33.4 Pannestreifen nicht freigegeben: Bewirtschaftung Pannestreifen bei Unterhaltsarbeiten.

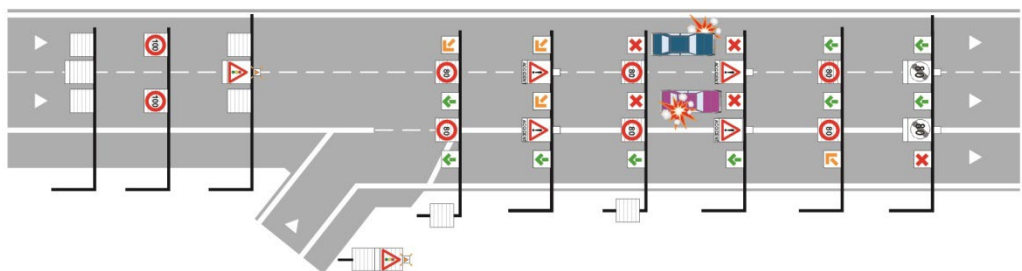


Abb. 6.19 33.5 Pannestreifen nicht freigegeben: Ereignis auf Normal- und Überholstreifen (lokale Bewirtschaftung Pannestreifen).

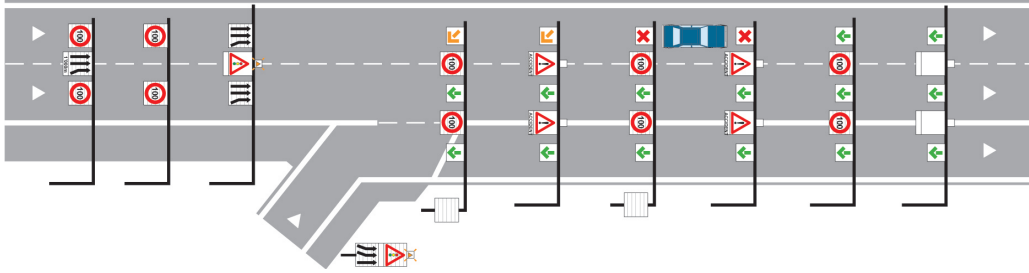


Abb. 6.20 33.1+76.1 Pannestreifen „nicht“ freigegeben: Ereignis auf Überholstreifen mit Pannestreifenumnutzung.

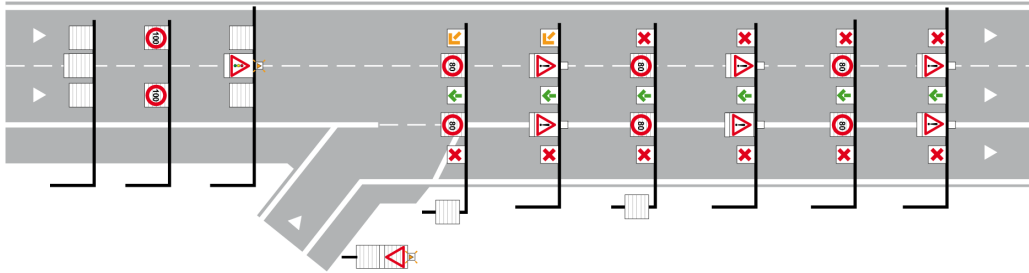


Abb. 6.21 35.1 Pannestreifen nicht freigegeben: Falschfahrer.

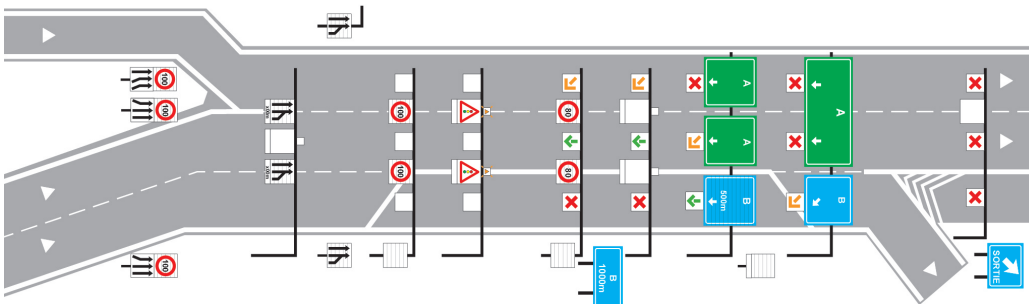


Abb. 6.22 36.1 Pannestreifen nicht freigegeben: Ableiten.

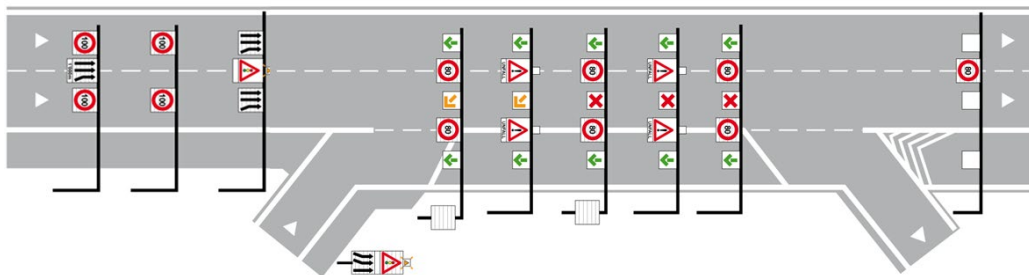


Abb. 6.23 76.2 Pannestreifen „nicht“ freigegeben: Pannestreifenumnutzung für Rettungsgasse mit Anzeige Fahrstreifenwechsel.

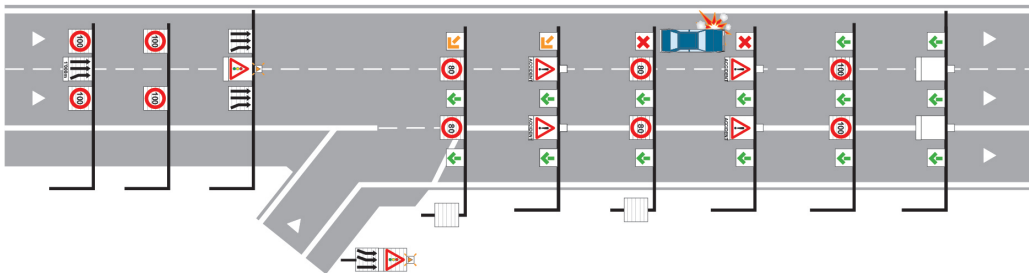


Abb. 6.24 33.11 Pannestreifen freigegeben: Ereignis auf Überholstreifen

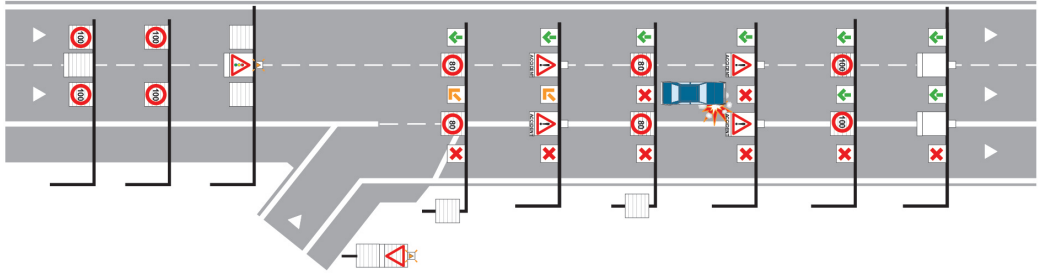


Abb. 6.25 33.12 Pannenstreifen freigeben: Ereignis auf Normalstreifen.

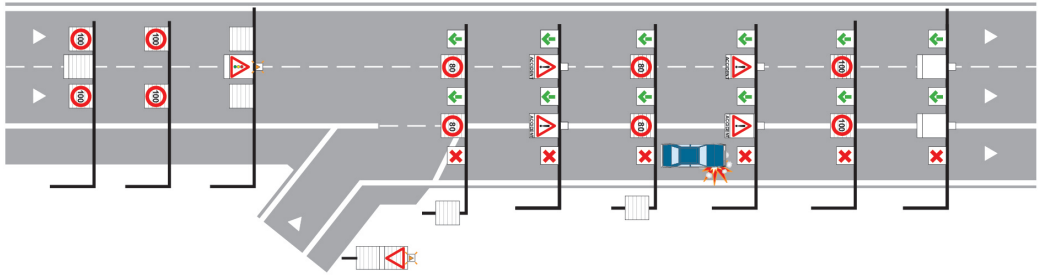


Abb. 6.26 33.13 Pannenstreifen freigeben: Ereignis auf Pannenstreifen.

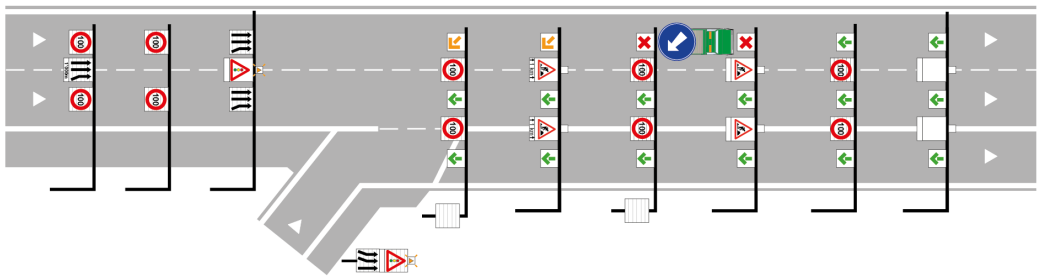


Abb. 6.27 33.7+76.1 Pannenstreifen freigeben: Bewirtschaftung Überholstreifen bei Unterhaltsarbeiten.

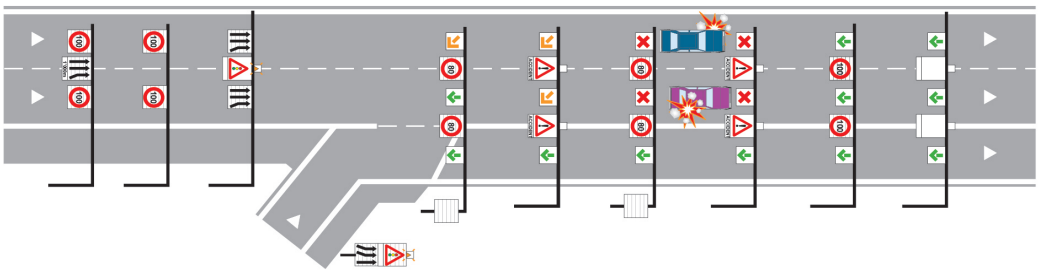


Abb. 6.28 33.15 Pannenstreifen freigeben: Ereignis auf Normal- und Überholstreifen.

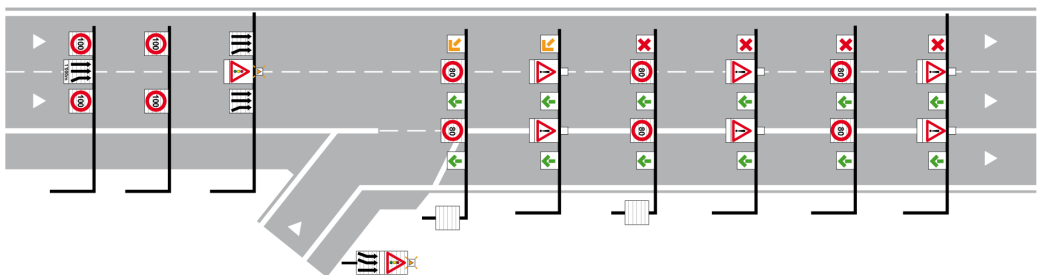


Abb. 6.29 35.2 Pannenstreifen freigeben: Falschfahrer.



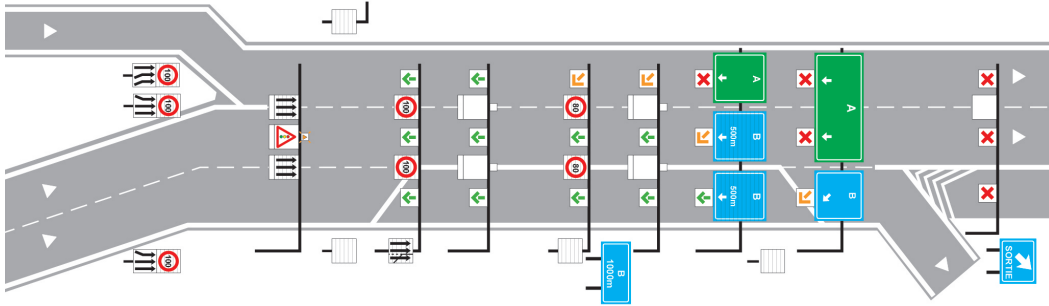


Abb. 6.30 36.2 Pannestreifen freigeben: Ableiten.

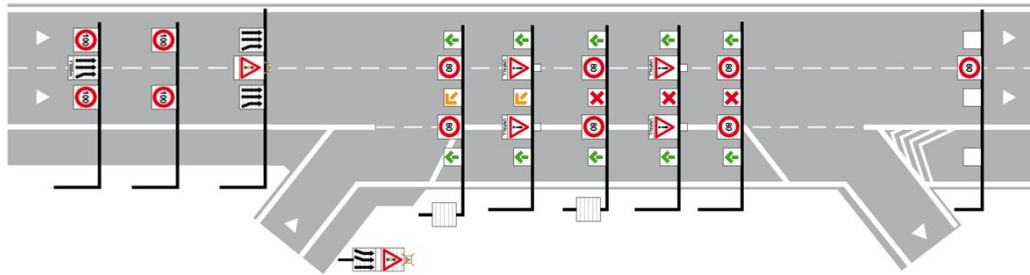


Abb. 6.31 76.2 Pannestreifen freigeben: Rettungsgasse mit Anzeige Fahrstreifenwechsel.

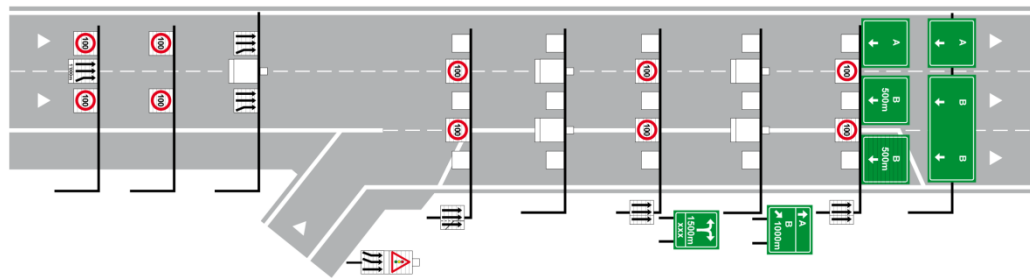


Abb. 6.32 76.3 Pannestreifen freigeben: Stromausfall.

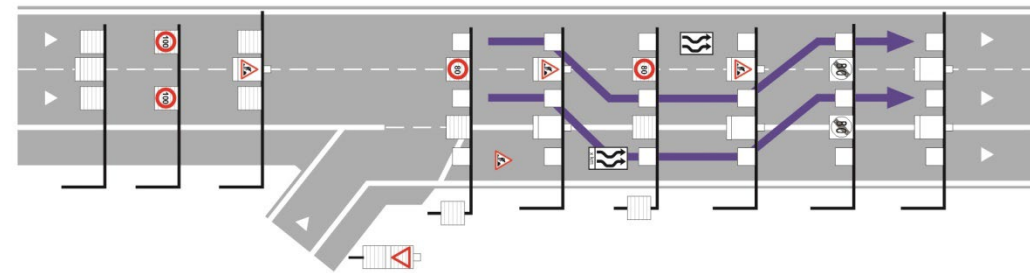


Abb. 6.33 Tagesbaustellen mit lokaler Signalisation der Verschwenkung (gemäß Abbildung) werden aus Sicherheitsgründen nicht empfohlen. In solchen Fällen ist der BZ 33.7 + 76.1 anzuwenden.

### 6.4.3 Aufbau- und Abbauprozesse

Die Prozesse für den Aufbau und den Abbau der Pannenstreifenfreigabe erfolgen automatisch (VM-Betriebszustände). Für die übrigen Betriebszustände (Bewirtschaftung Fahrstreifen, Geschwindigkeitsreduktionen) gelten die Vorgaben der 15 010 „Betriebszustände – Verkehrssteuerung“ [8].

Während des Aufbau- oder Abbauprozesses müssen Direktschaltungen von „Sicherheits-BZ“ grundsätzlich möglich sein.

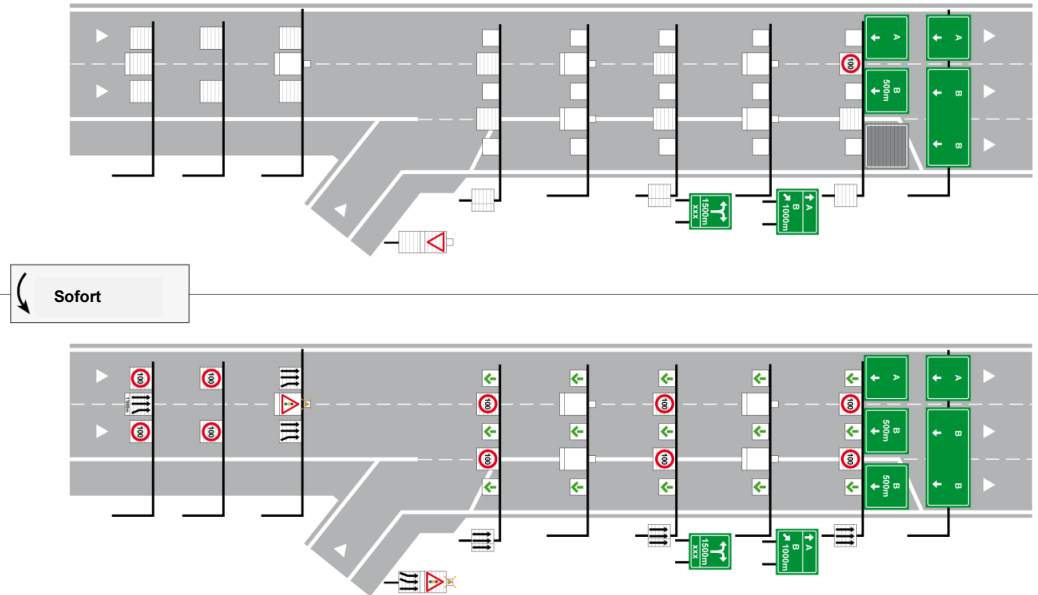


Abb. 6.34 Aufbau der Pannenstreifenfreigabe.

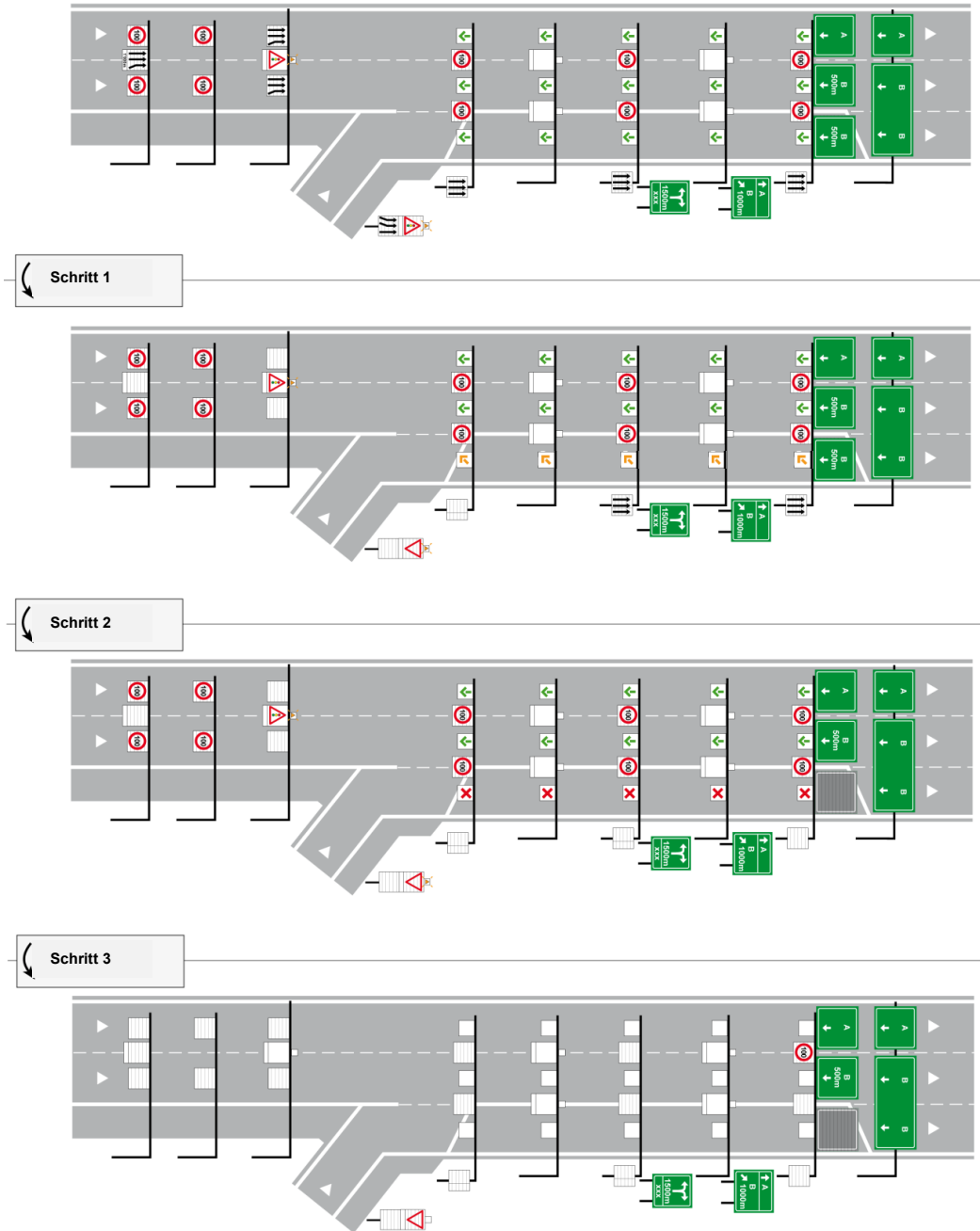


Abb. 6.35 Abbau der Pannestreifenfreigabe.

## 6.5 Verkehrsdetektion

Das mit der Pannenstreifenumnutzung vorzusehende System zur Geschwindigkeitsharmonisierung und Gefahrenwarnung (GHGW) umfasst ein Verkehrsdatenerfassungssystem mit automatischer Stauerkennung. Das System muss den Qualitätsanforderungen Ausrüstungsgrad „HOCH“ (Basislösung) gemäss ASTRA-Richtlinie 15003 „Verkehrsmanagement in der Schweiz (VM-CH)“ [7] entsprechen.

### Überwachung des freigegebenen Pannenstreifens

Mit dem im Rahmen der Pannenstreifenumnutzung vorzusehenden Verkehrsdatenerfassungssystem werden folgende Ziele verfolgt:

- Permanente Überwachung der momentanen Verkehrsbelastungen mit den Schwellenwerten für die Freigabe des Pannenstreifens bzw. Aufhebung der Freigabe;
- Automatische Stauerkennung;

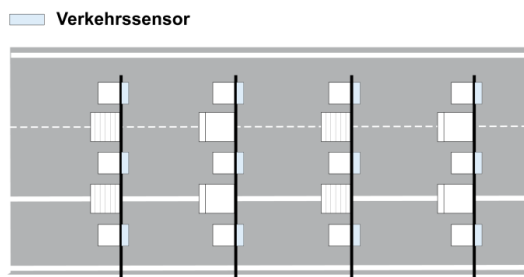


Abb. 6.36 Anordnung der Verkehrssensoren im Querschnitt.

Die Verkehrsdatenerfassung erfolgt bei allen Querschnitten (inkl. Pannenstreifen).

### Verkehrsdatenerfassung für Statistik

Für die statistische Verkehrsdatenerfassung (VMon) ist prinzipiell eine Zählstelle im Abschnitt ausreichend, welche eine Fahrzeugklassifizierung nach ASTRA-Richtlinie 13012 „Verkehrszähler“ [6] ermöglicht. Im Bereich der Pannenstreifenumnutzung ist zu berücksichtigen, dass die Zählstelle auch den Pannenstreifen abdecken muss.

## 6.6 Verkehrsbeobachtung

Die Videoanlagen für die Verkehrsbeobachtung von temporären PUN werden gemäss ASTRA-Richtlinie 13005 „Videoanlagen“ [5] eingesetzt.

### Flächendeckende Verkehrsbeobachtung

Bei der Basislösung sind die Videoanlagen so anzuordnen, dass eine flächendeckende Verkehrsbeobachtung auf dem gesamten Abschnitt über alle Fahrstreifen ermöglicht wird. Dies erlaubt den Operatoren den Verkehrsfluss auf dem gesamten PUN Abschnitt permanent zu beobachten und bei Störungen die Art und Weise und das Ausmass der Störung zu erfassen.

### Strategische Verkehrsbeobachtung

Bei der Minimallösung erlauben die Videoanlagen die Verkehrsbeobachtung der gesamten PUN-Strecke sowie strategisch wichtiger Punkte, wie bspw. im Bereich von Nothaltebuchten oder Aus- und Einfahrten.

## 6.7 Videoüberwachung und Ereignisdetektion

### 6.7.1 Generelle Anforderungen

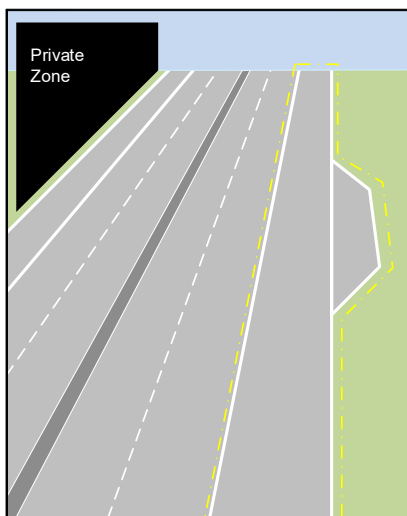
Die Videoüberwachung ermöglicht dem verantwortlichen Operator die Kontrolle der Verfügbarkeit des Pannestreifens vor dessen Freigabe für den fließenden Verkehr. Insbesondere dürfen keine Objekte (Gegenstände) auf dem Pannestreifen liegen. Kann der Operator tageszeit- oder wetterbedingt nicht mit Sicherheit ein störendes Objekt identifizieren, darf der Pannestreifen nicht freigegeben werden.

Damit im Winter eine Freigabe am Morgen oder am Abend noch erfolgen kann, sind Kameras mit hoher Lichtempfindlichkeit einzusetzen. Auf zusätzliche Infrastruktur (Beleuchtung usw.) soll, wenn immer möglich verzichtet werden.

Innerhalb des Freigabe-Prozesses ist eine **visuelle Kontrolle des Pannestreifens** durchzuführen. Die hierzu verwendeten Kamerabilder müssen im Bereich des Pannestreifens eine Auflösung ermöglichen die es dem Bediener erlaubt, kleinere Objekte zu erkennen und zu identifizieren.

Alle temporären Pannestreifenumnutzungen müssen aus der Verkehrsmanagementzentrale auf dieselbe Weise bedient werden, im Delegationsfall oder zu betriebstechnischen Zwecken auch in den RLZ, ELZ und BLZ. Hierfür ist es wichtig, dass die Benutzeroberfläche für den Freigabeprozess aller temporären PUN Systeme der Nationalstrassen gleichwertig ist und dieselben Funktionalitäten aufweist.

### 6.7.2 Anforderung an das digitale Bild



Der Beobachtungsraum muss eine Übersicht eines (geraden) Teilstücks mit bis zu 4 Fahrspuren in einer Richtung von mindestens 300 m Länge mit genügender Qualität für die Verkehrsbeobachtung erlauben. Dieselbe Vorgabe gilt, mit entsprechend reduzierter Länge, sinngemäss auch für nicht gerade Teilstücke.

Im Bereich des Pannestreifens und der Nothaltebuchten (gelb umrandeter Bereich) muss die visuelle Erkennung von kleineren Objekten durch den Bediener möglich sein. Dieser hochauflösende Bildbereich soll nur für den Freigabeprozess nutzbar sein. Ausserhalb dieses Bereiches soll die Auflösung so hoch sein, dass eine Verkehrsbeobachtung ohne Verletzung der Datenschutzbestimmungen möglich ist.

Abb. 6.37 Anforderung an das digitale Bild.

Bereiche ausserhalb der Trassen der Nationalstrassen (private Zonen) sind nach Bedarf abzudecken oder unkenntlich zu machen.

### 6.7.3 Anforderungen an die visuelle Bildnutzung

Definierbare Bildbereiche (roter Rahmen) müssen als separater Stream für die Verkehrsbeobachtung in definierbarer Qualität (Auflösung, Bildrate) an mehrere Ziele (Senken) gesendet werden können.

Bildbereiche (gelber Rahmen) müssen digital abgefahren und gleichzeitig gezoomt werden können, damit der Pannestreifen visuell auf Gegenstände untersucht werden kann.

Solche Routen müssen mit variabler Geschwindigkeit manuell oder automatisch gestartet, angehalten und wieder aufgenommen werden können.

Im angehaltenen Zustand muss das Bildfenster manuell verschoben und gezoomt werden können (detailliertere visuelle Analyse durch den Operator).

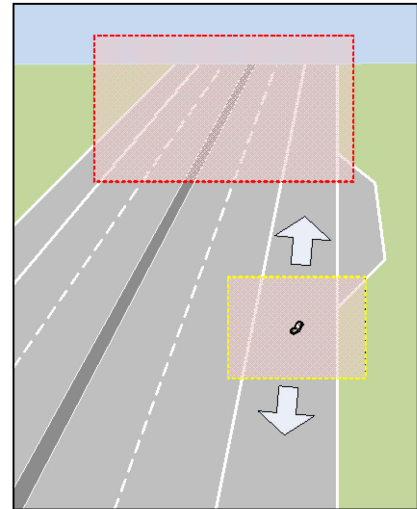


Abb. 6.38 Anforderungen an die visuelle Bildnutzung.

### 6.7.4 Anforderungen an die Detektion

Eine PUN kann sich über mehrere Kilometer erstrecken. Der Freigabeprozess dauert somit mehrere Minuten. In dieser Zeit kann bei bereits durch den Operator visuell kontrollierten Abschnitten ein Ereignis stattfinden. Deshalb muss ein Pannestreifen während des Freigabeprozesses auf Veränderungen in den bereits geprüften Bereichen detektiert werden.

Die Detektion kann durch Bildauswertung oder durch ein separates System (Radar, Wärmebild usw.) erfolgen. Für die visuelle Beobachtung sind Kameras jedoch zwingend gefordert. Sofern sie die Anforderungen der Detektion erfüllen, ist aus wirtschaftlichen, und betrieblichen Überlegungen, die Detektion über die Kamera zu bevorzugen.

Auf eine Detektion kann verzichtet werden, wenn:

- die gesamte PUN Strecke die Länge von 5 km nicht überschreitet;
- eine längere PUN-Strecke abschnittsweise freigegeben werden kann und der einzelne Abschnitt kürzer als 5km ist.

Da Kameras vorhanden sind und Nothaltebuchten ohnehin auch überwacht werden müssen, ist es projektspezifisch zu entscheiden, ob die Detektion mittels Kamera auch bei PUN-Strecken kürzer als 5km sinnvoll ist.

#### Datentypen

Für den Freigabeprozess reicht minimal die Detektion des Pannestreifens und der Nothaltebuchten auf „stehende Fahrzeuge“, „Personen“ und „Gegenstände“ aus (siehe nachfolgende Abbildung).

Kameras mit Detektion können auch für weitere Aufgaben genutzt werden. Kameras können gleichzeitig zur Beobachtung des Verkehrs und die Ereignis-Detektion zur Erkennung von Objekten auf dem Pannestreifen genutzt werden. Dabei können auch die weiteren Fahrstreifen überwacht und weitere nutzbringende Informationen ermittelt werden.

Nr.	Datentyp	Anforderung
<b>Verkehrsdaten</b>		
1	Verkehrsstärke	projektspezifisch
2	Geschwindigkeit	projektspezifisch
3	Verkehrsdichte	projektspezifisch
4	Reisezeit	nicht vorgesehen
5	PW/LW	projektspezifisch
6	Fahrzeugkategorien	nicht vorgesehen
<b>Ereignisse</b>		
7	Stehendes Fahrzeug	<b>Grundanforderung für Temporäre PUN</b>
8	Stau	projektspezifisch
9	Falschfahrer	projektspezifisch
10	Gegenstand (kleinere Objekte)	<b>Grundanforderung für Temporäre PUN Empfindlichkeit einstellbar</b>
11	Nischenbelegung (Nothaltebuchten)	<b>Grundanforderung für Temporäre PUN</b>
12	Pannestreifenbelegung	<b>Grundanforderung für Temporäre PUN</b>
13a	Brand (Tunnelzone)	nicht relevant
13b	Brand (freie Zone, Portalzone)	nicht vorgesehen
14	Person	<b>Grundanforderung für Temporäre PUN</b>

Abb. 6.39 Datentypen für Detektionssysteme aus der SN Norm 671 973 Kapitel 7 [10].

Die Detektionen müssen pro Datentypen und Spur bzw. Nothaltebucht von einer berechtigten Person aktiviert oder deaktiviert werden können. Für den Pannestreifen ist eine dynamische Umschaltung zwischen Detektion als Fahrspur oder Detektion als Pannestreifen vorzusehen. Das Umschaltsignal ist abhängig von einer externen Information (PUN offen/geschlossen) und muss mittels Standardprotokoll (OPC-UA) verarbeitet werden können.

**Qualität**

Der Qualitätswert ist aus wetter-, tageszeitbedingten und systeminternen Informationen zu ermitteln und dem Bediener im aktiven Bild z.B. mit einem Farb-Symbol anzuzeigen. Damit hat der Bediener eine Entscheidungshilfe, um das Risiko einer Freigabe zu beurteilen.

Die Vorgaben sind hierbei die Gütestufen der SN Norm 671 973 Kapitel 8 [10] und sind sinngemäss anzuwenden.

Gütestufe	Bildqualität	Beurteilung
<b>1 (grau)</b>	Kein Bild	Detektion und visuelle Kontrolle nicht möglich.
<b>2 (rot)</b>	Sehr schlecht	Detektion nicht möglich, visuelle Kontrolle sehr schwierig.
<b>3 (orange)</b>	Schlecht	Detektion mit stark reduzierter Genauigkeit, visuelle Kontrolle schwierig.
<b>4 (gelb)</b>	Genügend	Detektion mit wenig reduzierter Genauigkeit, visuelle Kontrolle gut möglich.
<b>5 (grün)</b>	Gut	Detektion mit spezifischer Genauigkeit möglich, visuelle Kontrolle gut möglich.

Abb. 6.40 Gütestufen der Qualität eines Detektionssystems.

**6.7.5 Anforderungen an den Freigabeprozess**

Der Freigabeprozess soll von einem Operator in der Systemumgebung des Verkehrsmanagements ausgeführt werden können. Er muss daher als Webdienst auf dem Videomanagementsystem realisiert werden.



Die genaue Umsetzung sowohl des Webdienstes als auch der Visualisierung in der Systemumgebung des Verkehrsmanagements erfolgt einmalig für alle PUN Projekte nach Vorgaben der Fachapplikation, dem zugehörigen Style-Guide und muss mit den Verantwortlichen abgestimmt werden.

Nachfolgend ist die Grundfunktionalität exemplarisch aufgezeigt, die vom lokalen Videomanagementsystem bereitgestellt werden muss:

Zwischen den einzelnen Kameras muss vorwärts wie rückwärts gewechselt werden können.

Die Meldungen müssen markiert werden, damit sie abgearbeitet und quittiert werden können.

Die einzelnen Meldungen müssen angewählt und für die Verifizierung vergrößert werden können.

Solange nicht alle Meldungen quittiert sind, kann der Pannenstreifen nicht freigegeben werden.

Abb. 6.41 Anforderungen an den Freigabeprozess

Ist auf einer nachfolgenden oder vorherigen Kamera eine Meldung unbehandelt, bleibt die Anwahl-Taste markiert (gelb).

Über die Meldungsliste kann direkt zu den einzelnen Kamerabildern bzw. Meldungen gesprungen werden.

## 6.8 Verfahren zur Pannenstreifenfreigabe

### 6.8.1 Genereller Ablauf

Die Freigabe (und Schliessung) des Pannenstreifens liegt in der operationellen Verantwortung der VMZ-CH. Der Ablauf zur Pannenstreifenfreigabe umfasst grundsätzlich folgende Schritte:

- Der Operateur wird mittels Alarm informiert, wenn sich eine Verkehrsüberlastung abzeichnet bzw. der Schwellenwert für die Pannenstreifenfreigabe erreicht wird;
- Sobald der Operateur den Alarm quittiert hat, muss seine volle Aufmerksamkeit auf den weiteren Ablauf zur Pannenstreifenfreigabe gerichtet sein, und er darf daneben keine anderen Aufgaben oder Tätigkeiten ausüben;
- Der Operateur kontrolliert die Verkehrsdaten und den Verkehrsablauf;
- Der Operateur kontrolliert, ob die Witterungs- und Strassenverhältnisse (Schnee, Glättegefahr) sowie die Verfügbarkeit der Betriebsmittel eine Pannenstreifenfreigabe erlauben;
- Der Operateur führt eine visuelle Verfügbarkeitskontrolle des Pannenstreifens durch;
- Der Operateur startet den Aufbauprozess für die Pannenstreifenfreigabe;
- Der Operateur verfolgt den Aufbauprozess visuell bis der Endzustand erreicht ist.

Die detaillierten Prozesse sind grundsätzlich im Rahmen des Projekts zu entwickeln (z. B. Festlegung des Abbruchverhaltens bei Eintritt eines Ereignisses während des Aufbauprozesses).



## 6.8.2 Algorithmus und Schwellenwerte

- Grundsätzlich hat die Pannestreifenfreigabe (bzw. Aufhebung der Freigabe) verkehrsabhängig zu erfolgen (keine Festzeitsteuerung);
- Die dazu erforderliche lokale Verkehrszustandserfassung hat in Echtzeit zu erfolgen gemäss den Vorgaben der ASTRA-Richtlinie 15019 „Verkehrstechnische Regelungslogik“ [9];
- Der Algorithmus und die Schwellenwerte müssen so ausgelegt sein, dass eine Pannestreifenfreigabe bereits bei dichtem Verkehr (Kolonnenverkehr) empfohlen wird, bevor der Verkehr ins Stocken gerät oder es zu einer Staubildung kommt. D. h. die Freigabeempfehlung hat vorausschauend zu erfolgen, da ein weiterer Anstieg der Verkehrsbelastungen sehr rasch geschehen kann. Dafür sind die Vorgaben der ASTRA-Richtlinie 15019 „Verkehrstechnische Regelungslogik“ [9] anzuwenden;
- Die Schwellenwerte sind stets vor Ort anhand der örtlichen Gegebenheiten sowie auf Grund der Charakteristik des Verkehrsgeschehens (z. B. LW-Anteil) zu kalibrieren. Der Algorithmus sollte zudem Witterungseinflüsse berücksichtigen, welche das Fahrverhalten beeinflussen können;
- Um ein „Flattern“ der Regelung zu verhindern, müssen die Bedingungen der Schwellenwerte während mehrerer aufeinander folgender Messintervalle erfüllt sein (Hysterese);
- Die Verkehrsdatenanalyse für GHGW läuft parallel und unabhängig von der Pannestreifenfreigabe.

## 7 Unterhalt und Betrieb

### 7.1 Unfall- und Rettungsdispositiv

Die Zufahrt von Polizei- und Rettungsfahrzeugen zum Ereignisort ist auf Abschnitten mit permanenten oder temporären Pannenstreifenumnutzungen erschwert. Die Platzverhältnisse zur Bildung einer Rettungsgasse sind knapp. Aus diesem Grund ist im Zusammenhang mit Projekten zur Pannenstreifenumnutzung immer auch ein Unfall- und Rettungsdispositiv zu erarbeiten, so dass eine schnelle und sichere Rettung gewährleistet werden kann. Eine mögliche Massnahme aus solch einem Rettungsdispositiv stellt bspw. der BZ „Rettungsgasse“ dar, mit welchem die Verkehrsteilnehmer zur Bildung einer Rettungsgasse mittels FLS vom Normalstreifen auf den Pannenstreifen geleitet werden.

Der Sicherheitsnachweis ist in Form eines Sicherheitsberichtes für jedes Umnutzungsvorhaben zu erbringen. Darin ist auch nachzuweisen, dass die Anforderungen der Störfallvorsorge gemäss Art. 3 der Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StfV) [3] eingehalten sind.

### 7.2 Unterhalts- und Betriebsbedürfnisse

Die Freigabe des Pannenstreifens für den fliessenden Verkehr führt zu Erschwernissen bei Unterhaltsarbeiten. Die Sicherung der Arbeitsstelle ist mit zusätzlichem Aufwand verbunden, u. a. ist zwingend ein physischer Schutz der Arbeitsstelle notwendig. In Umnutzungsabschnitten besteht erhöhte Gefahr, dass der Pannenstreifen auch in gesperrtem Zustand befahren wird.

Die Unterhaltsarbeiten sind möglichst zusammenzufassen und konzentriert in einem Unterhaltsfenster auszuführen. An Organisation und Planung der Arbeiten werden erhöhte Anforderungen gestellt. Bei der temporären Pannenstreifenumnutzung sind die Unterhaltsarbeiten auf die Zeitfenster zu legen, in denen der Pannenstreifen nicht benötigt wird. Die Zeitfenster müssen genügend gross sein, erfahrungsgemäss mindestens 6 Stunden.

Bei der Planung und Projektierung von Pannenstreifenumnutzungen hat der Gesichtspunkt des Unterhaltes grosse Bedeutung. Der Unterhaltsdienst ist bereits bei der Planung einzubeziehen. Mit einer u. a. auf den Unterhalt abgestimmten Anordnung und Ausbildung der Nothaltebuchten und Signalisationsmassnahmen (z. B. Fahrstreifen-Lichtsignal-System etc.) kann der Unterhalt erleichtert werden.

Die Bedürfnisse des Winterdienstes (Schneeräumung, Schneedeponierung) sind bei Umnutzungsvorhaben zu berücksichtigen. Insbesondere gilt dies in schneereichen und höher gelegenen Regionen, wo die Fahrbahn im Winter vermehrt verschneit und vor allem auf Brücken teilweise vereist ist. Der Pannenstreifen wird in diesen Gebieten u. a. auch für die Schneeräumung und Kettenmontage benötigt. Die Nutzung des Pannenstreifens kann somit während der Wintermonate eingeschränkt sein.

### 7.3 Anforderungen an die Betriebs- und Sicherheitsausrüstung

Wenn ein Autobahnabschnitt mit einem System zur temporären Pannenstreifenfreigabe ausgerüstet ist, gehen die Verkehrsteilnehmer bei dichtem Verkehr immer von dessen Verfügbarkeit aus. Sollte dies nicht der Fall sein, kommt es rasch zur Staubildung und das Unfallrisiko steigt.

Damit der Pannenstreifen bei hohen Verkehrsbelastungen immer freigegeben werden kann, ist die Gewährleistung der Verfügbarkeit gewisser Systemkomponenten unabdingbar. Dazu zählen die Videokameras, die Sensoren zur Stauerkennung sowie die Signalisationsmittel.

Einerseits ist es erforderlich, den maximalen Ausfallgrad einzelner Anlageteile zu definieren, ab welchem eine Freigabe des Pannestreifens aus Sicherheitsgründen nicht mehr möglich ist. Andererseits muss die Interventionszeit für den Ersatz defekter Komponenten festgelegt werden. Dies hat Auswirkungen auf die Vorratshaltung von Ersatzteilen bzw. auf die vertraglichen Vereinbarungen zwischen dem Betreiber und dem Systemlieferanten.

Um die Verfügbarkeit des Pannestreifens vor dessen Freigabe unter allen Witterungsbedingungen kontrollieren zu können, ist die Notwendigkeit eines Glatteisfrühwarnsystems (GFS) im Rahmen des Projekts zu prüfen.

## 7.4 Monitoring

Eine Vorher/Nachher-Untersuchung bei jedem Projekt liefert nachträgliche Informationen über die Wirksamkeit einer PUN. Der Umfang einer solchen Vorher/Nachher-Untersuchung ist abhängig vom PUN-Typ und dessen Betriebsform sowie von den zu Projektbeginn formulierten Zielsetzungen.

Bei einer permanenten PUN sind folgende Aspekte in der Vorher/Nachher-Untersuchung zu berücksichtigen:

- Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität;
- Unfallgeschehen (Unfallhäufigkeiten, Verlagerung von Unfallstellen etc.);
- Pannenhäufigkeiten, Belegung der Nothaltebuchten;
- Stauhäufigkeit und Staustunden;
- Fahrstreifenwechsel;
- Verteilung der Fahrzeuge auf die einzelnen Fahrstreifen;
- Einhaltung des Lastwagenfahrverbots auf dem äussersten linken Fahrstreifen;
- Einhaltung des (dauerhaft) angepassten Geschwindigkeitsregimes;
- Auswirkungen auf das untergeordnete Netz.

Bei einer temporären PUN kommen zu den oben genannten Aspekten weitere hinzu:

- Einsatzzeiten der PUN;
- Fehlbenutzungen bei nicht freigegebenem Pannestreifen;
- Verteilung der Fahrzeuge auf die einzelnen Fahrstreifen bei freigegebenem Pannestreifen;
- Einhaltung der tieferen Höchstgeschwindigkeit bei freigegebenem Pannestreifen.



## Glossar

<b>Begriff</b>	<b>Bedeutung</b>
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BZ	Betriebszustand
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
FLS	Fahrstreifen-Lichtsignal-System
FS	Fahrstreifen
GFS	Glatteisfrühwarnsystem
GH-GW	Geschwindigkeitsharmonisierung-Gefahrenwarnung
HLS	Hochleistungsstrasse
LW	Lastwagen
Permanente Pannestreifenumnutzung	<p>Der Pannestreifen steht dem Verkehr als Fahrstreifen jederzeit zur Verfügung, d. h. rund um die Uhr, an sieben Tagen pro Woche, 365 Tage im Jahr.</p> <p>Die Nutzungsdauer einer permanenten Pannestreifenumnutzung kann unbefristet sein oder eine Übergangslösung darstellen bis zu einem Ausbau auf sechs oder mehr Fahrstreifen zuzüglich Pannestreifen.</p>
PS	Pannestreifen
PUN	Pannestreifenumnutzung
SN	Schweizer Norm
PW	Personenwagen
SSV	Signalisationsverordnung
Temporäre Pannestreifenumnutzung	<p>Die Freigabe des Pannestreifens als Fahrstreifen für den fliessenden Verkehr erfolgt in Abhängigkeit des Verkehrsaufkommens resp. Betriebszustandes (z. B. Baustelle). Ausserhalb der Freigabezeit ist der Pannestreifen für den fliessenden Verkehr gesperrt und steht in seiner ursprünglichen Funktion als Pannestreifen für Pannenfahrzeuge, Unterhaltsarbeiten etc. zur Verfügung.</p>
UVEK	Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VRV	Verkehrsregelnverordnung
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute

# Literaturverzeichnis

## Verordnungen

- 
- [1] Schweizerische Eidgenossenschaft (1962), „**Verkehrsregelverordnung (VRV)**“, SR 741.11, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).

---

  - [2] Schweizerische Eidgenossenschaft (1979), „**Signalisationsverordnung (SSV)**“, SR 741.21, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).

---

  - [3] Schweizerische Eidgenossenschaft (1991), „**Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV)**“, SR 814.012, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).

---

## Weisungen und Richtlinien des ASTRA

- 
- [4] Bundesamt für Strassen ASTRA (2002), „**Normalprofile, Rastplätze und Raststätten der Nationalstrassen**“, Richtlinie ASTRA 11001, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).

---

  - [5] Bundesamt für Strassen ASTRA (2012) „**Videoanlagen**“, Richtlinie ASTRA 13005 V1.00, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).

---

  - [6] Bundesamt für Strassen ASTRA (2009) „**Verkehrszähler**“, Richtlinie ASTRA 13012 V1.06, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).

---

  - [7] Bundesamt für Strassen ASTRA (2016), „**Verkehrsmanagement auf Nationalstrassen (Kopfrichtlinie VM-NS)**“, Richtlinie ASTRA 15003 V2.01, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).

---

  - [8] Bundesamt für Strassen ASTRA (2012), „**Betriebszustände – Verkehrssteuerung**“, Richtlinie ASTRA 15010 V1.01, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).

---

  - [9] Bundesamt für Strassen ASTRA (2018), „**Verkehrstechnische Regelungslogik - Funktionale Minimalanforderungen für Planung und Betrieb der Regelung von Verkehrsmanagement-Systemen zur Verflüssigung des Verkehrs**“, Richtlinie ASTRA 15019 V1.02, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).

---

  - [10] Bundesamt für Strassen ASTRA (2011), Ingenieur- und Planungsbüro Bühlmann „**Gestaltung und Ausrüstung von Anschlüssen an das Nationalstrassennetz**“, Dokumentation ASTRA 85006, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).

---

## Normen

- 
- [11] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2006), „**Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Freie Strecke auf Autobahnen**“, SN 640 018a, [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

---

  - [12] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1992), „**Projektierung, Grundlagen; Strassentyp: Hochleistungsstrassen**“, SN 640 041, [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

---

  - [13] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2001), „**Projektierung, Grundlagen; Sichtweiten**“, SN 640 090b, [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

---

  - [14] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1995), „**Linienführung; Quergefälle in Geraden und Kurven, Quergefällsänderung**“, SN 640 120, [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

---

  - [15] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2005), „**Linienführung; Zusatzstreifen in Steigungen und Gefällen**“, SN 640 138b, [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

---

  - [16] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1998), „**Knoten; Kreuzungsfreie Knoten**“, SN 640 261, [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

---

  - [17] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1999), „**Verkehrsbeeinflussung Fahrstreifen-Lichtsignal-System (FLS)**“, SN 640 802, [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

---

  - [18] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2010), „**Verkehrsbeeinflussung auf Autobahnen und Autostrassen; Wechselsignale**“, SN 640 803, [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

---

  - [19] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1998), „**Strassensignale, Anzeige der Fahrstreifen**“, SN 640 814b, [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

---

  - [20] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2009), „**Markierungen; Anordnung auf Autobahnen und Autostrassen**“, SN 640 854a, [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

---

## Auflistung der Änderungen

Ausgabe	Version	Datum	Änderungen
2023	2.33	06.09.2023	Redaktionelle Anpassung im Kapitel 5.2.2
2013	2.32	01.06.2020	Anpassungen im Zusammenhang mit der Publikation der Richtlinie ASTRA 15019.
2013	2.31	13.11.2017	Formelle Änderungen gemäss SSI.
2013	2.30	01.10.2015	Formatierung.
2013	2.10	18.06.2014	Formelle Änderungen gemäss SFS.
2013	2.00	01.09.2013	Inkrafttreten Ausgabe 2013. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuer Titel der Richtlinie.</li> </ul> Vollständige inhaltliche Überarbeitung.
2007	1.30	20.02.2013	Korrektur der französischen Übersetzung. Standstreifen ersetzt durch Pannenstreifen (eine Übersetzung der Referenz von 89008), formelle Korrektur.
2007	1.20	05.09.2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neues Layout.</li> <li>• Text und Abbildungen Kap. 6.3.</li> </ul>
2007	1.10	01.01.2007	Inkrafttreten Ausgabe 2007.

