

# **Überarbeitung und Aktualisierung des Merkblattes für die Aus- stattung von Verkehrs- rechner- und Unter- zentralen (MARZ 1999)**

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**Verkehrstechnik Heft V 308**

**bast**

# **Überarbeitung und Aktualisierung des Merkblattes für die Aus- stattung von Verkehrs- rechner- und Unter- zentralen (MARZ 1999)**

von

Marcus Gerstenberger  
Michael Hösch  
Gerhard Listl

gevas humberg & partner  
Ingenieurgesellschaft für Verkehrs-  
planung und erkehrstechnik mbH  
Hamburg

Christoph Schwietering

Ingenieurbüro Schwietering  
Aachen

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 308

**bast**

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines  
B - Brücken- und Ingenieurbau  
F - Fahrzeugtechnik  
M - Mensch und Sicherheit  
S - Straßenbau  
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt bei der Carl Ed. Schünemann KG, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos angeboten; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Ab dem Jahrgang 2003 stehen die **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)** zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung.  
<http://bast.opus.hbz-nrw.de>

## Impressum

**Bericht zum Forschungsprojekt: FE 03.0503/2012/IRB:**  
Überarbeitung und Aktualisierung des Merkblattes für die Ausstattung von Verkehrsrechner- und Unterzentralen (MARZ 1999)

### Fachbetreuung

Melanie Zorn

### Herausgeber

Bundesanstalt für Straßenwesen  
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach  
Telefon: (0 22 04) 43 - 0

### Redaktion

Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

### Druck und Verlag

Fachverlag NW in der  
Carl Ed. Schünemann KG  
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen  
Telefon: (04 21) 3 69 03 – 53  
Telefax: (04 21) 3 69 03 – 48  
[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)

ISSN 0943-9331

ISBN 978-3-95606-405-0

Bergisch Gladbach, August 2018

## Kurzfassung – Abstract

### **Überarbeitung und Aktualisierung des Merkblattes für die Ausstattung von Verkehrsrechner- und Unterzentralen (MARZ 1999)**

Das Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechner- und Unterzentralen (MARZ 1999) stellt nicht mehr den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik dar und musste deshalb grundhaft überarbeitet werden. Einerseits war der Stand der Technik hinsichtlich fachlich-funktionaler, technischer und organisatorischer Rahmenbedingungen und Anforderungen für den Aufbau und Betrieb von Verkehrsrechnerzentralen aufzubereiten. Andererseits soll das überarbeitete MARZ auch der Tatsache Rechnung tragen, dass bereits zahlreiche Systeme auf unterschiedlicher technologischer Basis seit Jahren erfolgreich im Betrieb sind, aber in der Zukunft funktional und technisch modernisiert und erweitert werden.

Bearbeitungsschritte waren:

- die Analyse des Überarbeitungsbedarfs und neu aufzunehmender Themenbereiche
- der Abgleich mit bestehenden Regelwerken und Hinweispapieren
- die Bestandsaufnahme eingesetzter Verfahren und Methoden bei den Bundesländern
- die Zusammenführung der Ergebnisse und Entwurfserstellung des neuen MARZ für eine Länderanhörung
- die Einarbeitung der Ergebnisse der Länderanhörung und Erstellung der Endfassung des MARZ 2016

Wesentliche Merkmale des MARZ 2016 sind die Überarbeitung der internen Funktionsbereiche unter Nutzung neuer Verfahren und Technologien und eine Erweiterung des Systemkontextes mit einer Integration bzw. Anbindung externer Systeme.

Mit dem MARZ 2016 liegt nun wieder der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik für die Erstellung, Erweiterung oder Erneuerung sowie für die Vernetzung von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen zur Steuerung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen an Bundesfernstraßen aufbereitet in Form eines Regelwerks vor.

Eine kontinuierliche Pflege des Merkblatts ist anzustreben. Ein erster Schritt im Pflegeprozess sollte die Integration der Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt FE 03.0542/2015/IRB „Entwicklung einer Referenzarchitektur für das neue Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechner- und Unterzentralen (MARZ 2016) mit Integration externer Systeme“ sein.

### **Revision and update of the guidelines for equipment of traffic control centers and their sub-centers, Edition 1999 (MARZ 1999)**

The guidelines for equipment of traffic control centers and their sub-centers, Edition 1999 (MARZ 1999) is not including the current state of the art and that's why there is a need for a substantial revision.

On the one hand the state of the art of functional, technical and organizational conditions and requirements of installation and operation of traffic control centers has to be edited. On the other hand the revised version of MARZ has to take into account that various systems based on different technological basis are in operation since years and these systems have to be updated functionally and technically and enlarged in the future.

The following steps have been carried out in the project:

- analysis of the need for revision and for the integration of new issues
- comparison with existing guidelines
- survey of current traffic control related procedures and methods in all federal states
- combination of results and preparation of a draft version for a reviewing of the federal states
- integration of the review results and creation of a final report

Main characteristics of MARZ 2016 are the revision and state of the art structuring of the internal functional areas including new procedures and technologies and an enlargement of the system context with integration of / connection to external systems.

The MARZ 2016 represents a document for setup, enlargement or replacement as well as interacting of traffic control centers and their sub-centers to traffic management systems at federal highways. The document represents the current state of the art and fulfills the requirements of a guideline.

For the future continuous revision and update of this guideline are highly recommended. A first step in this updating process the results of the research project FE 03.0542/2015/IRB "Development of reference architecture for the new guidelines for equipment of traffic control centers and their sub-centers (MARZ 2015) with integration of external systems" should be the integrated.

## Summary

### Revision and update of the guidelines for equipment of traffic control centers and their sub-centers, Edition 1999 (MARZ 1999)

#### 1 Task description

The guidelines for equipment of traffic control centers and their sub-centers, Edition 1999 (MARZ 1999) have been introduced in 1999 by BMVBS via circular letter. Since 2011 it is due to missing validity not anymore included in the list of valid circular letters of the Federal ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI).

The MARZ 1999 describes on the one hand the state of the art of a time more than 15 years ago, while on the other hand different single guidelines and documents, which are relevant for MARZ, have been updated meanwhile, e. g.:

- Technical Delivery Terms for Route Stations (TLS)
- Specification for usage of environmental data
- Control procedures for inter-urban traffic control

This is the reason why MARZ 1999 has to be substantially revised. On the one hand the state of the art of functional, technical and organizational conditions and requirements of installation and operation of traffic control centers has to be edited. On the other hand the revised version of MARZ has to take into account that various systems based on different technological basis are in operation since years and these systems have to be updated functionally and technically and enlarged in the future. The technical specifications of the revised MARZ have to be held openly, so that this revised MARZ can also be used for the enlargement of existing systems. Finally the MARZ 2016 should not include specifications that are too tight in order to prevent innovation barriers and restriction of competition.

#### 2 Methodology

First step in the revision process was the definition of the document structure of MARZ 2016. This structure has to include all new issues according to

- functional requirements
- organizational conditions and
- technical realization.

The structure and main contents are defined in coordination with the advisory board of the project.

In the next step relevant sources, especially guidelines have been analyzed. Corresponding text passages, figures and tables have been included in the new structure and if needed adjusted in wording. Redundancies in content have been eliminated and problems with contradictions have been solved involving the advisory board.

A survey concerning the current traffic related procedures and software solutions at operators in all federal states completed the source analysis.

The results of the process steps so far have been combined and revised in a draft version of MARZ 2016. Then a coordination process with the advisory board and the working group traffic control centers of federal government and federal states took place.

After including the feedback a renewed draft version of MARZ 2016 has been given to a consultation of the federal states. The review results of the consultation has been assessed and included and a final report has been created.

#### 3 Results

The result of the research project is a guideline for equipment of traffic control centers and their sub-centers (MARZ 2016) which can be introduced via general circular letter.

Two main results described below.

Figure 1 shows the embedding of traffic control centers and their sub-centers (TCC and SC) in its system environment.

The figure includes actors which interact with the traffic control center or their sub-centers via user interfaces (BS-1.1 and 2.1) and all relevant external systems (ES) including the corresponding interfaces.

The system context is divided into two zones:

- Traffic related system context in the same organization (ES-1.1 – 1.15), which also operates the traffic control center or their sub-centers and
- External system context (ES-2.1 – 2.6)



Functional Area	Functional Level		Functional Area	Functional Level	
Corresponding Functions	TCC	SC	Corresponding Functions	TCC	SC
Data import (FB 1)			Configuration, parameterization and optimization of traffic management systems (FB 12)	+	E
Traffic data			Protocols and evaluations (FB 13)		
Short-term data	+	+	Protocols	+	E
Long-term data	+	+	Reports of traffic data	+	E
Axle load data	+	+	Reports of traffic disturbances	+	E
Plausibility checks	O	+	Reports of malfunctions	+	E
Creation of fallback values	O	+	Reports route guidance	+	-
Environmental data for traffic management			Reports section control	+	E
Environmental data	O	+	Reports junction control	+	E
Plausibility checks	O	+	Reports environmental data	+	E
Creation of fallback values for environmental data	O	+	Reports traffic information	+	K
Other import data	+	+	Geo manager (FB 14)	+	E
Data processing (FB 2)			Object manager (FB 15)	+	E
Traffic data			Map manager (FB 16)	+	E
Calculation of lane-based values	O	+	Internal data and service provider (FB 17)	+	+
Calculation of direction-based values	O	+	Communication with external systems (FB 18)	+	+
Smoothing of measuring data and trend extrapolation of lane-based values (smoothed short-term data)	O	+	Operation and Visualization (FB 19, BS-1.1 and BS-2.1)		
Calculation of local traffic density	O	+	Overviews		
Calculation of average daily traffic volume	+	E	Traffic situation overview	+	K
Environmental data	O	+	Environmental data	+	+
Data storage (FB 3)	+	+	Event data	+	K
Data archiving (FB 4)	+	E	Incident messages	+	O
Processing of operating data (FB 5)	+	E	Route guidance		
Event management (FB 6)	+	K	Views	+	O
Situation recognition and evaluation (FB 7)			Activate/deactivate	+	O
Procedures for section control systems	-	+	Reports/protocols	+	O
Procedures for network guidance systems	+	O	Data supply	+	O
Procedures for junction control systems	-	+	Section control		
Comparison of situation recognition results (FB 8)	O	O	Views	+	+
Traffic management measures (FB 9)			Activate/deactivate	+	+
Procedures for section control systems	-	+	Reports/protocols	+	+
Procedures for network guidance systems	+	O	Data supply	+	+
Procedures for junction control systems	-	+	Junction control		
Comparison of measures (FB 10)	O	O	Views	+	+
Choice of right sign content (FB 11)	+	+	Activate/deactivate	+	+
			Reports/protocols	+	+
			Data supply	+	+
			Measurement values		
			Views	+	O
			Reports/protocols	+	O
			Data supply	+	O
			Manual input of traffic information	+	K
			Special views and inputs	+	O

Tab. 1: Assignment of functional areas to TCC / SC

Functional Area	Functional Level	
	TCC	SC
Communication with outdoor facilities via TLS (ES-1.1)	O	+
Traffic information management (ES-1.2)	O	-
Operation monitoring overall system (ES-1.3)	O	-
Simulation (ES-1.4)	O	O
Road condition and weather information system (ES-1.5)	O	-
Traffic pattern workstation (ES-1.6)	O	-
Road works management system (ES-1.7)	O	-
Strategy management (ES-1.8)	O	-
Workflow management (ES-1.9)	O	-
Quality management (ES-1.10)	O	-
Video management (ES-1.11)	O	O
Cooperative Systems (ES-1.12)	O	O
Tunnel operating technology (ES-1.13)	-	O
Temporary telematic systems (ES-1.14)	-	O
External traffic models and control procedures (ES-1.15)	O	O
Interface state traffic report office (ES-2.1)	O	-
Communication with external traffic control centers (ES-2.2)	O	-
Communication with external traffic information centers (ES-2.3)	O	-
Data exchange with MDM (ES-2.4)	+	-
Traffic incident management (ES-2.5)	O	-
Data exchange with DWD (ES-2.6)	O	-

**Tab. 1:** Assignment of functional areas to TCC / SC (Part 2)

## 4 Conclusion for practice

The MARZ 2016 represents a document for setup, enlargement or replacement as well as networking of traffic control centers and their sub-centers to control traffic management systems at federal highways, which includes the current state of the art and fulfills the requirements of a guideline.

For the future a continuous update of this guideline is needed. A first step in this updating process the results of the research project FE 03.0542/2015/IRB "Development of reference architecture for the new guidelines for equipment of traffic control centers and their sub-centers (MARZ 2015) with integration of external systems" should be the integrated.

## Abkürzungen

<b>- A -</b>		<b>- D -</b>	
A	Automatik	D	Dauerbaustelle
AA	Außenanlage	DA	Datenausgabe
AD	Autobahndreieck	DAG	Datenausgabegerät
AK	Autobahnkreuz	Daten-UZ	Datenunterzentrale
AK VRZ	Bund-Länder-Arbeitskreis Verkehrsrechnerzentralen – neue Bezeichnung Fachgruppe Verkehrsrechnerzentralen (FG VZ)	DATEX	Data Exchange
AM	Autobahnmeisterei	DBMS	Datenbankmanagementsystem
AN	Auftragnehmer	DDV	Daten- und Dienstvermittler
AQ	Anzeigequerschnitt	DE	Datenerfassung
AR	Alternativroute	DEG	Datenerfassungsgerät
ASCII	American Standard Code of Information Interchange	DIN	Deutsche Industrienorm
ASM	Adaptive Smoothing Method	DLF	Dynamisches Lokales Fundamentaldiagramm
<b>- B -</b>		DSF	Dynamisches Streckenbezogenes Fundamentaldiagramm
BAB	Bundesautobahn	DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe	DV	Datenverarbeitung
Bit	Binary Digit	DWD	Deutscher Wetterdienst
BMS	Baustellenmanagementsystem	<b>- E -</b>	
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	EAK	Ein-/Ausgabe-Konzentrator
BS	Benutzerschnittstelle	EFD	Eisfilmdicke
BSI	Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik	EN	Europäische Norm
BT	betriebstechnische Daten	ENV	Europäische Vornorm
BüS	Betriebsüberwachungssystem	ERZ	einheitliche Rechnerzentralensoftware
BuV	Bedienung und Visualisierung	ES	externe Schnittstelle
Byte	8 Bitfolge	EVB-IT	Ergänzende Vertragsbedingungen für die Beschaffung von IT-Leistungen
<b>- C -</b>		EWS	Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von Straßen
CASE	Computer Aided Software Engineering	<b>- F -</b>	
csv	Comma Separated Value	FB	Funktionsbereich
		FBT	Fahrbahnoberflächentemperatur
		FBZ	Zustand der Fahrbahnoberfläche
		FCD	Floating-Car-Daten

FD	Fundamentaldiagramm	IGMP	Internet Group Management Protocol
FG	Funktionsgruppe		
FG VZ	Fachgruppe Verkehrszentralen – ehemals Bund-Länder-Arbeitskreis Verkehrsrechnerzentralen (AK VRZ)	INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
		ISO	International Standardisation Organisation
fps	frames per second	IT	Informationstechnik
FSZ	Fahstreifenzuteilung		
FTP	File Transfer Protokoll des Internets		<b>- J -</b>
Fz	Fahrzeug	JPEG	Joint Photographic Experts Group, als ISO-Norm akzeptiertes Graphikformat
FZ	Fahrtzeit		
FZW	Zustand der Fahrbahnoberfläche für den Winterdienst nach DIN EN 15518		<b>- K -</b>
	<b>- G -</b>	KBA	Knotenpunktbeeinflussungsanlage
GDF	Geographic Data File	KBit	1024 Bit
GMA	Glättmeldeanlage	KBSt	Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnik in der Bundesverwaltung
GLS	Globalstrahlung		
GR	Griffigkeit	KD	Konfigurationsdaten
GT	Gefriertemperatur	KE	Konfigurationseinheit
GUI	Graphical User Interface	KEx-DaV	
	<b>- H -</b>	KM	Konfigurationsmanagement, entsprechend dem V-Modell
H	Handschaltung	KRI	Kommunikationsrechner Inselbus
HD	High Definition (Auflösung)		<b>- L -</b>
HFS	Hauptfahrstreifen	LAN	Local Area Network
HK	Helligkeit	LCL	Location Code List
HR	Hauptroute	LD	Luftdruck
HW	Hardware	Lkw	Lastkraftwagen
HWE	Hardwareeinheit	LMSt	Landesmeldestelle (der Polizei)
	<b>- I -</b>	LOS	Level of Service
ICMP	Internet Control Message Protocol	LT	Lufttemperatur
IEC/TC57	International Electrotechnical Commission, Technical Committee Nr. 57	LVE	Lokale Verkehrsdatenerfassung
		lx	Lux
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers		<b>- M -</b>
		M	Manuell

MARZ	Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen	RLF	Relative Luftfeuchte
		RQ	Richtungsquerschnitt
MDM	Mobilitäts Daten Marktplatz	RSA	Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen
MESZ	Mitteleuropäische Sommerzeit	RWBA	Richtlinien für die wegweisende Beschilderung auf Autobahnen
MEZ	Mitteleuropäische Zeit		
MPEG	Moving Picture Experts Group	RWVA	Richtlinien für Wechselverkehrszeichenanlagen an Bundesfernstraßen
MQ	Messquerschnitt		
MV	manuelle Vorgaben	RWVZ	Richtlinien für Wechselverkehrszeichen an Bundesfernstraßen
<b>- N -</b>			
N	Normal		<b>- S -</b>
NBA	Netzbeeinflussungsanlage	SBA	Streckenbeeinflussungsanlage
NI	Niederschlagsintensität	SD	Standard Definition (Auflösung)
NS	Niederschlagsart	SE	Systemerstellung, entsprechend dem V-Modell
NTP	Network Time Protocol	SFD	Schneefilmdicke
<b>- O -</b>			
OCIT	Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems	SH	Schneehöhe
		SM	Steuermodul
OKSTRA	Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen	SNMP	Simple Network Management Protocol
		SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
OSI	Open System Interconnection		
OTS	Open Traffic Systems	SQL	Structured Query Language
<b>- P -</b>			
PASt	Polizei Autobahnstation	SSt	Streckenstation
PD	Parameterdaten	StVO	Straßenverkehrsordnung
Pkw-E	Pkw-Einheit	StVZO	Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung
PL	Plausibilität	SW	Sichtweite
PM	Projektmanagement, entsprechend dem V-Modell	SE	Systemerstellung, entsprechend dem V-Modell
<b>- Q -</b>			
QoS	Quality of Service	SWIS	Straßenzustands- und Wetterinformationssystem
		SWE	Softwareeinheit
QS	Qualitätssicherung, entsprechend dem V-Modell		<b>- T -</b>
<b>- R -</b>			
RDS-TMC	Radio Data System - Traffic Message Channel	T	Tagesbaustelle
		TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
		TC57	Technical Council 57



	verbotes im Verfahren Hoher Lkw-Anteil	$d_{ein}$	Einschaltenschwellwert für Algorithmus 5 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul
$A_{ÜV,ein}$	Grenzwert der fahrtrichtungsbezogenen Lkw-Anteils für die Einschaltbedingung des Lkw-Überholverbotes im Verfahren Hoher Lkw-Anteil		
			<b>- E -</b>
		$\varepsilon_h$	Faktor für Dunkelheit, h: Harmonisierungsprogramm 120, 100 oder 80
	<b>- B -</b>		
$\beta$	Glättungsparameter		<b>- F -</b>
$\beta_r$	Gewichte der einzelnen $r$ Algorithmen im Verfahren LOGIT-Modell basierte Situationserkennung	$f_b$	Glättungsfaktor zur exponentiellen Glättung
$b$	fahstreifenbezogener Belegungsgrad	$f_q$	Korrekturfaktor (Algorithmus PRO)
			<b>- H -</b>
$b_0$	Glättungsfaktor zur exponentiellen Glättung	$h_{S Max}$	zulässige Häufigkeit fehlerhafter Daten im Bezugszeitraum zur Plausibilisierung
$b_{FS 1}$	fahstreifenbezogener Belegungsgrad des rechten Fahstreifens		
$b_{grenz}$	Parameterwert des fahstreifenbezogenen Belegungsgrades zur Plausibilitätsprüfung		<b>- I -</b>
		$i$	Index des Messquerschnitts
			<b>- J -</b>
$b_{ist,n-1}$	gemessener Belegungsgrad stromabwärts der Einfahrt im vorausgegangenen Intervall $n - 1$ (Algorithmus ALINEA)	$j$	Index des Fahstreifens
			<b>- K -</b>
$b_{opt}$	optimaler Belegungsgrad (Algorithmus ALINEA)	$k_1, k_2$	Parameter zur Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärke
$b_{Stau}$	Grenzwert des Belegungsgrades zur Stauerkennung	$k_B$	fahstreifenbezogene Bemessungsverkehrsdichte
$b_{Stufe 1,aus}$	Ausschaltenschwellwert für Algorithmus 2 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$k_{Kfz}$	fahstreifenbezogene Kfz-Verkehrsdichte
$b_{Stufe 1,ein}$	Einschaltenschwellwert für Algorithmus 2 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$k_{Kfz,g}$	geglättete fahstreifenbezogene Kfz-Verkehrsdichte
		$k_{Kfz grenz}$	Grenzwert der fahstreifenbezogenen lokalen Kfz-Verkehrsdichte
$B$	mittlere richtungsbezogene Belegung	$k_{Kfz max}$	maximale fahstreifenbezogene lokale Kfz-Verkehrsdichte
$B_{max}$	maximale richtungsbezogene Belegung als Maximum der Belegung der jeweiligen Fahstreifen	$k_{Lkw grenz}$	Grenzwert der fahstreifenbezogenen lokalen Lkw-Verkehrsdichte
	<b>- D -</b>	$k_{Lkw max}$	maximale fahstreifenbezogene lokale Lkw-Verkehrsdichte
$d_{aus}$	Ausschaltenschwellwert für Algorithmus 5 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$k_p$	prognostizierte fahstreifenbezogene Bemessungsverkehrsdichte

$k_{Lkw\ max}$	Grenzwert der fahstreifenbezogenen lokalen Pkw-Verkehrsdichte		Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$k_{Pkw\ max}$	maximale fahstreifenbezogene lokale Pkw-Verkehrsdichte	$K_g(60, aus)$	Grenzwert der geglättete Verkehrsdichte für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 5 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$K$	fahrtrichtungsbezogene Verkehrsdichte		
$K_0, K_1, K_2$	Grenzwerte der Verkehrsdichte zur Definition der Verkehrszustandsbereiche im Verfahren Dynamisches Fundamentaldiagramm	$K_g(100, ein)$	Grenzwert der geglättete Verkehrsdichte für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 3 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$K_{1,FS,HE}$	Parameter zur Grenzwertermittlung (je FS); Einschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage	$K_g(80, ein)$	Grenzwert der geglättete Verkehrsdichte für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 4 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$K_{1,FS,HA}$	Parameter zur Grenzwertermittlung (je FS); Ausschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage	$K_g(60, ein)$	Grenzwert der geglättete Verkehrsdichte für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 5 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$K_{2,FS,HE}$	Parameter zur Grenzwertermittlung (je FS); Einschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage		
$K_{2,FS,HA}$	Parameter zur Grenzwertermittlung (je FS) ; Ausschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage	$K_{grenz}$	Grenzwert der fahrtrichtungsbezogenen Kfz-Verkehrsdichte
$K_B$	Bemessungsverkehrsdichte	$K_{Kfz}$	mittlere fahrtrichtungsbezogene lokale Kfz-Verkehrsdichte
$K_{B,grenz}$	Grenzwert der Bemessungsverkehrsdichte	$K_{Kfz,g}$	mittlere geglättete fahrtrichtungsbezogene lokale Kfz-Verkehrsdichte
$K_{B,nach}$	Bemessungsverkehrsdichte nach einer Anschlussstelle	$K_{Kfz,G}$	fahrtrichtungsbezogene Kfz-Verkehrsdichte ermittelt aus der Bilanzierung der Fahrzeuge im Streckenabschnitt im Verfahren Dynamisches Fundamentaldiagramm
$K_{B,vor}$	Bemessungsverkehrsdichte vor einer Anschlussstelle		
$K_{B,max}$	maximale Bemessungsverkehrsdichte	$K_{Kfz,nach}$	mittlere fahrtrichtungsbezogene lokale Kfz-Verkehrsdichte nach einer Anschlussstelle
$K_g$	geglättete fahrtrichtungsbezogene Verkehrsdichte	$K_{Kfz,vor}$	mittlere fahrtrichtungsbezogene lokale Kfz-Verkehrsdichte vor einer Anschlussstelle
$K_g(100, aus)$	Grenzwert der geglätteten Verkehrsdichte für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 3 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage	$K_{max}$	maximale fahrtrichtungsbezogene Kfz-Verkehrsdichte
$K_g(80, aus)$	Grenzwert der geglättete Verkehrsdichte für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 4 im	$\lambda$	- L - Streuungsparameter (Algorithmus PRO)

$L_{k1,aus}$	Ausschaltsschwellenwert für Algorithmus 6 für die Route in Stufe 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$q$	1900 m), Intervall = 45 - 75 s (Algorithmus PRO)
$L_{k1,ein}$	Einschaltsschwellenwert für Algorithmus 6 für die Route in Stufe 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$q$	sekundlich gleitende Verkehrsstärke stromaufwärts (rd. 600 bis 900 m), Intervall = 15 - 25 s (Algorithmus PRO)
$l_{Strecke}$	Länge der Strecke zwischen zwei Messquerschnitten	$q$	fahrstreifenbezogene Kfz-Verkehrsstärke
	<b>- M -</b>		fahrstreifenbezogene Kfz-Verkehrsstärke auf dem linken Fahrstreifen $j_{max}$ am Querschnitt $i$
$m$	Anzahl Fahrzeuge pro GRÜN (Algorithmus ALINEA und PRO)	$q$	maximale fahrstreifenbezogene Kfz-Verkehrsstärke zur Plausibilitätsprüfung
	<b>- N -</b>	$q$	geglättete fahrstreifenbezogene Kfz-Verkehrsstärke
$n$	Anzahl verfügbarer (nicht gesperrter) Fahrstreifen am Querschnitt	$q$	fahrstreifenbezogene Lkw-Verkehrsstärke
$nA_k$	Anzahl der Stauobjekte auf der Alternativroute $k$	$q$	maximale fahrstreifenbezogene Lkw-Verkehrsstärke zur Plausibilitätsprüfung
$nN$	Anzahl der Stauobjekte auf der Normalroute $N$	$q$	geglättete fahrstreifenbezogene Lkw-Verkehrsstärke
	<b>- P -</b>		Lkw-Verkehrsstärke des Hauptfahrstreifens
$p$	Korrekturfaktor bzw. Sensitivität des ALINEA-Algorithmus	$q$	Lkw-Verkehrsstärke des Überholfahrstreifens (bei zweistreifiger Richtungsfahrbahn)
	<b>- Q -</b>	$q$	Lkw-Verkehrsstärke des ersten Überholfahrstreifens – mittlerer Fahrstreifen (bei dreistreifiger Richtungsfahrbahn)
$q$	fahrstreifenbezogene Verkehrsstärke	$q$	Lkw-Verkehrsstärke des zweiten Überholfahrstreifens – linker Fahrstreifen (bei dreistreifiger Richtungsfahrbahn)
$q_0$	maßgebende Verkehrsstärke des Fundamentaldiagramms	$q$	maximale, fahrstreifenbezogene Verkehrsstärke
$q_B$	mittlere fahrstreifenbezogene Bemessungsverkehrsstärke	$q$	Grenzwert der fahrstreifenbezogenen Verkehrsstärke zur Auslösung einer Stauwarnung im Verfahren
$q_{B,P}$	prognostizierte fahrstreifenbezogene Bemessungsverkehrsstärke	$q$	Warnung vor Stau bei schwachem Verkehr
$q_{E,n-1}$	Gemessene Einfahrverkehrsstärke hinter der Haltelinie im vorausgegangenem Intervall $n - 1$ (Algorithmus ALINEA)	$q$	fahrstreifenbezogene Pkw-Verkehrsstärke
$q_{E,zul}$	zulässige Einfahrverkehrsstärke für das nächste Schaltintervall/LSA-Umlauf (Algorithmus ALINEA und PRO)	$q$	
$q_{HFB,mak}$	sekundlich gleitende Verkehrsstärke stromaufwärts (rd. 1500 bis	$q$	

$q_{PkwMax}$	maximale fahstreifenbezogene Pkw-Verkehrsstärke zur Plausibilitätsprüfung		Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 2 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$q_{Pkw,g}$	geglättete fahstreifenbezogene Lkw-Verkehrsstärke	$Q_{B,g}(100, aus)$	Grenzwert der geglätteten Verkehrsstärke für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 3 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$q_{Rampe}$	Sekündlich gleitende in die Rampe zufließende Verkehrsstärke (Algorithmus PRO)		
$q_{tol Lkw}$	tolerierete Abweichung der täglichen fahstreifenbezogenen Lkw-Verkehrsstärke	$Q_{B,g}(80, aus)$	Grenzwert der geglätteten Verkehrsstärke für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 4 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$q_{tol Pkw}$	tolerierete Abweichung der täglichen fahstreifenbezogenen Pkw-Verkehrsstärke		
$q_{u,max}$	Grenzwert der fahstreifenbezogenen Kfz-Verkehrsstärke auf dem linken Fahstreifen für die Einschaltbedingung im Verfahren Unruhe im Verkehr	$Q_{B,g}(60, aus)$	Grenzwert der geglätteten Verkehrsstärke für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 5 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$q_{u,min}$	Grenzwert der fahstreifenbezogenen Kfz-Verkehrsstärke auf dem linken Fahstreifen für die Ausschaltbedingung im Verfahren Unruhe im Verkehr	$Q_{B,g}(120, ein)$	Grenzwert der geglätteten Verkehrsstärke für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 2 und Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 1 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$Q$	fahrtrichtungsbezogene Verkehrsstärke		
$Q_0, Q_1, Q_2$	Grenzwerte der Verkehrsstärke zur Definition der Verkehrszustandsbereiche im Verfahren Dynamisches Fundamentaldiagramm	$Q_{B,g}(100, ein)$	Grenzwert der geglätteten Verkehrsstärke für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 3 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$Q_{Ausfahrrampe}$	fahrtrichtungsbezogene Verkehrsstärke der Ausfahrrampe einer Anschlussstelle	$Q_{B,g}(80, ein)$	Grenzwert der geglätteten Verkehrsstärke für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 4 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$Q_B$	fahrtrichtungsbezogene Bemessungsverkehrsstärke		
$Q_{B,Ausfahrrampe}$	fahrtrichtungsbezogene Bemessungsverkehrsstärke der Ausfahrrampe einer Anschlussstelle	$Q_{B,g}(60, ein)$	Grenzwert der geglätteten Verkehrsstärke für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 5 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$Q_{B,Einfahrrampe}$	fahrtrichtungsbezogene Bemessungsverkehrsstärke der Einfahrrampe einer Anschlussstelle	$Q_{B,g,FS}$	fahrtrichtungsbezogene, geglättete Bemessungsverkehrsstärke, gemittelt über alle Fahstreifen
$Q_{B,g}$	geglättete fahrtrichtungsbezogene Bemessungsverkehrsstärke		
$Q_{B,g}(120, aus)$	Grenzwert der geglätteten Verkehrsstärke für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 1 und	$Q_{B,Hauptfahrbahn}$	fahrtrichtungsbezogene Bemessungsverkehrsstärke der Hauptfahrbahn im Bereich einer Anschlussstelle

$Q_{B,vor}$	fahrtrichtungsbezogene Bemessungsverkehrsstärke nach einer Anschlussstelle	$Q_{Hauptfahrbahn}$	fahrtrichtungsbezogene Verkehrsstärke der Hauptfahrbahn im Bereich einer Anschlussstelle
$Q_{B,P}$	prognostizierte fahrtrichtungsbezogene Bemessungsverkehrsstärke	$Q_{Kfz,Stau}$	Grenzwert der Verkehrsstärke zur Stauerkennung im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Stauerkennung (Staukriterium 2)
$Q_{B,Stufe\ 1,aus}$	Ausschaltenschwellwert für Algorithmus 3 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$Q_{Kfz,Stufe\ 1,aus}$	Ausschaltenschwellwert für Algorithmus 4 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul
$Q_{B,Stufe\ 1,ein}$	Einschaltenschwellwert für Algorithmus 3 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$Q_{Kfz,Stufe\ 1,ein}$	Einschaltenschwellwert für Algorithmus 4 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul
$Q_{B,vor}$	fahrtrichtungsbezogene Bemessungsverkehrsstärke vor einer Anschlussstelle	$Q_{Lkw,g}$	geglättete fahrtrichtungsbezogene Lkw-Verkehrsstärke
$Q_{Einfahrrampe}$	fahrtrichtungsbezogene Verkehrsstärke der Einfahrrampe einer Anschlussstelle	$Q_{Lkw,P}$	prognostizierte fahrtrichtungsbezogene Lkw-Verkehrsstärke
$Q_{frei,n}$	Grenzwert der fahrtrichtungsbezogenen Verkehrsstärke bei $n$ verfügbaren Fahrstreifen für das Einschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Stauerkennung	$Q_{Pkw,g}$	geglättete fahrtrichtungsbezogene Pkw-Verkehrsstärke
$Q_{FS,HE}$	Parameter zur Berechnung der Grenzkapazität (je FS); Einschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage	$Q_{Pkw,P}$	prognostizierte fahrtrichtungsbezogene Pkw-Verkehrsstärke
$Q_{FS,HA}$	Parameter zur Berechnung der Grenzkapazität (je FS); Ausschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage	$Q_{u,max}$	Grenzwert der fahrtrichtungsbezogenen Kfz-Verkehrsstärke für die Einschaltbedingung im Verfahren Unruhe im Verkehr
$Q_{grenz,n}$	Grenzwert der fahrtrichtungsbezogenen Verkehrsstärke bei $n$ verfügbaren Fahrstreifen für das Ausschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Stauerkennung	$Q_{u,min}$	Grenzwert der fahrtrichtungsbezogenen Kfz-Verkehrsstärke für die Ausschaltbedingung im Verfahren Unruhe im Verkehr
$Q_{G,Stufe\ 1,aus}$	Ausschaltenschwellwert für Algorithmus 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$Q_{ÜV,aus}$	Grenzwert der fahrtrichtungsbezogenen Kfz-Verkehrsstärke für die Ausschaltbedingung des Lkw-Überholverbotes im Verfahren Hoher Lkw-Anteil
$Q_{G,Stufe\ 1,ein}$	Einschaltenschwellwert für Algorithmus 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$Q_{ÜV,ein}$	Grenzwert der fahrtrichtungsbezogenen Kfz-Verkehrsstärke für die Einschaltbedingung des Lkw-Überholverbotes im Verfahren Hoher Lkw-Anteil
$Q_{Kfz,g}$	geglättete fahrtrichtungsbezogene Kfz-Verkehrsstärke		
$Q_{Kfz,P}$	prognostizierte fahrtrichtungsbezogene Kfz-Verkehrsstärke		
			- R -
		$\rho_h$	Faktor für Dunkelheit und Nässe (kombiniert, h: Harmonisierungsprogramm 120, 100 oder 80) im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage

$r$	Anzahl der zu berücksichtigenden Algorithmen im Verfahren LOGIT-Modell basierte Situationserkennung	$SL_{max_{k1, ein}}$	Einschaltswellenwert für Algorithmus 6 für die maximale Staulänge für die Route $k$ in Stufe 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul
<b>- S -</b>			
$s$	fahrstreifenbezogene Standardabweichung der Geschwindigkeit		<b>- T -</b>
$S_{Kfz}$	fahrstreifenbezogene Standardabweichungen der Kfz-Geschwindigkeit	$t$	Zeitpunkt
$S_{Kfz}(i, links) / S_{Kfz}(i, j_{max})$	Standardabweichungen der Kfz-Geschwindigkeit auf dem linken Fahrstreifen	$t_{Durchfahrt}$	Durchfahrtszeitpunkt
$S_{u, max}$	Grenzwert der Standardabweichung der fahrstreifenbezogenen Kfz-Geschwindigkeit für die Einschaltbedingung im Verfahren Unruhe im Verkehr	$t_f(i)$	Fahrtzeit auf dem Streckenabschnitt $i$
$S_{u, min}$	Grenzwert der Standardabweichung der fahrstreifenbezogenen Kfz-Geschwindigkeit für die Ausschaltbedingung im Verfahren Unruhe im Verkehr	$t_{Fahrt}$	Fahrtzeit
$S$	fahrtrichtungsbezogene Standardabweichungen der Geschwindigkeit	$t_{min, aus}$	minimale Anforderungszeit zur Deaktivierung eines Schaltbildes
$SI(i)$	Stauindikator von Streckenabschnitt $i$ im Verfahren Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$t_{min, ein}$	minimale Anforderungszeit zur Aktivierung eines Schaltbildes
$SL(i, N)$	Staulänge des $i$ -ten Stauobjekts auf der Normalroute $N$ im Verfahren Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$t_{min, stör}$	minimale Zeit einer Ausschaltbedingung im Zustand „nicht ermittelbar“ zur Deaktivierung eines Schaltbildes
$SL(i, A_k)$	Staulänge des $i$ -ten Stauobjekts auf der $k$ -ten Alternativroute im Verfahren Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$t_{Nachschalt}$	Nachschaltzeit
$SL_{max_{k1, aus}}$	Ausschaltswellenwert für Algorithmus 6 für die maximale Staulänge für die Route $k$ in Stufe 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$t_{netto}$	mittlere Nettozeitlücke
		$t_{S\ Bezug}$	Bezugszeitraum für die Plausibilitätsprüfung
		$T$	Mess- und Aufbereitungsintervall
		$T_U$	Umlaufzeit
<b>- V -</b>			
		$v$	fahrstreifenbezogene Geschwindigkeit
		$v_0$	maßgebende Geschwindigkeit des Fundamentaldiagramms
		$v_{85, Pkw}$	Pkw-Geschwindigkeit, die von 85 % aller Pkw bei Nässe nicht überschritten wird
		$v_a(i, j)$	angezeigte Geschwindigkeit am Querschnitt auf Fahrstreifen
		$v_f$	Fahrtgeschwindigkeit innerhalb des Fundamentaldiagramms
		$v_{FS 1}$	mittlere Geschwindigkeit auf dem rechten Fahrstreifen

$v_{grenz}$	Parameterwert der fahrstreifenbezogenen Geschwindigkeit zur Plausibilitätsprüfung	$v_{Pkw \ddot{U}FS 2}$	Pkw-Geschwindigkeit des zweiten Überholfahrstreifens – rechter Fahrstreifen (bei dreistreifiger Richtungsfahrbahn)
$v_{Kfz}$	mittlere fahrstreifenbezogene Kfz-Geschwindigkeit	$v_{Stau, ein}$	Grenzwert der Geschwindigkeit zur Stauerkennung
$v_{KfzMax}$	maximale fahrstreifenbezogene Kfz-Geschwindigkeit zur Plausibilitätsprüfung	$V$	fahrtrichtungsbezogene Geschwindigkeit
$v_{KfzMax, g}$	geglättete maximale fahrstreifenbezogene Kfz-Geschwindigkeit zur Plausibilitätsprüfung	$V_0, V_1$	Grenzwerte der Geschwindigkeit zur Definition der Verkehrszustandsbereiche im Verfahren Dynamisches Fundamentaldiagramm
$v_{Kfz, g}$	mittlere geglättete fahrstreifenbezogene Kfz-Geschwindigkeit	$V_{b, Stau, ein}$	Parameter zur Stauerkennung im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Stauerkennung (Staukriterium 1)
$v_{Kfz, aus}$	Grenzwert der fahrstreifenbezogenen Kfz-Geschwindigkeit für das Ausschaltkriterium der Stauwarnung bei der Geschwindigkeitsbeschränkung 60 km/h und dunkel im Stau im Verfahren Fahrstreifenbezogene Stauerkennung	$V_{B, Stufe 1, aus}$	Ausschaltwellenwert für Algorithmus 2 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul
$v_{Kfz, ein}$	Grenzwert der fahrstreifenbezogenen Kfz-Geschwindigkeit für das Einschaltkriterium der Stauwarnung bei der jeweiligen Geschwindigkeitsbeschränkung im Verfahren Fahrstreifenbezogene Stauerkennung	$V_{B, Stufe 1, ein}$	Einschaltwellenwert für Algorithmus 2 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul
$v_{Lkw}$	mittlere fahrstreifenbezogene Lkw-Geschwindigkeit	$V_{diff, Stau}$	Grenzwert der Differenzgeschwindigkeit zwischen Pkw- und Lkw-Geschwindigkeit zur Stauerkennung im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Stauerkennung (Staukriterium 2)
$v_{LkwMax}$	maximale fahrstreifenbezogene Lkw-Geschwindigkeit zur Plausibilitätsprüfung	$V_{diff, Stufe 1, ein}$	Einschaltwellenwert für Algorithmus 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul
$v_{Pkw}$	mittlere fahrstreifenbezogene Pkw-Geschwindigkeit	$V_{FS, HE}$	Parameter zur Ermittlung der Grenzggeschwindigkeit (je FS) ; Einschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage
$v_{PkwMax}$	maximale fahrstreifenbezogene Pkw-Geschwindigkeit zur Plausibilitätsprüfung	$V_{FS, HA}$	Parameter zur Ermittlung der Grenzggeschwindigkeit (je FS) ; Ausschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage
$v_{Pkw HFS}$	Pkw-Geschwindigkeit des Hauptfahrstreifens	$V_{Kfz}$	mittlere fahrtrichtungsbezogene Kfz-Geschwindigkeit
$v_{Pkw \ddot{U}FS}$	Pkw-Geschwindigkeit des Überholfahrstreifens (bei zweistreifiger Richtungsfahrbahn)	$V_{Kfz, g}$	geglättete mittlere fahrtrichtungsbezogene Kfz-Geschwindigkeit
$v_{Pkw \ddot{U}FS 1}$	Pkw-Geschwindigkeit des ersten Überholfahrstreifens – mittlerer Fahrstreifen (bei dreistreifiger Richtungsfahrbahn)	$V_{Kfz, G}$	fahrtrichtungsbezogene Kfz-Geschwindigkeit ermittelt aus der

	Fahrtzeit im Verfahren Dynamisches Fundamentaldiagramm	$V_{Hauptfahrbahn}$	mittlere Geschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn im Bereich einer Anschlussstelle
$V_{Kfz,P}$	prognostizierte fahrtrichtungsbezogene Kfz-Geschwindigkeit		
$V_{Kfz,Stufe\ 1,aus}$	Ausschaltswellenwert für Algorithmus 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$V_{Pkw,P}$	prognostizierte fahrtrichtungsbezogene Pkw-Geschwindigkeit
$V_{Kfz,Stufe\ 1,ein}$	Einschaltswellenwert für Algorithmus 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$V_{Stau}$	Grenzwert der Geschwindigkeit zur Stauerkennung im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Stauerkennung
$V_{Lkw,g}$	geglättete mittlere fahrtrichtungsbezogene Lkw-Geschwindigkeit	$V_{kdiff}$	Verkehrsstärkedifferenz innerhalb eines Streckenabschnittes zur Erkennung eines Störfalles im Verfahren LOGIT-Modell basierte Situationserkennung
$V_{Lkw,P}$	prognostizierte fahrtrichtungsbezogene Lkw-Geschwindigkeit		
$V_{lokal}$	mittlere lokale Geschwindigkeit		
$V_{Pkw,g}$	geglättete mittlere fahrtrichtungsbezogene Pkw-Geschwindigkeit	$V_{kgrenz,ein}$	Grenzwert der Verkehrsstärkedifferenz innerhalb eines Streckenabschnittes zur Erkennung eines Störfalles im Verfahren LOGIT-Modell basierte Situationserkennung
$V_{Pkw,g}(100,aus)$	Grenzwert der geglätteten Pkw-Geschwindigkeit für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 3 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage	$VZ_{AR}$	Verlustzeit auf der Alternativroute
$V_{Pkw,g}(80,aus)$	Grenzwert der geglätteten Pkw-Geschwindigkeit für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 4 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage	$VZ_{HR}$	Verlustzeit auf der Hauptroute
			<b>- W -</b>
$V_{Pkw,g}(60,aus)$	Grenzwert der geglätteten Pkw-Geschwindigkeit für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 5 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage	$w$	Anzahl der zu unterscheidenden Schaltempfehlungen im Verfahren LOGIT-Modell basierte Situationserkennung
			<b>- X -</b>
$V_{Pkw,g}(100,ein)$	Grenzwert der geglätteten Pkw-Geschwindigkeit für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 3 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage	$\chi_h$	Faktor für Nässe (h: Harmonisierungsprogramm 120, 100 oder 80) im Verfahren Fahrstreifen-bezogene Verkehrslage
$V_{Pkw,g}(80,ein)$	Grenzwert der geglätteten Pkw-Geschwindigkeit für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 4 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage	$x$	Anzahl der zu berücksichtigenden Fahrstreifen im Verfahren Fahrstreifenbezogene Stauerkennung
			<b>- Z -</b>
$V_{Pkw,g}(60,ein)$	Grenzwert der geglätteten Pkw-Geschwindigkeit für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 5 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage	$Z_i$	Verkehrsstufe

## Glossar

### - A -

#### Abschnitt

verkehrstechnischer Bereich zwischen zwei Messquerschnitten oder Anschlussstellen

#### Achslastdaten

Anzahl- und Gewichtsdaten, erhoben für Fahrzeuge mit verschiedenen Achszahlen und Mehrfachachsen

#### AGORA-C

Europäischer Standard zum Austausch von Daten mit unterschiedlicher Georeferenzierung (situationsbedingt werden Ort und ergänzende Stützpunkte aus der Kartenreferenz codiert)

#### Alert-C

Standard zur Kodierung von Verkehrsinformationen für RDS-TMC (Radio Data System-Traffic Message Channel)

#### Alert-C-Ereigniskatalog

Katalog der möglichen Alert-C-Meldungen

#### ALINEA

Ein verkehrsabhängiges Verfahren mit Rückkopplung (closed-loop) zur Steuerung einer Zuflussregelungsanlage. Dem Algorithmus liegt als verkehrsabhängiger Leitparameter der stromabwärts der Einfahrt gemessene Belegungsgrad zugrunde. Es wird die Einhaltung eines als optimal ermittelten Belegungsgrades unterhalb der Einfahrt angestrebt.

#### Alternativroute

Bei Verkehrsstörungen sinnvolle Ausweichroute im Autobahnnetz

#### Analysedaten

geglättete und sonstige aus Rohdaten berechnete Daten

#### Anwendungssoftware

Die Gesamtheit der Software, die, oberhalb von Betriebssystemen und Middleware, die Funktionalitäten des Systems „Verkehrsbeeinflussung“ realisiert

#### Anzeigequerschnitt (AQ)

Gruppe von Anzeigen für eine Fahrtrichtung an einer Stelle der BAB

#### Archivierung

Auslagerung von Daten auf einen Datenträger mit hoher Zuverlässigkeit

#### ASCII-Kodierung

Kodierung einer definierten Menge von Zeichen auf 7 bzw. 8 Bit gemäß der Vorgaben des American Standard Code for Information Interchange

#### Attribut

beschreibende Größe (statische und/ oder dynamische Eigenschaft) von Objekten eines Systems

#### Ausfahrrampe

Der Teil einer Anschlussstelle, der ausschließlich von die BAB verlassenden oder wechselnden Fahrzeugen zu benutzen ist.

#### Ausschnitt

rechteckiger Bereich des Grundbildes, definiert durch die Koordinaten der linken, oberen Ecke, seiner Breite und Höhe, der durch die Anwendung der Zoomfunktionalität und/ oder Anpassung der Fenstergröße erstellt wurde.

#### Auswertung

Zusammenstellung bzw. Aggregation von ausgewählten Daten gemäß verschiedener Auswertungskriterien ggf. ergänzt durch weitere Informationen wie Befolungsgrade oder Schaltgründe.

### - B -

#### Backup

die reine Sicherung der laufend entstandenen Daten aus dem Betrieb der unterschiedlichen Systeme bzw. der zentrale Datenbank

#### Bediener

Person, welche das System der Verkehrsbeeinflussung über eine Bedienstation beobachtet und steuert.

#### Bedienstation

PC/Workstation bestehend aus Soft- und Hardware mit hochauflösenden Farbgraphik-bildschirm(en), die den Zugang zum Gesamtsystem der Verkehrsbeeinflussung für den Bediener ermöglicht

#### Bedienung

Interaktion des Bedieners mit dem System der Verkehrsbeeinflussung über eine Bedienstation

#### Befolungsgrad

Anteil der Verkehrsteilnehmer, die sich entspre-

chend einer empfehlenden oder vorschreibenden Anzeige verhalten

#### Belegungsgrad

Verhältnis der Summe der Verweildauern der Fahrzeuge im Wahrnehmungsbereich eines Detektors während eines Zeitintervalls zur Länge dieses Zeitintervalls

#### betriebstechnisch

aus Sicht des Betriebs des Systems

#### Betriebsprogramm

vordefinierte, verriegelbare und nicht durch den Bediener online änderbare Schaltbilder oder Programme, die in speziellen Situationen angefordert werden.

#### Betriebsüberwachung

Kontrolle der betriebstechnischen Funktion aller Komponenten des Systems

#### Bildaufbauzeit

Dauer zwischen Anforderung der Darstellung einer Information und der vollständigen Darstellung aller Bildelemente auf dem Monitor der Bedienstation

#### Blindbetrieb

alle neu erstellten DV-Segmente werden in vollem Umfang in das vorhandene Gesamtsystem integriert, von den DV-Segmenten gelieferte Ergebnisse (Schaltungen, Meldungen) werden aber nicht an den Verkehrsteilnehmer weitergeleitet.

- C -

#### Client/Server-System

ein verteiltes System, welches gemäß dem Client/Server-Modell arbeitet. Client/Server-Systeme umfassen Hard- und Software. Sie sind nicht an eine spezielle Konfiguration von Hard- und Software gebunden. Client/Server impliziert nicht das Vorhandensein bestimmter Softwarefunktionen bei Client oder Server

#### Client/Server-Anwendung

eine Anwendung, die auf einem Client/Server-System abläuft

#### Client/Server-Architektur

eine auf dem Client/Server-Modell aufbauende Systemarchitektur

#### Client/Server-Modell

primär ein Software-Architekturmodell. Es beschreibt folgendes Grundschema der Kooperati-

on: Ein Client (Dienstnutzer), von dem die Initiative zu einer Interaktion ausgeht, formuliert Aufträge und schickt sie an einen Server (Anbieter/Erbringer von Diensten), der seine Dienstbereitschaft für eine bestimmte Art von Dienst (Service) veröffentlicht hat und Aufträge entgegennimmt. Das Client/Server-Modell legt die Rollen der Beteiligten und die zeitliche Abfolge der Interaktionsschritte fest. Es gilt eine „1:n“-Beziehung in beiden Richtungen, d. h. ein Client kann auf mehrere Server zugreifen und ein Server kann mehrere verschiedene Clients bedienen. Hierbei kann eine Komponente Server für einen Dienst und Client bezüglich eines anderen Dienstes sein.

#### Code

Vorschrift für die eindeutige Zuordnung der Zeichen eines Zeichenvorrates zu denen eines anderen, z. B. ASCII zur Zuordnung von darstellbaren Zeichen zu Zahlenfolgen

- D -

#### Darstellung

freie Kombination von anzuzeigenden bzw. auszublenenden Darstellungsobjekttypen, Darstellungsobjekten, der freien Festlegung des Anzeige- und Zoomverhaltens dieser Objekte und der Anordnung der Objekte in ihren Layern etc.

#### Darstellungsfenster

Fenster, die über automatisch aktualisierende Darstellungsbereiche (Darstellung als maßstäbliche Karte, stilisierte Karte, Diagrammdarstellungen etc.) verfügen

#### Data Dictionary

Verzeichnis aller genutzten Datenelemente mit der jeweiligen Datenbeschreibung

#### Datenaggregation

Zusammenfassen von Daten z. B. zu Mittelwerten oder Anzahlen unter Informationsverlust

#### Datenarchivierung

Dauerhafte Auslagerung der Datenbankinhalte z. B. auf externe Datenträger (Band, CD, Festplatte, etc.)

#### Datenart

Menge von Daten mit gleicher Syntax und Semantik

#### Datenaufbereitung

Ermittlung steuerungsunabhängiger Daten aus den übernommenen Rohdaten einschließlich der

Datenaggregation, Prüfen auf Plausibilität und Bilden von Ersatzwerten	Debugger Programm zum Aufdecken und Entfernen von Programmierfehlern
Datenbank Mittel zur Beschreibung, Speicherung und Wiedergewinnung von Daten im Mehrbenutzerbetrieb. Eine Datenbank besteht aus den Daten (der sogenannten Datenbasis) und der Verwaltungs- und Zugriffssoftware, dem Datenbankmanagementsystem (DBMS)	Defaultwert voreingestellter Wert für einen Parameter
Datenerfassungs-/Datenausgabegeräte (DEG/DAG) Ein-/ Ausgabe-Konzentratoren (EAK) einer Streckenstation und den ihnen nachgeordneten Hardwareeinheiten	Dialogbox Bedienungselement in Form eines Fensters, die neben einer Ausgabe auch die Möglichkeit einer Eingabe vorsieht
Datenhaltung Software zum Speichern und Verwalten von Daten	Dirigent Spezieller EAK, der eine Gruppe von Wechselwegweisern koordiniert.
Datenmodell Ein Datenmodell legt allgemeine Regeln für die Spezifikation der Datenstrukturen fest und beschreibt die auf den Daten und Strukturen zulässigen Operationen	Durchgangsverkehrsanteil Anteil der Fahrzeuge an der Gesamtverkehrsstärke, deren Quelle und Ziel sich außerhalb des betrachteten Bereichs befinden
Datenträger Mittel zur physikalischen Speicherung von Daten	DV-Segment Unterstruktur eines Systems oder Subsystems, die sowohl Hardware- als auch Softwareanteile enthält und Softwarebausteine zusammenfasst, die sich durch die Einheitlichkeit ihrer Aufgabenstellungen auszeichnen
Datenübernahme Entgegennahme von Daten der SSt durch die UZ oder die der UZ durch die VRZ	DV-Sicherheit Zustand bei dem das DV-System vor Beeinträchtigung bewahrt wird
Datenunterzentrale (Daten-UZ) Unterzentrale, bestehend aus Hard- und Software mit Basisfunktionalitäten (übernehmen, aufbereiten, speichern, auswerten, visualisieren, parametrieren), aber ohne Steuerungsfunktionen	- E -
Datenvermittler Softwarebaustein zur Realisierung von einheitlichen Schnittstellen zwischen den Subsystemen/ Segmenten und zwischen den SWE innerhalb eines Segmentes/ Subsystems. Er verwaltet die Zugriffsberechtigungen aller Datennutzer auf einzelne Daten und deren Anforderungen, bestimmte Daten einmalig, zyklisch oder bei Änderung übergeben zu bekommen	Ein-/Ausgabe-Konzentrator (EAK) Der EAK ist eine Hardwareeinheit der SSt, die über den Lokalbus mit dem Steuermodul (SM) gekoppelt ist. Der EAK beinhaltet einen oder mehrere E/A-Kanäle (kleinste, Informationen empfangende oder aussendende, Einheit in einer SSt)
Datenzentrale Einer der Hauptaufgaben des Systems zur Verkehrsbeeinflussung, die nur die Basisfunktionalitäten der Daten-UZ realisiert. Alle anderen Hauptaufgaben setzen die Funktionalitäten der Datenzentrale voraus	Einfahrphase Längerer Zeitbereich nach Installation und Test der Hard- und Software zur Optimierung des Steuerungsmodells
	Einfahrrampe Der Teil einer Anschlussstelle, der ausschließlich von Fahrzeugen zu benutzen ist, die auf die BAB auffahren
	Einfahrverkehrsstärke Verkehrsstärke auf einer Einfahrrampe
	einstreifig Abschnitt einer Straße, der in einer Richtung nur

einen Fahrstreifen besitzt, z. B. aufgrund einer Baustelle	Fernbuskommunikation Gesamtheit der Protokolle auf dem Fernbus
Encoder ein System zum Umwandeln einer vorhandenen Datenquelle in ein für einen bestimmten Einsatzzweck geeignetes Format	Fertigprodukt Komplett verfügbare Funktionseinheit (verfügbar im eigenen Unternehmen, im Amtsbereich oder auf dem Markt).
Entwicklungsdokumentation Gesamtheit der für Systemerstellung benötigten V-Modell-Dokumente	Fundamentaldiagramm Graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen den Größen Geschwindigkeit, Verkehrsdichte und Verkehrsstärke.
Erfassungsintervall Zeitintervall, auf dessen Basis Daten ausgewertet werden, bzw. für das Daten von einer SSt erwartet werden	Funktionalität Eine Menge von Eigenschaften, die sich auswirken auf das Vorhandensein eines Satzes von Funktionen und auf deren festgelegte Eigenschaften. Die Funktionen sind jene, die die festgelegten oder vorausgesetzten Erfordernisse erfüllen. (In Anlehnung an UNE-ISO/IEC 9126-1). Anmerkung: Diese Menge von Eigenschaften charakterisiert, was eine Funktionseinheit zur Erfüllung von Erfordernissen tut, während die anderen Qualitätsmerkmale hauptsächlich charakterisieren, wann und wie sie das tut.
Erfassungsstelle Messstelle für Verkehrs- oder Umfelddaten	Funktionsbereich Gruppe von logisch zusammengehörigen Funktionen, die in der Regel in einem DV-Segment implementiert werden.
Ergebniswertgüte beschreibt, wie „gut“ der ermittelte Zustand aus Sicht des Verfahrens aufgrund der verarbeiteten Eingangsgrößen ist	Funktionsebene größtes Strukturelement des Systems „Verkehrsbeeinflussung“, das sich aufgrund der räumlichen Aufteilung der verschiedenen Aufgaben ergibt. Funktionsebenen sind „Straße“, „UZ“ und „VRZ“
Ersatzwerte Daten, die für fehlende oder implausible Daten berechnet werden	Funktionseinheit Ein nach Aufgabe oder Wirkung abgrenzbares Gebilde. Eine Funktionseinheit kann ein System, ein Subsystem, ein DV-Segment, eine SWE, eine Komponente, ein Modul oder eine Datenbank sein und kann Software und/oder Hardware umfassen.
Ersatzwertverfahren Verfahren zur Bestimmung von Ersatzwerten	Funktionsstruktur Eine Funktionsstruktur definiert die (statische) Gliederung der Funktionalität eines Systems, DV-Segments oder einer SWE in Funktionen.
Ethernet Kommunikationsmedium und -protokolle für LAN, gemäß IEEE 802.3	
exponentiell geglätteter Mittelwert Berechnungsverfahren, das die Vergangenheitswerte in Abhängigkeit von deren Alter wichtet	
<b>- F -</b>	
Fachlich/funktional aus Sicht des Systems „Verkehrsbeeinflussung“	
fachliche Hauptaufgaben die übergeordneten Aufgaben des Systems „Verkehrsbeeinflussung“ wie Netzbeeinflussung, Streckenbeeinflussung, etc.	
fahrtrichtungsbezogen bezogen auf alle Fahrstreifen einer Richtung an einem Messquerschnitt	
Fernbus Kommunikationsmedium, das VRZ und UZ verbindet	
	<b>- G -</b>
	Ganglinie Darstellung von Werten über der Zeit, die u. a. für

die Prognose zukünftiger Ereignisse eingesetzt werden kann	Hardwarekomponente Hardwareelement, das aus einer oder mehreren HWE bestehen kann
Gateway Rechner zur Vermittlung und Protokollumsetzung zwischen verschiedenen Rechnernetzen	Hardwareeinheit (HWE) Konfigurationseinheit, die ausschließlich aus Hardware besteht. Hinweis: Wenn z. B. ein Rechner nur vollständig ausgeliefert oder ausgetauscht wird, dann ist dieser Rechner eine HWE. Falls jedoch auch Baugruppen ausgeliefert oder ausgetauscht werden, dann sind die Baugruppen HWE, und der Rechner wird als Segment betrachtet. Eine HWE ist immer Bestandteil eines Segments.
geglättete mittlere Geschwindigkeit exponentiell geglätteter Mittelwert der Geschwindigkeit	Hauptaufgabe fachlicher Aufgabenbereich, wie Netzbeeinflussung
Grundfunktion Durch die Grundfunktionen werden im Aufgabenbereich der Sicherheitsfunktionen Teilbereiche bezeichnet und abgegrenzt, die ein sehr weites Spektrum möglicher Sicherheitsanforderungen abdecken. Diese sind: - Identifikation und Authentisierung - Rechteverwaltung - Rechteprüfung - Beweissicherung - Wiederaufbereitung - Fehlerüberbrückung - Gewährleistung der Funktionalität - Übertragungssicherung	Hysterese Funktioneller Zusammenhang zwischen gemessener bzw. ermittelter Größe und Zustand, in Abhängigkeit vom aktuellen Zustand  - I -
Grundversorgung Vorgabe von Defaultwerten für Parameter bzw. Ein vordefinierter, verkehrlich und verkehrsrechtlich unbedenklicher Anzeigezustand eines oder mehrerer WVZ, der bei störungsfreier Anlage hergestellt wird, wenn ansonsten keine andere Anforderung anliegt.	Initialisierungsphase Zeit nach Systemstart, zu der die Prozesse gestartet werden und mit Konfigurationsinformationen versorgt werden  Inselbus Kommunikationsmedium, das UZ und SSt verbindet  - J -
Grundzustand Die Grundeinstellung der Wechselverkehrszeichen im Autarkbetrieb der Streckenstation gemäß TLS 2012	Justierung Iterative Veränderung der Parameter zur Datenaufbereitung und Steuerung in der Regel zur Optimierung der Steuerungsmodelle  - K -
Gütekriterium Kriterium zur Beurteilung der Qualität von Daten, die in einer Berechnung verwendet werden oder die Qualität der Berechnungsergebnisse beeinflussen  - H -	Klassifikationsverfahren Methoden zur Abbildung von Größen auf Größenklassen  Knotenpunkt-/ Punktuelle Beeinflussung Verfahren zur lokalen Einflussnahme auf den Straßenverkehr, ohne Strecken- oder Netzrelevanz, Hauptaufgabe des Systems  Knotenpunktbeeinflussungsanlage Anlage zur Einflussnahme auf den Straßenver-
Hardcopy Ausgedruckter Bildschirminhalt	
Hardware Gesamtheit oder Teil der apparativen Ausstattung von Datenverarbeitungssystemen.	

- kehr an Knotenpunkten, in der Regel zur Ein- oder Ausfahrtregelung
- Kodierung**  
Anwendung eines Codes als Zuordnungsvorschrift
- Kommunikationsprotokolle**  
Gesamtheit der Regelungen zur Kommunikation zwischen zwei Partnern
- Komponente**  
Softwarebaustein einer SWE. Komponenten können ihrerseits andere Komponenten, Module und/oder Datenbanken enthalten.
- Konfiguration**  
Unter Konfiguration wird die Definition und Belegung der systembeschreibenden Größen verstanden, die während der Laufzeit des Systems bis zu einem Neustart Gültigkeit haben
- Konfigurationszusammenstellung**  
benannte und formal freigegebene Menge von Entwicklungsergebnissen, mit den jeweils gültigen Versionsangaben, die in ihrer Wirkungsweise und ihren Schnittstellen aufeinander abgestimmt sind und gemeinsam eine vorgegebene Aufgabe erfüllen sollen.  
Hinweise:  
Als Entwicklungsergebnisse werden alle Ergebnisse betrachtet, die im Verlauf der SW-Entwicklung nach dem Vorgehensmodell entstehen, und nicht nur der freigegebene Code.  
Der eindeutige Aufbau von Softwaresystemen erfolgt über eine Konfigurationen-Hierarchie, in der jedes Entwicklungsergebnis genau einer Konfiguration (z. B. durch Eintrag in eine entsprechende Liste) zugeordnet ist. Die Konfigurationen der oberen Funktionsebene stützen sich auf unterliegende Konfigurationen ab. Konfigurationen sowie Versionen können selbst Teil in mehreren Konfigurationen sein.  
Der Begriff „Konfiguration“ wird oft mit dem Begriff „Rechnerkonfiguration“ gleichgesetzt. Bei der Rechnerkonfiguration ist der Schwerpunkt die Abauffähigkeit von Software beim Rechnereinsatz. Darüber hinaus sind bei Softwarepflege und -änderung für eine Konfiguration auch diejenigen Informationen relevant, die eine Rolle in der Entwicklung gespielt haben (z. B. die beteiligten Werkzeuge, Compiler, etc.). Dadurch wird sichergestellt, dass jederzeit auf einem konsistenten Stand der Entwicklung aufgesetzt werden kann.
- Konfigurationseinheit (KE)**  
HW- oder SW-Einheit der Erzeugnisstruktur, die unter Konfigurationsverwaltung genommen wird. KE werden grundsätzlich nach verwaltungstechnischen Gesichtspunkten (Liefereinheit; Element, das im Fall der Softwarepflege und -änderung komplett ausgetauscht wird) festgelegt.  
Hinweis:  
Im Entwicklungsprozess werden auch kleinere Einheiten (z. B. Module, Dokumente) in Konfigurationsverwaltung genommen. Bei Fremdvergabe ist die Konfigurationseinheit in der Regel die kleinste Einheit, die per Unterauftrag vergeben wird.
- Konfigurationsmanagement**  
Submodell des V-Modells zur Verwaltung der KE
- Kritikalität**  
Die Kritikalität einer Einheit drückt aus, welche Bedeutung ihrem Fehlverhalten beigemessen wird. Die Kritikalität wird in Stufen angegeben, wobei die Einstufung umso höher ist, je gravierendere Auswirkungen bei Fehlverhalten zu erwarten sind.  
Anmerkung 1:  
Den Kritikalitätsstufen kann ein zu vereinbarenden Aufwand gegenübergestellt werden, der in die Realisierung und Prüfung der Einheit investiert werden muss.  
Anmerkung 2:  
Es ist zweckmäßig, die Kritikalitätsstufen individuell für die verschiedenen Arten von IT-Systemen zu definieren. Darüber hinaus kann es sinnvoll sein, diese Definitionen projektspezifisch (z. B. bzgl. Terminologie) anzupassen.
- Kurzzeitspeicherung**  
Ablage von Daten im Speicher der Datenhaltung zum direkten, wahlfreien Zugriff
- L -
- Landesmeldestelle**  
zentrale Dienststelle der Verkehrsbehörde eines Bundeslandes, in der u.a. alle Verkehrsmeldungen entgegengenommen, geprüft und weitergeleitet werden
- Längsabgleich**  
Abstimmung der Anzeigen aufeinanderfolgender Anzeigequerschnitte
- Leistungsbeschreibung**  
Beschreibung der Anforderungen des Bestellers

<p>an Teile oder die gesamte Verkehrsbeeinflussungsanlage</p> <p>Leistungsverzeichnis Tabellarische Aufstellung der vom Ersteller zu erbringenden Leistungen, die als Berechnungsgrundlage des Angebots dient</p> <p>Location-Code Code zur eindeutigen und systemunabhängigen Bezeichnung des Ortes eines Ereignisses, standardisiert durch die CEN</p> <p>LOGIT-Modell Verknüpfung von mehreren Störungsindikatoren unter Berücksichtigung der logistischen Verteilung der Auftretenswahrscheinlichkeit der einzelnen Indikatoren. Die berücksichtigten Indikatoren werden als unabhängig voneinander angesehen.</p> <p>Lokalbus Bus in einer SSSt, der die EAK mit dem Steuermodul verbindet</p>	<p>spezifikation, Schnittstellenminimalität, Übersichtbarkeit, Testbarkeit, etc. [Denert 1979].</p>
<b>- N -</b>	
<p>Maßnahme abstrakt formulierte Handlungsanweisung als Folge einer oder mehrerer Situationen</p> <p>Message Nachricht, die zwischen Client und Server ausgetauscht wird</p> <p>Messquerschnitt Lokale Stelle an der Straße, an der Messwerte erfasst werden</p> <p>Middleware Software (Verteilungsplattform) angesiedelt zwischen Client und Server, die diese u.a. unabhängig machen soll von Ort, Art der Hardware; Betriebssystem und sonstigen herstellerspezifischen Fertigprodukten</p> <p>Modul Module sind die kleinsten zu programmierenden Softwarebausteine einer SWE, deren Behandlung noch durch das Vorgehensmodell geregelt wird. Hinweis: Das Vorgehensmodell geht nicht auf den technischen Inhalt eines Moduls ein. Es wird angenommen, dass ein Modul anhand folgender Kriterien gebildet wird: Abgeschlossenheit, Geheimnisprinzip, Datenabstraktion, Kapselung, Schnittstellen-</p>	<p>Nebenfahrbahn Baulich von der Hauptfahrbahn getrennte Fahrbahn in der Regel im Bereich von Anschlussstellen und Autobahnkreuzen, auch Verteilerfahrbahn genannt</p> <p>Nebensensor Sich räumlich am gleichen Standort befindlicher Sensor</p> <p>Nettozeitlücke Differenz zwischen dem Ende der Erfassung eines Fahrzeugs durch einen Verkehrsdetektor und dem Beginn der Erfassung des nachfolgenden Fahrzeugs durch diesen Verkehrsdetektor</p> <p>Netzbeeinflussungsanlage Anlage zur Ermittlung und Anzeige von Alternativrouten bei gestörter Normalroute</p> <p>Netz zusammenhängende beliebige Kombination von Strecken</p> <p>Netzmasche Teil eines Autobahnnetzes</p>
<b>- M -</b>	
<b>- O -</b>	
<p>Objekttyp charakteristische Beschreibung eines zu behandelnden Objektes (Datenerfassungseinheit - DE, Messquerschnitt - MQ, Anzeigequerschnitt - AQ)</p> <p>Offenes System Ein System, das in ausreichendem Maße offene Spezifikationen für Schnittstellen und zugehörige Formate implementiert, damit eine entsprechend gestaltete Anwendungssoftware angebunden werden kann offline vom laufenden Betrieb/ Software entkoppelt, ohne Auswirkungen auf das aktuell laufende System</p> <p>online im laufenden Betrieb, mit Einfluss des aktuell laufenden Systems</p> <p>Open LR offene Methode zur Codierung, Übertragung und Decodierung von beliebigen Ortsreferenzen zwischen verschiedenen Datenstrukturen zur Darstellung von Straßennetzen</p>	

## Optimierung

Veränderung der Parameter eines Steuerungsmodells, zur Steigerung der Qualität der ermittelten Schaltungen aufgrund von Erfahrungen und/ oder mit Unterstützung von Software

## - P -

## Parameter

systembeschreibende Größe

## Parametrierung

Änderung von systembeschreibenden Größen während des Systemlaufs

## Plausibilität

Eigenschaft von gemessenen oder eingegebenen Werten, die vermuten lässt, dass der Wert gültig ist

## Portabilität

Grad der Fähigkeit einer Software, auf andere Computer übertragen zu werden.

## PRO

Ein verkehrsabhängiges Verfahren zur Steuerung einer Zuflussregelungsanlage (ZRA), bei dem auf Grundlage von Messungen auf der Rampe und der Hauptfahrbahn (stromaufwärts der Einfahrt) der kurzfristig optimale Kompromiss zwischen Verkehrsnachfrage der Rampe und dem zu erwartenden Verkehrszustand der Hauptfahrbahn ermittelt wird.

## Probetrieb

alle neu erstellten DV-Segmente werden in vollem Umfang in das vorhandene Gesamtsystem integriert, von den DV-Segmenten gelieferte Ergebnisse (Schaltungen, Meldungen) werden an den Verkehrsteilnehmer weitergeleitet

## Progression

zeitliche Abfolge bei der abgestimmten Schaltung von Wechselverkehrszeichen an aufeinanderfolgenden Anzeigequerschnitten (AQ) oder an einem AQ

## Projekthandbuch

stellt ein Produkt des V-Modells dar und enthält die Projektbeschreibung, die für das Projekt geltenden Aktivitäten- und Produktstreichbedingungen, die Anleitung zur Durchführung des Projekts, die ausgewählten Methoden und Standards und die festgelegten Richtlinien und Standards

## Projektmanagement

Submodell des V-Modells, in dem alle technischen Aspekte der Projektabwicklung geregelt werden

## Projektplan

Der Projektplan, ein Produkt des V-Modells, enthält die Planung und Fortschreibung von Projektorganisation und -ablauf, Zeit und Einsatzmittel für alle vier Submodelle

## Protokoll

Auflistung angeforderter Daten zu einem bestimmten Ort, Zeitpunkt und Ereignis oder deren Änderungen in ihrer zeitlichen Abfolge

## Prüfdokumente

Die Prüfdokumente bestehen aus den V-Modell-Produkten QS-Plan, Prüfplan, Prüfspezifikation und Prüfprozedur

## Prüfplan

Der Prüfplan definiert die Prüfgegenstände, die Aufgaben und die Verantwortlichkeiten der Prüfung, die zeitliche Planung, sowie die für die Durchführung erforderlichen Ressourcen

## Prüfprotokoll

Das Prüfprotokoll enthält die vom Prüfer verfassten Aufzeichnungen über den Verlauf der Prüfung, vor allem die Gegenüberstellung von erwartetem und erzielttem Ergebnis

## Prüfprozedur

Die Prüfprozedur ist eine Arbeitsanleitung, die exakte Anweisungen für jede einzelne Prüfung enthält und je Prüfgegenstand existiert

## Prüfspezifikation

Die Prüfspezifikation enthält die Beschreibung von Prüfanforderungen und -zielen, Prüfmethoden, von den Anforderungen abgeleitete Prüfkriterien und die Prüffälle

## Pull-Down-Menü

Auswahlliste, die bei Anwahl eines Menüpunktes automatisch auf dem Bildschirm erscheint und nach Anwahl eines Elements dieses Menüs oder bei Anwahl eines anderen Elements wieder ausgeblendet wird, wobei der alte Bildschirminhalt wieder hergestellt wird

## Punktueller Beeinflussungsanlage

Anlage zur Beeinflussung des Straßenverkehrs an einem Punkt der Autobahn, in der Regel zur Warnung vor überhöhter Geschwindigkeit

**- Q -**

- Qualitätssicherung**  
Submodell des V-Modells, in welchem die Gewährleistung der Qualität geregelt wird
- Quantifier**  
Variablen zur Identifikation von Anzahlen, Zeiten u. ä. für Alert-C Meldungen
- Querabgleich**  
Abstimmung der einzelnen Anzeigen (WVZ A, WVZ B, WVZ C) eines AQ
- Querschnittsbezogen**  
Bezogen auf alle Verkehrsdetektoren eines Querschnitts in der Regel durch Mittelwertbildung
- Querschnittsprognose**  
Vorhersage einer Größe an einem Richtungsquerschnitt

**- R -**

- Rampe**  
Auf- oder Abfahrt, auch an Autobahnkreuzen
- RDS-TMC**  
Telematikdienst zur Übertragung digitaler Verkehrsfunkmeldungen an den Verkehrsteilnehmer gemäß ISO 14819 und DIN V ENV 12313-4
- Rohdaten**  
unbearbeitete Ergebniswerte der SSt
- Router**  
Gerät zur Kopplung zweier Netze mit unterschiedlichen Protokollen unterhalb der Transportebene (OSI-4)

**- S -**

- Schaltbefehl**  
Information zur Änderung einer oder mehrere Anzeigen
- Schaltprogramm**  
Programm zur Erzeugung abgestimmter Schaltbefehle
- Schnittstelle**  
Gedachter oder tatsächlicher Übergang an der Grenze zwischen zwei Funktionseinheiten mit den vereinbarten Regeln für die Übergabe von Daten oder Signalen.

- Schwellenwert**  
Grenzwert, der bei Über- oder Unterschreitung eine Aktion/Handlung auslösen soll
- Segment**  
Unterstruktur eines Subsystems oder Systems. Es gibt Segmente mit DV-Anteil und solche ohne DV-Anteil.  
Hinweis:  
Ein Segment mit DV-Anteil wird auch als „DV-Segment“ bezeichnet, d. h. ein DV-Segment enthält mindestens eine SWE.
- selbstkorrigierend**  
Eigenschaft des Systems, die bewirkt, dass Fehler automatisch korrigiert werden
- selbstorganisierend**  
Eigenschaft des Systems, die bewirkt, dass Systemressourcen automatisch verwaltet werden
- Simulation**  
Darstellung realer Abläufe im System ohne Einfluss auf den realen Verkehrsfluss
- Situation**  
Ein diskreter, räumlich zugeordneter (verkehrlicher bzw. witterungsbedingter) Zustand bzw.  
eine (verkehrliche bzw. witterungsbedingte) Aussage eines bestimmten Typs mit einer zugeordneten Aussage zur Qualität bzw. Zuverlässigkeit (Ergebniswertgüte) des Verfahrens.
- Software**  
Programme für Datenverarbeitungssysteme, die zusammen mit deren Eigenschaften zusätzliche Betriebsarten oder Anwendungsarten ermöglichen. Software umfasst die Computerprogramme mit den zugehörigen Daten und der Dokumentation.
- Softwarebaustein**  
Ein nach Aufbau oder Zusammensetzung abgrenzbares programmtechnisches Gebilde. Ein Softwarebaustein kann ein Modul, eine Datenbank, eine Komponente oder eine Softwareeinheit sein.
- Strecke**  
zusammenhängende Straßensegmente (mit Anfangs- und Endoffset)
- Systemerstellung**  
Submodell des V-Modells, in dem die Entwicklung des Systems geregelt wird

**Softwareeinheit**

Eine Softwareeinheit ist eine Konfigurationseinheit, die ausschließlich aus Software besteht.

Hinweis:

Eine SWE kann sowohl ein Bindemodul, ein komplett gebundenes Lademodul oder ein ganzes Software-Paket sein (z. B. auch Test-Software, Texteditor, Datenbank).

**Standardabweichung**

Maß für die Streuung der empirischen Verteilung um den Mittelwert

**Standardganglinie**

Ganglinie, die das Verhalten einer Größe im Normalfall beschreibt

**Steuermodul**

Zentrale Baugruppe der SSt, welche den Datenaustausch zwischen den E/A-Konzentratoren und den Unterzentralen abwickelt

**Streckenabschnitt**

Abschnitt einer Autobahn

**Streckenbeeinflussungsanlage**

Anlage zur Beeinflussung des Straßenverkehrs auf einem Abschnitt der Autobahn

**Streckenprognose**

Vorhersage einer den Verkehr in einem Abschnitt beschreibenden Größe

**Streckenstation**

Einrichtung an der Strecke zur Datenerfassung, lokalen Datenaggregation und/oder zum Schalten von Wechselverkehrszeichen

**Streckenzug**

Zusammenhängende Folge von Abschnitten

**stromabwärts**

in Fahrtrichtung

**stromaufwärts**

entgegen der Fahrtrichtung

**Subsystem**

Ein Subsystem ist Teil eines Systems oder eines Subsystems und besteht aus Subsystemen und/oder Segmenten.

Hinweis:

Aus der Sicht des V-Modells werden Subsysteme wie Systeme behandelt.

**SW-Komponente**

Softwarebaustein einer SWE

**SWE-Teilstruktur**

Teil einer (zu erstellenden) SWE, der einen Ausschnitt aus der zukünftigen Software-Architektur darstellt. Dies kann eine Komponente, ein Modul, eine Datenbank oder ein Aggregat von bereits (teil-) integrierten SWE-Teilstrukturen sein.

**System [DIN 40150]**

Gesamtheit der zur selbstständigen Erfüllung eines Aufgabenkomplexes erforderlichen technischen und/ oder organisatorischen und/ oder anderer Mittel der obersten Betrachtungsebene. Im Sinne des Vorgehensmodells besteht ein System aus Subsystemen und/oder Segmenten. Softwaresysteme geringer Komplexität können sich direkt in SWE gliedern.

**systemextern**

von außerhalb des Systems „Verkehrsbeeinflussung“

**Systemkomponente**

Element des Systems

**Systemsoftware**

Gesamtheit aller Programme, die die Basis für die Anwendungssoftware bilden, wie Betriebssystem, Middleware etc.

- T -

**Tagesverkehrswert**

Anzahl der detektierten Fahrzeuge an einem Richtungsquerschnitt pro Tag

**TCP/IP**

Kommunikationsprotokolle der Internetfamilie für die OSI-Vermittlungs- und Transportebenen

**Terminal**

Rechner mit Tastatur und Bildschirm, ohne Festplatte, zur Darstellung und Bearbeitung von Daten eines anderen Rechners

**Test**

Verfahren zur Verifikation und Validierung eines Systems

**Testprotokoll**

siehe Prüfprotokoll

**TPEG-loc**

Methode zur Georeferenzierung von Objekten nach dem TPEG-Standard

**Trendextrapolation**

Berechnungsverfahren zur Vorhersage zukünftiger

ger Werte aus den bisherigen Werten und deren Entwicklung

- U -

Übertragbarkeit

Eine Menge von Eigenschaften, die sich auswirken auf die Eignung der Funktionseinheit, von einer Umgebung (organisatorische Umgebung, Hardware- oder Softwareumgebung) in eine andere übertragen zu werden. (In Anlehnung an DIN ISO 9126)

Umfelddaten

Messwerte, die den Umfeldzustand eines bestimmten lokalen Bereichs beschreiben (Sichtweiten, Witterungszustand, etc.)

unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

Gerät zur Überbrückung von Stromausfälle und Spannungsspitzen für einen bestimmten Zeitraum

Unterzentrale

Eine Unterzentrale, bestehend aus Rechner, peripheren Geräten und spezieller Anwendersoftware, übernimmt Teilaufgaben im dezentralen System der Verkehrsbeeinflussung. Sie ist auf der Funktionsebene UZ angeordnet, d. h. zwischen VRZ und SSt und wird in der Regel in einer AM aufgestellt.

Urlasser

Ursache, Veranlasser und durchführender Operator einer entsprechenden Aktion

- V -

Verfahrensgüte

beurteilt die Qualität des angewendeten Verfahrens

Verkehrsbeeinflussungsanlage

Anlage zur Beeinflussung des Verkehrs mit Hilfe von WVZ

Verkehrsbeeinflussungssystem

Ein System oder ein Teilsystem zur Beeinflussung des Verkehrs auf Autobahnen, noch ohne konkrete Ausprägung

Verkehrsdaten

Messwerte, die den Verkehrszustand beschreiben

Verkehrsdichte

Anzahl Fahrzeuge pro Kilometer

Verkehrsinformation

Aus den ermittelten Kenngrößen des Verkehrs abgeleitete Information zum Verkehrsfluss auf einem Streckenabschnitt sowie alle verkehrlich relevanten Informationen

Verkehrskollektiv

Anzahl Fahrzeuge im Rahmen der Netzbeeinflussung, die während eines Prognoseintervalls den Einfahrquerschnitt einer Prognosestrecke überfahren.

Verkehrsmeldung

eine zur Weitergabe an Dritte verifizierte Verkehrsinformation

Verkehrsrchner

Ein Rechner des Segments „Verkehr“ in der VRZ oder UZ mit Software zur Realisierung verkehrstechnischer Online-Aufgaben

Verkehrsrchnerzentrale

zentrale Stelle, von der aus der Betrieb des Verkehrsleitsystems auf den Autobahnstrecken in der Regel eines gesamten Bundeslandes überwacht wird. Eingriffe in den Betrieb der von Unterzentralen gesteuerten Wechselverkehrszeichenanlagen sind von hier aus möglich. Die Steuerung von Netzbeeinflussungsanlagen wird i. d. R. hier implementiert

Verkehrsrsttuationsübersicht

Abschnittsweise farbliche Darstellung der ermittelten Verkehrsrstufen im Übersichtsbild

Verkehrsrstärke

Menge aller Fahrzeuge auf einem Fahrstreifen oder einem Richtungsquerschnitt innerhalb eines Zeitbereichs

Verkehrsrstärke-Geschwindigkeits-(q-v)-Diagramm

Gegenüberstellung von Geschwindigkeit und Verkehrsrstärke in einem Diagramm

Verkehrsrstärke-Verkehrsr-dichte-(q-k)-Diagramm

Gegenüberstellung von Verkehrsrstärke und Verkehrsr-dichte in einem Diagramm

Verkehrsrstufe

Klassifizierung des Verkehrsflusses in vorgegebenen Stufen

Verkehrsrzustand

eine bestimmte Verkehrsr-situation

**Verriegelung**

Vermeidung von unzulässigen, unerwünschten Schaltbildern mehrerer Anzeigequerschnitte, welche zu verkehrsgefährdenden Zuständen führen können

**Verriegelungsmatrix**

Enthält Eintragungen zu nicht erlaubten Schaltkombinationen von WVZ für einen bestimmten Anzeigequerschnitt

**Versorgung**

Tätigkeit zur Eingabe von Grunddaten und Parameter in das System bzw. Software, die diese Tätigkeit unterstützt

**Verteiltes System**

ein System bestehend aus autonomen Subsystemen, die koordiniert kooperieren, um eine gemeinsame Aufgabe zu erfüllen

**Verträglichkeitsprüfung**

Überprüfung, ob Kombinationen bestimmter Anzeigen zulässig sind

**Vorgehensmodell**

Regelungen, die die Gesamtheit aller Aktivitäten, Produkte und deren logische Abhängigkeiten bei der Entwicklung und Pflege/ Änderung von Software im Bereich der Bundesverwaltung festlegen.

**VRZ-/UZ-Kernsystem**

Das VRZ-/UZ-Kernsystem umfasst alle Funktionsbereiche, die im Rahmen dieses Merkblattes im Detail spezifiziert sind. Diese betreffen die Kernfunktionen des Verkehrsmanagements und dazu benötigte Querschnittsfunktionsbereiche.

**V-Modell-Produkt**

Ergebnis einer Aktivität entsprechend dem V-Modell

**- W -**

**Wechselverkehrszeichen (WVZ)**

Verkehrszeichen, die bei Bedarf gezeigt, geändert und aufgehoben werden können. Die WVZ werden von Wechselzeichengebern (WZG) dargestellt.

**Wechselverkehrszeichen Typ A (WVZ A)**

über einzelnen Fahrstreifen i. d. R. zur Anzeige von Geschwindigkeitsbeschränkungen oder deren Aufhebung

**Wechselverkehrszeichen Typ B (WVZ B)**

zwischen einzelnen Fahrstreifen i. d. R. zur Anzeige von Gefahrzeichen oder deren Aufhebung

**Wechselverkehrszeichen Typ C (WVZ C)**

über einzelnen Fahrstreifen unter den WVZ B i. d. R. zur Anzeige von Zusatzinformationen

**Wechselwegweiser (WWW)**

Wechselverkehrszeichen, die Fahrtrouteninformationen an den Verkehrsteilnehmer weitergeben

**Wechselwegweiserkette**

alle Wechselwegweiser vor einem Entscheidungspunkt. Sie stellen die gleichen Zielinformationen dar.

**Wechselzeichengeber (WZG)**

Gerät zur Darstellung von Wechselverkehrszeichen

**Wide Area Network (WAN)**

Kopplung unabhängiger Rechner über einen geographischen Bereich großer Ausdehnung in der Regel durch Kopplung mehrerer lokaler Netze mit verbindender Infrastruktur

**Windgeschwindigkeit (vektoriell)**

Vektor der Windgeschwindigkeit in Nord- und Ostrichtung

**- Z -**

**Zuordnungstabelle**

Abbildung zwischen Mess- und Anzeigequerschnitten

## Inhalt

<b>Abkürzungen</b> .....	9	3.4	Anforderungen an die Datenhaltung (FB 3).....	57
<b>Formelzeichen</b> .....	12	3.4.1	Allgemeines .....	57
<b>Glossar</b> .....	21	3.4.2	Verkehrsdaten (fahrstreifenbezogen).....	58
<b>1</b>	<b>Ausgangssituation und Zielsetzung</b> .....	37	3.4.3	Analysedaten (fahrtrichtungsbezogen).....
1.1	Einführung.....	37	3.4.4	Geglättete Kurzzeitdaten (fahrtrichtungsbezogen) .....
1.2	Inhalt und Zweck des Merkblatts.....	37	3.4.5	Aggregierte Verkehrsdaten (fahrtrichtungsbezogen) .....
1.3	Gültigkeitsbereich und Pflege des Merkblatts .....	37	3.4.6	Durchschnittliche Tagesverkehrswerte (DTV Monat und DTV Jahr) .....
1.4	Zuständigkeiten .....	38	3.4.7	Achslastdaten .....
1.5	Systemebenen.....	38	3.4.8	Umfelddaten .....
<b>2</b>	<b>Systemkontext, Funktionsbereiche und Rollen</b> .....	39	3.4.9	Verkehrsstörungen .....
2.1	Systemkontext .....	39	3.4.10	Betriebsstörungen .....
2.2	Funktionsbereiche im VRZ-/UZ-System .....	39	3.4.11	Schaltdaten WVZ/WWW .....
2.3	Nutzergruppen für Systembetrieb .....	40	3.4.12	Bedienereingriffe/ Sonstiges .....
<b>3</b>	<b>Funktionale Anforderungen an interne Funktionsbereiche</b> .....	42	3.4.13	Externe Daten.....
3.1	Allgemeines .....	42	3.5	Anforderungen an die Datenarchivierung (FB 4).....
3.2	Anforderungen an die Datenübernahme (FB 1).....	42	3.6	Anforderungen an die Betriebsdatenaufbereitung (FB 5).....
3.2.1	Allgemeines .....	42	3.7	Anforderungen an das Ereignismanagement (FB 6).....
3.2.2	Zeitstempel .....	43	3.7.1	Allgemeines .....
3.2.3	Verkehrsdaten.....	44	3.7.2	Ereignisse .....
3.2.4	Langzeitdaten .....	47	3.7.3	Verwaltung der Ereignisse.....
3.2.5	Achslastdaten .....	47	3.7.4	Abfragefunktion.....
3.2.6	Umfelddaten .....	48	3.7.5	Benachrichtigungsfunktion .....
3.2.7	Sonstige zu übernehmende Daten .....	50	3.8	Anforderungen an Verfahren zur Situationserkennung und -bewertung (FB 7) .....
3.2.8	Ausfallstrategie für die Datenübernahme ...	50	3.8.1	Grundlagen der Situationserkennung und -bewertung .....
3.3	Anforderungen an die Datenaufbereitung (FB 2).....	51	3.8.2	Überblick über Verfahren der Situationserkennung und -bewertung .....
3.3.1	Allgemeines .....	51	3.8.3	Verfahren mit vorwiegendem Einsatz in der SBA-Steuerung .....
3.3.2	Verkehrsdaten.....	51	3.8.4	Verfahren mit vorwiegendem Einsatz in der NBA-Steuerung .....
3.3.3	Umfelddaten .....	54		

3.8.5	Verfahren mit vorwiegendem Einsatz in der KBA-Steuerung – Verkehrslage an Knotenpunkten .....	73	3.14.1	Allgemeines .....	97
3.9	Abgleich von Ergebnissen der Situationserkennung (FB 8).....	73	3.14.2	Protokolle .....	98
3.10	Anforderungen an Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen (FB 9) .....	73	3.14.3	Auswertung der Verkehrsdaten.....	100
3.10.1	Grundlagen von Maßnahmen in der Verkehrsbeeinflussung.....	73	3.14.4	Auswertung der Verkehrsstörungen.....	101
3.10.2	Überblick über Maßnahmen der Verkehrsbeeinflussung.....	74	3.14.5	Auswertung der Betriebsstörungen.....	102
3.10.3	Maßnahmen zur Steuerung von SBA.....	74	3.14.6	Auswertung der Netzbeeinflussung .....	103
3.10.4	Maßnahmen zur Steuerung von NBA.....	76	3.14.7	Auswertung der Streckenbeeinflussung ...	103
3.10.5	Maßnahmen zur Steuerung von KBA.....	78	3.14.8	Auswertung der Knoten-/ Punktuellen Beeinflussung .....	104
3.11	Abgleich von Maßnahmen (FB 10) .....	79	3.14.9	Auswertung der Umfelddaten.....	104
3.11.1	Abgleich sich gegenseitig ausschließender Maßnahmen .....	79	3.14.10	Auswertung der Verkehrsinformationen....	106
3.11.2	Maßnahmenabgleich im NBA-Kontext.....	80	3.15	Anforderungen an Geo-Dienste (FB 14)...	106
3.12	Anforderungen an die Schaltbildermittlung (FB 11) .....	80	3.16	Anforderungen an den Objektmanager (FB 15).....	106
3.12.1	Allgemeines und Definitionen.....	80	3.17	Anforderungen an Karten-Dienste (FB 16).....	106
3.12.2	Zuordnung von Maßnahmen auf Anzeigequerschnitte .....	81	3.18	Anforderungen an den internen Daten- und Dienstevermittler (FB 17) .....	107
3.12.3	Schaltbildanforderung.....	82	3.19	Anforderungen an die Kommunikation mit externen Systemen (FB 18) .....	107
3.12.4	Schaltungsarten.....	83	3.20	Bedienung und Visualisierung (FB 19) ....	107
3.12.5	Längs- und Querabgleich.....	84	<b>4</b>	<b>Funktionale Anforderungen an externe Funktionsbereiche .....</b>	<b>109</b>
3.12.6	Priorisierung.....	86	4.1	Kommunikation mit den Außenanlagen gemäß den TLS (ES-1.1) .....	109
3.12.7	Verriegelung.....	88	4.2	Anforderungen an das Verkehrsinformationsmanagement (ES-1.2) .....	110
3.12.8	Überlagerung .....	88	4.3	Anforderungen an die Betriebsüberwachung des Gesamtsystems (ES-1.3) ....	111
3.12.9	Verdrängung .....	89	4.4	Simulation (ES-1.4) .....	112
3.12.10	Progression.....	89	4.4.1	Simulation von SBA-Steuerungen .....	112
3.12.11	Ausfallbehandlung .....	91	4.4.2	Simulation von NBA-Steuerungen .....	114
3.13	Konfiguration, Parametrierung und Optimierung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen (FB 12).....	93	4.5	Anforderungen an das Straßenzustands- und Wetterinformations-System (ES-1.5) ..	114
3.13.1	Allgemeines .....	93	4.6	Anforderungen an den Ganglinienarbeitsplatz (ES-1.6).....	115
3.13.2	Konfiguration.....	94	4.7	Anforderungen an das Baustellenmanagement (ES-1.7).....	115
3.13.3	Parametrierung .....	96	4.8	Anforderungen an das Strategiemangement (ES-1.8) .....	116
3.13.4	Optimierung .....	97			
3.14	Anforderungen an Protokolle und Auswertungen (FB 13) .....	97			

4.9	Anforderungen an das Workflowmanagement (ES-1.9).....	116	6.2.7	Datensicherung .....	123
4.10	Anforderungen an das Qualitätsmanagement (ES-1.10).....	116	6.2.8	Unterbrechungsfreie Stromversorgung.....	123
4.11	Anforderungen an das Videomanagement (ES-1.11).....	117	6.2.9	Redundanz .....	123
4.12	Anforderungen an kooperative Systeme (ES-1.12).....	118	6.2.10	Zeitsynchronisierung .....	123
4.13	Datenaustausch mit der Tunnelbetriebstechnik (ES-1.13).....	118	6.3	Softwareeigenschaften.....	124
4.14	Anbindung temporärer verkehrstelematischer Systeme (ES-1.14) .....	118	6.3.1	Hardware- und Betriebssystemauslegung .....	124
4.15	Anforderungen an externe Verkehrsmodelle und Steuerungsverfahren (ES-1.15).....	118	6.3.2	Modularisierung und Übertragbarkeit.....	124
<b>5</b>	<b>Anforderungen an die systemexternen Schnittstellen</b> .....	119	6.3.3	Softwarepflege und Parametrierung .....	124
5.1	Landesmeldestelle (LMSt) (ES-2.1).....	119	6.3.4	Benutzbarkeit.....	124
5.2	Externe VRZ (ES-2.2) .....	119	6.4	Entwicklungs- und Testumgebung .....	125
5.3	Externe VIZ (ES-2.3) .....	119	6.5	Projektentwicklung.....	125
5.4	Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) (ES-2.4).....	119	6.6	Schulung und Einweisung.....	125
5.5	Verkehrliches Störungsmanagement (ES-2.5).....	119	6.7	Instandhaltung, Wartung und Pflege.....	126
5.6	Deutscher Wetterdienst (DWD) (ES-2.6)..	120	6.8	DV-Sicherheit.....	126
<b>6</b>	<b>Nicht-funktionale Anforderungen</b> .....	120	6.8.1	Rechtsrahmen und Vorschriften.....	126
6.1	Systemeffizienz und Performance .....	120	6.8.2	Authentifizierung und Verschlüsselung .....	127
6.1.1	Grundsätze .....	120	6.8.3	Benutzer- und Berechtigungskonzept.....	127
6.1.2	Laufzeiten .....	120	6.8.4	Urlasserverfolgung .....	128
6.1.3	Antwortzeiten .....	121	<b>7</b>	<b>Skizze der Gesamtsystemarchitektur und des Lebenszyklus</b> .....	128
6.1.4	Speichereffizienz .....	121	7.1	Allgemeines .....	128
6.1.5	Skalierbarkeit .....	121	7.2	Systemaufbau und -struktur .....	129
6.2	Betriebssicherheit und Ausfallsicherheit ...	121	7.2.1	Fachliche Architektursicht.....	129
6.2.1	Kritikalität des Systems .....	121	7.2.2	Technische Architektursicht.....	130
6.2.2	Vorgehen beim Systemstart .....	121	7.3	Systemmigration.....	132
6.2.3	Systemverfügbarkeit.....	121	7.3.1	Migrationsplanung .....	132
6.2.4	Start und Stopp von Applikationen.....	122	7.3.2	Migrationsstrategien .....	133
6.2.5	Systemüberwachung.....	122	7.3.3	Hinweise zum Vorgehen.....	133
6.2.6	Überwachung und Dokumentation von Datenausfällen.....	123	<b>8</b>	<b>Lieferumfang</b> .....	134
			8.1	Überlassung der Anwendungssoftware ....	134
			8.1.1	Nutzungsrechte an der Software .....	134
			8.1.2	Eigentumsrechte an den Konfigurationsdaten.....	135
			8.2	Systemdokumentation.....	135
			8.2.1	Grundsätzliche Anforderungen.....	135
			8.2.2	Dokumentationsumfang .....	135

<b>9</b>	<b>Abnahmeprozess</b> .....	137
9.1	Vorbereitende Tests .....	137
9.1.1	Zuordnungs- und Projektierungstest.....	137
9.1.2	Ausfalltest .....	137
9.1.3	Test der verkehrstechnischen Konfiguration.....	137
9.1.4	Test der Außenanlage .....	137
9.2	Prüfungen .....	138
9.2.1	Prüfunterlagen .....	138
9.2.2	Dokumentenprüfung.....	138
9.2.3	Softwareprüfung .....	138
9.3	Probetrieb .....	139
9.3.1	Vorbereitung .....	139
9.3.2	Durchführung.....	139
9.4	Abnahme .....	140
	<b>Literatur</b> .....	140
	<b>Bilder</b> .....	143
	<b>Tabellen</b> .....	143

Die Anhänge 1 - 18  
sind im elektronischen BAST-Archiv ELBA unter  
<http://bast.opus.hbz-nrw.de> abrufbar.

# 1 Ausgangssituation und Zielsetzung

## 1.1 Einführung

Unterzentralen (UZ) und Verkehrsrechnerzentralen (VRZ) dienen der Steuerung, Überwachung und Koordinierung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA), die nach ihrem Einsatzbereich unterschieden werden in:

- Netzbeeinflussungsanlagen (NBA) als substitutive Wechselwegweiser, additive Wechselwegweiser oder dynamische Wegweiser mit integrierten Stauinformationen (dWiSta)
- Streckenbeeinflussungsanlagen (SBA)
- Anlagen zur temporären Seitenstreifenfreigabe (TSF)
- Knotenpunktbeeinflussungsanlagen (KBA) zur Zuflussregelung (ZRA) und zur variablen Fahrstreifenzuteilung (FSZ)
- Temporäre Verkehrstelematische Systeme, insbesondere vor und in Arbeitsstellen
- Anlagenkombinationen

Darüber hinaus kann die Organisationseinheit VRZ verschiedene Aufgaben im Verkehrsmanagement wahrnehmen und entsprechende Maßnahmen hierzu umsetzen. Dazu zählen:

- Baustellenmanagement
- Verkehrsinformationsmanagement
- Ereignismanagement
- Strategiemangement
- Verkehrliches Störungsmanagement
- Straßenzustands- und Wetterinformationssystem
- Videomanagement
- Qualitätsmanagement
- Betriebsüberwachung des Gesamtsystems

Verkehrsrechnerzentralen stellen auch die Schnittstelle für die Anbindung von Systemen Dritter dar.

## 1.2 Inhalt und Zweck des Merkblatts

In diesem Merkblatt sind die notwendigen Festlegungen für Unterzentralen und Verkehrsrechnerzentralen für Bundesfernstraßen enthalten:

- Aufgaben der Zentralen,
- Beschreibung der verkehrstechnischen Anforderungen,
- Systemarchitekturentwurf aus fachlicher Sicht sowie grundsätzliche funktionale und nicht-funktionale Anforderungen an Hard- und Software,
- Art der Kommunikation innerhalb des VRZ-/UZ-Systems sowie zwischen Zentralen und mit Dritten.

Es werden Vorgaben und Randbedingungen für die Konzeption von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen aufgestellt, um das bestmögliche Zusammenwirken aller Anlagenteile des Systems Verkehrsbeeinflussung zu ermöglichen. Durch den modularen Funktionsaufbau der Hard- und Software der Verkehrsrechnerzentralen und der angeschlossenen Unterzentralen soll die Migration von Teilsystemen und Systemkomponenten mit geringem Aufwand ermöglicht werden.

Die Zentralen sollen ferner so gestaltet werden, dass eine zukünftige Anpassung an neue Aufgaben oder eine Verknüpfung mit Dritten nur geringen Aufwand verursacht.

Bei der Erweiterung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen ist der jeweils vorliegende Bestand an Hard- und Software unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte in sinnvoller Weise zu berücksichtigen und dessen Weiterverwendung zu prüfen.

Grundsätzlich soll mit dem vorliegenden Merkblatt die Harmonisierung der Systemarchitekturen der Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen des Bundes unterstützt werden.

Die Struktur des Merkblatts orientiert sich am V-Modell XT. Inhaltlich basiert es auf dem MARZ 1999, den Vorgaben und Anforderungen des Bund-Länder Arbeitskreises Verkehrsrechnerzentralen (AK VRZ) – welcher seine Arbeit unter der neuen Bezeichnung Fachgruppe Verkehrszentralen (FG VZ) fortsetzt – und integriert den aktuellen Stand der Technik und Praxisanwendung aus verschiedenen technischen Regelwerken.

Neben diesem Merkblatt gelten die einschlägigen Richtlinien und Vorschriften.

## 1.3 Gültigkeitsbereich und Pflege des Merkblatts

Das vorliegende Merkblatt gilt für die Erstellung, Erweiterung oder Erneuerung sowie für die Vernet-

zung von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen zur Steuerung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen an Bundesfernstraßen.

Es ist gemäß den „Grundlagen für das Erstellen von Technischen Regelwerken und Wissensdokumenten für das Straßen- und Verkehrswesen“ (FGSV 2011a) als Stand von Wissenschaft und Technik zu verstehen. Gemäß Handbuch der Rechtsförmlichkeit (BMJ 2008) ist dies der Entwicklungsstand fortschrittlichster Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, die nach Auffassung führender Fachleute aus Wissenschaft und Technik auf der Grundlage neuester wissenschaftlich vertretbarer Erkenntnisse im Hinblick auf das gesetzlich vorgegebene Ziel für erforderlich gehalten werden und das Erreichen dieses Ziels gesichert erscheinen lassen.

Nach FGSV 2011a sind Merkblätter R-2-Regelwerke und als Anleitungen, Beschreibungen und Erläuterungen zu verstehen, die primär weder als Vertragsbedingung noch als Richtlinien geeignet sind oder dazu verwendet werden können. Das Maß ihrer Verbindlichkeit wird durch die jeweils zuständige Behörde festgelegt.

## 1.4 Zuständigkeiten

An Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen sind die Straßenbauverwaltung, die Verkehrsbehörde und die Polizei beteiligt. Die Straßenbauverwaltung ist i. d. R. zuständig für die Planung, den Bau und den Betrieb der Verkehrsbeeinflussungsanlagen. Die Verkehrsbehörde ordnet die Beeinflussungsmaßnahmen (Schaltprogramme mit den daraus resultierenden Anzeigen) an. Die Polizei kann bei Gefahr im Verzuge spezielle WVZ-Schaltungen (WVZ: Wechselverkehrszeichen) anfordern.

Die einzelnen Behörden/ Dienststellen werden gemäß ihren unterschiedlichen Aufgaben an das System zur Verkehrsbeeinflussung angebunden. Dabei sind die Grundsätze des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) für die Datenübertragung und zur Kostentragung zu beachten.

In der Regel erfolgen Betrieb, Koordination, Überwachung und Optimierung des Systems zur Verkehrsbeeinflussung von der Verkehrsrechnerzentrale aus. Sind aus organisatorischen Gründen der Straßenbauverwaltung eines Landes auch andere Dienststellen dauerhaft in diese Aufgaben einge-

bunden, ist ein Anschluss dieser Stellen mittels Bedienstationen zu prüfen.

Die Autobahnmeistereien (AM) sind in der Regel in den Betrieb und in die Überwachung der Verkehrsbeeinflussungsanlagen in ihrem Amtsbereich einbezogen. Informationen über aktuelle und geplante Baustellen im Bereich melden die Autobahnmeistereien an die Verkehrsrechnerzentrale.

Polizei-autobahnstationen (PASt) oder Autobahnpolizeireviere können auf der Funktionsebene der UZ mittels Bedienstationen an das System angeschlossen werden.

Die Straßenbauverwaltung des Bundes stellt den Landesmeldestellen (LMSt) der Polizei ferner die vorhandenen, für den Verkehrswarndienst erforderlichen aktuellen Verkehrsdaten bzw. Verkehrswarndmeldungen zur Verfügung. Ggf. werden im Gegenzug die Meldungen des Verkehrswarndienstes von der Landesmeldestelle der Polizei in die Verkehrsrechnerzentrale übermittelt.

## 1.5 Systemebenen

Die Anlagen zur Verkehrsbeeinflussung bestehen aus mehreren, hierarchisch aufgebauten Funktionsebenen (siehe Bild 1) gemäß TLS 2012. Jeder dieser Funktionsebenen sind bestimmte Aufgaben zugewiesen. Die Funktionsebenen bilden

- die Verkehrsrechnerzentrale (VRZ) als zentrale Systemkomponente
- die Funktionsebene der UZ als erfassende und steuernde Systemkomponente
- der Kommunikationsrechner Inselbus (KRI) zur Steuerung des Datenverkehrs zwischen den Außenanlagen und der UZ
- Die Funktionsebene der Streckenstationen (SSt) als Datenerfassungs- bzw. Datenausgabekomponente bestehend aus
  - Steuermodul (SM) und
  - Ein-/Ausgabe-Konzentratoren (EAK) inkl. Datenerfassungs- und Datenausgabegerät (DEG/DAG)

Die Kommunikation zwischen den Systemebenen erfolgt über den Fernbus (VRZ - UZ), den Inselbus (UZ - (KRI) - SSt) und den Lokalbus (SM - EAK).

Ferner können Verbindungen zu Dritten hergestellt werden.

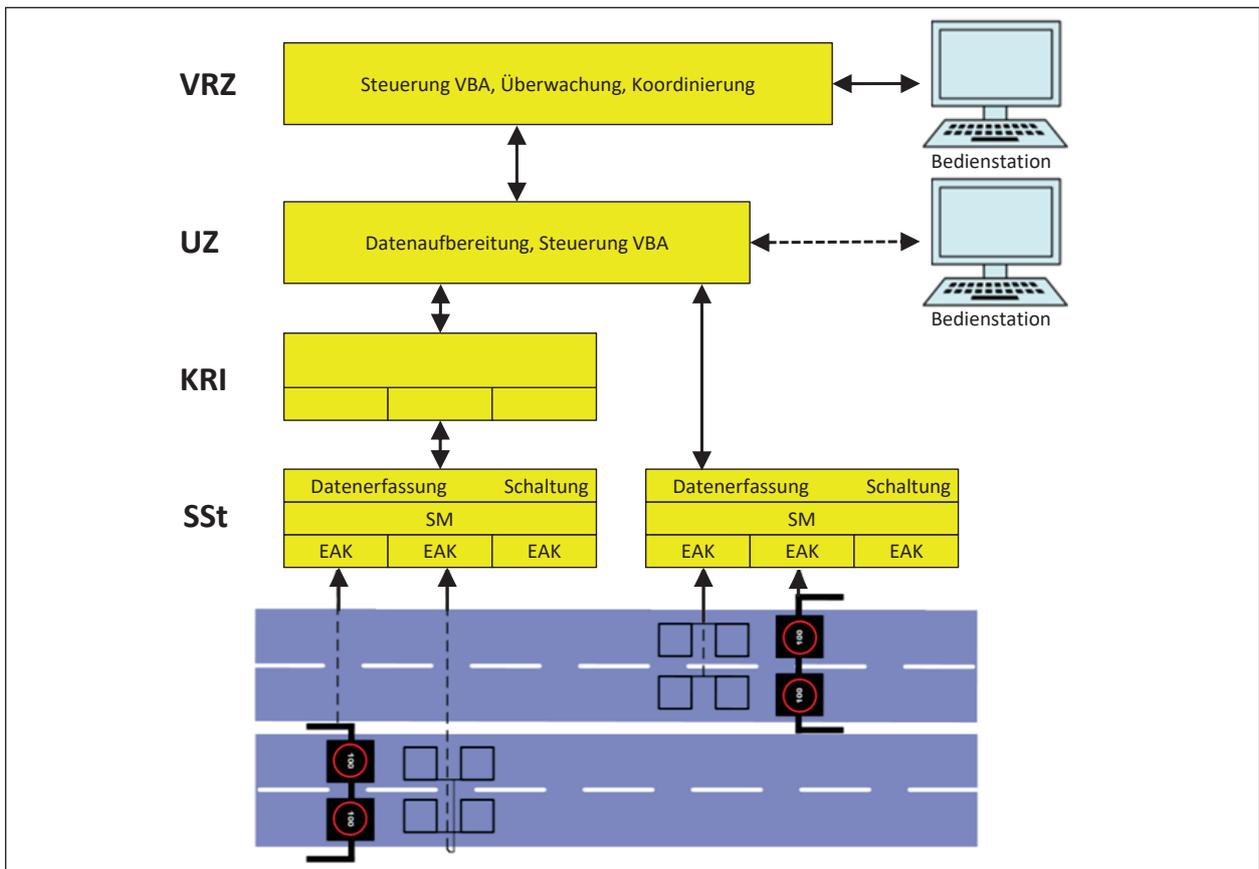


Bild 1: Funktionsebenen des Systems Verkehrsbeeinflussung

## 2 Systemkontext, Funktionsbereiche und Rollen

### 2.1 Systemkontext

In diesem Kapitel wird die technische und fachliche Einbettung des als „Verkehrsrechner- und Unterzentralen-System“ (VRZ-/UZ-System) bezeichneten Gesamtsystems in seine Systemumgebung skizziert.

Der in Bild 2 gezeigte Systemkontext enthält die Akteure, die mit dem VRZ-/UZ-System über Benutzerschnittstellen (BS-1.1 und 2.1) interagieren sowie alle relevanten externen Systeme (ES) mit ihren jeweiligen Schnittstellen. Der Systemkontext ist in zwei Zonen unterteilt:

- den verkehrstechnischen Systemkontext innerhalb derselben Organisation, die auch das VRZ-/UZ-System betreibt (ES-1.1 - 1.15) und
- den organisationsexternen Systemkontext (ES-2.1 - 2.6).

Innerhalb der ersten Zone ist von einer deutlich tieferen Integration der externen Systeme mit dem VRZ-/UZ-System auszugehen.

Ein Überblick über die internen Funktionsbereiche (FB) des VRZ-/UZ-Systems (grün hinterlegter Kernbereich in Bild 2) und deren Zuordnung zu den beiden Funktionsebenen VRZ und UZ wird in Kapitel 2.2 gegeben.

Detaillierte Anforderungen an die internen Funktionsbereiche und die externen Schnittstellen zu Systemen innerhalb der Organisationseinheit VRZ und zu Systemen außerhalb der Organisationseinheit VRZ werden in den Kapiteln 3, 4 und 5 formuliert.

### 2.2 Funktionsbereiche im VRZ-/UZ-System

In der VRZ werden alle zentralen, übergeordneten Aufgaben wahrgenommen:

- Netzbeeinflussung,
- Bedienung,
- Überwachung und Koordinierung,
- Auswertung und Archivierung,
- Bereitstellung und Vermittlung von Daten.

Die UZ übernimmt die folgenden Aufgaben:

- Datenübernahme von den Außenanlagen,
- Datenaufbereitung,
- Situationserkennung und Steuerung der verkehrstechnischen Anlagen (SBA, KBA, ZRA und TSF).

In Tabelle 1 sind die verschiedenen internen Funktionsbereiche (FB 1 bis 19) des VRZ-/UZ-Systems (grün hinterlegter Kern in Bild 2) mit den jeweils zugehörigen Funktionalitäten aufgeführt. Hierbei ist zu beachten, dass nur die Funktionalitäten realisiert werden müssen, die für die jeweils existierenden Verkehrsbeeinflussungsaufgaben (Hauptaufgaben) benötigt werden. Tabelle 1 stellt auch dar, auf welcher Funktionsebene (VRZ oder UZ) die Funktionen realisiert werden. Es werden folgende Kategorien unterschieden:

- + Muss zwingend in der Funktionsebene realisiert werden.

O Wird implementiert, kommt aber nur optional zur Anwendung.

E Muss auf UZ-Funktionsebene realisiert werden, wenn keine VRZ vorhanden ist.

K Kann auf UZ-Funktionsebene realisiert werden, wenn keine VRZ vorhanden ist.

- Keine Relevanz auf dieser Funktionsebene.

In Tabelle 1 wird für die Schnittstellen zu externen Systemen innerhalb der Organisationseinheit VRZ (ES-1.1 - 1.15) und zu Systemen außerhalb der Organisationseinheit VRZ (ES-2.1 - 2.6) sowie für die Benutzerschnittstellen (BS-1.1 und BS-2.1) ebenfalls eine Zuordnung zur Funktionsebene VRZ oder UZ vorgenommen.

### 2.3 Nutzergruppen für Systembetrieb

Für den Betrieb des VRZ-/UZ-Systems ist eine entsprechende Organisations- und Ablaufstruktur zu

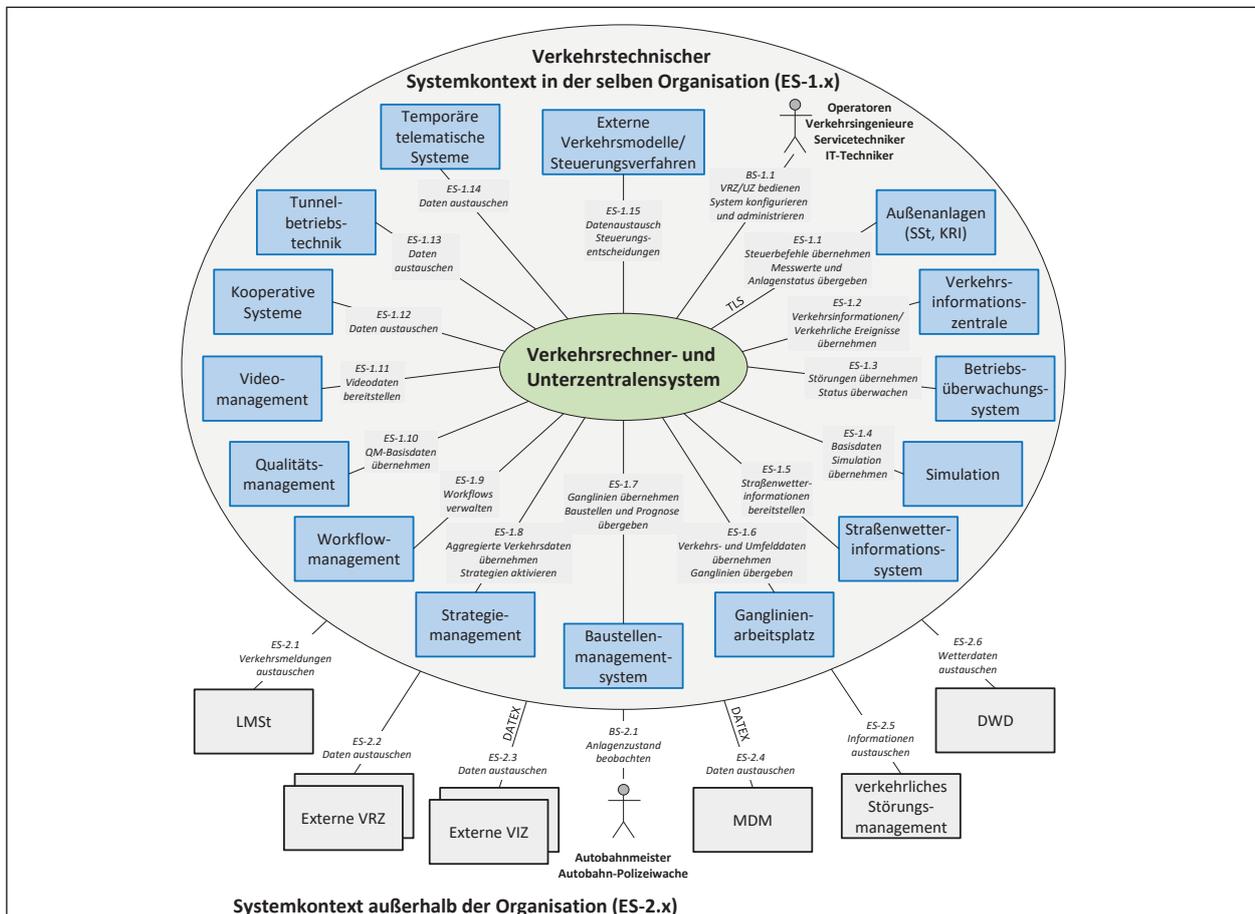


Bild 2: Systemkontext des VRZ-/UZ-Gesamtsystems

Funktionsbereich mit zugehörigen Funktionen	Funktionsebene		Funktionsbereich mit zugehörigen Funktionen	Funktionsebene	
	VRZ	UZ		VRZ	UZ
Datenübernahme (FB 1)			Auswertungen Verkehrsstörungen	+	E
Verkehrsdaten			Auswertungen Betriebsstörungen	+	E
Kurzzeitdaten	+	+	Auswertungen Netzbeeinflussung	+	-
Langzeitdaten	+	+	Auswertung Streckenbeeinflussung	+	E
Achslastdaten	+	+	Auswertung Knotenpunkt-/Punktuelle Beeinflussung	+	E
Plausibilitätsprüfungen	O	+	Auswertung Umfelddaten	+	E
Ersatzwertverfahren	O	+	Auswertung Verkehrsinformationen	+	K
Umfelddaten zur Verkehrsbeeinflussung			Geo-Dienste (FB 14)	+	E
Umfelddaten	O	+	Objektmanager (FB 15)	+	E
Plausibilitätsprüfungen	O	+	Karten-Dienste (FB 16)	+	E
Ersatzwertverfahren für Umfelddaten	O	+	Interner Daten- und Dienstevermittler (FB 17)	+	+
Sonstige zu übernehmende Daten	+	+	Kommunikation mit externen Systemen (FB 18)	+	+
Datenaufbereitung (FB 2)			Bedienung und Visualisierung (FB 19, BS-1.1 und BS-2.1)		
Verkehrsdaten			Übersichtsdarstellungen		
Ermittlung fahrstreifenbezogener Kenngrößen	O	+	Verkehrssituationsübersicht	+	K
Ermittlung richtungsbezogener Kenngrößen	O	+	Umfelddaten	+	+
Glättung der Messdaten und Trendextrapolation für richtungsbezogene Messdaten (geglättete Kurzzeiddaten)	O	+	Ereignismeldungen	+	K
Ermittlung der lokalen Verkehrsdichte	O	+	Störungsmeldungen	+	O
Ermittlung durchschnittlicher täglicher Verkehrsstärken	+	E	Netzbeeinflussung		
Umfelddaten	O	+	Darstellen	+	O
Datenhaltung (FB 3)	+	+	Schalten	+	O
Datenarchivierung (FB 4)	+	E	Auswerten/Protokollieren	+	O
Betriebsdatenaufbereitung (FB 5)	+	E	Versorgen	+	O
Ereignismanagement (FB 6)	+	K	Streckenbeeinflussung		
Situationserkennung und -bewertung (FB 7)			Darstellen	+	+
SBA-Verfahren	-	+	Schalten	+	+
NBA-Verfahren	+	O	Auswerten/Protokollieren	+	+
KBA-Verfahren	-	+	Versorgen	+	+
Situationserkennungsabgleich (FB 8)	O	O	Knotenpunkt-/Punktuelle Beeinflussung		
Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen (FB 9)			Darstellen	+	+
SBA-Verfahren	-	+	Schalten	+	+
NBA-Verfahren	+	O	Auswerten/Protokollieren	+	+
KBA-Verfahren	-	+	Versorgen	+	+
Maßnahmenabgleich (FB 10)	O	O	Messwerte		
Schaltbildermittlung (FB 11)	+	+	Darstellen	+	O
Konfiguration, Parametrierung und Optimierung von Verkehrsbeein- flussungsanlagen (FB 12)	+	E	Auswerten/Protokollieren	+	O
Protokolle und Auswertungen (FB 13)			Versorgen	+	O
Protokolle	+	E	Manuelle Eingabe von Verkehrsinformationen	+	K
Auswertungen Verkehrsdaten	+	E	Spezielle Darstellungen und Eingaben	+	O
			Kommunikation mit Außenanlagen über TLS (ES-1.1)	O	+
			Verkehrsinformationsmanagement (ES-1.2)	O	-

Tab. 1: Zuordnung der Funktionsbereiche im VRZ-/UZ-System

Funktionsbereich mit zugehörigen Funktionen	Funktionsebene	
	VRZ	UZ
Betriebsüberwachung Gesamtsystem (ES-1.3)	0	-
Simulation (ES-1.4)	0	0
Straßenzustands- und Wetterinformations-System (ES-1.5)	0	-
Ganglinienarbeitsplatz (ES-1.6)	0	-
Baustellenmanagement (ES-1.7)	0	-
Strategiemanagement (ES-1.8)	0	-
Workflowmanagementsystem (ES-1.9)	0	-
Qualitätsmanagement (ES-1.10)	0	-
Videomanagement (ES-1.11)	0	0
Kooperative Systeme (ES-1.12)	0	0
Tunnelbetriebstechnik (ES-1.13)	-	0
Temporäre verkehrstelematische Systeme (ES-1.14)	-	0
Externe Verkehrsmodelle und Steuerungsverfahren (ES-1.15)	0	0
Schnittstelle Landesmeldestelle (ES-2.1)	0	-
Kommunikation mit externen VRZ (ES-2.2)	0	-
Kommunikation mit externen VIZ (ES-2.3)	0	-
Datenaustausch mit MDM (ES-2.4)	+	-
Verkehrliches Störungsmanagement (ES-2.5)	0	-
Datenaustausch mit DWD (ES-2.6)	0	-

**Tab. 1:** Zuordnung der Funktionsbereiche im VRZ-/UZ-System (Fortsetzung)

schaffen. Die Aufgaben sind auf Rollen zu verteilen, die sowohl durch interne als auch externe Personen besetzt werden können. Wesentlich ist eine klare Zuordnung von Kompetenzen und Verantwortungsbereichen und deren Abgrenzung gegeneinander.

Für die Akteure innerhalb der Organisationseinheit VRZ-/UZ sind gemäß Bild 2 mindestens folgende Rollen vorzusehen:

- Operatoren
- Verkehrsingenieure
- Servicetechniker
- IT-Techniker
- Beobachter

In Anhang 1 sind für die genannten Rollen Vorschläge für das Tätigkeitsspektrum zur Übernahme in Arbeitsplatzbeschreibungen dargestellt.

Zu den Akteuren, die von außen Funktionen des VRZ-/UZ-Systems nutzen, zählen gemäß Bild 2

z. B. Autobahnmeister oder Autobahnpolizisten (BS-2.1). Die Zugangsmöglichkeiten auf das System sind für diese externen Akteure servicebezogen abzubilden.

## 3 Funktionale Anforderungen an interne Funktionsbereiche

### 3.1 Allgemeines

Das Hauptaugenmerk der Anforderungsdefinition der Funktionsbereiche Datenübernahme (Kapitel 3.2), Datenaufbereitung (Kapitel 3.3), Datenhaltung (Kapitel 3.4) und Datenarchivierung (Kapitel 3.5) liegt auf der Betrachtung von lokalen Verkehrsdaten.

### 3.2 Anforderungen an die Datenübernahme (FB 1)

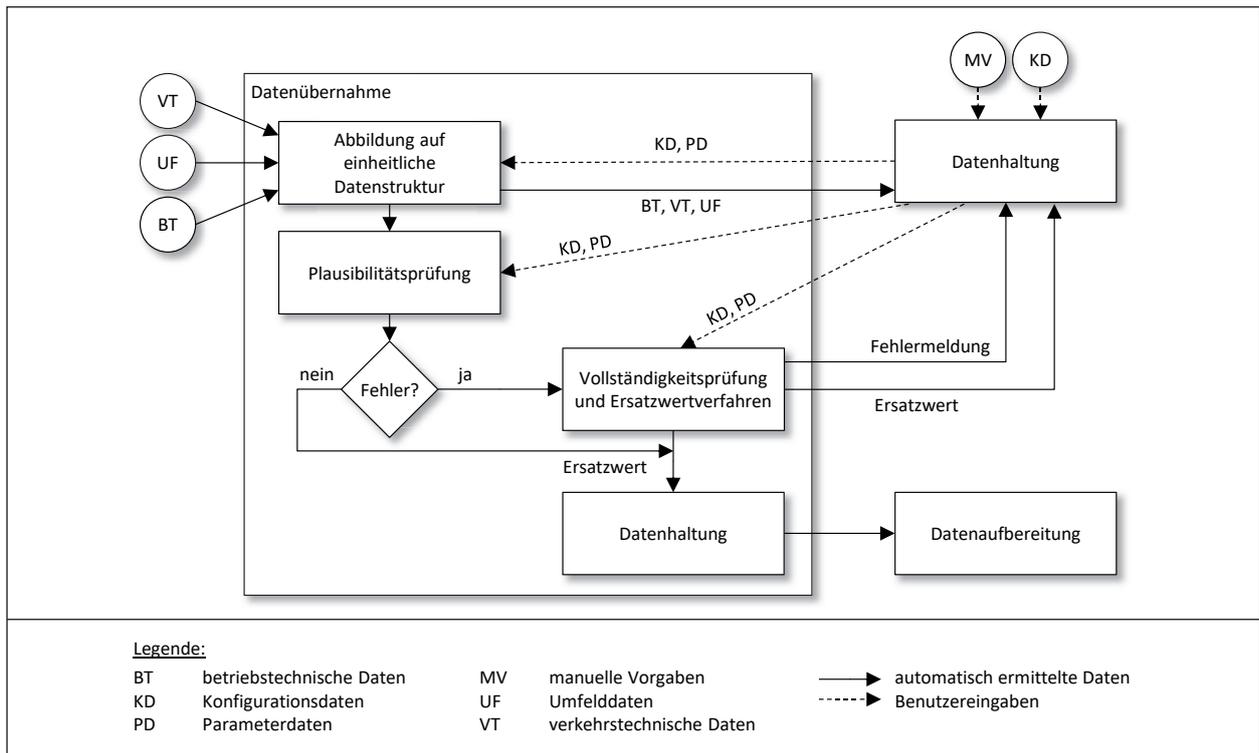
#### 3.2.1 Allgemeines

Die automatisch übernommenen Daten entsprechen den in den „Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen“ (TLS) in der jeweils vorgegebenen Fassung beschriebenen Funktionsgruppen (FG) und den im Anhang 3 der TLS beschriebenen VRZ-spezifischen Daten wie

- Verkehrsdaten der FG 1 (Kurzzeit- und Langzeitdaten),
- Achslastdaten der FG 2,
- Umfelddaten der FG 3,
- Wechselverkehrszeichen- (WVZ) und Wechselwegweiser (WWW)-Daten der FG 4,
- Betriebsmeldungen der FG 6,
- Anlagensteuerung der FG 7,
- Geschwindigkeitsüberwachung der FG 8,
- Daten der Zuflussregelung der FG 9,
- Systemdaten der FG 254.

Die Datenübernahme erfolgt in aller Regel in einer Unterzentrale.

Manuelle Eingaben (z. B. Baustellen, Unfälle, manuelle Schaltungen, Parameter) in das System müssen jederzeit über die angeschlossenen Bedienstationen möglich sein und stehen damit dem



**Bild 3:** Fachliche Abläufe Datenübernahme

System zur Berücksichtigung bei Steuerungsmaßnahmen zur Verfügung.

Alle erfassten Daten sind auf eine einheitliche Datenstruktur abzubilden, ggf. auf Plausibilität zu überprüfen und in der Datenhaltung abzuspeichern. D. h. alle Daten, auch fehlerhafte, sind in der Datenhaltung abzuspeichern.

Die möglichen Längen der zeitlichen Messintervalle und deren Festlegung entsprechen den Vorgaben der TLS 2012. Intervalländerungen sind auch bei der Datenhaltung und Archivierung sowie bei allen Auswertungen zu berücksichtigen.

Für jeden Messquerschnitt muss parametrierbar sein, welche Datenarten erfasst und welche Plausibilitätsprüfungen durchgeführt werden.

Fehlende oder implausible Daten müssen soweit möglich mit Hilfe von Ersatzwertverfahren auf einen plausiblen Wert gesetzt werden. Diese ersetzten Werte müssen entsprechend gekennzeichnet werden.

Weiterhin erfolgt im Rahmen der Datenübernahme die Abfrage der Langzeitdaten (FG 1) aus dem Puffer der SSt.

Bild 3 illustriert die fachlichen Abläufe der Datenübernahme. (Die Datenhaltung existiert im System

nur einmal, wurde aus darstellungstechnischen Gründen aber in dieser und in weiteren Abbildungen zweimal aufgeführt.)

### 3.2.2 Zeitstempel

Bei der Übernahme von externen Daten (gemäß TLS 2012, systemextern angebundene Stellen) ist von den entsprechenden Kommunikationsmodulen ein zweiter Zeitstempel (Empfangszeitpunkt) zusätzlich zum gelieferten Zeitstempel (von der Datenquelle) hinzuzufügen.

Die einzelnen Funktionen müssen diese beiden Zeitstempel im Rahmen ihrer funktionsinternen Plausibilitätskontrolle der Eingangsdaten bzgl. der Verwendbarkeit der Daten testen. Die Zeitstempel werden dabei nur bei online gelieferten Daten, nicht aber bei nachgelieferten Daten überprüft. Sind die Daten (aus Sicht der jeweiligen Funktion) aufgrund der Differenzen der Zeitstempel nicht verwendbar, ist eine entsprechende Meldung zu generieren und entsprechend den Anforderungen der Funktion zu verfahren.

Innerhalb von Meldekettens sind Meldungen durch Zeitstempel mit Folgenummerierung zu kennzeichnen. Dadurch wird gewährleistet, dass z. B. bei Abweichung zwischen Intervallzeitstempel und Systemzeit ein Datum der FG 1 dennoch als plausibel

betrachtet werden kann oder in der FG 4 bei mechanisch oder elektrisch bedingten Verzögerungen einer WVZ-Änderung dennoch Stellbefehl und Rückmeldung als zusammengehöriges Meldepaar beurteilt werden.

Zu spät gelieferte Daten oder nachgelieferte Daten werden entsprechend markiert und bei der Weiterverarbeitung durch andere Systemfunktionen nur dann berücksichtigt, wenn die jeweilige Systemfunktion mit diesen Daten umgehen kann.

### 3.2.3 Verkehrsdaten

Bei den Verkehrsdaten werden Kurzzeit- und Langzeitdaten unterschieden.

Die Kurzzeitdaten werden gemäß den TLS erfasst und an die jeweils übergeordnete Systemebene übermittelt (das Erfassungsintervall muss entsprechend den TLS vom Bediener parametrierbar sein). Die Kurzzeitdaten bilden die Grundlage für die Ermittlung von Verkehrszuständen und verkehrstechnischen Kenngrößen. Hierauf aufbauend ermittelt das Steuerungsmodell die Schaltvorgaben für Wechselverkehrszeichen. Die TLS beschreibt verschiedene Datenoptionen, die in Abhängigkeit des vom jeweils eingesetzten Steuerungsmodell benötigten Datenumfangs erfasst und zur jeweils übergeordneten Funktionsebene übertragen werden.

In der Regel werden je Zeitintervall für jeden Messquerschnitt  $i$  und Fahrstreifen die folgenden lokalen Kenngrößen entsprechend TLS FG 1 (Standard: Version 3) ermittelt:

- Kfz-Verkehrsstärke  $q_{Kfz}(i, j)$ ,
- Lkw-Verkehrsstärke  $q_{Lkw}(i, j)$ ,
- mittlere Pkw-Geschwindigkeit  $v_{Pkw}(i, j)$ ,
- mittlere Lkw-Geschwindigkeit  $v_{Lkw}(i, j)$ ,
- geglättete mittlere Kfz-Geschwindigkeit  $v_{Kfz,g}(i, j)$ ,
- Belegung  $b(i, j)$ ,
- Standardabweichung der Kfz-Geschwindigkeit  $s_{Kfz}(i, j)$ ,
- mittlere Nettozeitlücke  $t_{netto}(i, j)$ .

Langzeitdaten werden für statistische Zwecke erhoben. Der Messzyklus beträgt eine Stunde. Die Vorgabe der Messstellen zur Übertragung von Langzeitdaten zur VRZ muss vom Bediener vorgegeben werden können.

Als Standard wird die LVE-Ergebnismeldung Version 21 der FG 1 nach TLS 2012 oder an Zählstellen mit differenzierter Fahrzeugklassifizierung die Version 24 verwendet. Dies sind die Größen:

- Kfz-Verkehrsstärke  $Q_{Kfz}$ ,
- Lkw-Verkehrsstärke  $Q_{Lkw}$ ,

Optional:

- Verkehrsstärke von bis zu neun (8+1) Fahrzeugklassen,
- mittlere Pkw-Geschwindigkeit  $V_{Pkw}$ ,
- mittlere Lkw-Geschwindigkeit  $V_{Lkw}$ ,
- Standardabweichung der Pkw-Geschwindigkeit  $S_{Pkw}$ ,
- Standardabweichung der Lkw-Geschwindigkeit  $S_{Lkw}$ ,
- Geschwindigkeitsklassen bis zu neun (8+1) Fahrzeugklassen

Weitere zu übernehmende Datenarten, z. B. andere Versionen nach TLS, müssen vom Bediener vorgegeben werden können und dürfen, solange sie nach den TLS definiert werden, keine Programmänderungen (d. h. keine Folgeänderungen, nur für die Datenübernahme und für die Speicherung in der Datenhaltung) verursachen. Ausgenommen sind zusätzliche Funktionen, die zur weiteren Aufbereitung dieser Daten zu entwickeln sind.

Im Zuge der nächsten Fortschreibung des MARZ besteht Handlungsbedarf bezüglich der Definition detaillierterer Anforderungen an die Übernahme von streckenbezogenen Verkehrsdaten (z. B. Fahrzeiten und -geschwindigkeiten auf Streckenabschnitten).

#### 3.2.3.1 Plausibilitätsprüfungen für Kurzzeitdaten

Für Kurzzeitdaten sind Plausibilitätsprüfungen gemäß den nachfolgenden Grundsätzen durchzuführen.

Die Plausibilitätsprüfung bewertet die erfassten Daten nach verschiedenen formalen und logischen Kriterien und markiert eventuell implausible Werte, so dass diese in der nachfolgenden Messwertersetzung korrigiert werden können. Die Plausibilitätsprüfung teilt sich dabei in zwei Funktionen auf:

- Plausibilitätsprüfung Wertebereich

- Plausibilitätsprüfung Logisch

Die Funktion Plausibilitätsprüfung Wertebereich wird für alle in das System hereinkommenden Daten durchgeführt, d. h. für jedes einzelne Attribut eines empfangenen Datensatzes. Prinzipiell ist dieser Funktionsblock so zu konzipieren, dass sich damit alle Daten des Systems formal hinsichtlich der Gültigkeit ihres Wertebereichs überprüfen lassen.

Die Funktion übernimmt alle erfassten Rohdaten des Systems und überprüft für jeden einzelnen Wert, ob dieser innerhalb eines vorgegebenen Wertebereichs liegt. Die Wertebereiche für alle dem System bekannten Attribute sind in der Konfiguration frei parametrierbar abzulegen.

Die Verwaltung der Wertebereiche erfolgt je Attribut und je Objekt, d. h. für z. B. zwei Detektoren können (z. B. abhängig vom Hersteller oder Art) unterschiedliche Wertebereiche für den Messwert parametriert werden.

Über die Parametertabelle wird zudem festgelegt (wiederum je Attribut und je Objekt), wie die Funktion Plausibilitätsprüfung Wertebereich mit den geprüften Werten umgeht.

Die so hinsichtlich ihres Wertebereichs geprüften, eventuell korrigierten (nach Anwendung von Verfahren zur Ersatzwertbildung, siehe Kapitel 3.2.3.3) und mit den entsprechenden Flags gekennzeichneten Werte werden an den Funktionsbereich Plausibilitätsprüfung Logisch weitergereicht. Dort sind die Daten auf Plausibilität zu prüfen und entsprechend zu kennzeichnen. Die Prüfmethode sind nachfolgend aufgelistet und im Anhang A 2.1 beschrieben:

- Methoden zur Plausibilisierung von Kurzzeitdaten
- Differenzialkontrolle aufeinander folgender Messwerte
- Methode zur Behandlung der als ‚Nicht ermittelbar‘ gekennzeichneten Werten
- Plausibilitätsprüfung durch Vergleich der Fahrstreifenendaten
- Differenzbildung zwischen zu- und abfließenden Verkehrsströmen
- Plausibilitätsprüfung mit Bewertung des Vertrauensbereichs
- Methode zur Erkennung systematischer Detektionsfehler

Statusflag des Wertestatus	Bedeutung
Nicht erfasst	Diese Kennung wird gesetzt, wenn der entsprechende Wert nicht erfasst wurde, aber durch Berechnung oder Interpolation bestimmt werden kann.
Nicht ermittelbar	Diese Kennung wird gesetzt, wenn der entsprechende Wert nicht ermittelbar ist und keine Interpolationsmöglichkeit sinnvoll ist.
WertMax	Wird von der Plausibilitätsprüfung Wertebereich bei einer Messwertüberschreitung gesetzt, wenn dabei der Wert auf das jeweilige Maximum gesetzt wurde.
WertMin	Wird von der Plausibilitätsprüfung Wertebereich bei einer Messwertunterschreitung gesetzt, wenn dabei der Wert auf das jeweilige Minimum gesetzt wurde.
WertMaxLogisch	Wird von der Plausibilitätsprüfung Logisch bei einer Messwertüberschreitung gesetzt, wenn dabei der Wert auf das jeweilige Maximum gesetzt wurde.
WertMinLogisch	Wird von der Plausibilitätsprüfung Logisch bei einer Messwertunterschreitung gesetzt, wenn dabei der Wert auf das jeweilige Minimum gesetzt wurde.
Implausibel	Wird gesetzt, wenn die entsprechenden Eingangswerte die Plausibilitätsprüfungen nicht bestanden haben.
Interpoliert	Wird gesetzt, wenn die entsprechenden Eingangswerte als Implausibel gekennzeichnet waren und von der Messwertersetzung ersetzt wurden.
Extrapoliert	Wird gesetzt, wenn die entsprechenden Eingangswerte nicht erfasst wurden bzw. kein Ersatzwert durch ein entsprechendes Ersatzwertverfahren gebildet werden konnte und stattdessen der letzte als plausibel markierte Wert übernommen wurde.
Fehlerhaft	Wird gesetzt, wenn die Daten als fehlerhaft erkannt wurden.

Tab. 2: Statuskennungen für Kurzzeitdaten

Alle in den Prüfmethode verwendeten Grenzwerte und Parameter müssen vom autorisierten Bediener über die Bedienstation menügeführt parametrierbar sein.

Eine entsprechende Statuskennung ist zu setzen. Die möglichen Statusflags des Wertestatus sind in Tabelle 2 zusammengefasst und erläutert.

Daten von gestörten Geräten werden grundsätzlich als ‚Implausibel‘ gekennzeichnet

Werte, die von der externen Datenquelle aufgrund ihrer Parametrierung nicht geliefert werden (können), sind als ‚Nicht ermittelbar‘ gekennzeichnet.

Zyklisch erfasste Werte, die innerhalb einer parametrierbaren Timeoutzeit nicht erfasst wurden werden als ‚Nicht erfasst‘ und ‚Fehlerhaft‘ markiert.

Ist ein Wert (z. B.  $v_{pkw}$ ) über die Zuweisung von 255 von der SSt gemäß TLS 2012 als nicht bestimmbar kenntlich gemacht, so ist dieser Wert über eine besondere Statusinformation (Flag) als ‚fehlerhaft‘ zu kennzeichnen.

Ist ein Messwert durch die beschriebenen Prüfungen als ‚implausibel‘ gekennzeichnet worden, empfiehlt sich nach entsprechend häufiger Wiederholung (Zeitgrenzwert, Mengengrenzwert) eine Ausgabe für eine Meldung im Meldungsfenster zu generieren und im Übersichtsbild (siehe Kapitel 3.20) sowie in Auswertungen und Protokollen (siehe Kapitel 3.14) entsprechend zu kennzeichnen.

Wird ein Messwert als ‚implausibel‘ erkannt oder ist die Erfassung gestört, so muss der Messwert mit dem entsprechenden Verweis auf den/ die fehlgeschlagene Plausibilitätsprüfung(en) gekennzeichnet und für diesen Wert eine Fehlermeldung erzeugt werden.

Die ermittelten Kennungen sind mit den fehlerhaften Werten in der Datenhaltung (siehe Kapitel 3.4) zu speichern.

Wenn für einen Sensor für den zurückliegenden gleitenden Tag (in der Regel 1440 Intervalle) mehr als eine parametrierbare Anzahl von Intervallen als implausibel erkannt wurden, ist vom System eine Meldung z. B. „Sensor x wegen häufigen implausiblen Daten überprüfen!“ zu generieren (siehe auch Kapitel 3.2.3.5).

Die Kurzzeitdaten sind bei der Datenübernahme mit einem Güteindex zu versehen. Der Güteindex wird bei der Datenübernahme auf 100 % gesetzt. Bei einer Ersetzung von implausiblen Werten wird die Güte mit parametrierbaren Faktoren je Ersetzungsverfahren reduziert.

### 3.2.3.2 Plausibilitätsprüfungen für Langzeitdaten

Für Langzeitdaten ist vor der Weitergabe eine Wertebereichsprüfung gemäß Kapitel 3.2.3.1 durchzuführen, fehlerhaft Werte entsprechend Tabelle 2 zu kennzeichnen und Fehler zu protokollieren.

Für weitergehende Prüfungen über externe Prozesse offline ist ein Export für eine Verarbeitung in Ta-

bellenkalkulationsprogrammen oder Datenbankanwendungen zu ermöglichen.

Über Aufrufparameter sollte festgelegt werden können, ob die Langzeitdaten nur unverändert weitergeleitet werden oder ob sie in externen Prozessen geprüft werden.

### 3.2.3.3 Vollständigkeitsprüfungen und Ersatzwertbildung für Kurzzeitdaten

Für die Rekonstruktion der Kurzzeitdaten müssen Ersatzwertverfahren implementiert werden, wobei zwischen dem Ausfall der Datenerfassung an einem Fahrstreifen und dem Ausfall der Datenerfassung an einem vollständigen Messquerschnitt unterschieden werden muss.

Vorschläge für entsprechende Methoden sind in Anhang A 2.2.1 dargestellt.

Für gestörte Sensoren oder Messquerschnitte, denen ein Ersatzwert zugewiesen werden kann, muss für die Dauer der Messwertersetzung eine Kennzeichnung jedes ersetzten Werts erfolgen, so dass bei Steuerungsmaßnahmen sowie bei späterer Protokollerstellung und Auswertung etc. der Sachverhalt der Messwertersetzung kenntlich gemacht werden kann.

Die maximale Dauer bzw. Anzahl der Erfassungszyklen einer Messwertersetzung muss parametrierbar sein.

Alternativ zu einem Ersatzwertverfahren kann für die Verkehrsstärke  $q$  die Übernahme einer vorgegebenen Referenzganglinie aus einem Ganglinienarchiv erfolgen. Hier besteht allerdings das Risiko, dass (unvorhersehbare) Verkehrssituationen oder Störungen im Verkehrsablauf, in der Regel nicht über das Ganglinienarchiv abgedeckt sind und deshalb auch deutliche Abweichungen zwischen tatsächlichen Wert und Ersatzwert auftreten können.

Konnte ein Wert nicht interpoliert werden, weil auch die Ersatzwerte nicht verfügbar sind, muss nach entsprechend häufiger Wiederholung (Zeitgrenzwert, Mengengrenzwert) eine Meldung keine Messwertersetzung möglich erfolgen und die Messwerte der ausgefallenen Detektoren sind für nachfolgende Berechnungen und die Steuerung zu ignorieren. Die Werte dürfen nicht verändert werden und auch die Kennung Implausibel muss bestehen bleiben.

Wenn die Ersatzwertverfahren nicht zu einem Ergebnis führen, soll der bisherige Wert der zu ersetzenden Größe für eine gewisse Zeit (parametrierbar) fortgeschrieben werden können. Die entsprechenden Werte sind als ‚Extrapoliert‘ zu kennzeichnen.

$q_{Pkw}$  und  $v_{Kfz}$  sind neu zu berechnen, wenn einer oder mehrere der für die Berechnung zugrunde liegenden Messwerte fehlerhaft sind, aber ersetzt werden konnten.

Mögliche Ersatzwertverfahren müssen einzelnen Messquerschnitten zugeordnet werden können und einzeln parametrierbar sein.

Für einstreifige Abschnitte (Zu- und Abfahrten sowie Nebenfahrbahnen in Autobahnkreuzen) werden i. d. R. keine Ersatzwerte berechnet.

#### 3.2.3.4 Vollständigkeitsprüfungen und Ersatzwertbildung für Langzeitdaten

Für fehlende Langzeitdaten werden Dummywerte (d. h. leere Datensätze mit Ausfallkennung) eingesetzt.

Die Vervollständigung von Daten durch Ersatzwerte kann über externe Prozesse offline z. B. mithilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen oder Datenbankanwendungen realisiert werden.

#### 3.2.3.5 Überwachung der Ausfallhäufigkeit

Es ist über einen gleitenden Bezugszeitraum (parametrierbar je Fahrstreifen) die Ausfallhäufigkeit jeweils der einzelnen Werte ( $q_{Kfz}, q_{Lkw}, q_{Pkw}, v_{Kfz}, v_{Lkw}, v_{Pkw}, b, s$ ) an diesem Fahrstreifen zu überprüfen.

Ein Wert gilt als ausgefallen, wenn er auf ‚Implausibel‘ und/ oder ‚Fehlerhaft‘ gesetzt ist. Für alle fehlerhaften Intervalle je Wert und Fahrstreifen muss der Zeitpunkt (Intervallzeitstempel) und die aktuelle Intervalldauer für den zurückliegenden gleitenden Bezugszeitraum gespeichert werden. Mit jedem neuen Intervall ist dann die Gesamtausfallzeit für jeden Wert je Fahrstreifen für den zurückliegenden Bezugszeitraum zu ermitteln und der prozentuale Anteil am zurückliegenden gleitenden Bezugszeitraum zu berechnen. Liegt dieser Wert über einem je Fahrstreifen parametrierbaren Grenzwert (z. B. 30 %), so ist neben der Kennzeichnung aller Werte als ‚Im-

plausibel‘ zusätzlich eine Betriebsmeldung abzusetzen.

Sinkt die Fehlerhäufigkeit aller Werte wieder unter den parametrierten Wert, so ist neben der Rücknahme der Kennzeichnung aller Werte zusätzlich eine Betriebsmeldung (als Gutmeldung im Sinne Betriebsmeldungsverwaltung) abzusetzen.

Zusätzlich ist die Ausfallhäufigkeit über den zurückliegenden Tag zu überprüfen. Überschreitet die Summe der Fehlerzeiten einen je Fahrstreifen parametrierbaren Wert, so ist eine Betriebsmeldung mit entsprechender Information zu generieren.

### 3.2.4 Langzeitdaten

Die Langzeitdaten sollten zentral von der VRZ abgefragt werden. Voraussetzung ist, dass UZ und KRI ein vollständiges OSI3-Routing unterstützen. Dazu generiert die VRZ Abfrageaufträge, über die mittels der Funktionen aus dem Funktionsblock „externe Kommunikation“ die Langzeitdaten der FG 1 entsprechend den Festlegungen der TLS 2012 bei den Streckenstationen abgefragt werden.

Dabei sind folgende Anforderungen abzudecken:

- Entsprechend der aktuellen Betriebsparameter (parametrierbar je DE) sind die Langzeitdaten in der entsprechend parametrierten Option zyklisch abzufragen.
- Berücksichtigung von Kommunikationsunterbrechungen und Abfrage der fehlenden Zyklen. Zur Vermeidung von Leitungsüberlastungen ist eine gleichmäßige Abfrage der Nachforderungen bis zur Abfrage des nächsten aktuellen Zyklus vorzunehmen.
- Für fehlende Langzeitdaten werden Dummywerte (d. h. leere Datensätze mit separater Ausfallkennung ‚nicht erfasst‘) eingesetzt.
- Für statistische Zwecke sind Langzeitdaten für die BAST entsprechend den Vorgaben der TLS 2012 zu generieren.

### 3.2.5 Achslastdaten

Zu den Langzeitdaten werden auch die Achslastdaten der FG 2 gezählt. Sie werden an speziellen Zählstellen in Messzyklen von 1 Stunde erfasst.

Dabei sind folgende Anforderungen abzudecken:

- Entsprechend der aktuellen Betriebsparameter (parametrierbar je DE) sind die Achslastdaten zyklisch abzufragen.
- Berücksichtigung von Kommunikationsunterbrechungen und Abfrage der fehlenden Zyklen. Zur Vermeidung von Leitungsüberlastungen ist eine gleichmäßige Abfrage der Nachforderungen bis zur Abfrage des nächsten aktuellen Zyklus vorzunehmen.
- Für fehlende Achslastdaten werden Dummywerte (d. h. leere Datensätze mit separater Ausfallkennung ‚nicht erfasst‘) eingesetzt.
- Für statistische Zwecke sind Achslastdaten für die BASt entsprechend den Vorgaben der TLS 2012 zu generieren.

### 3.2.6 Umfelddaten

Neben den Verkehrsdaten werden in Verkehrsbeneinflussungsanlagen in der Regel auch den Verkehr beeinflussende Umfeldgrößen erfasst. Dies sind vor allem:

- Nässe,
- Sichtweite,
- Glätte und
- Wind.

Für die Umfelddatenerfassung sind die folgenden Umfelddaten der Funktionsgruppe (FG) 3 entsprechend den TLS 2012 zu übernehmen (siehe Tabelle 3).

Die Datenübernahme ist so zu konzipieren, dass beliebige Datenarten von beliebigen Datenquellen (auch systemintern generierte Daten) weiterverarbeitet werden können. Die Intervalle müssen je Datenart bzw. -typ frei parametrierbar (i. d. R. 1 min) sein.

Fehlertelegramme der Sensoren und der Streckenstationen (gemäß TLS) müssen von der UZ übernommen und Störungen bei der Datenübernahme erkannt werden. Alle Daten, erkannte Fehler und gemeldete Störungen müssen gekennzeichnet, gemeldet und archiviert werden.

Zusätzlich zu den in den TLS definierten Anforderungen müssen Niederschlags- und Sichtweitesensoren eine Verschmutzung (auch Spinnenproblematik) systemtechnisch ausgleichen. Die Verschmutzung ist täglich an die Unterzentrale zu melden. Eine Datenübernahme dieser Information ist entsprechend zu gewährleisten.

DE-Typ	Bedeutung
DE-Typ 48	Lufttemperatur <i>LT</i>
DE-Typ 49	Fahrbahnoberflächentemperatur <i>FBT</i>
DE-Typ 52	Restsalz
DE-Typ 53	Niederschlagsintensität <i>NI</i>
DE-Typ 54	Luftdruck <i>LD</i>
DE-Typ 55	Relative Luftfeuchte <i>RLF</i>
DE-Typ 56	Windrichtung <i>WR</i>
DE-Typ 57	Windgeschwindigkeit (Mittel) <i>WGM</i>
DE-Typ 58	Schneehöhe <i>SH</i>
DE-Typ 60	Sichtweite <i>SW</i>
DE-Typ 61	Helligkeit <i>HK</i>
DE-Typ 64	Windgeschwindigkeit (Spitze) <i>WGS</i>
DE-Typ 65	Gefriertemperatur <i>GT</i>
DE-Typ 66	Taupunkttemperatur <i>TPT</i>
DE-Typ 67	Bodentemperatur in Tiefe 1 <i>TT1</i>
DE-Typ 68	Bodentemperatur in Tiefe 2 <i>TT2</i>
DE-Typ 69	Bodentemperatur in Tiefe 3 <i>TT3</i>
DE-Typ 70	Zustand der Fahrbahnoberfläche <i>FBZ</i>
DE-Typ 71	Niederschlagsart <i>NS</i>
DE-Typ 72	Wasserfilmdicke <i>WFD</i>
DE-Typ 73	Taustoffkonzentration <i>TSK</i>
DE-Typ 74	Taustoffmenge je Quadratmeter <i>TSQ</i>
DE-Typ 75	Schneefilmdicke <i>SFD</i>
DE-Typ 76	Eisfilmdicke <i>EFD</i>
DE-Typ 77	Griffigkeit <i>GR</i>
DE-Typ 78	Globalstrahlung <i>GLS</i>
DE-Typ 79	Zustand der Fahrbahnoberfläche für den Winterdienst nach DIN EN 15518 <i>FZW</i>

Tab. 3: relevante Umfelddaten

#### 3.2.6.1 Plausibilitätsprüfungen für Umfelddaten

Für alle Umfelddaten sind Plausibilitätsprüfungen durchzuführen. Diese sollen dabei sowohl für das aktuelle Messintervall (i. d. R. 1 min) als auch kontinuierlich für größere Zeitintervalle durchgeführt werden können. Im Zuge der Plausibilitätsprüfungen sind alle erfassten Umfelddaten nach gegebenen physikalischen und logischen Kriterien und Regeln auf ihre Richtigkeit zu überprüfen. Dabei müssen implausible Werte markiert und nachfolgend Ersatzwerte (siehe Kapitel 3.2.6.2) gebildet werden.

Die entsprechenden Prüfungen sollten automatisch in der Unterzentrale durchgeführt werden. Es sollte die Möglichkeit gegeben sein, zusätzlich zu den im Folgenden genannten Plausibilitätsprüfungen weitere durch den Anwender hinzuzufügen.

Alle zu übernehmenden Messwerte sind zunächst einer Einzelmesswertprüfung zu unterziehen. Die

Statusflag des Wertestatus	Bedeutung
Nicht erfasst	Diese Kennung wird gesetzt, wenn der entsprechende Wert nicht erfasst wurde, aber durch Berechnung oder Interpolation bestimmt werden kann.
Nicht ermittelbar	Diese Kennung wird gesetzt, wenn der entsprechende Wert nicht ermittelbar ist und keine Interpolationsmöglichkeit sinnvoll ist.
Implausibel	Wird gesetzt, wenn die entsprechenden Eingangswerte die Plausibilitätsprüfungen nicht bestanden haben.
Interpoliert	Wird gesetzt, wenn die entsprechenden Eingangswerte als Implausibel gekennzeichnet waren und von der Messwertersetzung ersetzt wurden.
Extrapoliert	Wird gesetzt, wenn die entsprechenden Eingangswerte nicht erfasst wurden bzw. kein Ersatzwert durch ein entsprechendes Ersatzwertverfahren gebildet werden konnte und stattdessen der letzte als plausibel markierte Wert übernommen wurde.
Fehlerhaft	Wird gesetzt, wenn die Daten als fehlerhaft erkannt wurden.

Tab. 4: Statuskennungen für Umfelddaten

hierfür notwendigen Prüfkriterien sind im Folgenden aufgeführt und im Anhang A 2.1.8 näher beschrieben:

- Ausfallüberwachung (Überprüfung auf fehlende Messwerte nach Ablauf einer parametrierbaren Zeit nach Ablauf eines Messintervalls)
- Grenzwertüberwachung (Überprüfung auf Messwerte außerhalb eines definierten, parametrierbaren Wertebereiches)
- Differenzialkontrolle (Überprüfung auf unveränderte Messwerte innerhalb eines zu definierenden parametrierbaren Zeitraums)
- Anstiegs-Abfalls-Kontrolle (Überprüfung der Differenz zweier zeitlich aufeinander folgender Messwerte außerhalb eines parametrierbaren Grenzbereiches)

Liegt der Messwert bei allen Prüfungen im zulässigen Bereich, ist er als gültig anzusehen. Fällt mindestens eine dieser Prüfungen negativ aus, muss der Messwert als implausibel gekennzeichnet werden.

Unter der Voraussetzung, dass die Werte in der Einzelwertüberprüfung nicht als implausibel gekennzeichnet wurden sind in der Plausibilitätsprüfung logisch/physikalisch vergleichbare oder meteorologisch voneinander abhängige Messgrößen zuein-

ander in Beziehung gesetzt. Die Querverknüpfung und logisch/ physikalische Überprüfung der Messgrößen aus der vorhandenen Sensorik ist im Anhang A 2.1.9 aufgelistet. Implausible Werte müssen entsprechend gekennzeichnet werden.

Zur Vermeidung von systematischen Fehlern ist eine Langzeit-Plausibilitätsprüfung durchzuführen. Hierzu sind Ergebnisse der jeweils gleichen Sensortypen einer Messstelle mit denen der beiden Nachbarmessstellen zu vergleichen. Bezüglich der Anwendung müssen Messstellen, Sensortypen und Zeitbereiche (Tag, Stundengruppen) wählbar sein. Das entsprechende Vorgehen zur Durchführung der Langzeit-Plausibilitätsprüfung ist im Anhang A 2.1.10 dargelegt.

Werden einzelne Messwerte der Umfelddaten bei der Plausibilitätsprüfung als implausibel, fehlerhaft oder fehlend identifiziert, so sind diese entsprechend der Tabelle 4 zu markieren.

### 3.2.6.2 Vollständigkeitsprüfungen und Ersatzwertbildung für Umfelddaten

Wird im Rahmen der Plausibilitätsprüfung ein Messwert als implausibel gekennzeichnet, so ist ein entsprechendes Ersatzwertverfahren anzuwenden.

Für die Verwendung eines Ersatzwertverfahrens ist es je nach örtlichen Gegebenheiten sinnvoll, für die einem Umfelddaten-Messquerschnitt zugeordneten Anzeigequerschnitte unterschiedliche Ersatzwerte herzuleiten. Aus diesem Grund ist eine Versorgung vorzusehen, die neben der Zuordnung im Regelbetrieb fahrtrichtungsgetrennt für jeden Anzeigequerschnitt die Zuordnung eines Ersatz-Messquerschnittes zulässt.

Diese Ersatzquerschnitte müssen in der Grundversorgung festlegbar und durch den Anwender änderbar sein.

Sofern keine örtlichen Besonderheiten vorliegen, sollte die Erstversorgung entsprechend Tabelle 5 erfolgen. Dieser Zuweisung von Ersatzquerschnitten liegen folgende Prinzipien zugrunde:

- Für den Regelbetrieb:
  - Anzeigequerschnitte (AQ) mit Messquerschnitten (MQ) am gleichen Standort werden genau diesen MQ zugeordnet.
  - Anzeigequerschnitte zwischen zwei Messquerschnitten werden je nach Lage die beiden be-

Messquerschnitt	MQ 1		MQ 2		MQ 3			MQ 4
Anzeigequerschnitt für Richtung ←←←	AQ 1	AQ 2	AQ 3	AQ 4	AQ 5	AQ 6	AQ 7	AQ 8
Anzeigequerschnitt für Richtung →→→	AQ 9	AQ 10	AQ 11	AQ 12	AQ 13	AQ 14	AQ 15	AQ 16
Zuordnung Regelbetrieb	MQ 1	MQ 1 / MQ 2	MQ 2	MQ 2 / MQ 3	MQ 3	MQ 3	MQ 4	MQ 4
Maßgebend bei Regelbetrieb	MQ 1	Höherer Wert aus MQ 1 / MQ 2	MQ 2	Höherer Wert aus MQ 2 / MQ 3	MQ 3	MQ 3	MQ 4	MQ 4
Ersatz-MQ für Richtung ←←←	MQ 2	-	MQ 3	-	MQ 4	-	-	-
Ersatz-MQ für Richtung →→→	-	-	MQ 1	-	MQ 2	-	-	MQ 3

Tab. 5: Zuordnung Messquerschnitt zu Anzeigequerschnitt beim Ersatzquerschnittverfahren [FGSV 2010]

nachbarten (jeweils höherer Wert) oder nur ein MQ (der näher bzw. in Fahrtrichtung liegende) zugeordnet.

• Für die Ersatzquerschnittzuordnung:

- Anzeigequerschnitten, denen nur ein MQ zugeordnet wurde, werden je nach Lage und Entfernung kein (z. B. wenn Abstand zu groß) oder der nächste in Fahrtrichtung liegende MQ (mit plausiblen Werten) als Ersatz-MQ (das heißt fahrtrichtungsbezogenen virtuelle MQ) zugeordnet.

Achtung:

Die Entfernung zwischen Ersatzquerschnitt und ausgefallenen Querschnitt sollte 3 km nicht überschreiten.

Die Ersatzwertberechnung entspricht einer Notlösung für kurze Zeiträume bis zur Sensorreparatur. Für die einzelnen Umfeldkenngößen sind in Anhang A 2.2.2 entsprechende Ersatzwertverfahren aufgelistet. Für die Verwendung der einzelnen Ersatzwertverfahren ist jeweils eine parametrierbare Zeit vorzusehen, welche als maximale Zeitdauer dient, für die der letzte plausible Messwert verwendet werden darf bevor ein Ersatzwert ermittelt wird. Wurde ein Ersatzwert bestimmt, so ist dieser Wert entsprechend zu kennzeichnen.

### 3.2.7 Sonstige zu übernehmende Daten

Neben den Verkehrs- und Umfelddaten sind weitere Daten i. d. R. azyklisch zu übernehmen. Dies sind im Einzelnen:

- Zustandsmeldungen der Anzeigegeräte,
- Betriebsmeldungen der FG 6 der TLS und zusätzliche von den Geräten der Unterzentralen und der VRZ sowie von allen Übertragungsleitungen,

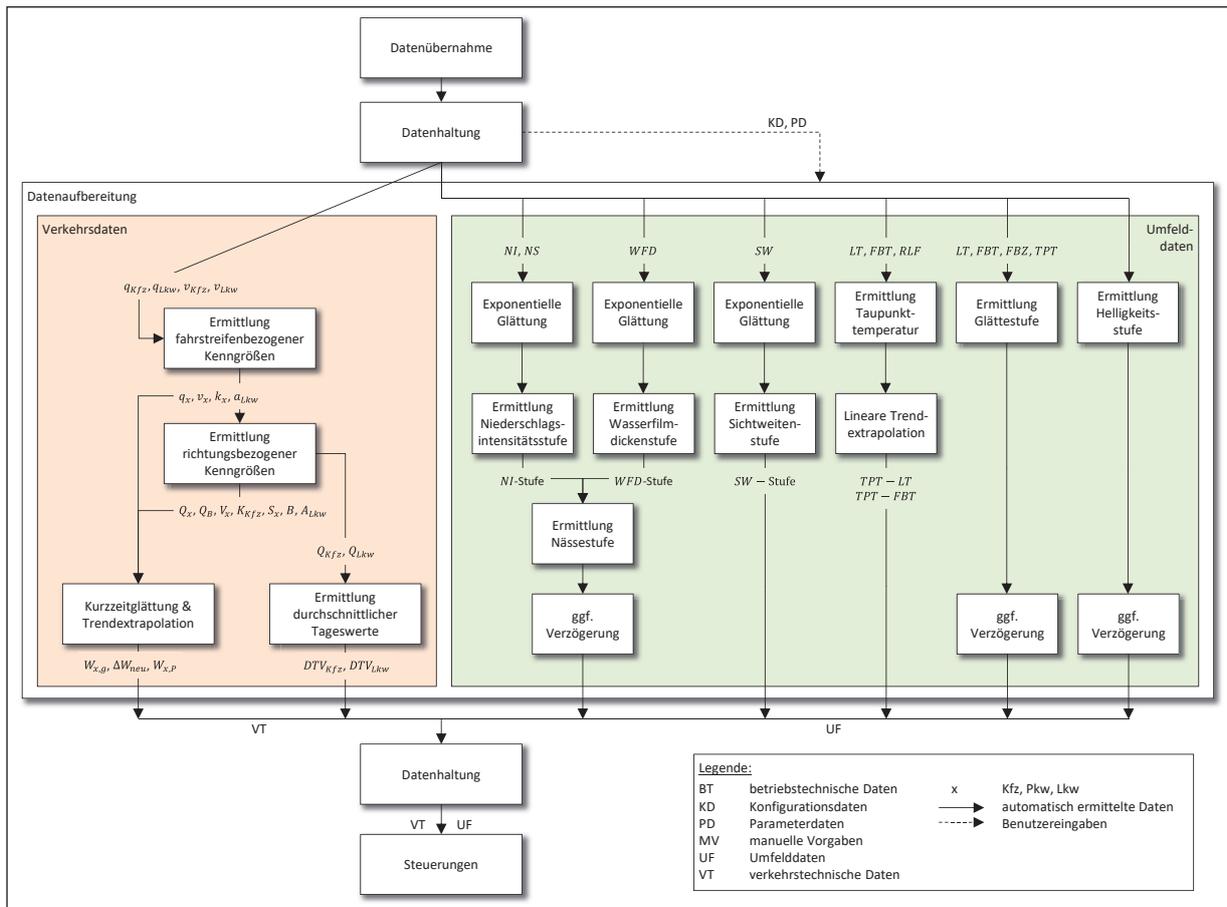
- bereits aufbereitete Verkehrs- und Umfelddaten i. d. R. von Dritten,
- Informationen zu Baustellen und Unfällen (nur in der VRZ),
- Eingabedaten von den Bedienstationen (Parameteränderungen, Informationen zu Wartungsarbeiten, Handeingriffe des Bedieners, Informationen zu den angeschlossenen Bedienern etc.),
- Verkehrsmeldungen von der LMSt (nur in der VRZ),
- Datum und Uhrzeit der angeschlossenen Funkuhr,
- Statusinformationen der USV,
- Statusinformationen zum Systemablauf,
- Daten von ggf. angeschlossenen externen Systemen (siehe Kapitel 4).

Alle diese Daten sind in der Datenhaltung entsprechend zu speichern.

### 3.2.8 Ausfallstrategie für die Datenübernahme

Bei Ausfall der Verbindung zwischen VRZ und UZ ist wie folgt vorzugehen:

- Solange die Anwendungssoftware in der UZ noch ablauffähig ist, werden alle Daten in der UZ zwischengespeichert. Die Daten müssen nach Wiederherstellung der Verbindung, ohne Störung des laufenden Betriebs über die Kommunikationsleitung von der VRZ automatisch abgerufen und in die Datenhaltung der VRZ sowie des Archivsystems übertragen werden.
- Der Ausfall der Verbindung muss als Störereignis dokumentiert und archiviert werden.



**Bild 4:** Fachliche Abläufe und Datenfluss der Datenaufbereitung

- Ist eine Streckenstation in der Lage, Daten zwischen zu speichern, ist die gleiche Ausfallstrategie auch für die Verbindung UZ-SSst einzusetzen.
- Solange die Verbindung zwischen VRZ und UZ ausgefallen ist, kann auf der VRZ keine Verkehrslage etc. aufbereitet werden. Für diesen Fall wird für den Zeitraum des Ausfalls an den entsprechenden Stellen eine Fehlerkennung gesetzt und in der Bedienung entsprechend dargestellt.

### 3.3 Anforderungen an die Datenaufbereitung (FB 2)

#### 3.3.1 Allgemeines

Für die Verwendung in Kapitel 3.2 dargestellten Messgrößen für die Steuerung von VBA ist eine Aufbereitung vorzunehmen. Die dabei notwendigen Vorgehensweisen sind in den folgenden Kapiteln dargestellt. Die fachlichen Zusammenhänge und den Datenfluss zeigt Bild 4.

#### 3.3.2 Verkehrsdaten

Die in Kapitel 3.2.3 genannten lokalen, plausiblen und ggf. ersetzten Verkehrsdaten müssen pro Messquerschnitt  $i$  und Fahrstreifen  $j$  je Erfassungszyklus für eine Datenaufbereitung zur Verfügung stehen.

Alle für die Aufbereitung der Messwerte benötigten Parameterwerte müssen vom Bediener im laufenden Betrieb über die Bedienoberfläche vorgegeben werden können.

Verkehrsdaten werden in der Regel von der Unterzentrale aufbereitet. In besonderen Fällen kann die Aufbereitung auch in der Verkehrsrechnerzentrale erfolgen. Es ist darauf zu achten, dass für aus besonderen Gründen parallel durchgeführten Aufbereitungen, sowohl in der VRZ als auch in der UZ die gleichen Parameter verwendet werden und dass die Zwischenergebnisse (z. B. in der Glättung) regelmäßig synchronisiert werden.

In jedem frei parametrierbaren Mess- und Aufbereitungsintervall  $T$  (Grundversorgung 1 min) sind

nachfolgend aufgeführte und in den folgenden Kapiteln näher beschriebene Bearbeitungsschritte je Messquerschnitt  $i$  und Fahrstreifen  $j$  erforderlich:

- Ermittlung fahrstreifenbezogener Kenngrößen
- Ermittlung richtungsbezogener Kenngrößen
- Glättung der Messdaten und Trendextrapolation (geglättete Kurzzeitdaten)

Um bei Ausfall von Messquerschnitten geeignete Ersatzwerte zu erhalten, ist jedem Messquerschnitt (ggf. fahrstreifenweise) ein geeigneter Ersatzmessquerschnitt zuzuordnen (siehe Kapitel 3.2.3.3 und 3.2.3.4).

Für Messquerschnitte an Anschlussstellen wird auf der Hauptfahrbahn üblicherweise nur eine der drei möglichen Lagen von Messquerschnitten ( $MQ_{Vor}$ ,  $MQ_{Mitte}$ ,  $MQ_{Nach}$ ) direkt erfasst. Werden die Aus- und Einfahrampen dieser Anschlussstellen ( $MQ_{Aus}$ ,  $MQ_{Ein}$ ) ebenfalls messtechnisch erfasst, können zusätzlich zu den direkt erfassten Messquerschnitten virtuelle Messquerschnitte konfiguriert werden. Damit kann die Messwerterfassung an den beiden nicht direkt erfassten Querschnitten simuliert werden.

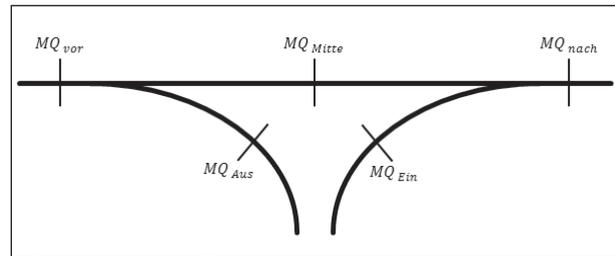
An den Stellen ohne direkte Erfassung werden virtuelle Messquerschnitte konfiguriert, deren Messwerte aus den in der Anschlussstelle real vorhandenen Messquerschnitten zu berechnen sind. Je nach fachlicher Anforderung sind drei unterschiedliche Berechnungsverfahren vorzusehen, von denen nur eines genutzt werden darf. Die möglichen Verfahren werden im Folgenden aufgelistet und sind im Anhang A 3.1 näher beschrieben:

- Berechnungsverfahren Standard
- Berechnungsverfahren Bilanz
- Berechnungsverfahren Verkehrslage

### 3.3.2.1 Ermittlung fahrstreifenbezogener Kenngrößen

Bei der Datenaufbereitung fahrstreifenbezogener Kenngrößen ist der Wertestatus (siehe Kapitel 3.2.3) zu beachten. Dabei gilt:

- Ist eine der bei der Berechnung beteiligten Größen als ‚Fehlerhaft‘ oder ‚Implausibel‘ gekennzeichnet oder lässt sich der Zielwert ansonsten nicht berechnen, wird der Zielwert mit den Statusflags ‚Nicht ermittelbar‘ und ‚Fehlerhaft‘ gekennzeichnet.



**Bild 5:** Lage der Messquerschnitte in Anschlussstellen

- Ist eine der bei der Berechnung beteiligten Größen als ‚Nicht ermittelbar‘ gekennzeichnet, wird der Zielwert mit den Statusflags ‚Nicht ermittelbar‘ gekennzeichnet.
- Kann der Zielwert berechnet werden, so erhält er für den Fall, dass für mindestens einen der Quellwerte die Statusflags ‚Interpoliert‘, ‚WertMax‘, ‚WertMin‘, ‚WertMaxLogisch‘ oder ‚WertMinLogisch‘ gesetzt sind, das Statusflag ‚Interpoliert‘, so dass sich auch für den berechneten Wert bei Protokollen bzw. Auswertungen die Qualität der Datengrundlage nachvollziehen lässt.

Aus den erfassten Messgrößen werden die folgenden Kenngrößen berechnet:

1. Verkehrsstärke
2. Mittlere Kfz-Geschwindigkeit
3. Lkw-Anteil
4. Lokale Verkehrsdichte

Die Berechnungsformeln der einzelnen fahrstreifenbezogenen Kenngrößen sind in Anhang A 3.2.1 aufgeführt.

Bezüglich der Ermittlung fahrstreifenbezogener Kenngrößen unter Verwendung virtueller Messquerschnitte sind die in Anhang A 3.1 beschriebenen Berechnungsverfahren zu beachten.

### 3.3.2.2 Ermittlung richtungsbezogener Kenngrößen

Bei der Datenaufbereitung richtungsbezogener Kenngrößen ist der Wertestatus (siehe Kapitel 3.2.3) zu beachten. Dabei gilt:

- Ist eine der bei der Berechnung beteiligten Größen als ‚Fehlerhaft‘ oder ‚Implausibel‘ gekennzeichnet, wird der Zielwert mit den Statusflags ‚Nicht ermittelbar‘ und ‚Fehlerhaft‘ gekennzeichnet.
- Ist eine der bei der Berechnung beteiligten Größen als ‚Nicht ermittelbar‘ gekennzeichnet, so geht sie nicht in die jeweilige Berechnung des Zielwerts ein. Sind alle der bei der Berechnung beteiligten Größen

ßen als ‚Nicht ermittelbar‘ gekennzeichnet bzw. kann der Zielwert aufgrund eines nicht ermittelbaren oder eines Null-Wertes nicht berechnet werden, so wird der Zielwert mit den Statusflags ‚Nicht ermittelbar‘ gekennzeichnet.

- Wenn die Erfassungszyklen der einzelnen Fahrstreifen eines Messquerschnitts nicht übereinstimmen, so wird der Zielwert auf ‚Nicht ermittelbar‘ und ‚Fehlerhaft‘ gesetzt.
- Kann der Zielwert berechnet werden, so erhält er für den Fall, dass einer der Quellwerte das Statusflag ‚Interpoliert‘ aufweist, ebenfalls das Statusflag ‚Interpoliert‘, so dass sich auch für den berechneten Wert bei Protokollen bzw. Auswertungen die Qualität der Datengrundlage nachvollziehen lässt.

Für jeden Messquerschnitt  $i$  erfolgt bei  $j = 1 \dots N$  Fahrstreifen pro Fahrtrichtung und Intervalldauer  $T$  [min] die Ermittlung der folgenden richtungsbezogenen Kenngrößen:

1. Verkehrsstärke
2. Mittlere Geschwindigkeiten
3. Bemessungsverkehrsstärken
4. Lokale Verkehrsdichte
5. Standardabweichungen der Geschwindigkeit
6. Belegungsgrad
7. Lkw-Anteil

Die Berechnungsgrundlagen der richtungsbezogenen Kenngrößen sind im Anhang A 3.2.2 aufgelistet.

An den Anschlussstellen sind die richtungsbezogenen Kenngrößen getrennt nach Hauptfahrbahn und Rampen (in der Regel nur Verkehrsstärke) zu berechnen. Der Belegungsgrad und die Standardabweichung werden i. d. R. nur für den Messquerschnitt der Hauptfahrbahn ermittelt.

### 3.3.2.3 Glättung der Messdaten und Trendextrapolation

In aller Regel arbeiten VBA mit geglätteten Verkehrsdaten, um kurzfristig auftretende, zufällige Schwankungen zu vermeiden. Beim Einsatz von z. B. 15 s-Messintervallen und darauf basierender Steuerung eignet sich eine gleitende Mittelwertbildung auf 1 min-Daten. Die fahrstreifen- und richtungsbezogenen Kenngrößen werden hierzu expo-

nentuell geglättet. Diese Glättung der Kfz-Geschwindigkeit geschieht z. T. bereits in der Streckenstation.

Eine anschließende Trendextrapolation soll den Zeitraum verkürzen, bis eine Steuerungsmaßnahme anspricht.

Unter Verwendung des Standard-Modells Gleitender Mittelwert mit überlagertem gleitendem Trend werden folgende Kenngrößen ermittelt:

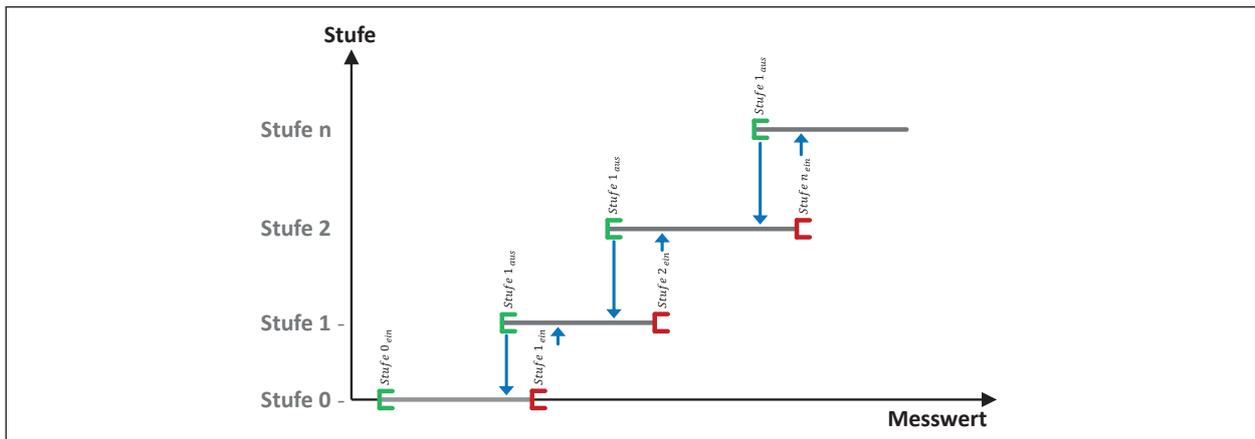
- geglätteter Wert
- trendextrapolierte Differenz
- trendextrapolierter Wert

Die Formeln für dieses Modell sind im Anhang A 3.3.1 aufgelistet.

### 3.3.2.4 Verfahren bei Ausfällen

Für den Fall, dass es zu Ausfällen der Bereitstellung von Verkehrsdaten kommt ist in Abhängigkeit der Art des Ausfalls folgendermaßen vorzugehen:

- Bekannte Ausfälle, z. B. Fehlen von einigen wenigen Minutenintervallen aufgrund eines Reset der Baugruppe der SSt mit Fehlermeldung und Wiedergutmeldungen:
  - Eine geeignete Reaktion in der Steuerung (z. B. Halten der vorhergehenden Schaltbilder) erscheint ausreichend, weitere Maßnahmen sind nicht erforderlich
- Bei unbekanntem Ausfällen sollten Fehlerausgleichsmaßnahmen eingeleitet werden. Folgende Fälle können auftreten:
  - Fehlen von einem Minutenintervall (z. B. Kommunikationsproblem).  
Bei individuellem Auftreten (z. B. 1-mal pro Tag) werden Auswirkungen durch Ersatzwertverfahren aufgefangen.  
Bei häufigerem Auftreten (z. B. regelmäßig stündlich) sollten Maßnahmen eingeleitet werden.
  - Fehlen von einigen wenigen Minutenintervallen aus unbekannter Ursache bis zu maximal 10 min.  
Die Werte sollten durch geeignete Ersatzwerte ersetzt werden und mittelfristig (z. B. am nächsten Werktag) und bei wiederholtem Auftreten die Ursache ermittelt und beseitigt werden.
  - Bei Lücken größer als 10 min kann in den Fällen, in denen gültige Ersatzwerte vorliegen,



**Bild 6:** Umsetzung eines Messwertes über eine Hysterese in Stufen [FGSV 2010]

weiter automatisch gesteuert werden. Bei wiederholtem Auftreten sollte die Ursache mittelfristig ermittelt und beseitigt werden.

In den Fällen, in denen keine Ersatzwerte zur Verfügung stehen, sollte keine Steuerung mehr vorgenommen werden. Die Ursache sollte kurzfristig ermittelt und beseitigt werden.

### 3.3.3 Umfelddaten

Für die Steuerung von VBA aufgrund von Umfelddaten sind die Messgrößen (soweit vorhanden) aufzubereiten und Werte für folgende Kenngrößen zu berechnen:

- Niederschlagsintensität  $NI$ ,
- Wasserfilmdicke  $WFD$ ,
- Nässe (aus Niederschlagsart  $NS$ , Niederschlagsintensität  $NI$  und Wasserfilmdicke  $WFD$ )
- Sichtweite  $SW$ ,
- Taupunkttemperatur  $TPT$  (auf Basis der Lufttemperatur  $LT$  und auf Basis der Fahrbahnoberflächentemperatur  $FBT$ ),
- Glätte(stufe)
- Helligkeits(stufe).

Für die Verwendung der Kenngrößen in der Steuerung werden entsprechende Zustandsstufen definiert. Um im Bereich der Schwellenwerte ein dauerndes Springen zwischen zwei Stufen zu verhindern, ist die Umsetzung mittels einer Hysterese-funktion gemäß vorzunehmen:

Um bei Ausfall von Messquerschnitten geeignete Ersatzwerte zu erhalten, ist jedem Messquerschnitt (ggf. fahrstreifenweise) ein geeigneter Ersatzmessquerschnitt zuzuordnen (siehe Kapitel 3.2.6.2).

Die in den folgenden Kapiteln angegebenen Grenzwerte sind als Vorschläge für eine Ersteinstellung zu verstehen und müssen je AQ in Abhängigkeit von den vorliegenden Verhältnissen der Fahrbahnoberfläche (Neigung, Griffigkeit, Rauheit, etc.) und anderen querschnittsbezogenen Randbedingungen getrennt eingestellt werden können. Ebenso muss die Anzahl der Stufen parametrierbar sein.

#### 3.3.3.1 Ermittlung der Niederschlagsintensitätsstufe

Der Messwert der Niederschlagsintensität ( $NI > 0 \text{ mm/h}$  und  $0 < NS < 70$ ) ist durch eine exponentielle Glättung mit wanderndem Abweichungswinkel zu korrigieren. Hierdurch sollen die aktuellen Messwerte bei stärker werdendem Regen (steigende Werte) weniger und bei geringer werdendem Regen (fallende Werte) mehr gedämpft werden. Die entsprechenden Berechnungsformeln sind im Anhang A 3.3.2 aufgelistet.

Die geglättete Niederschlagsintensität ist für folgende Witterungsbedingungen nach der Hysterese-funktion in Anhang A 3.3.2 in folgende Niederschlagsintensitätsstufen einzuordnen:

- Regen:  
 $NS = [0, 40 - 42, 50 - 59, 60 - 69, 80 - 84, 90 - 00]$  und  $FBZ = [0, 1, 32]$  Schnee:  
 $NS = [70 - 79, 85 - 88]$  und  $FBZ = 65$

- Platzregen:  
 $NS$  entspricht Kennung Platzregen

- Glätte:  
 $FBZ = [64, 66, 67]$

Die Parameter sollten für die vier Witterungsbedingungen separat einstellbar sein.

### 3.3.3.2 Ermittlung der Wasserfilmdickenstufe

Der Messwert der Wasserfilmdicke  $WFD$  ( $> 0$  mm) ist durch exponentielle Glättung mit wanderndem Abweichungswinkel zu korrigieren. Die aktuellen Messwerte sollen hierdurch bei steigender Wasserfilmdicke (steigende Werte) weniger und bei abnehmender Wasserfilmdicke (fallende Werte) mehr gedämpft werden. Die entsprechenden Berechnungsformeln sind im Anhang A 3.3.2 aufgelistet.

Die geglättete Wasserfilmdicke ist für folgende Witterungsbedingungen in folgende Stufen einzuordnen:

- Regen:  
 $NS = [0, 40 - 42, 50 - 59, 60 - 69, 80 - 84, 90 - 00]$  und  $FBZ = [0, 1, 32]$  Schnee:  
 $NS = [70 - 79, 85 - 88]$  und  $FBZ = 65$
- Platzregen:  
 $NS$  entspricht Kennung Platzregen
- Glätte:  
 $FBZ = [64, 66, 67]$

Die Parameter sollten für die vier Witterungsbedingungen separat einstellbar sein.

NI-Stufe ein	NI-Stufe aus	NI-Stufe
$\geq 0,0$ mm/h		NI 0
$\geq 0,3$ mm/h	$< 0,2$ mm/h	NI 1
$\geq 1,2$ mm/h	$< 1,0$ mm/h	NI 2
$\geq 5,0$ mm/h	$< 4,0$ mm/h	NI 3
$\geq 12,0$ mm/h	$< 10,0$ mm/h	NI 4

Tab. 6: Erstversorgung für hysteresebasierte Grenzwerte zur Klassifizierung der Niederschlagsintensitätsstufen

WFD-Stufe ein	WFD-Stufe aus	WFD-Stufe
$\geq 0,0$ mm		WFD 0
$\geq 0,2$ mm	$< 0,1$ mm	WFD 1
$\geq 0,5$ mm	$< 0,4$ mm	WFD 2
$\geq 1,2$ mm	$< 1,0$ mm	WFD 3

Tab. 7: Erstversorgung für hysteresebasierte Grenzwerte zur Klassifizierung der Wasserfilmdickenstufen

WFD-Stufe	NI-Stufe					Wert n.v.
	NI 0	NI 1	NI 2	NI 3	NI 4	
WFD 0	trocken	trocken	nass 1	nass 2	nass 2	trocken
WFD 1	nass 1	nass 1	nass 2	nass 3	nass 4	nass 1
WFD 2	nass 2	nass 2	nass 2	nass 3	nass 4	nass 2
WFD 3	nass 2	nass 2	nass 3	nass 3	nass 4	nass 3
Wert n.v.	trocken	trocken	nass 1	nass 2	nass 3	

Tab. 8: Erstversorgung zur Ermittlung der Nässestufe (n.v. = nicht verfügbar)

### 3.3.3.3 Ermittlung der Nässestufe

Aus der Niederschlagsintensitäts- und Wasserfilmdickenstufe wird die maßgebliche Nässestufe abgeleitet. Diese stellt den maßgeblichen Parameter für die Situationserkennung dar.

Bei den Niederschlagsarten

- $NS$  0 (kein Niederschlag),
- $NS$  50 – (Sprühregen),
- $NS$  60 – 69 ((Regen),

und den Fahrbahnzuständen

- $FBZ$  0 (trocken),
- $FBZ$  32 (feucht)

ist die Nässestufe gemäß der in Tabelle 8 dargestellten parametrierbaren Matrix zu ermitteln.

Bei Erhöhung der Niederschlagsintensität wird unmittelbar die entsprechende Nässestufe wirksam. Verzögerungen bei nachlassendem Niederschlag sind nicht erforderlich, da dies durch die Wasserfilmdickenstufe berücksichtigt wird.

Liegen Werte für die Wasserfilmdickenstufe nicht vor, so sind bei nachlassender Niederschlagsintensität folgende Mindest-Verzögerungen vorzusehen. Die Werte sind in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Fahrbahnoberfläche gegebenenfalls zu modifizieren.

Geht die Intensität innerhalb eines Intervalls um mehr als eine Stufe zurück, sind alle Zwischenstufen zu durchlaufen.

Beispiel: von Stufe „nass 4“ nach Stufe „nass 1“:

- nach 1 min Stufe „nass 3“,
- dann 1 min Stufe „nass 2“,
- dann Stufe „nass 1“.

### 3.3.3.4 Ermittlung der Sichtweitenstufe

Der Messwert der Sichtweite  $SW$  ist durch eine exponentielle Glättung mit wanderndem Abwei-

Von Stufe	Nach Stufe	Verzögerung [min]
nass 4	nass 3	1
nass 3	nass 2	1
nass 2	nass 1	1
nass 1	Trocken	3

Tab. 9: Erstversorgung zur Berücksichtigung der Abtrocknungsphase

SW-Stufe ein	SW-Stufe aus	SW-Stufe
> 400 m		SW 0
≤ 400 m	> 500 m	SW 1
≤ 250 m	> 300 m	SW 2
≤ 120 m	> 150 m	SW 3
≤ 80 m	> 100 m	SW 4
≤ 50 m	> 60 m	SW 5

Tab. 10: Erstversorgung für hysteresebasierte Grenzwerte zur Klassifizierung der SW-Stufen

chungswinkel zu korrigieren. Hierdurch sollen die aktuellen Messwerte bei Nebelaufbau (fallende Werte) weniger und bei Nebelabbau (steigende Werte) mehr gedämpft werden. Die entsprechenden Berechnungsformeln sind im Anhang A 3.3.2 aufgelistet.

Die Sichtweitenstufe ist basierend auf den geglätteten Sichtweitenwerten zu ermitteln. Jeder Stufe sind zwei parametrierbare Sichtweitengrenzwerte zum Schalten in die nächst höhere bzw. zum Schalten in die nächst niedrigere Stufe zuzuordnen. Die Stufengrenzen sollten auf die menschliche Sichtweite abgestimmt sein (das Verhältnis der meteorologischen zur menschlichen Sicht beträgt bei Sichtweiten > 150 m ca. 2 : 1 und bei Sichtweiten ≥ 150 m etwa 1,5 : 1).

### 3.3.3.5 Ermittlung der Taupunkttemperatur

Die Taupunkttemperatur-Luft  $TPT - LT$  ist auf Basis der Lufttemperatur  $LT$  sowie der relativen Luftfeuchte  $RLF$  für die Umfelddatenmessstelle wie folgt zu ermitteln:

Taupunkttemperatur\_Luft ( $TPT - LT$ ) =

$$\frac{241,2 \cdot \ln \frac{RLF}{100} + \frac{4222,03716 \cdot LT}{241,2 + LT}}{17,5043 - \ln \frac{RLF}{100} - \frac{17,5043 \cdot LT}{241,2 + LT}}$$

Ist einer der benötigten Werte nicht verfügbar oder implausibel, so ist der Zielwert auf nicht ermittelbar zu setzen.

Die Taupunkttemperatur-Fahrbahn  $TPT - FBT$  ist auf Basis der Fahrbahnoberflächentemperatur sowie der relativen Luftfeuchte  $RLF$  für die Umfelddatenmessstelle wie folgt zu ermitteln:

Taupunkttemperatur\_Fahrbahn ( $TPT - FBT$ ) =

$$\frac{241,2 \cdot \ln \frac{RLF}{100} + \frac{4222,03716 \cdot FBT}{241,2 + FBT}}{17,5043 - \ln \frac{RLF}{100} - \frac{17,5043 \cdot FBT}{241,2 + FBT}}$$

Ist einer der benötigten Werte nicht verfügbar oder implausibel, so ist der Zielwert auf nicht ermittelbar zu setzen.

### 3.3.3.6 Ermittlung der Glättstufe

Die Abschätzung einer Glättegefahr bedarf einer genauen Beobachtung verschiedener Umfelddaten, die von einem Operator in den meisten Fällen nicht geleistet werden kann. Deshalb sollen automatische Modelle diese Arbeit übernehmen. Das Modell meldet anhand der aktuellen und dem Verlauf vorhergehender Messwerte verschiedener Parameter sowie durch Trendberechnungen eine mögliche Glättegefahr. Ein mögliches Modell zur Trendextrapolation ist im Anhang A 3.3.3 beschrieben. Da nur die Werte von einem Messstandort verarbeitet werden, kann bei Änderung des vorliegenden Messwertverlaufes eine Glätte auch früher oder später bzw. gar nicht auftreten. Der Operator muss bei Meldung einer möglichen Glättegefahr mit Hilfe anderer Hilfsmittel (z. B. SWIS-Berichte, Werte von anderen Messstandorten, Niederschlagsradar, Meldungen der Autobahnmeistereien, Polizei) selber abschätzen, ob eine VBA-Schaltung notwendig ist. In Abhängigkeit des umgesetzten Glättemodells sind die verwendeten Umfelddaten entsprechend zu verarbeiten und die resultierende Glättemeldung dem Operator bereitzustellen.

Im Anhang A 3.2.3 sind anhand eines Modellbeispiels zur Glättewarnung die einzelnen Meldungen aus dem Modell sowie deren Interpretation beschrieben.

### 3.3.3.7 Ermittlung der Helligkeitsstufe

Im Rahmen der Umfelddatenerfassung sollte die Helligkeit ebenfalls ermittelt werden. Abweichend von den anderen Umfelddaten, wird die Messung der Helligkeit nicht als Eingangsgröße für verkehrstechnische Verfahren zur Steuerung von VBA, son-

Helligkeitsstufe	niedrigere Helligkeitsstufe	höhere Helligkeitsstufe
Stufe 0 (gleichmäßig hell)	-	15000 lx
Stufe 1 (Tag)	15000 lx	2000 lx
Stufe 2 (Dämmerung)	2000 lx	100 lx
Stufe 3 (Nacht)	100 lx	-

Tab. 11: Zuordnung der Parameter für Helligkeitsstufen

dem lediglich zur Steuerung der Helligkeit der jeweiligen Anzeigen eines AQ genutzt.

Der Messwert der Helligkeit ist einer Helligkeitsstufe zuzuordnen. Hierfür ist eine parametrierbare Anzahl von Helligkeitsstufen zu definieren. Dabei muss es möglich sein, zwei Helligkeitssensoren, die an einem Standort angebracht sind (z. B. an der Front- und an der Rückseite eines Anzeigequerschnitts), logisch miteinander zu verknüpfen, sodass der jeweils höhere Helligkeitswert zur Steuerung der Helligkeit der Anzeigen herangezogen wird. Jeder Stufe sind zwei parametrierbare Helligkeitsgrenzwerte zum Schalten in die nächst höhere bzw. in die nächst niedrigere Stufe zuzuordnen.

Es sind mindestens vier Stufen vorzusehen, für deren Grundversorgung die in Tabelle 11 aufgeführten Grenzwerte gelten.

Den Helligkeitsstufen sind jeweils Prozentwerte (0 - 100 %) für die Helligkeit der Anzeigen zuzuordnen. Hierbei ist der Stufe 0 ein hoher Prozentwert zuzuordnen, den höheren Helligkeitsstufen jeweils niedrigere Prozentwerte. Diese Zuordnung muss durch den Bediener parametrierbar sein. Um zu verhindern, dass bei Übergang von einer Stufe zur nächsten oder bei leicht schwankenden Helligkeitswerten durch Wolken etc. die Helligkeitssteuerung der Wechselzeichengeber (WZG) ständig hin- und herschaltet, muss folgendes Kriterium erfüllt sein:

- eine Änderung der eingestellten Helligkeit am WZG darf erst durchgeführt werden, wenn die dem Helligkeitswert zugeordnete Schaltstufe über einen parametrierbaren Zeitraum  $\Delta t$  konstant bleibt. (Grundversorgung  $\Delta t = 3 \text{ min}$ )

Alle Schwellenwerte und die Zuordnung der Anzeigequerschnitte zu Helligkeitssensoren sowie die Zuordnung der Ersatzsensoren und die Helligkeit im Autark Betrieb müssen parametrierbar sein.

Im Falle der manuellen Helligkeitssteuerung sollte jeder EAK der FG 4 und somit jeder AQ separat einstellbar sein.

Bei Ausfall eines Helligkeitssensors sollte steuerungsseitig der benachbarte Sensorwert als Ersatzwert verwendet werden. Bei Ausfall aller Helligkeitssensoren sollte eine autarke Steuerung der WVZ erfolgen (sofern das WZG diese Betriebsart unterstützt).

### 3.4 Anforderungen an die Datenhaltung (FB 3)

#### 3.4.1 Allgemeines

Die Datenhaltung sollte gewährleisten, dass ein schneller Zugriff auf Online-Daten möglich ist (zum Zwecke der Verkehrssteuerung) und dass die Daten zuverlässig gespeichert werden. Darüber hinaus müssen aktuelle sowie historische Daten schnell für Abfragen und Analysen zugreifbar sein, ohne den Betrieb der Verkehrssteuerung zu beeinträchtigen.

Die Datenhaltung kann dreistufig organisiert sein:

- Zentrale Datenbank für Online-Zugriff
- Backup
- Zentrales Datenarchiv

Die zentrale Datenbank für den Online-Zugriff soll zum Ablegen von Information dienen, die für den laufenden Betrieb dauernd oder systemübergreifend, also von abhängigen Funktionsbereichen (z. B. Steuerung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen), benötigt werden.

Die zentrale Datenbank sollte höchstmögliche Verfügbarkeit gewährleisten. Das Datenwachstum ist beim Aufbau und der Bereitstellung zu berücksichtigen. Das Festplattensubsystem muss wegen der großen Datenmengen zudem den Schreibzugriff parallel über verschiedene Festplatten erlauben.

Unter Backup wird die Sicherung der Daten (dynamische Daten sowie Konfigurations- und Parametrierungsdaten) aus dem Betrieb der unterschiedlichen Systeme bzw. der zentralen Datenbank verstanden. Es muss sichergestellt werden, dass im Falle eines Datenverlusts infolge einer Störung in einem oder mehreren Systemen alle bzw. zu einem definierten Zeitpunkt entstandenen Informationen in gleicher Qualität und Umfang zur korrekten Weiterarbeit der Systeme wieder bereitgestellt werden können. Weiterhin muss sichergestellt sein, dass sämtliche Daten, die im Online-System eintreffen,

sofort gesichert werden müssen, damit keine Daten verloren gehen, wenn z. B. die Online-Datenbank einen Fehler aufweist.

Das gesamte Backup sollte über die zentrale Datenbank organisiert werden. Sollte es systemtechnisch nicht möglich oder erwünscht sein, dass alle relevanten Daten auf der zentralen Datenbank liegen, so kann ein lokal installierter Backup-Client die Daten auf der zentralen Datenbank ablegen. Damit sind in gleicher Weise „nur“ die Daten der zentralen Datenbank zu sichern.

Die gesicherten Daten müssen auf dem jeweiligen Datenträger in feuertechisch bzw. räumlich getrennten Bereichen aufbewahrt werden. Es sind Notfallpläne für den Zugriff auf diese Daten festzulegen.

Ein zentrales Datenarchiv dient zum Ablegen von semantisch aufbereiteten Informationen, die zu bestimmten Zeiten entstanden sind und über einen langen Zeitraum für unterschiedlichste Bedürfnisse und Anforderungen bereitgehalten werden sollen. Es muss auch möglich sein, verschiedene Datenhaltungen in unterschiedlichen Ausprägungen oder Teile davon anzusprechen.

Es sollten mindestens die folgenden Zugriffsmöglichkeiten gegeben sein:

- Datenbankverarbeitungs-Tool
- Tabellenkalkulations-Tool
- Dataminingtools
- ggf. SQL-Tools

Die Daten können in partitionierten Tabellen abgelegt werden, die z. B. monatsweise auf entsprechende zentrale Storagebereiche in Form von Tablespace abgebildet werden.

Die in den folgenden Kapiteln aufgelisteten Dateninhalte sowie in Anhang 4 aufgeführten Zeiträume für Datenhaltung sind als Minimalvorgaben zu verstehen. Die Zeiträume dienen ebenfalls zur Orientierung und Abschätzung des minimalen Speicherplatzes.

### **3.4.2 Verkehrsdaten (fahrstreifenbezogen)**

Die Verkehrsdaten für Steuerungszwecke werden in einem parametrierbaren Intervall (i. d. R. im 1 min-Zyklus) für jeden Fahrstreifen erfasst. Es ist zu beachten, dass der Messzyklus, entsprechend den Vorgaben in den TLS, je Messquerschnitt vari-

ieren und im laufenden Betrieb umgestellt werden kann. Die Datenhaltung muss auf solche Änderungen so reagieren, dass sowohl die erfassten als auch die auf Plausibilität geprüften und ggf. ersetzten Werte in ihrem Messzyklus zu speichern und vorzuhalten sind. Nach der Plausibilitätsprüfung sind die ungeglätteten Verkehrsdaten gemäß den Vorgaben aus Anhang 4 zu speichern.

Die Verkehrsdaten für statistische Zwecke werden im 1 h-Zyklus für jeden Fahrstreifen erfasst. Nach der Plausibilitätsprüfung sind die in Anhang A 4.1 aufgezählten Verkehrsdaten zu speichern. Die Speicherzeiten und Übergabemodi werden von der BASt festgelegt.

### **3.4.3 Analysedaten (fahrtrichtungsbezogen)**

Die fahrtrichtungsbezogenen Analysedaten (Verkehrsdichten) sind gemäß den Vorgaben aus Anhang A 4.2 zu speichern.

### **3.4.4 Geglättete Kurzzeitdaten (fahrtrichtungsbezogen)**

Die fahrtrichtungsbezogenen geglätteten Kurzzeitdaten sind gemäß den Vorgaben aus Anhang A 4.2 zu speichern.

### **3.4.5 Aggregierte Verkehrsdaten (fahrtrichtungsbezogen)**

Aus den Rohdaten müssen aggregierte Werte (z. B. 5 min, 15 min, 1 h) gebildet werden. Diese sind gemäß den Vorgaben aus Anhang A 4.2 zu speichern.

### **3.4.6 Durchschnittliche Tagesverkehrswerte (DTV Monat und DTV Jahr)**

Aus den Rohdaten werden ebenfalls durchschnittliche Tagesverkehrswerte (Anzahl Fahrzeuge pro Tag) auf Monats- und Jahresbasis berechnet. Diese Daten sind gemäß den Vorgaben aus Anhang A 4.3 zu speichern.

### **3.4.7 Achslastdaten**

Die Achslastdaten für statistische Zwecke werden im 1 h-Zyklus fahrstreifenbezogen erfasst. Nach der ggf. notwendigen Plausibilitätsprüfung sind die Achslastdaten gemäß Anhang A 4.4 zu speichern. Der Übergabemodus wird von der BASt festgelegt. Weitere Einzelheiten zur Erfassung und Übertragung sind in den TLS festgelegt.

### 3.4.8 Umfelddaten

Die Umfeld Rohdaten sind gemäß Anhang A 4.5 zu speichern. Kodierung, Bereich und Auflösung entsprechen den Vorgaben der TLS. Es muss prinzipiell möglich sein, alle in den TLS festgelegten Dateninhalte zu speichern.

### 3.4.9 Verkehrsstörungen

Bei automatisch ermittelten Verkehrsstörungen ist die ermittelte Verkehrsstufe (zählfließender Verkehr  $Z_3$  oder Stau  $Z_4$  siehe Kapitel 3.8.3.1) nach den Vorgaben aus Anhang A 4.6 zu speichern. Ändert sich die Verkehrsstufe bei aufeinanderfolgenden Messintervallen nicht, so sind nur das Datum und die Uhrzeit des ersten Intervalls und die Dauer zu speichern.

Zusätzlich müssen manuell eingegebene Daten über Baustellen und andere vorübergehende Engstellen (Unfälle) eingegeben werden können. Diese sind gemäß Anhang A 4.6 zu speichern.

### 3.4.10 Betriebsstörungen

Für alle Systemkomponenten werden Informationen über Störungen nach den folgenden Einheiten strukturiert abgespeichert. Einheiten sind hierbei:

- Messgeräte,
- Anzeigegeräte,
- Eingabe-/ Ausgabekonzentrator,
- Steuermodule,
- Kommunikationsrechner Inselbus,
- Unterzentralen,
- Verkehrsrechnerzentralen,
- Verbindungsleitungen zwischen den Funktionsebenen (WAN, LAN, Insel- und Lokalbusse).

Die Gutmeldung wird ebenfalls als ‚Fehlermeldung mit Fehlercode 0‘ abgespeichert.

Die Speicherdauer für diese Meldungen ist in Anhang A 4.7 festgelegt.

### 3.4.11 Schaltdaten WVZ/ WWW

Für jeden WZG/ WWW sollte der Anzeigezustand lückenlos dokumentiert werden. Deshalb sind pro WZG/ WWW die Daten gemäß Anhang A 4.8 sowie

Rückmeldungen inklusive Zeitstempel mit Folgenummer bei jeder Änderung abzuspeichern. Die Kodierung der WVZ/ WWW sollte i. d. R. nach der Festlegung in den TLS 2012 erfolgen außer bei Anzeigen, die nicht über die TLS 2012 abgedeckt sind (z. B. frei programmierbare Anzeigen).

Wird eine Schaltung durch ein Automatikprogramm ausgelöst, ist die Kennung des Schaltprogramms, welches die Schaltung bewirkt, die Schaltung selbst und die verursachende Messstelle als Schaltgrund zu speichern.

### 3.4.12 Bedienereingriffe/ Sonstiges

Folgende Informationen müssen verfügbar bzw. durch den Bediener veränderbar sein:

- Informationen zum Messquerschnitt (Lage, Messprinzip, Erfassungsintervalle, Verkehrsströme, Fahrstreifen, etc.)
- Informationen zum Kommunikationssystem (Leistungsparameter, Zuordnung der Messquerschnitte, Anzeigequerschnitte, Leitungen, etc.)
- Systemtechnische Parameter
- Zugriffs- und Änderungsfunktionen für die globalen Datenstrukturen des Systems

Alle Bedienereingriffe und statistischen Daten müssen für die in Anhang A 4.9 vorgegebenen Zeiten gespeichert werden.

### 3.4.13 Externe Daten

Neben den in den bereits beschriebenen Daten, ist in Abhängigkeit der jeweils vorhandenen Infrastruktur die Notwendigkeit gegeben verschiedene externe Daten ebenfalls zu speichern und für Analysen und Auswertungen vorzuhalten.

Beispielsweise sind im Fall von angebundenen Tunnelsystemen nach der Entwurfsfassung RABT [FGSV 2015b] die folgenden Daten in die Datenhaltung der VRZ/UZ aufzunehmen:

- Betriebszustände, insbesondere auf Basis der Anforderungen aus der Leittechnik hinsichtlich Schaltungsrelevanz:
  - Regelbetrieb,
  - Fahrstreifensperrung,
  - Sperrung einer Fahrtrichtung,
  - Vollsperrung.

### 3.5 Anforderungen an die Datenarchivierung (FB 4)

Alle Daten der VRZ und UZ sind automatisch zu archivieren.

Die Datenarchivierung dient sowohl der dauerhaften Speicherung der Daten (mindestens 10 Jahre) als auch der Reduzierung von Datenverlusten bei Hardwarefehlern.

Die Daten im Datenarchiv müssen vor Verlust gesichert werden.

Idealerweise gibt es (analog zu einem Datawarehouse) einen zentralen Rechner, der alle Daten übernimmt, aufbereitet und ablegt. Die Daten sollten in einer Datenbank organisiert sein. Die festgelegten internen Strukturen stellen die korrekte Interpretation von Daten über einen langen Zeitraum sicher.

Das Archivsystem ist so zu dimensionieren, dass prinzipiell alle Daten archiviert werden können. Dies kann z. B. durch Skalierbarkeit erreicht werden. Erweiterungen in Form neuer Datenarten, z. B. durch neue Funktionen, müssen ohne aufwändige Softwareänderungen archivierbar sein.

Zusätzlich zu dieser Archivierung müssen die Verkehrsdaten (Langzeitdaten) und Achslastdaten einzelner Messquerschnitte in eine Datei in einem von der BAST festgelegten Format geschrieben werden können.

Der Zeitpunkt einer Archivierung wird im Wesentlichen durch die folgenden Kriterien bestimmt:

- die noch verfügbare Festplattenkapazität hat einen vom Bediener parametrierbaren Schwellenwert erreicht,
- das Ende eines vom Bediener parametrierbaren Archivierungsintervalls wurde erreicht oder
- das Datenmodell wurde geändert.

Es ist zu beachten, dass die Grundlage für die Interpretation aller Anwendungsdaten das zugrunde gelegte Datenmodell ist. Deshalb muss im letzten Fall bei einer Änderung des Datenmodells auch die ab und zu diesem Zeitpunkt gültige Datenmodell-Beschreibung archiviert werden.

Nach der Ladephase müssen die Plattenbereiche nicht hoch performant sein, da die Daten nur selten benötigt werden. Es ist sicherstellen, dass der On-

line-Betrieb der VRZ/UZ beim Zugriff auf archivierte Daten nicht beeinträchtigt wird und der Zugriff auf archivierte Daten performant erfolgt (max. Faktor 10 im Vergleich zum Zugriff auf Online-Daten).

Der FB 13 „Protokolle und Auswertungen“ (siehe Kapitel 3.14) sollte seine Daten hierüber beziehen.

### 3.6 Anforderungen an die Betriebsdatenaufbereitung (FB 5)

Dieses Kapitel stellt derzeit einen Platzhalter dar. Verbindliche Vorgaben sind im Rahmen einer Fortschreibung des MARZ zu ergänzen.

### 3.7 Anforderungen an das Ereignismanagement (FB 6)

#### 3.7.1 Allgemeines

Der Ereigniskalender dient zur Verwaltung von Ereignissen und enthält folgende Funktionen

- Verwalten von Ereignissen
- Automatisches Versenden von Ereignissen bei Gültigkeit
- Abfrage von Ereignissen (auf Anfrage)

Der Ereigniskalender enthält Einträge über alle Ereignisse, die im Netz aktuell oder zukünftig vorliegen werden. Ein Ereignis ist als mögliche Ursache für einen bestimmten Verkehrsablauf zu sehen. Es kann Veränderungen im Verkehrsaufkommen auslösen (z. B. Ferienbeginn, Messe) oder die Leistungsfähigkeit einer Straße beeinträchtigen (z. B. Baustelle, Unfall).

Jedes Ereignis enthält eine Kennung über seine zeitliche Gültigkeit (Ereigniszeitbezug) sowie eine räumliche Kennung (Ereignisortsbezug), für welchen Streckenabschnitt oder welches (Teil-)Netz es relevant ist.

Der aktuelle Zustand (welche Ereignisse existieren und welche Ereignisse sind aktuell gültig) muss aus der Konfiguration und Parametrierung hergeleitet werden können.

### 3.7.2 Ereignisse

Ereignisse werden über folgende Attribute beschrieben:

- Beschreibung des Ereignisses
- Zeitliche Gültigkeit
- Räumliche Gültigkeit
- Ereignistyp
- Eingabequelle
- Zusätzliche Attribute

Diese Attribute werden nachfolgend erläutert.

#### Beschreibung des Ereignisses

Die Ereignisbeschreibung enthält Klartextinformation zur näheren Beschreibung des Ereignisses.

#### Zeitliche Gültigkeit

Ereignisse werden in vorhersehbare und nicht vorhersehbare unterschieden. Vorhersehbare Ereignisse können in ihrer zeitlichen Gültigkeit oft genau bestimmt werden (z. B. Messe von 8-17 Uhr). Sie können bereits als zukünftige Ereignisse in den Kalender eingetragen werden.

Im Gegensatz zu vorhersehbaren Ereignissen können nicht vorhersehbare Ereignisse nur als aktuelle Ereignisse in den Kalender eingetragen werden. Für nicht vorhersehbare Ereignisse liegt meistens keine genaue Zeitdauer vor (z. B. Uhrzeit der Räumung der Unfallstelle ist nicht bekannt). Die Gültigkeit schon aktiver oder bereits vergangener nicht vorhersehbarer Ereignisse kann jedoch meist im Nachhinein genau bestimmt werden und im Ereigniskalender entsprechend korrigiert werden. Dies ist zum Beispiel für das Automatische Lernen von Ganglinien von Bedeutung.

Die zeitliche Gültigkeit von Tagesereignissen bezieht sich immer auf ganze Tage und wird vom Ereigniskalender für die vordefinierten Tagesereignisse (soweit möglich) automatisch bestimmt.

Die aktive (zeitliche) Gültigkeit des Ereignisses, die im Kalender eingetragen wird, bezieht sich auf die aktive Gültigkeit. Die verkehrliche (zeitliche) Gültigkeit des Ereignisses kann sich von dieser aktiven Gültigkeit unterscheiden.

Beispiele

- Baustelle
  - aktive Gültigkeit 8:00 - 10:00 Uhr,

- voraussichtliche verkehrliche Gültigkeit 8:00 - 10:30 Uhr, d. h. die Auswirkungen der Baustelle sind auch nach Beseitigung noch vorhanden;

- Fußballspiel

- aktive Gültigkeit 15:00-17:00 Uhr,

- voraussichtliche verkehrliche Gültigkeit 13:45 - 14:45 Uhr und 17:15 - 18:15 Uhr wegen An- und Abreiseverkehr

Die Spezifikation von Zeitangaben zur aktiven Gültigkeit kann absolut, relativ zu anderen Ereignissen oder relativ zu Einträgen im Systemkalender geschehen. Die Bereiche der verkehrlichen zeitlichen Gültigkeit werden je Ereignistyp relativ zur aktiven Gültigkeit parametrisiert und können je Ereignistyp relativ zum Beginn oder zum Ende des aktiven Gültigkeitsbereichs festgelegt werden. Die verkehrliche Gültigkeit kann aus mehreren nicht unbedingt zusammenhängenden Teilen bestehen.

#### Räumliche Gültigkeit

Die räumliche Gültigkeit des Ereignisses ist so genau wie möglich im Ereigniskalender anzugeben. Ereignisse sind punkt-, linien- oder netzbezogen gültig. Hierzu erfolgt eine geographische Referenzierung (räumliche Kennung). Folgende Möglichkeiten eines räumlichen Bezugs des Ereignisses existieren:

- Auswahl einer Menge von Infrastrukturen (Teilnetze, Netze, Straßensegmente, Straßensubsegmente, Messquerschnitte etc.)
- Auswahl einer beliebigen Menge von zusammenhängenden Straßensegmenten mit einem Anfangs- und Endpunkt (Streckenzug).

#### Ereignistyp

Über den Ereignistyp wird das Ereignis klassifiziert. Jedem Ereignistyp ist eine Priorität zugeordnet, die beim Zusammentreffen von mehreren Ereignissen zur Auswahl des verkehrlich maßgebenden Ereignisses dienen kann. Eine mögliche Erstversorgung der Prioritäten von Ereignissen ist im Anhang 5 aufgelistet.

#### Eingabequelle

Die Quelle, von der die Information über das Ereignis stammt, wird bei der automatischen Generierung von Ereignissen von den jeweiligen Erzeugerprozessen eingetragen. Bei der manuellen Eingabe sollten beliebige Systeminterne und -externe Informationsquellen angegeben werden können.

### Zusätzliche Attribute

Es können weitere anwendungsabhängige Attribute definiert und den Ereignissen zugeordnet werden. Beispiele für derartige Attribute finden sich in der Spalte „Zusätzliche Attribute“ der Tabelle im Anhang 5. Diese anwendungsspezifischen Attribute haben für den Ereigniskalender keine semantische Bedeutung.

#### 3.7.3 Verwaltung der Ereignisse

Die Verwaltungsfunktion des Ereigniskalenders stellt folgende Funktionalitäten für andere Anwendungen zur Verfügung:

- Erzeugen neuer Ereignisse mit den zugehörigen Attributen
- Verändern der Attribute vorhandener Ereignisse
- Löschen von Ereignissen

#### 3.7.4 Abfragefunktion

Die Abfragefunktion ermöglicht es den Anwendungsprozessen, die gültigen Ereignisse für einen vorgegebenen Zeitraum abzufragen. Beispielsweise kann die Ganglinienprognose hierüber feststellen, welche Ereignisse sich im Prognosezeitraum verkehrlich an einem Ort auswirken. Die Eingabeparameter sind: ein Zeitbereich, der räumliche Bezug und eine Liste von Ereignistypen, die nicht zu berücksichtigen sind. Ergebnis ist eine zeitlich sortierte Liste, die für jede Zustandsänderung eines Ereignisses einen Eintrag mit folgenden Informationen enthält:

- Referenz auf das betroffene Ereignis
- Neuer Status des Ereignisses (gültig/ nicht mehr gültig)
- Zeitpunkt der Statusänderung

#### 3.7.5 Benachrichtigungsfunktion

Die Benachrichtigungsfunktion des Ereigniskalenders benachrichtigt entsprechend angemeldete Anwendungsprozesse über aktuelle Statusänderung von Ereignissen. Eingabeparameter hierfür ist eine Liste von Ereignistypen, die nicht zu berücksichtigen sind.

Bei der Anmeldung wird der aktuelle Stand der gerade aktuellen Ereignisse übermittelt. Nach der An-

meldung wird eine Benachrichtigung unter folgenden Umständen ausgelöst:

- Ereignis wird gültig
- Ereignis ist gültig und ein Attribut hat sich geändert
- Ereignis ist nicht mehr gültig

Dem Anwendungsprozess werden im Falle einer Benachrichtigung folgende Informationen übermittelt:

- Referenz auf das betroffene Ereignis
- Ursache der Benachrichtigung (gültig geworden/ nicht mehr gültig/ Attributänderung)
- Zeitpunkt der Änderung

### 3.8 Anforderungen an Verfahren zur Situationserkennung und -bewertung (FB 7)

#### 3.8.1 Grundlagen der Situationserkennung und -bewertung

##### 3.8.1.1 Einführung des Begriffs Situation

Ausgangsgröße eines Situationserkennungsverfahrens ist eine Situation.

##### Definition

Eine Situation beschreibt einen diskreten, räumlich zugeordneten (verkehrlichen bzw. witterungsbedingten) Zustand bzw. eine (verkehrliche bzw. witterungsbedingte) Aussage eines bestimmten Typs mit einer zugeordneten Aussage zur Qualität bzw. Zuverlässigkeit (Ergebniswertgüte) des Verfahrens.

Eine Situation ist demnach eine Funktion

$$\text{Situation} = f(\text{Typ, diskreter Zustand}(\text{Typ}), \text{räumliche Zuordnung, Verfahren, Ergebniswertgüte, Verfahrensgüte})$$

##### Typ

Die Ergebnisse der Situationserkennungsverfahren werden formal auf Situationen abgebildet, wobei eine Situation einen konkreten Typ hat. Dieser Typ wird für die Situationsbewertung, also den formalen Abgleich bei mehreren gleichzeitig anliegenden Situationen, verwendet.

Tabelle 12 enthält mögliche Situationstypen in der Verkehrssteuerung.

### Diskrete Zustände

Für einen Situationstyp werden die aus den Verfahren ermittelten Ergebniswerte abhängig vom Situationstyp auf einen diskreten Zustand abgebildet. Grenz- und Schwellwerte für die Diskretisierung sind maßnahmenspezifisch festzulegen. Für jeden Typ ist eine geordnete Liste von Zuständen zu definieren. Die eindeutige Ordnung der Zustände wird für den formalen Abgleich bei mehreren gleichzeitig anliegenden Situationen gleichen Typs verwendet, um eine resultierende Situation zu ermitteln.

Die in Tabelle 12 dargestellten Zustände sind bei den einzelnen Typen zu unterscheiden (Ergänzung und Änderung bei Bedarf).

Ergänzend zu den verkehrstechnischen Zuständen sind bei allen Situationstypen einheitlich mit niedrigster Priorität noch die Zustände ‚nicht ermittelbar‘ und ‚keine Daten‘ möglich.

### Räumliche Zuordnung

Die räumliche Zuordnung des (verkehrlichen) Zustandes eines spezifischen Situationstyps erfolgt auf Basis der referenzierbaren Ortsobjekte des verwendeten Systems.

Punkt: Messstellenort (MQ, Sensor, etc.)

Strecke: Straßensegmente (zusammenhängend mit Anfangs- und Endoffset)

Netz: beliebige Kombination von Strecken

Gebiet: räumliches Gebiet, beliebige Ausdehnung, nicht gebunden an Infrastrukturelemente.

### Verfahren

Zu jeder ermittelten Situation wird ebenfalls das verwendete Verfahren vermerkt, damit dieses in späteren Schritten, ggf. als zusätzliches Bewertungskriterium bzw. für die sogenannten Schaltentscheidungsprotokolle, verwendet werden kann.

In der Praxis werden die Verfahren in der Regel für einen bestimmten Zweck (z. B. Steuerung einer SBA oder NBA, Generierung von Verkehrsmeldungen) eingesetzt und wurden zum Teil auch für diesen Einsatzzweck konzipiert. Häufig sind daher in bestehenden Verfahren Situationen direkt mit Maßnahmen gekoppelt.

Grundsätzlich wird durch die Entkoppelung von Situationserkennung und Maßnahmen ermöglicht,

Situationstyp	Zustände (niedrige Priorität → hohe Priorität)
Fahrtzeit	normal, verlängert, stark verlängert
LOS (Störfallindikator)	freier Verkehr, zähfließender Verkehr, ..., Stau
Zuflussrate	mit oder ohne Rückstau bis über den Verkehrsdetektor zur Rückstaudetektion
Unruhe im Verkehr	keine, gering, mittel, hoch
Lkw-Anteil	niedrig, mittel, hoch
Fahrbahnzustand (Nässe)	trocken, nass1, ..., nass4
Sichtverhältnisse	freie Sicht, leicht eingeschränkt, ..., stark eingeschränkt
Windrichtung	in Fahrtrichtung, quer zur Fahrtrichtung
Windstärke	windstill, Windstärke 1, ..., Windstärke N
Fahrbahnzustand (Glätte)	keine Glätte, ..., glatt
Langsam fahrende Fahrzeuge	nicht vorhanden, vorhanden
Geringer Abstand zwischen aufeinander folgenden Fahrzeugen	nein, ja
Geschwindigkeitsdifferenz aufeinander folgender Fahrzeuge	gering, mittel, hoch
...	

Tab. 12: Zustände von Situationstypen

dass zur Steuerung einer bestimmten Maßnahme mehrere Situationserkennungsverfahren herangezogen werden können, die zuvor unter Berücksichtigung von Gütekriterien abgeglichen worden sind (siehe Kapitel 3.11). Das kann die Qualität der Steuerung deutlich steigern. Die Beschreibung der zugeordneten Maßnahmen erfolgt im Kapitel 3.10.

Es ist zu beachten, dass der zeitliche Bezug je nach Verfahren variieren kann. Bestimmte Verfahren arbeiten mit prognostizierten Daten bzw. generieren Ergebnistypen mit einem Prognosehorizont, wäh-

rend andere Verfahren Informationen über den aktuellen Zustand liefern.

### **Verfahrensgüte**

Die Qualität des angewandten Verfahrens wird über die Verfahrensgüte mit einem Wert zwischen 0 (schlecht) bis 1 (sehr gut) festgelegt.

### **Ergebniswertgüte**

Die Ergebniswertgüte legt fest, wie „gut“ der ermittelte Zustand aus Sicht des Verfahrens aufgrund der verarbeiteten Eingangsgrößen ist. Er stellt also keine Bewertung der Güte des Verfahrens an sich dar.

Ermittelt ein Verfahren einen Ergebniswert auf Basis vollständiger und als korrekt gekennzeichnete Eingangsgrößen, so ist die Güte der Ausgangsgröße 1. Wird die Ausgangsgröße auf Basis bereits interpolierter oder nur aus teilweise vorhandenen Eingangsgrößen ermittelt, liegt die Güte der Ausgangsgröße entsprechend niedriger (0 ... <1).

#### **3.8.1.2 Verkehrliche Situationsermittlung**

Bei der verkehrlichen Situationsermittlung sind zwei Gruppen von Verfahren zu unterscheiden.

Die erste Gruppe umfasst querschnittsbezogene Verfahren, die auf ausschließlich lokalen verkehrlichen Kenngrößen aufbauen, d. h. sie ziehen zur Analyse die Werte einzelner Messquerschnitte heran, ohne diese miteinander zu verknüpfen. Bei der lokalen Verkehrsflussanalyse wird der Verkehrsfluss räumlich begrenzt für den jeweiligen Messquerschnitt analysiert. Gemessen wird das lokale Verhalten der Fahrzeuge am Messquerschnitt. Innerhalb der querschnittsbezogenen Verkehrsflussanalyse sind methodisch weitere Einzelverfahren zu unterscheiden, die berücksichtigen, dass der tatsächliche räumliche Betrachtungsbereich in unterschiedlichem Maß über den Messquerschnitt hinaus und im Extremfall bis vor die Nachbarzählstelle reichen kann.

Die zweite Gruppe umfasst Verfahren, die auf streckenbezogenen Kenngrößen basieren, die entweder direkt ermittelt oder durch Verknüpfung von Kenngrößen aus lokalen Messungen abgeleitet werden. Die einzelnen Verfahren unterscheiden sich durch die Art der Erhebung dieser Streckendaten.

Die Störfallerkennung ist als spezielle Aufgabe der Verkehrsflussanalyse zu verstehen. Verfahren zur

automatischen Störfallerkennung sollten so arbeiten, dass Störfälle nach dem Eintreten möglichst schnell erkannt und genau lokalisiert werden, wobei auch wirtschaftliche Gesichtspunkte zu beachten sind.

In der Verkehrssteuerung werden drei Zeithorizonte bei der Prognose (verfahrensabhängig) unterschieden:

- Kurzzeitprognose (bis zu maximal 5 min)
- mittelfristige Prognose (zwischen 5 min und 12 h)
- Langzeitprognose (über 12 h).

Bei der Steuerung von Streckenbeeinflussungsanlagen (SBA) wird die Kurzzeitprognose (siehe Anhang A 3.3.1) eingesetzt. Sie dient der Vorausschau der unmittelbar folgenden Minuten und berücksichtigt bei der Betrachtung eines Messwertes vor allem den Entwicklungstrend des Messwertes seit dem letzten Erfassungsintervall.

Bei der Steuerung von Netzbeeinflussungsanlagen (NBA) wird die mittelfristige Prognose eingesetzt. Da die Umlenkung von ganzen Fahrzeugströmen über andere Routen eine Abschätzung des Verkehrszustandes auf den zur Verfügung stehenden Routen erfordert, hängt der Prognosehorizont von der Fahrtzeit zwischen dem Entscheidungspunkt und dem Ende der Umlenkungsrouten ab.

Die Langzeitprognose wird bei der automatischen Steuerung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen nicht eingesetzt.

Die Prognose des Verkehrszustands soll Überlastungserscheinungen und damit mögliche Verkehrsstörungen vorhersagen. Dadurch wird die Entscheidungsgrundlage für rechtzeitige Gegenmaßnahmen geschaffen, durch deren Wirkung Störungen bereits im Vorfeld entschärft werden und Fahrer sich durch veränderte Fahrweise und/oder Routenwahl auf die Situation einstellen können.

#### **3.8.1.3 Umfeldbedingte Situationsermittlung**

Neben den verkehrlichen Situationen haben auch umweltbedingte Situationen maßgeblichen Einfluss in der Verkehrssteuerung. Dazu zählen witterungsbedingte Situationen (z. B. Nässe, Nebel) sowie umweltbezogene Verfahren, bei den Schadstoff- oder Lärmemissionen ermittelt werden.

Verfahren	Kapitel	Vorwiegender Einsatzbereich			Ergebnis des Verfahrens						Ergebnistyp	
		SBA	NBA	KBA	bestimmte Verkehrssituation	bestimmter Verkehrszustand	lokale Verkehrslage		streckenbezogene Verkehrslage			
							fahrtrichtungsbezogen	fahrstreifenbezogen	Aktuell	Prognose		
Verkehrsstufen zur Verkehrssituationsübersicht	3.8.3.1	X					X					Verkehrsstufe 1-4
Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage (Harmonisierung)	3.8.3.2	X					X					Verkehrssituation 1-5
Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung	3.8.3.3	X				Stau (richtungsbezogen)	X					Stau ja / nein
Fahrstreifenbezogene Verkehrslage (Harmonisierung)	3.8.3.4	X						X				Verkehrszustand Harmonisierung 120, 100 oder 80 km/h
Fahrstreifenbezogene Stauererkennung	3.8.3.5	X				Stau (fahrstreifenbezogen)		X				Stau ja / nein
Unruhe im Verkehr	3.8.3.6	X				Unruhe im Verkehr (richtungsbezogen)	X					Unruhe im Verkehr ja / nein
Dynamisches Fundamentaldiagramm	3.8.3.7	X					X		X			Verkehrszustand 1-7
Warnung vor Stau bei schwachem Verkehr	3.8.3.8	X				Unfallbedingter Stau	X					Stauwarnung ja / nein
LOGIT-basierte Situationserkennung	3.8.3.9	X					X	X	X			Verkehrssituation, Schaltempfehlung, Zusatzinformation für den Staufall
Verkehrslage aus streckenbezogenen Daten	3.8.3.10	X					X		X			Verkehrszustände
Hoher Lkw-Anteil	3.8.3.11	X				Verkehr mit hohem Lkw-Anteil (richtungsbezogen)	X					hoher Lkw-Anteil ja / nein
Langsam fahrendes Fahrzeug	3.8.3.12	X			Verkehr mit langsam fahrendem Fahrzeug (fahrstreifenbezogen)			X				langsam fahrendes Fahrzeug ja / nein
Witterungszustand Nässe	3.8.3.13	X			Nässe (querschnittsbezogen)		X					Nässestufe (trocken, nass 1 - nass 4)

Tab. 13: Übersicht und Eigenschaften der Verfahren zur Situationserkennung

Verfahren	Kapitel	Vorwiegen-der Einsatzbereich			Ergebnis des Verfahrens						
		SBA	NBA	KBA	bestimmte Verkehrssituation	bestimmter Verkehrszustand	lokale Verkehrslage		streckenbezogene Verkehrslage		Ergebnistyp
							fahrtrichtungsbezogen	fahrstreifenbezogen	Aktuell	Prognose	
Witterungszustand Nebel	3.8.3.14	X			Nebel (querschnittsbezogen)		X				Sichtweitenstufe SW 0 - SW 5
Windwarnung	3.8.3.15	X			Wind (querschnittsbezogen)		X				Windstärke 0 - 12
Fahrtzeitmodell auf Basis lokaler Geschwindigkeit	3.8.4.1		X						X		Fahrtzeit pro Masche und Fahrtrichtung
Verkehrslageermittlung auf Basis der Drei-Phasen-Verkehrstheorie	3.8.4.2		X						X	X	akt. und progn. Stauobjekte und Fahrtzeit
Ganglinienprognose	3.8.4.3		X						X	X	progn. Verkehrsstärke und progn. Geschwindigkeit
Stauverlaufsanalyse	3.8.4.4		X			Stau (richtungsbezogen)			X	X	progn. Verkehrsstärke, progn. Engpasskapazität, progn. Staulänge und -dauer, progn. Verlustzeit und Geschwindigkeit im Stau
Köln-Koblenz-Algorithmus	3.8.4.5		X			Stau (richtungsbezogen)			X	X	akt. und progn. Verkehrszustände, Staulängen und Fahrtzeiten
Vereinfachtes Netzsteuerungsmodell	3.8.4.6		X						X		Verkehrszustände, Staulängen und Fahrtzeiten
Verkehrslage aus Bluetoothsignaturen	3.8.4.7		X				X		X		Verkehrszustände
Verkehrslage an Knotenpunkten	3.8.5			X				X			Verkehrszustand (stabil, kritisch, Stau auf Hauptfahrbahn)

Tab. 13: Übersicht und Eigenschaften der Verfahren zur Situationserkennung (Fortsetzung)

### 3.8.2 Überblick über Verfahren der Situationserkennung und -bewertung

Tabelle 13 zeigt eine Übersicht über vorhandene Verfahren zur Situationserkennung sowie die erzielten Ergebnisse. Die einzelnen Verfahren werden im Folgenden näher beschrieben.

### 3.8.3 Verfahren mit vorwiegendem Einsatz in der SBA-Steuerung

Nachfolgend sind Situationserkennungsverfahren beschrieben, die vorwiegend in der SBA-Steuerung verwendet werden. Grundsätzlich eignen sich diese Algorithmen aber auch zur Steuerung von anderen Anlagentypen. Dabei ist aber ggf. auf einen ande-

ren Zeitbezug zu achten. Während beispielsweise bei SBA-Steuerungen in der Regel mit Intervallen  $\leq 1$  min operiert wird, sind die Intervalle NBA-Steuerungen meist  $\geq 5$  min.

### 3.8.3.1 Verkehrsstufen zur Verkehrssituationsübersicht

Zur Ermittlung der Verkehrssituation werden vier Verkehrsstufen benutzt. Die Unterscheidung der Verkehrsstufen geschieht anhand der geglätteten fahrtrichtungsbezogenen Kenngrößen mittlere Kfz-Geschwindigkeit  $V_{Kfz,g}$  und lokale Verkehrsdichte  $K_{Kfz,g}$ . Im Anhang A 6.1.1 werden Wertebereiche abhängig von der Anzahl der betrachteten Fahrstreifen für Hauptfahrbahnen angegeben, aus deren Über- bzw. Unterschreiten sich die Kriterien für eine Zustandsänderung ergeben. Diese Werte dienen der Grundversorgung einer Anlage und müssen je Messquerschnitt variabel vom Bediener parametrierbar sein. Für die Ermittlung der Verkehrsstufen für einzelne Richtungsfahrbahnen sind die Angaben für Fahrbahnen mit einem Fahrstreifen zu verwenden. Als verkehrliche Kenngrößen sind jeweils die fahrstreifenbezogenen Werte zu verwenden.

### 3.8.3.2 Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage (Harmonisierung)

Unter Verwendung von fahrtrichtungsbezogenen geglätteten Daten (Kfz-Verkehrsstärke, Pkw-Geschwindigkeit und Verkehrsdichte) und parametrierbaren Grenzwerten je Messquerschnitt werden fünf Verkehrssituationen unterschieden, welche als Grundlage für eine Harmonisierung des Verkehrs genutzt werden können. Die hierfür verwendeten Kriterien sind im Anhang A 6.1.2 beschrieben.

### 3.8.3.3 Fahrtrichtungsbezogene Stauerkennung

Grundlage für die Stauerkennung stellt die Analyse der fahrtrichtungsbezogenen geglätteten Daten einzelner MQ dar. Anhand vorliegender Messwerte werden Stausituationen auf Grundlage verschiedener Kriterien ermittelt:

- Staukriterium 1 (Belegung)
- Staukriterium 2 (geglättete Geschwindigkeit)
- Staukriterium 3 (Verkehrsstufe Z4)

Die entsprechenden zugrundeliegenden Berechnungsvorschriften sind im Anhang A 6.1.3 beschrieben.

### 3.8.3.4 Fahrstreifenbezogene Verkehrslage (Harmonisierung)

Um eine Harmonisierung des Verkehrsablaufes zu erreichen, wird eine fahrstreifenbezogene Analyse der vorherrschenden Verkehrsverhältnisse durchgeführt. Hierfür sind Informationen zur Kfz-Geschwindigkeit, zur Verkehrsstärke und zur Verkehrsdichte auf jedem einzelnen Fahrstreifen notwendig. Es werden i. d. R. drei Harmonisierungsstufen (120 km/h, 100 km/h und 80 km/h) vorgesehen. Im Kontext von Strecken mit geringerer zulässiger Höchstgeschwindigkeit (z. B. Tunnelstrecken) sind darüberhinaus weitere Harmonisierungsstufen (z. B. 60 km/h) zweckmäßig. Die Harmonisierungsstufen beziehen sich dabei auf Schwellwerte, die je nach Situation in Abhängigkeit von Nässe und Dunkelheit modifiziert werden. Für die Schaltung einer Harmonisierungsstufe (siehe auch Kapitel 3.10.3.1) ist es notwendig, dass das entsprechende Einschaltkriterium länger als ein Messintervall erfüllt wird.

Die relevanten Kriterien und Berechnungen sind im Anhang A 6.1.4 aufgeführt.

### 3.8.3.5 Fahrstreifenbezogene Stauerkennung

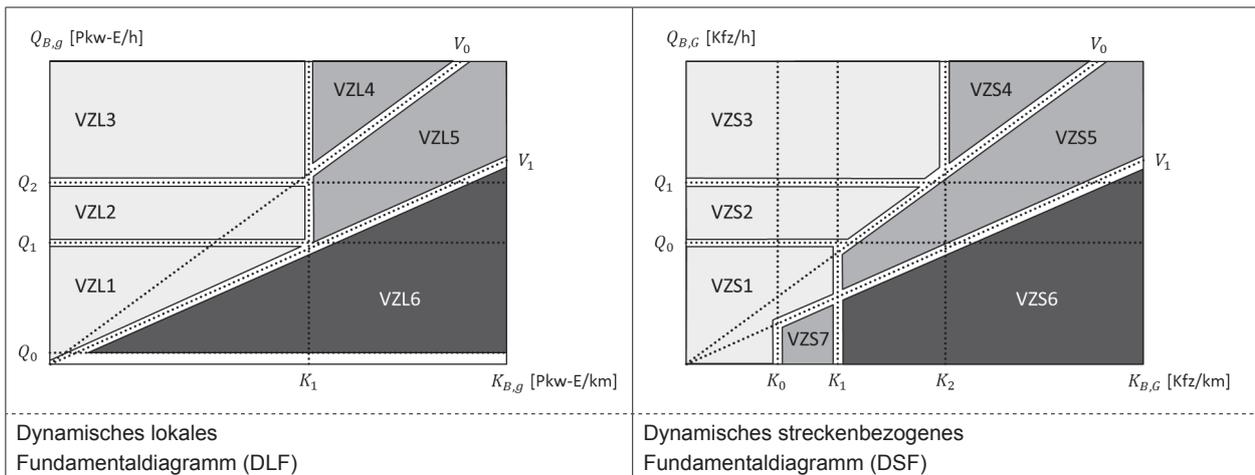
Staus können sich fahrstreifenbezogen entwickeln (z. B. Lkw-Stau auf dem rechten Fahrstreifen, Rückstau von einer stromabwärtigen Ausfahrt). Daher hat es sich bewährt, eine fahrstreifenbezogene Stauerkennung einzusetzen.

Die Staudetektion erfolgt, sobald auf mindestens  $n$  Fahrstreifen die Einschaltgeschwindigkeit unterschritten wird. Das Stauereignis bleibt dann solange aktiv, bis - je nach Verkehrsstärke - auf  $n$  oder (bei hoher Verkehrsstärke) auf allen Fahrstreifen die Ausschaltgeschwindigkeit überschritten wird. Dabei hängen die fahrstreifenbezogenen Ein- und Ausschaltgeschwindigkeiten zusätzlich von der aktuellen Geschwindigkeitsanzeige ab.

Die relevanten Kriterien und Berechnungen sind im Anhang A 6.1.5 aufgeführt.

### 3.8.3.6 Unruhe im Verkehr

Für die je Messintervall (i. d. R. 1 min) vorliegenden Standardabweichungen der Geschwindigkeiten



**Bild 7:** Zustandsbereiche im dynamischen Fundamentaldiagramm

kann der Verkehrszustand „Unruhe im Verkehr“ ermittelt werden. Ein Vergleich der Standardabweichungen der Geschwindigkeiten auf dem linken Fahrstreifen  $s_{Kfz}(i, links)$  wird zur weiteren Harmonisierung des Verkehrs und der Störungsfrüherkennung herangezogen. Auf Unruhe im Verkehrsfluss wird geschlossen, wenn die Standardabweichung der Kfz-Geschwindigkeiten auf dem linken Fahrstreifen  $s_{Kfz}(i, links)$  einen Schwellenwert  $s_{u,max}$  überschreitet, unter der Nebenbedingung, dass ebenfalls die Verkehrsbelastung auf dem linken Fahrstreifen und die geglättete Verkehrsstärke auf der gesamten Richtungsfahrbahn eines Messquerschnitts bestimmte Grenzwerte ( $q_{u,max}$  und  $Q_{u,max}$ ) überschreiten.

Die relevanten Kriterien und Berechnungen sind im Anhang A 6.1.6 aufgeführt.

### 3.8.3.7 Dynamisches Fundamentaldiagramm

Das Verfahren ermittelt Verkehrszustandsklassen sowohl lokal (messquerschnittsbezogen) als auch streckenbezogen. Die Verkehrszustandsklassen werden als Bereiche eines Fundamentaldiagramms (Q-K-Diagramm) definiert. Der aktuelle Verkehrszustand wird über den so genannten Betriebspunkt im Fundamentaldiagramm aus aktuellen Messwerten identifiziert. Um ein Hin- und Herspringen zwischen zwei Zuständen im Übergangsbereich zu verhindern, wird eine parametrierbare Schalthysterese eingesetzt.

Im dynamischen lokalen Fundamentaldiagramm (DLF) wird der aktuelle Betriebspunkt über die aktuellen geglätteten lokalen Verkehrsdaten ermittelt. Im dynamischen streckenbezogenen Fundamentaldiagramm (DSF) werden die aktuellen streckenbe-

zogenen Verkehrsdaten zur Bestimmung des aktuellen Betriebspunkts herangezogen.

Bild 7 zeigt auf der linken Seite die Zustandsbereiche des DLF (VZL1 - VZL6) und auf der rechten Seite die Zustandsbereiche des DSF (VZS1 - VZS7) mit den parametrierbaren Grenzwerten.

Bei der Bestimmung des aktuellen Zustandsbereichs können weitere Nebenbedingungen (Fahrbahnzustand, Sichtweite) berücksichtigt werden.

Die relevanten Kriterien und Berechnungen zur Abgrenzung der einzelnen Verkehrszustände sind im Anhang A 6.1.7 aufgeführt.

### 3.8.3.8 Warnung vor Stau bei schwachem Verkehr

Die Stauwarnung basiert auf der Erkennung, dass für den Streckenabschnitt stromabwärts eines Unfalls (Messquerschnitte  $MQ_{i+1}, \dots, MQ_{i+n}$ ) über einen parametrierbaren Zeitraum kein Verkehr detektiert wird. Hierbei wird nach der in Anhang A 6.1.8 dargestellten Logik ein Stau erkannt bzw. das Ende eines Staus definiert.

### 3.8.3.9 LOGIT-basierte Situationserkennung

Ziel des Steuerungsverfahrens ist die Generierung von optimalen Schalterempfehlungen für die Harmonisierung und die Stauwarnung. Schalterempfehlungen zu Lkw-Überholverbot und Witterungswarnung sind nicht Bestandteil des Steuerungsverfahrens.

Im Rahmen des Steuerungsverfahrens verknüpft ein LOGIT-Modell bekannte Störungsindikatoren mit neu entwickelten Indikatoren. Es beinhaltet so-

wohl die Stauerkenntnis als auch die Harmonisierung des Verkehrs.

Ergebnis des Steuerungsverfahrens hinsichtlich der Stauwarnung ist eine diskrete Wahl zwischen den fünf verschiedenen Schalteempfehlungen:

- Geschwindigkeitsbegrenzung auf 120 km/h
- Geschwindigkeitsbegrenzung auf 100 km/h
- Geschwindigkeitsbegrenzung auf 80 km/h
- Geschwindigkeitsbegrenzung auf 60 km/h
- Stauwarnung

Aus dem Teil Harmonisierung des Verfahrens werden Situationen erkannt, welche eine Anzeige 120, 100 und 80 km/h empfehlen. Zur Stauerkenntnis kommen mehrere Verfahren zum Einsatz. Die zugrunde liegenden Kriterien und Berechnungen zur Abgrenzung der einzelnen Schalteempfehlungen sind im Anhang A 6.1.9 aufgeführt.

Das Steuerungsverfahren ist in der Lage, zwischen wertvolleren und weniger wertvollen Informationen zu unterscheiden.

Mit dem Einsatz eines LOGIT-Modells wird kompensiert, dass derartige Verfahren zwar eine hohe Erkennungsrate haben, aber ebenso zu vielen Fehlalarmen führen können. Der Einsatz des LOGIT-Modells schätzt die Zuverlässigkeit der Stauerkenntnisverfahren in den einzelnen Abschnitten der Streckenbeeinflussungsanlage ab und berücksichtigt dies in der Verknüpfung der Kennwerte. Die Zusammenhänge bei der Verwendung des LOGIT-Modells sind ebenfalls im Anhang A 6.1.9 aufgeführt.

Für den Teil der Harmonisierung innerhalb des Steuerungsverfahrens wird der Algorithmus des Verfahrens Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage (Harmonisierung, siehe Kapitel 3.8.3.2) in modifizierter Form herangezogen. Es werden keine Ausschaltwellenwerte definiert, sondern es erfolgt eine zeitliche Hysterese. Die Schalteempfehlungen werden, falls sie nicht durch eine erneute Erkennung aktiviert werden, nach Ablauf eines vorgegebenen parametrierbaren Zeitintervalls (Erstversorgung 5 min) um eine Stufe zurückgenommen. Hierdurch entfallen viele Parameter bezüglich der Ausschaltwellenwerte.

### 3.8.3.10 Verkehrslage aus streckenbezogenen Daten

Dieses Kapitel stellt einen Platzhalter dar. Im Rahmen einer Fortschreibung des MARZ sollten entsprechende Inhalte ergänzt werden.

Geschwindigkeit	Geschwindigkeitsklasse
[11 ... 20] km/h	20
[21 ... 30] km/h	30
[31 ... 40] km/h	40
[41 ... 50] km/h	50
[51 ... 60] km/h	60

Tab. 14: Erstversorgung Geschwindigkeitsklassen zur Definition der Situation langsam fahrendes Fahrzeug

### 3.8.3.11 Hoher Lkw-Anteil

Die Detektion eines hohen Lkw-Anteils  $A_{Lkw}(i)$  bei gleichzeitig hohen Querschnittsbelastungen  $Q_{B,g}(i)$  stellt eine Verkehrssituation dar, auf die mit geeigneten Maßnahmen reagiert werden kann. Grundlegende Zusammenhänge sind in Anhang A 6.1.10 beschrieben.

### 3.8.3.12 Langsam fahrendes Fahrzeug

In Steigungsbereichen mit geringen Lkw-Geschwindigkeiten soll eine Warnung vor langsam fahrenden Fahrzeugen und Lkw-Stau zur Vermeidung von Auffahrunfällen erfolgen. Auf dem rechten Fahrstreifen an mindestens einem repräsentativen Messquerschnitt in der Steigungsstrecke sind Geschwindigkeit und genauer Durchfahrtszeitpunkt des langsamsten Lkw innerhalb eines parametrierbaren Intervalls (Erstversorgung 15 s) zu ermitteln.

In Abhängigkeit der vorliegenden Streckencharakteristik wird durch den Vergleich der gemessenen Geschwindigkeit mit einer (parametrierbaren) Grenzggeschwindigkeit die Situation langsam fahrendes Fahrzeug abgeleitet. Ggf. kann dieser Vergleich auch auf Basis der sich ergebenden Geschwindigkeitsklasse durchgeführt werden.

### 3.8.3.13 Witterungszustand Nässe

Das Verfahren beruht darauf, dass neben den Werten der Niederschlagsintensität auch die entsprechende Wasserfilmdicke auf der Fahrbahn erfasst wird. Durch Verknüpfung der jeweiligen Niederschlagsintensitätsstufe mit der Wasserfilmdickenstufe über eine Matrix wird eine Nässestufe (siehe Kapitel 3.3.3.3) gebildet, die die realen Verhältnisse wiedergibt und zur Situationseinschätzung genutzt wird.

### 3.8.3.14 Witterungszustand Nebel

Das Verfahren zur Ableitung des Witterungszustands Nebel beruht auf den gemessenen Werten

Windstärke	Geschwindigkeit		Bedeutung
	km/h	m/s	
0	0 - 1	0 - 0,2	Windstille
1	2 - 5	0,3 - 1,5	leiser Zug
2	6 - 11	1,6 - 3,3	leichte Brise
3	12 - 19	3,4 - 5,4	schwache Brise
4	20 - 28	5,5 - 7,9	mäßige Brise
5	29 - 38	8,0 - 10,7	frische Brise
6	39 - 49	10,8 - 13,8	starker Wind
7	50 - 61	13,9 - 17,1	steifer Wind
8	62 - 74	17,2 - 20,7	stürmischer Wind
9	75 - 88	20,8 - 24,4	Sturm
10	89 - 102	24,5 - 28,4	schwerer Sturm
11	103 - 117	28,5 - 32,6	orkanartiger Sturm
12	> 118	> 32,7	Orkan

Tab. 15: Beschreibung der Windstärke

der Sichtweite. Sie werden in entsprechende Sichtweitenstufen (siehe Kapitel 3.3.3.4) unterteilt, aus denen jeweils direkt die Situation abgeleitet wird.

### 3.8.3.15 Windwarnung

Insbesondere bei Großbrücken, die quer zur Hauptwindrichtung Täler oder Flussläufe überspannen, besteht bei häufigen und starken Böen die Gefahr von windbedingten Unfällen. Dabei sind Lkw ohne Ladung, Pkw-Gespanne oder Wohnmobile besonders gefährdet, aber auch bei Bussen, beladenen Lkw und allen sonstigen Fahrzeugen mit großer Windangriffsfläche besteht erhöhte Unfallgefahr.

Für die Ermittlung einer windkritischen Situation sind die jeweils höchsten Spitzenwindgeschwindigkeiten und die Windrichtung im Verhältnis zum Achsenverlauf des betroffenen Straßenabschnitts (bzw. der Brücke) entscheidend. Die gemessenen Spitzenwindgeschwindigkeiten werden nach den Bereichen in Tabelle 15 in Windstärken klassifiziert.

Je nach Standort sind dabei unterschiedliche Windstärke bzw. Kombinationen aus Windstärke und Windrichtung als Grenzwerte relevant.

### 3.8.4 Verfahren mit vorwiegendem Einsatz in der NBA-Steuerung

Für die folgenden Algorithmen der NBA-Steuerung sind die in Kapitel 3.8.3 aufgeführten Hinweise zur allgemeinen Verwendbarkeit der Algorithmen unter Beachtung eines ggf. geänderten Zeitbezugs zu beachten.

#### 3.8.4.1 Fahrtzeitmodell auf Basis lokaler Geschwindigkeit

Das Verfahren beschreibt die Möglichkeit der Bestimmung der Fahrtzeit aus den mittleren lokalen Geschwindigkeiten. Hierbei wird vorausgesetzt, dass die Geschwindigkeit vom Messquerschnitt auf die Strecke extrapoliert werden darf. Dies ist bei stationären Verhältnissen der Fall.

Bei instationären Verhältnissen (Stauaufbau und Stauabbau) können größere Abweichungen auftreten. Deshalb ist es notwendig, die Gesamtfahrtzeit pro Masche und Fahrtrichtung einer starken Glättung zu unterwerfen, da sonst bereits ein einzelner Geschwindigkeitseinbruch zu einer erheblichen Fahrtzeitsteigerung führen kann.

Für die Ermittlung der Fahrtzeiten können interne sowie externe Daten herangezogen werden.

Im Anhang A 6.2.1 sind die Berechnungsgrundlagen des Verfahrens beschrieben.

#### 3.8.4.2 Verkehrslageermittlung auf Basis der Drei-Phasen-Verkehrstheorie

Zur Erkennung und Verfolgung von zeitlich-räumlichen Verkehrsmustern wurden auf Basis der Drei-Phasen-Verkehrstheorie die Modelle ASDA (Automatische Staudynamikanalyse) und FOTO (Forecasting Of Traffic Objects) entwickelt, die empirische Verkehrsphänomene auf Autobahnen erklärt und modelliert. Die Theorie unterscheidet drei verschiedene Verkehrsphasen (Zustand des Verkehrsablaufs): Free Flow (F), Synchronized Flow (S) und Wide Moving Jam (J). Die Phasendefinitionen basieren ausschließlich auf gemessenen zeitlich-räumlichen Eigenschaften des Verkehrs auf Schnellstraßen [KERNER 2004].

Das Modell FOTO erlaubt die Erkennung der aktuellen Verkehrsphase an einer bestimmten Position in Raum und Zeit sowie die Verfolgung der Grenzen und der Ausdehnung von Gebieten der Verkehrsphase S. Im Modell ASDA werden die Grenzen der Gebiete des gestauten Verkehrs J erkannt und in ihrer Bewegung in Raum und Zeit verfolgt. Beide Modelle arbeiten dabei auf Basis von Verkehrsdaten (Verkehrsfluss, Geschwindigkeit der Fahrzeuge und Lkw-Anteil).

Die Modelle ASDA und FOTO bestimmen den zeitlich-räumlichen Verlauf der Fronten der gestauten Verkehrsphasen auch zwischen lokalen Detekto-

ren. Die Fronten werden auf Basis von stationären Messdaten zwischen den Messquerschnitten verfolgt und fortgeschrieben. Die Qualität der Modelle ASDA/FOTO wurde in unabhängigen Untersuchungen mit Messdaten verschiedener Vollständigkeit und einer Einschätzung der möglichen Modellgüte nachgewiesen, d. h. die Anzahl der Messquerschnitte wurden immer weiter eingeschränkt bei gleichzeitiger Bewertung der noch möglichen ASDA/FOTO-Modellaussagen. Beide Modelle arbeiten dabei ohne eine Gültigkeitsprüfung der jeweiligen Modellparameter in unterschiedlichen Umgebungs- und Verkehrssituationen, da eine automatische Kalibrierung auf Basis der Messwerte stattfindet.

Die grundlegenden Zusammenhänge der Berechnungen im Rahmen des Verfahrens und die Abgrenzung der einzelnen Verkehrszustände sind im Anhang A 6.2.2 dargestellt.

#### 3.8.4.3 Ganglinienprognose

Das Verfahren der Ganglinienprognose liefert für einen Zeitbereich in der Zukunft eine Prognose der Verkehrswerte. Für alle Richtungsquerschnitte (RQ) werden Verkehrswerte für  $Q_{Pkw,P}$ ,  $Q_{Lkw,P}$ ,  $Q_{Kfz,P}$ ,  $Q_{B,P}$ ,  $V_{Pkw,P}$ ,  $V_{Lkw,P}$  und  $V_{Kfz,P}$  prognostiziert. Je nach Prognosehorizont werden dabei unterschiedliche Methoden eingesetzt und deren Ergebnisse zusammengefasst. Von der Ganglinienprognose werden die gemessenen Verkehrsdaten (Analysewerte), die gültigen Ereignisse aus dem Ereigniskalender, die aktuell gültigen Situationen aus der umfassenden Datenanalyse sowie historische Ganglinien verarbeitet.

Als Ergebnis liefert das Verfahren für jede zu prognostizierende Größe eine Ganglinie mit Prognosewerten im gewünschten Zeitbereich.

Die Ergebnisinganglinien entstehen durch Verknüpfung aktueller Verkehrsdaten und kurzfristigen Prognosedaten mit verschiedenen historischen Ganglinien, die durch unterschiedliche Auswahlverfahren bestimmt werden können:

- priorisierte Auswahl von Tagesganglinien,
- ereignisabhängige Auswahl von Ganglinien,
- Auswahl über statistische Methoden,
- Auswahl vordefinierter Referenzganglinien,
- situationsabhängige Auswahl von Ganglinien,

- Mustervergleichsverfahren Pattern-Matching mit aktuellen Verkehrsdaten.

Die situationsabhängige Auswahl (basierend auf aktuellen Situationen) und das Pattern-Matching (basierend auf aktuellen Verkehrsdaten) werden nur für die Mittelfristprognose und nur für Geschwindigkeiten und Verkehrsstärken genutzt.

Eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens ist im Anhang A 6.2.3 enthalten.

#### 3.8.4.4 Stauverlaufsanalyse

Die Aufgabe der Stauverlaufsanalyse ist, in gestauten Bereichen den Stauverlauf zu berechnen und zu analysieren. Dies beinhaltet vor allem die Berechnung der Verlustzeit der Fahrzeuge für den gestauten Abschnitt sowie die Abschätzung der Staubausbreitung. Die Stauverlaufsanalyse besteht aus den Teilfunktionen Stauobjektbestimmung und Stauverlaufsprognose.

In der Stauobjektbestimmung werden Staus mit ihrer räumlichen Ausdehnung erkannt. Dazu werden die Störfallindikatoren verschiedener Verfahren zur Bestimmung des Verkehrsflusses analysiert und zusammengefasst.

In der Stauverlaufsprognose wird eine Prognose über den zeitlichen Verlauf der Anzahl der angestauten Fahrzeuge erstellt. Hierzu wird eine Bilanzierung der zufließenden mit der abfließenden Verkehrsstärke durchgeführt. Aus der Prognose werden weitere Informationen abgeleitet. Dazu gehören der zeitliche Verlauf der Verlustzeiten und die räumliche Ausdehnung des Staus.

Auf Basis der durch die Stauobjektbestimmung erkannten Stauobjekte und deren Eigenschaften wird eine Prognose der Stauentwicklung über einen parametrierbaren Prognosezeitraum durchgeführt. Das Kernstück der Prognose ist eine Funktion zur Bilanzierung der zufließenden Verkehrsstärken und der Engpasskapazität der Straße. Für den gesamten Prognosezeitraum wird die sich anstauende Fahrzeugmenge summiert und daraus die Entwicklung von Staulänge und Verlustzeiten berechnet.

Eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens ist im Anhang A 6.2.4 aufgeführt.

### 3.8.4.5 Köln-Koblenz-Algorithmus

Der Köln-Koblenz-Algorithmus umfasst eine Vielzahl von Verfahrensschritten zur Verkehrssituationsermittlung:

- Die Verkehrszustandsanalyse umfasst gegenüber den Verkehrsstörungs-Algorithmen (siehe Kapitel 3.8.3.1) zusätzlich noch eine Stauanalyse.
- Die Modellparameteranalyse umfasst eine Ereigniskalenderauswertung, eine Kapazitätsanalyse der einzelnen Streckenabschnitte des betrachteten Netzes sowie eine Fundamentaldiagramm- und Ganglinienauswahl für die einzelnen Netzmaschen.
- Bei der Prognose der Verkehrsentwicklung werden die Stauprognose und die Verlustzeitbestimmung unterschieden.
- Unter der Stammdatennachbereitung werden verschiedene Verfahren zur automatischen Bearbeitung und Anpassung (Selbstjustierung) der in der Stammdatenbank hinterlegten Ganglinien und Fundamentaldiagramme verstanden.
- Das Steuerungsmodell umfasst die Ermittlung der Fahrtzeiten auf allen Streckenabschnitten der betrachteten Netzmasche und die Routenauswahl im Netz durch einen Vergleich der Fahrtzeiten auf den verschiedenen in Frage kommenden Routen sowie die daraus erfolgende Schaltbildauswahl. Das Steuerungsmodell besteht aus den Modulen:
  - Prüfung externer Baustellenmeldungen auf Konsistenz mit den im System vorhandenen Messdaten,
  - Ermittlung der Verkehrszustände,
  - Zusammenfassung der Stauindikatoren,
  - Stauanalyse,
  - Kapazitätsermittlung,
  - Fundamentaldiagrammauswahl,
  - Ganglinienauswahl und
  - Ermittlung der Fahrtzeiten über die verschiedenen Routen mittels Zeit-Weg-Linien.

Eine detaillierte Beschreibung der Module befindet sich im Anhang A 6.2.5.

### 3.8.4.6 Vereinfachtes Netzsteuerungsmodell

Das vereinfachte Netzsteuerungsmodell ermittelt Verkehrszustände, die sich besonders für kleine Netzmaschen und lokale, eng begrenzte Problem-

bereiche eignen. Sie können prinzipiell jedoch auch auf größere Netzmaschen angewandt werden. Im Rahmen des vereinfachten Netzsteuerungsmodells werden die folgenden Algorithmen angewendet:

- Algorithmus 1 (Geschwindigkeit)
- Algorithmus 2 (Belegung)
- Algorithmus 3 (Bemessungsverkehrsstärke)
- Algorithmus 4 (Kfz-Verkehrsstärke)
- Algorithmus 5 (aktuelle Fahrtzeit)
- Algorithmus 6 (Stausituation, längenbezogen)
- Algorithmus 7 (Stausituation, abschnittsbezogen)

Die erforderlichen Algorithmen sind im Anhang A 6.2.6 näher beschrieben.

Alle Algorithmen müssen in beliebig vielen Instanzen mit jeweils unterschiedlichen Parametersätzen betrieben werden können. Die Erzeugung einer neuen Instanz (das heißt ein durch einen Parametersatz definiertes Objekt) muss vom Benutzer im laufenden Betrieb durchgeführt werden können (Parametrierung).

### 3.8.4.7 Verkehrslage aus Bluetoothsignaturen

Das Verfahren basiert im Wesentlichen auf Algorithmen zur Filterung von Reisezeiten und Störungserkennungs-Algorithmen.

Der Algorithmus zur Filterung von Reisezeiten besteht aus einem Filter für zu hohe und zu niedrige Geschwindigkeiten und einem so genannten zeitabhängigen Nachbarschafts-Radix-Filter.

Der Algorithmus zur Erkennung von Störungswarnungen, Störungen, Störungsenden bezieht folgende Einflussgrößen in das Berechnungsverfahren ein:

- Gesamtanzahl an Bluetooth-Pärchen auf der betrachteten Strecke in dem zu überprüfenden Zeitraum
- Mittlere Geschwindigkeit auf dem betrachteten Abschnitt
- Maximal erzielbare Geschwindigkeit auf dem betrachteten Abschnitt

### 3.8.5 Verfahren mit vorwiegendem Einsatz in der KBA-Steuerung – Verkehrslage an Knotenpunkten

Für die Algorithmen der KBA-Steuerung sind die in Kapitel 3.8.3 aufgeführten Hinweise zur allgemeinen Verwendbarkeit der Algorithmen unter Berücksichtigung eines ggf. geänderten Zeitbezugs zu beachten.

Zur Erfassung der Verkehrslage an Knotenpunkten als Basis zur Steuerung von Zuflussregelungsanlagen (siehe Kapitel 3.10.5.2 und 3.10.5.3) sollten Messquerschnitte die Belastung der Hauptfahrbahn und der Zufahrt erfassen. In der Minimalausstattung ist eine Erfassung stromabwärts des Zuflusses auf der Hauptfahrbahn sowie eine Rückstauerfassung des Zuflusses zur Steuerung der Lichtsignalanlage (LSA) notwendig. Spezielle Algorithmen zur Maßnahmensteuerung (siehe Kapitel 3.10.5) erfordern zudem eine Erfassung des Verkehrsstroms stromaufwärts der Zufahrt.

Die notwendigen Eingangsgrößen und Parameter sind im Anhang A 6.3.1 beschrieben.

### 3.9 Abgleich von Ergebnissen der Situationserkennung (FB 8)

In der Situationsbewertung werden Situationen gleichen Typs und gleicher räumlicher Zuordnung zu genau einer resultierenden Situation zusammengefasst.

Die Überlagerung der Zustände erfolgt dabei entsprechend der Priorität der Zustände und unter Berücksichtigung ihrer Ergebnissgüte und der Verfahrensgüte des verwendeten Verfahrens (siehe Kapitel 3.8.1.1).

Im Anhang 7 werden zwei mögliche Basisverfahren zur Auswahl relevanter Ergebnisse einer Situationserkennung beschrieben und anhand von Beispieldaten erläutert. Alternativ können Datenfusionsverfahren für den Situationsabgleich zum Einsatz kommen.

Hinweis:

Zum hier vorgestellten Situationserkennungsabgleich liegen noch keine Praxiserfahrungen vor. Weitere mögliche Verfahren für den Abgleich von Situationserkennungsverfahren sind in FGSV 2012a vorgestellt.

### 3.10 Anforderungen an Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen (FB 9)

#### 3.10.1 Grundlagen von Maßnahmen in der Verkehrsbeeinflussung

Maßnahmen bezeichnen (noch abstrakt formulierte) Handlungsanweisungen als Folge von Situationen. Eine Maßnahme ist damit eine Funktion einer Liste von Situationen:

Maßnahme =  $f(\text{Liste Situationen}(\text{Typ}, \text{Zustand}))$

Einer Maßnahme muss mindestens eine Situation zugeordnet sein. Eine Situation kann dabei mehreren Maßnahmen zugeordnet werden. Bei den zugeordneten Situationen werden für die Auswahl der Maßnahme nur der Typ und der Zustand der Situation betrachtet. In der daraus konkret abgeleiteten Maßnahme sind aber alle Informationen (Ort, Ergebnissgüte, Verfahrensgüte, Verfahren) vorhanden.

Beispiel:

Zuordnungstabelle zwischen Maßnahmen und Situationen. Die Abarbeitung beim Maßnahmenabgleich erfolgt vom ersten zum letzten Eintrag der Maßnahme.

Mit z. B.:

- M1 Nässewarnung
- M2 Nässewarnung mit geringer Geschwindigkeitsbeschränkung
- M3 Nässewarnung mit mittlerer Geschwindigkeitsbeschränkung
- M4 Nässewarnung mit restriktiver Geschwindigkeitsbeschränkung
- M5 Geschwindigkeitsbeschränkung mit Lkw-Überholverbot

und

- S1 (Nässe, nass1)
- S2 (Nässe, nass2)
- S3 (Nässe, nass3)
- S4 (Nässe, nass4)

		S1	S2	S3	S4
Abarbeitungsreihenfolge	M1	X			
	M2		X		
	M3			X	
	M4				X
	M5		X	X	X

Tab. 16: Beispieldarstellung für eine Zuordnungsmatrix

Maßnahmentyp	Kapitel	Vorwiegender Einsatzbereich			Maßnahme	zugrunde liegende Situation
		SBA	NBA	KBA		
Geschwindigkeitsbeschränkung zur Harmonisierung	3.10.3.1	X			Geschwindigkeitsbegrenzung	Harmonisierungsempfehlung
Lkw-Überholverbot wegen Verkehrsbehinderung	3.10.3.2	X			Lkw-Überholverbot	Hoher Lkw-Anteil
Warnung vor langsamen Fahrzeugen	3.10.3.3	X			fahstreifengetrennte Geschwindigkeitsbegrenzung, Anzeige von Gefahrenzeichen	Langsam fahrendes Fahrzeug auf rechtem Fahrstreifen
Gefahrenwarnung	3.10.3.4	X			Anzeige von Gefahrenzeichen nach StVO (oder einem ggf. projektspezifisch erweiterten Zeichensatz)	Gefahrensituation (Unfall, Panne, Nässe, Nebel, geringe Sichtweite, ...)
Abstandswarnung	3.10.3.5	X			Anzeige von Gefahrenzeichen mit Zusatz Abstand (oder einem ggf. projektspezifisch erweiterten Zeichensatz)	Geringe Nettozeitlücken, hohe Geschwindigkeitsdifferenzen aufeinanderfolgender Fahrzeuge
Fahrstreifensperrung	3.10.3.6	X		X	Anzeige der Fahrstreifensperrung	Störung auf einem Fahrstreifen, Unfall, Baustelle
Temporäre Seitenstreifenfreigabe	3.10.3.7	X			Anzeige der Seitenstreifenfreigabe (ggf. Geschwindigkeitsbegrenzung)	Geringe Geschwindigkeit und hohe Verkehrsdichte bzw. -stärke, keine Störung auf dem Seitenstreifen
Externe Steuerungsanforderung	3.10.3.8	X			Durch externes System angeforderte Maßnahme	Definierte Situation durch externes System
Fahrtzeitinformation	3.10.4.1		X		Anzeige der Fahrtzeit zu wichtigen Zielorten an den Entscheidungspunkten	Stau oder Störung auf einer Netzmasche
Zielinformation	3.10.4.2		X		Additive oder substitutive Wechselwegweisung	Stau oder Störung auf einer Netzmasche
Vereinfachtes Netzsteuerungsmodell	3.10.4.3		X		Additive oder substitutive Wechselwegweisung	Netzbezogene (geglättete) Verkehrszustände
Fahrtzeit- und Zielinformation in NBA	3.10.4.4 und 3.10.4.5		X		Anzeige der Fahrtzeit zu wichtigen Zielorten an den Entscheidungspunkten	
Variable Fahrstreifen-zuteilung	3.10.5.1			X	Zuweisung Fahrstreifen-signalisierung, substitutive Wechselwegweisung	Hohe Verkehrsdichte in einzelnen Zu- oder Ausfahrten
Zuflussregelung	3.10.5.2 und 3.10.5.3			X	Signalisierung der Rampe	Hohe Verkehrsdichte auf Hauptfahrbahn, hoher Belegungsgrad
Richtungswechselbetrieb	3.10.5.4			X	Fahrstreifensignalisierung	Hohe Verkehrsdichte in einer Fahrtrichtung

Tab. 17: Übersicht und Eigenschaften der Maßnahmen zur Verkehrsbeeinflussung

### 3.10.2 Überblick über Maßnahmen der Verkehrsbeeinflussung

Tabelle 17 zeigt eine Übersicht über vorhandene Maßnahmen zur Verkehrsbeeinflussung sowie die zugrunde liegenden Situationen. In den folgenden Kapiteln werden die entsprechenden Maßnahmen kurz charakterisiert und die erforderlichen Eingangs- und zur Verfügung gestellten Ausgangsgrößen aufgelistet.

### 3.10.3 Maßnahmen zur Steuerung von SBA

#### 3.10.3.1 Geschwindigkeitsbeschränkung zur Harmonisierung

Auf Streckenbeeinflussungsanlagen werden standardmäßig Geschwindigkeitsbeschränkungen, üblicherweise querschnittsbezogen, eingesetzt. Sie dienen dazu, um den Verkehrsfluss zu harmonisieren, vor Gefahrenstellen die Geschwindigkeit auf

ein sicheres Niveau zu senken oder umweltabhängige Maßnahmen zu unterstützen.

In der Regel können Geschwindigkeitsbeschränkungen auf 120 km/h, 100 km/h, 80 km/h, 60 km/h und 40 km/h angezeigt werden. Dieser Zeichensatz kann um projektspezifische Geschwindigkeitsangaben erweitert werden.

#### Eingangsgröße(n)

- Verkehrszustand Harmonisierung 120 km/h, 100 km/h, 80 km/h oder
- Verkehrssituation 1 – 5

#### Ausgangsgröße(n)

- Aktivierung / Deaktivierung der entsprechenden Geschwindigkeitsbegrenzung

### 3.10.3.2 Lkw-Überholverbot wegen Verkehrsbehinderung

Als Harmonisierungsmaßnahme wird ab einem bestimmten Lkw-Anteil, bezogen auf den Gesamtquerschnitt, und bei hoher Verkehrsbelastung ein Überholverbot für Lkw über 7,5 t angeordnet (StVO-Zeichen ‚Lkw-Überholverbot‘ an WVZ B und Zusatzzeichen ‚7,5 t‘ an WVZ C). Hinweise zur Wahl entsprechender Grenzwerte sind in Anhang A 6.1.10 dargestellt.

Das Überholverbot sollte in der Regel am zugeordneten Anzeigequerschnitt und am nächsten Anzeigequerschnitt stromabwärts angezeigt werden.

Bei nassen Fahrbahnverhältnissen kann bei Überschreitung von bestimmten Einschaltgrenzwerten für die geglättete Bemessungsverkehrsstärke  $Q_{B,g}(i)$  und für die geglättete richtungsbezogene Lkw-Verkehrsstärke  $Q_{Lkw,g}(i)$  anstelle des StVO-Zeichens ‚Schleudergefahr‘ ein Überholverbot für Lkw am  $AQ_i$  angeordnet werden (Lkw-Überholverbot an WVZ B und Zusatzzeichen ‚7,5 t‘ an WVZ C). Analog zum Lkw-Überholverbot bei Nässe existiert auch ein Programm zur Schaltung von Lkw-Überholverbot bei Sichtbehinderung.

#### Eingangsgröße(n)

- hoher Lkw-Anteil ja / nein

#### Ausgangsgröße(n)

- Aktivierung / Deaktivierung der entsprechenden Programms

### 3.10.3.3 Warnung vor langsamen Fahrzeugen

Unterschreitet ein langsam fahrendes Fahrzeug eine bestimmte Grenzgeschwindigkeit, wird am stromaufwärts gelegenen Anzeigequerschnitt eine (ggf. fahstreifengetrennte) Geschwindigkeitsbeschränkung, verbunden mit einer allgemeinen Warnung durch Zeichen 101, gezeigt (Nachschaltung). Die Schaltung wird so lange gehalten, bis das Fahrzeug den Abschnitt verlassen hat. Die Nachschaltzeit ergibt sich aus dem Durchfahrtszeitpunkt und der erwarteten Fahrtzeit des langsamsten Fahrzeugs:

$$t_{\text{Nachschalt}} = t_{\text{Durchfahrt}} + t_{\text{Fahrt}}$$

Optional kann das langsame Fahrzeug am folgenden, stromabwärts gelegenen Anzeigequerschnitt durch eine entsprechende Prognoseschaltung erwartet werden.

#### Eingangsgröße(n)

- Situation langsam fahrendes Fahrzeug
- Geschwindigkeit und Durchfahrtszeitpunkt des langsamsten Fahrzeugs im aktuellen Intervall

#### Ausgangsgröße(n)

- erwartete Fahrtzeit des langsamsten Lkw
- Aktivierung / Deaktivierung der entsprechenden Programms

### 3.10.3.4 Gefahrenwarnung

Gefahrenwarnungen werden standardmäßig eingesetzt, um dem Verkehrsteilnehmer auf nahende Gefahren im weiteren Fahrtverlauf hinzuweisen oder um Geschwindigkeitsbeschränkungen zu erläutern. Gefahrenwarnungen umfassen in der Regel die folgenden Zeichen nach StVO:

- Zeichen 101: Gefahrstelle
- Zeichen 114: Schleudergefahr bei Nässe oder Schmutz
- Zeichen 123: Baustelle
- Zeichen 124: Stau

Dieser Zeichensatz kann um projektspezifische Gefahrenwarnungen entsprechend der StVO erweitert werden.

#### Eingangsgröße(n)

- Gefahrensituation (Unfall, Panne, Nässe, Nebel, geringe Sichtweite, ...)

**Ausgangsgröße(n)**

- Aktivierung / Deaktivierung der Anzeige der entsprechenden Gefahrenzeichen

**3.10.3.5 Abstandswarnung**

Die Abstandswarnung dient dazu, entweder einzelne dicht auffahrende Fahrzeuge (z. B. Lkw an einer Steigungsstrecke) oder größere Fahrzeugpuls mit gefährlich kleinen mittleren Nettozeitlücken zu warnen. Bei der Auslösung der Maßnahme muss berücksichtigt werden, wann das zu beeinflussende Fahrzeug bzw. der Fahrzeugpuls voraussichtlich den nächsten Anzeigequerschnitt passieren wird und welche Zeit nach den Gegebenheiten der tatsächlichen SBA (inkl. Außenanlagen) zwischen der Erfassung des Datums an der Strecke und der Schaltung an der Strecke vergeht.

**Eingangsgröße(n)**

- Nettozeitlücken und Geschwindigkeitsdifferenzen aufeinanderfolgender Fahrzeuge

**Ausgangsgröße(n)**

- Aktivierung / Deaktivierung der Anzeige der entsprechenden Gefahrenzeichen

**3.10.3.6 Fahrstreifensperrung**

Fahrstreifensperrungen können nur dann eingesetzt werden, wenn die Anzeigen über den Fahrstreifen und nicht seitlich an der Fahrbahn angeordnet sind. Fahrstreifensperrungen können zur Unterstützung der Absicherung von Unfallstellen, havarierten Fahrzeugen, Absicherung von Arbeitsstellen längerer und kürzerer Dauer (auch Wanderbaustellen), zur Unterstützung des Winterdienstes sowie bei Fahrzeugkontrollen eingesetzt werden.

**Eingangsgröße(n)**

- Ereigniskalender
- Meldungen von Einsatzkräften

**Ausgangsgröße(n)**

- Freigabe / Sperrung des Fahrstreifens

**3.10.3.7 Temporäre Seitenstreifenfreigabe**

Bei der temporären Seitenstreifenfreigabe handelt es sich um eine Maßnahme zur zeitabhängigen Kapazitätserhöhung. Ein Algorithmus prüft die Auslastung der vorhandenen Fahrstreifen innerhalb eines Streckenabschnitts. In Abhängigkeit der aktuellen

Verkehrsbelastung wird der Seitenstreifen als rechter Fahrstreifen zur Freigabe vorgeschlagen.

Die Freigabeentscheidung und -aktivierung erfolgt manuell, die anschließende Freigabeprozedur läuft automatisch ab.

Während der Freigabe wird die Geschwindigkeit aus Gründen der Harmonisierung und der Verkehrssicherheit auf mindestens 100 km/h begrenzt.

Für die Erzeugung der Anforderungsmeldung werden abhängig von der Länge eines freigegebenen Abschnittes zwei bzw. drei Messquerschnitte als Auslöser benutzt. Die entsprechenden Grenzwerte der Ein- und Ausschaltbedingung sind in Anhang A 8.1.1 aufgeführt.

**Eingangsgröße(n)**

- Verkehrsstärke
- Geschwindigkeit
- Verkehrsdichte
- Belegung

**Ausgangsgröße(n)**

- Aktivierung / Deaktivierung der Anzeigen zur Seitenstreifenfreigabe

**3.10.3.8 Externe Steuerungsanforderung**

Neben den bereits beschriebenen Steuerungsanforderungen von SBA können weitere Anforderungen von Maßnahmen von externen Systemen (z. B. Tunnelsteuerung) übergeben werden, auf die in der VBA-Steuerung entsprechend reagiert wird.

**3.10.4 Maßnahmen zur Steuerung von NBA****3.10.4.1 Fahrtzeitinformation**

Als Maßnahme im Netzbeeinflussungskontext kann eine Fahrtzeitinformation, z. B. für zwei Alternativrouten oder für bestimmte Ziele bzw. Knotenpunkte, eingesetzt werden.

**Eingangsgröße(n)**

- Verkehrszustand

**Ausgangsgröße(n)**

- Anzeige der Fahrtzeiten auf den relevanten Alternativrouten

### 3.10.4.2 Zielinformation

Additive oder substitutive Wegweisungsinformationen können zu bestimmten Zielen als Umlenkungsmaßnahme eingesetzt werden.

#### Eingangsgröße(n)

- Verkehrszustand

#### Ausgangsgröße(n)

- Anzeige der additiven oder substitutiven Wegweisung an den Entscheidungspunkten

### 3.10.4.3 Vereinfachtes Netzsteuerungsmodell

Das vereinfachte Netzsteuerungsmodell (siehe Kapitel 3.8.4.6) dient der Alternativroutensteuerung in kleinen Netzmaschen. Es arbeitet ohne Prognose und verwendet für die Beurteilung der Verkehrssituation lediglich die aktuelle Verkehrssituation auf den einzelnen Normal- und Alternativrouten. Die Steuerung erfolgt auf der Grundlage mehrerer logischer Grenzwertabfragen.

#### Eingangsgröße(n)

- netzbezogener Verkehrszustand

#### Ausgangsgröße(n)

- Anzeige der angepassten Wegweisung an den Entscheidungspunkten

### 3.10.4.4 Steuerungsmaßnahme für große Netzmaschen

Für die Steuerungsentscheidung wird ein rekursives Berechnungsverfahren eingesetzt, in dem nacheinander für jeden Zielpunkt und für jede zu betrachtende Masche die Routenwahl und die darauf aufbauende Entscheidungsfindung über die Schaltung der Wechselwegweiser an den einzelnen Entscheidungspunkten im betrachteten Netz ermittelt wird.

Dabei werden die folgenden Teilschritte bearbeitet:

- Routenauswahl
- Reise- und Verlustzeiten
- Entscheidungsfindung für die betrachtete Masche
- Nachbereitung

Die entsprechenden Abläufe der einzelnen Teilschritte sind in Anhang A 8.2.1 aufgeführt. Beispielfähig ist das Verfahren ebenfalls in FGSV 2012a näher beschrieben.

#### Eingangsgröße(n)

- netzbezogener Verkehrszustand
- Reise- und Verlustzeiten der einzelnen Routen

#### Ausgangsgröße(n)

- Anzeige der angepassten Wegweisung an den Entscheidungspunkten

### 3.10.4.5 Fahrtzeit- und Zielinformation in Netzbeeinflussungsanlagen

Aufgrund der Komplexität und der Abhängigkeiten des Verkehrsnetzes, der wechselnden Verkehrslage und den verschiedenen im Einsatz befindlichen Anzeigesystemen (dWiSta, WWW, statische Schilder mit LED-Einsätzen usw.) ist es notwendig, die kollektiven Anzeigen zur Netzbeeinflussung automatisch zu steuern.

Grundlage der automatischen Steuerung sind die aktualisierten Grundfahrt- und Verlustzeiten innerhalb jedes Aktualisierungsintervalls (parametrierbar, Grundversorgung 1 min) auf den Haupt- und Alternativrouten und die vorversorgten Anzeigebilder und Regeln zur Aktivierung der den Routen zugeordneten Wechselverkehrszeichenketten.

Die zur Steuerung verwendeten Grundfahrt- und Verlustzeiten können z. B. mit Modellen (z. B. unter Verwendung der Drei-Phasen-Verkehrstheorie vgl. Kapitel 3.8.4.2) ermittelt oder mit Hilfe streckenbezogener Verkehrsdaten gemessen werden. Alternativ können auch Daten Dritter verwendet werden. Wichtig ist aber eine valide und aktuelle Datenbasis.

Die Anzeigebilder (dWiSta-Anzeigetext oder WWW-Programm) und die Regeln zu deren automatischer Schaltung und Rücknahme müssen im Vorfeld geplant und versorgt werden. Die Regeln untereinander müssen einer eindeutigen Prioritätenreihung unterliegen.

#### Eingangsgröße(n)

- Grundfahrt- und Verlustzeiten innerhalb jedes Aktualisierungsintervalls auf den Haupt- und Alternativrouten
- Anzeigebilder der Wechselverkehrszeichen

#### Ausgangsgröße(n)

- Schaltbild für die kollektiven Anzeigen zur Netzbeeinflussung

Regelungen für die automatische Steuerung einer dWiSta-Kette sind im Anhang A 8.2.2 dargestellt.

Neben automatischen Störungsanzeigen sollten Anzeigebilder für (Voll-)Sperrungen sämtlicher Streckenabschnitte soweit möglich mit Umleitungsempfehlung und, sofern erforderlich, mit modifizierten Automatikprogrammen), so genannte Sonderprogramme, (beispielsweise für Veranstaltungs- und Baustellensituationen versorgt werden. Darüber hinaus sollten alle versorgten Programme auch per Hand schaltbar sein. Das Definieren von Programmen im laufenden Betrieb sollte aufgrund der Komplexität und Fehleranfälligkeit technisch unterbunden werden.

### 3.10.5 Maßnahmen zur Steuerung von KBA

#### 3.10.5.1 Variable Fahrstreifenzuteilung

Die variable Fahrstreifenzuteilung (FSZ) dient der Anpassung der Kapazität des Verflechtungsbereiches bei hoher Verkehrsnachfrage einer der Zuflüsse. Aufgrund des beschränkten Angebotes im Abfluss der Anlage (z. B. drei Fahrstreifen) müssen die auf mehreren Fahrstreifen (z. B. je zwei) ankommenden Fahrzeuge in den beiden Zufahrten um in der Regel einen Fahrstreifen reduziert werden, um Störungen im Verflechtungsbereich zu verringern.

Daher steuert ein Algorithmus auf Basis der Verkehrslage in den Zufahrten entsprechend den vier Verkehrsstufen (siehe Kapitel 3.8.3.1) die Zuteilung der Fahrstreifen, indem jeweils ein Index bestimmt wird. Für die Kombinationen der Indizes sind Schaltbilder hinterlegt, die automatisch aktiviert werden können. In der weniger belasteten Zufahrt wird schon vor der Verflechtung der Querschnitt um ein oder mehrere Fahrstreifen mit den Stelleinrichtungen von Verkehrsbeeinflussungsanlagen (z. B. dynamische Einengungstafeln, Fahrstreifensignale, Schranken, Markierungsleuchtknöpfe) reduziert. Der Algorithmus kann auch in eine vorhandene VBA (z. B. eine SBA) integriert werden.

#### Eingangsgröße(n)

- Verkehrszustand in den Zufahrten (Verkehrszustandsklassen entsprechend Kapitel 3.8.3.1)

#### Ausgangsgröße(n)

- Index in den Zufahrten

#### 3.10.5.2 Zuflussregelung mit ALINEA

Zuflussregelung im Allgemeinen beeinflusst den Verkehr im Einfahrbereich zu einer Schnellstraße positiv durch die lichtsignaltechnische Regelung der zufahrenden Verkehrsstärke sowie durch Vereinfachung der Einfahrmanöver mittels Auflösung längerer Fahrzeugkolonnen in einzelne Fahrzeuge oder Gruppen von zwei oder mehr Fahrzeugen.

ALINEA [PAPAGEORGIOU 1991] ist ein verkehrsabhängiges Verfahren zur Steuerung einer Zuflussregelungsanlage. Dem Algorithmus liegt als verkehrsabhängiger Leitparameter der stromabwärts der Einfahrt gemessene Belegungsgrad zugrunde. Somit ist ALINEA ein Steuerungsverfahren mit Rückkopplung (closed-loop). ALINEA strebt die Einhaltung eines als optimal ermittelten Belegungsgrades unterhalb der Einfahrt an.

#### Eingangsgröße(n)

- Einfahrverkehrsstärke  $q_{E,n-1}$  hinter der Haltlinie im vorausgegangenen Intervall
- Belegungsgrad  $b_{ist,n-1}$  stromabwärts der Einfahrt im vorausgegangenen Intervall
- Optimaler Belegungsgrad  $b_{opt}$

#### Ausgangsgröße(n)

- zulässige Einfahrverkehrsstärke  $q_{E,zul}$  für das nächste Schaltintervall

Die Berechnungsgrundlagen der Zuflussregelung mit ALINEA sind im Anhang A 8.3.1 dargestellt.

#### 3.10.5.3 Zuflussregelung mit PRO

PRO [Trapp 2006] ist ein verkehrsabhängiges Verfahren zur Steuerung einer Zuflussregelungsanlage. Der Algorithmus ermittelt aufgrund von Messungen auf der Rampe und der Hauptfahrbahn (stromaufwärts der Einfahrt) den kurzfristig optimalen Kompromiss zwischen Verkehrsnachfrage der Rampe und dem zu erwartenden Verkehrszustand der Hauptfahrbahn.

#### Eingangsgröße(n)

- Sekündlich gleitende in die Rampe zufließende Verkehrsstärke  $q_{Rampe}$
- Verkehrsstärke der Hauptfahrbahn  $q_{HFB}$  stromaufwärts der Einfahrt im vorausgegangenen Intervall

#### Ausgangsgröße(n)

- zulässige Einfahrverkehrsstärke  $q_{E,zul}$  für das nächste Schaltintervall

Die Berechnungsgrundlagen der Zuflussregelung mit PRO sind im Anhang A 8.3.2 dargestellt.

**3.10.5.4 Richtungswechselbetrieb**

Der Richtungswechselbetrieb ist ein Entscheidungsalgorithmus, der innerhalb eines Streckenabschnitts in Abhängigkeit der aktuellen Verkehrsbelastung die vorhandenen Fahrstreifen variabel auf die beiden Fahrrichtungen aufteilt, so dass immer in der Fahrtrichtung die höchste Kapazität angeboten wird, auf der auch die aktuell höchste Nachfrage herrscht.

**Eingangsgröße(n)**

- fahrtrichtungsbezogene Bemessungsverkehrsstärken für beide Fahrrichtungen

**Ausgangsgröße(n)**

- Fahrstreifenaufteilung je Fahrtrichtung

**3.11 Abgleich von Maßnahmen (FB 10)**

**3.11.1 Abgleich sich gegenseitig ausschließender Maßnahmen**

Jeder Maßnahme können beliebig viele andere Maßnahmen zugeordnet werden, die nicht gleichzeitig bei räumlicher Überlappung mit dieser Maßnahme anliegen dürfen. Daher muss ein Abgleich vorhandener Maßnahmen durchgeführt werden. Hierzu sind folgende Schritte notwendig:

1. Festlegung einer Ausschlussmatrix. Dabei kann festgelegt werden, ob die ausgeschlossene Maßnahme nur räumlich angepasst werden soll oder ob diese vollständig unberücksichtigt bleibt.
2. Die Abarbeitung erfolgt entsprechend der Festlegung in der Ausschlussmatrix.
3. Beim Abgleich werden Maßnahmen, die bereits in einem vorausgegangen Prüfschritt vollständig ausgeschlossen wurden, nicht weiter berücksichtigt.
4. Der Abgleich erfolgt nur für Maßnahmen, die einen sich überlappenden räumlichen Bezug haben.
5. Wurde in der Ausschlussmatrix die räumliche Anpassung festgelegt, so wird bei der auszuschließenden Maßnahme die räumliche Ausdehnung soweit möglich angepasst (nur sinnvoll bei Strecken, Netz und Gebiet), d. h. der räumliche Bereich der Maßnahme wird verkleinert.

		schließt Maßnahme aus			
		M1	M2	M3	M4
Maßnahme ↓	M1		räumlich	räumlich	räumlich
	M2			räumlich	räumlich
	M3				vollständig
	M4				

Tab. 18: Beispieldarstellung für eine Ausschlussmatrix

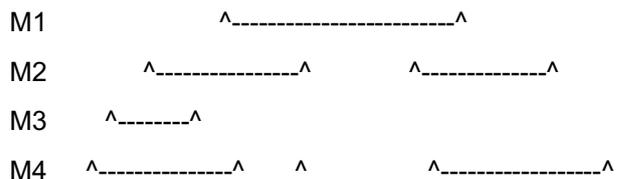
Beispiel: Ausschlussmatrix (Tabelle 18)

M1 = restriktivste Maßnahme

M4 = am wenigsten restriktive Maßnahme

Grundsätzlich gilt: bei räumlicher Überlagerung werden die Maßnahmen der weniger restriktiven Überlappung abgeschnitten, bei vollständiger räumlicher Überdeckung entfällt die weniger restriktive Maßnahme ganz.

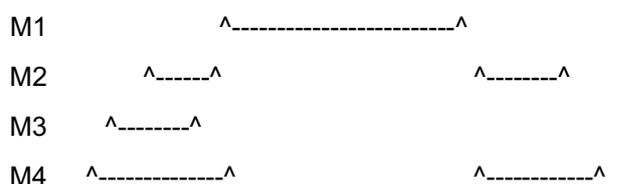
**A: Räumliche Verteilung der Maßnahmen nach Abbildung der Situationen:**



Erläuterung zu A:

- Ausgangslage nach Abbildung der Situationen auf Maßnahmen.

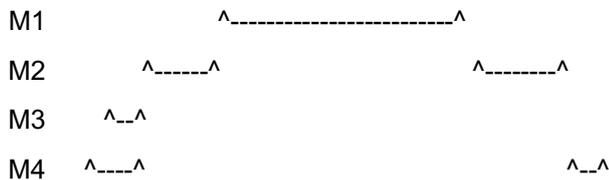
**B: Räumliche Verteilung der Maßnahmen nach Prüfung M1:**



Erläuterung zu B:

- M2 wird räumlich im Überlagerungsbereich mit M1 verkleinert, da M1 die räumliche Überlagerung mit M2 ausschließt.
- M4 wird räumlich im Überlagerungsbereich mit M1 verkleinert, da M1 die räumliche Überlagerung mit M4 ausschließt.

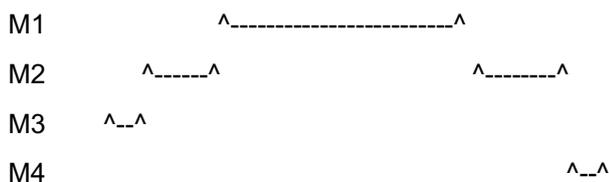
### C: Räumliche Verteilung der Maßnahmen nach Prüfung M2:



Erläuterung zu C:

- M3 wird räumlich im Überlagerungsbereich mit M2 verkleinert, da M2 die räumliche Überlagerung mit M3 ausschließt.
- M4 wird räumlich im Überlagerungsbereich mit M2 verkleinert, da M2 die räumliche Überlagerung mit M4 ausschließt.

### D: Räumliche Verteilung der Maßnahmen nach Prüfung M3 (Ergebnis):



Erläuterung zu D:

- M4 (linker Bereich) wird vollständig entfernt, da M3 die Überlagerung mit M4 vollständig ausschließt.

#### 3.11.2 Maßnahmenabgleich im NBA-Kontext

Die Umleitungsempfehlungen an den einzelnen Entscheidungspunkten innerhalb einer NBA ergeben sich direkt aus der Routenauswahl durch den Steuerungsalgorithmus. Für die Generierung von Zustandsmeldungen (Hinweise auf Stau, Unfall, Baustelle mit oder ohne Ortsangaben) können in Abhängigkeit der verfolgten Strategie verschiedene Betriebszustände als Grundlage für eine Schaltbildanforderung vorliegen.

Die resultierenden Betriebszustände sowie ein mögliches Vorgehen zur Definition der anzuzeigenden Schaltbilder sind im Anhang 9 beschrieben.

Hinweis:

Für das im Anhang 9 dargestellte Vorgehen zum Maßnahmenabgleich liegen derzeit noch keine Praxiserfahrungen vor. Sobald hierzu Erfahrungswerte vorliegen sollten diese in einer Fortschreibung des MARZ eingearbeitet werden.

## 3.12 Anforderungen an die Schaltbildermittlung (FB 11)

### 3.12.1 Allgemeines und Definitionen

Dieses Kapitel beschreibt, wie den Maßnahmen Schaltbilder zugeordnet werden und diese Schaltbilder mittels Regeln, Abläufen und Programmen in ein resultierendes Schaltbild der Anzeigen und Betriebseinrichtungen umgesetzt werden.

Jeder Maßnahme kann ein oder können mehrere Schaltbilder zugeordnet sein, die untereinander und mit den Schaltbildern anderer Maßnahmen abgeglichen werden müssen.

In einem Steuerungssystem existieren Anforderungen an Schaltungen der Wechselverkehrszeichen (auch Wechselwegweiser, Schranken, Signalgeber, Markierungsleuchtknöpfe). Diese Anforderungen liegen zum einen als Grundanforderung vor, andererseits kommen im Betrieb der Anlage neue Anforderungen hinzu, die automatisch generiert oder manuell ausgelöst werden.

Da - auch für ein Wechselverkehrszeichen (WVZ) - zum gleichen Zeitpunkt mehrere unterschiedliche Anforderungen vorliegen können, ist ein Prozess notwendig, der diese Anforderungen räumlich und zeitlich so umsetzen kann, dass die Anzeigen zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort einen verkehrssicheren, plausiblen und situationsgerechten Zustand aufweisen. Die verkehrsrechtlich relevanten Aspekte sind im Einzelnen mit der zuständigen Straßenverkehrsbehörde abzustimmen.

Bei Vorliegen der entsprechenden Bedingungen wird das Schaltbild angefordert. Es können mehrere Schaltbilder gleichzeitig angefordert werden. Diese Anforderungen werden nach Regeln der Verriegelung (siehe Kapitel 3.12.7), der Priorisierung (siehe Kapitel 3.12.6) und des Längs- und Querabgleichs (siehe Kapitel 3.12.5) überlagert.

Anschließend wird das resultierende Schaltbild angezeigt, wobei der zeitliche Ablauf der Umschaltung (Progression, siehe Kapitel 3.12.10) einzuhalten ist.

Zum besseren Verständnis werden im Folgenden die wesentlichen Begriffe in der Schaltbildermittlung dargestellt. Diese finden sich ebenfalls im Glossar.

Die Grundversorgung ist ein vordefinierter, verkehrlich und verkehrsrechtlich unbedenklicher Anzeigezustand eines oder mehrerer WVZ, der bei stö-

Schaltungsarten der UZ	Priorität des Programms	Längsabgleich	Querabgleich	Verriegelung auf UZ-Ebene	Verriegelung auf SST-Ebene	Verdrängen	Überlagern nach Prioritätsregeln für Verkehrszeichen	Anforderung/Rücknahme der Schaltung durch den Bediener	Anforderung (A) / Vorschlag (V) durch das System	online veränderbar (in Abh. der Zugriffsrechte)
Handschaltungen UZ	hoch			Zeichen	Zeichen			X		X
Automatikprogramme (closed loop)	niedrig	X	X	Zeichen	Zeichen		X		A	X
Halbautomatik (open loop)	niedrig	X	X	Zeichen	Zeichen		X	X	V	X
Sonderprogramme (Unfall/ Baustelle)	niedrig	X	X	Zeichen	Zeichen		X	X		X
Betriebs- oder Tunnelprogramme	Niedrig	X*	X*	Programm/ Zeichen	Zeichen	X	X*	X	A	
* anlagenspezifisch										

Tab. 19: Schaltungsarten der UZ

rungsfreier Anlage hergestellt wird, wenn ansonsten keine andere Anforderung anliegt.

Der Grundzustand stellt die Grundeinstellung der Wechselverkehrszeichen im Autark Betrieb der Streckenstation gemäß TLS 2012 dar.

Betriebsprogramme sind vordefinierte, verriegelbare und nicht durch den Bediener online änderbare Schaltbilder.

Betriebsprogramme werden bei der Tunnelsteuerung oder bei der variablen Fahrstreifenzuteilung benötigt. Ein Betriebsprogramm kann ein einzelnes Schaltbild oder eine Schaltlogik aufrufen.

Tabelle 19 fasst den Prozess der Schaltbildermittlung zusammen.

### 3.12.2 Zuordnung von Maßnahmen auf Anzeigequerschnitte

Nach Ermittlung der vorherrschenden Situationen und deren Abgleich werden Maßnahmen für diese Situationen definiert und miteinander abgeglichen.

In diesem Kapitel wird definiert, wie aus den einzelnen Maßnahmen eine Anforderung an die Schaltungen von Wechselverkehrszeichen abgeleitet werden kann. Hierbei steht nicht die Auswahl des entsprechenden Verkehrszeichens im Vordergrund, sondern die örtliche und zeitliche Zuordnung zu den Anzeigequerschnitten. Die örtliche Zuordnung sollte parametrierbar sein. Die zeitliche Zuordnung kann sich entweder aus den Ein- und Ausschaltbedingungen ergeben oder ist ebenfalls ein Parameter.

Maßnahmen sind bezogen auf einen Ort und einen Zeitpunkt. Da sich der Ort der Situation nicht immer mit den Anzeigemöglichkeiten (Anzeigequerschnitten) deckt, ist eine Zuordnung erforderlich, welche diesen Bezug herstellt.

#### Zuordnung von Mess- zu Anzeigequerschnitten

Die Zuordnung zwischen Mess- und Anzeigequerschnitt ist je verkehrsrechtlicher Anordnung in Form von Zuordnungstabellen festzulegen.

Analog werden die Messstellen der Umfelddatenerfassung (Sichtweitenmessgeräte, Helligkeitssensoren u. ä.) Anzeigequerschnitten zugeordnet.

Die Zuordnung von Mess- und Anzeigequerschnitten muss parametrierbar sein.

Um den Zeitbedarf für Messung und Messwertverarbeitung zu kompensieren, kann es von Vorteil sein, nicht starr den unmittelbar stromaufwärts liegenden MQ als schaltungsrelevant heranzuziehen, sondern eine variable Zuordnung von Mess- und Anzeigequerschnitten vorzunehmen. Durch den resultierenden messtechnischen Vorlauf (Vorverlagerung der schaltungsrelevanten MQ) wird die Verarbeitungszeit näherungsweise kompensiert, d. h. der Fahrer bekommt tatsächlich selbst noch die Harmonisierungsschaltung zu sehen, die er gegebenenfalls (mit-)ausgelöst hat.

Wenn im konkreten Einzelfall eine AQ/MQ-scharfe schnelle zeitliche Reaktion auf z. B. punktuell hohe Verkehrsbelastungen ( $Q_{Kfz}$ ) für die Harmonisierung nicht erforderlich ist, kann bei den Harmonisie-

rungsschaltgründen mit einer geeigneten Mittelung mehrerer, dem AQ vorgelagerter Messquerschnitte und Mindestschaltzeiten auf einfache Weise eine Verstärkung des räumlich/zeitlichen Schaltbildes erreicht werden.

Für bestimmte Anwendungsfälle wie z. B. die temporäre Seitenstreifenfreigabe (TSF) werden einzelne Fahrstreifen innerhalb eines Messquerschnitts zeitweise aktiviert bzw. deaktiviert. Daraus ergeben sich die folgenden Anforderungen an die Konfiguration und Parametrierung von Messquerschnitten:

- Die Anzahl der aktiven (und damit verkehrstechnisch relevanten) Fahrstreifen (FS) innerhalb eines MQ muss dynamisch veränderbar sein.
- Die Bedeutung (z. B. Nutzungstyp, Lage) eines einzelnen FS innerhalb des MQ muss veränderbar sein.
- Es müssen mehrere MQ- und ggf. FS-bezogene Parametersätze angelegt und verwaltet werden können.

Die Umstellung der Anzahl der aktiven Fahrstreifen und die Bedeutung der Fahrstreifen muss im laufenden Betrieb erfolgen können. Es muss historisch nachvollziehbar sein, wann wie viele Fahrstreifen an einem Querschnitt aktiv waren, welche Bedeutung jeder Fahrstreifen hatte und welche Parametersätze Gültigkeit hatten.

Die Umstellung der Anzahl der aktiven Fahrstreifen und die Bedeutung der Fahrstreifen können manuell durch Benutzereingriff oder automatisch (z. B. bei automatischer Aktivierung/ Deaktivierung einer TSF) erfolgen.

### **SBA**

Bei den meisten SBA-Maßnahmen (z. B. bei Automatikprogrammen) handelt es sich um verschiebbare Programme ohne direkten Bezug zu einem Anzeigequerschnitt. Daher ist eine Zuordnung erforderlich, bei der die folgenden Gesichtspunkte zu berücksichtigen sind:

- Es ist zu entscheiden, ob es erforderlich ist, dass die Schaltung nur an einem oder an mehreren Anzeigequerschnitten angefordert wird.
- Eine Maßnahme ist für alle Anzeigequerschnitte anzufordern, die im Ausdehnungsbereich der Situation liegen.

- Die gleiche Maßnahme kann auch für den Anzeigequerschnitt angefordert werden, der stromaufwärts des Bereichs der Situation liegt.
- Eine Maßnahme kann verdoppelt werden, d. h. an zwei Anzeigequerschnitten angezeigt werden, wenn die Situation dies erfordert.
- Die Maßnahme wird mindestens so lange aufrechterhalten wie die Situation existiert. Eine zeitliche Hysterese kann sowohl beim Ein- als auch beim Ausschalten erforderlich sein.
- Es wird davon ausgegangen, dass Aufhebungen der Maßnahme nach dem Ende des Bereichs der Situation automatisch durch die konfigurierten Regeln erfolgen.
- Es wird davon ausgegangen, dass ein Abgleich in den angeforderten Schaltbildern enthalten sein kann, aber nicht enthalten sein muss, wenn ein endgültiger Abgleich bei der Überlagerung der aktuell anstehenden Anforderungen erst nachträglich mit Hilfe der konfigurierten Abgleichsregeln durchgeführt werden kann.

### **NBA**

Im Kontext von NBA ist die Zuordnung der Situation zu einer Maßnahme durch eine feste Zuordnung auf Anzeigequerschnitte bzw. Anzeigequerschnittsketten an (ggf. mehreren) Entscheidungspunkten gegeben.

### **3.12.3 Schaltbildanforderung**

Auf der Basis von Regeln zur Schaltbildermittlung, die nachfolgend erläutert werden, ist für jede mögliche Maßnahme am einzelnen Anzeigequerschnitt (AQ) ein Schaltbild zu definieren. Zumeist sind auch die davorliegenden und nachfolgenden AQ betroffen (z. B. für einen Geschwindigkeitstrichter innerhalb einer SBA sind die vor dem betrachteten AQ liegenden AQ einzubeziehen, bei Aufhebung eines Streckenverbots ist der folgende AQ zu berücksichtigen). Das Schaltbild kann in der UZ der VBA hinterlegt sein (Konfiguration), in der UZ parametrierbar sein oder automatisch aufgrund von Regeln gebildet werden (z. B. bei SBA: ein gelber Blinkpfeil am AQ vor einem durch das Zeichen ‚Rote gekreuzte Schrägbalken‘ gesperrten Fahrstreifen).

Für die verschiedenen Verkehrsbeeinflussungsanlagen gibt es Schaltbilder u. a. für folgende Situationen bzw. Steuerungsmaßnahmen (die Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit):

**SBA**

- Grundversorgung, Autarkversorgung (Schaltbild bei technischen Störungen, siehe Kapitel 3.12.11)
- automatische Auslösung:
  - Harmonisierung der Geschwindigkeit,
  - Unruhe im Verkehrsfluss,
  - Stauwarnung, Lkw-Stau, Staugefahr,
  - Nässewarnung, Nebelwarnung (Sichtweite), Seitenwindwarnung,
  - Warnung vor langsamen Einzelfahrzeugen
  - Lkw-Überholverbot
- manuelle Auslösung:
  - Glättewarnung,
  - Baustellenprogramm,
  - Warnung vor Verkehrsunfall,
  - Falschfahrer,
  - Vollsperrung,
  - Einfahrhilfe,
  - Lkw-Kontrolle.

**NBA**

- Stauwarnung ohne Umleitungsempfehlung auf Normalroute / Alternativroute 1, 2, ... (mit Ortsangabe),
- Stauwarnung mit Umleitungsempfehlung auf Normalroute / Alternativroute 1, 2, ... (mit Ortsangabe),
- Sperrung mit Umleitung auf Normalroute / Alternativroute 1, 2, ... (mit Ortsangabe)

**KBA**

- rechter durchgehender Fahrstreifen nur für Einfahrt bzw. Ausfahrt,
- rechter durchgehender Fahrstreifen für Einfädeln bzw. Ausfädeln,
- für ZRA:
  - Anlage eingeschaltet mit einem Fahrzeug pro Umlauf,
  - Anlage eingeschaltet mit zwei Fahrzeugen pro Umlauf,
  - Sperrung der Einfahrt

**Weitere Anwendungsfälle sind**

- Tunnelbetrieb,
- Richtungswechselbetrieb,
- variable Fahrstreifenzuteilung (FSZ),
- temporäre Seitenstreifenfreigabe

Ein resultierendes Schaltbild kann die Anzeigen mehrerer zusammenwirkender Anlagen umfassen, z. B. eine Umleitungsempfehlung der NBA zusammen mit einer Fahrstreifensperrung der SBA und einer Zuflussregelung der ZRA.

**3.12.4 Schaltungsarten****Automatikprogramme**

Bei Automatikprogrammen erfolgt mindestens ein Einzelschritt, also die Aktivierung oder Deaktivierung von Wechselverkehrszeicheninhalten, automatisch. Für Automatikprogramme gelten die Regeln der Priorisierung der Wechselverkehrszeicheninhalte und des Längs- und Querabgleichs gemäß Kapitel 3.12.6 (siehe auch Kapitel 4.3 der RWVA 1997).

Folgende Arten von Automatikprogrammen werden unterschieden:

- **Vollautomatisch (closed loop):**

Alle Einzelschritte werden automatisch durchgeführt. Es ist kein manueller Eingriff erforderlich. Die entsprechenden Wechselverkehrszeicheninhalte werden auf der Grundlage aktueller Verkehrs- und Umfelddaten aktiviert bzw. deaktiviert. Bei Streckenbeeinflussungsanlagen werden Stauwarnung, Harmonisierung sowie Nässe- und Nebelwarnung als Automatikprogramme realisiert.

- **Halbautomatisch (open loop):**

Datenerfassung, Zustandsanalyse und der Vorschlag von Schaltprogrammen werden automatisch ausgeführt. Das Bedienpersonal schaltet das vorgeschlagene Programm, überwacht gegebenenfalls schrittweise die Ausführung und nimmt es zurück. Ein Anwendungsbeispiel ist die temporäre Seitenstreifenfreigabe.

Im Bereich von Straßentunneln wird an dieser Stelle die automatische Auslösung und manuelle Rücknahme von Schaltprogrammen angewandt. So wird beispielsweise bei Detektion eines Brandes der Tunnel automatisch gesperrt. Zurückgenommen wird die Tunnelsperrung manuell durch die Operatoren der

entsprechenden Verkehrsrechner- oder Tunnelleitzentrale, nachdem die Brandmeldeanlage des Tunnels zurückgesetzt und der Tunnel kontrolliert wurde.

### **Manuelle Programme**

Bei manuellen Programmen werden alle Schritte, also Aktivierung und Deaktivierung, durch die Bediener ausgeführt. Hierbei werden Sonderprogramme und Handschaltungen unterschieden.

#### **• Sonderprogramme**

Für Sonderfälle muss die Möglichkeit der Schaltung von Sonderprogrammen von allen Bedienstationen aus bestehen. Alle Sonderprogramme können durch restriktivere Schaltungen der Automatik jederzeit verändert oder überschrieben werden.

Bei Sonderprogrammen können die Wechselverkehrszeicheninhalte manuell vorgegeben werden. Sonder- und Automatikprogramme haben die gleiche Priorität, die Inhalte der Sonderprogramme fließen mit in die Schaltbildermittlung ein.

Um Fehleingaben zu vermeiden, ist für die Schaltung von Sonderprogrammen eine Verträglichkeitsprüfung unter Verwendung von Verriegelungsmatrizen vorzusehen.

Ein Sonderfall stellt das Grundprogramm dar. In diesem können Grundstellungen (z. B. entsprechend der verkehrsrechtlichen Anordnung) für jedes WVZ definiert werden.

Eine weitere spezielle Ausprägung der Sonderprogramme stellen die Betriebsprogramme (Tunnel, variable Fahrstreifenzuteilung) dar. Betriebsprogramme sind vordefinierte Programme, die in speziellen Situationen angefordert werden. Beispiele sind:

- die einzelnen Schaltungen der freigegebenen Fahrstreifen bei variabler Fahrstreifenzuteilung,
- Überleitprogramme in Tunneln,
- Sperrprogramme,
- Schrankenprogramme.

#### **• Handschaltungen**

Das System muss die Handschaltung einer beliebigen Zeichenkombination an einem Anzeigequerschnitt ermöglichen. Hierbei kann eine Verträglichkeitsprüfung mit Hilfe von Verriegelungsmatrizen durchgeführt werden. Handschaltungen haben ge-

genüber Automatik- und Sonderprogrammen die höchste Priorität. Ein Längsabgleich sollte vom System vorgeschlagen werden und zu einem Schaltvorschlag führen, der unter Berücksichtigung weiterer Verträglichkeitsprüfungen (Verriegelungsmatrix) modifiziert werden können muss. Die Ausführung einer solchen Schaltkombination liegt in der vollen Verantwortung des Bedieners.

Handschaltungen haben gegenüber Sonder- und Automatikprogrammen eine höhere Priorität. Die manuellen Vorgaben der Handschaltungen überschreiben die jeweils aktuellen Anforderungen der Automatik- und Sonderprogramme. Für durch Handschaltungen geschaltete WVZ gelten damit die Regeln der Priorisierung der Anzeigehalte sowie des Längs- und Querabgleichs nicht.

### **Schaltung der Wechselverkehrszeichen durch andere Systemkomponenten**

Wechselverkehrszeichen werden in der Regel querschnittsweise durch die entsprechende Unterzentrale geschaltet. Bei betrieblichen Sonderfällen (z. B. Tunnelsteuerung, Wartung der Wechselverkehrszeichen) ist es möglich, die Wechselverkehrszeichen durch andere Systemkomponenten zu schalten, z. B. Kommunikationsrechner-Inselbus (KRI), Handbedienfeld an der Streckenstation (SSt) oder Polizeibedienfeld. Die Streckenstationen melden dann die Betriebsarten ‚Handbetrieb‘, ‚Notbetrieb‘, ‚Sub-Geräte-Handbetrieb‘, ‚KRI-Betrieb‘ oder ‚Externer Betrieb‘. Die Unterzentrale sollte dann keine Stellbefehle versenden, andernfalls werden diese durch die SSt negativ quittiert.

Entsprechende Festlegungen sind der TLS 2012 zu entnehmen. Wichtig ist, dass bei Meldung einer der o. g. Betriebsarten alle aktuellen Stellbefehle bzw. Schaltanforderungen der Unterzentrale überschrieben werden.

Bei Handbetrieb an der SSt braucht die Steuerung die AQ-Rückmeldungen nicht zu berücksichtigen; sie bezieht sich nur auf die gesendeten Befehle. Damit wird verhindert, dass sich kurzzeitige Wartungseingriffe über den Quer- und Längsabgleich auf benachbarte Aktoren auswirken.

#### **3.12.5 Längs- und Querabgleich**

Beim Längsabgleich werden die Anzeigen aufeinanderfolgender Anzeigequerschnitte abgestimmt, beim Querabgleich die Anzeigen eines AQ. Neben der Vermeidung von sich widersprechenden und

verkehrsrechtlich unzulässigen Anzeigen soll eine kontinuierliche, in sich schlüssige Anzeige erreicht werden.

Die Regeln für den Längs- und Querabgleich können für jeden AQ bzw. jedes WVZ in Abhängigkeit von Randbedingungen wie Standort, verkehrstechnische Zielsetzung oder technische Ausführung parametrisiert werden.

### Quer- und Längsabgleichsregeln für SBA

#### • Querabgleich

Es dürfen keine sich widersprechenden, unzulässigen oder verkehrsgefährdenden Anzeigekombinationen schaltbar sein. Im Einzelnen ist u. a. zu beachten:

- Die WVZ B ebenso wie die WVZ C an einem Richtungsquerschnitt sollten identisch sein; in begründeten Fällen kann hiervon abgewichen werden, z. B. bei einer Kombination von Lkw-Überholverbot und Baustelle.
- Geschwindigkeitsbeschränkungen auf WVZ A an einem Richtungsquerschnitt sind in der Regel identisch oder von rechts nach links aufsteigend; (vgl. RWVZ 1997)
- Das Dauerlichtzeichen ‚Gelber Blinkpfeil‘ darf nicht auf einen gesperrten oder ebenfalls zu räumenden Fahrstreifen weisen (siehe Kapitel 3.12.7).

#### • Vorwarnung

Vor einer Gefahr an einem Anzeigequerschnitt wird, soweit ausreichende Anzeigequerschnitte stromaufwärts vorhanden sind, eine Vorwarnung angezeigt.

Die Vorwarnungen sind entsprechend der RWVZ 1997 aufzubauen.

#### • Längsabgleich

Beim Längsabgleich werden die Anzeigen aufeinanderfolgender Anzeigequerschnitte abgestimmt. Dabei müssen die Abstände der Anzeigequerschnitte berücksichtigt werden. Neben der Vermeidung von sich widersprechenden und verkehrsrechtlich unzulässigen Anzeigen soll hiermit auch eine kontinuierliche, in sich schlüssige Anzeigefolge erreicht werden. Für den Fall, dass sich Anzeigequerschnitte im Bereich von Knotenpunkten befinden, ist ggf. mehr als ein Vorgänger bzw. Nachfolger-AQ zu berücksichtigen.

Sollten im Querabgleich unterschiedliche Geschwindigkeiten an einem Querschnitt erlaubt sein, muss der Längsabgleich fahrfstreifenweise erfolgen. Im Einzelnen sind folgende Regeln durch den Längsabgleich zu überprüfen:

1. Geschwindigkeitsbeschränkungen oder Lkw-Überholverbote sollen an mindestens zwei aufeinander folgenden Anzeigequerschnitten geschaltet werden, wenn der Abstand der Anzeigequerschnitte kleiner als 1500 m ist. Die Aufhebung erfolgt am darauffolgenden Anzeigequerschnitt, falls dort keine anderen Anzeigen mit höherer Priorität angefordert werden.
2. Bei Überlappung von Programmen für Störfälle an verschiedenen Stellen ist ein Abgleich der Beschilderung durchzuführen.
3. Eine Unterbrechung der Schaltbildabfolge sollte nur erfolgen, wenn mindestens eine parametrierbare Anzahl aufeinanderfolgender Anzeigequerschnitte (Erstversorgung: zwei AQ) dunkel bzw. das Zeichen Z 282 StVO („Ende sämtlicher Streckenverbote“) geschaltet werden; andernfalls ist an diesen Anzeigequerschnitten die zulässige Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h anzuzeigen.
4. Geschwindigkeiten, die nach oben abweichen, können entsprechend den beiden Nachbar-AQ korrigiert werden (z. B. 80-100-80 ergibt 80-80-80). Die Geschwindigkeitsdifferenz (40er- oder 20er-Schritte) muss parametrierbar sein. Dabei muss der Abstand der AQ berücksichtigt werden. Geschwindigkeiten, die nach unten abweichen (z. B. 100-80-100), müssen aus Sicherheitsgründen immer geschaltet werden.
5. Die Aufhebung der WVZ-Anzeigen an einem AQ erfolgt gemäß RWVZ 1997.
6. Am Ende einer Streckenbeeinflussungsanlage wird auf eine Dopplung der Geschwindigkeitsanzeige und des Lkw-Überholverbotes (siehe 1. Regel) verzichtet.

### Quer- und Längsabgleichsregeln für NBA

Bei Wechselwegweisern in NBA sind statische Wegweiser gegebenenfalls in die Abgleiche mit einzubeziehen. Zuerst werden Ersatzschaltungen im Falle von Fehlern oder statischen Zielen im Anzeigesystem vorgenommen. Danach werden die Ziele unter Berücksichtigung der Regeln des Querabgleichs auf den Wechselwegweisern abgebildet.

Darf oder kann ein Ziel nicht abgebildet werden, so wird die Zielkette entsprechend den Längsabgleichsregeln abgebrochen.

#### • Querabgleich

Ein dynamischer Zieltext (mit Ort oder Ereignis) soll dann nicht angezeigt werden, wenn an dem betreffenden Entscheidungspunkt bereits ein identischer Zieltext höherer Priorität mit abweichender Richtung angezeigt wird. Die Priorität der Zieltexte muss festgelegt sein. Dabei sind die Regeln der Wegweisung zu beachten, z. B. die Umklappregel gemäß RWBA 2000.

Im Rahmen des Querabgleichs werden je Anzeigequerschnitt Ziele höherer Priorität auch physisch in einer höheren Zeile angezeigt. Innerhalb einer Zeile stehen höher prioritäre Ziele links. Dadurch ergibt sich für die Anzeigereihenfolge auf dem Wegweiser ein klares Schema: zeilenweise von oben nach unten, innerhalb der Zeilen jeweils von links nach rechts.

Ziele, die aufgrund ihrer niedrigen Priorität nicht angezeigt werden können, werden beim nachfolgend durchzuführenden Längsabgleich berücksichtigt.

Defekte Wegweiserzeilen bei Prismenwendern, deren Zustand in der UZ bekannt ist, können steuerungstechnisch als statische Wegweiser behandelt werden.

#### • Längsabgleich, Kontinuitätsregel

Zur Erzielung einer kontinuierlichen Anzeigefolge entlang der Strecke müssen die Schaltempfehlungen vom Steuerungsmodell für die gesamte Beeinflussungsrouten abgeglichen werden.

Beim Längsabgleich bewegt sich ein gesonderter Algorithmus im Bereich der Maßnahmen anhand der zu schaltenden Wegweiserziele selbstständig von Kante zu Kante durch das Verkehrsnetz, immer vom Ziel ausgehend zu allen möglichen Startpunkten. Auf die Kontinuität der Wegweisung ist zu achten.

Sofern ein dynamischer Delestagepfeil aufgrund von Schaltbildanforderungen aus anderen Steuerungsmaßnahmen, durch Handschaltungen oder durch Schaltungen vor Ort auf ‚aus‘ geschaltet wurde, oder dieser Schaltzustand aufgrund von fehlender Erreichbarkeit der Streckenstation angenommen wird, wird bei der rekursiven Berechnung davon ausgegangen, dass an diesem Entscheidungspunkt die Normalroute geschaltet ist.

#### • Zeitlicher Nachlauf von Schaltungen

Das Einhalten der RWBA 2000 ist trotz der Dynamik einer NBA sicherzustellen, d. h. bei der Rücknahme von Schaltungen müssen zeitliche Nachläufe berücksichtigt werden. Die Zielführung für Fahrzeuge, die sich zu Beginn der Rücknahme eines Ziels noch auf Kanten der (Teil-)Kette befinden, muss für eine angemessene Zeit erhalten bleiben. Die Rücknahme geschieht also gestaffelt und orientiert sich an den jeweils langsamsten angenommenen Kanten-Fahrtzeiten.

#### 3.12.6 Priorisierung

##### Priorisierung von Wechselverkehrszeichen

Bei gleichzeitig anliegenden Schaltanforderungen werden für die einzelnen Zeichen Prioritäten festgelegt:

In Streckenbeeinflussungsanlagen können sich konkurrierende Schaltanforderungen an die gleichen WZG aus der aktuellen Situation ergeben. Folgende Schaltanforderungen sind u. a. denkbar:

##### 1. Verkehrsabhängige Funktionen

- Stauwarnung
- Harmonisierung durch angepasste Geschwindigkeitsbeschränkung
- Ein- und Ausfahrhilfe
- Lkw-Überholverbot

##### 2. Umfeldabhängige Funktionen

- Nebelwarnung
- Nässewarnung
- Warnung bei Glätte oder Aquaplaninggefahr

##### 3. Sonderfunktionen (Auswahl)

- Fahrstreifensperrung
- Gefahrenwarnung
- Sicherung von Baustellen

Werden für ein und denselben WZG aus dem Steuerungsprogramm mehrere WVZ angefordert, so gilt generell, dass das WVZ mit der weitergehenden Vorschrift Priorität hat. Bei Gefahrenzeichen hat die Warnung vor der am schlechtesten erkennbaren Gefahr oder die, die die Anordnung der niedrigsten zulässigen Höchstgeschwindigkeit erfordert, Vorrang. Bei ‚Stau infolge Unfall‘ hat die Stauwarnung

↓ <b>Priorität hoch</b>		
<b>WZG A</b>	<b>WZG B</b>	<b>WZG C</b>
Rotes Kreuz Gelbpfel rechts/ links	Z 1052-35 „7,5 t“	Unfall Nebel
Z 274-54 „40“ Z 274-56 „60“ Z 274-58 „80“	Z 124 Stau Z 123 Baustelle	
Z 274-60 „100“	Z 114 Schleuder- gefahr	Z 1004 nach 2* km
Z 274-62 „120“	Z 101 Gefahrenstelle Z 277 Lkw-Überhol- verbot Z 282 Ende Strecken- verbot Z 281 Ende Überhol- verbot Lkw	Z 1004 nach 3* km  Z 1052-35 „7,5 t“
↑ <b>Priorität niedrig</b>		
* Entfernung den örtlichen Gegebenheiten angepasst		

**Tab. 20:** Mögliche Prioritäten für die Anzeige von WVZ [RWVA 1997]

Vorrang. Die Priorität ist jeweils projektbezogen festzulegen (Beispiel siehe Tabelle 20). Bei gleichzeitigen Schaltanforderungen aus verschiedenen Hierarchieebenen hat die unterste Hierarchieebene (Streckenstation) Priorität. Bei gleichzeitiger manueller und automatischer Schaltanforderung hat die manuelle Anforderung Priorität.

Die Prioritätenreihenfolge muss durch den Betreiber änderbar sein.

Zeicheninhalte können unter verschiedenen Bedingungen unterschiedliche Prioritäten haben. So können beispielsweise für das Zeichen 101 ‚Gefahrenstelle‘ verschiedene Prioritäten für Unfall oder Stau vergeben werden.

### **Priorisierung von Zielen (Wechselwegweisung)**

Grundlage für die Steuerung von Netzbeeinflussungsanlagen sind Steuerungsstrategien, die auf Basis der Störungssituation, der Verkehrslage im Netz sowie der Lage und Beschaffenheit der Netzmaschen erstellt werden. Mit zunehmender Anzahl an Netzbeeinflussungsanlagen sowie in lokalen, regionalen und überregionalen Strategien ist eine netzweite Betrachtung erforderlich. Diese Strategien sollten, unter Berücksichtigung von Prioritäten bei zeitlicher oder räumlicher Überlagerung, in einem Strategiekatalog aufbereitet werden.

Die Schaltbildermittlung der einzelnen Algorithmen wird in drei Schritten nach folgenden Regeln vorgenommen:

#### 1. Schaltbildermittlung für den Delestagepfel:

Diese Schaltbildermittlung muss eine vom jeweiligen Steuerungsalgorithmus stammende Priorität der Schaltung enthalten. Die Priorität muss innerhalb des Steuerungsmodells immer für die einzelne Wechselwegweiserkette, d. h. für den einzelnen Entscheidungspunkt eindeutig sein (nicht zulässige Parametrierungen sind bereits bei der Eingabe zurückzuweisen). Sie muss je Instanz eines Algorithmus und Stufe parametrierbar sein.

#### 2. Schaltbildermittlung(en) für die Richtungsangabe:

Auf jeden möglichen Zustand des Delestagepfels (außer ‚Aus‘) bezogen wird eine bestimmte (konfigurierbare) Zahl von Richtungsangaben aus einer vorgegebenen Liste der für diesen Entscheidungspunkt und diesen Zustand des Delestagepfels zulässigen Richtungsangaben angefordert.

#### 3. Schaltbildermittlung für die Hinweise:

Diese bestehen jeweils aus 2 Teilen.

Im ersten Teil befindet sich eine Angabe über Ursache und Schwere (Grad) aus einer sortierten Liste der für den betrachteten Entscheidungspunkt (und für den entsprechenden Zustand des Delestagepfels) zulässigen Kombinationen von Ursache und Schwere.

Im zweiten Teil befindet sich eine Angabe zum Ort aus einer sortierten Liste der für diesen Entscheidungspunkt (und für den entsprechenden Zustand des Delestagepfels) zulässigen Ortsangaben.

Die Hinweise können in einer Schaltbildermittlung für jeden möglichen Zustand des Delestagepfels mehrfach vorhanden sein.

Das zu erzeugende Schaltbild muss je Instanz und Schaltstufe der o.g. Algorithmen parametrierbar sein.

Für die einzelnen Algorithmen werden jeweils Mindestvorlauf- und Mindesteinschaltzeiten sowie Regelungen zur Überbrückung kurzfristiger Störungen vorgegeben. Es gilt:

- Damit eine Schaltbildanforderung wirksam wird, muss sie mindestens  $t_{min,ein}$  ununterbrochen angelegt haben, ansonsten wird die Schaltbildanforderung unterdrückt.

- Die Schaltbildanforderung wird, auch wenn sie nicht mehr anliegt, solange weiter angefordert, bis die Ausschaltbedingung mindestens die Zeit  $t_{min,aus}$  angelegen hat.
- Befindet sich die Ausschaltbedingung für eine Schaltbildanforderung mindestens die Zeit  $t_{min,stör}$  im Zustand ‚nicht ermittelbar‘, so wird die Schaltbildanforderung ebenfalls beendet.

Die o. g. Parameter müssen je Instanz eines Algorithmus und Schaltstufe parametrierbar sein.

Die Priorisierung ermittelt aus den (evtl. mehrdeutigen) Schaltbildanforderungen der einzelnen Algorithmen eine eindeutige Schaltbildanforderung nach den folgenden Regeln:

1. Die resultierende Schaltbildanforderung an den Delestagepfeil ist diejenige mit der höchsten Priorität.
2. Die Richtungsangaben, die nicht auf diesen Zustand des Delestagepfeils bezogen sind, werden verworfen. Die verbleibenden Richtungsangaben werden zusammengefasst und entsprechend der Liste der zulässigen Richtungsangaben sortiert. Ist eine Richtungsangabe in der Liste mehrfach vorhanden, so werden die überzähligen Exemplare aus der Liste entfernt.
3. Die Hinweise, welche nicht dem Zustand des Delestagepfeils zugeordnet sind, werden verworfen. Die verbleibenden Hinweise werden zu jedem der anderen möglichen Zustände des Delestagepfeils zusammengefasst. Diese zusammengefassten Listen werden in zwei Stufen sortiert, zuerst nach Ursache und Schwere, danach nach der Angabe zum Ort, jeweils entsprechend den zugehörigen Auswahllisten des Entscheidungspunkts. Ist ein Hinweis in der Liste mehrfach enthalten, so werden die überzähligen Exemplare aus der Liste entfernt.

Die so entstandene Schaltbildanforderung wird mit einer (parametrierbaren) Priorität der Maßnahme versehen und ist der entsprechenden SWE zur Generierung von Schaltbefehlen bereitzustellen.

### 3.12.7 Verriegelung

Zur Verriegelung sind in verschiedenen anderen Hinweisen und Regelwerken entsprechende Hinweise vorhanden, auf die an dieser Stelle verwiesen wird:

- Die RWVA 1997, Kapitel 4.4, Absatz 3 definieren: „Verkehrsgefährdende Anzeigezustände sind am Anzeigequerschnitt zu verriegeln (i. d. R. nur sich widersprechende Zeichen).“
- Die RWVA 1997 behandelt weiterhin die Verriegelung von Aktoren an einem Anzeigequerschnitt. Es können jedoch auch Fälle auftreten, bei denen Aktoren an aufeinanderfolgenden Anzeigequerschnitten verriegelt werden müssen.
- Die DIN V VDE V 0832-400 fordert in Kapitel 5.3 Querschnittsübergreifende Überwachung (Längsüberwachung) eine Unverträglichkeitsprüfung bei der Fahrstreifensignalisierung.
- Die DIN V VDE V 0832-400 enthält weitere Vorgaben zur Verriegelung von Zeichen, Signalsicherungsmaßnahmen und Ausfallbehandlung.

Verriegelungen sind zusätzlich als Hardwareverriegelung auf Streckenstationsebene verfügbar, jedoch nur für Wechselverkehrszeichen an einer Streckenstation.

Auf der Ebene der Unterzentrale sind nicht zulässige Zeichenkombinationen in einer Verriegelungsmatrix separat zu hinterlegen und bei den Konsistenzprüfungen der Anzeige zu berücksichtigen. Die Verriegelungsmatrix sollte parametrierbar sein und pro Anzeigequerschnitt sollten alle verbotenen Anzeigekombinationen einzeln eingestellt werden können.

Durch eine Verriegelung der Programme auf Ebene der Unterzentrale können unzulässige, unerwünschte oder verkehrsgefährdende Zustände in der Kombination von Betriebsprogrammen vermieden werden. Die gleichzeitige Anforderung verriegelter Betriebsprogramme ist ausgeschlossen, der Übergang zwischen ihnen muss über einen definierten Zwischenzustand geführt werden.

Beim Einsatz von Verriegelungen ist auf eine effiziente Pflege zu achten, so dass sich bei lokaler Realisierung nicht unnötige Einschränkungen für Sonderfälle, z. B. im Kontext von Absicherungen von Arbeitsstellen mit VBA-Unterstützung, ergeben.

### 3.12.8 Überlagerung

Die, auch mehrfache, Überlagerung paralleler Anforderungen ist bei SBA üblich. Die Schaltzustände und -abfolgen in den Automatik- und manuellen Programmen entstehen durch Überlagerung mehrerer parallel anliegender automatischer bzw. ma-

nueller Anforderungen. Beispielsweise wird die durch ein Sonderprogramm vom Bediener geschaltete Anzeige ‚Baustelle‘ im Falle eines von der Anlage festgestellten Staus in diesem Bereich durch die Anzeige ‚Stau‘ auf den WVZ B überlagert und wegen höherer Priorität der Anzeige ‚Stau‘ überschrieben. Liegt diese auslösende Stausituation nicht mehr vor, wird die Schaltung ‚Stau‘ automatisch zurückgenommen und die ursprüngliche, bisher überlagerte Anzeige ‚Baustelle‘ ist wieder sichtbar.

### 3.12.9 Verdrängung

Betriebsprogramme werden nach dem Prinzip der Verdrängung geschaltet, wenn diese miteinander konkurrierende Schaltungen enthalten und es zulässig ist, dass das neu angeforderte Programm das bestehende, gegen das es verriegelt ist, anfordern darf. Eine sichere Umschaltung muss durch besondere Übergangsprogramme gewährleistet werden. In deren Ablauf wird der Zustand der Umsetzung oder Fertigstellung abgefragt und darauf reagiert, indem z. B. Schaltbilder angefordert oder Benutzerabfragen ausgelöst werden.

Im Fall einer vom System oder vom Bediener abgebrochenen Schaltung muss die Anlage einen definierten verkehrssicheren Schaltzustand annehmen. Während bei einer Verriegelung das bestehende

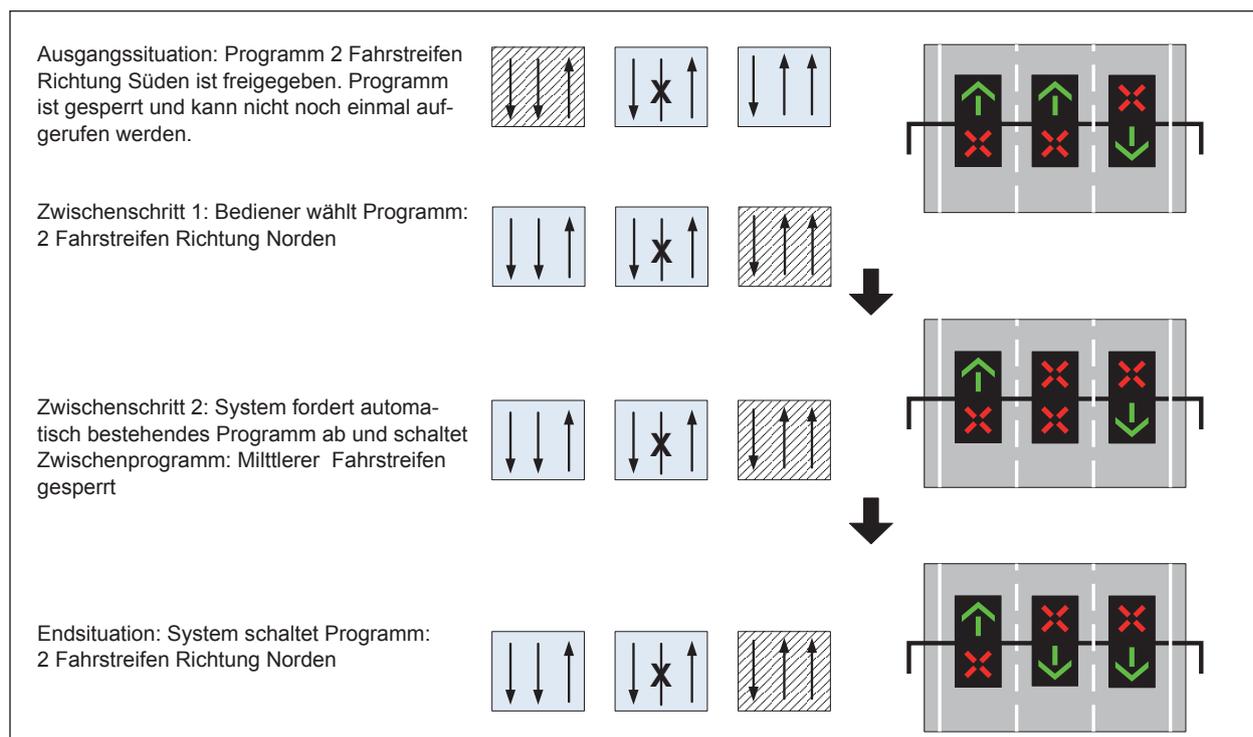
Programm zuerst manuell zurückgenommen werden muss, kann bei der Verdrängung ein konkurrierendes Betriebsprogramm automatisch durch das neue Programm ersetzt werden.

Bild 8 beschreibt eine Umschaltung bei Richtungswechselbetrieb von Fahrstreifen. In der linken Bildhälfte sind hierzu die Schalter dargestellt, mit denen der Bediener die einzelnen Betriebsprogramme aktivieren kann. Rechts ist ein Anzeigequerschnitt der Anlage abgebildet.

Die oberste Zeile zeigt den Zustand des Systems bei Freigabe zweier Fahrstreifen in Richtung 1 (Süden). In der mittleren Zeile wählt der Bediener das Programm für die Freigabe zweier Fahrstreifen in der anderen Fahrtrichtung. Das hinterlegte Übergangsprogramm aktiviert selbstständig die Zwischenstufe der Umschaltung, nämlich die temporäre Sperrung des mittleren Fahrstreifens in beiden Richtungen. Erst wenn dieser Zustand ausreichend lange aktiv war, werden zwei Fahrstreifen in Fahrtrichtung 2 (Norden) freigegeben.

### 3.12.10 Progression

Mit Progression ist die zeitliche Abfolge bei der abgestimmten Schaltung von Wechselverkehrszeichen an aufeinanderfolgenden Anzeigequerschnit-



**Bild 8:** Beispiel für das Prinzip des Verdrängens [FGSV 2012a]

ten (AQ) oder an einem AQ gemeint. Sie ist beim Ein- und Ausschalten, ggf. auch beim Umschalten einer Anzeige zu berücksichtigen.

Die Progression kann definiert werden

- in Abhängigkeit der Fahrtzeit, die sich aus dem Abstand zweier AQ und der zulässigen Geschwindigkeit ergibt,
- nach vorgegebenen Zeiten, z. B. bis die Fahrer dem in der Anzeige geforderten Verhalten gefolgt sein können.

Die Verwendung der Progression ist abhängig vom Grund der Schaltung. In Gefahrensituationen ist eine sofortige Warnung in der Regel wichtiger als eine progressive Schaltung.

Grundsätzlich sollten Wechselverkehrszeichen in einem solchen Zeitabstand umgeschaltet werden, dass einem zufahrenden Fahrer nur höchstens ein Wechsel an einem AQ gezeigt wird.

Im Einzelfall ist abzuwägen, ob der zu erwartende Nutzen den Aufwand für die Konfiguration und Parametrierung der Progressionsschaltung rechtfertigt.

U. a. in folgenden Situationen ist eine Progression sinnvoll:

#### • Streckenbeeinflussungsanlagen (SBA)

- Bei Fahrstreifensperrungen ist zunächst mit Zeichen ‚gelb blinkender Schrägpfeil‘ der Verkehr vom zu sperrenden Fahrstreifen abzuleiten, anschließend zu sperren. Die Sperrung hintereinander liegender AQ sollte etwa in der Progression der Fahrtzeit geschaltet werden. Ausnahmen sind zulässig bei Gefahr im Verzug, z. B. bei liegengebliebenen Fahrzeugen. Hier sollten Fahrstreifensperrungen ohne Progression geschaltet werden.
- Soll eine zulässige Höchstgeschwindigkeit angezeigt werden, so kann diese an allen vorgesehenen AQ sofort eingeschaltet werden. Die Aufhebung der Streckenverbote (Zeichen 282) oder die zum vorherigen Streckenverbot zugehörige Aufhebung am letzten betroffenen AQ kann aber erst nach der Fahrtzeit basierend auf der angezeigten Geschwindigkeit vom vorletzten AQ erfolgen. Das Ausschalten der zulässigen Höchstgeschwindigkeit in die Anzeige ‚dunkel‘ erfolgt in Fahrtrichtung progressiv unter Beachtung der Fahrtzeiten zwischen den AQ.

Als letztes wird das Zeichen 282 ausgeschaltet. (siehe RWVZ 1997 Anhang 3)

#### • Knotenbeeinflussungsanlagen (KBA)

- Für die Fahrstreifensperrung gilt der erste Anstrich unter SBA.
- Ein Fahrstreifen darf erst freigegeben werden, wenn nach der Sperrung der zuvor freigegebenen Fahrbeziehung ausreichend Zeit zum Räumen des Fahrstreifens abgelaufen ist.
- Bei der Knotenbeeinflussung einer Ausfahrt in Verbindung mit einer Wechselwegweisung werden zunächst die Wechselwegweiser, dann die Fahrstreifensignale und Markierungsleuchtknöpfe umgeschaltet. (siehe FGSV 2003a, Kapitel 3.2.3)

#### • Netzbeeinflussungsanlagen (NBA)

- An hintereinander liegenden Anzeigequerschnitten eines Entscheidungspunkts sollte zeitversetzt in Abhängigkeit von der Progression der Fahrtzeit der gleiche Inhalt gezeigt werden.

#### • Anlagen zur temporären Seitenstreifenfreigabe

- Die Freigabe des Seitenstreifens verläuft nacheinander an allen AQ entgegen der Fahrtrichtung, die Rücknahme in Fahrtrichtung progressiv unter Beachtung der Fahrtzeiten zwischen den AQ.

#### • Anlagen zum Richtungswechselbetrieb einzelner Fahrstreifen

- Für die Fahrstreifensperrung gilt der erste Anstrich unter SBA.
- Vor Freigabe eines Fahrstreifens ist eine Kontrolle durch Personal erforderlich (Videoüberwachung, Kontrollfahrt). Die einzelnen Signale werden nacheinander progressiv entgegen der Fahrtrichtung freigegeben. (siehe FGSV 2003a, Kapitel 3.1.3 und 3.4.3)

#### • Anlagen zur Verkehrsbeeinflussung in Straßentunneln

- Bei Tunnelsperranlagen sind die zeitlichen und funktionalen Abhängigkeiten zwischen Schranken, Lichtsignalanlagen und vorgelagerten

Wechselverkehrszeichen gemäß der Entwurfsfassung RABT [FGSV 2015b] zu beachten.

### 3.12.11 Ausfallbehandlung

#### Datenübertragung

Für Störeinflüsse durch z. B. Ausfälle in den Steuerungs-, Überwachungs- und Übertragungsanlagen sind Maßnahmen in den Streckenstationen vorzusehen, die einen unbedenklichen Grundzustand in den WZG schalten.

Eine Anzeige des WVZ-Ausfalls ist am Anzeigequerschnitt nicht vorzusehen. Es ist zu prüfen, ob in diesem Fall eine Anzeige der Verkehrszeichen am stromaufwärts liegenden Querschnitt erfolgen soll.

Die WZG sind technisch so auszubilden, dass bei Ausfall der Stromversorgung der Grundzustand gezeigt werden kann.

Dieser Grundzustand muss insbesondere auch direkt nach Wiedereinschaltung der Stromversorgung erhalten bleiben.

#### Verkehrsrechner oder Datenverbindung zur SST

Bei Ausfall der Kommunikation zwischen Streckenstation und Verkehrsrechner können die angeschlossenen Wechselverkehrszeichen im Autarkbetrieb folgende vorher festgelegten Grundeinstellungen einnehmen:

Zustand 1: Die Wechselverkehrszeichen werden ausgeschaltet.

Zustand 2: Die Wechselverkehrszeichen zeigen einen für diese Betriebsart festgelegten Zustand (parametrierbar).

Zustand 3: Sofern eine Warnschaltung (Stau, Unfall, Baustelle, Glätte, Falschfahrer) besteht, wird dieser Schaltzustand noch eine frei einstellbare Zeit angezeigt, bevor die angeschlossenen WVZ in den Zustand 1 oder 2 gesetzt werden.

Ausfälle sollten in der Automatiksteuerung wie in Tabelle 21 beschrieben behandelt werden.

#### Substitutive Wechselwegweiser

Maßnahmen bei Ausfällen von substitutiven Wechselwegweisern werden in Tabelle 22 beschrieben.

Störungsart	Maßnahme
1) Ausfall eines, mehrerer oder aller WZG C an einem AQ	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Maßnahme (ausgefallene WZG C bleiben dunkel)</li> </ul>
2) Ausfall eines oder mehrerer WZG B und ein weiteres WZG B funktioniert am AQ	<ul style="list-style-type: none"> <li>WZG C wird bei ausgefallenen WZG B dunkel geschaltet, sonst keine Maßnahme</li> </ul>
3) Ausfall aller WZG B an einem AQ a) Schaltaufforderung von Z 124 (Stau), Z 101 (Gefahrenstelle) + Zusatztext, Z 114 (Schleudergefahr bei Nässe oder Schmutz), Z 277 (Lkw-Überholverbot) b) Schaltaufforderung von Z 280 (Ende des Überholverbots für Kraftfahrzeuge aller Art), Z 281 (Ende des Lkw-Überholverbotes), Z 282 (Ende sämtlicher Streckenverbote)	<ul style="list-style-type: none"> <li>WZG C wird an diesem AQ dunkel geschaltet</li> <li>WVZ A bleibt bestehen,</li> <li>WVZ B und WVZ C wird um einen AQ stromaufwärts verschoben, wenn der Abstand der AQ kleiner als 1.500 m ist</li> <li>WVZ A bleibt bestehen,</li> <li>WVZ B und WVZ C wird um einen AQ stromabwärts verschoben, wenn der Abstand der AQ kleiner als 1.500 m ist</li> </ul>
4) Ausfall eines, mehrerer oder aller WZG A an einem AQ, speziell bei Schaltanforderung von Z 274 (zulässige Höchstgeschwindigkeit)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alle noch aktiven WZG A werden an diesem AQ dunkel geschaltet,</li> <li>WVZ B und WVZ C bleiben bestehen,</li> <li>zusätzlich zu obiger Maßnahme werden die WVZ A, WVZ B und WVZ C um einen AQ stromaufwärts verschoben, wenn der Abstand der AQ kleiner als 1.500 m ist</li> </ul>
Ausfall eines gesamten AQ	Maßnahmen 1) bis 4) werden durchgeführt

Tab. 21: Behandlung von Störungen des Anzeigesystems

#### Lichttechnische Wechselverkehrszeichen

Allgemein werden Wechselverkehrszeichen in LED-Technik eingesetzt. Wechselverkehrszeichen der Typen A und B werden in der Regel als gesteckte LED-Ketten realisiert. Da die jeweiligen Inhalte in den WVZen durch mehrere Ketten dargestellt werden, ist ein Anzeigeelement (z. B. Ronde) auch dann noch zweifelsfrei erkennbar, wenn einzelne LED-Ketten ausgefallen sind. Defekte LED-Ketten werden gemäß TLS 2012 in der FG 4 als DE-Typ 5 (defekte LED-Ketten) zur Zentrale übertragen. Erst, wenn eine parametrierbare Anzahl von LED-Ketten ausgefallen ist und das entsprechende

Störungsart	Maßnahme
1) Ausfall einer Zeile oder eines einzelnen Antriebs eines Wechselwegweisers am Anfang einer Wechselwegweiserkette	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der momentane Anzeigezustand wird beibehalten,</li> <li>• die restlichen Wechselwegweiser der Wegweiserkette gehen in die vorgesehene Wechselstellung</li> </ul>
2) Ausfall der Ansteuerung eines kompletten Wechselwegweisers am Anfang einer Wechselwegweiserkette	
3) Ausfall der Kommunikation Unterzentrale zur Streckenstation einer Wechselwegweiserkette	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der letzte Anzeigezustand der Wechselwegweiserkette wird solange beibehalten, bis die Kommunikation wieder aufgebaut und der gewünschte Soll-Zustand die vorgesehene Wechselstellung</li> </ul>
4) Ausfall von Wechselwegweisern oder Teilen davon in der Mitte oder am Ende einer Wechselwegweiserkette	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die gesamte Wechselwegweiserkette wird in einen definierten Grundzustand (z. B. Haupttroute) geschaltet.</li> </ul>

Tab. 22: Behandlung von Störungen bei Wechselwegweisungssystemen [FGSV 2012a]

Anzeigeelement deshalb nicht mehr zweifelsfrei erkennbar ist, werden die entsprechenden Anzeigehalte abgeschaltet und in der FG 4, Typ 2 als ‚Nicht darstellbare WVZ‘ an die Zentrale gemeldet.

Da mit dem Typ 4 auch eine Information zur Schwere des Ausfalls geliefert wird und in der Zentrale über die Nummer der LED-Kette auch eine Zuordnung zu den betroffenen Anzeigeelementen (Ronde, Dreieck, Ziffern) möglich ist, kann eingeschätzt werden, ob ein sofortiger Störungseinsatz erforderlich ist oder der Kettenausfall bis zur nächsten Wartung toleriert werden kann.

Wechselverkehrszeichen des Typs C werden in der Regel als LED-Vollmatrix realisiert. Bei Störungen in LED-Vollmatrixzeichen wird die Nummer der betroffenen Pixelspalte in der FG 4 über den Typ 6 übertragen. Dieser DE-Typ wird auch genutzt, um defekte LED-Kacheln von dWiSta-Tafeln an die Zentrale zu melden. In der Zentrale ist die defekte LED-Kachel an der betroffenen Stelle im dWiSta-Bild zu visualisieren. Dadurch kann eingeschätzt werden, ob die Anzeigehalte noch darstellbar sind und der Ausfall bis zur nächsten Wartung toleriert werden kann.

Zur Ausfallbehandlung von faseroptischen Wechselverkehrszeichen mit Haupt- und Nebenlampen wird auf die TLS 2012, Anhang 6, Teil 2.6 verwiesen.

## Zuflussregelungsanlage

### • Sicherungsmaßnahmen sind erforderlich:

- bei Ausfall aller Sperrsignale (ROT) einer Zufahrt.

Die Regelung wird eingestellt: die Anlage schaltet sofort ab.

### • Sicherungsmaßnahmen sind bedingt erforderlich:

- bei Unterschreitung der Mindestfreigabe- und Sperrzeiten (GRÜN und ROT)
- bei gleichzeitigem Ausfall aller Freigabe- und aller Übergangssignale (GRÜN und GELB) einer Zufahrt

Die Straßenverkehrsbehörde und die Straßenbaubehörde als Betreiber der Zuflussregelungsanlage haben unter Abwägung der aus der fehlerhaften Signalisierung resultierenden Gefährdungspotentiale und der verkehrstechnischen Vorteile der Zuflussregelung zu entscheiden, ob diese Sicherungsmaßnahmen erforderlich sind.

### • Sicherungsmaßnahmen sind nicht erforderlich:

- bei Ausfall von Freigabesignalen (GRÜN)
- bei Ausfall von Übergangssignalen (GELB)
- bei gleichzeitigem Aufleuchten der Sperr- und Freigabesignale (ROT und GRÜN) an einem Signalgeber

Diese Maßnahmen gelten nur bei Zuflussregelungsanlagen.

Bei Doppelzuflussregelungsanlagen sind wegen der notwendigen Regelung der hier nicht verträglichen Verkehrsströme die Signalsicherungsbedingungen der RiLSA 2015 zu beachten.

## Zentrale

Das für die Abwicklung der Schaltanforderungen in einer UZ verantwortliche Modul regelt u. a. auch die Rückmeldungen von Stellbefehlen. Diese Rückmeldungen sind erforderlich, um in der UZ eine Schaltanforderung als umgesetzt bestätigen zu können und somit dem Nutzer die vollständige Umsetzung seines Schaltwunsches anzeigen zu können. Dies ist wesentlich, wenn Zeichen angezeigt oder Zustände realisiert werden müssen, an die sicherheitsrelevante Anforderungen gestellt werden. Falls diese Rückmeldungen nicht vorliegen, sind eine

Soll-Ist-Fehlermeldung zu generieren und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen:

#### 1. Nachschalten

In einem ersten Schritt wird nach einem definierbaren Zeitraum ein erneuter Stellbefehl an die Aktoren gesendet, die keine Rückmeldung gesendet haben. Dieser Zeitraum hängt davon ab, welche Aktoren angesteuert werden. Prismenwender oder Schranken erfordern z. B. eine längere Zeitspanne für das Stellen als lichttechnische WVZ.

Nach einer definierbaren Anzahl an negativen Versuchen muss entschieden werden, wie weiter verfahren wird. Hier sind zwei Alternativen möglich:

#### 2a. Rückmeldung künstlich erzeugen

Die Rückmeldung wird automatisch oder auf Anforderung durch den Benutzer erzeugt, um den weiteren Programmablauf zu ermöglichen.

#### 2b. Rückmeldeüberwachung außer Kraft setzen

Die Rückmeldeüberwachung für das Wechselverkehrszeichen wird manuell außer Kraft gesetzt. Damit ist die Rückmeldung dieses WVZ generell bis zur Rücknahme der Funktion ausgeschaltet.

#### • Negative Quittungen

Erhält die Zentrale negative Quittungen (Typ 16) in der FG 4, wurden die entsprechenden Stellbefehle von den Wechselverkehrszeichen nicht umgesetzt. Negative Quittungen in der FG 4 müssen deshalb in der Zentrale als quittierpflichtige Meldungen dargestellt werden. Die im Byte 4 des DE-Typs übertragene Fehlerursache ist sowohl als Fehlercode als auch im Klartext anzuzeigen (z. B. ‚Negative Quittung 4: Stellcode auf diesem WZG oder AQ nicht vorhanden‘) und zu protokollieren.

Bei Erhalt einer negativen Quittung in der FG 4 soll in einem ersten Schritt ein automatisches Nachschalten (Punkt 1, siehe oben) nach einer je Gerätetyp parametrierbaren Zeitspanne erfolgen. Ob eine weitere Fehlerbehandlung durch künstliche Erzeugung einer Rückmeldung oder durch Deaktivierung der Rückmeldeüberwachung (Punkte 2a und 2b, siehe oben) zweckmäßig ist, sollte projekt- und gerätespezifisch festgelegt werden.

### 3.13 Konfiguration, Parametrierung und Optimierung von Verkehrseinflussungsanlagen (FB 12)

#### 3.13.1 Allgemeines

Konfiguration (siehe Kapitel 3.13.2) und Parametrierung (siehe Kapitel 3.13.3) umfassen folgende Aufgabenbereiche:

1. Grundversorgung der Attribute der Anwendungssoftware,
2. Justierung der Kenngrößen,
3. Parametrierung der Situationserkennungsverfahren,
4. Eingabe der verkehrsrechtlichen Anordnungen (Versorgung von Schaltbildern, Steuerungsparameter),
5. Systemkonfiguration und
6. Pflege der Zugangsberechtigung.

Alle Größen (Konfigurationsdaten und Parameter) müssen zum Systemstart mit Werten belegt werden. Dieser Vorgang wird als Grundversorgung bezeichnet.

Bei Änderung von grundversorgten Daten in der Datenhaltung muss dafür gesorgt werden, dass die neue Information allen betroffenen Stellen im System (z. B. UZ, SSt) bekannt gegeben werden.

Bei Änderungen der Versorgungsdaten sind die aktuellen Werte des betreffenden Datenbereiches darzustellen. Insgesamt muss die logische Konsistenz des Systems erzeugt werden und erhalten bleiben.

Bei der Änderung von Konfigurationsdaten bzw. Parametern muss im System automatisch geprüft werden, welche Systemkomponenten von der Änderung betroffen sind (z. B. hat die Veränderung eines Messquerschnitts ggf. Einfluss auf verschiedene Steuerungsmodelle und die Darstellungen.). Die geänderten Daten sind möglichst automatisch für diese betroffenen Systemkomponenten zu übernehmen und dem Bediener gleichzeitig alle betroffenen Datensätze für Folgeänderungen zur Bearbeitung darzustellen.

Sowohl die Konfiguration als auch die Parametrierung erfolgt über eine Bedienstation durch autorisiertes Personal. Die Parameter und Konfigurationen müssen in der Datenbank mit Aktivierungsda-

tum und Kennung des Benutzers, der die entsprechende Aktion durchgeführt hat, abgelegt werden, um nachvollziehen zu können, welcher Parametersatz zu einem bestimmten Zeitpunkt aktiv war.

Es ist projektspezifisch festzulegen, welche Attribute konfigurierbar und welche parametrierbar sein sollen.

### 3.13.2 Konfiguration

Unter Konfiguration wird die Definition und Belegung der systembeschreibenden Größen (Attribute) verstanden, die während der Laufzeit des Systems bis zu einem Neustart Gültigkeit haben.

Konfigurationsdaten des Systems müssen vor dem Systemstart verfügbar sein, bevor das System vollständig lauffähig ist. Während des Betriebes eingegebene Konfigurationsänderungen werden erst beim nächsten Neustart des Systems gültig.

Die einzelnen Komponenten des Systems sind zu konfigurieren. Sie sind als (physikalische und/ oder funktionelle) Objekte zu betrachten, deren Attribute (d. h. statische und/ oder dynamische Eigenschaften) zu beschreiben sind.

Objekte sind u. a.:

- Messquerschnitte (MQ)\*,
- Anzeigequerschnitte (AQ)\*,
- Streckenstationen (SSt) mit FG, EAK etc.,
- Unterzentralen (UZ) mit allen HW-Komponenten,
- Verkehrsrechnerzentrale (VRZ) mit allen HW-Komponenten,
- Bedienstationen,
- topographische Daten,
- Gebäude, Schaltkästen etc.,
- Systemkomponenten (DV-Segmente, spezielle Prozesse, etc.),
- Router, LAN und WAN-Komponenten,
- Übertragungsleitungen und
- Streckenverläufe (Routen).

\* Es sollte auch möglich sein, temporäre MQ und AQ im System mit Konfigurationsdaten zu belegen und diese in ggf. vorhandene Verkehrsbeeinflussungsbereiche voll zu integrieren, z. B. zur Unterstützung von Baumaßnahmen.

Attribut	Mögliche Inhalte
topographische Daten	Gebäude, Systemkomponenten, Streckenabschnitte, Knoten, Anschlussstellen, Tank- und Rastanlagen, Lage von markanten Punkten, Mess- und Anzeigequerschnitte, Vorgänger und Nachfolger (fahrstreifenbezogen) von MQ und AQ, Anzahl Fahrstreifen, Darstellungssymbole
Verkehrstechnische Parameter der Streckenabschnitte	Leistungsfähigkeiten, Fundamentaldigramme, optimale Streckendichten, stationäre Geschwindigkeitsbeschränkungen
Zulaufstrecken	Lage mit MQ und Entscheidungspunkten
Engstellendaten	Streckenabschnitte, Zeiten, Leistungsfähigkeiten
Spezifikation der angeschlossenen Sensoren, Streckenstationen, UZ, VRZ und Bedienstationen	Art, Inselbus, Netzadresse, Grundparametrierung, Darstellungssymbole
Leitungen	Typ (z. B. Inselbus), Hersteller, Übertragungsrate
Wechselwegweiser und Wechselwegweiserketten	Name der Wechselwegweiserkette, der Wechselwegweiser mit Kilometrierung des Standortes, zugehöriger Dirigent
Einstellungen für Anzeigesysteme	darstellbarer Zeichensatz
Beschreibung der Messstellen für Verkehrsdaten	Lage, Zuordnung zu Abschnitten, Messprinzip, Erfassungsintervalle, Verkehrsströme, Fahrstreifen
Beschreibung der Messstellen für Umfelddaten	Lage, Zuordnung zu Abschnitten, Anzahl und Art der Sensoren, Messprinzip, Erfassungsintervalle

Tab. 23: Mögliche Attribute von Straßendaten, Verkehrsdaten und technischer Infrastruktur

Statische und dynamische Attribute des Systems sind in Bezug auf geographische, betriebstechnische, verkehrstechnische und graphische Aufgabenstellungen mit Werten zu belegen.

Je nach Anwendung sind im Rahmen der Konfiguration unterschiedliche Daten einzugeben und zu speichern. Die folgenden Tabellen enthalten eine Übersicht der Attribute, die im Rahmen der Konfiguration mit Werten belegt werden sollten.

#### Attributierung

In Tabelle 23 sind mögliche Attribute von Straßendaten, Verkehrsdaten und technischer Infrastruktur aufgelistet. Tabelle 24 enthält mögliche Attribute von vorhandenen Verfahren und Programmen in der VRZ.

Attribut
Zuordnung, welche Meldungsarten abhängig von der jeweiligen Zugangsberechtigungsstufe angezeigt werden sollen und quittiert werden dürfen
Grenz- und Schwellenwerte sowie Berechnungskoeffizienten für die Datenanalyse und -verarbeitung (von Verkehrs- und Umfelddaten)
Regeln für Plausibilitätskontrollen von Verkehrs- und Umfelddaten (sinnvolle Erstversorgung siehe Anhang A 2.1)
Berechnungsbedingungen für die einzelnen Ersatzwertverfahren
Parameter zur Berechnung von Wetterdaten
Zuordnungen von Verkehrs- und Witterungszuständen sowie Sichtweitenstufen zu Anzeigehalten der einzelnen WVZ
Zuordnung zwischen Sichtweitenstufen und gemessenen Helligkeiten zur Anzegehelligkeit der WVZ
Prioritäten der WVZ A-, WVZ B- und WVZ C-Anzeigen mit programmspezifischen Ausnahmeregelungen
Standard-Schaltprogramme und durch die Verkehrsbehörde vorgegebene verkehrsrechtliche Anordnungen, Automatikprogramme, Darstellungssymbole
Parameter für Situationserkennungsverfahren (Streckenbeeinflussung, Knotenpunktbeeinflussung, Netzbeeinflussung)
Verriegelungsmatrizen für WVZ
Parameter für die graphische Oberfläche, Bilder und Symbole zur Übersichtsdarstellung und zur Bedienung des Gesamtsystems
Parameter zur Archivierungsüberwachung
Schaltprogramme mit Regeln zur Verknüpfung von Schaltempfehlungen
Schaltprogramme für WVZ je Ursacheneinheit (Messquerschnitt-Anzeigequerschnitt-Kombination)
Schaltprogramme mit zugehörigem Zeichensatz für WWW
Meldungskatalog und Location-Code-Tabelle für Verkehrsinformationen
Systemtechnische Parameter
Faktoren zur Berechnung von Pkw-Einheiten
Glättungs-, Trendparameter
Erfassungs- und Prognoseintervalle
Prognoseparameter wie z. B. Grenzdichten, Grenzwerte für Prognosefehler, Korrekturfaktoren, Dämpfungsparameter
Steuerungsparameter wie z. B. Alternativrouten, Normalreisezeiten, Kostenfaktoren
Benutzer, deren Rollen und zugewiesenen autorisierten Funktionen

Tab. 24: Mögliche Attribute von Verfahren und Programmen

Alle Attribute mit räumlichem Bezug sind gemäß Kapitel 3.15 zu georeferenzieren und, falls vorhanden, in eine digitale Multifunktionskarte aufzunehmen.

### Versionierung von Konfigurationen

Da sich das durch die Konfiguration beschriebene System im Laufe der Zeit verändert (z. B. neue Unterzentralen, Umsetzung von (Stauwarn-)Anlagen

etc.), werden sich auch die konfigurierenden Daten in der Konfiguration mit der Zeit ändern. Andererseits darf aber die Information über einen einmal existenten Zustand (Objekte) nicht verloren gehen, da die Zustandsdaten dieser Objekte archiviert sind und auch auf Dauer auswertbar bleiben müssen. Aus diesem Grund sollte jede neue Konfiguration versioniert werden. Neben der aktuell gültigen Version, die von den Applikationen standardmäßig verwendet wird, sollten sich alle übrigen Versionen auf Wunsch abrufen lassen. Dies ist insbesondere für Auswertungsapplikationen (siehe Kapitel 3.14) und eventuell für die Simulation (siehe Kapitel 4.3) notwendig.

Die Konfiguration hält die notwendigen Konfigurationsdaten persistent in einer Datenbank vor. Dabei sollten folgende Konfigurationsinformationen verwaltet werden:

- Gültigkeitszeitraum von Konfigurationsobjekten:
  - ab welcher Konfigurationsversion war das Konfigurationsobjekt gültig
  - ab welcher Konfigurationsversion war das Konfigurationsobjekt nicht mehr gültig
- Konfigurationsverantwortlicher des Konfigurationsobjekts:
  - unter welche Zuständigkeit fällt das Konfigurationsobjekt (welche Konfiguration darf Änderungen für das Konfigurationsobjekt durchführen)
- Konfigurierende Objektdaten zum Konfigurationsobjekt:
  - Zu den Konfigurationsobjekten werden konfigurierende Datensätze, deren Struktur in konfigurierenden Attributgruppen vorgegeben ist, persistent vorgehalten.

### Aktivierung und Prüfung einer neuen Konfiguration

Eine Konfigurationsänderung sollte erst auf Benutzerwunsch und auch nur bei konsistenter Versorgung der Konfigurationsdaten aktiviert werden können. Durch die Aktivierung entsteht eine neue Version der Konfiguration.

Bis zur expliziten Aktivierung einer neuen Konfigurationsversion können beliebig viele Arbeitsschritte zur Erweiterung oder Änderung der Konfigurationsinformationen durchgeführt werden. Dabei sollte es

jederzeit möglich sein, den aktuellen Bearbeitungsstand auf Konsistenz prüfen zu lassen. Bei der Prüfung ist der Benutzer durch entsprechende Warnungen und Fehlermeldungen bei fehlerhaften oder zweifelhaften Konfigurationsdaten zu unterstützen.

- **Warnung:**

Bei Überdeckungen von Objekten verschiedener Bereiche werden grundsätzlich Warnungen mit genauer Bezeichnung der betroffenen Konfigurationsobjekte ausgegeben.

Damit ist gewährleistet, dass der Benutzer erneut kontrollieren kann, ob die resultierenden Überdeckungen von Konfigurationsinformationen gewünscht waren oder ob ein Versorgungsfehler vorliegt.

- **Fehler:**

Fehler liegen vor, wenn die Konsistenz der Konfigurationsinformationen verletzt ist. In diesem Fall ist das Aktivieren einer neuen Konfigurationsversion unmöglich.

In allen Fällen ist eine detaillierte Fehlerbeschreibung mit genauer Bezeichnung der betroffenen Konfigurationsobjekte auszugeben.

Änderungen der Konfiguration können auch Auswirkungen auf parametrisierte Größen haben. (z. B. die Ergänzung eines AQ muss in Schaltbildern berücksichtigt werden). Entsprechende Prüfungen sind vor der Aktivierung einer neuen Konfiguration vorzusehen.

Bei der Aktivierung neuer Konfigurationsstände sollte unabhängig voneinander angegeben werden können, ob die neue Version zur Übernahme durch andere Konfigurationen freigegeben ist und ob sie beim nächsten Neustart der Konfiguration verwendet werden soll.

Konfigurationsdaten sollten über den Daten- und Dienstvermittler (siehe Kapitel 3.18) an die einzelnen Funktionsbereiche verteilt werden können. Für die Anbindung externer Systeme muss es möglich sein, Teilmengen von Objekten zu ermitteln, die über einen logisch und geographisch bzw. netzhaft navigierbaren Objektkatalog zusammengestellt werden können.

### 3.13.3 Parametrierung

Die Parametrierung stellt die Änderung von systembeschreibenden Größen während des Systemlaufs dar.

Online parametrisierte Einstellungen werden sofort (i. d. R. im nächsten Berechnungszyklus) wirksam.

Logisch zusammenhängende Parameter sollten in Parametersätzen zusammengefasst und immer zusammen geändert werden können.

Umparametrierungen externer Geräte (z. B. Erfassungszyklen der Kurzzeitdaten gemäß der TLS etc.) sind automatisch von den betroffenen Funktionen (z. B. Datenaufbereitung) zu berücksichtigen. Es sollte möglich sein, dem System für bestimmte externe Parameter einen nur lesenden Zugriff zu ermöglichen.

Es ist anzustreben, bestimmte systembeschreibende Größen parametrierbar zu realisieren. Eine Parametrierung aller Größen wird dagegen aus Wirtschaftlichkeitsgründen im Regelfall unzumutbar sein. Daher ist die Unterscheidung zwischen zu konfigurierenden und zu parametrierenden Größen je System und in Abhängigkeit von der einzusetzenden Technologie zu treffen.

Jede Beeinflussungsart arbeitet mit änderbaren Parametern. Diese haben systemweite und anlagenweite Defaultwerte. Die Defaultwerte und neue Werte sind getrennt zu verwalten. Bei Eingabe eines neuen Wertes ist dieser für alle Berechnungen anstelle des Defaultwertes zu nutzen. Es sind Konsistenz- und insb. Wertebereichsprüfungen durchzuführen.

Damit nicht jede einzelne Applikation im System Methoden zum Einlesen, zur persistenten Speicherung und Änderung ihrer Parameter implementieren muss, sollten die Funktionen der Parametrierung zentral zur Verfügung gestellt werden. Dabei müssen die Funktionen der Parametrierung die notwendige Generik zur Behandlung der Parameterdaten sicherstellen.

Die entsprechenden Daten müssen in der Datenhaltung gespeichert und variabel abgerufen werden können.

#### **Soll-, Ist- und Default-Parameter**

Zu jedem Parametersatz sind ein Soll-, Ist- sowie ein Default-Zustand gefordert.

Der Ist-Zustand stellt den aktuell eingestellten Wert des Parameters dar, den die Applikationen zur Datenverarbeitung benötigen. Der Ist-Zustand wird durch die Parametrierung allen Applikationen als Quelle zur Verfügung gestellt.

Über den Soll-Zustand werden Vorgaben an den Parameterwert gestellt. Soll beispielsweise ein bestimmter Parameter geändert werden, wird zu diesem ein entsprechender Soll-Datensatz geschickt: Als Folge dieser Aktion überträgt die Parametrierung den Soll-Zustand auf den Ist-Zustand und publiziert den neuen Ist-Zustand, wenn dieser die Vorgabe die notwendigen Plausibilitätsprüfungen (z. B. Wertebereichsprüfung) erfüllt hat und der Absender des Soll-Datensatzes die notwendigen Rechte zur Änderung dieses Parameters hatte.

Alle Parameter haben einen Default-Zustand. Der Default-Zustand zu einem Parameter kann zur Initialisierung der Parameter verwendet werden. Er stellt eine Rückfallebene für den Fall dar, dass kein Soll-Zustand vorhanden ist. Die Defaultwerte werden in der Konfiguration festgelegt. Dabei prüft die Konfiguration, ob ein versorgter Defaultwert dem spezifizierten Wertebereich entspricht. Wertebereichsverletzungen führen zu einer Fehlermeldung bei der Prüfung der Konfiguration.

#### **Globale und lokale Parameter**

Bei der Versorgung der Parameter ist der Benutzer durch ein Konzept zu unterstützen, dass bei der Parametrierung zum einen durch lokale Parameter bei Konfigurationsobjekten eine höchstmögliche Flexibilität ermöglicht und zum anderen durch globale Parameter bei Mengen von Konfigurationsobjekten die Eingabe erleichtert wird. Auf globale Parameter wird dabei immer dann zugegriffen, wenn eine spezielle lokale Parametrierung nicht vorliegt. Damit lassen sich z. B. Betriebsparameter für eine Anlage durch einen einzigen globalen Parametersatz einstellen.

Neben einem lokalen Parametersatz können an dem entsprechenden Objekt noch zusätzliche Parametersätze mit globaler Bedeutung z. B. am Messquerschnitt oder zentral an einem (künstlichen) Objekt für globale Parameter (z. B. Streckenzug, UZ, VRZ) existieren. Dazu können in der Konfiguration Hierarchien versorgt werden, die beschreiben an welchen übergeordneten Konfigurationsobjekten Parametersätze einer bestimmten Parameterattributgruppe definiert sein können.

#### **3.13.4 Optimierung**

Die Anpassung von Parameterwerten aufgrund von Erfahrungen und/ oder mit Unterstützung von Software, wird als Optimierung bezeichnet.

Die erstversorgten Steuerungsparameter von Verkehrsbeeinflussungsanlagen müssen in der Regel in einer Optimierungsphase feinjustiert werden.

Insbesondere müssen die folgenden Parameter vom Betreiber optimiert werden können:

- Parameter der Verkehrsanalyse (Glättung, Grenzwerte zur Berechnung der Verkehrsstufe, Fundamentaldiagramme, Schwellenwerte, Ersatzwerte, etc.),
- Prognoseparameter (Standardganglinien, Prognosefehler, Befolgung, etc.) und
- Steuerungsparameter (Kostenfaktoren, Reisezeitschwellenwerte, Steuerungsparameter der Situationserkennungsverfahren, etc.).

### **3.14 Anforderungen an Protokolle und Auswertungen (FB 13)**

#### **3.14.1 Allgemeines**

Es wird zwischen Auswertungen und der Ausgabe von Protokollen unterschieden.

Protokolle stellen die angeforderten Daten (Messwerte, Schaltungen, Störungen usw.) oder deren Änderungen in ihrer zeitlichen Abfolge evtl. sortiert nach Mess- und Anzeigequerschnitten dar.

Auswertungen (Statistiken) hingegen können den Daten weitere Informationen wie Befolgungsgrade oder Schaltgründe zuordnen, sowie eine Sortierung nach Dauer, Häufigkeit u. ä. oder Datenaggregationen vornehmen.

Eine beispielhafte Übersicht möglicher Protokolle und Auswertungen ist im Anhang 10 beschrieben.

Protokolle und Auswertungen dienen u. a.

- der Unterstützung der verkehrstechnischen Optimierung der Anlagensteuerungen,
- der Ermittlung der Wirkung verkehrsbeeinflussender Maßnahmen,
- der zweifelsfreien Dokumentation des Betriebszustands einer Anlage,
- der Wiedergabe des Verkehrszustands im Beeinflussungsbereich und
- als Grundlage für Planungen.

Sie sollten:

- flexibel einstellbar (Datenarten, Messquerschnitte, Anzeigequerschnitte, Zeitbereiche etc.) und
- intern und extern in gängigen Datenformaten (z. B. .xml, .xls, .csv, .pdf, ...) speicherbar sein.

Alle Protokolle und Auswertungen setzen auf die in der Archiv-Datenhaltung gespeicherten Daten auf. Neben den Dateninhalten und Umfängen (Zeiträume) ist auch eine gleichmäßige Qualität der einzelnen Daten erforderlich. (Daten müssen im entsprechenden Zeitraum möglichst vollständig sein.)

Werte, die als fehlerhaft erkannt sind, müssen im Protokoll/ in der Auswertung gekennzeichnet werden.

Der Bediener muss über die Restdauer der Auswertung informiert werden. Er muss die Möglichkeit haben, die Auswertung zu unterbrechen oder abbrechen und nur die bis zum aktuellen Zeitpunkt ausgewerteten Daten abzurufen.

Die Ausgabe von Protokollen und Auswertungen müssen in Listenform und/oder graphisch möglich sein. Die Ausgaben müssen direkt auf den Bildschirmen der Bedienstationen, bei Bedarf ständig aktualisiert und auf Wunsch, auf einen angeschlossenen Drucker oder als Datenexport in gängige Formate erfolgen können.

Über die Protokolle der erfassten und aufbereiteten Daten, wie sie sich bei der Berechnung und Steuerung ergeben, hinaus, sind insbesondere alle Daten auszuwerten, die eine spätere Beurteilung der Verkehrssituation und der getroffenen Schaltentscheidungen erlauben. Hierzu zählen:

- Verkehrssituation (einschließlich Verkehrsstörungen),
- Schaltungen und Funktionsweise einer Anlage,
- Sonder- und Handprogramme sowie die
- Befolungsgrade zu Schaltungen.

Zur Anforderung eines Protokolls/ einer Auswertung können durch den Benutzer folgende Informationen spezifiziert werden:

- Protokoll-/ Auswertetyp
- Zeitbereich des Protokolls:  
Der Zeitbereich ist dabei ein Gesamtzeitintervall, welches zusätzlich nach Stunden-, Wochentags-, Monats- und Jahresgruppen sowie nach Feiertagen, Ferien und sonstigen Zeitbereichen aus dem

Systemkalender (z. B. Hauptreisezeiten) aufgeschlüsselt wird. Dadurch ergeben sich gegebenenfalls (Teil-)Zeitintervalle. Ebenfalls kann der Endzeitpunkt in der Zukunft liegen. In diesem Fall ist das Protokoll automatisch fortzuschreiben (bei der Fortschreibung sind nur noch die Filter, nicht mehr die Funktionen zu berücksichtigen).

Beispiel:

Zeitbereich vom 01.01.2011 10:43 Uhr bis 31.5.2014 23:11 Uhr, nur die Stunden 2, 3, 4, 10, 22, nur die Wochentage Montag und Freitag, alle Monate im Zeitbereich.

Achtung:

Bei der Datenzusammenstellung ist darauf zu achten, dass an den Teilintervallgrenzen jeweils mit dem korrekten Anfangszustand der Daten begonnen wird. Weiterhin sind bei mehreren Teilintervallen diese durch die Protokollfunktion zu kennzeichnen, damit die Darstellungsfunktionen (i. d. R. auf der Ebene der Bedienung und Visualisierung) diese optisch in der Protokollausgabe trennen können.

- konkrete Objekte (DE, MQ, AQ, neu definierte Objekttypen etc., festgelegt durch den Typ des Protokolls), für die das Protokoll erstellt werden soll.

Zum Austausch mit anderen Verkehrszentralen ist es zudem notwendig, die Daten auf ein gemeinsames Ortsreferenzierungsschema zu bringen. Dazu sollte TMC auf Basis der Location-Code-List (LCL) verwendet werden.

### 3.14.2 Protokolle

Im Einzelnen kann i. d. R. davon ausgegangen werden, dass die in Tabelle 25 aufgelisteten Daten zu protokollieren sind. Der genaue Umfang der Protokolle ist entsprechend der praktischen Anforderungen mit dem Betreiber zu spezifizieren. Für einzelne Daten (z. B. Parameter) ist es sinnvoll Im- und Exportfunktionen vorzusehen.

Datenart	Inhalte
Störungen der Messquerschnitte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtungsquerschnitt</li> <li>• Art der Störung</li> <li>• Beginn und Dauer</li> </ul>
Störungen einer Netzbeeinflussung (nach Störungsart)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programm (Soll und Ist)</li> <li>• Ort und Art der Störung (Dirigent, VW1, VW2, WWW, Datenübertragung)</li> <li>• Tag-/ Nachtschaltung</li> <li>• Beginn und Dauer</li> </ul>
Störungen einer Streckenbeeinflussung (fahrtrichtungsweise)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtungsquerschnitt</li> <li>• WVZ-Typ</li> <li>• Fahrstreifen</li> <li>• Störungsart</li> <li>• Beginn und Dauer</li> </ul>
Störungen einer Knotenpunkt-/ Punktuellen Beeinflussung (nach Anlage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auflistung der Störungen für jeden Richtungsquerschnitt (nur bei Änderungen)</li> <li>• Beginn und Dauer</li> </ul>
Betriebsstörungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Art der Störung (Fehlercode, Herstellercode, Störungsstufe)</li> <li>• Objekt (Anlage, System, Komponente, Ort, ggf. Geräteerkennung inkl. Nummer des DE-Kanals bei TLS-Geräten, ggf. Bauteil)</li> <li>• Beginn und Dauer</li> </ul>
Verkehrsstörungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtungsquerschnitt</li> <li>• Analyse-Werten (<math>Q_{Kfz}</math>, <math>V_{Kfz}</math>, <math>K_{Kfz}</math>)</li> <li>• Störung (Stau/Staugefahr)</li> <li>• geglättete Werte <math>Q_{Kfz,g}</math>, <math>V_{Kfz,g}</math>, <math>K_{Kfz,g}</math>)</li> <li>• Anzahl Fahrstreifen normal/ aktuell</li> <li>• Fundamentaldiagramm (FD) mit Eckwerten <math>q_0</math>, <math>v_f</math>, <math>v_0</math></li> <li>• Kennung der Engstelle (N - normal, D - Dauerbaustelle, T - Tagesbaustelle, U - Unfall)</li> <li>• Verkehrsführungskennziffer nach (RSA 1995), wobei für die Kennung der Engstelle der Maximalwert bei folgender Ordnung anzugeben ist: <math>N &lt; D &lt; T &lt; U</math></li> <li>• Beginn und Dauer</li> </ul>
Engstellen (nach Art) N - Normal, D - Dauerbaustelle, T - Tagesbaustelle, U - Unfall	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtungsquerschnitt</li> <li>• Verkehrsführungskennziffer</li> <li>• normales FD (<math>q_0</math>, <math>v_f</math>, <math>v_0</math>) und Anzahl Fahrstreifen</li> <li>• alternatives FD (<math>q_0</math>, <math>v_f</math>, <math>v_0</math>) und Anzahl Fahrstreifen</li> <li>• Kennung der Engstelle (N - normal, D - Dauerbaustelle, T - Tagesbaustelle, U - Unfall)</li> <li>• Beginn und Dauer</li> </ul>
Schaltdaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaltanlass</li> <li>• Betriebsart</li> </ul>
Schaltungen einer Netzbeeinflussung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zufahrt</li> <li>• alter und neuer Zielplan (Betriebsart, Störungen an den WWW, Veranlasser, Ursache, Bediener, Bedienstation)</li> <li>• Analyseverkehrsichte</li> <li>• Beginn und Dauer</li> </ul>
Schaltungen einer Streckenbeeinflussung (fahrtrichtungsweise)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtungsquerschnitt</li> <li>• geschaltetem Programm/ Störungskennung der Anzeigequerschnitte mit Angabe des Auslösers</li> <li>• genaue Schaltung (WVZ-weise)</li> <li>• Verkehrszustand</li> <li>• Witterung</li> <li>• Beginn und Dauer</li> <li>• Schaltgründe: <ul style="list-style-type: none"> <li>- aufgelistet nach MQ</li> <li>- aufgelistet nach AQ mit allen beeinflussenden MQ (sowohl physische als auch virtuelle)</li> <li>- Messwerte aus eigenem MQ oder Trichterung</li> <li>- resultierender maßgeblicher Schaltgrund nach erfolgter Priorisierung, Quer- und Längsabgleich</li> </ul> </li> </ul> <p>Hinweis: Bei Trichterung muss der Verursacher-Standort angegeben werden.</p>

Tab. 25: Dateninhalte von Protokolle

Datenart	Inhalte
Handsaltungen / Sonderprogramme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgabe der abgespeicherten Handsaltungen / Sonderprogramme</li> <li>• Datum und Uhrzeit</li> <li>• Kilometrierung des AQ in Verbindung mit der graphischen Darstellung des Inhalts sämtlicher WVZ</li> <li>• Name des Bedieners</li> </ul>
Schaltungen einer Knoten- / Punktuellen Beeinflussung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtungsquerschnitt</li> <li>• geschaltetes Programm / Störungskennung der AQ</li> <li>• Witterung</li> <li>• Beginn und Dauer</li> </ul>
Verkehrsinformationsmeldungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschnitt</li> <li>• Verkehrsdaten</li> <li>• Umfelddaten</li> <li>• Ereignismeldungen</li> <li>• Beginn und Dauer</li> </ul>
Archivzustand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustand der Festplatte (belegter/ freier Speicherplatz)</li> <li>• Zeitraum der Möglichkeit des direkten Zugriffs auf einzelne Datenarten (die auf Festplatte vorgehalten werden)</li> <li>• Datensätze, die (vom Bediener oder automatisch) auf ein externes Speichermedium archiviert werden können</li> </ul>
Änderungen der Versorgungsdaten / Parameter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alte und neue Werte aller Versorgungsdaten des betroffenen Bereichs</li> <li>• Zeitpunkt der Änderung</li> <li>• Benennung des Bedieners</li> </ul>
Schaltbildzuordnung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuordnung der Anzeigen der einzelnen WZG der Anzeigequerschnitte zu den Automatikprogrammen und den Messquerschnitten</li> <li>• Zeitpunkt der Änderung</li> <li>• Benennung des Bedieners</li> </ul>
Umfelddaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alle Werte (Roh- und aggregierte Werte) für einen wählbaren Zeitraum</li> <li>• Störmeldungen</li> <li>• Statusmeldungen</li> <li>• Betriebsmeldungen</li> <li>• Darstellung in Tabellenform und/ oder als Ganglinien</li> <li>• Sortierung und Filterung der Daten z. B. nach MQ muss möglich sein.</li> </ul>
Stufen der Umfelddaten (pro Umfelddatenstandort)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sichtweitenstufe,</li> <li>• Niederschlagsintensitätsstufe</li> <li>• Wasserfilmdickenstufe</li> <li>• Nässestufe</li> </ul>
Datenübergabe zwischen Betriebs- und Verkehrstechnik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datentyp</li> <li>• Zeitstempel</li> <li>• Objektidentifikation</li> <li>• Objektdaten</li> </ul>
Parameterwerte (für einzelne Querschnitte oder eine Richtung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liste der aktuellen Werte sämtlicher einstellbarer Parameter differenziert nach: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erfassungsintervall</li> <li>- Glättungsfaktoren</li> <li>- Datenaufbereitung</li> <li>- Schwellenwerte</li> <li>- Angabe des Einstellbereichs</li> </ul> </li> </ul>

Tab. 25: Dateninhalte von Protokollen (Fortsetzung)

### 3.14.3 Auswertung der Verkehrsdaten

Unter anderem sollten die in Tabelle 26 aufgeführten Verkehrsdaten ausgewertet werden können.

Auswertung	Inhalte
Verkehrsdaten - Kurzzeitdaten (fahrstreifenbezogen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkehrsstärke (<math>q_{Kfz}</math>, <math>q_{Lkw}</math>)</li> <li>• Geschwindigkeit (<math>v_{pkw}</math>, <math>v_{Lkw}</math>)</li> <li>• Belegungsgrad</li> <li>• Standardabweichung</li> </ul>

Tab. 26: Anforderungen an die Auswertung von Verkehrsdaten

Auswertung	Inhalte
Analysewerte, geglättete Werte und Verkehrsstufe (fahrstreifenbezogen oder querschnittsbezogen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analysezwischenwerte (Standardabweichung, Belegungsgrad, Verkehrsstufe)</li> <li>Analyseverkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil)</li> <li>Mittlere Analysegeschwindigkeiten (Kfz, Pkw, Lkw)</li> <li>geglättete Verkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil)</li> <li>Mittlere geglättete Geschwindigkeiten (Pkw, Lkw, Kfz)</li> <li>Analyseverkehrsdichte- und geglättete Verkehrsdichte</li> <li>Bemessungsverkehrsstärke</li> </ul>
Stundenwerte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyseverkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil)</li> <li>Mittlere Analysegeschwindigkeiten (Kfz, Pkw, Lkw)</li> <li>Kennung Engstelle (D - Dauerbaustelle, T - Tagesbaustelle, U - Unfall)</li> </ul>
Fahrstreifen- und/oder fahrbahnbezogene lokale Daten als 15 min- oder 60 min-Werte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nettozeitlücke, Standardabweichung, Belegungsgrad, Analyse-Verkehrsstärken je Fahrstreifen (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil)</li> <li>Mittlere Analysegeschwindigkeiten je Fahrstreifen (Kfz, Pkw, Lkw)</li> <li>Analyseverkehrsstärken je Fahrbahn (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil)</li> <li>Mittlere Analysegeschwindigkeiten je Fahrbahn (Pkw, Lkw, Kfz)</li> <li>Analyseverkehrsdichte</li> <li>Bemessungsverkehrsstärke</li> </ul>
Geschwindigkeitsverteilung	Statistik über die Häufigkeitsverteilung der Geschwindigkeiten (wahlweise Pkw, Lkw und Kfz, fahrstreifenbezogen oder Gesamtquerschnitt) in Form von Histogrammen unterschieden nach den einzelnen Geschwindigkeitsklassen
Tagesverkehrswerte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyseverkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil)</li> <li>Mittlere Analysegeschwindigkeiten (Kfz, Pkw, Lkw)</li> </ul>
Stunden- und Tagesverkehrswerte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyseverkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil)</li> <li>Mittlere Analysegeschwindigkeiten (Kfz, Pkw, Lkw)</li> <li>Alternativ-Fundamentaldiagramm (Werte)</li> </ul>
Stunden- und Tagesverkehrswerte 8+1	Verkehrsstärken, Geschwindigkeitsklassen nach Version 24, TLS 2012
Tagesverkehrswerte und durchschnittliche monatsbezogene Tagesverkehrswerte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyseverkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil)</li> <li>Mittlere Analysegeschwindigkeiten (Tageswerte) (Kfz, Pkw, Lkw)</li> </ul>
Durchschnittliche (monatsbezogene) Tagesverkehrswerte	Analyseverkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil)
Durchschnittliche (jahresbezogene) Tagesverkehrswerte	Analyseverkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil)
Durchschnittliche (monats- und jahresbezogene) Tagesverkehrswerte	Analyseverkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil)
Falls erhoben: Einzelfahrzeugdaten an Steigungsstrecken	langsamstes Fahrzeug pro Intervall, mit Fahrzeugtyp Pkw/ Lkw und genauem Durchfahrtszeitpunkt

Tab. 26: Anforderungen an die Auswertung von Verkehrsdaten (Fortsetzung)

### 3.14.4 Auswertung der Verkehrsstörungen

Im Einzelnen müssen für die Tabelle 27 aufgelisteten Verkehrsstörungen Auswertungen durchgeführt werden können.

Auswertung	Inhalte
Anzahl, Gesamtdauer oder durchschnittliche Dauer der Verkehrsstörungen mit Richtungsquerschnitt	Auswertung der Störungen (Stau/ Staugefahr) aufgeschlüsselt nach: <ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl Fahrstreifen bei normaler Verkehrsführung</li> <li>Verkehrsführungskennziffer</li> <li>Summe je Richtungsquerschnitt, je Verkehrsführung/-beschränkung</li> <li>Gesamtanzahl</li> </ul>

Tab. 27: Anforderungen an die Auswertung von Verkehrsstörungen

Auswertung	Inhalte
Engstellen nach Verkehrsführung und Anzahl, Gesamtdauer oder durchschnittliche Dauer mit Richtungsquerschnitt	<p>Auswertung der Engstellen aufgeschlüsselt nach</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl Fahrstreifen bei normaler Verkehrsführung, (<math>q_0</math> und <math>v_f</math> des Normalfundamentaldiagramm)</li> <li>• nur bei querschnittsbezogener Ausgabe: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anzahl Fahrstreifen in der Engstelle</li> <li>- Verkehrsführungskennziffer</li> <li>- Verkehrsbeschränkung</li> </ul> </li> <li>• Summe je Verkehrsführung normal</li> <li>• Summe je Verkehrsführung Engstelle / Verkehrsbeschränkung</li> <li>• Gesamtzahl</li> </ul>
Engstellen nach ihrer Art	<p>aufgeschlüsselt nach:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl Fahrstreifen bei normaler Verkehrsführung)</li> <li>• Richtungsquerschnitt</li> <li>• Summe je Verkehrsführung normal</li> <li>• Summe je Art der Engstelle bzw. Gesamtzahl</li> <li>• Verkehrsführungskennziffer</li> <li>• normales FD (<math>q_0, v_f, v_0</math>) und Anzahl Fahrstreifen</li> <li>• alternatives FD (<math>q_0, v_f, v_0</math>) und Anzahl Fahrstreifen</li> <li>• Kennung der Engstelle (D - Dauerbaustelle, T - Tagesbaustelle, U - Unfall)</li> </ul>

Tab. 27: Anforderungen an die Auswertung von Verkehrsstörungen (Fortsetzung)

### 3.14.5 Auswertung der Betriebsstörungen

Im Einzelnen müssen für die in Tabelle 28 aufgelisteten Betriebsstörungen Auswertungen durchgeführt werden können.

Auswertung	Inhalte
Häufigkeit / Dauer der Störungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Art der Störung (Fehlercode, Herstellercode, Störungsstufe)</li> <li>• Objekt (Anlage, System, Komponente, Ort inkl. DE-Kanal bei TLS-Geräten, ggf. Geräteerkennung, ggf. Bezeichnung Richtungsquerschnitt (RQ), ggf. Software-/ Hardwareeinheiten)</li> <li>• Dauer (Einzelauswertung, Summe)</li> <li>• mittlere Ausfallzeit</li> <li>• Gesamtdauer</li> <li>• mittlere Reparaturzeit</li> <li>• Anzahl der Ausfälle</li> </ul>
Fehlermeldungs-Protokolle	<p>für einzelne oder mehrere Querschnitte Angabe von:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datum und Uhrzeit</li> <li>• Störungsort</li> <li>• Störungsart</li> </ul>
Parameteränderungen bzw. Änderungen der Versorgungsdaten (Erfassungsintervall, Grenzwerte usw.)	<p>Angabe von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datum und Uhrzeit</li> <li>• Parameterwerte vor und nach der Änderung</li> <li>• Kilometrierung des Messquerschnitts</li> <li>• Name des Systemmanagers</li> </ul>
Parameterwerte	<p>Liste der aktuellen Werte sämtlicher einstellbarer Parameter (für einzelne Querschnitte oder eine Richtung) differenziert nach:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassungsintervall</li> <li>• Datenaufbereitung</li> <li>• Schwellenwerte</li> <li>• Angabe des Einstellbereiches</li> </ul>

Tab. 28: Anforderungen an die Auswertung von Betriebsstörungen

### 3.14.6 Auswertung der Netzbeeinflussung

Für Netzbeeinflussungen müssen im Einzelnen die in Tabelle 29 aufgelisteten Auswertungen durchgeführt werden können.

Auswertung	Inhalte
Anzahl, Gesamtdauer, durchschnittliche Dauer oder Häufigkeit von Schaltungen mit Wechselwegweiserkette	aufgeschlüsselte Auswertung der Schaltungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselwegweiserkette</li> <li>• Betriebsart (Hand / Manuell / Automatisch)</li> <li>• geschaltetes Programm</li> <li>• Neutral wegen Störungen Wechselwegweiserkette</li> <li>• Neutral wegen überlasteter Alternativroute</li> </ul>
Schaltungen mit Begründung ( $Q_B$ oder $v_{Pkw}$ oder Vorgabe)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselwegweiserkette</li> <li>• Schaltungen (Wechselwegweiserkette, Betriebsart (Hand / Manuell / Automatisch))</li> <li>• Witterungsbedingungen</li> </ul>
Befolgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselwegweiserkette</li> <li>• Schaltprogramme</li> <li>• Verkehrsdaten auf der Normal- und Alternativroute (<math>q_{Kfz}</math>) durch Vorher-Nachher- oder Ohne-Mit-Vergleich bzw. auf der Grundlage von Standardganglinien</li> </ul>
Anzahl, Gesamtdauer, durchschnittliche Dauer oder Häufigkeit von Störungen	nach Störung (eine / alle Störungen / Störungen die zu einer Zwangsneutralschaltung führen): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselwegweiserkette</li> <li>• Störungsart</li> </ul>

Tab. 29: Anforderungen an die Auswertung von Netzbeeinflussungen

### 3.14.7 Auswertung der Streckenbeeinflussung

Für Streckenbeeinflussungen müssen im Einzelnen die in Tabelle 30 aufgelisteten Auswertungen durchgeführt werden können.

Auswertung	Inhalte
Anzahl, Gesamtdauer, durchschnittliche Dauer oder Häufigkeit von Schaltungen je SBA (querschnittsweise) und Betriebsart	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programm</li> <li>• Richtungsquerschnitt</li> <li>• Schaltanlass</li> </ul>
Schaltungen mit Begründung ( $Q_B$ oder $v_{Pkw}$ oder Vorgabe)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtungsquerschnitt</li> <li>• geschaltetes Programm</li> <li>• Störungskennung</li> <li>• Anzeigequerschnitte</li> <li>• Betriebsart (H - Handschaltung vor Ort, M - Manuell, S - Sonderprogramm, A - Automatik) pro DE</li> <li>• TLS-Folgenummer</li> <li>• Schaltauslöser (vor allem bei Trichterung)</li> <li>• Verkehrszustand je SBA (jeweils fahrtrichtungsweise)</li> </ul>
Manuell ausgelöste Schaltungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Zeitstempeln (Beginn und Ende der Aktivierung)</li> <li>• Programmname</li> <li>• Durchführender</li> <li>• Schaltgrund (zur Schaltung eingegebener Freitext)</li> </ul>
Geschwindigkeitsauswertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtungsquerschnitt</li> <li>• Programm am gewählten und am Vorgänger-Richtungsquerschnitt</li> <li>• Verkehrsdaten des gewählten Richtungsquerschnitts <ul style="list-style-type: none"> <li>- fahstreifenbezogen (<math>q_{Pkw}</math>)</li> <li>- fahrtrichtungsbezogen (<math>Q_{Pkw}</math>, <math>Q_{Kfz}</math>, <math>Q_{Lkw}</math>, <math>V_{Pkw}</math>, <math>V_{Kfz}</math>, <math>V_{Lkw}</math>, <math>A_{Lkw}</math>) je SBA</li> </ul> </li> </ul>
Anzahl, Gesamt- und durchschnittliche Dauer von Störungen, die den Ausfall der gesamten Fahrtrichtung bewirken	je SBA (jeweils fahrtrichtungsweise) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl der Störungen</li> <li>• Gesamtdauer der Störungen</li> <li>• durchschnittliche Dauer der Störungen</li> </ul>

Tab. 30: Anforderungen an die Auswertung von Streckenbeeinflussungen

Auswertung	Inhalte
Anzahl, Gesamt- und durchschnittliche Dauer von Störungen der Anzeigequerschnitte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtungsquerschnitt</li> <li>• Art der Störung (Fehlernummer)</li> <li>• angefordertes Programm am Anzeigequerschnitt und je SBA (jeweils fahrtrichtungsweise)</li> </ul>
Befolgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtungsquerschnitt</li> <li>• Anzeige am gewählten und am Vorgänger-Richtungsquerschnitt</li> <li>• Verkehrsdaten des gewählten Richtungsquerschnitts                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- fahstreifenbezogen (<math>q_{Pkw}, q_{Lkw}, v_{Pkw}, v_{Lkw}</math>)</li> <li>- fahrtrichtungsbezogen (<math>Q_{Pkw}, Q_{Kfz}, Q_{Lkw}, V_{Pkw}, V_{Kfz}, V_{Lkw}, A_{Lkw}</math>) je Anlage</li> </ul> </li> </ul>

Tab. 30: Anforderungen an die Auswertung von Streckenbeeinflussungen (Fortsetzung)

### 3.14.8 Auswertung der Knoten-/ Punktuellen Beeinflussung

Für Knoten-/ punktuelle Beeinflussungen müssen im Einzelnen die in Tabelle 31 aufgelisteten Auswertungen durchgeführt werden können.

Auswertung	Inhalte
Anzahl, Gesamt- und durchschnittliche Dauer, Häufigkeit der Schaltungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programm</li> <li>• Richtungsquerschnitt</li> <li>• Schaltanlass</li> <li>• Anlage</li> <li>• Betriebsart (alle / manuell / halbautomatisch / automatisch)</li> </ul>
Anzahl, Gesamt- und durchschnittliche Dauer von Störungen, die den Ausfall der gesamten Fahrtrichtung bewirken	<ul style="list-style-type: none"> <li>je Anlage</li> <li>• Anzahl der Störungen</li> <li>• Gesamtdauer der Störungen</li> </ul>
Schaltungen mit Begründung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtungsquerschnitt</li> <li>• geschaltetem Programm</li> <li>• Störungskennung</li> <li>• Anzeigequerschnitte</li> <li>• Betriebsart (H - Handschaltung vor Ort, M - Manuell, S - Semiautomatik, A - Automatik)</li> <li>• Straßenzustand je Anlage</li> </ul>
Befolgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtungsquerschnitt</li> <li>• Programm am gewählten und am Vorgänger-RQ</li> <li>• Verkehrsdaten des gewählten Richtungsquerschnitts                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- fahstreifenbezogen (<math>q_{Pkw}, q_{Lkw}, v_{Pkw}, v_{Lkw}</math>)</li> <li>- fahrtrichtungsbezogen (<math>Q_{Pkw}, Q_{Kfz}, Q_{Lkw}, V_{Pkw}, V_{Kfz}, V_{Lkw}, A_{Lkw}</math>) je Anlage</li> </ul> </li> </ul>

Tab. 31: Anforderungen an die Auswertung von Knoten-/ Punktuellen Beeinflussungen

### 3.14.9 Auswertung der Umfelddaten

Im Einzelnen müssen die in Tabelle 32 aufgelisteten Umfelddaten Auswertungen durchgeführt werden können.

Auswertung	Inhalte
Anzahl, Häufigkeit, durchschnittliche Dauer, Gesamtdauer Nässewarnung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Querschnitt</li> <li>• Anzahl Tage mit Nässe insgesamt und für bestimmten Querschnitt</li> <li>• Liste der Niederschlagsintensitätsstufen</li> <li>• Anzahl Tage mit bestimmter Stufe als schärfster Stufe insgesamt</li> </ul>

Tab. 32: Anforderungen an die Auswertung von Umfelddaten

Auswertung	Inhalte
Anzahl, Häufigkeit, durchschnittliche Dauer, Gesamtdauer Niederschlagsintensitätsstufe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liste der Niederschlagsintensitätsstufen</li> <li>Anzahl Tage mit bestimmter Stufe als schärfster Stufe insgesamt und für bestimmten Querschnitt</li> <li>Anzahl</li> <li>Häufigkeit</li> <li>durchschnittliche Dauer</li> <li>Gesamtdauer nach Messquerschnitt</li> </ul>
Anzahl, Häufigkeit, durchschnittliche Dauer, Gesamtdauer Sichtweitenstufe	<p>nach SBA mit Sichtweiterefassung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Querschnitt</li> <li>Anzahl Tage, an denen mindestens einmal eine bestimmte Sichtweitenstufe als höchste Sichtweitenstufe an diesem Querschnitt erfasst wurde</li> <li>Anzahl Tage, an denen mindestens einmal eine bestimmte Sichtweitenstufe als höchste Sichtweitenstufe insgesamt erfasst wurde</li> </ul>
Anzahl, Häufigkeit, durchschnittliche Dauer, Gesamtdauer Helligkeitsstufe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liste der Helligkeitsstufen</li> <li>Anzahl Tage mit bestimmter Stufe als höchste Stufe insgesamt und für bestimmten Querschnitt</li> <li>Anzahl</li> <li>Häufigkeit</li> <li>durchschnittliche Dauer</li> <li>Gesamtdauer nach Messquerschnitt</li> </ul>
Ganglinien der verschiedenen Wetterdaten (4-Stunden-Rückblick inkl. Prognosen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Roh- und aggregierte Werte</li> <li>Darstellung der Alarmmeldungen über die beiden zurückliegenden Stunden</li> </ul> <p>Für ausgewählte Wetterdaten ist die Prognosesituation (bis zu 90 min) anzuzeigen.</p>
Ganglinien der verschiedenen Wetterdaten (24-Stunden-Rückblick aus der aktuellen Winterperiode inkl. Prognosen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Roh- und aggregierte Werte</li> <li>Darstellung der Alarmmeldungen über die beiden zurückliegenden Stunden</li> </ul> <p>Für ausgewählte Wetterdaten ist die Prognosesituation (bis zu 90 min) anzuzeigen.</p>
Tabelle Wetter	<ul style="list-style-type: none"> <li>aktuelle Messwerte sämtlicher angeschlossener Umfelddatenerfassungsgeräte</li> </ul> <p>Bei Aufruf dieser Funktion, sind Alarme entsprechend darzustellen</p>
Graphik Wetter	entsprechend der Tabelle Wetter, jedoch Darstellung der Messwerte in Form von Diagrammen und / oder Kurven
Anzahl, Häufigkeit, durchschnittliche Dauer, Gesamtdauer Schaltungen ausschließlich infolge Nässe, Sichtweite oder Glätte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Querschnitt</li> <li>Anzahl Tage mit Nässe, Sichtweite oder Glätte insgesamt und für bestimmten Querschnitt</li> <li>Tagessummen nach Detektoren</li> <li>Tagessummen der Niederschläge</li> <li>Tagessummen (NI)</li> <li>Tagessummen (SW)</li> <li>Liste der Nässe- oder Sichtweitenstufen</li> <li>Anzahl Tage mit bestimmter Stufe als schärfster Stufe insgesamt</li> <li>zugehörige Verkehrsdaten</li> </ul>
Anzahl, Häufigkeit, durchschnittliche Dauer, Gesamtdauer, Liste der Nässe-, Sichtweiten- und Glättestufen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl Tage mit bestimmter Stufe als schärfster Stufe insgesamt und für bestimmten Querschnitt</li> <li>Anzahl</li> <li>Häufigkeit</li> <li>durchschnittliche Dauer</li> <li>Gesamtdauer nach Messquerschnitt</li> </ul>
Ganglinie der aktuellen Umfelddaten aller MQ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stationen auf x-Achse</li> <li>mehrere y-Achsen</li> </ul>
Graphik Umfelddaten	entsprechend der Tabellen Nässe, Sichtweite oder Glätte, jedoch Darstellung der Messwerte in Form von Diagrammen und / oder Kurven
Streckenprofil (zweidimensional)	Darstellung aktueller Sensorwerte (auswählbar) an den jeweiligen Messstellen als Histogramm und Darstellung der aktuellen Niederschlagsart und des Fahrbahnzustandes
Streckenprofil (dreidimensional)	Darstellung der Tagesverläufe von Sensorwerten (auswählbar) an den jeweiligen Messstellen und Darstellung der zu den jeweiligen Zeitpunkten gültigen Niederschlagsarten und Fahrbahnzustände

Tab. 32: Anforderungen an die Auswertung von Umfelddaten (Fortsetzung)

### 3.14.10 Auswertung der Verkehrsinformationen

Für Verkehrsinformationen müssen im Einzelnen die in Tabelle 33 aufgelisteten Auswertungen durchgeführt werden können.

Auswertung	Inhalte
Anzahl, Gesamt- und durchschnittliche Dauer, Häufigkeit von Meldungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ereignis-Meldung</li> <li>• Abschnitt</li> <li>• Querschnitt</li> <li>• Verkehrs- und Umfeldsituation</li> </ul>
Meldungsentscheidungsprotokoll	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meldungen</li> <li>• Meldungsanlass</li> <li>• Querschnitt</li> <li>• Verkehrs- und Umfeldsituation nach Abschnitt</li> </ul>

Tab. 33: Anforderungen an die Auswertung von Verkehrsinformationen

### 3.15 Anforderungen an Geo-Dienste (FB 14)

Zur Referenzierung statischer Straßendaten sollten die Standards OKSTRA und INSPIRE sowie die zugehörigen Durchführungsbestimmungen eingesetzt werden.

Verkehrskenngrößen und/ oder Verkehrszustände sollten ebenfalls mit statischen oder dynamischen Verfahren nach dem Stand der Technik georeferenziert werden (LCL, GDF, lineare Referenzierung; TPEG-loc, AGORA-C, Open-LR, lineare Referenzierung nach dem „On-the-fly“-Prinzip).

Es sind Schnittstellen vorzusehen, die einen Austausch von Daten mit anderen VRZ ermöglichen.

Vor dem Hintergrund der bislang fehlenden Kompatibilität und Interoperabilität von Verfahren und Vorgehensweisen zur Georeferenzierung, insbesondere der Segmentierung des Straßennetzes in einem Knoten-Kantenmodell, kann die Verwendung einheitlicher Ortungssysteme und Referenzierungsverfahren derzeit nicht vorgegeben werden.

Dieses Kapitel stellt einen Platzhalter dar. Im Rahmen einer Fortschreibung des MARZ besteht Handlungsbedarf bezüglich der Definition detaillierterer Anforderungen an Geo-Dienste.

### 3.16 Anforderungen an den Objektmanager (FB 15)

Dieses Kapitel stellt einen Platzhalter dar. Verbindliche Vorgaben hierzu werden im Rahmen des Projekts FE 03.0542/2015/IRB „Entwicklung einer Referenzarchitektur für das neue Merkblatt für die Aus-

stattung von Verkehrsrechner- und Unterzentralen (MARZ) mit Integration externer Systeme“ erarbeitet und werden im Rahmen einer Fortschreibung des MARZ ergänzt.

### 3.17 Anforderungen an Karten-Dienste (FB 16)

Es sollte als Grundvoraussetzung für eine Kartendarstellung gewährleistet sein, dass eine datenbankbasierte Georeferenzierung von Straßendaten, Verkehrsdaten und der technischen Infrastruktur überhaupt stattfindet. Anforderungen an den Datenumfang und den Detaillierungsgrad der entsprechenden Daten sind in Kapitel 3.13.2 dargestellt. Als Koordinatensystem sollte das WGS84-Format verwendet werden. Die Abweichung darf maximal 5 m betragen.

Idealerweise sind die folgenden Informationen in einer multifunktionalen Übersichtskarte zusammen zu führen:

- Verkehrslage
- TMC-Meldungen
- Arbeitsstellenmanagement
- Netzbeeinflussung
- Übergeordnete Leittechnik.

Die einheitliche Karten- und Netzgrundlage muss stets aktuell verfügbar sein, was mit einem nachhaltigen Pflegekonzept organisiert sein muss.

Es empfiehlt sich die Verwendung einer in der öffentlichen Hand befindlichen Grundlage mit einem

langfristig stabilen, abwärtskompatiblen Pflegekonzept.

Die Daten müssen über standardisierte Schnittstellen verfügbar gemacht werden.

Im Rahmen einer Fortschreibung des MARZ besteht Handlungsbedarf bezüglich der Definition detaillierter Anforderungen an Karten-Dienste.

### **3.18 Anforderungen an den internen Daten- und Dienstevermittler (FB 17)**

Dieses Kapitel stellt einen Platzhalter dar. Verbindliche Vorgaben hierzu werden im Rahmen des Projekts FE 03.0542/2015/IRB „Entwicklung einer Referenzarchitektur für das neue Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechner- und Unterzentralen (MARZ) mit Integration externer Systeme“ erarbeitet und werden im Rahmen einer Fortschreibung des MARZ ergänzt.

Im Anhang 11 sind Einsatzbeispiele für die Anwendung interner Daten- und Dienstevermittler aufgeführt.

### **3.19 Anforderungen an die Kommunikation mit externen Systemen (FB 18)**

Dieses Kapitel stellt einen Platzhalter dar. Verbindliche Vorgaben hierzu werden im Rahmen des Projekts FE 03.0542/2015/IRB „Entwicklung einer Referenzarchitektur für das neue Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechner- und Unterzentralen (MARZ) mit Integration externer Systeme“ erarbeitet und werden im Rahmen einer Fortschreibung des MARZ ergänzt.

### **3.20 Bedienung und Visualisierung (FB 19)**

Die Anforderungen an die Bedienung bzgl. Ergonomie und Funktionalität werden nachfolgend beschrieben. Darüber hinaus sind die einschlägigen DIN-Normen, vor allem die DIN EN ISO 9241 („Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten“), einzuhalten.

Die Bedienstation muss für einen Dauereinsatz (24 h/Tag, 7 Tage/Woche) geeignet sein.

Die Bediener sollten innerhalb der Organisationseinheit möglichst nur ein Bedienkonzept erlernen müssen. Insbesondere für kleinere Systeme bietet sich dafür die Entwicklung einer zentralen Oberfläche (Graphical User Interface - GUI) an. Für komplexe Systeme kann das Bedienkonzept in einem Styleguide festgelegt werden. Dies ermöglicht die funktionsbereichsweise Entwicklung von Oberflächen. Diese sollten dann über eine zentrale Steuerungseinheit zugreifbar sein. Zentrale Bedienelemente und -funktionen (z. B. Login, Urlasserdialog) sollten zentral zur Verfügung stehen (über den Daten- und Dienstevermittler).

In folgenden Bereichen sind grundsätzliche Anforderungen an die Anwendungssoftware gestellt:

- Zugangsschutz
- Bedienerfreundlichkeit
- Fehlermeldungen
- objektorientierte Bedienung
- Darstellungsformen

#### **Zugangsschutz**

Alle aktiven Eingriffe in das System, wie z. B. Parameteränderungen, Stellbefehle etc. sind jeweils vor der endgültigen Ausführung durch

- die Abfrage von Benutzer und Passwort,
- die Abfrage von Urlasserinformationen und
- die Überprüfung der entsprechenden Ausführungsrechte

gegen bewusste und unbewusste Änderungen durch nicht autorisiertes Personal abzusichern.

#### **Bedienerfreundlichkeit**

Hierbei wird eine leichte Erlernbarkeit und einfacher Umgang mit dem System gefordert. Dazu gehören u. a.:

- interaktive Führung des Benutzers
- durchgängiges Bedienkonzept
- Verwendung von Standard-Bedienelementen
- Ein- und Ausgaben in deutscher Sprache
- durchgängig eindeutige Verwendung von Fachbegriffen und Bezeichnungen
- automatische Plausibilitätskontrollen

- Farbwahl nach ergonomischen Gesichtspunkten
- mehrstufige kontextbezogene Online-Hilfe- und Suchfunktion (Hilfe zum einzelnen Datenfeld, zur Maske und zum gesamten Programmmodul). Die wesentlichen Teile der Systembeschreibung bzw. Bedieneranleitung sind in die Online-Hilfe zu integrieren. Dies gilt auch für das zu erstellende Abkürzungsverzeichnis sowie den Index und das Glossar. Der genaue Umfang der zu integrierenden Hilfetexte wird im Rahmen der Feinspezifikation festgelegt. Der Index ist in die Suchfunktionen einzubinden. Sämtliche Textdarstellungen sowie alle Abkürzungen (diese müssen einheitlich sein) sind durchgängig in deutscher Sprache zu erstellen. Die Hilfetexte können bei Bedarf ausgedruckt (Bedienerhandbuch) werden. Dabei ist ein einheitliches Druckformat (Kopfzeile, Fußzeile etc.) zu verwenden.
- Das Hilfesystem sollte durch den Anwender änderbar und erweiterbar sein.
- hohe Flexibilität und größtmögliche Freiheit in der Parametrierung
- Absicherung gegen Fehleingabe, Fehlertoleranz
- klare Eingabeaufforderungen (möglichst Auswahlen statt freier Eingaben)
- weitestgehend Bedienung über die Maus, und wo es sinnvoll ist, durch Tastatureingaben ergänzt; der sinnvolle Einsatz von Touchscreens ist zu prüfen
- Befehlsauswahl wahlweise über Menüs, Symbolleiste oder Tastatur (Tastenkürzel)
- Längerfristiges Arbeiten des Systems, das vom Benutzer nicht unterbrochen werden kann, ist zu vermeiden. Sind derartige Systemaktivitäten dennoch nicht zu umgehen, so ist der Benutzer auf diesen Umstand durch eine sich aktualisierende Fortschrittsanzeige und/ oder durch entsprechenden ‚Busy-Cursor‘ darauf aufmerksam zu machen. Ansonsten sind längerfristige Arbeiten des Systems generell im Hintergrund durchzuführen und über eine entsprechende Fortschrittsanzeige zu visualisieren.
- Dateneingaben sind durch das System komfortabel zu unterstützen. Dazu sind geeignete Auswahllemente, Eingabekontrollen zum Wertebereich und zur Widerspruchsfreiheit zu implementieren. Unzulässige Eingaben sind durch geeignete Auswahlvorgaben erst gar nicht zuzulassen. Die Übermittlung von Daten bzw. die Übernahme

solcher Eingabedaten darf erst nach Eingabe aller für die gewünschte Änderung notwendiger Daten und nach Prüfung dieser Daten möglich sein.

### **Fehlermeldungen**

Der Bediener muss durch verständliche, aussagekräftige Fehlermeldungen auf Fehlbedienungen und falsche Eingaben aufmerksam gemacht werden. Fehlermeldungen müssen anwendungs- und kontextbezogen sein und dürfen keine dv-technischen Fachkenntnisse voraussetzen. Fehlermeldungen aufgrund von Fehlbedienungen müssen Vorschläge für ein korrektes Vorgehen enthalten.

Falsche Eingaben des Bedieners dürfen nicht zu Fehlern oder Abstürzen führen. Hierzu muss das System gegen falsche Eingabewerte oder sinnlose Handlungen abgesichert werden. Kritische Situationen, z. B. nicht ausreichende Speicherkapazität, muss das System erkennen und selbstorganisierend behandeln.

### **Objektorientierte Bedienung**

Die Auswahl von Befehlen erfolgt für Objekte. Dabei ist die Reihenfolge von Funktionsauswahl und Objektselektion flexibel und vom Anwendungsfall abhängig durch den Benutzer steuerbar. Für die Objekt- und Funktionsauswahl sind verschiedene Methoden zu realisieren.

### **Darstellungsformen**

Alle Darstellungen sind entweder jeweils in eigenen Fenstern des zugrunde liegenden Fenstersystems oder in alternativen Darstellungsformen, wie z. B. Views (Sichten) in dementsprechenden Perspektiven auszugeben und - sofern dies sinnvoll ist - ständig automatisch zu aktualisieren. Es muss gewährleistet sein, dass gleichzeitig beliebig viele Fenster (abhängig von den Rechnerressourcen, keine Einschränkung durch die Software) geöffnet werden können. Einzelne Fenster, auch gleichen Inhalts, müssen mehrfach aufruf- und darstellbar sein. Alternativ müssen dementsprechende Perspektiven aufrufbar sein.

Damit jeder Benutzer in einer definierten Umgebung nach einem erneuten Login weiterarbeiten kann, sind die aktuellen Einstellungen der offenen Fenster (Größe, Position und notwendige Parameter zum Wiederherstellung der dargestellten Information) auf Anforderung und automatisch in zyklischen Abständen zu sichern.

Detaillierte Beschreibungen der Funktionalität der Bedienung und Visualisierung befinden sich im Anhang A 12.1.

### **Anforderungen an die Bedienelemente der BuV**

Die Hauptfunktion der BuV ist die Bereitstellung der Mensch-Maschine-Schnittstelle zu den Funktionen des Gesamtsystems. Dies bedeutet, dass alle im Gesamtsystem verfügbaren Objekte mit ihren Attributen dargestellt und gegebenenfalls bedient werden müssen. Aufgrund der hohen Anzahl der Darstellungsobjekte, der sehr unterschiedlichen Bedeutung, ihrem zum Teil sehr unterschiedlichen dynamischen Verhalten und der Tatsache, dass über die Darstellungsobjekte teilweise direkt eine Interaktion mit dem System durch den Bediener erforderlich ist (z. B. bei Schaltvorgaben), muss die BuV verschiedene Sichten auf Mengen dieser Objekte, deren Beziehungen und ihren Attributen zur Verfügung stellen. Diese sind abhängig von den Kriterien:

- räumlicher Bezug der darzustellenden Objekte
- Übersichtlichkeit bei der Darstellung
- geforderter Detaillierungsgrad (Informationsdichte)
- Strukturierung der Daten durch die Darstellung
- Menge der darzustellenden Objekte

Um diese Anforderungen abdecken zu können, muss die BuV verschiedene grundsätzliche Funktionalitäten unterstützen.

Dabei wird zwischen darstellungstechnischen Funktionalitäten und interaktionstechnischen Funktionalitäten unterschieden.

Zu den darstellungstechnischen Funktionalitäten zählen:

- Fenster mit
  - maßstäblichen Karten
  - stilisierten Karten
  - Diagrammen
  - Listen und Tabellen
  - Baumdarstellungen
  - Formularen
  - sowie Mischformen
- Darstellungen von Objekttyp
- Darstellungen von Attributen einzelner Objekte

Zu den interaktionstechnischen Funktionalitäten zählen:

- Objektauswahl
  - grafische Selektion in Karten (maßstäblich und stilisiert)
  - Selektion über Listen und Baumdarstellungen
- Befehlsauswahl
  - Menüzeile
  - kontextsensitive Menüs
  - Symbolleisten

Die aufgeführten Teilfunktionalitäten werden im Anhang A 12.1 detailliert beschrieben. Im Anhang A 12.2 ist beispielhaft eine mögliche Menüstruktur und die Umsetzung von Bedienelementen für den FB 19 (Bedienung und Visualisierung) dargestellt.

## **4 Funktionale Anforderungen an externe Funktionsbereiche**

### **4.1 Kommunikation mit den Außenanlagen gemäß den TLS (ES-1.1)**

Aufgabe der Außenanlagen eines verkehrstelematischen Systems ist die Bereitstellung der technischen Infrastruktur zur Datenerhebung und zur Umsetzung des telematischen Maßnahmenkatalogs.

Eingabeinformationen sind alle erkannten verkehrlichen, umfeldspezifischen und betrieblichen Informationen. Die erfassten Daten werden dem Steuerungsalgorithmus von Beeinflussungssystemen zur Verfügung gestellt.

Ausgabeinformationen werden an dementsprechenden Anzeigequerschnitten dem Verkehrskollektiv zur Verfügung gestellt.

Entsprechend der TLS 2012 ist eine aufeinander abgestimmte Funktionsverteilung in den jeweiligen Ebenen inklusive Abbildung der relevanten Schnittstellen zugrunde zu legen. Auf Ebene KRI und SSt sind folgende Hauptfunktionen abzubilden:

#### **KRI**

- Zentraler, außenanlagenseitiger Abschluss der Kommunikation von und zu den angeschlossenen Streckenstationen

- Transparente Vermittlung zwischen UZ und den Streckenstationen
- Schnittstellen zur UZ-unabhängigen Protokollierung
- Schnittstellen zu UZ-unabhängigen (passiven) Anwendungsapplikationen

### SM

- Steuerung des Datenaustausches zwischen Unterzentrale und E/A-Konzentratoren.
- Steuerung des Abfragerhythmus und der Übertragungsprozedur für die E/A-Konzentratoren auf dem Lokalbus

### EAK

- Erfassung und Aggregation von Verkehrs- oder Umfelddaten der angeschlossenen Sensoren
- Weitergabe von Steuerungsbefehlen an Wechselverkehrszeichen
- Funktionsüberwachung und Statusmeldungen

Der KRI hat als „intelligenter Vermittlungsknoten“ und als formal letzte Ebene der Außenanlagen eine besondere Bedeutung. Er überwacht die Kommunikation zu den Streckenstationen, stellt die Verbindungen her und protokolliert den Datenverkehr. Die Kommunikation mit den Außenanlagen über TLS ist i. d. R. über den KRI und eine entsprechende SW-Einheit abzuwickeln.

Die Kommunikation erfolgt nach den OSI2-, OSI3 und OSI7-Vorschriften der TLS.

Diese SW-Einheit muss den vollen Funktionsumfang der TLS 2012 unterstützen und abwärtskompatibel bis zur TLS 1993 sein.

In der Regel ist die Kommunikation zwischen Streckenstationen und Unterzentrale netzwerkbasierend entsprechend TLSoIP aufzubauen. Ersatzweise kann das OSI-2-Protokoll gemäß TLS (IEC TC57 WG 3 (DIN EN IEC-60870-5-1)) eingesetzt werden.

Die Umsetzung von TLS-Telegrammen in die interne Darstellung muss über frei konfigurierbare Abbildungsbeschreibungen erfolgen, so dass Änderungen an Telegrammen und neue oder herstellerspezifische Telegramme ohne Softwareänderungen ergänzt bzw. angepasst werden können. Diese Konfiguration muss auch die Konvertierung von einzelnen Inhalten nach konfigurierbaren Regeln für einzelne Telegramme und Objekte ermöglichen, so dass z. B. nicht TLS-konforme Codes oder herstel-

lerspezifische Dateninhalte auf Standardinhalte umgesetzt werden können.

Es sind Mechanismen vorzusehen, die unerlaubte Zustände erkennen und geeignete Gegenmaßnahmen treffen (siehe auch Kapitel 6.2.6).

## 4.2 Anforderungen an das Verkehrs- informationsmanagement (ES-1.2)

Unter einer Verkehrsinformation sind alle verkehrlich relevanten Informationen zu verstehen. Verkehrsinformationen können unterschiedliche Ausprägungen besitzen, wie z. B. Gefahreninformationen über kritische Witterungszustände oder Baustelleninformationen.

Eine Verkehrsmeldung ist definiert als eine zur Weitergabe an Dritte verifizierte Verkehrsinformation.

Die Fachapplikation Verkehrsinformation besitzt eine Online-Schnittstelle für Verkehrs-, Umfeld- und Ereignisdaten über den Daten- und Dienstevermittler. Über diese Schnittstelle müssen auch Daten aus anderen extern angeschlossenen Systemen (z. B. BMS, SWIS) übertragen werden. Darüber hinaus gibt sie Verkehrsinformationen an die VRZ zurück.

Gegebenenfalls ist auch eine Online-Schnittstelle zum Strategiemangement zur Umsetzung zuständigkeitsübergreifender Strategien und Maßnahmen einzurichten (siehe Kapitel 4.8).

Eine Verkehrsinformation kann folgende Attribute besitzen:

- Ortsbezug (von/bis: Straße, Richtung, Kilometer), Pflichtangabe
- Ereignistyp (konfigurierte Liste), Pflichteingabe
- Zeitbezug (von/bis)
- Ereignis-Untertyp (konfigurierte Liste, in Abhängigkeit vom Ereignistyp)
- In Abhängigkeit vom Ereignistyp können weitere Attribute versorgt werden, z. B.:
  - Voraussichtliche Dauer des Ereignisses (Restdauer)
  - Spurführung, gesperrte Fahrstreifen
  - Personenschaden (ja / nein)

Die Ereignistypen und deren Untertypen müssen einen konfigurierbaren Bezug zu einem entsprechenden Ereignistyp bzw. -Untertyp in der RDS-TMC bzw. DATEX II-Versorgung besitzen.

Weiterhin sind an Verkehrsinformationen folgende Anforderungen zu stellen:

- Verkehrsinformationen müssen manuell eingegeben werden können.  
Bei der Eingabe sollte der Benutzer durch das System sinnvoll unterstützt werden, z. B. durch initiale Belegung bestimmter Attribute mit Defaultwerten und durch Festlegung von untereinander abhängigen Werten (z. B. Ereignistyp, Untertyp).
- Auf Basis der über die Schnittstelle zur Verfügung stehenden (Verkehrs-)Daten müssen Verkehrsinformationen automatisch generiert werden können.
- Verkehrsinformationen müssen automatische Plausibilitätschecks durchlaufen (z. B. Abfrage von Pflichtfeldern in Formularen, Gegenüberstellung unterschiedlicher Informationsquellen).
- Verkehrsinformationen sollen verknüpft und zusammengefasst werden können.
- Wetterinformationen können nach manueller Bestätigung des Benutzers als Gefahreninformation angelegt werden.
- Vor der Weitergabe an Dritte (z. B. LMSt, MDM) muss ein manueller Prüfschritt durch einen Operator erfolgen (z. B. positive Quittierung einer Stauinformation nach Verifikation mittels Video). Aus der Verkehrsinformation wird dann eine Verkehrsmeldung.  
Für diese manuelle Verifikation muss dem Bediener eine visuelle Darstellung der Verkehrslage zur Verfügung stehen. Die Datenquellen zur Verkehrslagedarstellung sollten in der VRZ zur Verfügung stehen.
- Die Verlustzeit pro Segment sollte zur Verfügung stehen und visualisiert werden können. Dazu muss das Streckennetz in Segmente mit einer parametrierbaren Segmentlänge (z. B. 200 m) unterteilt werden.  
Der Reisezeitverlust der jeweiligen Segmente wird als Attribut für Stauinformationen herangezogen. Diese kann nach oben beschriebenem Mechanismus verifiziert werden und zu einer Verkehrsmeldung nach außen werden.

Eine Verkehrsmeldung sollte in den folgenden Formaten zur Weitergabe generiert werden:

- RDS-TMC
- DATEX II

Im Rahmen des Verkehrsinformationsmanagements sind unter anderem die folgenden Anforderungen zu berücksichtigen:

- Engstellenverwaltung
- Verwaltung von Verkehrsinformationen
- Automatische Erstellung von Verkehrsinformationen
- Umleitungsempfehlungen
- Aufhebung von Verkehrsmeldungen
- Infrastrukturschnittstelle LMSt-VRZ
- Meldungstelegramm LMSt-VRZ
- Ausfallstrategie

Detaillierte Informationen zu den einzelnen aufgelisteten Anforderungen sind im Anhang 13 aufgeführt.

### 4.3 Anforderungen an die Betriebsüberwachung des Gesamtsystems (ES-1.3)

Zur Unterstützung der Operatoren z. B. beim Auftreten von Fehlern und sonstigen Ausnahmefällen sollte ein Betriebsüberwachungssystem (BüS) eingesetzt werden. Dieses System sollte zentral alle Fehlermeldungen des Gesamtsystems verwalten.

#### Voraussetzungen

Das Betriebsüberwachungssystem (BüS) sollte alle TLS-Meldungen direkt am KRI abgreifen, damit bei Ausfall/Wartung der UZ weiterhin ein direkter Kommunikationsstrom gewährleistet ist.

Ein BüS muss zwei grundlegende Funktionen erfüllen. Die technische Überwachung der telematischen Infrastruktur (Anbindung an den Fernwirklinien) sowie die Begleitung bzw. Dokumentation der geplanten und ungeplanten Instandhaltungsprozesse (Ticketing) sind zu gewährleisten. Damit ist vor allem die Dokumentation von Instandhaltungs-Prozessen gemeint, damit eine nachträgliche sinnvolle Auswertung durchgeführt werden kann (vgl. Kapitel 6.6).

Voraussetzung für die Realisierung eines BÜS ist eine qualitätsgesicherte Stammdatenbank aller Betriebsmittel, die alle notwendigen Attribute für alle Systeme beinhaltet, einschließlich derjenigen, die das BÜS zentral verwaltet. Für jedes einzelne System ist eine entsprechende Sichtweise zu definieren (logisch oder physikalisch). Für ein Leitsystem ist die logische Sichtweise relevant (z. B. für welchen Streckenabschnitt hat die Steuerung dieses Betriebsmittels eine Auswirkung). Für ein Instandhaltungstool ist es wichtig, wo sich das einzelne Betriebsmittel befindet.

Alle auftretenden Störungen müssen erfasst, visualisiert, analysiert und protokolliert werden.

Weiterhin sind Möglichkeiten zur automatischen Fehleranalyse zu schaffen.

Für Applikationen, die mögliche BÜS-relevante Meldungen erzeugen, ist eine entsprechende Schnittstellen zu schaffen.

In einem elektronisch geführten Wartungsbuch sind neben den statischen Informationen zu den Wartungsverträgen alle Störungsereignisse und deren Beseitigung, unterschieden nach Art, Gerät, Hersteller etc., einzutragen.

### **Workflow bei Störungen**

Bezüglich der Fehlerfeststellung sind zwei Möglichkeiten zu unterscheiden:

1. Der Betreiber stellt fest, dass sich ein Betriebsmittel nicht steuern lässt bzw. defekt ist.
2. Das BÜS stellt einen Fehler fest. Dadurch kann die Störungsbehebung, bevor der Betreiber es feststellt, eingeleitet werden.

Der Instandhaltungs-Vertragspartner wird telefonisch bzw. per Fax oder per E-Mail informiert und ein Ticket wird ihm zugewiesen. Durch eine telefonische Benachrichtigung an den Ticketersteller wird das Ticket aktiviert. Dies geschieht, sobald der Wartungstechniker vor Ort ist. Der Ersteller prüft die Beseitigung der Störung und die wiederhergestellte Funktionsfähigkeit. Ist die Störung behoben, wird auch hier durch eine telefonische Benachrichtigung das Ticket durch den Ersteller auf behoben gesetzt. Der Wartungstechniker erstellt einen Bericht. Dadurch sind die Störungsbehebung und die Dokumentation des Behebungsprozesses abgeschlossen. Durch die Zeitstempel der Statusübergänge kann die Einhaltung der Vereinbarungen zur Störungsbeseitigung gemäß den EVB-IT überwacht werden.

Zur Behandlung von so genannten Flutterstörungen im Betriebsüberwachungssystem wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

1. Störungsmeldungen, die innerhalb eines parametrierbaren Zeitraumes nicht mehr existieren, werden nicht in der Zustandsliste (Alarmschirm) angezeigt.
2. Kommt und verschwindet eine Störung innerhalb eines parametrierbaren Zeitraumes mehrere Male, wird dies als Flattermeldung angezeigt und weitere Meldungen dieses Betriebsmittels für einen Zeitraum ignoriert.

Die Störungsmeldungen müssen folgende Informationen enthalten:

- Datum / Uhrzeit,
- Störungsort (Funktionsebene) und betroffenes Gerät,
- Störungsart und
- empfohlene und/oder automatische Reaktion auf eine Störung.

Detaillierte Anforderungen an den Verfahrensablauf im Umgang mit Meldungen zu vorliegenden Störungen sind im Anhang 14 aufgeführt.

## **4.4 Simulation (ES-1.4)**

### **4.4.1 Simulation von SBA-Steuerungen**

#### **4.4.1.1 Allgemeines**

Zur Optimierung müssen Verkehrsanalyse und -prognose sowie die Steuerung parallel zum Online-Betrieb mit geänderten Parametern und aktuellen oder historischen gespeicherten Daten geprüft werden können.

Die Simulation dient auch dazu, vergangene Situationen nachzuvollziehen und neue Parametersätze zu testen. Ebenso kann sie zu Schulungszwecken im Parallelbetrieb eingesetzt werden.

Eine Simulation ist dann sinnvoll einsetzbar, wenn die VRZ/UZ-Software dem Bediener auch geeignete Analysemöglichkeiten zur Verfügung stellt. Es sollten daher zumindest folgende Analysemöglichkeiten existieren:

- Visualisierung des Schaltbildes (erfolgt über das Anlagenbild)

- Darstellung der Geschwindigkeitsverteilungen bei Schaltungen an Querschnitten (auch fahrstreifenweise) in einem Diagramm
- Gangliniendarstellungen für alle Eingangs- und Ausgangsgrößen, Darstellung der Schaltgründe, z. B. geschaltete Geschwindigkeitsniveaus sowie in Balkendarstellung (ein/aus) andere Schaltungen (z. B. Dauerlichtzeichen, Stellung des WVZ B-Zeichens)
- Fundamentaldiagrammdarstellungen

In der Simulation müssen Parameter geändert werden bzw. zuvor definierte Parametersätze aktiviert werden können (siehe Kapitel 4.4.1.2). Die Parametersätze können gespeichert, importiert und exportiert werden können (zum Austausch mit dem VRZ-/UZ System). Die Simulation sollte grundsätzlich mit dem Konfigurationszustand des Online-Systems arbeiten. In der Simulation müssen einzelne Streckenbeeinflussungsanlagen (Unterzentralen) simuliert werden können.

In der Simulation sollten die gleichen Darstellungs- und Parametrierungsmöglichkeiten vorhanden sein wie im Online-System.

Die nachfolgenden Kapitel beschreiben, welche Funktionen abzudecken sind.

#### 4.4.1.2 Verwaltung paralleler Parametersätze

Die Simulation muss mehrere Parametersätze verwalten können. Der Benutzer muss beliebig viele Parametersätze definieren können. Der Benutzer muss vor Start der Simulation den gewünschten Parametersatz auswählen können. Für Parameter, die nicht in diesem gewählten Parametersatz definiert sind, werden automatisch die aktuell eingestellten Parameter des Online-Systems übernommen.

Das Löschen von Datensätzen mit nicht mehr benötigten Varianten übernimmt die Funktion zur Verwaltung der Simulationsdaten (siehe Kapitel 4.4.1.5).

#### 4.4.1.3 Simulationsdatengenerator

Der Simulationsdatengenerator liefert die Eingangsdaten einer Online- oder Offline-Simulation.

Bei der Online-Simulation stellt der Simulationsdatengenerator die gewünschten Eingangsdaten zur Verfügung, indem er die normal im System berech-

neten Daten bereitstellt, d. h. als Datensätze mit der entsprechenden Simulationsvariante liefert.

Für die Offline-Simulation muss eine Funktion realisiert werden, die die notwendigen historischen Daten zusammenstellt und im gewünschten Zeittakt in die aktuelle Simulationsvariante einspielt.

Dabei muss diese Funktion folgende Parameterdaten verarbeiten:

- Liste der wiederherzustellenden und unter der entsprechenden Simulationsvariante einzuspielenden Datenarten und Objekte
- Angaben zum Simulationszeitraum
- Angaben zur Triggergeschwindigkeit  
Mittels der Triggergeschwindigkeit ist einstellbar, wie schnell ein reales Erfassungsintervall (z. B. 1 min-Intervall) bei der Simulation abgearbeitet werden soll. Bei der Voreinstellung von 15 s läuft die Simulation also vier-mal so schnell ab. Bei einer Einstellung von 5 s (kleinere Werte sind aufgrund der Übertragungszeiten nicht sinnvoll) kann also ein Zeitraum von 12 min in 1 min simuliert werden. Bei einer Einstellung auf Max wird mit der maximal erreichbaren Geschwindigkeit simuliert.
- Parameter zur Simulationssteuerung  
Eine laufende Offline-Simulation kann über die Befehle Start, Pause, Einzelschritt und Stopp von außen (i. d. R. über die BuV, siehe Kapitel 3.20) gesteuert werden.
  - Durch Drücken der Pause-Taste wird die Simulation solange angehalten, bis sie durch Anklicken der Start-Taste wieder in der normalen Triggergeschwindigkeit weiterläuft.
  - Wurde eine Simulation durch Anklicken der Pause-Taste unterbrochen, kann durch Anklicken der Einzelschritt-Taste genau ein Erfassungszyklus weiter simuliert werden.

Während des Simulationslaufes können die Simulationsparameter online verändert und die Auswirkungen beobachtet werden.

Die Simulation läuft entweder bis zu einem ggf. vorgegebenen Simulationsende oder kann durch Anklicken der Stopp-Taste vorzeitig beendet werden.

Das Löschen von Datensätzen mit nicht mehr benötigten Varianten übernimmt die Funktion zur Verwaltung der Simulationsdaten (siehe Kapitel 4.4.1.5).

#### 4.4.1.4 Protokollierung und Auswertung

Die Protokollierung und Auswertung von Simulationen wird vollständig über die Funktionen Protokolle und Auswertungen (siehe Kapitel 3.14) abgedeckt, in dem bei der Anfrage lediglich die Simulationsvariante mit übergeben wird (die Variante ist wie der Zeitstempel als Bestandteil der Daten abzuspeichern).

#### 4.4.1.5 Verwaltung von Simulationsdaten

Die Verwaltung der Simulationsdaten beinhaltet folgende Funktionen:

- Vergabe von eindeutigen (derzeit ungenutzten) Variantennummern.
- Verwaltung der entsprechenden Nutzeranforderungen zu dieser Variante (Bezeichnung, Simulationszeitraum, Triggergeschwindigkeit der zu simulierenden Anlage, Typ der Simulation (online/offline mit historischen Daten) etc.)
- Möglichkeit der Archivierung von Simulationsdatensätzen
- Löschen der Informationen zu einer Simulationsvariante (mit automatischer Löschung aller im Archivsystem archivierten Datensätze)
- Wiederholen einer Simulation mit geänderten Nutzeranforderungen, aber unter Beibehaltung der aktuell bestehenden Parametersätze und der zu simulierenden Datenstrecke
- Anstoßen der entsprechenden Aktionen (Start/ Stopp) mit der entsprechenden Variante
- Verwaltung der zu simulierenden Anlagen
- Bereitstellung einer entsprechenden Schnittstelle zum Steuern der oben genannten Funktionen (i. d. R. über entsprechende Dialoge in der BuV)

#### 4.4.2 Simulation von NBA-Steuerungen

Zur Optimierung der Steuerung von Netzbeeinflussungsanlagen muss in einer Simulation das zu beeinflussende Netz, die Standorte der NBA-Anlagen, die Verkehrslage (beispielsweise LCL-abschnittsbezogene Reise- und Verlustzeiten) und die Regelversorgung (evtl. unterschiedliche Varianten) vorliegen. Das zu beeinflussende Netz und die Anlagenstandorte müssen dabei aus dem aktiven Online-Betrieb übernommen werden können. Es sollte möglich sein historische Daten zur Verkehrslage in einem abzustimmenden Format importieren oder

durch manuelle Eingabe streckenabschnittsbasierter Fahrt- und Verlustzeiten über eine Karte eine Verkehrslage manuell erzeugen zu können.

Eine Simulationsumgebung muss neben den bereits beschriebenen statischen Darstellungen, die dynamischen Daten der dWiSta-Schaltbilder und der Verkehrslage (beispielsweise LCL-abschnittsbezogene Reise- und Verlustzeiten) visualisieren.

In der Simulation können Regeln zur Auslösung der Schaltungen geändert werden bzw. eine zuvor definierte Regelversorgung aktiviert werden. Die Simulation arbeitet grundsätzlich mit dem Konfigurationszustand des Online-Systems. In der Simulation müssen immer alle Anlagen der NBA gemeinsam simuliert werden, da nur so Widersprüche zwischen den einzelnen Anzeigeketten erkannt werden können.

Die Simulation muss mehrere Regelversorgungen verwalten können. Der Benutzer muss beliebig viele Regelversorgungen definieren können. Der Benutzer muss vor dem Start der Simulation den gewünschten Regelsatz auswählen können.

Es muss möglich sein nicht mehr benötigte Regelversorgungen zu löschen.

Nach Eingabe oder Einlesen der zu simulierenden Verkehrssituation und nach Auswahl der zu simulierenden Regelversorgung muss die Simulation per Mausklick gestartet werden können. Wenn die Berechnung und Visualisierung aller Anzeigen und der eingegebenen Verkehrslage abgeschlossen ist muss dies dem Nutzer angezeigt werden. Eine fortlaufende Simulation ist bei NBA weniger interessant, kann aber analog der SBA-Simulation realisiert werden.

### 4.5 Anforderungen an das Straßenzustands- und Wetterinformationssystem (ES-1.5)

Informationen zur aktuellen Wettersituation stellen eine der Grundlagen für die in der VRZ umzusetzenden verkehrsbeeinflussenden Maßnahmen dar. Hierzu sind mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD) Daten über zwei unidirektionale Verbindungen auszutauschen. Hierzu wird i. d. R. die ES-2.6 (siehe Kapitel 5.6) genutzt. Dazu sind Funktionen zu erstellen, um automatisch (z. B. mittels FTP) Dateien mit dem DWD austauschen zu können.

#### 4.6 Anforderungen an den Ganglinienarbeitsplatz (ES-1.6)

Verkehrs- und Umfelddaten bilden die Basis für Analysen in der Verkehrsbeeinflussung. Sie werden außerdem für sämtliche Formen der Auswertungen verwendet. Darüber hinaus werden Sie externen Institutionen zu Forschungszwecken und Analysezwecken bereitgestellt. Die Erstellung von Ereignisganglinien setzt auf diesen Daten auf. Damit die Daten für diese Zwecke eingesetzt werden können, ist es erforderlich sie entgegenzunehmen, zu überprüfen, zu analysieren und schließlich zu archivieren.

Ein Ganglinienarbeitsplatz übernimmt diese Aufgabe. Er übernimmt die Daten, plausibilisiert diese im zeitlich-räumlichen Kontext, aggregiert sie, erstellt daraus Tagesganglinien und bewertet die Zugehörigkeit zu Ereignisganglinien. Die Ergebnisse (plausibilisierte und aggregierte Verkehrsdaten, Tages- und Ereignisganglinien) werden internen (z. B. Steuerungsverfahren, Baustellenmanagement) und externen Datenabnehmern (z. B. als Basis für Lärmgutachten) zur Verfügung gestellt.

Dazu ist ein System zu entwickeln, das entweder direkt in die VRZ integriert ist oder über Schnittstelle mit diesem kommuniziert. Die funktionalen Anforderungen müssen in einem separaten Projekt entsprechend den Bedürfnissen des Betreibers definiert werden.

Aus Sicht der VRZ/UZ müssen mindestens folgende Daten und Ergebnisse zur Verfügung stehen und müssen über eine Schnittstelle ausgetauscht werden:

- Konfigurationen (Detektoren, Detektionsart, Messquerschnitte, Zugehörigkeit von Detektoren und Messquerschnitten, Lage, Vorgänger- und Nachfolgerbeziehungen)
- Verkehrs- und Umfelddaten
- Technischer Zustand der Geräte zur Plausibilisierung
- Ereignisse
- Tagesganglinien
- Ereignisganglinien
- Schaltprotokolle

Aus Gründen der Aktualität sollte ein kontinuierlicher Datenaustausch erfolgen.

Die Ganglinienaufbereitung und -plausibilisierung kann auch durch Externe erfolgen. Dies muss standardisiert und nachvollziehbar protokolliert werden. Diese Protokolle müssen in der VRZ verfügbar sein.

#### 4.7 Anforderungen an das Baustellenmanagement (ES-1.7)

Bereitzustellende Daten für ein externes Baustellenmanagementsystem (BMS) sind u. a.:

- Lage von MQ sowie Vorgänger- und Nachfolgerbeziehungen
- Infrastrukturdaten (Anzahl FS, ...)
- Verkehrsdaten (Tagesganglinien und aktuell)

Um die Einschränkung der Netzverfügbarkeit gering zu halten, ist es sinnvoll, eine Bündelung der einzelnen Baumaßnahmen zu untersuchen. Eine optimierte Koordination der Einzelmaßnahmen und Gewährleistung der erforderlichen Kapazitäten im Netz ist bereits einer frühen Planungsphase zu gewährleisten.

Hierfür sollte in der Bewertung der verkehrlichen Auswirkungen neben den einzelnen Arbeitsstellen auch Netzabschnitte und Netzmaschen berücksichtigt werden. Dabei ist eine strategisch übergreifende Arbeitsstellenplanung unter Abstimmung mit den jeweils angrenzenden Bundesländern sicherzustellen. Alternative Routen sind von Arbeitsstellen freizuhalten. Eine derartige Bewertung sollte sowohl im Vorfeld (ex ante) als auch während des Baustellenbetriebes möglich sein.

Im Besonderen sei verwiesen auf:

- Leitfaden zum Arbeitsstellenmanagement auf Bundesautobahnen [BASt 2011a]
- Ausführungshinweise zum Leitfaden zum Arbeitsstellenmanagement auf Bundesautobahnen [BASt 2011b]

Die Anbindung an software-basierten Systemen zum Baustellenmanagement wird empfohlen, welche z. B. zeitliche Empfehlungen für die Disposition zur Durchführung von Baustellen (Zeitfenster) in Abhängigkeit flankierender verkehrsbeeinflussender Faktoren etc. geben.

Besonders bei größeren und länger andauernden Baustellen ist eine Anbindung an das VRZ/UZ-System notwendig.

Es ist dabei vom System zu prüfen, wann das Verkehrssystem genügend Kapazität frei hat, um die geplante Baustelle verkehrlich sinnvoll abwickeln zu können. Diese Zeitfenster werden dem Baustellenplaner zur Verfügung gestellt. Die Ermittlung der Zeitfenster soll auf einer Schätzung der Restkapazität infolge der geplanten Sperrung und auf Referenzganglinien der Verkehrsnachfrage basieren. Bei der Verkehrsnachfrage sollen verschiedene Tagestypen wie z. B. Normaltage, Ferientage, kleine und große Veranstaltungen unterschieden werden.

Außerdem wird empfohlen, die folgenden Lösungen für eine intelligente Verkehrssteuerung an Arbeitsstellen umzusetzen und deren Zusammenwirken zu nutzen:

- Nutzung vorhandener dWiSta-Tafeln für die Information der Verkehrsteilnehmer über die Verkehrssituation im Umfeld der Baustelle und die Alternativroutensteuerung bei gravierenden Störungen,
- Nutzung und temporäre Ergänzung der vorhandenen Streckenbeeinflussungsanlage für die Verkehrssteuerung im Zulauf auf die Baustelle und, soweit möglich, auch im Verlauf der Baustelle,
- Aufrechterhaltung der Verkehrsdatenerfassung im Zuge der Baustelle,
- Ermittlung der Verkehrslage (Reisezeiten) auf den Umleitungsstrecken, beispielsweise mittels Bluetooth-Technologie o. Ä.,
- Einsatz des Baustellenwarners und Anbindung mittels CB-Funk zur Warnung der Lkw-Fahrer vor der Baustelle,
- Installation und Anbindung zusätzlicher Orientierungstafeln zur besseren Verortung von Störungen, z. B. durch Pannfahrzeuge,
- Ggf. Einsatz und Anbindung von Videokameras im Verlauf der Baustelle zur Unterstützung betrieblicher Abläufe.

#### **4.8 Anforderungen an das Strategiemangement (ES-1.8)**

Die Lösung von Verkehrsproblemen mit Hilfe von Strategien und Maßnahmen des Verkehrsmanagements wird zunehmend rechnergestützt durchgeführt. Hieraus ergeben sich Anforderungen an die Ausstattung einer Verkehrsrechnerzentrale zur Integration derartiger Prozesse. Dies gilt sowohl für

die Berücksichtigung von Strategien innerhalb des eigenen Zuständigkeitsbereichs als auch für zuständigkeitsübergreifende Vorgehensweisen.

Im Strategiemangement sind zwei Prozesse zu unterscheiden, die Planung von Strategien auf der Regieebene (offline) und die Strategieumsetzung auf der Betreiberebene (online).

Bezüglich der Methoden zur Strategieplanung im Offline-Betrieb wird auf Kapitel 3 der ‚Hinweise zur Strategieanwendung im dynamischen Verkehrsmanagement‘ [FGSV 2011d] verwiesen. Dort findet sich eine ausführliche Darstellung des Strategieplanungsprozesses. Weitere Hinweise zur Strategieplanung finden sich in ‚Verkehrsmanagement Region Frankfurt RheinMain–Leitfaden zur Anwendung‘ [Hessen Mobil 2014].

Für den Fall einer Online-Strategieumsetzung sind im Anhang 15 Hinweise zur Anforderungsdefinition an eine rechnergestützte Strategieumsetzung aufgeführt, welche genutzt werden sollten, falls Strategien und Maßnahmen in einer VRZ in einem zuständigkeitsübergreifenden Prozess (Workflow) umgesetzt werden müssen.

Die Inhalte basieren größtenteils auf Textpassagen der zitierten Wissenspapiere der FGSV.

#### **4.9 Anforderungen an das Workflowmanagement (ES-1.9)**

Dieses Kapitel stellt einen Platzhalter dar. Verbindliche Vorgaben hierzu werden im Rahmen des Projekts FE 03.0542/2015/IRB „Entwicklung einer Referenzarchitektur für das neue Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechner- und Unterzentralen (MARZ) mit Integration externer Systeme“ erarbeitet und werden im Rahmen einer Fortschreibung des MARZ ergänzt.

#### **4.10 Anforderungen an das Qualitätsmanagement (ES-1.10)**

Das Qualitätsmanagement als Systembaustein einer VRZ liefert Kennzahlen zur Bewertung von zu definierenden Qualitätszielen. Das Qualitätsmanagement unterstützt Entscheidungsträger, aber auch verantwortliche Mitarbeiter, Prozesse zu verbessern, für gleichbleibende oder gar verbesserte Qualität der Prozesse zu sorgen und mehr Transpa-

renz bzgl. der Nutzen und Wirkungen zu schaffen. Bisherige Umsetzungen zielen dabei vorrangig auf klar und vor allem einfach zu bestimmende Kenngrößen für Verfügbarkeit (z. B. von Sensorik und Aktorik) ab. Grundsätzlich ist es aber sinnvoll und zielführend, den gesamten Workflow im Lebenszyklus einer VRZ/UZ in einem Qualitätsmanagementsystem abzubilden und soweit möglich und sinnvoll systemtechnisch zu unterstützen.

Dem Qualitätsmanagement sollten dazu alle Daten aus dem VRZ/UZ System zur Verfügung gestellt werden. Ein Zugang zu den online-Daten ist nicht erforderlich, die Auswertung von historischen Daten ist ausreichend. Aktuelle Daten sollten mit einem Versatz von maximal 24 Std. verfügbar sein.

Erfolgt die Abwicklung der Prozesse über ein Workflowmanagement, können diese Prozesse ebenfalls über das Qualitätsmanagement bewertet werden.

Weitere externe Systeme, z. B. das Betriebsüberwachungssystem oder das Baustellenmanagementsystem, sollten ebenfalls in das Qualitätsmanagementsystem integriert werden.

Detaillierte Hinweise zum Qualitätsmanagement für Verkehrsbeeinflussungsanlagen werden im FGSV AK 3.2.10 erarbeitet.

#### **4.11 Anforderungen an das Videomanagement (ES-1.11)**

Aufgabe des Videomanagements ist die Unterstützung des Operators bei der visuellen Verifizierung von Verkehrszuständen, von verkehrs- und sicherheitsrelevanten Ereignissen und betriebsführungsrelevanten Sachverhalten mit Hilfe von Kamerasystemen.

Videostreams zur Beobachtung sind gemäß Konfiguration auf dementsprechenden Bildschirmen am Arbeitsplatz oder auf einer Medienwand etc. zu visualisieren. Dabei greifen die Visualisierungsmodule auf die jeweiligen anlagenspezifischen Videosysteme (z. B. aus VBA, Tunnel, Strecke, etc.) zu.

Es sollten Streams verschiedenster Kamerasysteme (statische Kameras, dynamische Kameras (mit Schwenk-, Neige- und Zoom-Einheit), Multifokal-Systeme) sollten möglich sein.

Dazu sind je Anwendungsfall datenschutzrechtliche Fragestellungen zu klären.

Eine besondere Bedeutung kommt der Videodetektion in Anlagen zur temporären Seitenstreifenfreigabe (TSF) zu.

Im Zusammenhang mit der TSF muss die Strecke mit einer Videoüberwachung ausgestattet werden. Dabei können statische, dynamische (schwenk- und zoombare) Kameras und Multifokal-Sensorsysteme zum Einsatz kommen. Diese sollen ein System zur automatischen Bildauswertung mit Streckenbildern versorgen, welches den Operator bei der Prüfung der Hindernisfreiheit des Seitenstreifens sowie der anschließenden Überwachung unterstützt und seinen Aufwand auf ein Minimum reduziert. In Zeiten ohne Seitenstreifenfreigabe soll vor Störfällen gewarnt werden.

Neben der Integration des Videomanagements zur Unterstützung der temporären Seitenstreifenfreigabe einer UZ sollte es auch möglich sein, direkt aus dem Anlagenbild bzw. der Verkehrslageübersichtskarte heraus Kameras aufzuschalten.

Genauere Anforderungen an die Videosysteme ergeben sich im Wesentlichen aus den eingesetzten Verfahren und Algorithmen der Videobildverarbeitung. Insgesamt sind hierbei aber vor allem die folgenden Bereiche zu berücksichtigen:

- Hardwareanforderungen
- Softwareanforderungen
- Anforderungen an die Übertragungstechnik
- Anforderungen an die Videosystemsteuerung
- Anforderungen an das Netzwerkmanagement
- Anforderungen an die Videodigitalisierung und -komprimierung
- Anforderungen an die Bandbreiten der Videostreams
- Anforderungen an die Videospeicherung

Detaillierte Informationen hierzu sind im Anhang 16 aufgelistet. Bezüglich der systemtechnischen Anforderungen an die Komponenten, die Schnittstellen und Protokolle, die Steuerung, das Netzwerkmanagement und die Speicherung von Videodaten sowie der Anforderungen an die Detektionsqualität wird weiterhin auf die „Hinweise zur Videodetektion in Verkehrsbeeinflussungsanlagen“ [FGSV 2015a] verwiesen.

## 4.12 Anforderungen an kooperative Systeme (ES-1.12)

Dieses Kapitel stellt einen Platzhalter dar. Verbindliche Vorgaben hierzu werden im Rahmen des Projekts FE 03.0485/2011/IRB „Konzept für ein funktionales IVS-Regelwerk als Grundlage für eine Integration von kooperativen Systemelementen in die Investitionsplanung“ erarbeitet und werden im Rahmen einer Fortschreibung des MARZ ergänzt.

## 4.13 Datenaustausch mit der Tunnelbetriebstechnik (ES-1.13)

Die Schnittstelle zwischen Betriebs- und Verkehrstechnik ist zu realisieren. Die SPS ist mit entsprechenden Schnittstellen auszustatten. Über diese Schnittstelle müssen folgende Informationen übertragen werden:

- Betriebstechnik an Verkehrstechnik:
  - Anforderung betriebstechnischer Programme
  - Schaltstufen der Durchfahrtsbeleuchtung (zur Helligkeitssteuerung der WVZ in der Tunnelinnenstrecke)
  - Schaltstufen der Adaptionsbeleuchtung (Helligkeitssteuerung der WVZ in der Einfahrstrecke)
- Verkehrstechnik an Betriebstechnik:
  - Rückmeldung/ Empfangsquittung der Anforderung betriebstechnischer Programme
  - Verkehrszustände der einzelnen Messquerschnitte (für die Lüftungssteuerung und die automatische Kameraaufschaltung bei Stau)
  - Sichtweiten

Die Verkehrstechnik muss für jeden einzelnen Fahrstreifen jedes MQ die Verkehrsstufen freier Verkehr, dichter Verkehr, zähfließender Verkehr und Stau bilden (siehe Kapitel 3.8.3.1). Neben der Stauerkenntnis auf Grundlage der Verkehrsstufe ist auch das Vorliegen des Staukriteriums 1 (Belegungsgrad) und des Staukriteriums 2 (geglättete Geschwindigkeit) (siehe Kapitel 3.8.3.3) zu übertragen.

Es sind alle vier Verkehrsstufen je Messquerschnitt und Fahrstreifen zu übertragen.

Wegen der redundanten Ausführung von verkehrstechnischen Rechnern und SPS ist die volle Funktionsfähigkeit der Schnittstelle auch bei Betrieb über das jeweilige Backup-System zu gewährleisten.

Betriebs- und Verkehrstechnik müssen alle gesendeten und empfangenen Informationen speichern und im Protokoll „Schnittstelle“ im Klartext mit den entsprechenden Zeitstempeln darstellen.

Übertragungsmedium und Schnittstellenprotokoll sind projektspezifisch festzulegen. Es wird eine direkte Verbindung zwischen Unterzentrale und Tunnel-SPS empfohlen, da der Tunnelleitreechner nur die in der SPS hinterlegte Funktionalität visualisiert. Die Schnittstelle ist auf Ausfall zu überwachen. Dies kann durch das gegenseitige Versenden von Keepalive-Telegrammen erfolgen, auf der jeweiligen Empfängerseite wird die Zeitdifferenz zwischen zwei Keepalive-Telegrammen überwacht.

Projektspezifisch ist festzulegen, wer nach Unterbrechung der Verbindung über einen konsistenten Stand der Betriebsprogramme (Anforderung/ Schaltung) verfügt. Dieser Stand ist bei Neuanlauf der Kommunikation zu übermitteln.

Ein Beispiel für die Protokolldefinition zwischen Betriebs- und Verkehrstechnik ist in Anhang A 12.4 dargestellt.

## 4.14 Anbindung temporärer verkehrstelematischer Systeme (ES-1.14)

Dieses Kapitel stellt einen Platzhalter dar. Verbindliche Vorgaben hierzu werden im Rahmen des Projekts FE 03.0542/2015/IRB „Entwicklung einer Referenzarchitektur für das neue Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechner- und Unterzentralen (MARZ) mit Integration externer Systeme“ erarbeitet und werden im Rahmen einer Fortschreibung des MARZ ergänzt.

## 4.15 Anforderungen an externe Verkehrsmodelle und Steuerungsverfahren (ES-1.15)

Dieses Kapitel stellt einen Platzhalter dar. Verbindliche Vorgaben hierzu werden im Rahmen des Projekts FE 03.0542/2015/IRB „Entwicklung einer Referenzarchitektur für das neue Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechner- und Unterzentralen (MARZ) mit Integration externer Systeme“ erarbeitet und werden im Rahmen einer Fortschreibung des MARZ ergänzt.

## 5 Anforderungen an die systemexternen Schnittstellen

### 5.1 Landesmeldestelle (LMSt) (ES-2.1)

Mit der Landesmeldestelle (LMSt) werden die Daten für den automatisierten Verkehrswarndienst (TMC) ausgetauscht.

Automatisch durch die VRZ erzeugte Meldungen werden an die LMSt geschickt. Die VRZ erhält von der LMSt alle dort vorliegenden autorisierten Verkehrswarndienstmeldungen, die auch an Management- und Servicepartner zur Verbreitung (an die Verkehrsteilnehmer) weitergeleitet werden.

Der Austausch sollte in Form von Dateien, die mittels TCP/IP übertragen werden, erfolgen. Die Dateien sollten in beiden Richtungen möglichst nach einem herstellerunabhängigen Format aufgebaut sein.

Auf den anwendungsorientierten OSI-Ebenen ist FTP zum Dateitransfer zwischen VRZ und LMSt einzusetzen.

Hierbei ist zu beachten, dass die Meldungsnummer von der Erstmeldung einer Störung bis zur Löschung erhalten bleibt, also vom Inhalt mehr einer Vorgangsnummer entspricht.

Steht die Verbindung zur LMSt nicht zur Verfügung werden die zu versendenden Meldungen solange zwischengespeichert, bis die TMC-Meldung ungültig wird oder die Verbindung zur LMSt wieder funktionsfähig ist und die TMC-Meldung verschickt werden kann.

### 5.2 Externe VRZ (ES-2.2)

Für den Datenaustausch zwischen benachbarten VRZ-/UZ-Systemen sind in der Regel DATEX II-Profile zu verwenden.

Zwischen einer VRZ und einer kommunalen Verkehrsrechnerzentrale ist eine Wandlung von OCIT/OTS → DATEX II und umgekehrt anzustreben, sofern in der kommunalen VRZ diese Schnittstellenstandards realisiert sind.

Im Rahmen der Fortschreibung des MARZ besteht Handlungsbedarf bezüglich der Definition detaillierter Anforderungen an den mit externen VRZ auszutauschenden Datenumfang.

### 5.3 Externe VIZ (ES-2.3)

Für den Datenaustausch zwischen einer VRZ und einer regionalen Verkehrsinformationszentrale (VIZ) sind in der Regel DATEX II-Profile zu verwenden.

Im Rahmen der Fortschreibung des MARZ besteht Handlungsbedarf bezüglich der Definition detaillierter Anforderungen an den mit externen VIZ auszutauschenden Datenumfang.

### 5.4 Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) (ES-2.4)

Der Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) der BAST bietet einen Brokerservice für Datengeber und Datennehmer zur Verbreitung von verkehrsrelevanten Daten aus der VRZ.

Für den automatischen Datenaustausch zwischen der VRZ und dem MDM ist eine Schnittstelle bereit zu stellen, die einen bidirektionalen Datenaustausch zwischen den beiden Systemen gewährleistet und die entsprechenden Protokollumsetzungen durchführt.

Diese ist als DATEX II-Schnittstelle nach den Datenmodellen des MDM [MDM] auszuführen.

Die an den MDM zu übermittelnden Daten sind projektspezifisch zu definieren, z. B.

- Verkehrsdaten
- Verkehrsmeldungen
- Daten aus dem Baustelleninformationssystem
- Daten aus dem Strategiemangement.

Der Datenaustausch zu allen externen Systemen über den MDM ist mittels entsprechender DATEX II-Profile, soweit diese für eine Datenart spezifiziert sind, zu realisieren. Die Anforderungen der Delegierten Verordnungen (EU) zur IVS-Richtlinie sind zu berücksichtigen.

### 5.5 Verkehrliches Störungsmanagement (ES-2.5)

Die VRZ sollte in ein verkehrliches Störungsmanagement eingebunden sein. Dieses soll dazu dienen, im Falle von verkehrlichen Störungen (v. a. Staus) durch Optimierung aller beteiligten Arbeitsabläufe die Folgen dieser Störungen zu reduzieren.

Das verkehrliche Störungsmanagement kann in drei Phasen untergliedert werden:

- Phase 1: Alarmierung  
Ereignisinformationen werden verarbeitet. Sofortmaßnahmen werden abgestimmt und eingeleitet. Der Einsatzleiter wird verständigt und entsendet.
- Phase 2: Abwicklung.  
Ein Lagebild über die Situation wird erstellt und der Informationstransfer sichergestellt. Die Ereignisbewältigung wird im Zusammenspiel aller Beteiligten durchgeführt. Abschließend wird die Strecke wieder freigegeben.
- Phase 3: Nachbereitung  
Über die Ereignisbewältigung wird eine Gesamtdokumentation erstellt.

In ein verkehrliches Störungsmanagement sollten folgende Beteiligte aktiv eingebunden sein:

- Polizei
- Feuerwehr
- Rettungskräfte
- Autobahnmeisterei
- Abschleppdienste
- VRZ

Die (organisatorischen) Schnittstellen sind zu definieren und die Arbeitsabläufe zu dokumentieren. Es sollte ein Verzeichnis aller Ansprechpartner erstellt werden. Zudem sollten zumindest die folgenden Prozesse definiert werden:

- Tätigkeiten und Maßnahmen während der Fahrt zum Einsatzort
- Sicherung der Störstelle (Unfall, Panne, etc.) und Erstversorgung
- Koordinierung der Einsatzkräfte
- Sichere Freigabe von Fahrstreifen für den Verkehr
- Bergung

Diese Prozesse können systemtechnisch unterstützt werden, z. B. durch ein entsprechendes Workflow-Management unter Einbindung aller Beteiligten, Informationsbereitstellung (auch und insb. über mobile Medien) und Informationsverbreitung (siehe auch Kapitel 3.14).

Darüber hinaus können weiterhin folgende Aufgaben über die VRZ wahrgenommen werden und ggf. technisch geeignet unterstützt werden:

- Alarmierung aller Beteiligten im Störungsmanagement
- Kommunikation mit Einsatzleiter
  - Laufender Informationsaustausch
  - Entgegennahme der Streckenfreigabe
  - Aufnahme Abschlussbericht
- Umsetzen von Verkehrsmanagementmaßnahmen
- Gesamtdokumentation der Ereignisse
- Informationsaufbereitung und -weitergabe
- Weitergabe von Informationen interner Organisationseinheiten an Interne (z. B. Pressesprecher) und an Externe (z. B. Verkehrsfunk, ADAC, Einsatzkräfte, Landesmeldestelle)

## 5.6 Deutscher Wetterdienst (DWD) (ES-2.6)

Für den Datenaustausch mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD) sind zwei unidirektionale Verbindungen vorzusehen. Vom DWD werden die Wettermeldungen an die VRZ übertragen. Von der VRZ werden aktuelle Umfelddaten an den DWD übermittelt.

## 6 Nicht-funktionale Anforderungen

### 6.1 Systemeffizienz und Performance

#### 6.1.1 Grundsätze

Sämtliche Kommunikations-, Darstellungs- und Datenhaltungsprozesse sind als Echtzeitsystem zu realisieren. Nachfolgende Mindestanforderungen an wesentliche Prozesse sind systemseitig zu erfüllen. Die Festlegungen sollten in den Systemlieferungsvertrag gemäß den EVB-IT aufgenommen werden.

#### 6.1.2 Laufzeiten

Die Laufzeiten von Prozessen dürfen die Maximalwerte gemäß Tabelle 34 nicht überschreiten.

Prozess	Maximaler Zeitbedarf
Beginn Datenübernahme (FB 1), über die Datenaufbereitung (FB 2) und Situationserkennung (FB 7) bis zur Auswahl des geeigneten Verfahrens (FB 8)	4 s
Abarbeitung der Steuerungsmaßnahme(n) einschließlich Abgleich und Schaltbildermittlung (FB 9, 10 und 11)	4 s
Bildwechsel- oder Aktualisierungsvorgang auf der Bedienoberfläche	0,5 s
Erstaufbau bis zur Bereitstellung der vollen Funktionalität von Darstellungen auf der Bedienoberfläche	5 s
Neustart eines Servers, einschließlich der Herstellung der vollen Funktionalität der Software des Systems	10 min
Neustart einer Bedienstation, einschließlich der Herstellung der vollen Funktionalität der Bedienoberfläche des Systems	5 min

Tab. 34: Maximale Laufzeiten von Prozessen

### 6.1.3 Antwortzeiten

Sobald ein Schaltzustand der Außenanlagen dem System bekannt ist, muss dieser innerhalb von 0,5 s in der Benutzeroberfläche sichtbar sein.

Die Benutzeroberfläche muss grundsätzlich schnell (innerhalb von 10 ms) auf Benutzereingaben reagieren. Wenn eine Eingabe einen längeren Prozess startet, der eine sofortige Anzeige (z. B. das Laden von Daten aus einer Datenbank) unmöglich macht, dann muss dies eindeutig (z. B. mit einem Ladebalken und Restzeitangabe) dem Benutzer angezeigt werden.

Antwortzeiten >10 s sind nicht zulässig. Benötigen Aktionen dennoch längere Antwortzeiten, sind diese Aktionen im Hintergrund durchzuführen, d. h. der Benutzer kann während dieser Zeit andere Aktionen ohne Performanceeinbußen durchführen. Der Benutzer ist in diesem Fall zu benachrichtigen, wenn die Aktion im Hintergrund durchgeführt wurde. Zudem ist eine Information über den Fortschritt der im Hintergrund laufenden Aktion (z. B. mit einem Ladebalken und Restzeitangabe) an den Benutzer zu geben.

### 6.1.4 Speichereffizienz

Hard- und Software müssen so ausgelegt sein, dass alle vom Verkehrsrechner erfassten und aufbereiteten bzw. berechneten Daten innerhalb eines Zyklus (kleinster Erfassungszyklus 15 s) vollständig verarbeitet, gespeichert, archiviert und an

alle abhängigen Funktionsbereiche verteilt werden können. Diese Anforderung ist auch für einen geplanten zukünftigen Ausbauzustand einzuhalten (z. B. ca. 200 AQ und 200 MQ für eine SBA-Unterkentrale).

### 6.1.5 Skalierbarkeit

Das System muss derart konzipiert sein, dass eine Skalierbarkeit auf größere Anlagen durch das Hinzufügen weiterer Hardwareeinheiten ohne wesentliche Zeit- und Effizienzeinbußen einfach möglich ist. Die durchschnittliche CPU-Belastung der Hardware sollte unter 50 % bleiben.

## 6.2 Betriebssicherheit und Ausfallsicherheit

### 6.2.1 Kritikalität des Systems

Für jedes zu erstellende System sind Kritikalitätsstufen zu definieren und jeder Kritikalitätsstufe adäquate Maßnahmen, wie Reviews und Tests, zuzuordnen.

Einzelne Softwareeinheiten (SWE) können von hoher Kritikalität sein, das heißt, deren Fehlverhalten hat eine hohe Bedeutung. Z. B. ist die Kritikalität einer Software zur Steuerung von SBA oder TSF als hoch einzustufen.

Anmerkung:

Die Gesamtkritikalität des Systems Verkehrsbeeinflussung wird als „mittel“ eingestuft.

### 6.2.2 Vorgehen beim Systemstart

Sind an die VRZ mehrere UZ oder externe Systeme angeschlossen, ist der Start oder Neustart der VRZ zeitlich zu staffeln: Erst wenn der Verbindungsaufbau zu einem angeschlossenen System abgeschlossen ist, wird der Verbindungsaufbau zum nächsten System begonnen. Für die Reihenfolge des Systemstarts und insbesondere des Neustarts ist eine zu erarbeitende Prioritätenreihung maßgebend, die sicherheitskritische Systeme zuerst wiederherstellt (siehe Kapitel 6.2.1).

### 6.2.3 Systemverfügbarkeit

Die Anforderungen an die Systemverfügbarkeit sind auf Basis der Zuordnung zu den Kritikalitätsstufen

(Kapitel 6.2.1) zu definieren, wobei folgende Grundsätze als Mindestanforderungen beachtet werden sollten:

- Hard- und Software müssen so ausgelegt sein, dass eine Verfügbarkeit des Gesamtsystems entsprechend Verfügbarkeitsklasse VK 1 (99,0 %) nach HV-Kompendium V 1.6 des BSI gewährleistet ist. Darüber hinausgehende Anforderungen an die Verfügbarkeit ergeben sich aus der Risikoanalyse im Zuge der IT-Grundschutz-Vorgehensweise.
- Dabei darf das System maximal sechsmal im Jahr ausfallen.
- Der einzelne Ausfall eines Teilsystems darf nicht länger als 8 Stunden dauern. Die gleiche Anforderung gilt für das gesamte Kommunikationsnetz zur Verbindung der Standorte aller Komponenten der VRZ, der externen Funktionsbereiche und externen Schnittstellen.
- Die Software muss, exklusive der aufgeführten maximal zulässigen Ausfallzeiten, zuverlässig ohne Unterbrechung im Dauerbetrieb laufen.

#### 6.2.4 Start und Stopp von Applikationen

Der koordinierte Start und Stopp von Applikationen bzw. Prozessen mit den jeweiligen Aufrufparametern etc. ist ebenfalls durch eine Applikation zu realisieren.

Die Start-/Stoppfunktion muss die Statusinformationen zu den verwalteten Applikationen publizieren.

Die Initialisierung einzelner Softwarekomponenten erfolgt bei einem Neustart der Software. Hierbei ist die Konfiguration jeder Komponente zu lesen, die Systemkommunikation zu initialisieren sowie Speicherbereiche des Rechners zu reservieren und mit Anfangsdaten zu versehen. Bei einer Änderung von Parameterwerten muss automatisch ein Abgleich mit den jeweiligen lokalen Datenbeständen erfolgen.

Betrieblich relevante Meldungen sind an das Betriebsüberwachungssystem (Kapitel 4.3) abzugeben, dies sind insbesondere die Start-/ Stoppinformationen einzelner Applikationen, Fehlerinformationen etc.

#### 6.2.5 Systemüberwachung

Während eines Erfassungszyklus (Dauer max. 15 s gemäß Kapitel 6.1.4) sind die Aktivitäten aller Komponenten eines DV-Segments sowie die Verfügbar-

keit des LAN und der Fern- bzw. Inselbusse zu überprüfen. Auf Basis der von den Start-/ Stopproutinen vorhandenen Informationen ist eine Überwachung des Systems zu realisieren. Von dieser wird laufend der aktuelle Status der einzelnen Systemkomponenten (Software, Hardware, Kommunikation etc.) ermittelt und protokolliert. Weiterhin sind Meldungen für die Bediener zu generieren, die neben der eigentlichen Statusinformation auch Hinweise zu Fehlerbehebung enthalten.

Weiterhin sollte in jedem Teilsystem eine Systemfunktion installiert sein, welche:

- die Komponententeile überwacht,
- andere Systemkomponenten über lokale Probleme informiert,
- Lauf- und Antwortzeiten überwacht und
- fehlerhafte Komponenten in kritischen Situationen kontrolliert ausschaltet.

Ziel ist es, Systemfehler so früh wie möglich zu entdecken.

Zur Überwachung sind standardisierte und offene Schnittstellen einzusetzen.

Im Falle einer schwerwiegenden Störung müssen ein kontrolliertes Herunterfahren und automatischer Neustart ohne Datenverlust durchgeführt werden können. Alle an eine ausgefallene Komponente gekoppelten Segmente sind zu informieren. Diese müssen dann entsprechend einer vorgegebenen Ausfallstrategie reagieren.

Bei Wiederverfügbarkeit der ausgefallenen Hardwarekomponenten muss der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt werden.

Hierbei sind verschiedene Fälle zu unterscheiden:

1. Bei Ausfall der VRZ müssen alle Daten auf der UZ zwischengespeichert werden. Bei Wiederverfügbarkeit der ausgefallenen Funktionsebene sind die zwischengespeicherten Daten automatisch und ohne Störung des laufenden Betriebs in der VRZ über das Wide Area Network (WAN) zu übermitteln.
2. Daten von Fremdsystemen gehen verloren, wenn sie nicht dort lokal gespeichert und später abgerufen werden können.
3. Bei Ausfall einer Kommunikationsleitung muss der Router versuchen, eine alternative Verbin-

derung herzustellen. Empfehlenswert ist der Aufbau eines redundanten Kommunikationsweges (z. B. Kommunikationskonzeption in Ringstruktur in zwei Richtungen, Einsatz von Backbone-Systemen, etc.).

### 6.2.6 Überwachung und Dokumentation von Datenausfällen

Um insbesondere im Rahmen der Protokollierung und Auswertung über eine lückenlose Dokumentation des Datenflusses zu verfügen, sind sämtliche Ausfälle der Kommunikation und das Fehlen von Daten vollständig zu dokumentieren. Folgende Grundsätze sind zu beachten:

- Kennzeichnung von Datenlücken  
Datenlücken müssen grundsätzlich nachvollziehbar gekennzeichnet sein.
- Nachfordern von Daten  
Erkannte Datenlücken sind durch andere Archivsysteme zu schließen, falls andere Archivsysteme, die die entsprechenden Daten ebenfalls archivieren, vorhanden sind. Hierzu sind für die entsprechenden Zeitbereiche der Datenlücke Archivfragen zu stellen. Zur Sicherheit sollte die Vorgehensweise nur in Verbindung mit Hot-Standby-Lösungen angewendet werden.
- Übernahme der nachgeforderten Daten  
Bei der Übernahme der nachgeforderten Daten wird jeder Datensatz mit der Kennung ‚nachgefordert‘ markiert. Nachgeforderte Datensätze sind in den Protokollen entsprechend zu kennzeichnen.
- Störungen während der Nachforderung  
Wenn während einer Nachforderungsaktion eine Störung auftritt, sind die noch fehlenden Datensätze erneut anzufordern.

Bezüglich der funktionalen Anforderungen (FB 1) an Plausibilitätsprüfungen, Ersatzwertverfahren und Regeln zur Kennzeichnung von implausiblen und fehlenden Verkehrs- und Umfelddaten wird auf Kapitel 3.2 verwiesen.

### 6.2.7 Datensicherung

Festplatten mit wichtigen Daten (Betriebssystem, Anwendungssoftware und Versorgungsdaten) sind durch geeignete Maßnahmen gegen Datenverlust zu sichern. Weiterhin sind die Daten nach festgelegten Zyklen (täglich, wöchentlich, monatlich, jährlich) gemäß einem Datensicherungskonzept auf externen Datenträgern zu sichern.

Es muss die Möglichkeit bestehen, die Daten im Bedarfsfall von den Datenträgern wiederherzustellen.

### 6.2.8 Unterbrechungsfreie Stromversorgung

Eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) muss Spannungsschwankungen und Stromausfälle für eine vorgegebene Zeit (VRZ, UZ mind. 15 min) überbrücken können. Eine zugehörige Software muss die USV überwachen und nach aktuellem Status reagieren, bei längeren Stromausfällen das System definiert ausschalten und später wieder automatisch einschalten können.

### 6.2.9 Redundanz

Die Anforderungen an die Redundanz sind auf der Basis der Systemzuordnung zu den Kritikalitätsstufen (Kapitel 6.2.1) zu definieren, wobei folgende Hinweise zu beachten sind:

- Um einen zuverlässigen Systembetrieb gewährleisten zu können, sollte das VRZ-/UZ-Kernsystem redundant ausgebildet werden (z. B. als Cold- oder Hot-Standby).
- Die Notwendigkeit einer zusätzlichen redundanten Auslegung der UZ-Systeme und der Schnittstellen ist ebenfalls in Abhängigkeit von der Systemkritikalität zu prüfen und abzuwägen.
- Gleiches gilt für die zusätzliche Auslagerung von Softwaremodulen auf weitere Rechner, die bei Ausfall eines relevanten Teilsystems aktiviert werden können.

### 6.2.10 Zeitsynchronisierung

Die an der VRZ angeschlossene Funkuhr des Systems ist kontinuierlich abzufragen.

Weicht die Systemzeit des Rechners von der Zeit der Funkuhr um eine parametrierbare Zeitspanne ab, so ist die entsprechende Systemzeit neu zu setzen. Für die Zeitsynchronisierung der Systeme sind Sommer- und Winterzeit zu beachten. Das Stellen der Systemzeit und die aktuelle Zeitdifferenz (z. B. bei Sommerzeit) zur Normalzeit sind zu archivieren. Zur Zeitsynchronisierung zwischen den verschiedenen Systemen im Netzwerk ist das Network Time Protocol (NTP) zu verwenden.

Es ist sicherzustellen, dass alle Softwaremodule mit zur Laufzeit geänderten Systemzeiten korrekt um-

gehen können (z. B. indem betroffene Prozesse benachrichtigt werden und so eventuell die Zeitberechnungen erneut durchführen). Die korrekte zeitliche Reihenfolge der Datensätze im Archivsystem muss auch nach einem Zeitsprung sichergestellt sein. Eventuelle Probleme müssen bei Protokollen und anderen Auswertungen erkennbar sein.

## 6.3 Softwareeigenschaften

### 6.3.1 Hardware- und Betriebssystemauslegung

Die Software ist möglichst unabhängig von einer bestimmten Hardware und einem Betriebssystem zu entwickeln. Es empfiehlt sich, hierzu Frameworks einzusetzen oder plattformunabhängige Programmiersprachen zu verwenden.

Aufgrund der Kritikalität vieler Verfahren und Prozesse ist auf eine leistungsfähige, dem Stand der Technik entsprechende und zukunftssichere Hardwareinfrastruktur zu achten. Die Systemauslegung ist in Abhängigkeit von den jeweils zu realisierenden Funktionen und Aufgaben projektspezifisch festzulegen.

Betriebssystemabhängigkeiten sollen durch den Einsatz von Middleware ausgeschlossen werden. Diese muss offene Schnittstellen besitzen, die aus verschiedenen Betriebssystemen erreichbar sind. Betriebssystemabhängige Softwareteile (z. B. bei existierenden Systemen) sind in eigene Module abzukapseln.

Die Kommunikation muss grundsätzlich auf TCP/IP aufsetzen.

Sämtliche Softwareeinheiten müssen auch in virtualisierten Umgebungen betreibbar sein.

Bei Systemerweiterung ist auf die Kompatibilität zu vorhandenen Betriebssystemen und Datenbanksystemen zu achten (siehe Kapitel 7.3.3).

### 6.3.2 Modularisierung und Übertragbarkeit

Die Software muss modular aufgebaut sein und ist, z. B. entsprechend dem V-Modell<sup>®</sup>XT, in Softwareeinheiten (SWE) zu unterteilen. Jede Einheit ist eine in sich abgeschlossene funktionelle Einheit, die mit anderen Einheiten nur über definierte Softwareschnittstellen kommuniziert. Jede SWE gliedert sich weiter in Komponenten, Module, Funktionen und/oder Datenbanken. Die in Kapitel 3 be-

schriebenen Funktionsbereiche können zur Strukturierung der SWE herangezogen werden. Für alle Module wird ein offener und hierarchischer Aufbau gefordert.

Die Software ist i. d. R. so zu erstellen, dass einzelne Module einer Software, die spezifische Funktionsbereiche realisieren, durch Module mit gleicher Funktionalität eines anderen Softwareherstellers ersetzt werden können. Dazu müssen alle Schnittstellen zu zentralen Diensten (beispielsweise Kartendiensten oder dem zentralen Daten- und Dienstevermittler) offen gelegt werden.

Einzelne Systemkomponenten sollten herausgelöst und in anderen vergleichbaren Systemen ohne größeren Aufwand integriert werden können. Jedes einzelne Modul sollte so erstellt werden, dass es sich bei Beachtung der Aufrufschnittstelle ohne Veränderungen in eine andere Anwenderumgebung einfügen lässt. Hierbei muss eine einfache Übersetzung genügen.

### 6.3.3 Softwarepflege und Parametrierung

Die Softwarepflege der Anwendungssoftware, insbesondere die Einrichtung bzw. Installation von Fehlerumgehungen, Patches, Updates und Upgrades muss so erfolgen, dass der laufende Betrieb nicht gestört wird.

Darüber hinaus ist eine weitgehend vollständige Parametrierung der Anwenderprogramme mit der Möglichkeit dynamischer Objekt- und Datenbeschreibungen zu realisieren (siehe Kapitel 3.13.3).

### 6.3.4 Benutzbarkeit

Die Anwendungsoberfläche soll verständlich, einfach erlernbar und bedienbar sein. Um dies zu ermöglichen, sollen die Bedienelemente bei ähnlichen Masken grundsätzlich gleich angeordnet sein. Auch sollen Standardbedienelemente, wie sie üblicherweise anzutreffen sind, im Maskendesign verwendet werden.

(Fehl-)Eingaben eines Bedieners dürfen das System nicht zum Absturz bringen.

Die Anwendungssoftware muss 4-stellige Jahreszahlenformate (dd.mm.yyyy) sowie die mitteleuropäische Zeit (MEZ) und die mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ) für die Darstellung der Zeit (hh:mm:ss, ggf. für Einzelfahrzeugdaten auch

hh:mm:ss,000) in der Bedienung und in Protokollen und Auswertungen automatisch unterstützen. Die Währung ist standardmäßig in Euro (€) zu führen.

## 6.4 Entwicklungs- und Testumgebung

Es ist erstellerseitig ein Entwicklungssystem vorzusehen, in dem neue Funktionalitäten entwickelt und in Form von Prototypen erprobt werden können. Daten des Produktsystems sind dem Entwicklungssystem über eine Datenaustauschplattform zu übergeben.

Weiterhin ist bestellerseitig eine Testumgebung vorzusehen, so dass isolierte Tests von Einzelbausteinen des Softwaresystems (Module, Komponenten, Softwareeinheiten, Segmente) über entsprechende Testskripte beliebig oft und mit reproduzierbarem Ergebnis ermöglicht werden.

Die Testumgebung ist durch den Ersteller zu spezifizieren, so dass die notwendigen Komponenten durch den Besteller auch von Dritten beschafft werden können.

Die Testumgebung sollte weitestgehend der Zielumgebung entsprechen. Wird eine Individualsoftware ausgeliefert, sollte die Testumgebung einen Compiler, einen Debugger, ein graphisches Werkzeug und ein Datenbankmanagementsystem (DBMS) mit zugehörigen Entwicklungswerkzeugen enthalten. Es sind Computer Aided Software Engineering (CASE) Tools zur Systementwicklung zu verwenden und zu installieren.

Die Testumgebung ist während der Testphase mit den externen Systemen zu koppeln, mit denen auch die Zielumgebung gekoppelt werden soll. Dateien mit Konfigurationsdaten und Live-Daten aus bestehenden und vergleichbaren Anlagen sowie Datengeneratoren müssen zur Verfügung stehen und vom Testsystem abgegriffen werden können. Die Testumgebung muss so gestaltet sein, dass reale Laufzeiten und tatsächliches Netzverhalten zu ermitteln sind.

Im Rahmen der Systemrealisierung in der Testumgebung sind Tests zur Verifizierung des erstellten Systems durchzuführen.

Zur Vorbereitung sind Prüfpläne, Prüfspezifikationen und Prüfprozeduren, z. B. gemäß V-Modell<sup>®</sup>XT zu erstellen (siehe auch Kapitel 9.2).

Für den Test neuer Software sind geeignete Testwerkzeuge und Testdatengeneratoren vorzusehen, die es ermöglichen sollen, geänderte Software unter gleichen Bedingungen wiederholt zu testen.

Die Testumgebung soll für die Instandhaltung, Wartung und Pflege des Systems auch nach der Inbetriebnahme erhalten bleiben.

## 6.5 Projektabwicklung

Es ist notwendig, eine Ablaufstruktur bzw. einen Prozess zur Entwicklung der gesamten Anwendungssoftware, z. B. nach dem V-Modell<sup>®</sup>XT, zu definieren.

Das Vorgehensmodell sieht ein umfassendes Projektmanagement (PM), die eigentliche Systemerstellung (SE), eine projektbegleitende Qualitätssicherung (QS) und ein Konfigurationsmanagement (KM) vor. Im Rahmen der Projektinitialisierung sieht es eine Prüfung vor, die in Abhängigkeit vom durchzuführenden Projekt den Umfang der durchzuführenden V-Modell-Aktivitäten festlegt.

Für die Abwicklung eines Projekts müssen die benötigten Funktionsbereiche identifiziert werden. Diese können dann einzeln oder in sinnvollen Gruppen entworfen und realisiert werden.

Es sind während der Entwurfsphase auch Funktionsbereiche zu identifizieren, die aufgrund der fachlichen Anforderungen an das auszuschreibende System nicht benötigt werden.

## 6.6 Schulung und Einweisung

Die Schulung und Einweisung in Bedienung, Wartung und Pflege des Systems hat in ausführlicher Weise durch qualifizierte, pädagogisch befähigte Referenten zu erfolgen, die zudem die fachlichen Inhalte der speziellen Projekte beherrschen.

Es sind getrennte Schulungen für die verschiedenen Bedienergruppen (Systemverwalter, Systemmanager, Operator usw.) und/oder für die verschiedenen Systemteile, einschließlich Schulungen für die gelieferten Standardsoftwaremodule durchzuführen.

Die Schulungsinhalte und -konzepte sind dem Besteller jeweils als Grobkonzept vorab (ca. 4 Wochen

vor der Schulung) zur Ab- und Zustimmung schriftlich vorzulegen.

Zum Lieferumfang gehören mindestens:

- ein Schulungsplan,
- Schulungsunterlagen für die verschiedenen Bedienergruppen sowie
- die Durchführung der Schulungen, inkl. der Pflege einer Anwesenheitsliste und eines Protokolls.

Der Schulungsplan muss die schichtplan-bedingten Verfügbarkeiten des Operator-Personals berücksichtigen. Der Schulungsplan muss mit dem Besteller rechtzeitig, mindestens 4 Wochen vor Beginn der ersten Schulung abgestimmt werden.

Die Schulungsunterlagen sind den Teilnehmern der Schulung, rechtzeitig, mind. 1 Woche vor Schulungsbeginn auszuhändigen. Sollte sich im Rahmen der Schulung herausstellen, dass die Schulungsunterlagen lückenhaft bzw. unvollständig waren, so hat der Ersteller diese unverzüglich zu vervollständigen.

Der Ort der Schulung wird vom Besteller festgelegt. Sie wird in der Regel am Zielsystem durchgeführt. Es sind jeweils Einführungs- und zu einem späteren Zeitpunkt Vertiefungsschulungen vorzusehen.

Die Schulungen dürfen erst nach Freigabe der Tests durch den Besteller durchgeführt werden.

## 6.7 Instandhaltung, Wartung und Pflege

Es sind zunächst vor dem Abschluss von Verträgen die Zuständigkeiten und Leistungen, die der Ersteller, der Besteller und ggf. Dritte übernehmen, klar zu definieren.

Grundsätzlich sind die Instandhaltung, die Wartung und die Pflege des Systems auf Grundlage der Ergänzenden Vertragsbedingungen für die Beschaffung von IT-Leistungen (EVB-IT) auszuschreiben. Die abzuschließenden Verträge müssen die Funktionstüchtigkeit der gesamten Software in jedem Stadium der Weiterentwicklung gewährleisten.

Der zur Anwendung kommende Vertragstyp ist abhängig von der Art der Beschaffung des Systems. Bei gemeinsamer Beschaffung von Systemerstellung, Wartung und Pflege kommt der EVB-IT Sys-

tem Vertrag zur Anwendung. Werden Erstellung, Wartung und Instandhaltung und Softwarepflege getrennt vergeben, so sind die jeweiligen Vertragswerke „Systemlieferung“, „Wartung und Instandhaltung“ sowie „Softwarepflege“, ggf. auch in Kombination, zu verwenden.

Die gewählten Vorgaben und Anforderungen des EVB-IT Vertrages müssen sicherstellen, dass das System im Dauereinsatz zuverlässig betrieben werden kann. Mindestens müssen jedoch die in diesem Merkblatt dargestellten Anforderungen erfüllt sein.

Dem Betrieb muss ein Betriebskonzept zugrunde gelegt werden, welche Zuständigkeiten, „Service Levels“, Kommunikationswege und Entstörungsprozesse (siehe auch Kapitel 4.3) ausreichend detailliert regelt.

Ein wichtiger Bestandteil des Vertrages ist weiterhin ein Störfallkatalog, der die Prioritäten je Störungsart, sowie die Störungsbehebungszeit jedes Objekts regelt, damit der Betreiber, der eine Störung feststellt und ein Ticket erstellen muss, einen geringen Aufwand hat.

Es ist darüber hinaus eine Prozessbeschreibung anzufertigen, die den Genehmigungsablauf für die geplante Instandhaltung festlegt. Voraussetzung für eine lückenlose Dokumentation der Instandhaltung ist, dass im Datenmodell des Betriebsüberwachungssystems (BüS) alle Objekte in einer definierten Granularität abgebildet sein. Zu jedem Objekt müssen alle relevanten Attribute angegeben sein. Gegebenenfalls werden zur Störungsbeseitigung und zur Wartung und Instandhaltung auch getrennte Partner beauftragt (siehe auch Kapitel 4.3).

## 6.8 DV-Sicherheit

### 6.8.1 Rechtsrahmen und Vorschriften

Grundsätzlich ist zur Gewährleistung der DV-Sicherheit das IT-Sicherheitskonzept des jeweiligen Bundeslandes anzuwenden. Besondere Beachtung müssen hier das Adresskonzept, das Routing, die netzwerkbezogene Trennung der büro- und verkehrstechnischen IT-Systemumgebung und das Konzept der Zugangsberechtigungen finden.

Zu beachten sind die Publikationen des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), insbesondere der „Leitfaden Informationssicherheit

Zugangsberechtigung zu	IT-Admin (BS-1.1)	Operator (BS-1.1)	Verkehrs- ingenieur (BS-1.1)	Weiterer Bediener (BS-1.1)	Beobachter (BS-1.2)
Systemkonfiguration	+				
Softwareinstallation	+				
Pflege/ Wartung von Konfigurationsdaten		+			
Änderung von Zugangsberechtigungen zum Betriebssystem	+				
Änderung von Zugangsberechtigungen zur Anwendungssoftware		+			
Pflege/ Wartung der Anwendungssoftware		+			
Pflege/ Wartung der Betriebssoftware	+				
Änderung der Steuerungsparameter		+	+		
Änderung der Messintervalle		+			
Setzen von Anzeigezuständen		+	+		
Sonderprogramme/ Handschaltungen editieren		+			
Bildschirmdarstellung (Visualisierung)	+	+	+	+	+
Statistiken/Protokolle	+	+	+	+	
Abschalten der Anlage		+	+		

Tab. 35: Beispiel für ein Benutzer- und Berechtigungskonzept

- IT-Grundschutz kompakt“ und die zugehörigen IT-Grundschutzkataloge [BSI 2015].

Weiterhin wird auf die „Risikoanalyse Tunnelleitungen - Empfehlungen für eine einrichtungsbezogene Risikoanalyse“ [BBK 2015] des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) verwiesen, deren Inhalte in großen Teilen übertragbar auf ein VRZ-/UZ-System sind.

### 6.8.2 Authentifizierung und Verschlüsselung

Die Authentizität sichert die eindeutige Zuordnung einer Nachricht zu einem Absender. Integrität und Vertraulichkeit gewährleisten, dass Daten nicht unbefugt verändert oder gelesen werden können.

Bei der Kommunikation von räumlich getrennten Systemkomponenten sind die gegenseitige Authentizität und die Integrität und Vertraulichkeit des Datenaustausches durch kryptographische Methoden sicherzustellen.

### 6.8.3 Benutzer- und Berechtigungskonzept

Das System ist gegen unberechtigten Zugriff sowohl durch systeminterne als auch systemexterne Mechanismen zu schützen.

Jedem Bediener können 1-n Rollen (siehe Anhang 1) zugewiesen werden. Die Funktionen des VRZ-/UZ Systems müssen 1-n Berechtigungsklassen

zugeordnet werden. Vorzusehen sind zumindest fünf Rollen mit unterschiedlichen Berechtigungen, wobei jede Rolle einer oder mehreren Berechtigungsklassen angehören kann. Dabei müssen zudem die Zugriffsrechte auch je Befehlsobjekt, z. B. auf Anlagenebene (VRZ, einzelne UZ), eingeschränkt werden können. Es sind Möglichkeiten zur Änderung/ Verwaltung von Benutzern und Gruppen bereitzustellen.

Ein Vorschlag für ein Benutzer- und Berechtigungskonzept auf Basis der in Bild 2 und Kapitel 2.3 beschriebenen Rollen ist in Tabelle 35 dargestellt.

Der physische Zugriff zu den Hardwarekomponenten darf nur entsprechend befugten Personen möglich sein. Über einen Zugangsschutz wird die Bedienung des Systems nur entsprechend autorisierten Personen ermöglicht. Das System verwaltet für jeden Bediener anhand seiner Zuordnung zu einer Benutzergruppe welche Funktionalitäten zugänglich sind.

Datenträger mit ausgelagerten Datenbeständen des Systems müssen vor Zugriffen durch Unbefugte und vor physikalischen Umwelteinflüssen geschützt gelagert werden.

Kritische Operationen werden vor der Durchführung durch eine erneute Identifizierung des Bedieners geschützt und durch eine Protokollierung der vom Benutzer durchgeführten Aktionen dokumentiert.

Um zu verhindern, dass Unberechtigte Zugang zum System bzw. zu Systemkomponenten haben bzw. dass Eingriffe in das System durch für diese Handlung nicht autorisiertes Personal erfolgen kann, ist der Zugriff auf das System generell durch Passwörter abzusichern.

Passwörter müssen eine bestimmte Länge haben und mindestens nach Ablauf einer vom Benutzer vorgebbaren Zeitspanne geändert werden. Dabei sind die Festlegungen des BSI zu berücksichtigen [BSI 2015]. Für bestimmte Handlungen (Schaltung auf Zuruf) sind Autorisierungspasswörter vorzusehen, die nach einmaliger Nutzung automatisch gelöscht werden.

Jeder Bediener muss sich am System authentifizieren, um es benutzen zu können. Die Bediener- und Zugangsdaten sind verschlüsselt gemäß dem Stand der Technik abzulegen und dürfen nur verschlüsselt übertragen werden.

Der Zugang für unberechtigte Nutzer über das Wide Area Network (WAN) muss entweder durch Entkopplung des öffentlichen Netzes und des Netzes der VRZ oder durch den Einsatz von Schutzmechanismen wie einer Firewall verhindert werden.

Systemextern müssen die Systeme durch eine entsprechende Zugangssicherung der Gebäude und Räumlichkeiten, in denen sich die Systeme befinden, gesichert werden.

Weiterhin muss die Integrität der Quelle schaltungsrelevanter Daten und die Integrität dieser Daten gewährleistet sein (siehe Kapitel 6.8.2), d. h. es muss verhindert werden, dass ein nicht-zugangsberechtigter Bediener sich als berechtigt ausgeben kann und dass Daten von berechtigten Bedienern während der Übertragung verfälscht werden.

Jede Bedienereingabe und jede Übernahme von Daten ist durch Plausibilitätskontrollen abzusichern. Hierdurch sind fehlerhafte Daten frühzeitig zu identifizieren und entsprechende Reaktionen einzuleiten, damit Daten nicht unbefugt verändert oder gelesen werden können.

Betrieblich relevante Meldungen sind an das Betriebsüberwachungssystem (BÜS) (siehe Kapitel 4.3) abzugeben, dies sind insbesondere auch Meldungen von unerlaubten Zugriffsversuchen oder Änderungsversuchen.

#### 6.8.4 Urlasserverfolgung

Name und Aktivitäten (u.a. Ein-/Ausloggen, Schalten von Hand- oder Sonderprogrammen) der Systembediener sind mit Datum und Uhrzeit abzuspeichern (Urlasserverwaltung).

Bei allen Daten, die durch manuelle Eingriffe (i. d. R. über die Bedienung) verändert werden können (Parameter, Konfigurationen, Manuelle Schaltungen, Sonderprogramme, Betriebsarten etc.) ist eine sogenannte ‚Urlasserverfolgung‘ zu realisieren. Urlasserverfolgung bedeutet in diesem Zusammenhang, dass sowohl die Ursache als auch der Veranlasser der Änderungen vollständig dokumentiert wird.

Dazu müssen zu den entsprechenden Daten der Benutzer, der die Aktion durchgeführt hat, der Veranlasser, der die Aktion veranlasst hat und die Ursache, die zu der Aktion geführt hat hinzugefügt werden. Diese Urlasserkennung wird auch bei allen geänderten Daten mit abgelegt, so dass insbesondere später bei Protokollen und Auswertungen der Zusammenhang zwischen der Änderung und dem Urlasser nachvollziehbar ist.

## 7 Skizze der Gesamtsystemarchitektur und des Lebenszyklus

### 7.1 Allgemeines

Ziel der nachfolgenden Skizzierung einer Gesamtarchitektur für das VRZ-System ist es, die Grundlage für die Konzeption eines Gesamtsystems zu definieren,

- das alle für die Verkehrsbeeinflussung benötigten Funktionen enthält,
- das die Planung und Erstellung vollständiger und eigenständiger Teilsysteme ermöglicht,
- dessen Struktur die einfache Integration zu einem Gesamtsystem erlaubt,
- das die einfache Integration von externen Systemen in das Gesamtsystem erlaubt,
- das die Mehrfachverwendung von Systemkomponenten für die Realisierung von ähnlichen Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen erlaubt und
- das weitgehend unabhängig vom Hersteller und der eingesetzten Hard- und Betriebssoftware ist.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass Bestandssysteme und -komponenten existieren, welche eine sofortige Umsetzung des vorgeschlagenen Architekturkonzepts aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht möglich machen. Allerdings sind bei Neu- oder Ersatzbeschaffungen Abweichungen von dem vorgeschlagenen Architekturkonzept stets zu begründen.

## 7.2 Systemaufbau und -struktur

Die Gesamtsystemarchitektur des VRZ-/UZ-Systems wird anhand zweier Architektursichten skizziert.

Die fachliche Architektursicht in Bild 9 geht auf jene Funktionsbereiche ein, die vorwiegend fachliche Aufgaben erfüllen und zeigt den fachlichen Datenfluss, d. h. funktionale Abhängigkeiten. Die fachliche Architektursicht trifft keine Aussagen über den direkten Datenfluss oder Kontrollfluss (Abarbeitungsreihenfolge) zwischen den Funktionsbereichen.

Die technische Architektursicht in Bild 10 stellt jene Funktionsbereiche in den Vordergrund, die die systemtechnische Grundlage des Gesamtsystems bilden. Die in der technischen Architektursicht dargestellten Abhängigkeiten stellen im Wesentlichen den systemtechnischen Datenfluss zwischen den Funktionsbereichen dar.

Auf eine weitere Detaillierung der Gesamtsystemarchitektur in Bezug auf eingesetzte Hardware- und Softwarekomponenten oder Netzwerktopologien wird aus folgenden Gründen bewusst verzichtet:

- diese wären den genannten Zielen der Systemarchitektur nicht zuträglich,
- der Lösungsraum einer konkreten Realisierung eines VRZ-/UZ-Systems würde unnötig eingeschränkt
- diese sind von der konkreten Implementierung und dem konkreten IT-Umfeld und den IT-Richtlinien der Länder abhängig.

Für beide Architektursichten gilt, dass eine Zuteilung der Funktionsbereiche auf die Funktionsebenen VRZ und UZ vorgenommen wird. Für die Realisierung eines VRZ-/UZ-Systems kann davon ausgegangen werden, dass die VRZ und die UZ eigenständige Teilsysteme bilden und die Funktionsbereiche auf Softwareeinheiten abbildbar sind.

Die Funktionsbereiche werden für die weitere Strukturierung in spezifische Funktionsbereiche, Querschnittsfunktionsbereiche und technische Funktionsbereiche unterteilt.

Spezifische Funktionsbereiche dienen der Erfüllung einer isolierten fachlichen Aufgabe innerhalb der Architektur und sind mit nur wenigen weiteren Funktionsbereichen über interne Schnittstellen verbunden.

Querschnittsfunktionsbereiche haben interne Schnittstellen zu nahezu allen anderen Funktionsbereichen. Spezifische Funktionsbereiche und Querschnittsfunktionsbereiche werden in der fachlichen Architektursicht dargestellt.

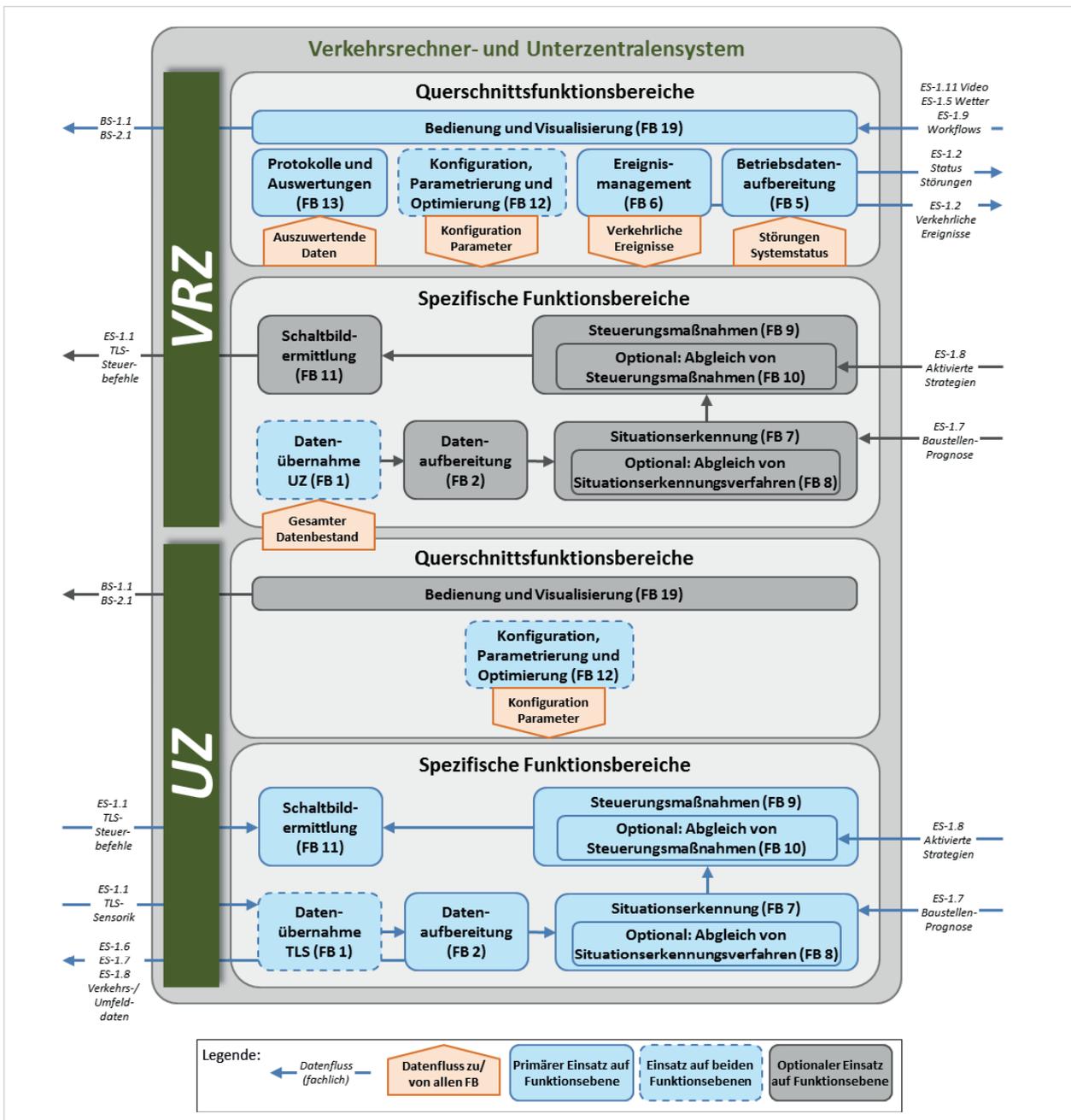
Technische Funktionsbereiche dienen direkt keiner fachlichen Aufgabe des VRZ-/UZ-Systems, sondern stellen die systemtechnische Infrastruktur bereit um spezifische Funktionsbereiche und Querschnittsfunktionsbereiche realisieren zu können. Technische Funktionsbereiche stehen in der technischen Architektursicht im Mittelpunkt.

Beide folgenden Architektursichten geben auch Auskunft über die Art der Zuteilung von Funktionsbereichen zu den Funktionsebenen bzw. Teilsystemen VRZ und UZ. Es wird unterschieden zwischen Funktionsbereichen, die

- primär auf einer Funktionsebene zum Einsatz kommen (blau eingefärbt mit durchgängigem Rand),
- die üblicherweise auf beiden Funktionsebenen zum Einsatz kommen (blau eingefärbt mit gestricheltem Rand) und
- die optional auf einer Funktionsebene zum Einsatz kommen (grau eingefärbt).

### 7.2.1 Fachliche Architektursicht

Die fachliche Architektursicht in Bild 9 zeigt die Zuteilung der spezifischen Funktionsbereiche und Querschnittsfunktionsbereiche zu den Funktionsebenen. Fachliche Datenflüsse, wie z. B., dass die Datenaufbereitung die aufzubereitenden Daten aus der Datenübernahme erhält, sind ebenso dargestellt wie Abhängigkeiten zu externen Schnittstellen. Abhängigkeiten zu externen Schnittstellen bedeuten nicht, dass die betroffenen Funktionsbereiche ihre Daten direkt den jeweiligen externen Systemen zur Verfügung stellen bzw. von diesen beziehen, sondern dass sie für die Erstellung bzw. Nut-



**Bild 9:** Fachliche Architektursicht des Verkehrsrechner- und Unterzentralensystems

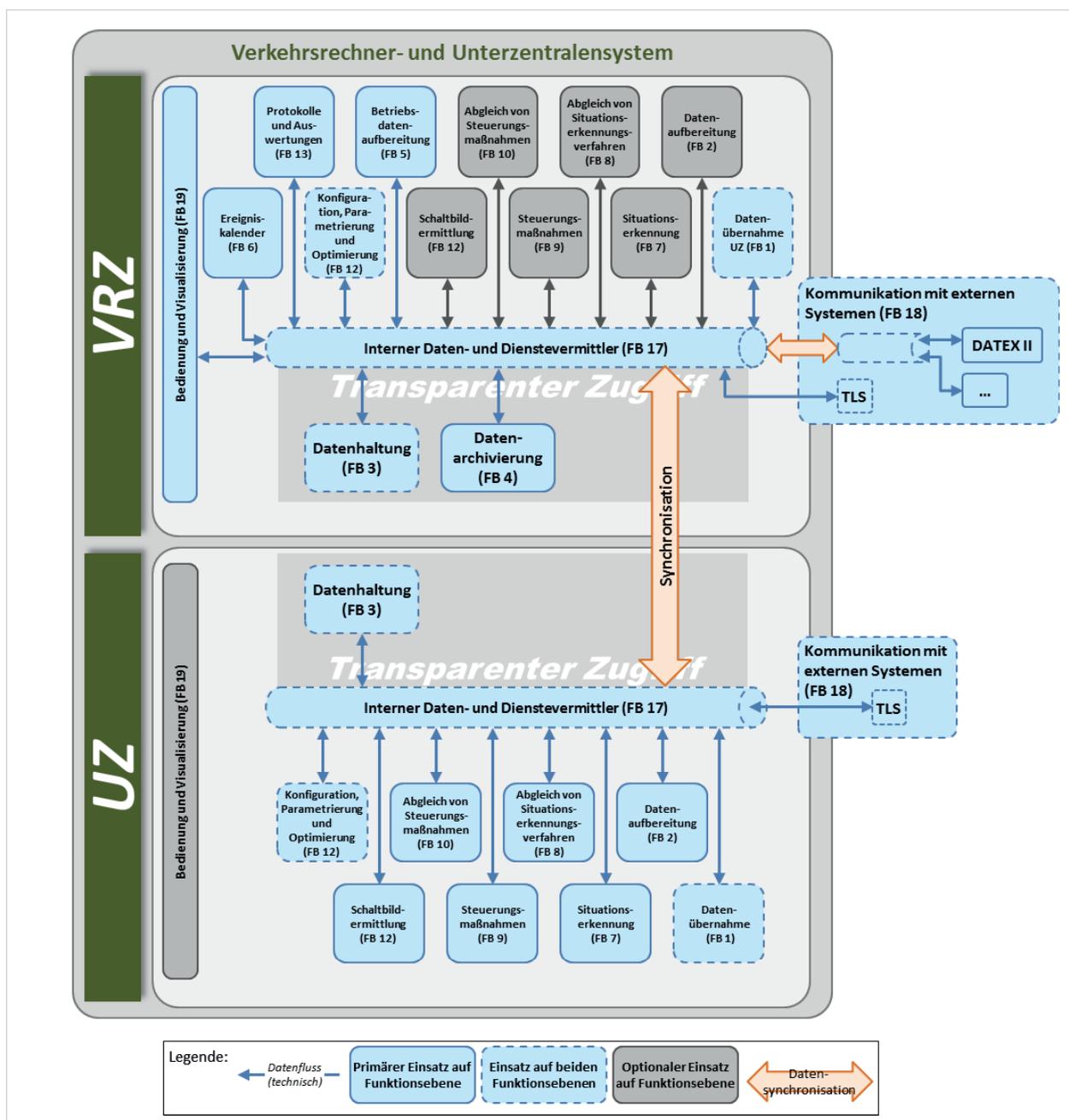
zung der über die externe Schnittstelle übermittelten bzw. bezogenen Daten verantwortlich sind. Die angeführten externen Schnittstellen sind jene aus dem im Kapitel 2.1 eingeführten Systemkontextdiagramm (Bild 2), bei welchen eine direkte fachliche Abhängigkeit von bzw. zu den dargestellten Funktionsbereichen existiert.

### 7.2.2 Technische Architektursicht

Zentrales Element der technischen Architektursicht in Bild 10 ist der interne Daten- und Dienstvermittler (DDV).

Durch diesen Funktionsbereich wird die Modularität und Verteilbarkeit der Architektur sichergestellt. Der DDV stellt das verbindende Element zwischen den meisten Funktionsbereichen dar.

Funktionsbereiche, die für die Erfüllung ihrer Aufgaben zentrale technische Dienste anderer Funktionsbereiche benötigen (z. B. ein Verzeichnis der verfügbaren Außenanlagen), stellt der DDV die Verbindung zum jeweiligen zentralen Dienst her. Funktionsbereiche, die Daten für die Erfüllung ihrer Aufgaben austauschen müssen, nutzen dafür den Daten- und Dienstvermittler.



**Bild 10:** Technische Architektursicht des Verkehrsrechner- und Unterzentralen-Systems

Der DDV stellt die Funktionalitäten der Datenhaltung und Datenarchivierung anderen Funktionsbereichen in transparenter Art und Weise zur Verfügung. Einsatzbeispiele sind im Anhang 11 aufbereitet.

Für die Realisierung von externen Schnittstellen kann optional ein eigener externe Daten- und Dienstvermittler (FB 18) vorgesehen werden.

Externe Schnittstellen müssen über Standard-Protokolle an den externen Daten- und Dienstvermittler angebunden werden. Eine Ausnahme stellt die Kommunikation mit den Außenanlagen via TLS dar.

Die TLS-Schnittstelle soll direkt mit dem internen Daten- und Dienstvermittler kommunizieren.

Weitere externe Schnittstellen müssen anhand Protokoll-spezifischer Systemkomponenten, die auf den externen Daten- und Dienstvermittler zugreifen und diesen kapseln, realisiert werden. Ein Beispiel hierfür ist die Kommunikation mit anderen VRZ via DATEX II.

Der Bedienung und Visualisierung (BuV) kommt in der Systemarchitektur eine besondere Bedeutung zu, da an sie hinsichtlich der Interaktivität mit dem

Bediener und somit an ihre Performance hohe Anforderungen gestellt werden.

Die BuV hat an sich keine Funktionalität, sondern nutzt vielmehr die in den jeweiligen FB implementierten Geschäftslogiken. Grundsätzlich sind drei Arten der Kommunikation zwischen BuV und den die Geschäftslogiken implementierenden FB denkbar:

- (a) Kommunikation über Datenaustausch via DDV,
- (b) direkte Kommunikation über einen via DDV vermittelten Dienst und
- (c) direkte Kommunikation mit einem FB ohne Indirektion via DDV (und somit einer Vermeidung von Performanceeinbußen aufgrund der Indirektion).

Insbesondere bei BuV-Abläufen in komplexen Systemen, die einer besonders hohen Interaktivität mit dem Bediener bedürfen, sollten Teile der BuV auch anhand der Kommunikationsmuster (b) und (c) mit anderen FB kommunizieren dürfen.

Die Synchronisation zwischen internen und externen Daten- und Dienstvermittler muss nach den Angaben in Kapitel 3.19 („Kommunikation mit externen Systemen (FB 18)“) erfolgen.

## 7.3 Systemmigration

### 7.3.1 Migrationsplanung

Eine Migration ist dann erforderlich, wenn Bestandssysteme existieren, die durch das neu zu realisierende System zu ersetzen sind.

VRZ und UZ sind in der Regel im 24-stündigen, täglichen Dauerbetrieb, somit wird die Hardware stark beansprucht. Da mit zunehmender Betriebsdauer das Risiko des Komplettausfalls steigt und auch die Beschaffung von Ersatzkomponenten schwierig bzw. unwirtschaftlich wird, ist in einem Abstand von maximal 5 Jahren die Prüfung eines vollständigen Austauschs der Hardware vorzunehmen. Bei Notwendigkeit sind entsprechende Austauschmaßnahmen einzuleiten.

Migrationskonzepte sind immer unter Berücksichtigung der angestrebten Harmonisierung der Systemarchitekturen der Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen des Bundes auf der Basis der in Kapitel 7.2 vorgeschlagenen Architekturkonzepte zu

entwerfen und umzusetzen. Ausnahmen bedürfen einer nachvollziehbaren Begründung.

Bei der Migration von Systemen sind folgende Ziele und Anforderungen zu beachten:

- Sicherstellung der Betriebssicherheit:  
Unterbrechungsfreier Wechsel vom Bestandssystem zum Zielsystem.
- Gewährleistung der Verfügbarkeit beider Systeme in einer Übergangsphase:  
Falls das Zielsystem Fehler aufweist, sollte das Bestandssystem für den Zeitraum der Fehlerbehebung die Aufgaben des Zielsystems unterbrechungsfrei übernehmen können.

Zur Migration ist ein detaillierter Migrationsplan zu erstellen, der mindestens folgende Punkte umfasst:

- Identifikation aller zu migrierender Systeme, Datenbanken und Schnittstellen zu Drittsystemen
- Kosten/Nutzen-Analyse für alternative Migrationsszenarien
- Beschreibung des Migrationsvorgangs für jedes zu migrierende System
- Spezifikation von Testverfahren zur Prüfung der Migration
- Definition der Zuständigkeiten und Rollen
- Ablaufplanung

Am Beginn einer Migrationsplanung ist eine Kosten/Nutzen-Analyse durchzuführen. Insbesondere bei Migrationen von kleineren Teilsystemen oder -komponenten kann aus Wirtschaftlichkeitsgründen ein weiterer Betrieb des vorhandenen Teilsystems notwendig werden. Weiterhin sind Nutzungszeiträume der zu migrierenden Systeme zu beachten.

Mit der Planung einer Migration ist frühzeitig zu beginnen, um die Abstimmung mit allen Beteiligten zu gewährleisten und die Vorbereitung und Bereitstellung notwendiger Ressourcen zur Durchführung, zur Begleitung und zum Test der Migration sicherzustellen. Das Migrationskonzept ist vor der Umsetzung von allen Beteiligten freizugeben. Ebenfalls ist zu beachten, dass für die Durchführung der Migration vom Ersteller ggf. spezielle Migrationswerkzeuge zu entwickeln, zu testen und freizugeben sind.

Im Anhang 17 ist ein Beispiel eines Migrationskonzepts aufgeführt.

### 7.3.2 Migrationsstrategien

Zur Migration existieren unterschiedliche Migrationsstrategien. Diese sind nachfolgend kurz dargestellt und im Rahmen der Migrationsplanung zweckmäßig anzuwenden.

In der sog. „Big-Bang“-Migration wird das Bestandssystem in einem Zuge durch das Zielsystem ersetzt. Nachteil dieser Strategie ist, dass das Testen der Funktionalität und Sicherstellen der Gleichwertigkeit aller Ergebnisse zum Bestandssystem bei großen Systemen sehr aufwändig wird. Außerdem kann die Umstellung vom Bestandssystem zum Zielsystem aufgrund der notwendigen Datenmigration längere Zeit dauern, in der beide Systeme nicht operativ sind.

Eine zweite Strategie ist das Zerlegen des Bestandssystems in Komponenten und Teilsysteme, die schrittweise ersetzt werden. Dazu ist es notwendig, Schnittstellen zwischen dem Bestands- und dem Zielsystem zu implementieren, um Daten und Konfigurationen auszutauschen. Durch die Durchmischung von Bestands- und Zielsystem bis zur vollständigen Migration besteht erhöhter Wartungs- und Pflegeaufwand.

Für einen Übergangszeitraum müssen beide Systeme verfügbar sein und parallel laufen. In einer ersten Phase läuft das Zielsystem neben dem Bestandssystem mit, das weiterhin die Steuerung behält. In dieser Phase müssen bei gleichen Eingangsdaten die Ausgangsdaten beider Systeme geprüft werden. Ziel ist die Prüfung der Funktionalität des Zielsystems. In einer zweiten Phase übernimmt das Zielsystem die Steuerung und das Bestandssystem läuft parallel mit. Falls sich in diesem Zeitraum das Zielsystem nicht stabil verhält, kann das Bestandssystem wieder die Kontrolle übernehmen und Ausfallzeiten minimieren. Nach erfolgreicher Probezeit kann das Bestandssystem außer Betrieb genommen werden.

Falls das neue System identische Funktionalitäten aufweisen und ein Verhalten wie das Bestandssystem zeigen soll, sind beide Systeme für einen Testzeitraum parallel zu betreiben und die Ergebnisse zu vergleichen. Zum Nachweis der Funktionsweise sind neben stichprobenartigen manuellen Prüfungen auch formalisierte und automatisierte Tests auf Differenzprüfung (z. B. von Ergebnissen unterschiedlicher Dateninhalte) durchzuführen.

Die Testumgebung des Bestandssystems (siehe Kapitel 6.4) ist, soweit möglich, auch zur Migrationsprüfung heranzuziehen. Insbesondere der saubere Übergang von notwendigen Datenmigrationen ist über das Testsystem detailliert zu untersuchen.

### 7.3.3 Hinweise zum Vorgehen

#### Unterzentrale

Zur Migration einer Unterzentrale (UZ) wird die folgende Vorgehensweise empfohlen:

1. Kopplung der neuen UZ (ggf. mit Anbindung an die neue VRZ) mit den bestehenden Inselbussen und der bestehenden UZ. Dies geschieht über einen separaten Kommunikationsrechner, z. B. KRI, TC57-Server
2. Die einzelnen Inselbusse müssen umschaltbar mit der alten bzw. neuen UZ kommunizieren können. Die jeweils andere UZ soll mithören können.
3. Versorgung und Grundparametrierung der neuen UZ.
4. Feinparametrierung der einzelnen Steuerungen der neuen UZ mit einem Vergleich der Ergebnisse der alten zu den Ergebnissen der neuen UZ. Erster Probetrieb der neuen UZ (ohne Schalthoheit).
5. Umschalten der aktiven Kommunikation auf die neue UZ (ggf. Inselbus-, Teilanlagenweise). Die neue UZ übernimmt somit die Schalthoheit.
6. Probetrieb, ggf. mit Rückschaltung der Inselbusshoheit, falls es Probleme gibt.
7. Abbau der alten UZ. Falls der KRI oder der TC57-Server nicht mehr benötigt werden, erfolgt auch deren Rückbau.

#### Hardware und Betriebssystem

Die notwendigen Schritte zur Migration von Hardware, Betriebssystem oder auch Datenbanken sind stark abhängig von den spezifischen Systemrandbedingungen. Diese sind zunächst zu klären und zu dokumentieren, weil sie die Migrationsplanung maßgeblich beeinflussen. Bezogen auf die Hardware und das Betriebssystem sind folgende wesentliche Punkte vor der Migration zu klären:

- Hardwaremodernisierung:  
Es ist zu prüfen, ob in diesem Zuge auch das Betriebssystem migriert werden muss. Zu klären ist

weiterhin, ob zwischen dem Bestandssystem und dem neuen System in der Übergangszeit unterbrechungsfrei umgeschaltet werden soll.

- **Betriebssystemwechsel:**

Diese Migration kann Softwareanpassungen nach sich ziehen. Bei Neuentwicklungen ist auf proprietäre, betriebssystemspezifische Funktionalitäten zu verzichten, um Migrationen zu erleichtern.

Grundsätzlich ist im Rahmen einer Planung der Hardwareerneuerung die Möglichkeit der Virtualisierung der Systeme und insbesondere auch die Abbildung der Kernprozesse in einem internen Cloud-Computing-Umfeld zu betrachten. Eine Virtualisierung der Systeme ist nach technischen, funktionalen, wirtschaftlichen und vor allem rechtlichen Rahmenbedingungen im Einzelfall zu überprüfen und zu beurteilen.

Auch ein eventuell vorgehaltenes Redundanzsystem (Kapitel 6.2.9) ist einer kontinuierlichen Hardwareerneuerung zu unterziehen.

### **Datenbanken**

Bei einem Datenbankwechsel sind die alte und die neue Datenbank bei kurzen Vorhaltezeiträumen (kleiner als 3 Monate) so lange parallel zu betreiben, bis der Vorhaltezeitraum in einer neuen Datenbank vollständig befüllt ist.

Werden datenbankspezifische Mechanismen in der Kommunikation mit der Datenbank verwendet, sind diese für das neue System möglichst zu vermeiden, um zukünftige Migrationen zu vereinfachen. Falls das Bestandssystem solche Mechanismen nutzt, sollten diese Funktionen in einer Abstraktionsschicht zwischen Datenbank und System datenbankunabhängig im neuen System umgesetzt werden.

Sind Datenbankarchive zu migrieren, ist ggf. eine Datenbankkonvertierung vorzunehmen, für die spezifische Tools zu entwickeln sind. Außerdem sind umfangreiche Tests zum Vergleich des alten und neuen Archivbestands durchzuführen.

Eine Migration des Datenbankarchivs gestaltet sich aufwändig und birgt das Risiko von Datenverlusten. Ein neues Datenarchiv sollte daher so konzipiert sein, dass es in der Regel nicht migriert werden muss.

## **8 Lieferumfang**

### **8.1 Überlassung der Anwendungssoftware**

#### **8.1.1 Nutzungsrechte an der Software**

Die Regelungen zur Überlassung von Software sind gemäß dem EVB-IT Vertragsbedingungen zu gestalten und nach Möglichkeit die vorhandenen Vertragsmuster zu verwenden. In den Vertragsbedingungen sind auch die Nutzungsbedingungen detailliert beschrieben. Für die Überlassung von Standardsoftware stehen zwei Vertragstypen zur Verfügung:

A - für zeitlich unbefristete Überlassung von Standardsoftware gegen einmalige Vergütung

B - für die zeitlich befristete Überlassung

Zur Standardsoftware nach den EVB-IT zählt die Software in einer VRZ oder UZ (Programme, Programm-Module, Tools etc.), welche für die Bedürfnisse einer Mehrzahl von Kunden am Markt und nicht speziell vom Systemersteller für den Besteller entwickelt wurde, einschließlich der zugehörigen Dokumentation.

Zur Erstellung und Nutzung von Individualsoftware, insbesondere zur Anpassung von Software auf Quellcodeebene, existiert ein EVB-IT Systemvertrag auf der Basis des Werkvertragsrechts.

Die genannten Vertragsbedingungen und Vertragsmuster stellen Vorlagen dar, die selbstverständlich auf die konkrete Beschaffungsmaßnahme hin angepasst werden müssen. Es wird empfohlen, diese notwendigen projektspezifischen Anpassungen innerhalb der Verwaltung mit der IT- sowie der Rechtsabteilung durchzuführen.

Folgende Grundsätze sollten bei der Vertragsgestaltung beachtet werden:

1. Der Besteller erwirbt das unwiderrufliche und unbeschränkte, nicht ausschließliche und uneingeschränkt übertragbare Nutzungsrecht für die erstellten Dokumente und Software.
2. Das mit dem Nutzungsrecht verbundene Änderungsrecht beinhaltet, dass Ergänzungen und Änderungen an den Dokumenten und der Software/ Quellcode auch von Dritten (z. B. Ingenieurbüros) durchgeführt werden können.

3. Dritten dürfen alle für Ergänzungen/ Änderungen sowie für die Erstellung von Software benötigten Dokumente sowie die Software/ Quellcode zur Verfügung gestellt werden.
4. Der Dokumentation des Quellcodes kommt eine besondere Bedeutung zu. Die Lieferung umfasst den kommentierten Sourcecode, Libraries, Makefiles, Linkfiles, Compiler, sonstige Hilfsprogramme, Programmierer-Dokumentation, etc. Es ist sicherzustellen, dass der hinterlegte Quellcode durch einen fachkundigen Dritten in einem wirtschaftlichen Rahmen kompilierbar ist und in ausführbarem Objektcode resultiert.

### 8.1.2 Eigentumsrechte an den Konfigurationsdaten

Der Besteller sollte Eigentümer der Konfigurationsdaten sein und damit über das unwiderrufliche und unbeschränkte, ausschließliche und uneingeschränkt übertragbare Nutzungsrecht für die erstellten Konfigurationen verfügen.

Das mit dem Nutzungsrecht verbundene Änderungsrecht beinhaltet, dass Ergänzungen und Änderungen an den Konfigurationsdaten auch von beauftragten Dritten durchgeführt werden können.

## 8.2 Systemdokumentation

### 8.2.1 Grundsätzliche Anforderungen

Das System mit Dokumentation ist nach Maßgabe des EVB-IT Vertragswerks ‚Systemlieferung‘ oder ‚System‘, das auf das Vorgehensmodell XT [V-Modell XT] referenziert, zu liefern. Nachfolgend sind die wichtigsten Anforderungen an die Dokumentation definiert:

1. Die Dokumentation der Systemkomponenten muss es dem für die Nutzung und Administration einzusetzenden Personal der Verkehrsrechnerzentrale etc. ermöglichen, die jeweilige Systemkomponente nach Durchführung der vereinbarten Schulung (siehe Kapitel 6.6) ordnungsgemäß zu bedienen, sofern das Personal ausreichende Vorbildung und Ausbildung aufweist.
2. Es sind zudem die Leistungen zur Herbeiführung der Betriebsbereitschaft so umfassend zu dokumentieren, dass die Integration der Systemkomponenten untereinander und mit den

Beistellungen für Fachkundige nachvollziehbar ist.

3. Soweit nicht anderes vereinbart, ist die jeweilige Dokumentation zusammen mit dem System vor der Demonstration der Betriebsbereitschaft in deutscher Sprache in ausdrückbarer oder ausgedruckter Form zu übergeben und zu übergeben. Die Nutzung der gängigen englischen Fachbegriffe sollte zulässig sein.
4. Die im Rahmen der Mängelhaftung durchgeführten Maßnahmen sind zu dokumentieren. Alle Anpassungen und Änderungen, die aufgrund von Maßnahmen im Rahmen der Mängelhaftung an den Dokumentationen erforderlich werden, sind in diese einzuarbeiten.
5. An den erstellten Dokumentationen räumt der Systemhersteller Rechte entsprechend dem EVB-IT Vertragswerk ein.

In Abhängigkeit des Projektumfangs der Spezifikation der geforderten Leistung können diese Anforderungen alternativ auch in Form eines Lastenhefts festgeschrieben werden. Durch den AN ist dann eine ausführungsbereite technische Feinspezifikation auf Basis eines Pflichtenhefts zu erstellen, welche ebenfalls als Abnahmegrundlage für die Freigabe des Systems genutzt werden sollte.

Die Dokumentationsunterlagen und andere Produkte sind zusätzlich zur gedruckten Form auf Datenträger in gängigen bearbeitbaren Dateiformaten (. javadoc-, .html-, .xml- Format (bei Hilfetexten der Software), etc.) und zusätzlich, in Abhängigkeit von der Zweckmäßigkeit, im .pdf-Format zur Verfügung zu stellen.

### 8.2.2 Dokumentationsumfang

#### 8.2.2.1 Dokumentation der Planung und Steuerung

Es müssen ein Projekthandbuch und ein Projektplan erstellt werden, die den Projektbeteiligten helfen, die Realisierungsvorgaben so umzusetzen, so dass ein System entsteht, das den beauftragten Liefer- und Leistungsumfang im vorgegebenen Zeitrahmen realisiert. Das Projekthandbuch muss Bestandteil der auszuschreibenden Leistung sein. Darüber hinaus ist ein QM-Handbuch zu erstellen, das die Qualitätsziele und -anforderungen enthält sowie Vorhaben zur Organisation der Qualitätssicherung im Projekt macht. Weiterhin ist eine Risikoliste aufzustellen und im Projektverlauf laufend zu pflegen.

Das Projekthandbuch enthält die Projektbeschreibung sowie Vereinbarungen und technische Vorgaben bezüglich der Art der Realisierung. Ebenfalls ist im Projekthandbuch festzuhalten, Produkte zu erstellen, dem Besteller zu übergeben bzw. zu genehmigen sind.

Der Projektplan enthält die Planung und Festschreibung zur Projektorganisation, d. h. Projektverantwortliche und Mitarbeiter mit ihren festgelegten Rollen, Projektablauf, Zeit und Einsatzmittel.

Weitere Details zum Aufbau und Inhalt der geforderten Planungs- und Steuerungsdokumentation sind z. B. der V-Modell®XT Dokumentation zu entnehmen [V-Modell XT].

### 8.2.2.2 Entwicklungsdokumentation

In der Entwicklungsdokumentation werden die vorgesehenen Leistungen spezifiziert und Abweichungen gegenüber der Leistungsbeschreibung und dem Leistungsverzeichnis dokumentiert. Zur Entwicklungsdokumentation gehören mindestens die folgenden Dokumente, entsprechend den Vorgaben aus dem Projekthandbuch:

- Gesamtsystemspezifikation (Pflichtenheft)
- Fachliche und technische Systemarchitektur
- Mensch-Maschine-Schnittstelle (Styleguide)
- Software-Architektur und Hardware-Architektur
- Datenbankentwurf
- Migrationskonzept

Beispielhaft ist ein mögliches Migrationskonzept im Anhang 17 beschrieben. Für die Dokumentation der Steuerung gelten folgende Anforderungen:

- Es werden komplette, detaillierte Ablaufdiagramme für die gesamte Steuerlogik (mit sämtlichen Schaltkriterien, Sonderprogrammen, Abgleichen, Ausfallbehandlungen ...) sowie sämtliche Diagramme, die zum Erstellen der Software erforderlich sind (z. B. Programmablaufdiagramme), dargestellt.
- Die einzelnen Schaltprogramme müssen (inkl. Längsverbund und zeitlicher Koordinierung) graphisch dargestellt werden.
- Die einzelnen Bildschirmdarstellungen und Druckerlisten müssen in diesen Dokumenten spezifiziert und vervollständigt werden.

### 8.2.2.3 Systemdokumentation

Vor Aufnahme des Probebetriebs ist eine umfassende, allgemein verständliche Systembeschreibung in deutscher Sprache mit Dokumentation sämtlicher Teilkomponenten, also auch Hardwarekomponenten einschließlich Stromversorgung zu liefern. Die Dokumentation ist um die Herstellerunterlagen der zugekauften Komponenten zu ergänzen. Die Systembeschreibung sowie die Handbücher haben einen Index sowie ein Abkürzungsverzeichnis aufzuweisen. Der Systembeschreibung sind leicht verständliche Bedienungs- und Wartungsanleitungen aller Geräte sowie der Bedienprogramme in den Unterzentralen beizufügen. Dieses sind die Dokumente:

- Anwendungshandbuch,
- Diagnosehandbuch,
- Betriebshandbuch und
- Schulungshandbuch.

Die Systembeschreibung hat umfangreiche graphische Darstellungen der Bildschirmseiten sowie einen Funktionsbaum der Pull-Down-Menüs zu enthalten.

#### Anwendungshandbuch

Das Anwendungshandbuch liefert alle Informationen, die der Bediener eines Systems benötigt, um das System ordnungsgemäß bedienen und im Falle von Problemen richtig reagieren zu können. Über jede einzelne Funktion werden hier detaillierte Ausführungen erwartet, die die Anforderungen verschiedener geübter Bediener erfüllen.

#### Diagnosehandbuch

Das Diagnosehandbuch liefert Informationen, die zu Diagnoseaktivitäten am System benötigt werden. Die Funktion des Systems und die Diagnoseumgebung werden beschrieben. Des Weiteren wird auf jede einzelne Diagnosemöglichkeit und Fehlermeldung eingegangen.

Das Diagnosehandbuch existiert zum System, unter Umständen auch zu den DV-Segmenten. Es behandelt jedoch - soweit trennbar - nur den reinen Softwareanteil.

#### Betriebshandbuch

Das Betriebshandbuch beschreibt für eine Funktionseinheit die erforderlichen Maßnahmen zur Aufnahme des Betriebs, zur Durchführung und Überwachung des Betriebs und zur Unterbrechung und

Beendigung des Betriebs. Ferner sind der Aufbau der Funktionseinheit und Sicherheitsbestimmungen zu beschreiben.

### **Schulungshandbuch**

Das Schulungshandbuch stellt die Grundlage der Schulung auf alle Systemteile für die verschiedenen Bedienerklassen dar. Es beinhaltet sowohl die Schulungsinhalte als auch notwendige Hintergrundinformationen zu diesen Inhalten.

#### **8.2.2.4 Übersichts- und Detailpläne**

Spätestens bei Abnahme des Systems sind folgende Unterlagen bereitzustellen, die für die jeweilige UZ bzw. VRZ relevant sind:

- Übersichtsdarstellung der Gesamtanlage,
- Plan mit der Lage der Messstellen, der Anzeigequerschnitte, der Streckenstationen, der Stromversorgungen und der Datenleitungen,
- Übersichtsschaltbilder aller in sich geschlossener Anlagen und Anlageteile,
- Vernetzungspläne,
- Belegungspläne der Fernmeldekabel,
- Klemmleistenpläne,
- Verkabelungspläne der Stromversorgung,
- Geräte-Stücklisten für alle eingebauten Teile mit Angabe der Position, Kurzbezeichnung, Anzahl, Fabrikat, Typ, Bestellnummer und kurzer Beschreibung,
- Ablaufdiagramme,
- Systemkonfiguration.

Die Dokumentation der Software hat in Textform und Klassendiagrammen zu erfolgen. Da die Detailpläne in den jeweiligen Projekten erarbeitet wurden und dort vorliegen, kann hier auf zentralenrelevante Unterlagen beschränkt werden.

## **9 Abnahmeprozess**

### **9.1 Vorbereitende Tests**

#### **9.1.1 Zuordnungs- und Projektierungstest**

An allen Anzeigegeräten sind die projektierten Anzeigehalte probeweise zu schalten. Dadurch kann die korrekte Zuordnung des jeweiligen Anzeigegeräts zu Standort und Fahrstreifen überprüft werden.

Weiterhin sind DE-Fehlermeldungen und negative Quittungen auszuwerten, um mögliche Projektierungsfehler in der TLS-Konfiguration feststellen zu können. Eine Verkehrsgefährdung ist dabei durch geeignete Maßnahmen (z. B. Auskreuzen der WVZ-Inhalte, Anzeige mit sehr geringer Helligkeit) auszuschließen. Auch die korrekte Zuordnung der Verkehrsdetektoren eines Standortes zu den Fahrstreifen muss überprüft werden. Dies kann vor Ort durch Vergleich der Detektorausgabe (Durchfahrtszeitpunkt und Klassifizierung der Fahrzeuge) mit der eigenen Beobachtung erfolgen.

#### **9.1.2 Ausfalltest**

Für sämtliche Systemkomponenten (SSt mit angeschlossenen Sensoren und Aktoren, Kommunikationsrechner, UZ, VRZ) ist ein Ausfalltest (Abschalten bzw. Herunterfahren der Komponente mit anschließendem Neuanlauf) durchzuführen. Dabei wird geprüft, ob der Neustart der Komponenten fehlerfrei erfolgt. Bei den SSt sollten alle DE-Kanäle positiv melden.

#### **9.1.3 Test der verkehrstechnischen Konfiguration**

Die korrekte Umsetzung der Prioritätenreihung der WVZ-Inhalte sowie der Regeln des Längs- und Querabgleichs ist durch Schaltung von entsprechenden Sonderprogrammen zu prüfen. Nach erfolgreichem Zuordnungs- und Projektierungstest können sämtliche Tests der verkehrstechnischen Konfiguration im Blindbetrieb erfolgen.

Die Tests sind zunächst jeweils teilsystem- bzw. gewerkweise und danach im Systemverbund gemäß folgender Reihung durchzuführen: Zunächst sind die Inbetriebnahmetests der Außenanlagen abzuschließen, danach erfolgen in weiteren Schritten die Tests mit der Unterzentrale und der Verkehrsrechnerzentrale.

#### **9.1.4 Test der Außenanlage**

Die Prüfungen der Außenanlagen, insbesondere für die Sensorik, Aktorik sowie für die Datenübertragung auf SSt-Ebene, sind in den TLS definiert und sollten vor Beginn der Prüfungen der UZ erfolgreich abgeschlossen sein. Die Inbetriebnahmen und internen Funktionstests des Gewerks ‚Außenanlagen‘ (Anmerkung: Leistungsgrenze ist der KRI)

müssen abgeschlossen sein, bevor die entsprechenden Funktionstests mit dem Hersteller der UZ bzw. VRZ beginnen.

Voraussetzung für die erfolgreiche Integration einer „Außenanlage“ in eine UZ- bzw. VRZ-Systemarchitektur ist eine TLS-Konfigurationsliste, die durch den Ersteller der Außenanlagen erstellt, mit dem Ersteller der Unterzentrale bzw. der VRZ abgestimmt und bei Änderungen fortgeschrieben wird. In der Konfigurationsliste wird die Zuordnung jedes DE-Kanals zum entsprechenden Sensor (z. B. Verkehrs- oder Umfelddatenerfassung) oder Aktor (Wechselverkehrszeichen, dWiSta) dokumentiert. Die TLS-Konfigurationsliste muss mindestens folgende Punkte je DE-Kanal beinhalten:

- Bezeichnung und Nummer des DE-Kanals
- Klassifizierung und Nummer der Straße, Betriebskilometer und Fahrtrichtung
- Bezeichnung der zugehörigen SSt
- Locationcode, Distanz und die sich daraus ergebende Knotennummer
- OSI2-, OSI3- und OSI7-Adressierung
- Port- und Slave-Adressen für Insel- und Lokalbus
- Funktionsgruppe und DE-Typ

Weiterhin sind projektspezifische Informationen (z. B. Stellcodes, herstellerspezifische DE-Typen) in dieser Konfigurationsliste zu dokumentieren.

Im Anhang 18 befinden sich Vorschläge für Prüfungen, Tests und Inbetriebnahmen von VBA, die auf Erfahrungen der Betreiber basieren und projektspezifisch auszuwählen und anzuwenden sind.

## 9.2 Prüfungen

### 9.2.1 Prüfunterlagen

Spätestens vor Aufnahme der funktionalen Tests sowie Nutzerakzeptanztests durch den Besteller sollten vom Systemersteller umfassende Prüfdokumente sämtlicher Teilkomponenten, z. B. entsprechend dem V-Modell<sup>®</sup>XT, geliefert werden. Die Prüfdokumente bestehen aus den folgenden Produkten:

- QS-Handbuch,
- Prüfkonzept,
- Prüfspezifikation,
- Prüfprozedur und
- Prüfprotokoll.

### 9.2.2 Dokumentenprüfung

Dokumente, die gemäß Projekthandbuch (siehe Kapitel 8.2.2.1) durch den Besteller zu genehmigen sind, werden dem Besteller vom Ersteller mit der zugehörigen Prüfdokumentation zur Genehmigung vorgelegt. Der Besteller prüft die vorgelegten Dokumente innerhalb einer zu vereinbarenden Zeitspanne (in der Regel 1-2 Wochen). Die Weiterarbeit an weiterführenden Dokumenten bis zur Genehmigung des vorgelegten Dokumentes geschieht auf volle Verantwortung des Erstellers (sind z. B. DV-Anforderungen vorgelegt und noch nicht genehmigt, bedeutet das, dass Arbeiten an der DV-Architektur auf volle Verantwortung des Erstellers geschehen).

Dokumente, die gemäß Projekthandbuch nicht durch den Besteller zu genehmigen, sondern lediglich an den Besteller auszuliefern sind, werden dem Besteller vom Ersteller zeitnah nach deren Fertigstellung und ersteller-internen Freigabe ausgeliefert. Der Besteller behält sich auch bei diesen Dokumenten vor, sie stichprobenhaft zu prüfen.

### 9.2.3 Softwareprüfung

Die Software wird in der umgekehrten Reihenfolge wie die Dokumente geprüft. Während die Dokumentation mit den Systemanforderungen (im Prinzip ein grober Überblick über das Gesamtsystem) über die DV-Segment- und SWE-Ebene zum Code erfolgt, beginnt man bei der Prüfung der Software bei den Softwaremodulen nach folgender Vorgehensweise:

- Jedes Softwaremodul wird erstellt.
- Die Prüfung aller Softwaremodule (bzw. des enthaltenen Quellcodes) wird geplant, durchgeführt und dokumentiert.
- Die Module werden zu SWE integriert.
- Die Prüfung aller SWE wird geplant, durchgeführt und dokumentiert.
- Die SW-Einheiten werden zu Segmenten integriert, die Prüfung aller Segmente wird geplant, durchgeführt und dokumentiert.
- Die Segmente werden zum Gesamtsystem integriert.
- Die Prüfung des Gesamtsystems wird geplant, durchgeführt und dokumentiert.

Der Besteller sollte sich die Teilnahme an den Einzelprüfungen vorbehalten.

Da die Softwaretests auf allen hier beschriebenen Ebenen grundsätzlich bei allen neuen Software-Auslieferungen nochmals ausgeführt werden sollten, sollten diese Tests so konzipiert sein, dass sie möglichst automatisiert ablaufen und ausgewertet werden. Dazu bietet sich die Nutzung von Testtools an.

Die beschriebenen Softwaretests testen nur die Software, nicht aber deren Funktion in Zusammenarbeit mit externen Komponenten (z. B. Messequipment an der Straße, Streckenstationen, ...). Diese Funktionstests werden im Rahmen der Vorbereitung des Probebetriebs vorgenommen (Kapitel 9.3.1)

Die Prüfung des Softwaresystems kann darüber hinaus im Rahmen eines Zertifizierungsprozesses definiert werden, der folgende Abläufe beinhaltet:

- Prüfung der Dokumentation
- Feststellung notwendiger Verfahrensabläufe
- Bestandsaufnahme der Software
- Prüfung der Software-Sicherheit
- Prüfung der Richtigkeit von Softwareabläufen.

## 9.3 Probetrieb

### 9.3.1 Vorbereitung

#### Prüfungen beim Hersteller

Es müssen funktionale Tests sowie Nutzerakzeptanztests durchgeführt werden, an denen die relevanten Benutzergruppen des Bestellers teilnehmen. Mindestens ist dabei ein Prototyping der entsprechenden Bedienoberfläche durchzuführen.

Test- und Prüffälle (Use Cases) sind individuell im Pflichtenheft zu definieren.

#### Prüfungen vor Ort

Das fehlerfreie Zusammenspiel zwischen den zu erstellenden und existierenden Komponenten (SWE, DV-Segmente) ist in Vor-Ort-Prüfungen gemäß den Vorgaben in Kapitel 9.2.1 nachzuweisen (Integrations-tests).

Folgendes Vorgehen wird empfohlen:

1. Interne Inbetriebnahmetests aller Infrastrukturbestandteile des Gewerks Außenanlagen
2. Inbetriebnahmetest 1:  
Test zwischen Hersteller UZ und Hersteller Außenanlagen, intern

3. Inbetriebnahmetest 2:

Test zwischen Hersteller UZ und Hersteller Außenanlagen, beide Hersteller zusammen mit dem Besteller

4. Systemintegrationstest VRZ

Hierbei muss jeder Aktor geschaltet und jeder Sensor auf Plausibilität geprüft werden.

Sollten Anpassungen/ Änderungen erforderlich werden, müssen diese mittels eines Änderungsmanagements durchgeführt und dokumentiert werden.

Für die Vorbereitung von Probebetrieben bzw. die Inbetriebsetzung von TLS-Anlagen kann der Einsatz von Testgeneratoren zur systematischen Prüfung der Verfügbarkeit von TLS-Anlagenelementen und der TLS-Konformität von deren Protokollanbindung sinnvoll sein.

#### Prüfung der Systembeschaffenheit

Nach Abschluss sämtlicher Installationsarbeiten werden vom Besteller im Beisein des Erstellers die Vollständigkeit der Anlagenteile und die sachgerechte Ausführung überprüft.

Durch den Ersteller sind dazu im Vorfeld für alle elektrischen Anlagenteile die Prüfung nach VDE-Richtlinien (DIN VDE 0100) durchzuführen und die zugehörigen Protokolle vorzulegen.

### 9.3.2 Durchführung

Der Probebetrieb soll den Nachweis erbringen, dass die erstellten DV-Segmente sowohl im Zusammenspiel untereinander als auch im Umfeld ihrer Einsatzumgebung (d. h. im Zusammenspiel mit bereits existierenden Anlagenkomponenten und/ oder externen Partnern) den geforderten Leitungsumfang im Dauerbetrieb erbringen. In Abhängigkeit von den Funktionen der erstellten DV-Segmente kann sich der Probebetrieb in mehrere Phasen gliedern.

- Passives Mitlaufen der DV-Segmente:  
die DV-Segmente erhalten alle benötigten Daten, liefern ihre Ergebnisse, aber nicht an andere Funktionsebenen, an im Rahmen des Projekts erstellte DV-Segmente oder an externe Partner.
- Integration in die Funktionsebene:  
die DV-Segmente werden in vollem Umfang in die Abläufe der Funktionsebene integriert, liefern ihre Ergebnisse aber nicht an andere Funktionsebenen oder externe Partner.

- **Blindbetrieb:**  
die DV-Segmente werden in vollem Umfang in das Gesamtsystem integriert, von den DV-Segmenten gelieferte Ergebnisse (Schaltungen, Meldungen) werden aber nicht an den Verkehrsteilnehmer weitergeleitet.
- **Offener Probetrieb:**  
die DV-Segmente werden in vollem Umfang in das Gesamtsystem integriert, von den DV-Segmenten gelieferte Ergebnisse (Schaltungen, Meldungen) werden an den Verkehrsteilnehmer weitergeleitet.

Der gesamte Probetrieb muss durch Fachpersonal des Erstellers überwacht und begleitet werden. Vom Ersteller ist ein hauptverantwortlicher Ansprechpartner zu nennen.

Treten während des Probetriebes schwerwiegende Mängel auf, die eine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit oder Betriebstüchtigkeit bedeuten, so beginnen die notwendigen Prüfungen und insbesondere der Probetrieb nach Behebung der Mängel in vollem Umfang von neuem.

Der Probetrieb, der unter voller Verantwortung und Gefahr des Erstellers durchgeführt wird, findet erst nach Inbetriebsetzung aller Teilleistungen und dem Nachweis von deren Funktionstüchtigkeit sowie dem Nachweis der Funktionstüchtigkeit der Gesamtanlage gemäß den Vorgaben aus Kapitel 9.2 statt. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass alle Vor-Ort- und Werktests erfolgreich abgeschlossen und dem Besteller nachgewiesen sein müssen, bevor die technischen und verkehrstechnischen Leistungs- und Funktionsmessungen des Bestellers im Rahmen des Probetriebes beginnen.

Der Beginn des Probetriebes muss dem Besteller spätestens 1 Woche vor dem angestrebten Starttermin schriftlich angekündigt und vom Besteller genehmigt werden. Die Dauer des Probetriebes (in der Regel 6 bis 10 Wochen) wird im Rahmen des jeweiligen Projekts festgelegt. Er muss ohne Mängel verlaufen, welche die Funktionsfähigkeit des Systems beeinträchtigen.

Vor dem Neustart des Probetriebes ist vom Ersteller der Nachweis der Beseitigung aller Mängel zu erbringen, sowie eine schriftliche Mängelanalyse mit detaillierten Angaben über die Art der Beseitigung z. B. Softwareänderung usw. vorzulegen.

Der Ersteller muss eine Fernüberwachung des Probetriebes mit Möglichkeit zur Systemdiagnose und Fehlerbeseitigung via Remoteverbindung ermöglichen. Die Fernüberwachung darf den Betrieb der VBA nicht beeinträchtigen.

Die technische Ausrüstung hierfür ist vom Ersteller offenzulegen. Die Fernüberwachung ist bis zum Ende der Gewährleistung zu Lasten des Erstellers aufrechtzuerhalten.

## 9.4 Abnahme

Die Abnahme der Anlagenkomponenten erfolgt nach Beendigung aller Arbeiten inklusive dem erfolgreich abgeschlossenen Probetrieb im Rahmen einer Gesamtabnahme, die dann erfolgt ist, wenn die gelieferte Software und Hardware (inkl. Dokumentation) die vertraglich festgelegten Anforderungen erfüllt.

Mit erfolgter Abnahme beginnt die Gewährleistungspflicht von in der Regel 2 Jahren für Hard- und Software. Leistungs- und Funktionsmessungen erfolgen so oft wie erforderlich. Sie setzen jedoch keine Gewährleistung in Gang.

Werden bei der Abnahme wesentliche Mängel festgestellt, darf die Übergabe der Anlage erst dann erfolgen, wenn diese restlos beseitigt sind und eine einwandfreie Funktion der Anlage gewährleistet und vom Ersteller nachgewiesen ist.

Rechtzeitig vor dem Abnahmetermin ist die vollständige Bestandsdokumentation durch den Ersteller vorzulegen.

Die Abnahme hat der Ersteller schriftlich zu beantragen. Alle Prüfberichte und Protokolle der Leistungs- und Funktionsmessungen sind zur Abnahme dem Besteller einzureichen. Bis zum Zeitpunkt der Übernahme durch den Besteller ist die Anlage durch einen Fachmann des Erstellers zu warten.

## Literatur

- BAST 2011a  
Leitfaden zum Arbeitsstellenmanagement auf Bundesautobahnen, Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST), 2011

- BAST 2011b**  
Ausführungshinweise zum „Leitfaden zum Arbeitsstellenmanagement auf Bundesautobahnen“, Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST), 2011
- BBK 2015**  
Risikoanalyse Tunnelleitzentrale, Empfehlungen für eine einrichtungsbezogene Risikoanalyse, Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), Band 14 Praxis im Bevölkerungsschutz, Bonn, August 2015, unter: [https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Praxis\\_Bevoelkerungsschutz/Band\\_14\\_Risikoanalyse\\_Tunnelleitzentrale.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Praxis_Bevoelkerungsschutz/Band_14_Risikoanalyse_Tunnelleitzentrale.pdf?__blob=publicationFile)
- BMJ 2008**  
Handbuch der Rechtsförmlichkeit - Empfehlungen zur Gestaltung von Gesetzen und Rechtsverordnungen, Bundesministerium der Justiz, 3. Auflage, 2008
- BMJV 2015**  
Gesetz über Urheberrecht und verwandte Schutzrechte (Urheberrechtsgesetz UrhG), Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (BMJV), zuletzt geändert am 3. Dezember 2015
- BSI 2015**  
IT-Grundschutzkataloge, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), unter [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/ITGrundschutzKataloge/Inhalt/\\_content/kataloge.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/ITGrundschutzKataloge/Inhalt/_content/kataloge.html) (abgerufen am 10.04.2015)
- DENERT 1979**  
Denert, E.: Softwaremodularisierung. In: Informatik Spektrum, Band 2, Springer Verlag, 1979
- DIN 40150**  
Begriffe zur Ordnung von Funktions- und Baueinheiten, 1979-10
- DIN EN 15518**  
Winterdienstausrüstung - Straßenzustands- und Wetterinformationssysteme, 2011-04
- DIN EN 50556**  
Straßenverkehrs-Signalanlagen, 2011-09
- DIN EN IEC-60870-5-1**  
Fernwirkrichtungen und -systeme - Teil 5: Übertragungsprotokolle; Hauptabschnitt 1: Telegrammformate
- DIN EN ISO 9241**  
Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten
- DIN VDE 0100**  
Errichten von Niederspannungsanlagen
- DIN V ENV 12313-4**  
Verkehrs- und Reiseinformationen (TTI) - TTI-Nachrichten mittels Verkehrsnachrichtenkodierung - Teil 4: Kodierungsprotokoll für Radiodaten-systeme - Verkehrsnachrichtenkanal (RDS-TMC) - RDS-TMC unter Nutzung von ALERT Plus mit ALERT C
- DIN V VDE V 0832-400**  
Straßenverkehrs-Signalanlagen - Teil 400: Verkehrsbeeinflussungsanlagen, Vornorm, 2008-12
- EVB-IT**  
Ergänzende Vertragsbedingungen für Informationstechnik (EVB-IT), Der IT-Beauftragte der Bundesregierung, unter [http://www.cio.bund.de/Web/DE/IT-Beschaffung/EVB-IT-und-BVB/Aktuelle\\_EVB-IT/aktuelle\\_evb\\_it\\_node.html](http://www.cio.bund.de/Web/DE/IT-Beschaffung/EVB-IT-und-BVB/Aktuelle_EVB-IT/aktuelle_evb_it_node.html) (abgerufen am 10.04.2015)
- FGSV 1991**  
Merkblatt über Detektoren für den Straßenverkehr, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 312, Köln, 1991
- FGSV 2001**  
Hinweise für Planung und Einsatz von Geschwindigkeitswarnanlagen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 377, Köln, 2001
- FGSV 2003a**  
Hinweise zu variablen Fahrstreifen-zuteilungen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 384, Köln, 2003
- FGSV 2003b**  
Hinweise zur Datenvervollständigung und Datenaufbereitung in verkehrstechnischen Anwendungen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 382, Köln, 2003
- FGSV 2006a**  
Hinweise zur Qualitätsanforderung und Qualitätssicherung der lokalen Verkehrsdatenerfassung für Verkehrsbeeinflussungsanlagen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 386, Köln, 2006
- FGSV 2007**  
Hinweise zur Wirksamkeitsschätzung und Wirksamkeitsberechnung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 311, Köln, 2007

- FGSV 2008a**  
Hinweise zu Planung und Betrieb von betreiberübergreifenden Netzsteuerungen in der Verkehrsbeeinflussung, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 310, Köln, 2008
- FGSV 2008b**  
Hinweise für Zuflussregelungsanlagen (H ZRA), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 318, Köln, 2008
- FGSV 2010**  
Hinweise zur Erfassung und Nutzung von Umfelddaten in Streckenbeeinflussungsanlagen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 306, Köln, 2010
- FGSV 2011a**  
Grundlagen für das Erstellen von Technischen Regelwerken und Wissensdokumenten für das Straßen- und Verkehrswesen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), 2011, unter [http://www.fgsv.de/fileadmin/pdf/Prozess\\_Erstellen\\_Regelwerk\\_Kap\\_1-6\\_November\\_2011\\_inkl.Anlagen.pdf](http://www.fgsv.de/fileadmin/pdf/Prozess_Erstellen_Regelwerk_Kap_1-6_November_2011_inkl.Anlagen.pdf) (abgerufen am 16.02.2016)
- FGSV 2011b**  
Hinweise zur EU-Umweltgesetzgebung in der Verkehrsplanungspraxis Teil 1: Luftreinhalteplanung, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 148/1, Köln, 2011
- FGSV 2011c**  
Hinweise zur EU-Umweltgesetzgebung in der Verkehrsplanungspraxis Teil 2: Lärmaktionsplan, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 148/2, Köln, 2011
- FGSV 2011d**  
Hinweise zur Strategieranwendung im dynamischen Verkehrsmanagement, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 381/1, Köln, 2011
- FGSV 2012a**  
Hinweise zum Einsatz von Steuerungsverfahren in der Verkehrsbeeinflussung, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 304/1, Köln, 2012
- FGSV 2012b**  
Hinweise zur Strukturierung einer Rahmenarchitektur für Intelligente Verkehrssysteme (IVS) in Deutschland – Notwendigkeit und Methodik, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 305, Köln, 2012
- FGSV 2015a**  
Hinweise zur Videodetektion in Verkehrsbeeinflussungsanlagen (H VVBA), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 304/2, Köln, 2015
- FGSV 2015b**  
Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Entwurfsfassung 2015
- Hessen Mobil 2014**  
Verkehrsmanagement Region Frankfurt Rhein-Main - Leitfaden zur Anwendung, Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement, Wiesbaden, 2014
- ISO 14819**  
Intelligente Transportsysteme - Verkehrs- und Reiseinformationen über Verkehrsmeldungskodierung
- KERNER 2004**  
Kerner, B. S.: The Physics of Traffic, Springer Verlag, Berlin, New York, 2004
- MARZ 1999**  
Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen (MARZ), Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Ausgabe 1999, Bergisch-Gladbach, 1999
- MDM**  
Mobilitäts Daten Marktplatz: Technische Schnittstellenbeschreibung, abrufbar in der jeweils aktuellen Version unter <http://www.mdm-portal.de/service/hilfe/dokumentation.html>
- PAPAGEORGIU 1991**  
Papageorgiou, M., Hadj-Salem, H., Blossevile, J.-M.: ALINEA: A Local Feedback Control Law for On-Ramp Metering, Transportation Research Record, Heft 1320, Transportation Research Board, Washington (DC), 1991
- RiLSA 2015**  
Richtlinien für Lichtsignalanlagen - Lichtzeichenanlagen für den Straßenverkehr (RiLSA), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 321, Köln, 2015
- RSA 1995**  
Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA), Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, FGSV 370, Ausgabe 1995, 5. überarbeitete Fassung 2014

**RWBA 2000**

Richtlinien für die wegweisende Beschilderung auf Autobahnen (RWBA), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV 329/2, Köln, 2001

**RWVA 1997**

Richtlinien für Wechselverkehrszeichen-Anlagen an Bundesfernstraßen (RWVA), Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch-Gladbach, 1997

**RWVZ 1997**

Richtlinien für Wechselverkehrszeichen an Bundesfernstraßen (RWVZ), Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch-Gladbach, 1997

**STÖCKER 2001**

Stöcker, K., Trupat, S.: Der Einfluss einer Zuflussregelung an Anschlussstellen auf die Verbesserung des Verkehrsflusses auf Autobahnen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 802, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, Bonn, 2001

**TLS 2012**

Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS), Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Ausgabe 2012, Bergisch-Gladbach, 2012

**TRAPP 2006**

Trapp, R.: Entwicklung eines Proaktiven Verfahrens zur Rampenzuflusssteuerung und die Bewertung seiner Wirkung im Vergleich zu anderen Steuerungsverfahren, Aachener Mitteilungen Straßenwesen, Erd- und Tunnelbau, Institut für Straßenwesen, Aachen, 2006

**UNE-ISO/IEC 9126-1**

Software engineering - Product quality - Part 1: Quality model, 2004-12

**V-Modell XT**

Verein zur Weiterentwicklung des V-Modell XT (WEIT e.V.): V-Modell XT, Das deutsche Referenzmodell für Systementwicklungsprojekte, Version: 2.0, München, abrufbar in der jeweils aktuellen Version unter <http://ftp.tu-clausthal.de/pub/institute/informatik/v-modell-xt/Releases/2.0/V-Modell-XT-Gesamt.pdf>

**Bilder**

Bild 1: Funktionsebenen des Systems Verkehrsbeeinflussung

Bild 2: Systemkontext des VRZ-/UZ-Gesamtsystems

Bild 3: Fachliche Abläufe Datenübernahme

Bild 4: Fachliche Abläufe und Datenfluss der Datenaufbereitung

Bild 5: Lage der Messquerschnitte in Anschlussstellen

Bild 6: Umsetzung eines Messwertes über eine Hysterese in Stufen [FGSV 2010]

Bild 7: Zustandsbereiche im dynamischen Fundamentaldiagramm

Bild 8: Beispiel für das Prinzip des Verdrängens [FGSV 2012a]

Bild 9: Fachliche Architektursicht des Verkehrsrechner- und Unterzentralen-Systems

Bild 10: Technische Architektursicht des Verkehrsrechner- und Unterzentralen-Systems

**Tabellen**

Tab. 1: Zuordnung der Funktionsbereiche im VRZ-/UZ-System

Tab. 2: Statuskennungen für Kurzzeitdaten

Tab. 3: relevante Umfelddaten

Tab. 4: Statuskennungen für Umfelddaten

Tab. 5: Zuordnung Messquerschnitt zu Anzeigequerschnitt beim Ersatzquerschnittverfahren [Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.]

Tab. 6: Erstversorgung für hysteresebasierte Grenzwerte zur Klassifizierung der Niederschlagsintensitätsstufen

Tab. 7: Erstversorgung für hysteresebasierte Grenzwerte zur Klassifizierung der Wasserfilmdickenstufen

Tab. 8: Erstversorgung zur Ermittlung der Nässtufe (n.v. = nicht verfügbar)

Tab. 9: Erstversorgung zur Berücksichtigung der Abtrocknungsphase

Tab. 10: Erstversorgung für hysteresebasierte Grenzwerte zur Klassifizierung der SW-Stufen

Tab. 11: Zuordnung der Parameter für Helligkeitsstufen

Tab. 12: Zustände von Situationstypen

Tab. 13: Übersicht und Eigenschaften der Verfahren zur Situationserkennung

- Tab. 14: Erstversorgung Geschwindigkeitsklassen zur Definition der Situation langsam fahrendes Fahrzeug
- Tab. 15: Beschreibung der Windstärke
- Tab. 16: Beispieldarstellung für eine Zuordnungsmatrix
- Tab. 17: Übersicht und Eigenschaften der Maßnahmen zur Verkehrsbeeinflussung
- Tab. 18: Beispieldarstellung für eine Ausschlussmatrix
- Tab. 19: Schaltungsarten der UZ
- Tab. 20: Mögliche Prioritäten für die Anzeige von WVZ [Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.]
- Tab. 21: Behandlung von Störungen des Anzeigesystems
- Tab. 22: Behandlung von Störungen bei Wechselwegweisungssystemen [Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.]
- Tab. 23: Mögliche Attribute von Straßendaten, Verkehrsdaten und technischer Infrastruktur
- Tab. 24: Mögliche Attribute von Verfahren und Programmen
- Tab. 25: Dateninhalte von Protokollen
- Tab. 26: Anforderungen an die Auswertung von Verkehrsdaten
- Tab. 27: Anforderungen an die Auswertung von Verkehrsstörungen
- Tab. 28: Anforderungen an die Auswertung von Betriebsstörungen
- Tab. 29: Anforderungen an die Auswertung von Netzbeeinflussungen
- Tab. 30: Anforderungen an die Auswertung von Streckenbeeinflussungen
- Tab. 31: Anforderungen an die Auswertung von Knoten-/ Punktuellen Beeinflussungen
- Tab. 32: Anforderungen an die Auswertung von Umfelddaten
- Tab. 33: Anforderungen an die Auswertung von Verkehrsinformationen
- Tab. 34: Maximale Laufzeiten von Prozessen
- Tab. 35: Beispiel für ein Benutzer- und Berechtigungskonzept

## Schriftenreihe

### Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

#### Unterreihe „Verkehrstechnik“

## 2015

V 257: Führung des Radverkehrs im Mischverkehr auf innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen

Ohm, Fiedler, Zimmermann, Kraxenberger, Maier Hantschel, Otto € 18,00

V 258: Regionalisierte Erfassung von Straßenwetter-Daten  
Holldorb, Streich, Uhlig, Schäufele € 18,00

V 259: Berücksichtigung des Schwerverkehrs bei der Modellierung des Verkehrsablaufs an planfreien Knotenpunkten

Geistefeldt, Sievers  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 260: Berechnung der optimalen Streudichte im Straßenwinterdienst  
Hausmann € 15,50

V 261: Nutzung von Radwegen in Gegenrichtung – Sicherheitsverbesserungen  
Alrutz, Bohle, Busek € 16,50

V 262: Verkehrstechnische Optimierung des Linksabbiegens vom nachgeordneten Straßennetz auf die Autobahn zur Vermeidung von Falschfahrten

Maier, Pohle, Schmotz, Nirschl, Erbsmehl € 16,00

V 263: Verkehrstechnische Bemessung von Landstraßen – Weiterentwicklung der Verfahren  
Weiser, Jäger, Riedl, Weiser, Lohoff € 16,50

V 264: Qualitätsstufenkonzepte zur anlagenübergreifenden Bewertung des Verkehrsablaufs auf Außerortsstraßen  
Weiser, Jäger, Riedl, Weiser, Lohoff € 17,00

V 265: Entwurfstechnische Empfehlungen für Autobahntunnelstrecken

Bark, Kutschera, Resnikow, Baier, Schuckließ  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

V 266: Verfahren zur Bewertung der Verkehrs- und Angebotsqualität von Hauptverkehrsstraßen  
Baier, Hartkopf € 14,50

V 267: Analyse der Einflüsse von zusätzlichen Textanzeigen im Bereich von Streckenbeeinflussungsanlagen  
Hartz, Saighani, Eng, Deml, Barby

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 268: Motorradunfälle – Einflussfaktoren der Verkehrsinfrastruktur

Hegewald, Fürneisen, Tautz  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

## 2016

V 269: Identifikation von unfallauffälligen Stellen motorisierter Zweiradfahrer innerhalb geschlossener Ortschaften  
Pohle, Maier € 16,50

V 270: Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet)

Holldorb, Rumpel, Biberach, Gerstengarbe, Österle, Hoffmann € 17,50

V 271: Verfahren zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien bei der Ausschreibung von Elementen der Straßeninfrastruktur

Offergeld, Funke, Eschenbruch, Fandrey, Röwekamp  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 272: Einsatzkriterien für Baubetriebsformen  
Göttgens, Kemper, Volkenhoff, Oeser, Geistefeldt, Hohmann € 16,00

V 273: Autobahnverzeichnis 2016  
Kühnen € 25,50

V 274: Liegedauer von Tausalzen auf Landstraßen  
Schulz, Zimmermann, Roos € 18,00

V 275: Modellversuch für ein effizientes Störfallmanagement auf Bundesautobahnen  
Grah, Skottke

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 276: Psychologische Wirkung von Arbeitsstellen auf die Verkehrsteilnehmer  
Petzoldt, Mair, Krems, Roßner, Bullinger € 30,50

V 277: Verkehrssicherheit in Einfahrten auf Autobahnen  
Kathmann, Roggendorf, Scotti  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 278: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2014  
Fitschen, Nordmann € 30,50

V 279: HBS-konforme Simulation des Verkehrsablaufs auf Autobahnen  
Geistefeldt, Giuliani, Busch, Schendzielorz, Haug, Vortisch, Leyn, Trapp € 23,00

## 2017

V 280: Demografischer Wandel im Straßenbetriebsdienst – Analyse der möglichen Auswirkungen und Entwicklung von Lösungsstrategien  
Pollack, Schulz-Ruckriegel € 15,50

V 281: Entwicklung von Maßnahmen gegen Unfallhäufungsstellen – Weiterentwicklung der Verfahren  
Maier, Berger, Kollmus € 17,50

V 282: Aktualisierung des Überholmodells auf Landstraßen  
Lippold, Veters, Steinert € 19,50

V 283: Bewertungsmodelle für die Verkehrssicherheit von Autobahnen und von Landstraßenknotenpunkten  
Bark, Krähling, Kutschera, Baier, Baier, Klemp-Kohnen, Schuckließ, Maier, Berger € 19,50

V 284: Berücksichtigung des Schwerverkehrs bei der Modellierung des Verkehrsablaufs an planfreien Knotenpunkten  
Geistefeldt, Sievers  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 285: Praxisgerechte Anforderungen an Tausalz  
Kamptner, Thümmler, Ohmann  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 286: Telematisch gesteuertes Kompaktparken – Grundlagen und Entwicklung  
Kleine, Lehmann € 16,50

- V 287: **Werkzeuge zur Durchführung des Bestandsaudits und einer erweiterten Streckenkontrolle**  
Bark, Kutschera, Resnikow, Follmann, Biederbick € 21,50
- V 288: **Überholungen von Lang-Lkw - Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf**  
Roos, Zimmermann, Köhler  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- V 289: **Verkehrsqualität an verkehrsbabhängig gesteuerten und koordinierten Lichtsignalanlagen**  
Geistefeldt, Giuliani, Vieten, Dias Pais € 20,00
- V 290: **Fahrleistungserhebung 2014 – Inländerfahrleistung**  
Bäumer, Hautzinger, Pfeiffer, Stock, Lenz, Kuhnimhof, Köhler € 19,00
- V 291: **Fahrleistungserhebung 2014 – Inlandsfahrleistung und Unfallrisiko**  
Bäumer, Hautzinger, Pfeiffer, Stock, Lenz, Kuhnimhof, Köhler € 18,50
- V 292: **Verkehrsnachfragewirkungen von Lang-Lkw**  
Burg, Schrempf, Röhling, Klaas-Wissing, Schreiner  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- V 293: **Ermittlung der geeigneten Verkehrsnachfrage als Bemessungsgrundlage von Straßen**  
Geistefeldt, Hohmann, Estel  
Unterauftragnehmer: Manz € 17,50
- V 294: **Wirtschaftlichkeitsbewertung besonderer Parkverfahren zur Lkw-Parkkapazitätserhöhung an BAB**  
Maibach, Tacke, Kießig € 15,50
- V 295: **Konzentrationen und Frachten organischer Schadstoffe im Straßenabfluss**  
Grotehusmann, Lambert, Fuchs, Graf € 16,50
- V 296: **Parken auf Rastanlagen mit Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Übergroße**  
Lippold, Schemmel, Kathmann, Schroeder  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- V 297: **Sicherheitstechnische Überprüfung von Elementen plangleicher Knotenpunkte an Landstraßen**  
Zimmermann, Beeh, Schulz, Roos  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- V 298: **Verfahren zur Zusammenführung von Informationen unterschiedlicher Netzanalyseysteme**  
Balck, Schüller, Balmberger, Rossol  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- V 299: **Einfluss von Fehlern auf die Qualität von Streckenbeeinflussungsanlagen**  
Schwietering, Neumann, Volkenhoff, Fazekas, Jakobs, Oeser  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- V 301: **Sicherheitsbewertung von Arbeitsstellen mit Gegenverkehrstrennung**  
Kemper, Sümmermann, Baier, Klemps-Kohnen  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- V 302: **Entwicklung einer Fahrstreifenreduktionsbeeinflussungsanlage für Baustellen auf BAB**  
Heinrich, Maier, Papageorgiou, Papamichail, Schober, Stamatakis  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- V 303: **Psychologische Wirkungen von Arbeitsstellenlängen, -staffelung und -gestaltung auf die Verkehrsteilnehmer**  
Scotti, Kemper, Oeser, Haberstroh, Welter, Jeschke, Skottke € 19,50
- V 304: **Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2015**  
Fitschen, Nordmann € 31,00  
*Die Ergebnisdateien können als kostenpflichtiger Download unter: [www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de) heruntergeladen werden.* € 15,00
- V 305: **Pilotversuche zur Behandlung der Abwässer von PWC-Anlagen**  
Hartmann, Londong € 16,00
- V 306: **Anpassung des bestehenden Straßennetzes an das Entwurfskonzept der standardisierten Straßen – Pilotprojekt zur Anwendung des M EKLBest**  
Lippold, Wittig  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- V 307: **Evaluation des Sicherheitsaudits von Straßen in der Planung**  
Baier, Baier, Klemps-Kohnen, Bark, Beaulieu, Theis € 17,50
- V 308: **Überarbeitung und Aktualisierung des Merkblattes für die Ausstattung von Verkehrsrechner- und Unterzentralen (MARZ 1999)**  
Gerstenberger, Hösch, Listl, Schwietering  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

## 2018

- V 300: **Untersuchungen zur Optimierung von Schadstoffrückhalt und Standfestigkeit von Banketten**  
Werkenthin, Kluge, Wessolek  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

Fordern Sie auch unser kostenloses Gesamtverzeichnis aller lieferbaren Titel an! Dieses sowie alle Titel der Schriftenreihe können Sie unter der folgenden Adresse bestellen:

Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG  
Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen  
Tel. +(0)421/3 69 03-53 · Fax +(0)421/3 69 03-63

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)