



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen

Ausgabe 2018

MARZ 2018

bast

Impressum

Herausgeber: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Invalidenstraße 44

10115 Berlin

Die Aktualisierung und Überarbeitung wurde im Auftrag der BASt durchgeführt von:

Dr.-Ing. Gerhard Listl
Dr. Ing. Marcus Gerstenberger
Dipl.-Ing. Michael Hösch
gevas humberg & partner
Ingenieurgesellschaft für Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik mbH

Dr.-Ing. Christoph Schwietering
Ingenieurbüro Schwietering

Unter Mitwirkung von:

Dipl.-Ing. Imke Andresen, Bonn
Dipl.-Ing. Andrea Elster, Wiesbaden
Dipl.-Ing. Peter Ermer, Nürnberg
Mag. Martin Gergely, Wien
Dipl.-Ing. Johannes Grötsch, München
Dipl.-Ing. Christian Hoffmann, Koblenz
Dr.-Ing. Andreas Kochs, Bonn
Dipl.-Ing. Rainer Lehmann, Bergisch Gladbach
Dipl.-Ing. Steffen Meier, Erfurt
Dipl.-Ing. Michael Pohlert, Magdeburg
Dipl.-Ing. Hans Jürgen Schopf, Wiesbaden
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Melanie Zorn, Bergisch Gladbach

Dokumenten-Revision

Version	Datum	Änderung	Status
2.0	30.04.2017	Aktualisierung und Überarbeitung MARZ 1999	Abgeschlossen
2.1	27.03.2018	Entfernen Anhang 1 „Rollen- und Tätigkeitsprofile für den VRZ-/UZ-Betrieb“ und dafür in Kapitel 2.3 Verweis auf BAST-Bericht V 187, Anlage 3 und entsprechende Anpassungen bei Nummerierungen und Querverweisen.	Einführung mit ARS

Inhalt	Seite
1. Ausgangssituation und Zielsetzung	9
1.1 Einführung	9
1.2 Inhalt und Zweck des Merkblatts.....	9
1.3 Gültigkeitsbereich und Pflege des Merkblatts.....	10
1.4 Zuständigkeiten	10
1.5 Systemebenen	10
2. Systemkontext, Funktionsbereiche und Rollen.....	12
2.1 Systemkontext.....	12
2.2 Funktionsbereiche im VRZ-/UZ-System.....	12
2.3 Nutzergruppen für Systembetrieb	15
3. Funktionale Anforderungen an interne Funktionsbereiche	16
3.1 Allgemeines.....	16
3.2 Anforderungen an die Datenübernahme (FB 1).....	16
3.2.1 Allgemeines.....	16
3.2.2 Zeitstempel.....	17
3.2.3 Verkehrsdaten.....	17
3.2.4 Langzeitdaten.....	21
3.2.5 Achslastdaten.....	21
3.2.6 Umfelddaten.....	21
3.2.7 Sonstige zu übernehmende Daten	24
3.2.8 Ausfallstrategie für die Datenübernahme.....	24
3.3 Anforderungen an die Datenaufbereitung (FB 2).....	25
3.3.1 Allgemeines.....	25
3.3.2 Verkehrsdaten.....	26
3.3.3 Umfelddaten.....	28
3.4 Anforderungen an die Datenhaltung (FB 3)	31
3.4.1 Allgemeines.....	31
3.4.2 Verkehrsdaten (fahrstreifenbezogen)	32
3.4.3 Analysedaten (fahrtrichtungsbezogen)	33
3.4.4 Geglättete Kurzzeitdaten (fahrtrichtungsbezogen)	33
3.4.5 Aggregierte Verkehrsdaten (fahrtrichtungsbezogen).....	33
3.4.6 Durchschnittliche Tagesverkehrswerte (DTV Monat und DTV Jahr).....	33
3.4.7 Achslastdaten.....	33
3.4.8 Umfelddaten.....	33
3.4.9 Verkehrsstörungen.....	33
3.4.10 Betriebsstörungen	33
3.4.11 Schaltdaten WVZ/ WWW	33
3.4.12 Bedienereingriffe/ Sonstiges	33
3.4.13 Externe Daten	34
3.5 Anforderungen an die Datenarchivierung (FB 4)	34
3.6 Anforderungen an die Betriebsdatenaufbereitung (FB 5)	34
3.7 Anforderungen an das Ereignismanagement (FB 6)	35
3.7.1 Allgemeines.....	35

3.7.2	Ereignisse	35
3.7.3	Verwaltung der Ereignisse	36
3.7.4	Abfragefunktion	36
3.7.5	Benachrichtigungsfunktion.....	36
3.8	Anforderungen an Verfahren zur Situationserkennung und –bewertung (FB 7)	37
3.8.1	Grundlagen der Situationserkennung und –bewertung	37
3.8.2	Überblick über Verfahren der Situationserkennung und -bewertung	39
3.8.3	Verfahren mit vorwiegendem Einsatz in der SBA-Steuerung.....	41
3.8.4	Verfahren mit vorwiegendem Einsatz in der NBA-Steuerung.....	44
3.8.5	Verfahren mit vorwiegendem Einsatz in der KBA-Steuerung – Verkehrslage an Knotenpunkten.....	47
3.9	Abgleich von Ergebnissen der Situationserkennung (FB 8)	47
3.10	Anforderungen an Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen (FB 9)	47
3.10.1	Grundlagen von Maßnahmen in der Verkehrsbeeinflussung	47
3.10.2	Überblick über Maßnahmen der Verkehrsbeeinflussung	48
3.10.3	Maßnahmen zur Steuerung von SBA	49
3.10.4	Maßnahmen zur Steuerung von NBA.....	51
3.10.5	Maßnahmen zur Steuerung von KBA	52
3.11	Abgleich von Maßnahmen (FB 10)	53
3.11.1	Abgleich sich gegenseitig ausschließender Maßnahmen	53
3.11.2	Maßnahmenabgleich im NBA-Kontext.....	54
3.12	Anforderungen an die Schaltbildermittlung (FB 11)	54
3.12.1	Allgemeines und Definitionen	54
3.12.2	Zuordnung von Maßnahmen auf Anzeigequerschnitte.....	55
3.12.3	Schaltbildanforderung	56
3.12.4	Schaltungsarten	57
3.12.5	Längs- und Querabgleich.....	58
3.12.6	Priorisierung	60
3.12.7	Verriegelung.....	62
3.12.8	Überlagerung	62
3.12.9	Verdrängung	62
3.12.10	Progression.....	63
3.12.11	Ausfallbehandlung	64
3.13	Konfiguration, Parametrierung und Optimierung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen (FB 12)	67
3.13.1	Allgemeines	67
3.13.2	Konfiguration	67
3.13.3	Parametrierung	70
3.13.4	Optimierung	71
3.14	Anforderungen an Protokolle und Auswertungen (FB 13)	71
3.14.1	Allgemeines	71
3.14.2	Protokolle	72
3.14.3	Auswertung der Verkehrsdaten	74
3.14.4	Auswertung der Verkehrsstörungen	75
3.14.5	Auswertung der Betriebsstörungen	75
3.14.6	Auswertung der Netzbeeinflussung	76
3.14.7	Auswertung der Streckenbeeinflussung	76

3.14.8	Auswertung der Knoten-/ Punktuellen Beeinflussung.....	77
3.14.9	Auswertung der Umfelddaten	77
3.14.10	Auswertung der Verkehrsinformationen.....	78
3.15	Anforderungen an Geo-Dienste (FB 14)	78
3.16	Anforderungen an den Objektmanager (FB 15).....	78
3.17	Anforderungen an Karten-Dienste (FB 16)	78
3.18	Anforderungen an den internen Daten- und Dienstevermittler (FB 17)	79
3.19	Anforderungen an die Kommunikation mit externen Systemen (FB 18).....	79
3.20	Bedienung und Visualisierung (FB 19).....	79
4.	Funktionale Anforderungen an externe Funktionsbereiche	82
4.1	Kommunikation mit den Außenanlagen gemäß den TLS (ES-1.1).....	82
4.2	Anforderungen an das Verkehrsinformationsmanagement (ES-1.2).....	82
4.3	Anforderungen an die Betriebsüberwachung des Gesamtsystems (ES-1.3)	84
4.4	Simulation (ES-1.4)	85
4.4.1	Simulation von SBA-Steuerungen	85
4.4.2	Simulation von NBA-Steuerungen	86
4.5	Anforderungen an das Straßenzustands- und Wetterinformations-System (ES-1.5).....	87
4.6	Anforderungen an den Gang-linienarbeitsplatz (ES-1.6).....	87
4.7	Anforderungen an das Baustellenmanagement (ES-1.7)	87
4.8	Anforderungen an das Strategiemanagement (ES-1.8).....	88
4.9	Anforderungen an das Workflowmanagement (ES-1.9)	89
4.10	Anforderungen an das Qualitätsmanagement (ES-1.10).....	89
4.11	Anforderungen an das Videomanagement (ES-1.11).....	89
4.12	Anforderungen an kooperative Systeme (ES-1.12)	90
4.13	Datenaustausch mit der Tunnelbetriebstechnik (ES-1.13)	90
4.14	Anbindung temporärer verkehrstelematischer Systeme (ES-1.14)	91
4.15	Anforderungen an externe Verkehrsmodelle und Steuerungsverfahren (ES-1.15).....	91
5.	Anforderungen an die systemexternen Schnittstellen	92
5.1	Landesmeldestelle (LMSt) (ES-2.1).....	92
5.2	Externe VRZ (ES-2.2)	92
5.3	Externe VIZ (ES-2.3)	92
5.4	Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) (ES-2.4)	92
5.5	Verkehrliches Störungsmanagement (ES-2.5)	92
5.6	Deutscher Wetterdienst (DWD) (ES-2.6)	93
6.	Nicht-funktionale Anforderungen.....	94
6.1	Systemeffizienz und Performance	94
6.1.1	Grundsätze.....	94
6.1.2	Laufzeiten.....	94
6.1.3	Antwortzeiten	94
6.1.4	Speichereffizienz	94
6.1.5	Skalierbarkeit	94
6.2	Betriebssicherheit und Ausfallsicherheit	94
6.2.1	Kritikalität des Systems	94
6.2.2	Vorgehen beim Systemstart.....	95
6.2.3	Systemverfügbarkeit	95
6.2.4	Start und Stopp von Applikationen.....	95

6.2.5	Systemüberwachung	95
6.2.6	Überwachung und Dokumentation von Datenausfällen	96
6.2.7	Datensicherung	96
6.2.8	Unterbrechungsfreie Stromversorgung	96
6.2.9	Redundanz	96
6.2.10	Zeitsynchronisierung	97
6.3	Softwareeigenschaften	97
6.3.1	Hardware- und Betriebssystemauslegung	97
6.3.2	Modularisierung und Übertragbarkeit	97
6.3.3	Softwarepflege und Parametrierung	97
6.3.4	Benutzbarkeit	97
6.4	Entwicklungs- und Testumgebung	98
6.5	Projektabwicklung	98
6.6	Schulung und Einweisung	98
6.7	Instandhaltung, Wartung und Pflege	99
6.8	DV-Sicherheit	99
6.8.1	Rechtsrahmen und Vorschriften	99
6.8.2	Authentifizierung und Verschlüsselung	100
6.8.3	Benutzer- und Berechtigungskonzept	100
6.8.4	Urlasserverfolgung	101
7.	Skizze der Gesamtsystemarchitektur und des Lebenszyklus	102
7.1	Allgemeines	102
7.2	Systemaufbau und -struktur	102
7.2.1	Fachliche Architektursicht	103
7.2.2	Technische Architektursicht	103
7.3	Systemmigration	106
7.3.1	Migrationsplanung	106
7.3.2	Migrationsstrategien	107
7.3.3	Hinweise zum Vorgehen	107
8.	Lieferumfang	109
8.1	Überlassung der Anwendungssoftware	109
8.1.1	Nutzungsrechte an der Software	109
8.1.2	Eigentumsrechte an den Konfigurationsdaten	109
8.2	Systemdokumentation	109
8.2.1	Grundsätzliche Anforderungen	109
8.2.2	Dokumentationsumfang	110
9.	Abnahmeprozess	112
9.1	Vorbereitende Tests	112
9.1.1	Zuordnungs- und Projektierungstest	112
9.1.2	Ausfalltest	112
9.1.3	Test der verkehrstechnischen Konfiguration	112
9.1.4	Test der Außenanlage	112
9.2	Prüfungen	112
9.2.1	Prüfunterlagen	112
9.2.2	Dokumentenprüfung	113
9.2.3	Softwareprüfung	113

9.3	Probetrieb.....	113
9.3.1	Vorbereitung.....	113
9.3.2	Durchführung	114
9.4	Abnahme	115
10.	Allgemeines	116
10.1	Abkürzungen	116
10.2	Formelzeichen.....	119
10.3	Glossar	127
11.	Literaturverzeichnis	139
Anhang 1	Plausibilitäts- und Vollständigkeitsprüfungen	142
Anhang 2	Vorgehen und Berechnungen zur Datenaufbereitung.....	153
Anhang 3	Anforderungen zur Datenhaltung	164
Anhang 4	Prioritäten von Ereignissen.....	169
Anhang 5	Verfahren zur Situationserkennung	171
Anhang 6	Auswahl geeigneter Verfahren zur Situationserkennung	198
Anhang 7	Maßnahmen zur Verkehrsbeeinflussung	200
Anhang 8	Mögliches Vorgehen zum Maßnahmenabgleich im NBA-Kontext.....	205
Anhang 9	Beispielhafte Übersicht der „Protokolle und Auswertungen“ einer VRZ.....	207
Anhang 10	Einsatzbeispiele für den Daten- und Dienstevermittler.....	213
Anhang 11	Anforderungen an die „Bedienung und Visualisierung“	214
Anhang 12	Anforderungen an das Verkehrsinformationsmanagement	244
Anhang 13	Anforderungen an den Umgang mit Meldungen des Betriebsüberwachungssystems	248
Anhang 14	Hinweise zur Anforderungsdefinition an eine rechnergestützte Strategieumsetzung	250
Anhang 15	Anforderungen an das Videomanagement.....	257
Anhang 16	Beispiel für ein Migrationskonzept.....	260
Anhang 17	Prüfungen, Tests und Inbetriebnahmen von VBA	264

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 Verkehrsrechnerzentralen (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 Vernetzung von Verkehrsrechnerzentralen und Untereinheiten 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 eingebunden, 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 Autobahn-polizeireviere 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. Verkehrswarndaten 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 (SSSt) 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.

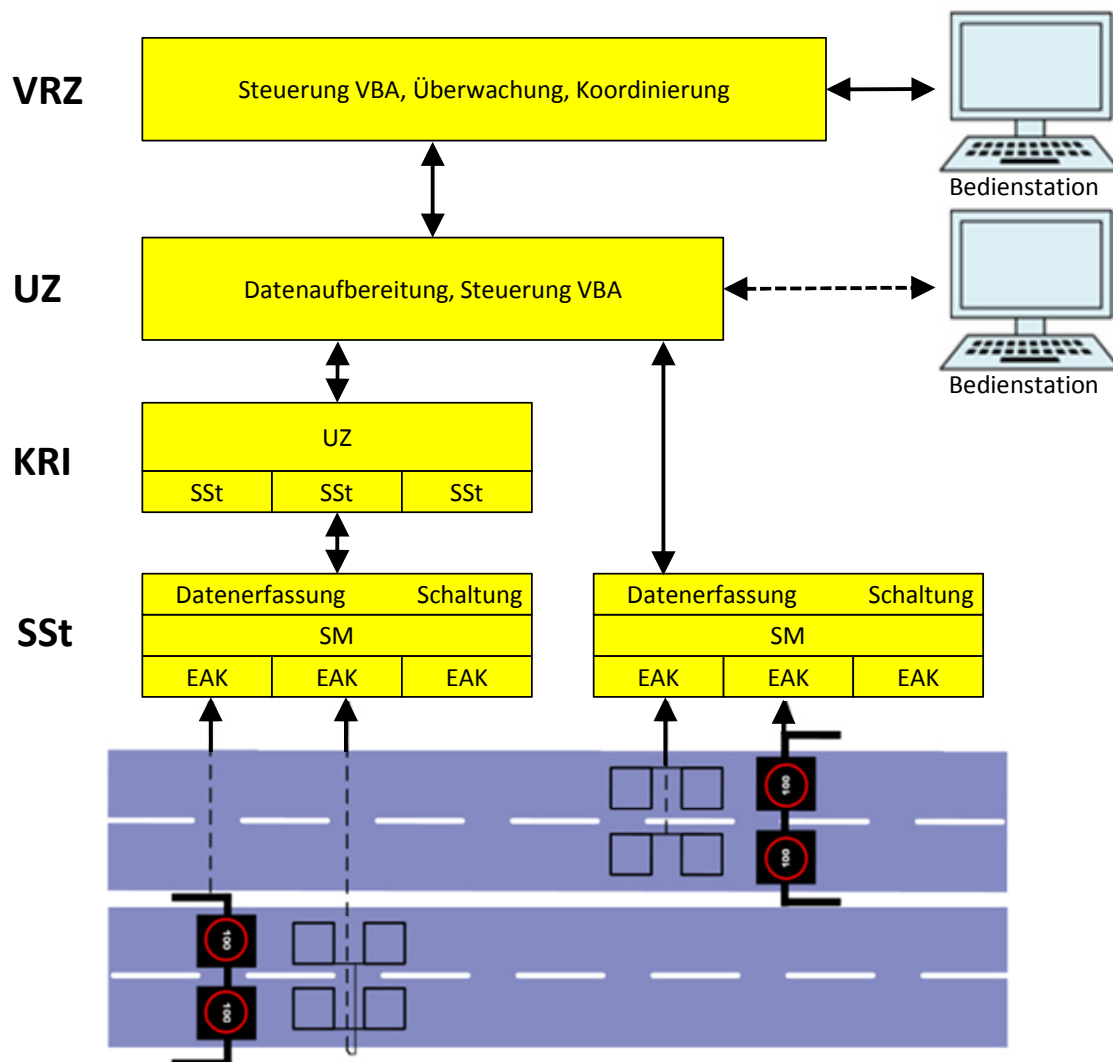


Bild 1: Funktionsebenen des Systems Verkehrsbeeinflussung

2. Systemkontext, Funktionsbereiche und Rollen

2.1 Systemkontext

In diesem Abschnitt 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 Abschnitt 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 Abschnitten 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 Tab. 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. Tab. 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 Tab. 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.

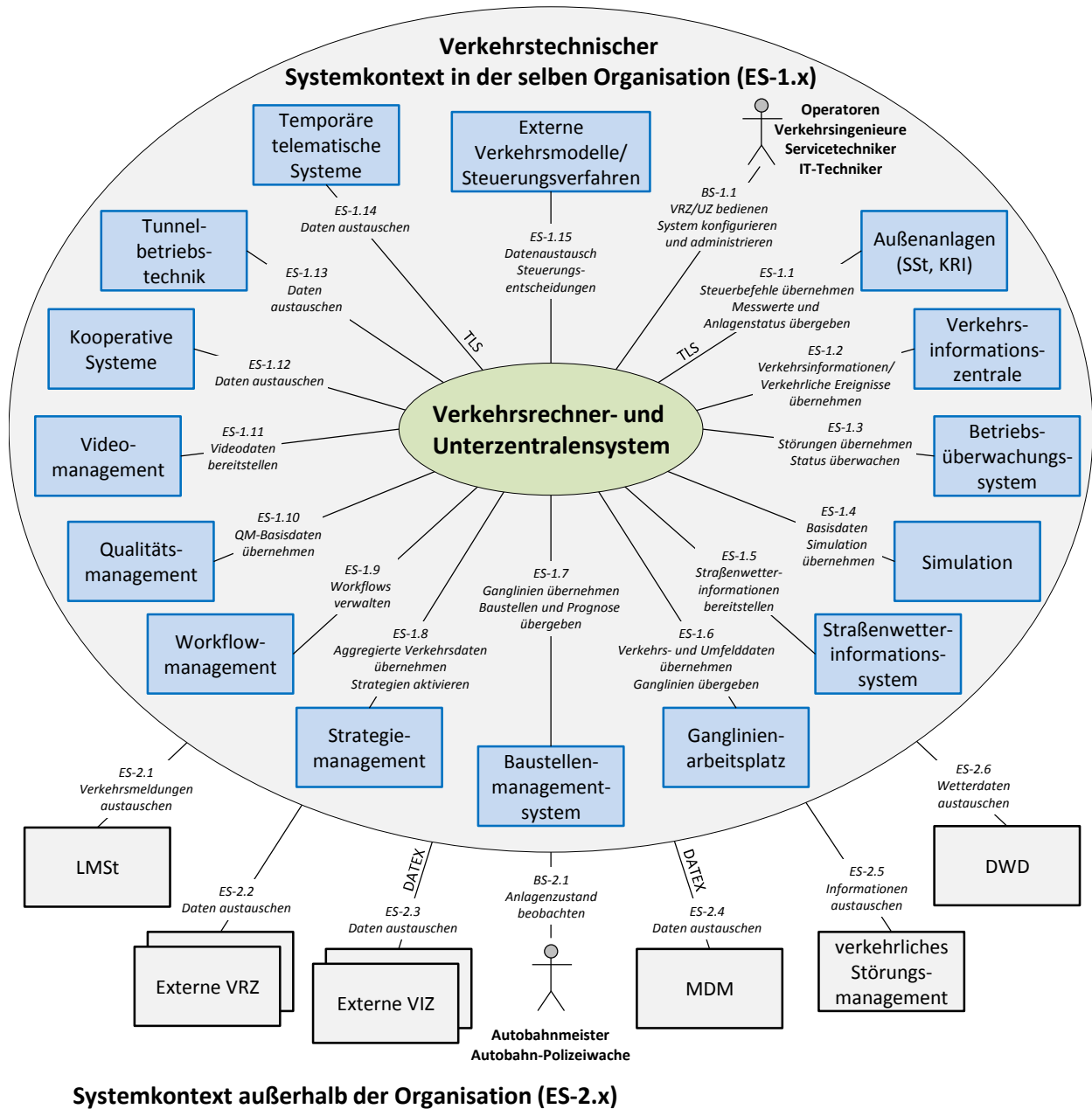


Bild 2: Systemkontext des VRZ-/UZ-Gesamtsystems

Funktionsbereich mit zugehörigen Funktionen	Funktionsebene	
	VRZ	UZ
Datenübernahme (FB 1)		
Verkehrsdaten		
Kurzzeitdaten	+	+
Langzeitdaten	+	+
Achslastdaten	+	+
Plausibilitätsprüfungen	O	+
Ersatzwertverfahren	O	+

Funktionsbereich mit zugehörigen Funktionen	Funktionsebene	
	VRZ	UZ
Umfelddaten zur Verkehrsbeeinflussung		
Umfelddaten	O	+
Plausibilitätsprüfungen	O	+
Ersatzwertverfahren für Umfelddaten	O	+
Sonstige zu übernehmende Daten	+	+

Funktionsbereich mit zugehörigen Funktionen	Funktionsebene	
	VRZ	UZ
Datenaufbereitung (FB 2)		
Verkehrsdaten		
Ermittlung fahrstreifenbezogener Kenngrößen	O	+
Ermittlung richtungsbezogener Kenngrößen	O	+
Glättung der Messdaten und Trendextrapolation für richtungsbezogene Messdaten (geglättete Kurzzeidaten)	O	+
Ermittlung der lokalen Verkehrsdichte	O	+
Ermittlung durchschnittlicher täglicher Verkehrsstärken	+	E
Umfelddaten	O	+
Datenhaltung (FB 3)	+	+
Datenarchivierung (FB 4)	+	E
Betriebsdatenaufbereitung (FB 5)	+	E
Ereignismanagement (FB 6)	+	K
Situationserkennung und -bewertung (FB 7)		
SBA-Verfahren	-	+
NBA-Verfahren	+	O
KBA-Verfahren	-	+
Situationserkennungsabgleich (FB 8)	O	O
Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen (FB 9)		
SBA-Verfahren	-	+
NBA-Verfahren	+	O
KBA-Verfahren	-	+
Maßnahmenabgleich (FB 10)	O	O
Schalbildermittlung (FB 11)	+	+
Konfiguration, Parametrierung und Optimierung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen (FB 12)	+	E
Protokolle und Auswertungen (FB 13)		
Protokolle	+	E
Auswertungen Verkehrsdaten	+	E
Auswertungen Verkehrsstörungen	+	E
Auswertungen Betriebsstörungen	+	E
Auswertungen Netzbeeinflussung	+	-
Auswertung Streckenbeeinflussung	+	E
Auswertung Knotenpunkt-/Punktuelle Beeinflussung	+	E
Auswertung Umfelddaten	+	E
Auswertung Verkehrsinformationen	+	K

Funktionsbereich mit zugehörigen Funktionen	Funktionsebene	
	VRZ	UZ
Geo-Dienste (FB 14)	+	E
Objektmanager (FB 15)	+	E
Karten-Dienste (FB 16)	+	E
Interner Daten- und Dienstevermittler (FB 17)	+	+
Kommunikation mit externen Systemen (FB 18)	+	+
Bedienung und Visualisierung (FB 19, BS-1.1 und BS-2.1)		
Übersichtsdarstellungen		
Verkehrssituationsübersicht	+	K
Umfelddaten	+	+
Ereignismeldungen	+	K
Störungsmeldungen	+	O
Netzbeeinflussung		
Darstellen	+	O
Schalten	+	O
Auswerten/Protokollieren	+	O
Versorgen	+	O
Streckenbeeinflussung		
Darstellen	+	+
Schalten	+	+
Auswerten/Protokollieren	+	+
Versorgen	+	+
Knotenpunkt-/Punktuelle Beeinflussung		
Darstellen	+	+
Schalten	+	+
Auswerten/Protokollieren	+	+
Versorgen	+	+
Messwerte		
Darstellen	+	O
Auswerten/Protokollieren	+	O
Versorgen	+	O
Manuelle Eingabe von Verkehrsinformationen	+	K
Spezielle Darstellungen und Eingaben	+	O
Kommunikation mit Außenanlagen über TLS (ES-1.1)	O	+
Verkehrsinformationsmanagement (ES-1.2)	O	-
Betriebsüberwachung Gesamtsystem (ES-1.3)	O	-
Simulation (ES-1.4)	O	O

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

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

2.3 Nutzergruppen für Systembetrieb

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

Beispiele für das Tätigkeitsspektrum zur Übernahme in Arbeitsplatzbeschreibungen können der Anlage 3 des BAST-Berichts Heft V 187 „Qualitätsmanagementkonzept für den Betrieb der Verkehrsrechnerzentralen des Bundes“ entnommen werden.

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 (Abschnitt 3.2), Datenaufbereitung (Abschnitt 3.3), Datenhaltung (Abschnitt 3.4) und Datenarchivierung (Abschnitt 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 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.)

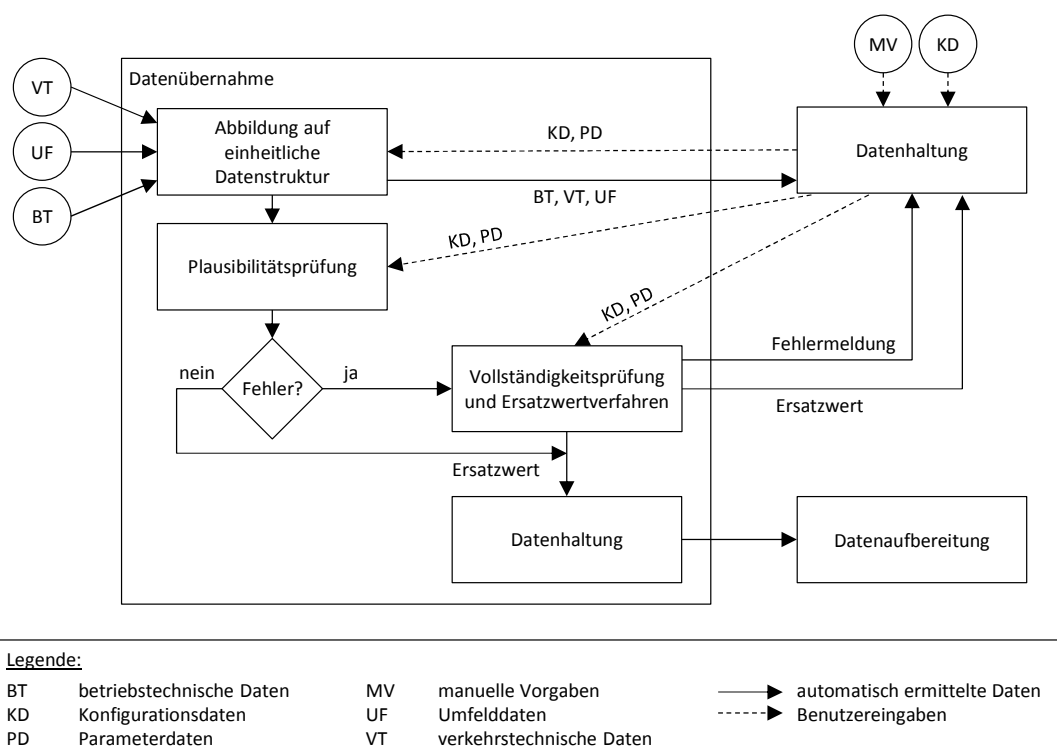


Bild 3: Fachliche Abläufe Datenübernahme

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 Meldedepaar 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 j 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 parametrierbar 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 Abschnitt 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.

fen und entsprechend zu kennzeichnen. Die Prüfmethoden sind nachfolgend aufgelistet und im Anhang A 1.1 beschrieben:

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

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 der folgenden Tab. 2 zusammengefasst und erläutert:

Statusflag des Wertestatus	Bedeutung
<i>Nicht erfasst</i>	Diese Kennung wird gesetzt, wenn der entsprechende Wert nicht erfasst wurde, aber durch Berechnung oder Interpolation bestimmt werden kann.
<i>Nicht ermittelbar</i>	Diese Kennung wird gesetzt, wenn der entsprechende Wert nicht ermittelbar ist und keine Interpolationsmöglichkeit sinnvoll ist.
<i>WertMax</i>	Wird von der Plausibilitätsprüfung Wertebereich bei einer Messwertüberschreitung gesetzt, wenn dabei der Wert auf das jeweilige Maximum gesetzt wurde.
<i>WertMin</i>	Wird von der Plausibilitätsprüfung Wertebereich bei einer Messwertunterschreitung gesetzt, wenn dabei der Wert auf das jeweilige Minimum gesetzt wurde.
<i>WertMaxLogisch</i>	Wird von der Plausibilitätsprüfung Logisch bei einer Messwertüberschreitung gesetzt, wenn dabei der Wert auf das jeweilige Maximum gesetzt wurde.
<i>WertMinLogisch</i>	Wird von der Plausibilitätsprüfung Logisch bei einer Messwertunterschreitung gesetzt, wenn dabei der Wert auf das jeweilige Minimum gesetzt wurde.
<i>Implausibel</i>	Wird gesetzt, wenn die entsprechenden Eingangswerte die Plausibilitätsprüfungen nicht bestanden haben.

Statusflag des Wertestatus	Bedeutung
<i>Interpoliert</i>	Wird gesetzt, wenn die entsprechenden Eingangswerte als Implausibel gekennzeichnet waren und von der Messwertersetzung ersetzt wurden.
<i>Extrapoliert</i>	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
<i>Fehlerhaft</i>	Wird gesetzt, wenn die Daten als fehlerhaft erkannt wurden.

Tab. 2: Statuskennungen für Kurzzeitdaten

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 gesonderte 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 Abschnitt 3.20) sowie in Auswertungen und Protokollen (siehe Abschnitt 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 Abschnitt 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 Abschnitt 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 Abschnitt 3.2.3.1 durchzuführen, fehlerhaft Werte entsprechend Tab. 2 zu kennzeichnen und Fehler zu protokollieren.

Für weitergehende Prüfungen über externe Prozesse offline ist ein Export für eine Verarbeitung in Tabellenkalkulationsprogrammen 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 1.2.1 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) Verkehrssituatio-

nen 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.

Könnte 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. mit Hilfe 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 ‚*Implausibel*‘ 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 Umfelddaten 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:

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

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 Sichtweitensensoren eine Verschmutzung (auch Spinnenproblematik) systemtechnisch ausgleichen. Die Verschmutzung ist täglich an die Unterzentrale zu melden. Eine Datenübernahme dieser Information ist entsprechend zu gewährleisten.

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 Abschnitt 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 hierfür notwendigen Prüfkriterien sind im Folgenden aufgeführt und im Anhang A 1.1.8 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 zueinander in Beziehung gesetzt. Die Querverknüpfung und logisch/physikalische Überprüfung der Messgrößen aus der vorhandenen Sensorik ist

im Anhang A 1.1.9 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 1.1.10 dargelegt.

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

Statusflag des Wertestatus	Bedeutung
<i>Nicht erfasst</i>	Diese Kennung wird gesetzt, wenn der entsprechende Wert nicht erfasst wurde, aber durch Berechnung oder Interpolation bestimmt werden kann.
<i>Nicht ermittelbar</i>	Diese Kennung wird gesetzt, wenn der entsprechende Wert nicht ermittelbar ist und keine Interpolationsmöglichkeit sinnvoll ist.
<i>Implausibel</i>	Wird gesetzt, wenn die entsprechenden Eingangswerte die Plausibilitätsprüfungen nicht bestanden haben.
<i>Interpoliert</i>	Wird gesetzt, wenn die entsprechenden Eingangswerte als Implausibel gekennzeichnet waren und von der Messwertersetzung ersetzt wurden.
<i>Extrapoliert</i>	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
<i>Fehlerhaft</i>	Wird gesetzt, wenn die Daten als fehlerhaft erkannt wurden.

Tab. 4: Statuskennungen für Umfelddaten

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 Tab. 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 benachbarten (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.

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]

Die Ersatzwertberechnung entspricht einer Notlösung für kurze Zeiträume bis zur Sensorreparatur. Für die einzelnen Umfeldkenngößen sind in Anhang A 1.2.2 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 Anzeigeegeräte,
- 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 Abschnitt 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.
- Ist eine Streckenstation in der Lage, Daten zwischen zu speichern, ist die gleiche Ausfallstrategie auch für die Verbindung UZ-SSt 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 Abschnitt 3.2 dargestellten Messgrößen für die Steuerung von VBA ist eine

Aufbereitung vorzunehmen. Die dabei notwendigen Vorgehensweisen sind in den folgenden Abschnitten dargestellt. Die fachlichen Zusammenhänge und den Datenfluss zeigt Bild 4.

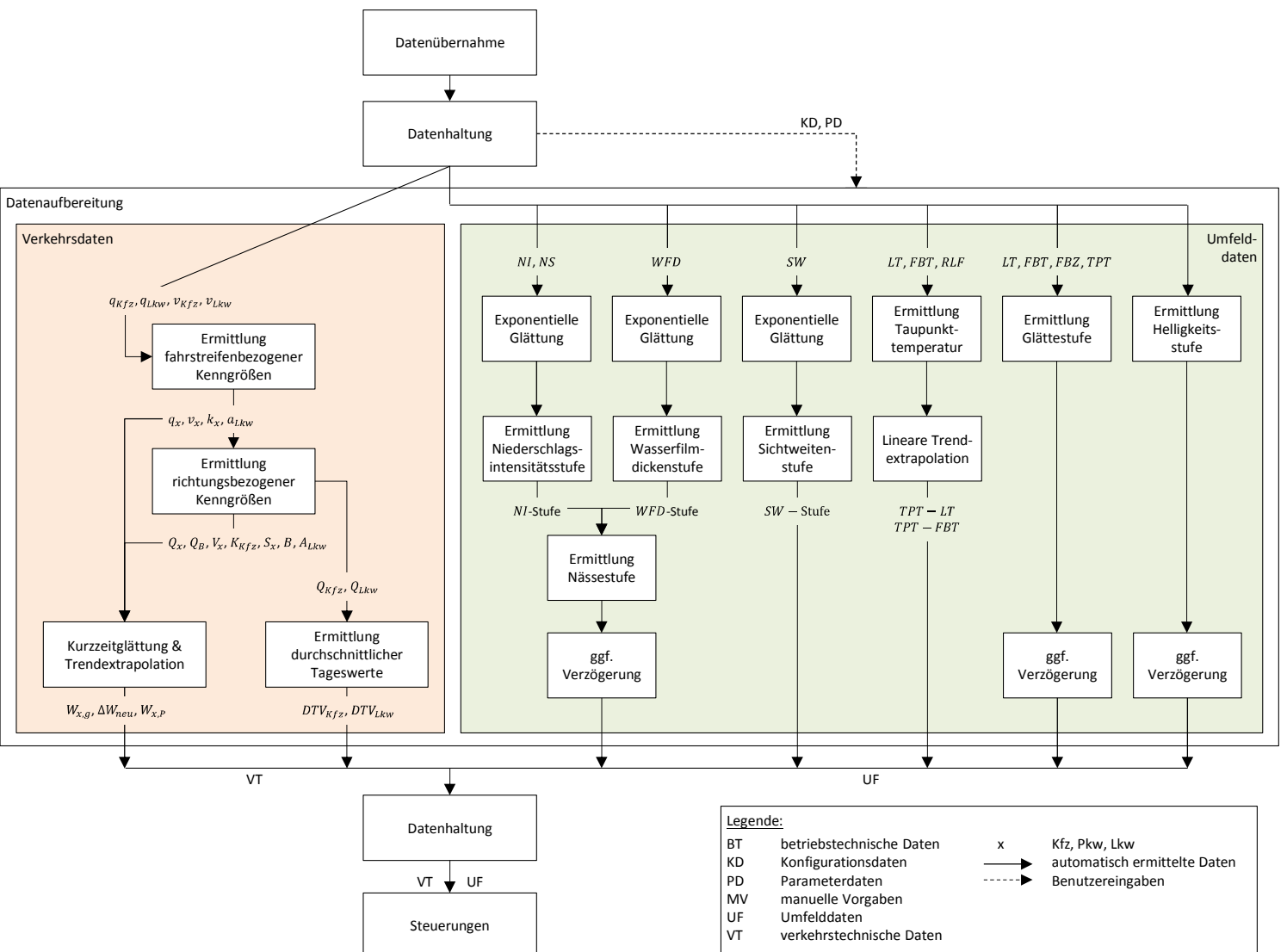


Bild 4: Fachliche Abläufe und Datenfluss der Datenaufbereitung

3.3.2 Verkehrsdaten

Die in Abschnitt 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 Abschnitten 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 Abschnitt 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 Einfahrtrampen 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.

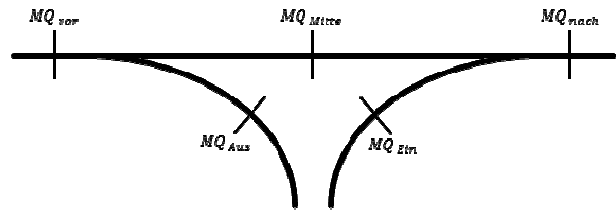


Bild 5: Lage der Messquerschnitte in Anschlussstellen

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 2.1 näher beschrieben:

- Berechnungsverfahren Standard
- Berechnungsverfahren Bilanz
- Berechnungsverfahren Verkehrslage

3.3.2.1 Ermittlung fahrstreifenbezogener Kenngrößen

Bei der Datenaufbereitung fahrstreifenbezogener Kenngrößen ist der Wertestatus (siehe Abschnitt 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.
- 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 fahstreifenbezogenen Kenngrößen sind in Anhang A 2.2.1 aufgeführt.

Bezüglich der Ermittlung fahstreifenbezogener Kenngrößen unter Verwendung virtueller Messquerschnitte sind die in Anhang A 2.1 beschriebenen Berechnungsverfahren zu beachten.

3.3.2.2 Ermittlung richtungsbezogener Kenngrößen

Bei der Datenaufbereitung richtungsbezogener Kenngrößen ist der Wertestatus (siehe Abschnitt 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 als ‚Nicht ermittelbar‘ gekennzeichnet bzw. kann der Zielwert aufgrund eines nicht ermittelbaren oder eines Nullwertes nicht berechnet werden, so wird der Zielwert mit den Statusflags ‚Nicht ermittelbar‘ gekennzeichnet.
- Wenn die Erfassungszyklen der einzelnen Fahstreifen 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 $j = 1 \dots N$ Fahstreifen 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 2.2.2 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 fahstreifen- und richtungsbezogenen Kenngrößen werden hierzu exponentiell 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
- trendextrapolierte Wert

Die Formeln für dieses Modell sind im Anhang A 2.3.1 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 SSSt mit Fehlermeldung und Wiedergutmeldungen:
 - Eine geeignete Reaktion in der Steuerung (z. B. Halten der vorhergehenden Schaltbilder) erscheint ausreichend, weitere Maßnahmen sind nicht erforderlich
- Bei „unbekannten“ Ausfällen sollten Fehlerausgleichsmaßnahmen eingeleitet werden. Folgende Fälle können auftreten:
 - Fehlen von einem Minutenintervall (z. B. Kommunikationsproblem).
Bei einzelner 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 vorlie-

gen, 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).

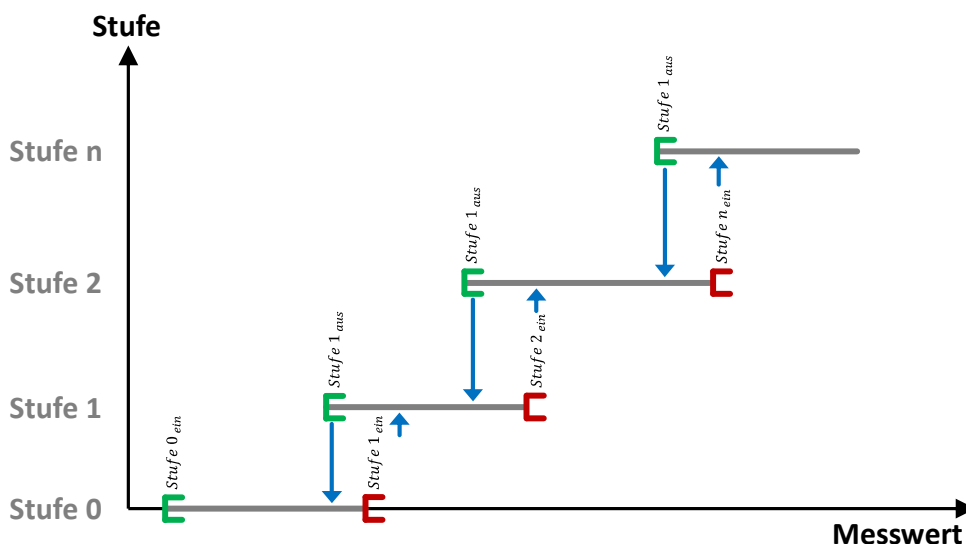


Bild 6: Umsetzung eines Messwertes über eine Hysterese in Stufen [FGSV 2010]

Für die Verwendung der Kenngrößen in der Steuerung werden entsprechende Zustandsstufen definiert. Um im Bereich der Schwellenwerte ein dauerndes Springen zwischen zwei Stufen zu verhin-

dern, ist die Umsetzung mittels einer Hysteresefunktion gemäß vorzunehmen:

Um bei Ausfall von Messquerschnitten geeignete Ersatzwerte zu erhalten, ist jedem Messquerschnitt

(ggf. fahrstreifenweise) ein geeigneter Ersatzmessquerschnitt zuzuordnen (siehe Abschnitt 3.2.6.2).

Die in den nachfolgenden Abschnitten 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 2.3.2 aufgelistet.

Die geglättete Niederschlagsintensität ist für folgende Witterungsbedingungen nach der Hystereseffunktion in Anhang A 2.3.2 in folgende Niederschlagsintensitätsstufen einzuordnen:

- Regen:
 $NS = [0, 40 - 42, 50 - 59, 60 - 69, 80 - 84, 90 - 00]$ und $FBZ = [0, 1, 32]$
- 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
$\geq 0,0 \text{ mm/h}$		NI 0
$\geq 0,3 \text{ mm/h}$	$< 0,2 \text{ mm/h}$	NI 1
$\geq 1,2 \text{ mm/h}$	$< 1,0 \text{ mm/h}$	NI 2
$\geq 5,0 \text{ mm/h}$	$< 4,0 \text{ mm/h}$	NI 3
$\geq 12,0 \text{ mm/h}$	$< 10,0 \text{ mm/h}$	NI 4

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

3.3.3.2 Ermittlung der Wasserfilmdickenstufe

Der Messwert der Wasserfilmdicke $WFD (> 0 \text{ mm})$ 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 2.3.2 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 $FBZ = [0, 1, 32]$
- Platzregen:
 NS entspricht Kennung Platzregen
- Glätte:
 $FBZ = [64, 66, 67]$

Die Parameter sollten für die vier Witterungsbedingungen separat einstellbar sein.

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

Tab 7: Erstversorgung für hysteresebasierte Grenzwerte zur Klassifizierung der Wasserfilmdickenstufen

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),
- $NS 50 - 59$ (Sprühregen),
- $NS 60 - 69$ (Regen),

und den Fahrbahnzuständen

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

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

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)

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“.

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

3.3.3.4 Ermittlung der Sichtweitenstufe

Der Messwert der Sichtweite SW ist durch eine exponentielle Glättung mit wanderndem Abweichungswinkel 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 2.3.2 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 zuzuord-

nen. Die Stufengrenzen sollten auf die menschliche Sichtweite abgestimmt sein (das Verhältnis der meteorologischen zur menschlichen Sicht beträgt bei Sichtweiten $> 150 \text{ m}$ ca. 2 : 1 und bei Sichtweiten $\geq 150 \text{ m}$ etwa 1,5 : 1).

SW-Stufe ein	SW-Stufe aus	SW-Stufe
$> 400 \text{ m}$		SW 0
$\leq 400 \text{ m}$	$> 500 \text{ m}$	SW 1
$\leq 250 \text{ m}$	$> 300 \text{ m}$	SW 2
$\leq 120 \text{ m}$	$> 150 \text{ m}$	SW 3
$\leq 80 \text{ m}$	$> 100 \text{ m}$	SW 4
$\leq 50 \text{ m}$	$> 60 \text{ m}$	SW 5

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

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 FBT 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 Glättestufe

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 2.3.3 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 2.2.3 sind anhand eines Modellbeispiels zur Glättemeldung 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, sondern 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 folgenden Grenzwerte gelten:

Helligkeitsstufe	niedrigere Helligkeitsstufe	höhere Helligkeitsstufe
Stufe 0 (gleißend 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

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 Δt 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 feuertechnisch 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
- Datamingtools
- 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 Abschnitten aufgelisteten Dateninhalte sowie in Anhang 3 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 variieren 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 3 zu speichern.

Die Verkehrsdaten für statistische Zwecke werden im 1 h-Zyklus für jeden Fahrstreifen erfasst. Nach der Plausibilitätsprüfung sind die in Anhang A 3.1 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 3.2 zu speichern.

3.4.4 Geglättete Kurzzeitdaten (fahrtrichtungsbezogen)

Die fahrtrichtungsbezogenen geglätteten Kurzzeitdaten sind gemäß den Vorgaben aus Anhang A 3.2 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 3.2 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 3.3 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 3.4 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 3.5 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 Abschnitt 3.8.3.1) nach den Vorgaben aus Anhang A 3.6 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 3.6 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 3.7 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 3.8 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 Bediener Eingriffe und statistischen Daten müssen für die in Anhang A 3.9 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 In-

terpretation 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 Online-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 Abschnitt 3.14) sollte seine Daten hierüber beziehen.

3.6 Anforderungen an die Betriebsdatenaufbereitung (FB 5)

Dieser Abschnitt 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 Infrastrukturobjekten (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 4 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 4. 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 Anmeldung 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

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

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.

Tab. 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.

Folgende Zustände sind bei den einzelnen Typen zu unterscheiden (Ergänzung und Änderung bei Bedarf):

Situationstyp	Zustände (niedrige Priorität → hohe Priorität)
Fahrzeit	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

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, dass zur Steuerung einer bestimmten Maßnahme mehrere Situationserkennungsverfahren herangezogen werden können, die zuvor unter Berücksichtigung von Gütekriterien abgeglichen worden sind (siehe Abschnitt 3.11). Das kann die Qualität der Steuerung deutlich steigern. Die Beschreibung der zugeordneten Maßnahmen erfolgt im Abschnitt 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, während 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 ($0 \dots < 1$).

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

3.8.2 Überblick über Verfahren der Situationserkennung und -bewertung

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

Verfahren	Abschnitt	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, Schalteempfehlung, Zusatzinformation für den Staufall

Verfahren	Abschnitt	Vorwiegender Einsatzbereich			Ergebnis des Verfahrens						Ergebnistyp
		SBA	NBA	KBA	bestimmte Verkehrssituation	bestimmter Verkehrszustand	lokale Verkehrslage		streckenbezogene Verkehrslage		
							fahrtrichtungsbezogen	fahrstreifenbezogen	Aktuell	Prognose	
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)
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

Verfahren	Abschnitt	Vorwiegender Einsatzbereich			Ergebnis des Verfahrens						
		SBA	NBA	KBA	bestimmte Verkehrssituation	bestimmter Verkehrszustand	lokale Verkehrslage		streckenbezogene Verkehrslage		Ergebnistyp
							fahrtrichtungsbezogen	fahstreifenbezogen	Aktuell	Prognose	
Verkehrslage an Knotenpunkten	3.8.5			X			X				Verkehrszustand (stabil, kritisch, Stau auf Hauptfahrbahn)

Tab. 13: Übersicht und Eigenschaften der Verfahren zur Situationserkennung

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 anderen Zeitbezug zu achten. Während beispielsweise bei SBA-Steuerungen in der Regel mit Intervallen ≤ 1 min operiert wird, sind die Intervalle NBA-Steuerungen meist ≥ 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 5.1.1 werden Wertebereiche abhängig von der Anzahl der betrachteten Fahstreifen 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 Fahstreifen zu verwenden. Als verkehrliche Kenngrößen sind jeweils die fahstreifenbezogenen 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 5.1.2 beschrieben.

3.8.3.3 Fahrtrichtungsbezogene Stauerken- nung

Grundlage für die Stauerkenung 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 5.1.3 beschrieben.

3.8.3.4 Fahstreifenbezogene Verkehrslage (Harmonisierung)

Um eine Harmonisierung des Verkehrsablaufes zu erreichen, wird eine fahstreifenbezogene Analyse der vorherrschenden Verkehrsverhältnisse durchgeführt. Hierfür sind Informationen zur Kfz-Geschwindigkeit, zur Verkehrsstärke und zur Verkehrsdichte auf jedem einzelnen Fahstreifen 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 Nähe

und Dunkelheit modifiziert werden. Für die Schaltung einer Harmonisierungsstufe (siehe auch Abschnitt 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 5.1.4 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 5.1.5 aufgeführt.

3.8.3.6 Unruhe im Verkehr

Für die je Messintervall (i. d. R. 1 min) vorliegenden Standardabweichungen der Geschwindigkeiten 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 5.1.6 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 streckenbezogenen 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 5.1.7 aufgeführt.

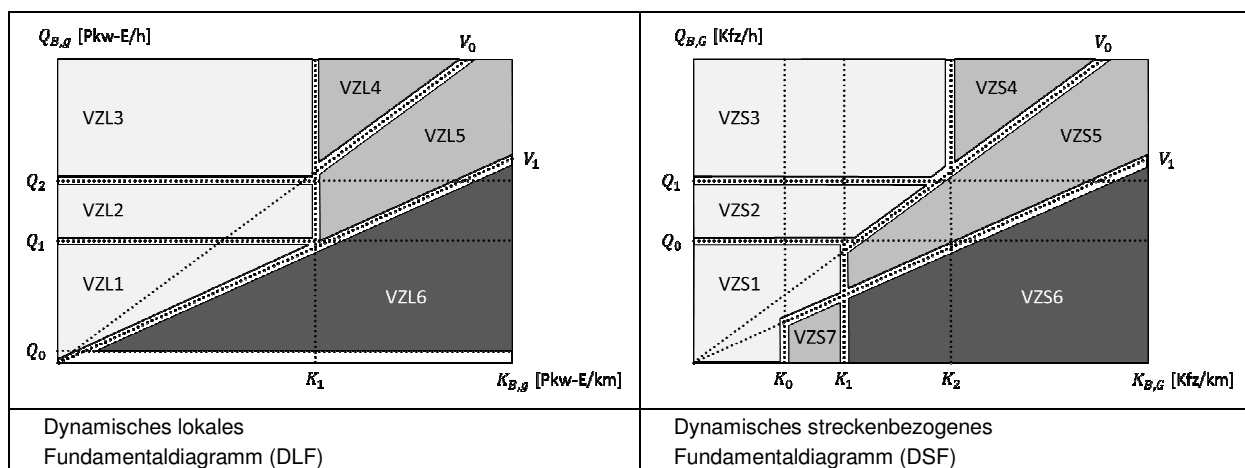


Bild 7: Zustandsbereiche im dynamischen Fundamentaldiagramm

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 5.1.8 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 Schaltempfehlungen für die Harmonisierung und die Stauwarnung. Schaltempfehlungen 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 sowohl die Stauererkennung als auch die Harmonisierung des Verkehrs.

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

- 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 Stauererkennung kommen mehrere Verfahren zum Einsatz. Die zugrunde liegenden Kriterien und Berechnun-

gen zur Abgrenzung der einzelnen Schaltempfehlungen sind im Anhang A 5.1.9 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 Stauererkennungsverfahren 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 5.1.9 aufgeführt.

Für den Teil der Harmonisierung innerhalb des Steuerungsverfahrens wird der Algorithmus des Verfahrens Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage (Harmonisierung, siehe Abschnitt 3.8.3.2) in modifizierter Form herangezogen. Es werden keine Ausschaltsschwellenwerte definiert, sondern es erfolgt eine zeitliche Hysterese. Die Schaltempfehlungen 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 Ausschaltsschwellenwerte.

3.8.3.10 Verkehrslage aus streckenbezogenen Daten

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

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 (siehe Abschnitt 3.10.3.2) reagiert werden kann. Grundlegende Zusammenhänge sind in Anhang A 5.1.10 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) Grenzgeschwindigkeit die Situation „langsam fahrendes Fahrzeug“ abgeleitet. Ggf. kann dieser Vergleich auch auf Basis der sich ergebenden Geschwindigkeitsklasse durchgeführt 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

3.8.3.13 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 Abschnitt 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 der Sichtweite. Sie werden in entsprechende Sichtweitenstufen (siehe Abschnitt 3.3.3.4) unter-

teilt, 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 Tab. 15 in Windstärken klassifiziert.

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

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 Abschnitt 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 5.2.1 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 Detektoren. Die Fronten werden auf Basis von stationären Messdaten zwischen den Messquerschnitten verfolgt und fortgeschrieben. Die Qualität der Modelle ASDA/FOTO wurde in unabhängigen Unter-

suchungen 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 5.2.2 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 Ergebnissganglinien 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 5.2.3 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 Stauausbreitung. 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 5.2.4 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 Abschnitt 3.8.3.1) zusätzlich noch eine Stauanalyse.
- Die Modellparameteranalyse umfasst eine Ereigniskalenderauswertung, eine Kapazitätsana-

lyse 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 5.2.5.

3.8.4.6 Vereinfachtes Netzsteuerungsmodell

Das vereinfachte Netzsteuerungsmodell ermittelt Verkehrszustände, die sich besonders für kleine Netzmaschen und lokale, eng begrenzte Problembereiche 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 Fahrzeit)
- Algorithmus 6 (Stausituation, längenbezogen)
- Algorithmus 7 (Stausituation, abschnittsbezogen)

Die erforderlichen Algorithmen sind im Anhang A 5.2.6 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 Abschnitt 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 Abschnitte 3.10.5.2 und 3.10.5.3) sollten Messquerschnitte die Belastung der Hauptfahrbahn und der Zufahrt erfassen. In der Minimalausstattung ist eine Erfas-

sung stromabwärts des Zuflusses auf der Hauptfahrbahn sowie eine Rückstauerfassung des Zuflusses zur Steuerung der Lichtsignalanlage (LSA) notwendig. Spezielle Algorithmen zur Maßnahmensteuerung (siehe Abschnitt 3.10.5) erfordern zudem eine Erfassung des Verkehrsstroms stromaufwärts der Zufahrt.

Die notwendigen Eingangsgrößen und Parameter sind im Anhang A 5.3.1 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 Ergebnisgüte und der Verfahrensgüte des verwendeten Verfahrens (siehe Abschnitt 3.8.1.1).

Im Anhang 6 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(Liste Situationen(Typ, 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, Ergebnisgüte, Verfahrensgüte, Verfahren) vorhanden.

Beispiel:

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

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

Tab. 16: Beispieldarstellung für eine Zuordnungsmatrix

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)

3.10.2 Überblick über Maßnahmen der Verkehrsbeeinflussung

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

Maßnahmentyp	Abschnitt	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 aufeinander-folgender 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 Verkehrsstärke bzw. -dichte, 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

Maßnahmentyp	Abschnitt	Vorwiegender Einsatzbereich			Maßnahme	zugrunde liegende Situation
		SBA	NBA	KBA		
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 Verkehrsstärke in einzelnen Zu- oder Ausfahrten
Zuflussregelung	3.10.5.2 und 3.10.5.3			X	Signalisierung der Rampe	Hohe Verkehrsstärke auf Hauptfahrbahn, hoher Belegungsgrad
Richtungswechselbetrieb	3.10.5.4			X	Fahrstreifensignalisierung	Hohe Verkehrsstärke in einer Fahrtrichtung

Tab. 17: Übersicht und Eigenschaften der Maßnahmen zur Verkehrsbeeinflussung

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)	<ul style="list-style-type: none"> Verkehrszustand Harmonisierung 120 km/h, 100 km/h, 80 km/h ODER Verkehrssituation 1 – 5
Ausgangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> 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 5.1.10 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)	<ul style="list-style-type: none"> hoher Lkw-Anteil ja / nein
Ausgangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> 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. fahrstreifengetrennte) 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)	<ul style="list-style-type: none"> Situation „langsam fahrendes Fahrzeug“ Geschwindigkeit und Durchfahrtszeitpunkt des langsamsten Fahrzeugs im aktuellen Intervall
Ausgangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> erwartete Fahrzeit 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)	<ul style="list-style-type: none"> Gefahrensituation (Unfall, Panne, Nässe, Nebel, geringe Sichtweite, ...)
Ausgangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> Nettozeitlücken und Geschwindigkeitsdifferenzen aufeinanderfolgender Fahrzeuge
Ausgangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> 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 Winterdienst sowie bei Fahrzeugkontrollen eingesetzt werden.

Eingangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> Ereigniskalender Meldungen von Einsatzkräften
Ausgangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> 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 7.1.1 aufgeführt.

Eingangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> Verkehrsstärke Geschwindigkeit Verkehrsdichte Belegung
Ausgangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> Verkehrszustand
Ausgangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> Verkehrszustand
Ausgangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> Anzeige der additiven oder substitutiven Wegweisung an den Entscheidungspunkten

3.10.4.3 Vereinfachtes Netzsteuerungsmodell

Das vereinfachte Netzsteuerungsmodell (siehe Abschnitt 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)	<ul style="list-style-type: none"> netzbezogener Verkehrszustand
Ausgangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> 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 7.2.1 aufgeführt. Beispielhaft ist das Verfahren ebenfalls in FGSV 2012a näher beschrieben.

Eingangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> netzbezogener Verkehrszustand Reise- und Verlustzeiten der einzelnen Routen
Ausgangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> 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. Abschnitt 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)	<ul style="list-style-type: none"> Grundfahrt- und Verlustzeiten innerhalb jedes Aktualisierungsintervalls auf den Haupt- und Alternativrouten Anzeigebilder der Wechselverkehrszeichen
Ausgangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> Schalbild für die kollektiven Anzeigen zur Netzbeeinflussung

Regelungen für die automatische Steuerung einer dWiSta-Kette sind im Anhang A 7.2.2 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 Abschnitt 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)	<ul style="list-style-type: none"> Verkehrszustand in den Zufahrten (Verkehrszustandsklassen entsprechend Abschnitt 3.8.3.1)
Ausgangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> 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 verkehrabhängiges Verfahren zur Steuerung einer Zuflussregelungsanlage. Dem Algorithmus liegt als verkehrabhängiger 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)	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> zulässige Einfahrverkehrsstärke $q_{E,zul}$ für das nächste Schaltintervall

Die Berechnungsgrundlagen der Zuflussregelung mit ALINEA sind im Anhang A 7.3.1 dargestellt.

3.10.5.3 Zuflussregelung mit PRO

PRO [Trapp 2006] ist ein verkehrabhängiges 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)	<ul style="list-style-type: none"> Sekündlich gleitende in die Rampe zufließende Verkehrsstärke q_{Rampe} Verkehrsstärke der Hauptfahrbahn q_{HFB} stromaufwärts der Einfahrt im vorausgegangenen Intervall
Ausgangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> zulässige Einfahrverkehrsstärke $q_{E,zul}$ für das nächste Schaltintervall

Die Berechnungsgrundlagen der Zuflussregelung mit PRO sind im Anhang A 7.3.2 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 Fahrtrichtungen aufteilt, so dass immer in der Fahrtrichtung die höchste Kapazität angeboten wird, auf der auch die aktuell höchste Nachfrage herrscht.

Eingangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> fahrtrichtungsbezogene Bemessungsverkehrsstärken für beide Fahrtrichtungen
Ausgangsgröße(n)	<ul style="list-style-type: none"> 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.

Beispiel: Ausschlussmatrix

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

Tab. 18: Beispieldarstellung für eine Ausschlussmatrix

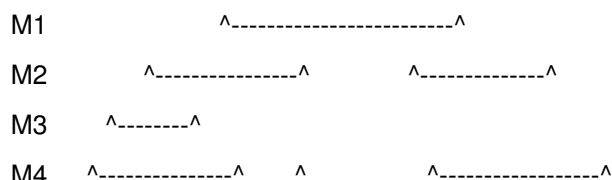
M1 = restriktivste Maßnahme

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.

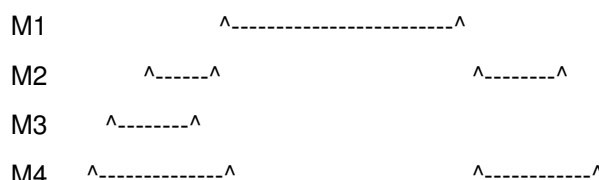
A: Räumliche Verteilung der Maßnahmen nach Abbildung der Situationen:



Erläuterung zu A:

- Ausgangslage nach Abbildung der Situationen auf Maßnahmen.

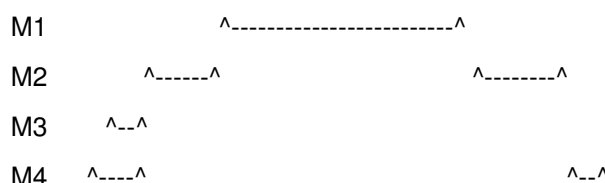
B: Räumliche Verteilung der Maßnahmen nach Prüfung M1:



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.

Tab. 19 fasst den Prozess der Schaltbildermittlung zusammen.

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 ¹⁾	X ¹⁾	Programm/ Zeichen	Zeichen	X	X ¹⁾	X	A	
¹⁾ anlagenspezifisch										

Tab. 19: Schaltungsarten der UZ

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 Abschnitt 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 Harmonisierungsschaltgründen mit einer geeigneten Mitteilung mehrerer, dem AQ vorgelagerter Messquerschnitte und Mindestschaltzeiten auf einfache Weise eine Verstetigung 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 Abschnitt 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 Fahrstreifen-zuteilung (FSZ),
- temporäre Seitenstreifenfreigabe

Ein resultierendes Schaltbild kann die Anzeigen mehrerer zusammenwirkender Anlagen umfassen, z. B. eine Umleitungsempfehlung der NBA zusammen mit einer Fahrstreifen-sperrung 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 Abschnitt 3.12.6 (siehe auch Abschnitt 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 Umfeld-daten 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 Tunnel-sperrung 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 kön-

nen 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 gegenüber 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 Anzeigeinhalte 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 Abschnitt 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 verkehrrechtlich 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 fahrstreifenweise 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 nachfol-

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

↓ Priorität hoch		
WZG A	WZG B	WZG C
Rotes Kreuz Gelbpfeil 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“
↑ Priorität niedrig		
⁾ Entfernung den örtlichen Gegebenheiten angepasst“		

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

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 Delestagepfeil:

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 Delestagepfeils (außer „Aus“) bezogen wird eine bestimmte (konfigurierbare) Zahl von Richtungsangaben aus einer vorgegebenen Liste der für diesen Entscheidungspunkt und diesen Zustand des Delestagepfeils 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 Delestagepfeils) 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 Delestagepfeils) zulässigen Ortsangaben.

Die Hinweise können in einer Schaltbildermittlung für jeden möglichen Zustand des Delestagepfeils 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 angelegen 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, Abschnitt 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 Abschnitt 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 vermie-

den 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. manueller 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.

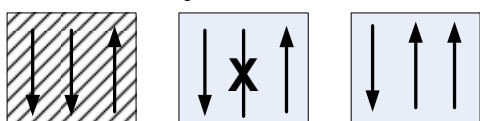
Während bei einer Verriegelung das bestehende Programm zuerst manuell zurückgenommen werden muss, kann bei der Verdrängung ein konkurrierendes Betriebsprogramm automatisch durch das neue Programm ersetzt werden.

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.

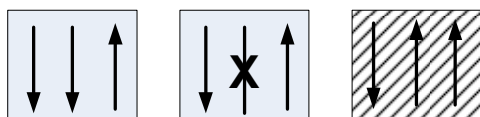
Die oberste Zeile zeigt den Zustand des Systems bei Freigabe zweier Fahrstreifen in Richtung 1 (Süden). In der mittleren Zeile wählt der Bediener das Programm für die Freigabe zweier Fahrstreifen

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.

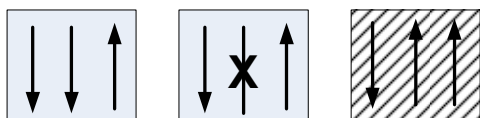
Ausgangssituation: Programm ‚2 Fahrstreifen Richtung Süden‘ ist freigegeben. Programm ist gesperrt und kann nicht noch einmal aufgerufen werden.



Zwischenschritt 1: Bediener wählt Programm ‚2 Fahrstreifen Richtung Norden‘



Zwischenschritt 2: System fordert automatisch bestehendes Programm ab und schaltet Zwischenprogramm ‚Mittlerer Fahrstreifen gesperrt‘



Endsituation: System schaltet Programm ‚2 Fahrstreifen Richtung Norden‘

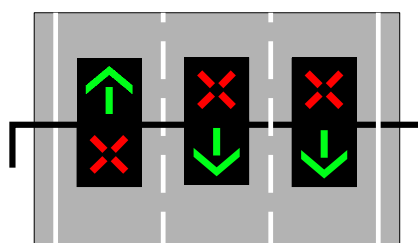
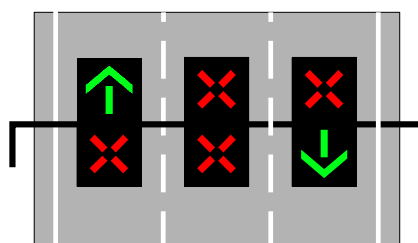
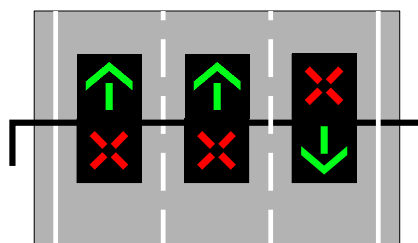
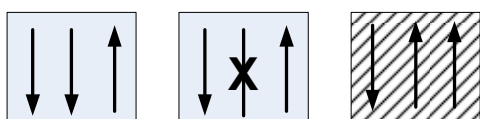


Bild 8: Beispiel für das Prinzip des Verdrängens [FGSV 2012a]

3.12.10 Progression

Mit Progression ist die zeitliche Abfolge bei der abgestimmten Schaltung von Wechselverkehrszeichen an aufeinanderfolgenden Anzeigequerschnitten (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 Schrägpfel“ 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, Abschnitt 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, Abschnitt 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 Tab. 21 beschrieben behandelt werden.

Störungsart	Maßnahme
1) Ausfall eines, mehrerer oder aller WZG C an einem AQ	<ul style="list-style-type: none"> keine Maßnahme (ausgefallene WZG C bleiben dunkel)
2) Ausfall eines oder mehrerer WZG B und ein weiteres WZG B funktioniert am AQ	<ul style="list-style-type: none"> WZG C wird bei ausgefallenen WZG B dunkel geschaltet, sonst keine Maßnahme
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"> WZG C wird an diesem AQ dunkel geschaltet WVZ A bleibt bestehen, WVZ B und WVZ C wird um einen AQ stromaufwärts verschoben, wenn der Abstand der AQ kleiner als 1500 m ist WVZ A bleibt bestehen, WVZ B und WVZ C wird um einen AQ stromabwärts verschoben, wenn der Abstand der AQ kleiner als 1500 m ist

Störungsart	Maßnahme
4) Ausfall eines, mehrerer oder aller WZG A an einem AQ, speziell bei Schalt-anforderung von Z 274 (zulässige Höchst-geschwindigkeit)	<ul style="list-style-type: none"> Alle noch aktiven WZG A werden an diesem AQ dunkel geschaltet, WVZ B und WVZ C bleiben bestehen, 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 1500 m ist
Ausfall eines gesamten AQ	<ul style="list-style-type: none"> Maßnahmen 1) bis 4) werden durchgeführt

Tab. 21: Behandlung von Störungen des Anzeigesystems

Substitutive Wechselwegweiser

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

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

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

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. Runde) 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 Anzeigeelement deshalb nicht mehr zweifelsfrei erkennbar ist, werden die entsprechenden Anzeigeeinhalte 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 Anzeigeeinhalte 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 Verkehrsbeeinflussungsanlagen (FB 12)

3.13.1 Allgemeines

Konfiguration (siehe Abschnitt 3.13.2) und Parametrierung (siehe Abschnitt 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 wer-

den. 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 Aktivierungsdatum 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.

Statische und dynamische Attribute des Systems sind in Bezug auf geographische, betriebstechnische, verkehrstechnische und graphische Aufgabenstellungen mit Werten zu belegen.

Attributierung

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.

In Tab. 23 sind mögliche Attribute von Straßendaten, Verkehrsdaten und technischer Infrastruktur aufgelistet. Tab. 24 enthält mögliche Attribute von vorhandenen Verfahren und Programmen in der VRZ.

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

Attribut	Mögliche Inhalte
Verkehrstechnische Parameter der Streckenabschnitte	Leistungsfähigkeiten, Fundamentaldiagramme, 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

Alle Attribute mit räumlichem Bezug sind gemäß Abschnitt 3.15 zu georeferenzieren und, falls vorhanden, in eine digitale Multifunktionskarte aufzunehmen.

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 1.1)
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 Anzeigehelligkeit 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)

Attribut
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 Schalteempfehlungen
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

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 Abschnitt 3.14) und eventuell für die Simulation (siehe Abschnitt 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 Dienstevermittler (siehe Abschnitt 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 Konfigurationen Parametriersätze 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 Sortie-

rung nach Dauer, Häufigkeit u. ä. oder Datenaggregationen vornehmen.

Eine beispielhafte Übersicht möglicher Protokolle und Auswertungen ist im Anhang 9 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 und
 - der Wiedergabe des Verkehrszustands im Beeinflussungsbereich.
- 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 abzubrechen 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 Tab. 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"> • Richtungsquerschnitt • Art der Störung • Beginn und Dauer
Störungen einer Netzbeeinflussung (nach Störungsart)	<ul style="list-style-type: none"> • Programm (Soll und Ist) • Ort und Art der Störung (Dirigent, VW1, VW2, WWW, Datenübertragung) • Tag-/ Nachtschaltung • Beginn und Dauer
Störungen einer Streckenbeeinflussung (fahrtrichtungsweise)	<ul style="list-style-type: none"> • Richtungsquerschnitt • WVZ-Typ • Fahrstreifen • Störungsart • Beginn und Dauer
Störungen einer Knotenpunkt-/ Punktuellen Beeinflussung (nach Anlage)	<ul style="list-style-type: none"> • Auflistung der Störungen für jeden Richtungsquerschnitt (nur bei Änderungen) • Beginn und Dauer
Betriebsstörungen	<ul style="list-style-type: none"> • Art der Störung (Fehlercode, Herstellercode, Störungsstufe) • Objekt (Anlage, System, Komponente, Ort, ggf. Gerätekennung inkl. Nummer des DE-Kanals bei TLS-Geräten, ggf. Bauteil) • Beginn und Dauer
Verkehrsstörungen	<ul style="list-style-type: none"> • Richtungsquerschnitt • Analyse-Werten (Q_{Kfz}, V_{Kfz}, K_{Kfz}) • Störung (Stau/Staugefahr) • geglättete Werte ($Q_{Kfz,g}$, $V_{Kfz,g}$, $K_{Kfz,g}$) • Anzahl Fahrstreifen normal/ aktuell • Fundamentaldiagramm (FD) mit Eckwerten q_0, v_f, v_0 • Kennung der Engstelle (N - normal, D - Dauerbaustelle, T - Tagesbaustelle, U - Unfall) • Verkehrsführungskennziffer nach (RSA 1995), wobei für die Kennung der Engstelle der Maximalwert bei folgender Ordnung anzugeben ist: $N < D < T < U$ • Beginn und Dauer

Datenart	Inhalte	Datenart	Inhalte
Engstellen (nach Art (N -Normal, D - Dauerbaustelle, T - Tagesbaustelle, U - Unfall)	<ul style="list-style-type: none"> • Richtungsquerschnitt • Verkehrsführungskennziffer • normales FD (q_0, v_f, v_0) und Anzahl Fahrstreifen • alternatives FD (q_0, v_f, v_0) und Anzahl Fahrstreifen • Kennung der Engstelle (N - normal, D - Dauerbaustelle, T - Tagesbaustelle, U - Unfall) • Beginn und Dauer 	Verkehrsinformationsmeldungen	<ul style="list-style-type: none"> • Abschnitt • Verkehrsdaten • Umfelddaten • Ereignismeldungen • Beginn und Dauer
Schaltdaten	<ul style="list-style-type: none"> • Schaltanlass • Betriebsart 	Archivzustand	<ul style="list-style-type: none"> • Zustand der Festplatte (belegter/ freier Speicherplatz) • Zeitraum der Möglichkeit des direkten Zugriffs auf einzelne Datenarten (die auf Festplatte vorgehalten werden) • Datensätze, die (vom Bediener oder automatisch) auf ein externes Speichermedium archiviert werden können
Schaltungen einer Netzbeeinflussung	<ul style="list-style-type: none"> • Zufahrt • alter und neuer Zielplan (Betriebsart, Störungen an den WWW, Veranlasser, Ursache, Bediener, Bedienstation) • Analyseverkehrsdichte • Beginn und Dauer 	Änderungen der Versorgungsdaten / Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • alte und neue Werte aller Versorgungsdaten des betroffenen Bereichs • Zeitpunkt der Änderung • Benennung des Bedieners
Schaltungen einer Streckenbeeinflussung (fahrtrichtungsweise)	<ul style="list-style-type: none"> • Richtungsquerschnitt • geschaltetem Programm/ Störungskennung der Anzeigequerschnitte mit Angabe des Auslösers • genaue Schaltung (WVZ-weise) • Verkehrszustand • Witterung • Beginn und Dauer • Schaltgründe: <ul style="list-style-type: none"> - aufgelistet nach MQ - aufgelistet nach AQ mit allen beeinflussenden MQ (sowohl physische als auch virtuelle) - Messwerte aus eigenem MQ oder Trichterung - resultierender maßgeblicher Schaltgrund nach erfolgter Priorisierung, Quer- und Längsabgleich <p>Hinweis: Bei Trichterung muss der Verursacher-Standort angegeben werden.</p>	Schalbildzuordnung	<ul style="list-style-type: none"> • Zuordnung der Anzeigen der einzelnen WZG der Anzeigequerschnitte zu den Automatikprogrammen und den Messquerschnitten • Zeitpunkt der Änderung • Benennung des Bedieners
Handschalungen / Sonderprogramme	<ul style="list-style-type: none"> • Ausgabe der abgespeicherten Handschalungen / Sonderprogramme • Datum und Uhrzeit • Kilometrierung des AQ in Verbindung mit der graphischen Darstellung des Inhalts sämtlicher WVZ • Name des Bedieners 	Umfelddaten	<ul style="list-style-type: none"> • alle Werte (Roh- und aggregierte Werte) für einen wählbaren Zeitraum • Störmeldungen • Statusmeldungen • Betriebsmeldungen • Darstellung in Tabellenform und/ oder als Ganglinien • Sortierung und Filterung der Daten z. B. nach MQ muss möglich sein.
Schaltungen einer Knoten- / Punktuellen Beeinflussung	<ul style="list-style-type: none"> • Richtungsquerschnitt • geschaltetes Programm / Störungskennung der AQ • Witterung • Beginn und Dauer 	Stufen der Umfelddaten (pro Umfelddatenstandort)	<ul style="list-style-type: none"> • Sichtweitenstufe, • Niederschlagsintensitätsstufe • Wasserfilmdickenstufe • Nässestufe
		Datenübergabe zwischen Betriebs- und Verkehrstechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Datentyp • Zeitstempel • Objektidentifikation • Objektdaten
		Parameterwerte (für einzelne Querschnitte oder eine Richtung)	<ul style="list-style-type: none"> • Liste der aktuellen Werte sämtlicher einstellbarer Parameter differenziert nach: <ul style="list-style-type: none"> - Erfassungsintervall - Glättungsfaktoren - Datenaufbereitung - Schwellenwerte - Angabe des Einstellbereichs

Tab. 25: Dateninhalte von Protokollen

3.14.3 Auswertung der Verkehrsdaten

Unter anderem sollten die in Tab. 26 aufgeführten Verkehrsdaten ausgewertet werden können.

Auswertung	Inhalte
Verkehrsdaten - Kurzzeitdaten (fahrstreifenbezogen)	<ul style="list-style-type: none"> Verkehrsstärke (q_{Kfz}, q_{Lkw}) Geschwindigkeit (v_{Pkw}, v_{Lkw}) Belegungsgrad b Standardabweichung s
Analysewerte, geglättete Werte und Verkehrsstufe (fahrstreifenbezogen oder querschnittsbezogen)	<ul style="list-style-type: none"> Analysezwischenwerte (Standardabweichung, Belegungsgrad, Verkehrsstufe) Analyseverkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil) Mittlere Analysegeschwindigkeiten (Kfz, Pkw, Lkw) geglättete Verkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil) Mittlere geglättete Geschwindigkeiten (Pkw, Lkw, Kfz) Analyseverkehrsdichte- und geglättete Verkehrsdichte Bemessungsverkehrsstärke
Stundenwerte	<ul style="list-style-type: none"> Analyseverkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil) Mittlere Analysegeschwindigkeiten (Kfz, Pkw, Lkw) Kennung Engstelle (D - Dauerbaustelle, T - Tagesbaustelle, U - Unfall)
Fahrstreifen- und/oder fahrbahnbezogene lokale Daten als 15 min- oder 60 min-Werte	<ul style="list-style-type: none"> Nettozeitlücke, Standardabweichung, Belegungsgrad, Analyse-Verkehrsstärken je Fahrstreifen (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil) Mittlere Analysegeschwindigkeiten je Fahrstreifen (Kfz, Pkw, Lkw) Analyseverkehrsstärken je Fahrbahn (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil) Mittlere Analysegeschwindigkeiten je Fahrbahn (Pkw, Lkw, Kfz) Analyseverkehrsdichte Bemessungsverkehrsstärke
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"> Analyseverkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil) Mittlere Analysegeschwindigkeiten (Kfz, Pkw, Lkw)

Auswertung	Inhalte
Stunden- und Tagesverkehrswerte	<ul style="list-style-type: none"> Analyseverkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil) Mittlere Analysegeschwindigkeiten (Kfz, Pkw, Lkw) Alternativ-Fundamental-diagramm (Werte)
Stunden- und Tagesverkehrswerte 8+1	<ul style="list-style-type: none"> Verkehrsstärken, Geschwindigkeitsklassen nach Version 24, TLS 2012
Tagesverkehrswerte und durchschnittliche monatsbezogene Tagesverkehrswerte	<ul style="list-style-type: none"> Analyseverkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil) Mittlere Analysegeschwindigkeiten (Tageswerte) (Kfz, Pkw, Lkw)
Durchschnittliche (monatsbezogene) Tagesverkehrswerte	<ul style="list-style-type: none"> Analyseverkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil)
Durchschnittliche (jahresbezogene) Tagesverkehrswerte	<ul style="list-style-type: none"> Analyseverkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil)
Durchschnittliche (monats- und jahresbezogene) Tagesverkehrswerte	<ul style="list-style-type: none"> Analyseverkehrsstärken (Pkw, Lkw, Kfz, Lkw-Anteil)
Falls erhoben: Einzelfahrzeugdaten an Steigungsstrecken	<ul style="list-style-type: none"> langsamstes Fahrzeug pro Intervall, mit Fahrzeugtyp Pkw/Lkw und genauem Durchfahrtszeitpunkt

Tab. 26: Anforderungen an die Auswertung von Verkehrsdaten

3.14.4 Auswertung der Verkehrsstörungen

Im Einzelnen müssen für die Tab. 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"> Anzahl Fahrstreifen bei normaler Verkehrsführung Verkehrsführungskennziffer Summe je Richtungsquerschnitt, je Verkehrsführung/-beschränkung Gesamtanzahl
Engstellen nach Verkehrsführung und Anzahl, Gesamtdauer oder durchschnittliche Dauer mit Richtungsquerschnitt	Auswertung der Engstellen aufgeschlüsselt nach <ul style="list-style-type: none"> Anzahl Fahrstreifen bei normaler Verkehrsführung, (q_0 und v_f des Normalfundamentaldiagramm) nur bei querschnittsbezogener Ausgabe: <ul style="list-style-type: none"> Anzahl Fahrstreifen in der Engstelle Verkehrsführungskennziffer Verkehrsbeschränkung Summe je Verkehrsführung normal Summe je Verkehrsführung Engstelle / Verkehrsbeschränkung Gesamtzahl
Engstellen nach ihrer Art	aufgeschlüsselt nach: <ul style="list-style-type: none"> Anzahl Fahrstreifen bei normaler Verkehrsführung Richtungsquerschnitt Summe je Verkehrsführung normal Summe je Art der Engstelle bzw. Gesamtzahl Verkehrsführungskennziffer normales FD (q_0, v_f, v_0) und Anzahl Fahrstreifen alternatives FD (q_0, v_f, v_0) und Anzahl Fahrstreifen Kennung der Engstelle (D - Dauerbaustelle, T - Tagesbaustelle, U - Unfall)

Tab. 27: Anforderungen an die Auswertung von Verkehrsstörungen

3.14.5 Auswertung der Betriebsstörungen

Im Einzelnen müssen für die in Tab. 28 aufgelisteten Betriebsstörungen Auswertungen durchgeführt werden können.

Auswertung	Inhalte
Häufigkeit / Dauer der Störungen	<ul style="list-style-type: none"> Art der Störung (Fehlercode, Herstellercode, Störungsstufe) Objekt (Anlage, System, Komponente, Ort inkl. DE-Kanal bei TLS-Geräten, ggf. Geräteerkennung, ggf. Bezeichnung Richtungsquerschnitt (RQ), ggf. Software-/ Hardwareeinheiten) Dauer (Einzelauswertung, Summe) mittlere Ausfallzeit Gesamtdauer mittlere Reparaturzeit Anzahl der Ausfälle
Fehlermeldungs-Protokolle	für einzelne oder mehrere Querschnitte Angabe von: <ul style="list-style-type: none"> Datum und Uhrzeit Störungsort Störungsart
Parameteränderungen bzw. Änderungen der Versorgungsdaten (Erfassungsintervall, Grenzwerte usw.)	Angabe von <ul style="list-style-type: none"> Datum und Uhrzeit Parameterwerte vor und nach der Änderung Kilometrierung des Messquerschnitts Name des Systemmanagers
Parameterwerte	Liste der aktuellen Werte sämtlicher einstellbarer Parameter (für einzelne Querschnitte oder eine Richtung) differenziert nach: <ul style="list-style-type: none"> Erfassungsintervall Datenaufbereitung Schwellenwerte Angabe des Einstellbereiches

Tab. 28: Anforderungen an die Auswertung von Betriebsstörungen

3.14.6 Auswertung der Netzbeeinflussung

Für Netzbeeinflussungen müssen im Einzelnen die in Tab. 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"> • Wechselwegweiserkette • Betriebsart (Hand / Manuell / Automatisch) • geschaltetes Programm • Neutral wegen Störungen Wechselwegweiserkette • Neutral wegen überlasteter Alternativroute
Schaltungen mit Begründung (Q_B oder v_{Pkw} oder Vorgabe)	<ul style="list-style-type: none"> • Wechselwegweiserkette • Schaltungen (Wechselwegweiserkette, Betriebsart (Hand / Manuell / Automatisch)) • Witterungsbedingungen
Befolgung	<ul style="list-style-type: none"> • Wechselwegweiserkette • Schaltprogramme • Verkehrsdaten auf der Normal- und Alternativroute (q_{Kfz}) durch Vorher-Nachher- oder Ohne-Mit-Vergleich bzw. auf der Grundlage von Standardganglinien
Anzahl, Gesamtdauer, durchschnittliche Dauer oder Häufigkeit von Störungen	nach Störung (eine / alle Störungen / Störungen die zu einer Zwangsneutralisierung führen): <ul style="list-style-type: none"> • Wechselwegweiserkette • Störungsart

Tab. 29: Anforderungen an die Auswertung von Netzbeeinflussungen

3.14.7 Auswertung der Streckenbeeinflussung

Für Streckenbeeinflussungen müssen im Einzelnen die in Tab. 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"> • Programm • Richtungsquerschnitt • Schaltanlass

Auswertung	Inhalte
Schaltungen mit Begründung (Q_B oder v_{Pkw} oder Vorgabe)	<ul style="list-style-type: none"> • Richtungsquerschnitt • geschaltetes Programm • Störungskennung • Anzeigequerschnitte • Betriebsart (H - Handschaltung vor Ort, M - Manuell, S - Sonderprogramm, A - Automatik) pro DE • TLS-Folgenummer • Schaltauslöser (vor allem bei Trichterung) • Verkehrszustand je SBA (jeweils fahrtrichtungsweise)
Manuell ausgelöste Schaltungen	<ul style="list-style-type: none"> • mit Zeitstempeln (Beginn und Ende der Aktivierung) • Programmname • Durchführender • Schaltgrund (zur Schaltung eingegebener Freitext)
Geschwindigkeitsauswertung	<ul style="list-style-type: none"> • Richtungsquerschnitt • Programm am gewählten und am Vorgänger-Richtungsquerschnitt • Verkehrsdaten des gewählten Richtungsquerschnitts <ul style="list-style-type: none"> - fahstreifenbezogen (q_{Pkw}, q_{Lkw}, v_{Pkw}, v_{Lkw}) - fahrtrichtungsbezogen (Q_{Pkw}, Q_{Kfz}, Q_{Lkw}, V_{Pkw}, V_{Kfz}, V_{Lkw}, A_{Lkw}) je SBA
Anzahl, Gesamt- und durchschnittliche Dauer von Störungen, die den Ausfall der gesamten Fahrtrichtung bewirken	je SBA (jeweils fahrtrichtungsweise) <ul style="list-style-type: none"> • Anzahl der Störungen • Gesamtdauer der Störungen • durchschnittliche Dauer der Störungen
Anzahl, Gesamt- und durchschnittliche Dauer von Störungen der Anzeigequerschnitte	<ul style="list-style-type: none"> • Richtungsquerschnitt • Art der Störung (Fehlernummer) • angefordertes Programm am Anzeigequerschnitt und je SBA (jeweils fahrtrichtungsweise)
Befolgung	<ul style="list-style-type: none"> • Richtungsquerschnitt • Anzeige am gewählten und am Vorgänger-Richtungsquerschnitt • Verkehrsdaten des gewählten Richtungsquerschnitts <ul style="list-style-type: none"> - fahstreifenbezogen (q_{Pkw}, q_{Lkw}, v_{Pkw}, v_{Lkw}) - fahrtrichtungsbezogen (Q_{Pkw}, Q_{Kfz}, Q_{Lkw}, V_{Pkw}, V_{Kfz}, V_{Lkw}, A_{Lkw}) je Anlage

Tab. 30: Anforderungen an die Auswertung von Streckenbeeinflussungen

3.14.8 Auswertung der Knoten-/ Punktuellen Beeinflussung

Für Knoten-/ punktuelle Beeinflussungen müssen im Einzelnen die in Tab. 31 aufgelisteten Auswertungen durchgeführt werden können.

Auswertung	Inhalte
Anzahl, Gesamt- und durchschnittliche Dauer, Häufigkeit der Schaltungen	<ul style="list-style-type: none"> • Programm • Richtungsquerschnitt • Schaltanlass • Anlage • Betriebsart (alle / manuell / halbautomatisch / automatisch)
Anzahl, Gesamt- und durchschnittliche Dauer von Störungen, die den Ausfall der gesamten Fahrtrichtung bewirken	je Anlage <ul style="list-style-type: none"> • Anzahl der Störungen • Gesamtdauer der Störungen
Schaltungen mit Begründung	<ul style="list-style-type: none"> • Richtungsquerschnitt • geschaltetem Programm • Störungskennung • Anzeigequerschnitte • Betriebsart (H - Handschaltung vor Ort, M - Manuell, S - Semiautomatik, A - Automatik) • Straßenzustand je Anlage
Befolgung	<ul style="list-style-type: none"> • Richtungsquerschnitt • Programm am gewählten und am Vorgänger-RQ • Verkehrsdaten des gewählten Richtungsquerschnitts <ul style="list-style-type: none"> - fahstreifenbezogen (q_{pkw}, q_{Lkw}, v_{pkw}, v_{Lkw}) • fahrtrichtungsbezogen (Q_{pkw}, Q_{Kfz}, Q_{Lkw}, V_{pkw}, V_{Kfz}, V_{Lkw}, A_{Lkw}) je Anlage

Tab. 31: Anforderungen an die Auswertung von Knoten-/ Punktuellen Beeinflussungen

3.14.9 Auswertung der Umfelddaten

Im Einzelnen müssen die in Tab. 32 aufgelisteten Umfelddaten Auswertungen durchgeführt werden können.

Auswertung	Inhalte
Anzahl, Häufigkeit, durchschnittliche Dauer, Gesamtdauer Nässewarnung	<ul style="list-style-type: none"> • Querschnitt • Anzahl Tage mit Nässe insgesamt und für bestimmten Querschnitt • Liste der Niederschlagsintensitätsstufen • Anzahl Tage mit bestimmter Stufe als schärfster Stufe insgesamt
Anzahl, Häufigkeit, durchschnittliche	<ul style="list-style-type: none"> • Liste der Niederschlagsintensitätsstufen

Auswertung	Inhalte
Dauer, Gesamtdauer Niederschlagsintensitätsstufe	<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl Tage mit bestimmter Stufe als schärfster Stufe insgesamt und für bestimmten Querschnitt • Anzahl • Häufigkeit • durchschnittliche Dauer • Gesamtdauer nach Messquerschnitt
Anzahl, Häufigkeit, durchschnittliche Dauer, Gesamtdauer Sichtweitenstufe	nach SBA mit Sichtweitenerfassung: <ul style="list-style-type: none"> • Querschnitt • Anzahl Tage, an denen mindestens einmal eine bestimmte Sichtweitenstufe als höchste Sichtweitenstufe an diesem Querschnitt erfasst wurde • Anzahl Tage, an denen mindestens einmal eine bestimmte Sichtweitenstufe als höchste Sichtweitenstufe insgesamt erfasst wurde
Anzahl, Häufigkeit, durchschnittliche Dauer, Gesamtdauer Helligkeitsstufe	<ul style="list-style-type: none"> • Liste der Helligkeitsstufen • Anzahl Tage mit bestimmter Stufe als höchste Stufe insgesamt und für bestimmten Querschnitt • Anzahl • Häufigkeit • durchschnittliche Dauer • Gesamtdauer nach Messquerschnitt
Ganglinien der verschiedenen Wetterdaten (4-Stunden-Rückblick inkl. Prognosen)	<ul style="list-style-type: none"> • Roh- und aggregierte Werte • Darstellung der Alarmmeldungen über die beiden zurückliegenden Stunden Für ausgewählte Wetterdaten ist die Prognosesituation (bis zu 90 min) anzuzeigen.
Ganglinien der verschiedenen Wetterdaten (24-Stunden-Rückblick aus der aktuellen Winterperiode inkl. Prognosen)	<ul style="list-style-type: none"> • Roh- und aggregierte Werte • Darstellung der Alarmmeldungen über die beiden zurückliegenden Stunden Für ausgewählte Wetterdaten ist die Prognosesituation (bis zu 90 min) anzuzeigen.
Tabelle Wetter	<ul style="list-style-type: none"> • aktuelle Messwerte sämtlicher angeschlossener Umfelddatenerfassungsgeräte Bei Aufruf dieser Funktion, sind Alarme entsprechend darzustellen
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"> • Querschnitt • Anzahl Tage mit Nässe, Sichtweite oder Glätte insgesamt und für bestimmten Querschnitt • Tagessummen nach Detektoren • Tagessummen der Niederschläge

Auswertung	Inhalte
	<ul style="list-style-type: none"> • Tagesmaxima (NI) • Tagesminima (SW) • Liste der Nässe- oder Sichtweitenstufen • Anzahl Tage mit bestimmter Stufe als schärfster Stufe insgesamt • zugehörige Verkehrsdaten
Anzahl, Häufigkeit, durchschnittliche Dauer, Gesamtdauer, Liste der Nässe-, Sichtweiten- und Glättestufen	<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl Tage mit bestimmter Stufe als schärfster Stufe insgesamt und für bestimmten Querschnitt • Anzahl • Häufigkeit • durchschnittliche Dauer • Gesamtdauer nach Messquerschnitt
Ganglinie der aktuellen Umfeld-daten aller MQ	<ul style="list-style-type: none"> • Stationen auf x-Achse • mehrere y-Achsen
Graphik Umfeld-daten	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 Umfeld-daten

3.14.10 Auswertung der Verkehrsinformationen

Für Verkehrsinformationen müssen im Einzelnen die in Tab. 33 aufgelisteten Auswertungen durchgeführt werden können.

Auswertung	Inhalte
Anzahl, Gesamt- und durchschnittliche Dauer, Häufigkeit von Meldungen	<ul style="list-style-type: none"> • Ereignis-Meldung • Abschnitt • Querschnitt • Verkehrs- und Umfeldsituation
Meldungs-entscheidungs-protokoll	<ul style="list-style-type: none"> • Meldungen • Meldungsanlass • Querschnitt • Verkehrs- und Umfeldsituation nach Abschnitt

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.

Dieser Abschnitt stellt einen Platzhalter dar. Im Rahmen einer Fortschreibung des MARZ besteht Handlungsbedarf bezüglich der Definition detaillierter Anforderungen an Geo-Dienste.

3.16 Anforderungen an den Objektmanager (FB 15)

Dieser Abschnitt 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 2015) 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 Abschnitt 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 detaillierterer Anforderungen an Karten-Dienste.

3.18 Anforderungen an den internen Daten- und Dienstevermittler (FB 17)

Dieser Abschnitt 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 2015) mit Integration externer Systeme“ erarbeitet und werden im Rahmen einer Fortschreibung des MARZ ergänzt.

Im Anhang 10 sind Einsatzbeispiele für die Anwendung interner Daten- und Dienstevermittler aufgeführt.

3.19 Anforderungen an die Kommunikation mit externen Systemen (FB 18)

Dieser Abschnitt 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 Unterzent-

ralen (MARZ 2015) 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, Symboleiste 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 Auswahlelemente, 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 Wiederherstellen 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 11.1.

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
 - graphische Selektion in Karten (maßstäblich und stilisiert)
 - Selektion über Listen und Baumdarstellungen
- Befehlsauswahl
 - Menüzeile
 - kontextsensitive Menüs
 - Symbolleisten

Die aufgeführten Teilfunktionalitäten werden im Anhang A 11.1 detailliert beschrieben. Im Anhang A 11.2 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 TLSolP 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 herstellereigenspezifische 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 herstellereigenspezifische Dateninhalte auf Standardinhalte umgesetzt werden können.

Es sind Mechanismen vorzusehen, die unerlaubte Zustände erkennen und geeignete Gegenmaßnahmen treffen (siehe auch Abschnitt 6.2.6).

4.2 Anforderungen an das Verkehrsinformationsmanagement (ES-1.2)

Unter einer Verkehrsinformation sind alle verkehrlich relevanten Informationen zu verstehen. Verkehrsinformationen können unterschiedliche Ausprägungen besitzen, wie z. B. Gefahreninfor-

mationen 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 Dienstvermittler. 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 Strategiemanagement zur Umsetzung zuständigkeitsübergreifender Strategien und Maßnahmen einzurichten (siehe Abschnitt 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 Ver-

kehrsinformationen 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 Verkehrs-lage 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 12 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. Abschnitt 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 ‚*behooben*‘ 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 Störungsbehebung gemäß den EVB-IT überwacht werden.

Zur Behandlung von so genannten Flatterstörungen 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 13 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 Abschnitt 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 Abschnitte 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 Abschnitt 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 berechneten 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 Abschnitt 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 Abschnitt 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 Abschnitt 3.14) abgedeckt, in dem bei der Anfrage lediglich die Simulationsvariante mit übergeben wird (die Vari-

ante 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 Abschnitt 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 2011 a]
- Ausführungshinweise zum „Leitfaden zum Arbeitsstellenmanagement auf Bundesautobahnen“ [BAST 2011 b]

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 Pannenfahrzeuge,
- 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 Abschnitt 3 der „Hinweise zur Strategieanwendung im dynamischen Verkehrsmanagement“ [FGSV 2011 d] verwiesen. Dort findet sich eine ausführliche Darstellung des Stra-

tegieplanungsprozesses. 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 14 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)

Dieser Abschnitt 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 2015) 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 Transparenz 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 24h 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 Seitenstreifenfrei-

gabe 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 15 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)

Dieser Abschnitt 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 Abschnitt 3.8.3.1). Neben der Stauerkennung auf Grundlage der Verkehrsstufe ist auch das Vorliegen des Staukriteriums 1 (Belegungsgrad) und des Staukriteriums 2 (geglättete Geschwindigkeit) (siehe Abschnitt 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 Tunnelleitrechner 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 11.4 dargestellt.

4.14 Anbindung temporärer verkehrs- telematischer Systeme (ES-1.14)

Dieser Abschnitt 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 2015) mit Integration externer Systeme“ erarbeitet und werden im Rahmen einer Fortschreibung des MARZ ergänzt.

4.15 Anforderungen an externe Ver- kehrsmodelle und Steuerungsver- fahren (ES-1.15)

Dieser Abschnitt 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 2015) 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 DATEXII-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 Abschnitt 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 Tab. 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-Unterzentrale).

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 Abschnitt 6.2.1).

6.2.3 Systemverfügbarkeit

Die Anforderungen an die Systemverfügbarkeit sind auf Basis der Zuordnung zu den Kritikalitätsstufen (Abschnitt 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 (Abschnitt 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 Abschnitt 6.1.4) sind die Aktivitäten aller Komponenten eines DV-Segments sowie die Verfügbarkeit des LAN und der Fern- bzw. Inselbusse zu überprüfen. Auf Basis der von den Start-/ Stopprountinen 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 Verbindung 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 Archivanfragen 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 anzufragen.

Bezüglich der funktionalen Anforderungen (FB 1) an Plausibilitätsprüfungen, Ersatzwertverfahren und Regeln zur Kennzeichnung von implausiblen und fehlenden Verkehrs- und Umfelddaten wird auf Abschnitt 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 (Abschnitt 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 umgehen 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 Abschnitt 7.3.3).

6.3.2 Modularisierung und Übertragbarkeit

Die Software muss modular aufgebaut sein und ist, z. B. entsprechend dem V-Modell[®]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 Abschnitt 3 beschriebenen 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 Abschnitt 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 Produktivsystems 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[®]XT zu erstellen (siehe auch Abschnitt 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 Projektentwicklung

Es ist notwendig, eine Ablaufstruktur bzw. einen Prozess zur Entwicklung der gesamten Anwendungssoftware, z. B. nach dem V-Modell[®]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, System-

manager, 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 schichtplanbedingten 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 System 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 zu Grunde gelegt werden, welche Zuständigkeiten, „Service Levels“, Kommunikationswege und Entstörungsprozesse (siehe auch Abschnitt 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 Störungsbehebung und zur Wartung und Instandhaltung auch getrennte Partner beauftragt (siehe auch Abschnitt 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 - IT-Grundschutz kompakt“ und die zugehörigen IT-Grundschutzkataloge [BSI 2015].

Weiterhin wird auf die „Risikoanalyse Tunnelleitzentrale - 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 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 Abschnitt 2.3 beschriebenen Rollen ist in Tab. 35 dargestellt.

Zugangsberechtigung zu	IT-Admin (BS-1.1)	Operator (BS-1-1)	Verkehrsingenieur (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

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 Unbefug-

te 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 Abschnitt 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 Abschnitt 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 Funktions-

bereichen 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. Nutzung der über die externe Schnittstelle übermittelten bzw. bezogenen Daten verantwortlich sind.

Die angeführten externen Schnittstellen sind jene aus dem im Abschnitt 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.

Funktionsbereichen, 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.

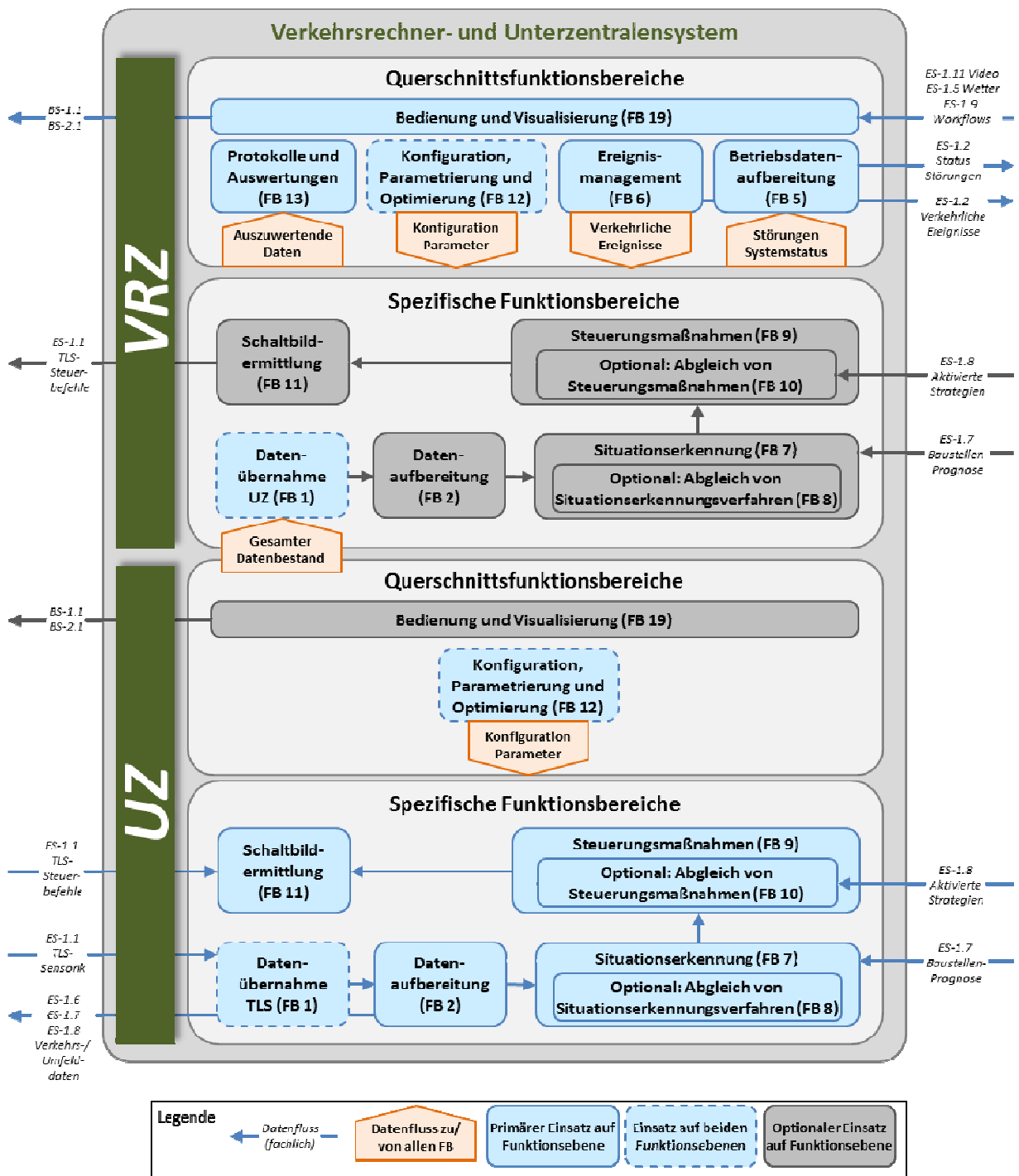


Bild 9: Fachliche Architektursicht des Verkehrsrechner- und Unterzentralensystems

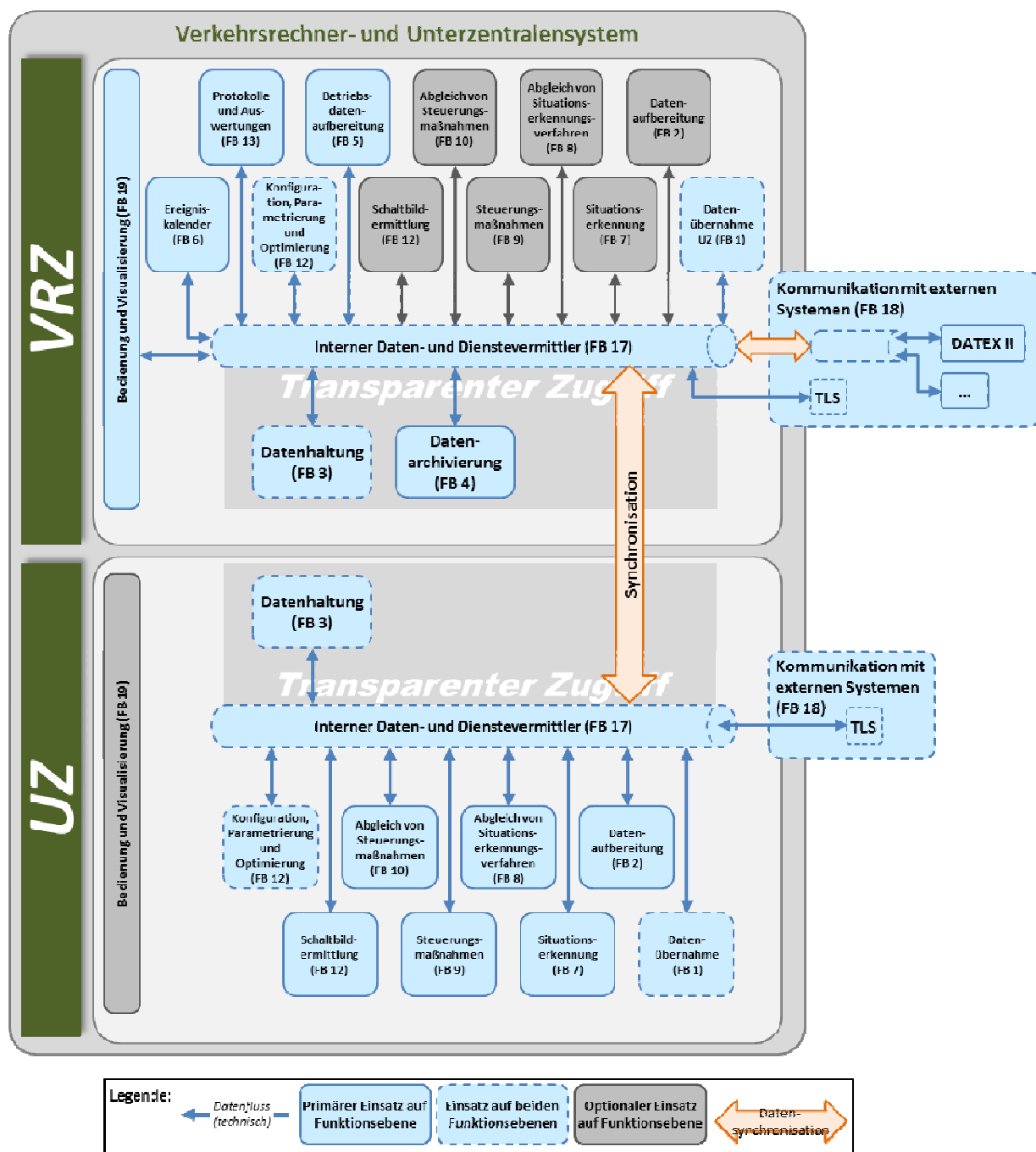


Bild 10: Technische Architektursicht des Verkehrsrechner- und Unterzentralen-Systems

Der DDV stellt die Funktionalitäten der Datenhaltung und Datenarchivierung anderen Funktionsbereichen in transparenter Art und Weise zur Verfügung. Einsatzbeispiele sind im Anhang 10 aufbereitet.

Für die Realisierung von externen Schnittstellen kann optional ein eigener externer Daten- und Dienstvermittler (FB 18) vorgesehen werden.

Externe Schnittstellen müssen über Standardprotokolle 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 Abschnitt 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 Sys-

temarchitekturen der Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen des Bundes auf der Basis der in Abschnitt 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 16 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 Abschnitt 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 Schaltheit).
5. Umschalten der aktiven Kommunikation auf die neue UZ (ggf. Inselbus-, Teilanlagenweise). Die neue UZ übernimmt somit die Schaltheit.
6. Probetrieb, ggf. mit Rückschaltung der Inselbusse, 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 Über-

gangszeit 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 (Abschnitt 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 benö-

tigten 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 Abschnitt 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 übereignen. 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 ausführungsfähige 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 Festbeschreibung 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 16 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 Probetriebs 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 Abkürzungsver-

zeichnis aufzuweisen. Der Systembeschreibung sind leicht verständliche Bedienungs- und Wartungsanleitungen aller Geräte sowie der Bedienerprogramme 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 verschieden 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 17 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. ent-

sprechend dem V-Modell[®]XT, geliefert werden. Die Prüfdokumente bestehen aus den folgenden Produkten:

- QS-Handbuch,
- Prüfkonzzept,
- Prüfspezifikation,
- Prüfprozedur und
- Prüfprotokoll.

9.2.2 Dokumentenprüfung

Dokumente, die gemäß Projekthandbuch (siehe Abschnitt 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. Mess-equipment an der Straße, Streckenstationen, ...). Diese Funktionstests werden im Rahmen der Vorbereitung des Probetriebs vorgenommen (Abschnitt 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 Abschnitt 9.2.1 nachzuweisen (Integrationstests).

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 Leistungsumfang 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 Probebetrieb:
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 Probebetrieb muss durch Fachpersonal des Erstellers überwacht und begleitet werden. Vom Ersteller ist ein hauptverantwortlicher Ansprechpartner zu nennen.

Treten während des Probebetriebes schwerwiegende Mängel auf, die eine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit oder Betriebstüchtigkeit bedeuten, so beginnen die notwendigen Prüfungen und insbesondere der Probebetrieb nach Behebung der Mängel in vollem Umfang von neuem.

Der Probebetrieb, 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 Abschnitt 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 Probebetriebs beginnen.

Der Beginn des Probebetriebes muss dem Besteller spätestens 1 Woche vor dem angestrebten Starttermin schriftlich angekündigt und vom Besteller genehmigt werden. Die Dauer des Probebetriebes (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 Probebetriebes 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 Probebetriebes 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 Probebetrieb 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.

10. Allgemeines

10.1 Abkürzungen

- A -

A	Automatik
AA	Außenanlage
AD	Autobahndreieck
AK	Autobahnkreuz
AK VRZ	Bund-Länder-Arbeitskreis Verkehrsrechnerzentralen – neue Bezeichnung Fachgruppe Verkehrsrechnerzentralen (FG VZ)
AM	Autobahnmeisterei
AN	Auftragnehmer
AQ	Anzeigequerschnitt
AR	Alternativroute
ASCII	American Standard Code of Information Interchange
ASM	Adaptive Smoothing Method

- B -

BAB	Bundesautobahn
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
Bit	Binary Digit
BMS	Baustellenmanagementsystem
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BS	Benutzerschnittstelle
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
BT	betriebstechnische Daten
BüS	Betriebsüberwachungssystem
BuV	Bedienung und Visualisierung
Byte	8 Bitfolge

- C -

CASE	Computer Aided Software Engineering
csv	Comma Separated Value

- D -

D	Dauerbaustelle
DA	Datenausgabe
DAG	Datenausgabegerät
Daten-UZ	Datenunterzentrale
DATEX	Data Exchange
DBMS	Datenbankmanagementsystem
DDV	Daten- und Dienstevermittler
DE	Datenerfassung
DEG	Datenerfassungsgerät
DIN	Deutsche Industrienorm
DLF	Dynamisches Lokales Fundamentaldiagramm
DSF	Dynamisches Streckenbezogenes Fundamentaldiagramm
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
DV	Datenverarbeitung
DWD	Deutscher Wetterdienst

- E -

EAK	Ein-/Ausgabe-Konzentrator
EFD	Eisfilmdicke
EN	Europäische Norm
ENV	Europäische Vornorm
ERZ	einheitliche Rechnerzentralensoftware
ES	externe Schnittstelle
EVB-IT	Ergänzende Vertragsbedingungen für die Beschaffung von IT-Leistungen
EWS	Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von Straßen

- F -

FB	Funktionsbereich
FBT	Fahrbahnoberflächentemperatur
FBZ	Zustand der Fahrbahnoberfläche
FCD	Floating-Car-Daten
FD	Fundamentaldiagramm
FG	Funktionsgruppe

FG VZ	Fachgruppe Verkehrszentralen – ehemals Bund-Länder-Arbeitskreis Verkehrrechnerzentralen (AK VRZ)	ISO	International Standardisation Or- ganisation
		IT	Informationstechnik
fps	frames per second		
FSZ	Fahrstreifenzuteilung		- J -
FTP	File Transfer Protokoll des Inter- nets	JPEG	Joint Photographic Experts Group, als ISO-Norm akzeptiertes Gra- phikformat
Fz	Fahrzeug		
FZ	Fahrtzeit		- K -
FZW	Zustand der Fahrbahnoberfläche für den Winterdienst nach DIN EN 15518	KBA	Knotenpunktbeeinflussungsanlage
		KBit	1024 Bit
		KBSt	Koordinierungs- und Beratungs- stelle der Bundesregierung für In- formationstechnik in der Bundes- verwaltung
	- G -		
GDF	Geographic Data File		
GMA	Glättemeldeanlage	KD	Konfigurationsdaten
GLS	Globalstrahlung	KE	Konfigurationseinheit
GR	Griffigkeit	KEx-DaV	
GT	Gefriertemperatur	Kfz	Kraftfahrzeug
GUI	Graphical User Interface	km	Kilometer
		KM	Konfigurationsmanagement, ent- sprechend dem V-Modell
	- H -		
H	Handschaltung	KRI	Kommunikationsrechner Inselbus
h	Stunde		
HD	High Definition (Auflösung)		- L -
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)
		LOS	Level of Service
	- I -	LT	Lufttemperatur
ICMP	Internet Control Message Protocol	LVE	Lokale Verkehrsdatenerfassung
IEC/TC57	International Electrotechnical Commission, Technical Committee Nr. 57	lx	Lux
			- M -
IEEE	Institute of Electrical and Electron- ics Engineers	M	Manuell
IGMP	Internet Group Management Pro- tocol	m	Meter
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Infor- mation in Europe	MARZ	Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrrechnerzentralen und Un- terzentralen

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

TLS	Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen	VZS	Verkehrszustandsbereich Streckenbezogen
TLSoIP	TLS over IP		
TMC	Traffic Message Channel		- W -
TPEG	Transport Protocol Experts Group	WAN	Wide Area Network
TPEG-loc	Methode der Transport Protocol Experts Group zur Georeferenzierung	WFD	Wasserfilmdicke
		WGM	Windgeschwindigkeit (Mittel)
TPT	Taupunkttemperatur	WGS	Windgeschwindigkeit (Spitze)
TSF	Temporäre Seitenstreifenfreigabe	WR	Windrichtung
TSK	Taustoffkonzentration	WVZ A	Wechselverkehrszeichen Typ A
TSQ	Taustoffmenge je Quadratmeter	WVZ B	Wechselverkehrszeichen Typ B
TT1	Bodentemperatur in Tiefe 1	WVZ C	Wechselverkehrszeichen Typ C
TT2	Bodentemperatur in Tiefe 2	WVZ	Wechselverkehrszeichen
TT3	Bodentemperatur in Tiefe 3	WWW	Wechselwegweiser
		WZG	Wechselzeichengeber
	- U -		
U	Unfall		- X -
UF	Umfelddaten	X.25	Standard der OSI-Bitübertragungs-, Sicherungs- und Vermittlungsebene
ÜFS	Überholfahrstreifen		
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung		- Z -
UTC	Universal Time Convention (Greenwich-Zeit)	ZRA	Zuflussregelungsanlage
UZ	Unterzentrale		
	- V -		
V24	Standard der OSI-Bitübertragungsebene	α	Glättungsparameter
VBA	Verkehrsbeeinflussungsanlage	α_w	Schwellenwerte zur Ermittlung der w Schaltempfehlungen im Verfahren LOGIT-Modell basierte Situationserkennung
VIZ	Verkehrsinformationszentrale		
V-Modell	Vorgehensmodell der KBSt zur Entwicklung und Pflege/ Änderung von Software im Bereich der Bundesverwaltung	a_{Lkw}	fahrstreifenbezogener Lkw-Anteil
		A_{Lkw}	fahrtrichtungsbezogener Lkw-Anteil
VRZ	Verkehrsrechnerzentrale		
VRZ-/UZ-System	Verkehrsrechner- und Unterzentralen-System	$A_{ÜV,aus}$	Grenzwert des fahrtrichtungsbezogenen Lkw-Anteils für die Ausschaltbedingung des Lkw-Überholverbotes im Verfahren Hoher Lkw-Anteil
VT	verkehrstechnische Daten		
VWi	Vorwegweiser i	$A_{ÜV,ein}$	Grenzwert der fahrtrichtungsbezogenen Lkw-Anteils für die Einschaltbedingung des Lkw-
VZ	Verlustzeit		
VZL	Verkehrszustandsbereich Lokal		

10.2 Formelzeichen

- A -

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

$k_{Pkw\ max}$	maximale fahstreifenbezogene lokale Pkw-Verkehrsdichte	$K_g(100, ein)$	Grenzwert der geglättete Verkehrsdichte für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 3 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
K	fahrtrichtungsbezogene Verkehrsdichte		
K_0, K_1, K_2	Grenzwerte der Verkehrsdichte zur Definition der Verkehrszustandsbereiche im Verfahren Dynamisches Fundamentaldiagramm	$K_g(80, ein)$	Grenzwert der geglättete Verkehrsdichte für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 4 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$K_{1,FS,HE}$	Parameter zur Grenzwertermittlung (je FS) ; Einschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage	$K_g(60, ein)$	Grenzwert der geglättete Verkehrsdichte für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 5 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$K_{1,FS,HA}$	Parameter zur Grenzwertermittlung (je FS) ; Ausschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage	K_{grenz}	Grenzwert der fahrtrichtungsbezogenen Kfz-Verkehrsdichte
$K_{2,FS,HE}$	Parameter zur Grenzwertermittlung (je FS) ; Einschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage	K_{Kfz}	mittlere fahrtrichtungsbezogene lokale Kfz-Verkehrsdichte
$K_{2,FS,HA}$	Parameter zur Grenzwertermittlung (je FS) ; Ausschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage	$K_{Kfz,g}$	mittlere geglättete fahrtrichtungsbezogene lokale Kfz-Verkehrsdichte
K_B	Bemessungsverkehrsdichte	$K_{Kfz,G}$	fahrtrichtungsbezogene Kfz-Verkehrsdichte ermittelt aus der Bilanzierung der Fahrzeuge im Streckenabschnitt im Verfahren Dynamisches Fundamentaldiagramm
$K_{B,grenz}$	Grenzwert der Bemessungsverkehrsdichte		
$K_{B,nach}$	Bemessungsverkehrsdichte nach einer Anschlussstelle	$K_{Kfz,nach}$	mittlere fahrtrichtungsbezogene lokale Kfz-Verkehrsdichte nach einer Anschlussstelle
$K_{B,vor}$	Bemessungsverkehrsdichte vor einer Anschlussstelle	$K_{Kfz,vor}$	mittlere fahrtrichtungsbezogene lokale Kfz-Verkehrsdichte vor einer Anschlussstelle
$K_{B,max}$	maximale Bemessungsverkehrsdichte		
K_g	geglättete fahrtrichtungsbezogene Verkehrsdichte	K_{max}	maximale fahrtrichtungsbezogene Kfz-Verkehrsdichte
$K_g(100, aus)$	Grenzwert der geglätteten Verkehrsdichte für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 3 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage		- L -
$K_g(80, aus)$	Grenzwert der geglättete Verkehrsdichte für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 4 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage	λ	Streuungsparameter (Algorithmus PRO)
$K_g(60, aus)$	Grenzwert der geglättete Verkehrsdichte für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 5 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage	$L_{k1,aus}$	Ausschaltsschwellenwert für Algorithmus 6 für die Route k in Stufe 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul
		$L_{k1,ein}$	Einschaltsschwellenwert für Algorithmus 6 für die Route k in Stufe 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul

$l_{Strecke}$	Länge der Strecke zwischen zwei Messquerschnitten	$q_{Kfz}(i, j_{max})$	fahrstreifenbezogene Kfz-Verkehrsstärke auf dem linken Fahrstreifen j_{max} am Querschnitt i
- M -			
m	Anzahl Fahrzeuge pro GRÜN (Algorithmus ALINEA und PRO)	q_{KfzMax}	maximale fahrstreifenbezogene Kfz-Verkehrsstärke zur Plausibilitätsprüfung
		$q_{Kfz,g}$	geglättete fahrstreifenbezogene Kfz-Verkehrsstärke
- N -			
n	Anzahl verfügbarer (nicht gesperrter) Fahrstreifen am Querschnitt	q_{Lkw}	fahrstreifenbezogene Lkw-Verkehrsstärke
nA_k	Anzahl der Stauobjekte auf der Alternativroute k	q_{LkwMax}	maximale fahrstreifenbezogene Lkw-Verkehrsstärke zur Plausibilitätsprüfung
nN	Anzahl der Stauobjekte auf der Normalroute N	$q_{Lkw,g}$	geglättete fahrstreifenbezogene Lkw-Verkehrsstärke
- P -			
p	Korrekturfaktor bzw. Sensitivität des ALINEA-Algorithmus	$q_{Lkw \text{ ÜFS}}$	Lkw-Verkehrsstärke des Überholfahrstreifens (bei zweistreifiger Richtungsfahrbahn)
		$q_{Lkw \text{ ÜFS } 1}$	Lkw-Verkehrsstärke des ersten Überholfahrstreifens – mittlerer Fahrstreifen (bei dreistreifiger Richtungsfahrbahn)
		$q_{Lkw \text{ ÜFS } 2}$	Lkw-Verkehrsstärke des zweiten Überholfahrstreifens – linker Fahrstreifen (bei dreistreifiger Richtungsfahrbahn)
- Q -			
q	fahrstreifenbezogene Verkehrsstärke	q_{max}	maximale, fahrstreifenbezogene Verkehrsstärke
q_0	maßgebende Verkehrsstärke des Fundamentaldiagramms	q_{null}	Grenzwert der fahrstreifenbezogenen Verkehrsstärke zur Auslösung einer Stauwarnung im Verfahren Warnung vor Stau bei schwachem Verkehr
q_B	mittlere fahrstreifenbezogene Bemessungsverkehrsstärke	q_{Pkw}	fahrstreifenbezogene Pkw-Verkehrsstärke
$q_{B,P}$	prognostizierte fahrstreifenbezogene Bemessungsverkehrsstärke	q_{PkwMax}	maximale fahrstreifenbezogene Pkw-Verkehrsstärke zur Plausibilitätsprüfung
$q_{E,n-1}$	Gemessene Einfahrverkehrsstärke hinter der Haltelinie im vorausgegangenen Intervall $n - 1$ (Algorithmus ALINEA)	$q_{Pkw,g}$	geglättete fahrstreifenbezogene Lkw-Verkehrsstärke
$q_{E,zul}$	zulässige Einfahrverkehrsstärke für das nächste Schaltintervall/LSA-Umlauf (Algorithmus ALINEA und PRO)	q_{Rampe}	Sekündlich gleitende in die Rampe zufließende Verkehrsstärke (Algorithmus PRO)
$q_{HFB,mak}$	sekündlich gleitende Verkehrsstärke stromaufwärts (rd. 1500 bis 1900 m), Intervall = 45 - 75 s (Algorithmus PRO)	$q_{tol Lkw}$	tolerierte Abweichung der täglichen fahrstreifenbezogenen Lkw-Verkehrsstärke
$q_{HFB,mik}$	sekündlich gleitende Verkehrsstärke stromaufwärts (rd. 600 bis 900 m), Intervall = 15 - 25 s (Algorithmus PRO)		
q_{Kfz}	fahrstreifenbezogene Kfz-Verkehrsstärke		

$q_{tol Pkw}$	tolerierte Abweichung der täglichen fahrstreifenbezogenen Pkw-Verkehrsstärke		Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$q_{u,max}$	Grenzwert der fahrstreifenbezogenen Kfz-Verkehrsstärke auf dem linken Fahrstreifen 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 fahrstreifenbezogenen Kfz-Verkehrsstärke auf dem linken Fahrstreifen 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 Fahrstreifen
$Q_{B,g}$	geglättete fahrtrichtungsbezogene Bemessungsverkehrsstärke	$Q_{B,Hauptfahrbahn}$	fahrtrichtungsbezogene Bemessungsverkehrsstärke der Hauptfahrbahn im Bereich einer Anschlussstelle
$Q_{B,g}(120, aus)$	Grenzwert der geglätteten Verkehrsstärke für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 1 und Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 2 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage	$Q_{B,vor}$	fahrtrichtungsbezogene Bemessungsverkehrsstärke nach einer Anschlussstelle
$Q_{B,g}(100, aus)$	Grenzwert der geglätteten Verkehrsstärke für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 3 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage	$Q_{B,P}$	prognostizierte fahrtrichtungsbezogene Bemessungsverkehrsstärke
$Q_{B,g}(80, aus)$	Grenzwert der geglätteten Verkehrsstärke für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 4 im Verfahren	$Q_{B,Stufe 1,aus}$	Ausschaltsschwellwert für Algorithmus 3 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul
		$Q_{B,Stufe 1,ein}$	Einschaltsschwellwert für Algorithmus 3 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul
		$Q_{B,vor}$	fahrtrichtungsbezogene Bemessungsverkehrsstärke vor einer Anschlussstelle

$Q_{Einfahrrampe}$	fahrtrichtungsbezogene Verkehrsstärke der Einfahrrampe einer Anschlussstelle	$Q_{Pkw,g}$	geglättete fahrtrichtungsbezogene Pkw-Verkehrsstärke
$Q_{frei,n}$	Grenzwert der fahrtrichtungsbezogenen Verkehrsstärke bei n verfügbaren Fahrstreifen für das Einschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Stauerkennung	$Q_{Pkw,P}$	prognostizierte fahrtrichtungsbezogene Pkw-Verkehrsstärke
$Q_{FS,HE}$	Parameter zur Berechnung der Grenzkapazität (je FS) ; Einschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage	$Q_{u,max}$	Grenzwert der fahrtrichtungsbezogenen Kfz-Verkehrsstärke für die Einschaltbedingung im Verfahren Unruhe im Verkehr
$Q_{FS,HA}$	Parameter zur Berechnung der Grenzkapazität (je FS) ; Ausschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage	$Q_{u,min}$	Grenzwert der fahrtrichtungsbezogenen Kfz-Verkehrsstärke für die Ausschaltbedingung im Verfahren Unruhe im Verkehr
$Q_{grenz,n}$	Grenzwert der fahrtrichtungsbezogenen Verkehrsstärke bei n verfügbaren Fahrstreifen für das Ausschaltkriterium im Verfahren Fahrstreifenbezogene Stauerkennung	$Q_{ÜV,aus}$	Grenzwert der fahrtrichtungsbezogenen Kfz-Verkehrsstärke für die Ausschaltbedingung des Lkw-Überholverbotes im Verfahren Hoher Lkw-Anteil
$Q_{G,Stufe 1,aus}$	Ausschaltswellwert 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
$Q_{G,Stufe 1,ein}$	Einschaltswellwert für Algorithmus 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul		- R -
$Q_{Kfz,g}$	geglättete fahrtrichtungsbezogene Kfz-Verkehrsstärke	ρ_h	Faktor für Dunkelheit und Nässe (kombiniert, h: Harmonisierungsprogramm 120, 100 oder 80) im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage
$Q_{Kfz,P}$	prognostizierte fahrtrichtungsbezogene Kfz-Verkehrsstärke	r	Anzahl der zu berücksichtigenden Algorithmen im Verfahren LOGIT-Modell basierte Situationserkennung
$Q_{Hauptfahrbahn}$	fahrtrichtungsbezogene Verkehrsstärke der Hauptfahrbahn im Bereich einer Anschlussstelle		- S -
$Q_{Kfz,Stau}$	Grenzwert der Verkehrsstärke zur Stauerkennung im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Stauerkennung (Staukriterium 2)	s	fahrestreifenbezogene Standardabweichung der Geschwindigkeit
$Q_{Kfz,Stufe 1,aus}$	Ausschaltswellwert für Algorithmus 4 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	s_{Kfz}	fahrestreifenbezogene Standardabweichungen der Kfz-Geschwindigkeit
$Q_{Kfz,Stufe 1,ein}$	Einschaltswellwert für Algorithmus 4 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$s_{Kfz}(i, links) / s_{Kfz}(i, j_{max})$	Standardabweichungen der Kfz-Geschwindigkeit auf dem linken Fahrstreifen
$Q_{Lkw,g}$	geglättete fahrtrichtungsbezogene Lkw-Verkehrsstärke	$s_{u,max}$	Grenzwert der Standardabweichung der fahrestreifenbezogenen Kfz-Geschwindigkeit für die Einschaltbedingung im Verfahren Unruhe im Verkehr
$Q_{Lkw,P}$	prognostizierte fahrtrichtungsbezogene Lkw-Verkehrsstärke		

$s_{u,min}$	Grenzwert der Standardabweichung der fahstreifenbezogenen Kfz-Geschwindigkeit für die Ausschaltbedingung im Verfahren Unruhe im Verkehr	$t_{S\text{ Bezug}}$	Bezugszeitraum für die Plausibilitätsprüfung
		T	Mess- und Aufbereitungsintervall
		T_U	Umlaufzeit
S	fahrtrichtungsbezogene Standardabweichungen der Geschwindigkeit		- V -
S_{Kfz}	fahrtrichtungsbezogene Standardabweichungen der Kfz-Geschwindigkeit	v	fahstreifenbezogene Geschwindigkeit
		v_0	maßgebende Geschwindigkeit des Fundamentaldiagramms
$SI(i)$	Stauindikator von Streckenabschnitt i im Verfahren Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$v_{85,Pkw}$	Pkw-Geschwindigkeit, die von 85 % aller Pkw bei Nässe nicht überschritten wird
$SL(i, N)$	Staulänge des i -ten Stauobjekts auf der Normalroute N im Verfahren Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$v_a(i, j)$	angezeigte Geschwindigkeit am Querschnitt i auf Fahrstreifen j
		v_f	Fahrtgeschwindigkeit innerhalb des Fundamentaldiagramms
$SL(i, A_k)$	Staulänge des i -ten Stauobjekts auf der k -ten Alternativroute im Verfahren Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$v_{FS\ 1}$	mittlere Geschwindigkeit auf dem rechten Fahrstreifen
		v_{grenz}	Parameterwert der fahstreifenbezogenen Geschwindigkeit zur Plausibilitätsprüfung
$SL_{max_{k1,aus}}$	Ausschaltswellenwert für Algorithmus 6 für die maximale Staulänge für die Route k in Stufe 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	v_{Kfz}	mittlere fahstreifenbezogene Kfz-Geschwindigkeit
		v_{KfzMax}	maximale fahstreifenbezogene Kfz-Geschwindigkeit zur Plausibilitätsprüfung
$SL_{max_{k1,ein}}$	Einschaltswellenwert für Algorithmus 6 für die maximale Staulänge für die Route k in Stufe 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$v_{KfzMax,g}$	geglättete maximale fahstreifenbezogene Kfz-Geschwindigkeit zur Plausibilitätsprüfung
		$v_{Kfz,g}$	mittlere geglättete fahstreifenbezogene Kfz-Geschwindigkeit
	- T -		
t	Zeitpunkt	$v_{Kfz,aus}$	Grenzwert der fahstreifenbezogenen Kfz-Geschwindigkeit für das Ausschaltkriterium der Stauwarnung bei der Geschwindigkeitsbeschränkung 60 km/h und dunkel im Stau im Verfahren Fahrstreifenbezogene Stauerkennung
$t_{Durchfahrt}$	Durchfahrtszeitpunkt		
$t_f(i)$	Fahrtzeit auf dem Streckenabschnitt i	$v_{Kfz,ein}$	Grenzwert der fahstreifenbezogenen Kfz-Geschwindigkeit für das Einschaltkriterium der Stauwarnung bei der jeweiligen Geschwindigkeitsbeschränkung im Verfahren Fahrstreifenbezogene Stauerkennung
t_{Fahrt}	Fahrtzeit		
$t_{min,aus}$	minimale Anforderungszeit zur Deaktivierung eines Schaltbildes		
$t_{min,ein}$	minimale Anforderungszeit zur Aktivierung eines Schaltbildes		
$t_{min,stör}$	minimale Zeit einer Ausschaltbedingung im Zustand „nicht ermittelbar“ zur Deaktivierung eines Schaltbildes	v_{Lkw}	mittlere fahstreifenbezogene Lkw-Geschwindigkeit
$t_{Nachschalt}$	Nachschaltzeit		
t_{netto}	mittlere Nettozeitlücke		

v_{LkwMax}	maximale fahstreifenbezogene Lkw-Geschwindigkeit zur Plausibilitätsprüfung		Fahstreifenbezogene Verkehrslage
v_{Pkw}	mittlere fahstreifenbezogene Pkw-Geschwindigkeit	$V_{FS,HA}$	Parameter zur Ermittlung der Grenzgeschwindigkeit (je FS) ; Ausschaltkriterium im Verfahren Fahstreifenbezogene Verkehrslage
v_{PkwMax}	maximale fahstreifenbezogene Pkw-Geschwindigkeit zur Plausibilitätsprüfung		
$v_{Pkw HFS}$	Pkw-Geschwindigkeit des Hauptfahstreifens	V_{Kfz}	mittlere fahrtrichtungsbezogene Kfz-Geschwindigkeit
$v_{Pkw ÜFS}$	Pkw-Geschwindigkeit des Überholfahstreifens (bei zweistreifiger Richtungsfahrbahn)	$V_{Kfz,g}$	geglättete mittlere fahrtrichtungsbezogene Kfz-Geschwindigkeit
$v_{Pkw ÜFS 1}$	Pkw-Geschwindigkeit des ersten Überholfahstreifens – mittlerer Fahstreifen (bei dreistreifiger Richtungsfahrbahn)	$V_{Kfz,G}$	fahrtrichtungsbezogene Kfz-Geschwindigkeit ermittelt aus der Fahrtzeit im Verfahren Dynamisches Fundamentaldiagramm
$v_{Pkw ÜFS 2}$	Pkw-Geschwindigkeit des zweiten Überholfahstreifens – rechter Fahstreifen (bei dreistreifiger Richtungsfahrbahn)	$V_{Kfz,P}$	prognostizierte fahrtrichtungsbezogene Kfz-Geschwindigkeit
$v_{Stau,ein}$	Grenzwert der Geschwindigkeit zur Stauerkennung	$V_{Kfz,Stufe 1,aus}$	Ausschaltswellenwert für Algorithmus 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul
V	fahrtrichtungsbezogene Geschwindigkeit	$V_{Kfz,Stufe 1,ein}$	Einschaltswellenwert für Algorithmus 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul
V_0, V_1	Grenzwerte der Geschwindigkeit zur Definition der Verkehrszustandsbereiche im Verfahren Dynamisches Fundamentaldiagramm	$V_{Lkw,g}$	geglättete mittlere fahrtrichtungsbezogene Lkw-Geschwindigkeit
$V_{b,Stau,ein}$	Parameter zur Stauerkennung im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Stauerkennung (Staukriterium 1)	$V_{Lkw,P}$	prognostizierte fahrtrichtungsbezogene Lkw-Geschwindigkeit
$V_{B,Stufe 1,aus}$	Ausschaltswellenwert für Algorithmus 2 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	V_{lokal}	mittlere lokale Geschwindigkeit
$V_{B,Stufe 1,ein}$	Einschaltswellenwert für Algorithmus 2 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$V_{Pkw,g}$	geglättete mittlere fahrtrichtungsbezogene Pkw-Geschwindigkeit
$V_{diff,Stau}$	Grenzwert der Differenzgeschwindigkeit zwischen Pkw- und Lkw-Geschwindigkeit zur Stauerkennung im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Stauerkennung (Staukriterium 2)	$V_{Pkw,g}(100, aus)$	Grenzwert der geglätteten Pkw-Geschwindigkeit für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 3 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$V_{Diff,Stufe 1,ein}$	Einschaltswellenwert für Algorithmus 1 des Verfahrens Vereinfachtes Netzsteuerungsmodul	$V_{Pkw,g}(80, aus)$	Grenzwert der geglätteten Pkw-Geschwindigkeit für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 4 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage
$V_{FS,HE}$	Parameter zur Ermittlung der Grenzgeschwindigkeit (je FS) ; Einschaltkriterium im Verfahren	$V_{Pkw,g}(60, aus)$	Grenzwert der geglätteten Pkw-Geschwindigkeit für die Rücknahmebedingung der Verkehrssituation 5 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage

$V_{Pkw,g}(100, ein)$	Grenzwert der geglätteten Pkw-Geschwindigkeit für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 3 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage	x	Anzahl der zu berücksichtigenden Fahrstreifen im Verfahren Fahrstreifenbezogene Stauererkennung
$V_{Pkw,g}(80, ein)$	Grenzwert der geglätteten Pkw-Geschwindigkeit für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 4 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage	Z_i	- Z - Verkehrsstufe i
$V_{Pkw,g}(60, ein)$	Grenzwert der geglätteten Pkw-Geschwindigkeit für die Auslösebedingung der Verkehrssituation 5 im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage		- A -
$V_{Hauptfahrbahn}$	mittlere Geschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn im Bereich einer Anschlussstelle		
$V_{Pkw,P}$	prognostizierte fahrtrichtungsbezogene Pkw-Geschwindigkeit		
V_{Stau}	Grenzwert der Geschwindigkeit zur Stauererkennung im Verfahren Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung		
Vk_{diff}	Verkehrsstärkedifferenz innerhalb eines Streckenabschnittes zur Erkennung eines Störfalles im Verfahren LOGIT-Modell basierte Situationserkennung		
$Vk_{grenz,ein}$	Grenzwert der Verkehrsstärkedifferenz innerhalb eines Streckenabschnittes zur Erkennung eines Störfalles im Verfahren LOGIT-Modell basierte Situationserkennung		
VZ_{AR}	Verlustzeit auf der Alternativroute		
VZ_{HR}	Verlustzeit auf der Hauptroute		
			- W -
w	Anzahl der zu unterscheidenden Schalteempfehlungen im Verfahren LOGIT-Modell basierte Situationserkennung		
			- X -
χ_h	Faktor für Nässe (h: Harmonisierungsprogramm 120, 100 oder 80) im Verfahren Fahrstreifenbezogene Verkehrslage		

10.3 Glossar

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 Farbgraphikbildschirm(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 entsprechend 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 Kooperation:
Ein Client (Dienstnutzer), von dem die Initia-

<p>tive 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.</p> <p>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.</p> <p>Code Vorschrift für die eindeutige Zuordnung der Zeichen eines Zeichenvorrates zu denen eines anderen, z. B. ASCII zur Zuordnung von darstellbaren Zeichen zu Zahlenfolgen</p>	<p>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)</p> <p>Datenerfassungs-/ Datenausgabegeräte (DEG/DAG) Ein-/ Ausgabe-Konzentratoren (EAK) einer Streckenstation und den ihnen nachgeordneten Hardwareeinheiten</p> <p>Datenhaltung Software zum Speichern und Verwalten von Daten</p> <p>Datenmodell Ein Datenmodell legt allgemeine Regeln für die Spezifikation der Datenstrukturen fest und beschreibt die auf den Daten und Strukturen zulässigen Operationen</p> <p>Datenträger Mittel zur physikalischen Speicherung von Daten</p> <p>Datenübernahme Entgegennahme von Daten der SSt durch die UZ oder die der UZ durch die VRZ</p> <p>Datenunterzentrale (Daten-UZ) Unterzentrale, bestehend aus Hard- und Software mit Basisfunktionalitäten (übernehmen, aufbereiten, speichern, auswerten, visualisieren, parametrieren), aber ohne Steuerungsfunktionen</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>Debugger Programm zum Aufdecken und Entfernen von Programmierfehlern</p> <p>Defaultwert voreingestellter Wert für einen Parameter</p>
<p>- D -</p>	
<p>Darstellung freie Kombination von anzuzeigenden bzw. auszublendenden Darstellungsobjekttypen, Darstellungsobjekten, der freien Festlegung des Anzeige- und Zoomverhaltens dieser Objekte und der Anordnung der Objekte in ihren Layern etc.</p> <p>Darstellungsfenster Fenster, die über automatisch aktualisierende Darstellungsbereiche (Darstellung als maßstäbliche Karte, stilisierte Karte, Diagrammdarstellungen etc.) verfügen</p> <p>Data Dictionary Verzeichnis aller genutzten Datenelemente mit der jeweiligen Datenbeschreibung</p> <p>Datenaggregation Zusammenfassen von Daten z. B. zu Mittelwerten oder Anzahlen unter Informationsverlust</p> <p>Datenarchivierung Dauerhafte Auslagerung der Datenbankinhalte z. B. auf externe Datenträger (Band, CD, Festplatte, etc.)</p> <p>Datenart Menge von Daten mit gleicher Syntax und Semantik</p> <p>Datenaufbereitung Ermittlung steuerungsunabhängiger Daten aus den übernommenen Rohdaten einschließlich der Datenaggregation, Prüfen auf Plausibilität und Bilden von Ersatzwerten</p>	

<p>Dialogbox Bedienungselement in Form eines Fensters, die neben einer Ausgabe auch die Möglichkeit einer Eingabe vorsieht</p> <p>Dirigent Spezieller EAK, der eine Gruppe von Wechselwegweisern koordiniert.</p> <p>Durchgangsverkehrsanteil Anteil der Fahrzeuge an der Gesamtverkehrsstärke, deren Quelle und Ziel sich außerhalb des betrachteten Bereichs befinden</p> <p>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</p> <p>DV-Sicherheit Zustand bei dem das DV-System vor Beeinträchtigung bewahrt wird</p>	<p>Erfassungsintervall Zeitintervall, auf dessen Basis Daten ausgewertet werden, bzw. für das Daten von einer SSt erwartet werden</p> <p>Erfassungsstelle Messstelle für Verkehrs- oder Umfelddaten</p> <p>Ergebniswertgüte beschreibt, wie „gut“ der ermittelte Zustand aus Sicht des Verfahrens aufgrund der verarbeiteten Eingangsgrößen ist</p> <p>Ersatzwerte Daten, die für fehlende oder implausible Daten berechnet werden</p> <p>Ersatzwertverfahren Verfahren zur Bestimmung von Ersatzwerten</p> <p>Ethernet Kommunikationsmedium und -protokolle für LAN, gemäß IEEE 802.3</p> <p>exponentiell geglätteter Mittelwert Berechnungsverfahren, das die Vergangenheitswerte in Abhängigkeit von deren Alter wichtet</p>
- E -	
<p>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)</p> <p>Einfahrphase Längerer Zeitbereich nach Installation und Test der Hard- und Software zur Optimierung des Steuerungsmodells</p> <p>Einfahrrampe Der Teil einer Anschlussstelle, der ausschließlich von Fahrzeugen zu benutzen ist, die auf die BAB auffahren</p> <p>Einfahrverkehrsstärke Verkehrsstärke auf einer Einfahrrampe</p> <p>einstreifig Abschnitt einer Straße, der in einer Richtung nur einen Fahrstreifen besitzt, z. B. aufgrund einer Baustelle</p> <p>Encoder ein System zum Umwandeln einer vorhandenen Datenquelle in ein für einen bestimmten Einsatzzweck geeignetes Format</p> <p>Entwicklungsdokumentation Gesamtheit der für Systemerstellung benötigten V-Modell-Dokumente</p>	<p style="text-align: center;">- F -</p> <p>Fachlich/funktional aus Sicht des Systems „Verkehrsbeeinflussung“</p> <p>fachliche Hauptaufgaben die übergeordneten Aufgaben des Systems „Verkehrsbeeinflussung“ wie Netzbeeinflussung, Streckenbeeinflussung, etc.</p> <p>fahrtrichtungsbezogen bezogen auf alle Fahrstreifen einer Richtung an einem Messquerschnitt</p> <p>Fernbus Kommunikationsmedium, das VRZ und UZ verbindet</p> <p>Fernbuskommunikation Gesamtheit der Protokolle auf dem Fernbus</p> <p>Fertigprodukt Komplett verfügbare Funktionseinheit (verfügbar im eigenen Unternehmen, im Amtsbereich oder auf dem Markt).</p> <p>Fundamentaldiagramm Graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen den Größen Geschwindigkeit, Verkehrsdichte und Verkehrsstärke.</p> <p>Funktionalität Eine Menge von Eigenschaften, die sich auswirken auf das Vorhandensein eines</p>

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.

Funktionsbereich

Gruppe von logisch zusammengehörigen Funktionen, die in der Regel in einem DV-Segment implementiert werden.

Funktionsebene

größtes Strukturelement des Systems „Verkehrsbeeinflussung“, das sich aufgrund der räumlichen Aufteilung der verschiedenen Aufgaben ergibt. Funktionsebenen sind „Straße“, „UZ“ und „VRZ“

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.

Funktionsstruktur

Eine Funktionsstruktur definiert die (statische) Gliederung der Funktionalität eines Systems, DV-Segments oder einer SWE in Funktionen.

- G -

Ganglinie

Darstellung von Werten über der Zeit, die u. a. für die Prognose zukünftiger Ereignisse eingesetzt werden kann

Gateway

Rechner zur Vermittlung und Protokollumsetzung zwischen verschiedenen Rechnernetzen

geglättete mittlere Geschwindigkeit

exponentiell geglätteter Mittelwert der Geschwindigkeit

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

Grundversorgung

Vorgabe von Defaultwerten für Parameter bzw.

Ein vordefinierter, verkehrlich und verkehrrechtlich unbedenklicher Anzeigezustand eines oder mehrerer WVZ, der bei störungsfreier Anlage hergestellt wird, wenn ansonsten keine andere Anforderung anliegt.

Grundzustand

Die Grundeinstellung der Wechselverkehrszeichen im Autarkbetrieb der Streckenstation gemäß TLS 2012

Gütekriterium

Kriterium zur Beurteilung der Qualität von Daten, die in einer Berechnung verwendet werden oder die Qualität der Berechnungsergebnisse beeinflussen

- H -

Hardcopy

Ausgedruckter Bildschirminhalt

Hardware

Gesamtheit oder Teil der apparativen Ausstattung von Datenverarbeitungssystemen.

Hardwarekomponente

Hardwareelement, das aus einer oder mehreren HWE bestehen kann

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.

Hauptaufgabe

fachlicher Aufgabenbereich, wie Netzbeeinflussung

Hysterese

Funktioneller Zusammenhang zwischen gemessener bzw. ermittelter Größe und Zu-

stand, in Abhängigkeit vom aktuellen Zustand

- I -

Initialisierungsphase

Zeit nach Systemstart, zu der die Prozesse gestartet werden und mit Konfigurationsinformationen versorgt werden

Inselbus

Kommunikationsmedium, das UZ und SSt verbindet

- J -

Justierung

Iterative Veränderung der Parameter zur Datenaufbereitung und Steuerung in der Regel zur Optimierung der Steuerungsmodelle

- K -

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 Straßenverkehr 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 auf

einander 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 Ablauffähigkeit 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 beigegeben 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 an Teile oder die gesamte Verkehrsbeeinflussungsanlage

Leistungsverzeichnis

Tabellarische Aufstellung der vom Ersteller zu erbringenden Leistungen, die als Berechnungsgrundlage des Angebots dient

Location-Code

Code zur eindeutigen und systemunabhängigen Bezeichnung des Ortes eines Ereignisses, standardisiert durch die CEN

LOGIT-Modell

Verknüpfung von mehreren Störungsindikatoren unter Berücksichtigung der logistischen Verteilung der Auftretenswahrscheinlichkeit der einzelnen Indikatoren. Die berücksichtigten Indikatoren werden als unabhängig voneinander angesehen.

Lokalbus

Bus in einer SSt, der die EAK mit dem Steuermodul verbindet

- M -**Maßnahme**

abstrakt formulierte Handlungsanweisung als Folge einer oder mehrerer Situationen

Message

Nachricht, die zwischen Client und Server ausgetauscht wird

Messquerschnitt

Lokale Stelle an der Straße, an der Messwerte erfasst werden

Middleware

Software (Verteilungsplattform) angesiedelt zwischen Client und Server, die diese u.a. unabhängig machen soll von Ort, Art der Hardware; Betriebssystem und sonstigen herstellereigenen Fertigprodukten

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, Schnittstellenspezifikation, Schnittstellenminimalität, Überschaubarkeit, Testbarkeit, etc. [Denert 1979].

- N -**Nebenfahrbahn**

Baulich von der Hauptfahrbahn getrennte Fahrbahn in der Regel im Bereich von Anschlussstellen und Autobahnkreuzen, auch Verteilerfahrbahn genannt

Nebensensor

Sich räumlich am gleichen Standort befindlicher Sensor

Nettozeitlücke

Differenz zwischen dem Ende der Erfassung eines Fahrzeugs durch einen Verkehrsdetektor und dem Beginn der Erfassung des nachfolgenden Fahrzeugs durch diesen Verkehrsdetektor

Netzbeeinflussungsanlage

Anlage zur Ermittlung und Anzeige von Alternativrouten bei gestörter Normalroute

Netz

zusammenhängende beliebige Kombination von Strecken

Netzmasche

Teil eines Autobahnnetzes

- O -

Objekttyp

charakteristische Beschreibung eines zu behandelnden Objektes (Datenerfassungseinheit - DE, Messquerschnitt - MQ, Anzeigequerschnitt - AQ)

Offenes System

Ein System, das in ausreichendem Maße offenelegte 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

online

im laufenden Betrieb, mit Einfluss des aktuell laufenden Systems

Open LR

offene Methode zur Codierung, Übertragung und Decodierung von beliebigen Ortsreferenzen zwischen verschiedenen Datenstrukturen zur Darstellung von Straßennetzen

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 verkehrabhängiges 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 erzieltm Ergebnis

Prüfprozedur

Die Prüfprozedur ist eine Arbeitsanleitung, die exakte Anweisungen für jede einzelne

Prüfung enthält und je Prüfgegenstand existiert	Router Gerät zur Kopplung zweier Netze mit unterschiedlichen Protokollen unterhalb der Transportebene (OSI-4)
Prüfspezifikation Die Prüfspezifikation enthält die Beschreibung von Prüfanforderungen und -zielen, Prüfmethoden, von den Anforderungen abgeleitete Prüfkriterien und die Prüffälle	- S -
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	Schaltbefehl Information zur Änderung einer oder mehrerer Anzeigen
Punktuelle Beeinflussungsanlage Anlage zur Beeinflussung des Straßenverkehrs an einem Punkt der Autobahn, in der Regel zur Warnung vor überhöhter Geschwindigkeit	Schaltprogramm Programm zur Erzeugung abgestimmter Schaltbefehle
- Q -	Schnittstelle Gedachter oder tatsächlicher Übergang an der Grenze zwischen zwei Funktionseinheiten mit den vereinbarten Regeln für die Übergabe von Daten oder Signalen.
Qualitätssicherung Submodell des V-Modells, in welchem die Gewährleistung der Qualität geregelt wird	Schwellenwert Grenzwert, der bei Über- oder Unterschreitung eine Aktion/Handlung auslösen soll
Quantifier Variablen zur Identifikation von Anzahlen, Zeiten u. ä. für Alert-C Meldungen	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.
Querabgleich Abstimmung der einzelnen Anzeigen (WVZ A, WVZ B, WVZ C) eines AQ	selbstkorrigierend Eigenschaft des Systems, die bewirkt, dass Fehler automatisch korrigiert werden
Querschnittsbezogen Bezogen auf alle Verkehrsdetektoren eines Querschnitts in der Regel durch Mittelwertbildung	selbstorganisierend Eigenschaft des Systems, die bewirkt, dass Systemressourcen automatisch verwaltet werden
Querschnittsprognose Vorhersage einer Größe an einem Richtungsquerschnitt	Simulation Darstellung realer Abläufe im System ohne Einfluss auf den realen Verkehrsfluss
- R -	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.
Rampe Auf- oder Abfahrt, auch an Autobahnkreuzen	Software Programme für Datenverarbeitungssysteme, die zusammen mit deren Eigenschaften zusätzliche Betriebsarten oder Anwendungsarten ermöglichen. Software umfasst die
RDS-TMC Telematikdienst zur Übertragung digitaler Verkehrsfunkmeldungen an den Verkehrsteilnehmer gemäß ISO 14819 und DIN V ENV 12313-4	
Rohdaten unbearbeitete Ergebniswerte der SSt	

	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.	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.
Strecke	zusammenhängende Straßensegmente (mit Anfangs- und Endoffset)	SW-Komponente	Softwarebaustein einer SWE
Systemerstellung	Submodell des V-Modells, in dem die Entwicklung des Systems geregelt wird	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.
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).	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.
Standardabweichung	Maß für die Streuung der empirischen Verteilung um den Mittelwert	systemextern	von außerhalb des Systems „Verkehrsbeeinflussung“
Standardganglinie	Ganglinie, die das Verhalten einer Größe im Normalfall beschreibt	Systemkomponente	Element des Systems
Steuermodul	Zentrale Baugruppe der SSt, welche den Datenaustausch zwischen den E/A-Konzentratoren und den Unterzentralen abwickelt	Systemsoftware	Gesamtheit aller Programme, die die Basis für die Anwendungssoftware bilden, wie Betriebssystem, Middleware etc.
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		
			- 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	Verkehrsdichte Anzahl Fahrzeuge pro Kilometer
TPEG-loc Methode zur Georeferenzierung von Objekten nach dem TPEG-Standard	Verkehrsinformation Aus den ermittelten Kenngrößen des Verkehrs abgeleitete Information zum Verkehrsfluss auf einem Streckenabschnitt sowie alle verkehrlich relevanten Informationen
Trendextrapolation Berechnungsverfahren zur Vorhersage zukünftiger Werte aus den bisherigen Werten und deren Entwicklung	Verkehrskollektiv Anzahl Fahrzeuge im Rahmen der Netzeinflussung, die während eines Prognoseintervalls den Einfahrquerschnitt einer Prognosestrecke überfahren.
- 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)	Verkehrsmeldung eine zur Weitergabe an Dritte verifizierte Verkehrsinformation
Umfelddaten Messwerte, die den Umfeldzustand eines bestimmten lokalen Bereichs beschreiben (Sichtweiten, Witterungszustand, etc.)	Verkehrsrchner Ein Rechner des Segments „Verkehr“ in der VRZ oder UZ mit Software zur Realisierung verkehrstechnischer Online-Aufgaben
unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) Gerät zur Überbrückung von Stromausfällen und Spannungsspitzen für einen bestimmten Zeitraum	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 Netzeinflussungsanlagen wird i. d. R. hier implementiert
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.	Verkehrsrssituationsübersicht Abschnittsweise farbliche Darstellung der ermittelten Verkehrsrstufen im Übersichtsbild
Urlasser Ursache, Veranlasser und durchführender Operator einer entsprechenden Aktion	Verkehrsrstärke Menge aller Fahrzeuge auf einem Fahrstreifen oder einem Richtungsquerschnitt innerhalb eines Zeitbereichs
- V -	
Verfahrensgüte beurteilt die Qualität des angewendeten Verfahrens	Verkehrsrstärke-Geschwindigkeits-(q-v)-Diagramm Gegenüberstellung von Geschwindigkeit und Verkehrsrstärke in einem Diagramm
Verkehrsrbeeinflussungsanlage Anlage zur Beeinflussung des Verkehrs mit Hilfe von WVZ	Verkehrsrstärke-Verkehrsr-dichte-(q-k)-Diagramm Gegenüberstellung von Verkehrsrstärke und Verkehrsr-dichte in einem Diagramm
Verkehrsrbeeinflussungssystem Ein System oder ein Teilsystem zur Beeinflussung des Verkehrs auf Autobahnen, noch ohne konkrete Ausprägung	Verkehrsrstufe Klassifizierung des Verkehrsflusses in vorgegebenen Stufen
Verkehrsrdaten Messwerte, die den Verkehrsrzustand beschreiben	Verkehrsrzustand eine bestimmte Verkehrsr-situation
	Verriegelung Vermeidung von unzulässigen, unerwünschten Schaltbildern mehrerer Anzeigequerschnitte, welche zu verkehrsrgefährdenden Zuständen führen können

Verriegelungsmatrix	Enthält Eintragungen zu nicht erlaubten Schaltkombinationen von WVZ für einen bestimmten Anzeigequerschnitt	formationen an den Verkehrsteilnehmer weitergeben
Versorgung	Tätigkeit zur Eingabe von Grunddaten und Parameter in das System bzw. Software, die diese Tätigkeit unterstützt	Wechselwegweiserkette alle Wechselwegweiser vor einem Entscheidungspunkt. Sie stellen die gleichen Zielinformationen dar.
Verteiltes System	ein System bestehend aus autonomen Subsystemen, die koordiniert kooperieren, um eine gemeinsame Aufgabe zu erfüllen	Wechselzeichengeber (WZG) Gerät zur Darstellung von Wechselverkehrszeichen
Verträglichkeitsprüfung	Überprüfung, ob Kombinationen bestimmter Anzeigen zulässig sind	Wide Area Network (WAN) Kopplung unabhängiger Rechner über einen geographischen Bereich großer Ausdehnung in der Regel durch Kopplung mehrerer lokaler Netze mit verbindender Infrastruktur
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.	Windgeschwindigkeit (vektoriell) Vektor der Windgeschwindigkeit in Nord- und Ostrichtung
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.	- Z -
V-Modell-Produkt	Ergebnis einer Aktivität entsprechend dem V-Modell	Zuordnungstabelle Abbildung zwischen Mess- und Anzeigequerschnitten

- 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 Fahrtroutenin-

11. Literaturverzeichnis

- BASSt 2011a - Leitfaden zum Arbeitsstellenmanagement auf Bundesautobahnen, Bundesanstalt für Straßenwesen (BASSt), 2011
- BASSt 2011b - Ausführungshinweise zum „Leitfaden zum Arbeitsstellenmanagement auf Bundesautobahnen“, Bundesanstalt für Straßenwesen (BASSt), 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
- 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 (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 - Fernwirkleinrichtungen 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 Radiodatensysteme - 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 (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 (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 Strategieanwendung 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 RheinMain - 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>
- Papageorgiou 1991 - Papageorgiou, M., Hadj-Salem, H., Blosseville, 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>

Anhang 1 Plausibilitäts- und Vollständigkeitsprüfungen

A 1.1 Plausibilitätsprüfungen

A 1.1.1 Methoden zur Plausibilitätsprüfung der Kurzzeitdaten

Für alle korrekt erfassten Daten der FG1 muss nach TLS je Datenquelle (z. B. DE) und Datenart (Langzeit- und Kurzzeitdaten) gelten:

Hinweise:

Vor einer durchzuführenden Plausibilisierung müssen die entsprechenden Daten aus der Datenaufbereitung zuvor berechnet werden (siehe Anhang A 2.2.1)

Die Schreibweise $a \Rightarrow b$ bedeutet: Ist der Ausdruck a wahr, so muss auch b erfüllt sein, ansonsten liegt ein Fehler vor.

1. $q_{Kfz} = 0 \Rightarrow (q_{Lkw} = 0 \text{ und } q_{Pkw} = 0)$; ansonsten sind alle Werte als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen
2. $q_{Lkw} = 0 \Rightarrow v_{Lkw} = 255$; ansonsten ist q_{Lkw} als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen
3. $q_{Pkw} = 0 \Rightarrow v_{Pkw} = 255$; ansonsten sind q_{Pkw} und v_{Pkw} als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen
4. $q_{Kfz} \geq q_{Lkw}$; ansonsten ist q_{Lkw} als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen
5. $q_{Kfz} - q_{Lkw} > 0 \Rightarrow 0 < v_{Pkw} < 255$; ansonsten sind q_{Lkw} und v_{Pkw} als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen
6. $q_{Kfz} > 0 \Rightarrow 0 < v_{Kfz} < 255$, ansonsten sind q_{Kfz} und v_{Kfz} als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen
7. $q_{Lkw} > 0 \Rightarrow 0 < v_{Lkw} < 255$; ansonsten sind q_{Lkw} und v_{Lkw} als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen
8. $q_{Kfz} = 0 \Rightarrow v_{Kfz,g}(t) = v_{Kfz,g}(t - T)$, ansonsten ist die geglättete mittlere Geschwindigkeit $v_{Kfz,g}$ als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen
9. $v_{Kfz} > v_{Grenz} \Rightarrow b < b_{Grenz}$ (v_{Grenz} und b_{Grenz} parametrierbar, Erstversorgung $v_{Grenz} = 200$ und $b_{Grenz} = 6$), ansonsten sind v_{Kfz} und die Belegung b als ‚Implausibel‘ zu kennzeichnen
10. $0 < t_{Netto} \leq T$ (Intervalldauer), ansonsten ist t_{Netto} als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen

Weiterhin sind folgende Werte jeder DE auf frei parametrierbare verkehrstechnisch sinnvoll zu wählende Grenzwerte hin zu überprüfen:

11. $q_{Kfz} \leq q_{KfzMax}$, ansonsten ist der Wert entsprechend der Parametrierung zu setzen und zu kennzeichnen.
Ist $q_{KfzMax} \geq q_{Lkw}$, ist $q_{Pkw} = q_{KfzMax} - q_{Lkw}$ zu setzen, ansonsten sind alle Werte als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen und die Prüfung abzubrechen.
12. $q_{Pkw} \leq q_{PkwMax}$, ansonsten ist der Wert entsprechend der Parametrierung zu setzen und zu kennzeichnen und $q_{Kfz} = q_{Kfz} - (q_{Pkw} - q_{PkwMax})$ sowie $q_{Lkw} = q_{Kfz} - q_{PkwMax}$ zu setzen.
13. $q_{Lkw} \leq q_{LkwMax}$, ansonsten ist der Wert entsprechend der Parametrierung zu setzen und zu kennzeichnen und $q_{Pkw} = q_{Kfz} - q_{Lkw}$ zu setzen.
Ist $q_{Pkw} > q_{PkwMax}$, so sind alle Werte als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen und die Prüfung abzubrechen.

14. $0 \leq v_{Kfz} \leq v_{KfzMax}$, ansonsten ist der Wert entsprechend der Parametrierung zu setzen und zu kennzeichnen
15. $0 \leq v_{Lkw} \leq v_{LkwMax}$, ansonsten ist der Wert entsprechend der Parametrierung zu setzen und zu kennzeichnen
16. $0 \leq v_{Pkw} \leq v_{PkwMax}$, ansonsten ist der Wert entsprechend der Parametrierung zu setzen und zu kennzeichnen
17. $0 \leq v_{Kfz,g} \leq v_{KfzMax,g}$, ansonsten ist der Wert entsprechend der Parametrierung zu setzen und zu kennzeichnen
18. $0 \leq b \leq b_{Max}$, ansonsten ist der Wert entsprechend der Parametrierung zu setzen und zu kennzeichnen.

Ist ein Wert (z. B. v_{Pkw}) über die Zuweisung von 255 von der SSt gemäß TLS als ‚Nicht ermittelbar‘ kenntlich gemacht, so ist dieser Wert über eine gesonderte Statusinformation (Flag) als ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen. Dies gilt in den folgenden Fällen nicht:

19. für $q_{Lkw} = 0$ und $v_{Lkw} = 255$ ist $v_{Lkw} = 0$ zu setzen,
20. für $q_{Kfz} = 0$ und $q_{Lkw} = 0$ und $v_{Pkw} = 255$ ist $v_{Pkw} = 0$ zu setzen.

A 1.1.2 Differenzialkontrolle aufeinander folgender Messwerte

Einige der verwendeten Messgrößen weisen kontinuierliche Schwankungen auf. Daher ist zu prüfen, ob innerhalb eines zu definierenden Zeitraums (parametrierbare Anzahl der Erfassungsintervalle, parametrierbar je Fahrstreifen) eine Änderung des Messwertes vorliegt (Differenzialkontrolle). Liegt eine Ergebniskonstanz für eine frei parametrierbare Anzahl von Erfassungsintervallen für einzelne (oder alle Werte) vor, so sind die Werte auf ‚Fehlerhaft‘ zu setzen und als ‚Implausibel‘ zu kennzeichnen und eine entsprechende Betriebsmeldung zu versenden, die die entsprechende Prüfung mit den konkreten Werten enthält. Werden Werte auf ‚Fehlerhaft‘ gesetzt, ist die Güte dieser Werte nicht zu verändern.

Bei der Prüfung ist zu beachten, dass die Verkehrsstärken und die Geschwindigkeiten abhängige Größen sind. Deshalb müssen die Verkehrsstärken q und die Geschwindigkeiten v jeweils gemeinsam auf Konstanz geprüft werden und nur wenn alle zwei konstant sind, ist die Betriebsmeldung auszugeben. Bei den nicht aufgeführten Attributen darf keine Konstanzprüfung durchgeführt werden.

Die Überprüfung auf Ergebniskonstanz darf nur durchgeführt werden, solange auch die entsprechenden Randbedingungen für den zu überprüfenden Messwert erfüllt sind, Statuswerte sind von der Konstanzprüfung ausgenommen.

Folgende Überprüfungen sind durchzuführen:

Messwert	Bedingung	Grenzwert	Maximale Intervallanzahl der Wertekonstanz (Standardeinstellung)
q_{Kfz} q_{Lkw} q_{Pkw}	> 0 Kfz/Intervall > 0 Lkw/Intervall > 0 Pkw/Intervall	maxAnzKonstanzVerkehrsstärke	5
v_{Kfz} v_{Lkw} v_{Pkw}	> 0 km/h	maxAnzKonstanzGeschwindigkeit	5
s	> 0 km/h	maxAnzKonstanzStreuung	10
b	> 5 %	maxAnzKonstanzBelegung	5

Plausibilitätsprüfung durch Differenzialkontrolle

A 1.1.3 Methode zur Behandlung der als ‚Nicht ermittelbar‘ gekennzeichneten Werte

Bei der Datenaufbereitung werden Berechnungen mit als ‚Nicht ermittelbar‘ gekennzeichneten Werten i. d. R. so durchgeführt, als ob die entsprechenden Größen den Wert Null hätten, wenn keine entsprechende explizite Sonderbehandlung vorgegeben wird. Die Güteindexberechnung erfolgt unabhängig für den Gesamtterm.

Beispiel:

Bei der Gleichung $\frac{a \cdot b + c \cdot d}{a + c}$ sei a ein ‚nicht ermittelbarer‘ Wert. Damit ergibt sich als

Ergebniswert:

$$\frac{0 \cdot b + c \cdot d}{0 + c} = \frac{c \cdot d}{c} = d$$

Ergebnisgüte:

$$\frac{G(a) \cdot G(b) + G(c) \cdot G(d)}{2} - \frac{G(a) \cdot G(c)}{2}$$

mit $G(a)$ = Güteindex von a , $G(b)$ = Güteindex von b , ...

A 1.1.4 Plausibilitätsprüfung durch Vergleich der Fahrstreifendaten

Zur Erkennung falscher Zuordnung von Detektoren einzelner Fahrstreifen sollten folgende querschnittsbezogene Prüfungen mit zeitlich aggregierten Daten (1 h) implementiert werden:

Bei zweistreifiger Richtungsfahrbahn müssen folgenden Bedingungen erfüllt sein:

- $q_{Lkw\ HFS} > q_{Lkw\ ÜFS}$
- $v_{Pkw\ HFS} < v_{Pkw\ ÜFS}$

Bei dreistreifiger Richtungsfahrbahn müssen folgenden Bedingungen erfüllt sein:

- $q_{Lkw\ HFS} > q_{Lkw\ ÜFS\ 1}$
- $q_{Lkw\ HFS} > q_{Lkw\ ÜFS\ 2}$
- $q_{Lkw\ ÜFS\ 1} > q_{Lkw\ ÜFS\ 2}$
- $v_{Pkw\ HFS} < v_{Pkw\ ÜFS\ 1}$
- $v_{Pkw\ HFS} < v_{Pkw\ ÜFS\ 2}$
- $v_{Pkw\ ÜFS\ 1} < v_{Pkw\ ÜFS\ 2}$

Ist eine der Bedingungen für einen parametrierbaren Zeitraum nicht erfüllt, kann eine falsche Zuordnung der Fahrstreifen vorliegen. In diesem Fall soll das System die Meldung „Messquerschnitt x auf Zuordnung der Fahrstreifen prüfen“ generiert werden.

A 1.1.5 Differenzbildung zwischen zu- und abfließenden Verkehrsströmen

Zur Erkennung systematischer Messwertabweichungen kann auch ein Vergleich der Verkehrsstärken von mehreren hintereinander liegenden Erfassungsquerschnitten durchgeführt werden. Voraussetzung für das Verfahren ist, dass entweder keine Ein-/Ausfahrten zwischen den Querschnitten liegen oder alle zu- und abfließenden Verkehrsströme zwischen den beiden Querschnitten detektiert werden.

Bezüglich des Messquerschnitts i werden jeweils die Nachbarzählstelle (stromaufwärts und stromabwärts) herangezogen. Je Messquerschnitt und betrachtetem Zeitintervall (z. B. 15 min) wird die Gesamtverkehrsstärke $\sum q_{i,gesamt}(t)$ ermittelt.

Nun werden die Zwischenbilanzen

$$Kfz_{Zwischenbilanz\ 1}(t) = \sum q_{i,gesamt}(t) - \sum q_{i-1,gesamt}(t) - \sum q_{i-1,ON,gesamt}(t) + \sum q_{i-1,OFF,gesamt}(t)$$

und

$$Kfz_{Zwischenbilanz\ 2}(t) = \sum q_{i+1,gesamt}(t) - \sum q_{i,gesamt}(t) - \sum q_{i,ON,gesamt}(t) + \sum q_{i,OFF,gesamt}(t)$$

gebildet. Des Weiteren wird die Gesamtbilanz

$$Kfz_{Gesamtbilanz}(t) = Kfz_{Zwischenbilanz\ 1}(t) - Kfz_{Zwischenbilanz\ 2}(t)$$

gebildet.

Mit Hilfe der Bilanzen können Messfehler erkannt werden. Besitzt der Detektor am Messquerschnitt i einen positiven Messfehler, so werden sich die $Kfz_{Gesamtbilanz}$ und die $Kfz_{Zwischenbilanz\ 1}$ positiv und die $Kfz_{Zwischenbilanz\ 2}$ negativ entwickeln. Umgekehrt verhält es sich bei einem negativen Messfehler.

Auch die Lokalisierung fehlerhafter Detektoren an Ein- bzw. Ausfahrten ist mit der oben beschriebenen Bilanzierungsmethode möglich. Wenn nur einer von zwei aneinander folgenden Abschnitten eine negative oder positive Bilanzentwicklung aufweist und sich in diesem Abschnitt eine Ein- und/oder eine Ausfahrt befindet, ist der Fehler dort begründet.

Entwickelt sich die Bilanz positiv, kann dies folgende Ursachen haben:

- Nur Einfahrt – in der Einfahrt werden zu wenige Fahrzeuge detektiert.
- Nur Ausfahrt - in der Ausfahrt werden zu viele Fahrzeuge detektiert.
- Ein- und Ausfahrt - in der Einfahrt werden zu wenige Fahrzeuge detektiert oder in der Ausfahrt werden zu viele Fahrzeuge detektiert.

Entwickelt sich die Bilanz negativ, kann dies folgende Ursachen haben:

- Nur Einfahrt – in der Einfahrt werden zu viele Fahrzeuge detektiert.
- Nur Ausfahrt - in der Ausfahrt werden zu wenige Fahrzeuge detektiert.

Ein- und Ausfahrt - in der Einfahrt werden zu viele Fahrzeuge detektiert oder in der Ausfahrt werden zu wenige Fahrzeuge detektiert.

A 1.1.6 Plausibilitätsprüfung mit Bewertung des Vertrauensbereichs

Als weitere Plausibilitätsprüfung sollte die Häufigkeit [%] fehlerhafter Daten (Bezugszeitraum $t_{S\ Bezug}$ je DE parametrierbar, Voreinstellung 1 h gleitend) je Detektor und Kenngröße ermittelt werden. Bei einer größeren Häufigkeit als ein parametrierbar einstellbarer Grenzwert $h_{S\ Max}$ (Voreinstellung 30 %) sollten die an diesem Detektor erfassten Daten generell als ‚implausibel‘ gekennzeichnet und ersetzt werden.

Sinkt die Häufigkeit unter einen ebenfalls parametrierbaren Grenzwert $h_{S\ Min}$ (Voreinstellung 10 %), werden die Daten des Detektors wieder normal verwendet.

Diese Plausibilitätsprüfung sollte in regelmäßigen Intervallen (parametrierbar, Voreinstellung 30 min) durchgeführt werden.

A 1.1.7 Methode zur Erkennung systematischer Detektionsfehler

Zur Erkennung systematischer Detektionsfehler sollte ein Vergleich der querschnittsbezogenen täglichen Verkehrsstärken für jeden Messquerschnitt unterschieden in Verkehrsstärken der Pkw und Lkw durchgeführt werden.

Bei der Prüfung muss zwischen Messquerschnitten auf freier Strecke und Messquerschnitten in Bereich von Knotenpunkten unterschieden werden.

Zur Verkehrsstärkeprüfung auf der freien Strecke werden Streckenabschnitte definiert, die jeweils durch Knotenpunkte bzw. durch Anfang oder Ende des Erfassungsbereichs begrenzt sind. Für jeden Messquerschnitt auf der freien Strecke gilt als Soll-Verkehrsstärke die mittlere Verkehrsstärke aller Messquerschnitte des zugehörigen Streckenabschnitts.

An Knotenpunkten mit Vollerfassung wird die Soll-Verkehrsstärke durch Bilanzierung aus der Summe der Verkehrsströme und dem Anteil des gemessenen Verkehrsstroms ermittelt.

Hierbei muss folgendermaßen vorgegangen werden:

- Ermittlung des Anteils am Gesamtverkehr (Zufluss- bzw. Abflusssumme) für jeden Messquerschnitt im Knotenpunkt. Dabei sollen Redundanzen soweit wie möglich ausgenutzt werden, indem bei mehreren Berechnungsmöglichkeiten der Mittelwert des Anteils am Gesamtverkehr verwendet wird. Die Berechnungsmöglichkeiten des Anteils am Gesamtverkehr ergeben sich aus der Lage des zu prüfenden Messquerschnitts im Knotenpunkt.
- Ermittlung des Gesamtverkehrs als Mittelwert aus der Summe der Zuflüsse und der Summe der Abflüsse. Dabei sind bei den Knotenpunktarmen mit Erfassung die Soll-Verkehrsstärken aus der Streckenabschnittsprüfung zu verwenden.
- Ermittlung der Soll-Verkehrsstärke aus den beiden o.g. Schritten.

Weicht an einem Messquerschnitt die tägliche Verkehrsstärke der Pkw stärker als ein parametrierbarer Wert $q_{tol\ Pkw}$ (Voreinstellung: freie Strecke 5 %; Knotenpunkt: 8 %) bzw. $q_{tol\ Lkw}$ (Voreinstellung: freie Strecke 8 %; Knotenpunkt: 10 %) von der Soll-Verkehrsstärke ab, soll das System eine Meldung generieren.

Die für den Vergleich erforderlichen Verknüpfungen der MQ müssen durch den Benutzer formelmäßig eingebbar und änderbar sein.

Dazu können Messstellen definiert werden, die aus einem oder mehreren Messquerschnitten bestehen und deren Messdaten arithmetisch (durch Addition oder Subtraktion) miteinander verknüpft werden.

Die Messstellen müssen zu Gruppen zusammengefasst werden können und auf einem Bereich (freie Strecke oder Knotenpunktbereich) zugeordnet werden können. Innerhalb einer Gruppe findet dann der Vergleich der Tageswerte getrennt nach Pkw und Lkw statt.

Diese Prüfung soll einmal täglich mit den Daten des vorangegangenen Tages durchgeführt werden.

A 1.1.8 Einzelwertprüfung von Umfelddaten

Die Plausibilitätsprüfung der Einzelmesswerte ist für alle in das System übertragenen Daten durchzuführen. Die einzelnen Messwerte müssen auf folgende Kriterien überprüft werden:

– **Ausfallüberwachung:**

Ein ‚Fehlerhaft‘ gekennzeichnete oder innerhalb einer parametrierbaren Zeit nach Ablauf des Messintervalls nicht übertragener Messwert gilt als ausgefallen.

– **Grenzwertüberwachung:**

Die Überwachung, ob der Messwert innerhalb eines definierten, parametrierbaren Wertebereichs liegt, soll ausschließlich in der UZ erfolgen. Die Parametrierung dieses Wertebereiches muss für jeden einzelnen Sensor separat möglich sein. Sofern keine anderen Erkenntnisse vorliegen, sind die folgenden plausiblen Wertebereiche vorzusehen:

- $NI_{u\ Grenz} (0\ mm/h) \leq NI \leq NI_{o\ Grenz} (20\ mm/h)$
- $NS_{Wertemenge} = \{0, 40, 41, 42, 50, \dots, 79, 100\}$
- $FBZ_{Wertemenge} = \{0, 1, 32, 64, 65, 66, 67\}$

- $WFD_{u\ Grenz}(0\ mm) \leq WFD \leq WFD_{o\ Grenz}(3\ mm)$
- $LT_{u\ Grenz}(-30\ ^\circ C) \leq LT \leq LT_{o\ Grenz}(60\ ^\circ C)$
- $RLF_{u\ Grenz}(10\ \%) \leq RLF \leq RLF(100\ \%)$
- $SW_{u\ Grenz}(10\ m) \leq SW \leq SW_{o\ Grenz}(2000\ m)$
- $HK_{u\ Grenz}(0\ lux) \leq HK \leq HK_{o\ Grenz}(60000\ lux)$
- $FBT_{u\ Grenz}(-30\ ^\circ C) \leq FBT \leq FBT_{o\ Grenz}(80\ ^\circ C)$
- $RS_{u\ Grenz}(0) \leq RS \leq RS_{o\ Grenz}(100)$
- $GT_{u\ Grenz}(-30\ ^\circ C) \leq GT \leq GT_{o\ Grenz}(0\ ^\circ C)$
- $TPT_{u\ Grenz}(-30\ ^\circ C) \leq TPT \leq TPT_{o\ Grenz}(30\ ^\circ C)$
- $TT1_{u\ Grenz}(-30\ ^\circ C) \leq TT1 \leq TT1_{o\ Grenz}(80\ ^\circ C)$
- $TT3_{u\ Grenz}(-30\ ^\circ C) \leq TT3 \leq TT3_{o\ Grenz}(80\ ^\circ C)$
- $WGS_{u\ Grenz}(0\ m/s^2) \leq WGS \leq WGS_{o\ Grenz}(60\ m/s^2)$
- $WGM_{u\ Grenz}(0\ m/s^2) \leq WGM \leq WGM_{o\ Grenz}(40\ m/s^2)$
- $WR_{u\ Grenz}(0\ ^\circ) \leq WR \leq WR_{o\ Grenz}(359\ ^\circ)$

Bei festgestellter Unter- oder Überschreitung des Wertebereiches ist der Statusflag des Wertes auf ‚Implausibel‘ zu setzen.

– Differenzialkontrolle:

Einige der verwendeten meteorologischen Messgrößen weisen kontinuierliche Schwankungen auf. Daher ist zu prüfen, ob innerhalb eines zu definierenden Zeitraums (parametrierbar) eine Änderung des Messwertes vorliegt. Die Überprüfung darf aber nur vorgenommen werden, wenn die in der folgenden Tabelle aufgeführten Bedingungen erfüllt sind. Die Grenzwerte für die Bedingungen sind ebenfalls je Sensor parametrierbar.

Wird ein Messwert über die Differenzialkontrolle als nicht plausibel erkannt, so ist der entsprechende Wert auf ‚Fehlerhaft‘ und ‚Implausibel‘ zu setzen.

Folgende Messwerttypen sind mittels Differenzialkontrolle zu überwachen.

Messwert	Bedingung	Maximale Zeitdauer der Ergebniskonstanz (bezogen auf ein Erfassungsintervall von 1 min)
Niederschlagintensität	$> NI_{Grenz}(0\ mm/h)$	$NI_{Max\ Zeit}(5\ min)$
Wasserfilmdicke	$\geq WFD_{Grenz}(0,03\ mm)$	$WFD_{Max\ Zeit}(15\ min)$
Lufttemperatur	Keine	$LT_{Max\ Zeit}(120\ min)$
Relative Luftfeuchte	$< RLF_{Grenz}(100\ \%)$	$RLF_{Max\ Zeit}(130\ min)$
Sichtweite	$< SW_{Grenz}(500\ m)$	$SW_{Max\ Zeit}(10\ min)$
Helligkeit	Keine	$HK_{Max\ Zeit}(16\ h)$
Fahrbahnoberflächentemperatur	NS ≠ Schnee	$FBT_{Max\ Zeit}(60\ min)$
Temperatur in Tiefe 1	Keine	$TT1_{Max\ Zeit}(120\ min)$
Temperatur in Tiefe 3	Keine	$TT3_{Max\ Zeit}(120\ min)$
Restsalz	$> RS_{Grenz}(0\ \%)$	$RS_{Max\ Zeit}(60\ min)$
Gefriertemperatur	$\leq GT_{Grenz}(-0,1\ ^\circ C)$	$GT_{Max\ Zeit}(60\ min)$
Taupunkttemperatur	Keine	$TPT_{Max\ Zeit}(60\ min)$
Windgeschwindigkeit (Spitze)	$> WGS_{Grenz}(0,5\ m/s)$	$WGS_{Max\ Zeit}(15\ min)$
Mittlere Windgeschwindigkeit	$> WGM_{Grenz}(0,5\ m/s)$	$WGM_{Max\ Zeit}(30\ min)$

Messwert	Bedingung	Maximale Zeitdauer der Ergebniskonstanz (bezogen auf ein Erfassungsintervall von 1 min)
Windrichtung	Keine	$WR_{Max\ Zeit}$ (30 min)

durch Differenzialkontrolle zu überprüfende Messwerte

Für die Niederschlagsart und den Fahrbahnzustand ist die Differenzialkontrolle nicht durchzuführen.

– Anstiegs-Abfalls-Kontrolle:

Die Differenz zweier zeitlich aufeinanderfolgender Messwerte muss innerhalb eines parametrierbaren Grenzbereiches liegen.

Folgende Überprüfungen werden für ein parametrierbares Zeitintervall (Grundversorgung 1 min) vorgeschlagen unter der Bedingung, dass der Vorgängermesswert gemessen und plausibel war.

Messwert	Maximale Messwertdifferenz
Wasserfilmdicke	$WFD_{Max\ Diff}$ (2,0 mm)
Lufttemperatur	$LT_{Max\ Diff}$ (2,0 °C)
Relative Luftfeuchte	$RLF_{Max\ Diff}$ (±10 %)
Helligkeit	$HK_{Max\ Diff}$ (30000 Lx)
Fahrbahnoberflächentemperatur	$FBT_{Max\ Diff}$ (7 °C)
Temperatur in Tiefe 1	$TT1_{Max\ Diff}$ (0,5 °C)
Temperatur in Tiefe 3	$TT3_{Max\ Diff}$ (0,2 °C)
Taupunkttemperatur	$TPT_{Max\ Diff}$ (1 °C)
Windgeschwindigkeit (Spitze)	$WGS_{Max\ Diff}$ (30 m/s)
Mittlere Windgeschwindigkeit	$WGM_{Max\ Diff}$ (15 m/s)

durch Anstiegs-Abfalls-Kontrolle zu überprüfende Messwerte

- Liegt die Messwertdifferenz außerhalb der vorgegebenen Grenzen, wird der betroffene Messwert für die Steuerung des betrachteten Intervalls verworfen. Für die Anstiegs-Abfalls-Kontrolle im nächsten Zeitintervall wird dieser jedoch herangezogen.
- Für die Niederschlagsart, Gefriertemperatur, Restsalzgehalt, Sichtweite, Niederschlagsintensität, Windrichtung und den Fahrbahnzustand ist die Anstiegs-Abfalls-Kontrolle nicht durchzuführen.
- Liegt der Messwert bei allen Prüfungen im zulässigen Bereich, wird er als gültig angesehen. Fällt mindestens eine dieser Prüfungen negativ aus, muss der Messwert als ‚implausibel‘ gekennzeichnet werden.

A 1.1.9 Plausibilitätsprüfung logisch/physikalisch für Umfelddaten

In dieser Stufe der Plausibilitätsprüfungen werden vergleichbare oder meteorologisch voneinander abhängige Messgrößen zueinander in Beziehung gesetzt. Voraussetzung ist, dass die Werte in der Einzelwertüberprüfung nicht als ‚implausibel‘ gekennzeichnet wurden.

Eine Querverknüpfung und logisch/ physikalische Überprüfung der Messgrößen aus der vorhandenen Sensorik ist wie folgt durchzuführen.

erste Plausibilitätsprüfung	weitere Prüfung	plausibel	implausibel
$NS = \text{"Regen"}$	$LT < NS_LT_{Regen\ Grenz} (-5^\circ C)$		NS
$NS = \text{"Niederschlag"}$ UND $NI > 0\ mm/h$	kein RLF-Sensor		NS, NI
$FBZ = \text{"trocken"}$ UND $WFD > WFD_{trocken\ Grenz} (0,01\ mm)$			FBZ, WFD
$FBZ = \text{"nass"}$ UND $WFD = 0\ mm$			FBZ, WFD

erste Plausibilitätsprüfung	weitere Prüfung	plausibel	implausibel
$NS = \text{"Niederschlag"} (\neq 0) \text{ UND}$ $NI = 0 \text{ mm/h}$	$RLF < RLF_{\text{trocken Grenz}} (60 \%)$	NI	NS
	$RLF_{\text{trocken Grenz}} (60 \%) \leq RLF \leq RLF_{\text{nass Grenz}} (78 \%)$		NS, NI
$NS = \text{"Niederschlag"} \text{ UND}$ $NI = 0 \text{ mm/h}$	$RLF > RLF_{\text{nass Grenz}} (78 \%)$		NI
$NS = \text{"kein Niederschlag"} \text{ UND}$ $NI > NI_{\text{min}} (0, 1 \text{ mm/h})$	$RLF < RLF_{\text{trocken Grenz}} (60 \%)$	NS	NI
	$RLF_{\text{trocken Grenz}} (60 \%) \leq RLF \leq RLF_{\text{nass Grenz}} (78 \%)$ ODER kein RLF-Sensor		NS, NI
$NS = \text{"kein Niederschlag"} \text{ UND}$ $NI > NI_{\text{min}}$	$RLF > RLF_{\text{nass Grenz}} (78 \%)$		NS
$NI > 0,5 \text{ mm/h}$ UND $WFD = 0 \text{ mm}$	$\Delta t_{\text{trocken}} > 3 \text{ min} \text{ UND}$ $RLF < RLF_{\text{trocken Grenz}} (60 \%)$	WFD	NI
	$\Delta t_{\text{nass}} > 3 \text{ min} \text{ UND}$ $RLF > RLF_{\text{nass Grenz}} (78 \%)$	NI	WFD
$NS = \text{"Schnee"}$	$LT > NS_{LT_{\text{Schnee Grenz}}} (5^\circ\text{C})$		NS
$SW \leq SW_{\text{Grenz}} (500 \text{ m})$	$NS = \text{"kein Niederschlag"} \text{ UND}$ $RLF < RLF_{\text{trocken Grenz}} (60 \%)$		SW

Plausibilitätskontrolle logisch/physikalisch

Im Bereich zwischen $RLF_{\text{trocken Grenz}}$ und $RLF_{\text{nass Grenz}}$ ist keine eindeutige Zuordnung und damit auch keine Plausibilitätsprüfung möglich.

A 1.1.10 Langzeit-Plausibilitätsprüfungen für Umfelddaten

Langzeit-Plausibilitätsprüfungen können Hinweise auf systematische Fehler liefern. Die hieraus resultierenden Ergebnisse sind jeweils abhängig von den meteorologischen und topographischen Gegebenheiten zu bewerten.

Für eine Langzeit-Plausibilitätsprüfung werden Ergebnisse der jeweils gleichen Sensortypen einer Messstelle mit denen der beiden Nachbarmessstellen verglichen. Bezüglich der Anwendung müssen Messstellen, Sensortypen und Zeitbereiche (Tag, Stundengruppen) wählbar sein.

Die mittlere Messstelle wird als Prüfling mit den beiden benachbarten Messstellen verglichen. Wird bei diesem Vergleich ein je Sensortyp vorgegebener Schwellenwert überschritten, so ist eine entsprechende Meldung für den Operator zu generieren (Meldung: Problem bei Umfelddatenmessstellen x, y, z bezüglich Langzeitprüfung der Sensoren s).

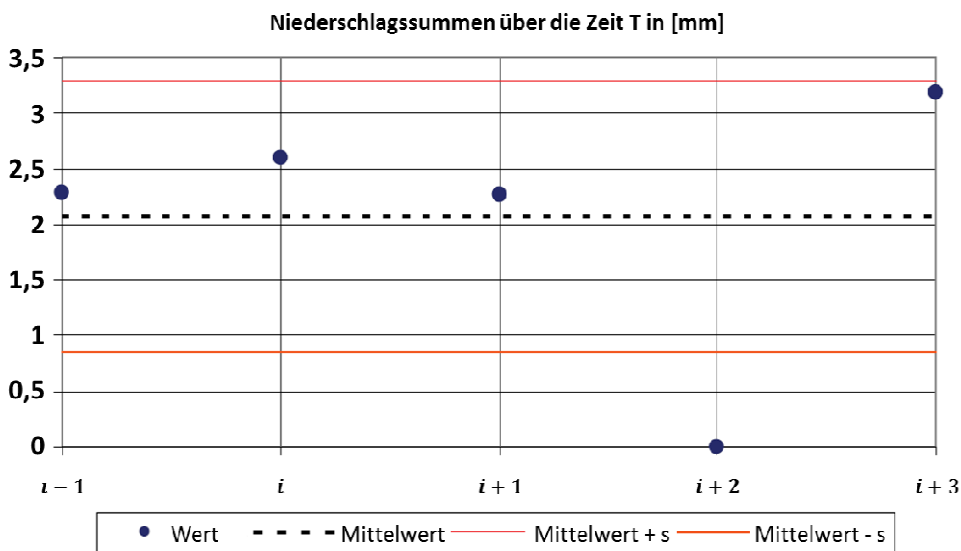
Die folgenden Untersuchungen können hierfür herangezogen werden:

- Niederschlagsintensität NI , Wasserfilmdicke WFD :
Vergleich der Summe der Werte des mittleren Sensors über jeweils einen der vorgebbaren Zeitbereiche mit dem Mittelwert aus den Summen der Werte der beiden benachbarten Sensoren über den gleich Zeitbereich
- Sichtweite SW , Lufttemperatur LT :
Vergleich der Mittelwerte des mittleren Sensors über jeweils einen der vorgebbaren Zeitbereiche mit dem Mittelwert aus den beiden Mittelwerten der beiden benachbarten Sensoren über den gleichen Zeitbereich.
- Niederschlagsart NS :
Vergleich der Häufigkeit der einzelnen Niederschlagsereignisse: z. B. „kein Niederschlag“ (0), „Regen“ (50-69), „Schnee“ (70-73), „Hagel“ (77-79), „Graupel“ (74-76) sowie „unbestimmter Niederschlag“ (40-42) des mittleren Sensors über jeweils einen der vorgebbaren Zeitbereiche mit den mittleren Häufigkeiten der beiden Sensoren der benachbarten Messstellen.
- Fahrbahnzustand FBZ :
Vergleich der Häufigkeit der einzelnen Fahrbahnzustände: z. B. „trocken“ (0), „benetzt mit Wasser“

(32), „bedeckt mit gefrorenem Wasser (64), „bedeckt mit Schnee“ (65), „bedeckt mit Eis (66), „bedeckt mit Raureif“ (67) sowie „unbestimmte Bedeckung“ (1) des mittleren Sensors über jeweils einen der vorgebbaren Zeitbereiche mit den mittleren Häufigkeiten der beiden Sensoren der benachbarten Messstellen.

Für alle Prüfungen gilt: Bei Über- bzw. Unterschreitung eines parametrierbaren Schwellenwertes (je Zeitbereich) ist eine Warnung auszugeben.

In der Darstellung ist die Station $i + 2$ näher zu prüfen. Die Stationen $i - 1$, $i + 1$ und $i + 3$ liegen in einem vorgegebenen Vertrauensbereich s , so dass bei den Schwankungen von natürlichen Einflüssen ausgegangen werden kann.



Beispiel für Langzeit-Plausibilitätsprüfung von Umfelddaten

Gibt es Stationen, die eine systematische Abweichung aufweisen bzw. gewissen Regeln folgen, sind Abschattungseffekte oder sonstige örtliche Faktoren für die Ausreißer zu überprüfen.

A 1.2 Vollständigkeitsprüfungen

A 1.2.1 Vollständigkeitsprüfung und Ersatzwertbildung für Kurzzeitdaten

Fällt die Datenerfassung an einem Fahrstreifen oder an einem ganzen Messquerschnitt aus, sollten die Werte einer zugeordneten Nachbarzählstelle r als Ersatzwert übernommen werden. Der Abstand zwischen dem Messquerschnitt i und der Nachbarzählstelle r sollte, wenn möglich, $r < 1500 \text{ m}$ betragen. Zwischen der Messstelle und der zugeordneten Nachbarzählstelle sollte keine Anschlussstelle liegen. Die Ersatzwerte der Nachbarzählstelle müssen gemessene Werte darstellen und dürfen nicht selbst Ersatzwerte sein.

Voraussetzung für eine netzweite Ersatzwertbildung ist das Vorhandensein einer lückenlosen Zuordnung von Ersatzzählstellen zu Zählstellen. Die Entscheidung, ob die Verkehrsverhältnisse an einer potenziellen Ersatzzählstelle vergleichbar mit der betrachteten Zählstelle sind, obliegt letztendlich dem erfahrenen Anwender. Gegebenenfalls kann deshalb auch in begründeten Fällen von den oben genannten Vorgaben abgewichen werden.

Ist aufgrund der Topologie des Streckennetzes die Zuordnung einer geeigneten Ersatzzählstelle zu einer Zählstelle nicht möglich oder ist der Wert der Ersatzzählstelle selbst ein Ersatzwert, so sollte der letzte korrekt gemessene Wert bis zu einem parametrierbaren Zeitraum, der z. B. zwischen 1 und 5 Minuten liegt, zeitlich fortgeschrieben werden. Wird dieser Zeitraum überschritten, ist kein Ersatzwertverfahren anzuwenden.

A 1.2.2 Ersatzwertbildung für Umfelddaten

Die Ersatzwertberechnung entspricht einer Notlösung für kurze Zeiträume bis zur Sensorreparatur. Wurde ein Ersatzwert entsprechend nachfolgendem Verfahren bestimmt, so ist dieser Wert entsprechend mit ‚Interpoliert‘ zu kennzeichnen.

Ersatzwerte sind wie folgt zu bestimmen:

- Niederschlagsintensität NI :
 - Für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) ist der letzte plausible Messwert maßgebend,
 - sonst, wenn die zugeordneten beiden benachbarten MQ (MQ_{vor} und MQ_{nach}) eine Niederschlagsintensität $NI > 0$ oder beide $NI = 0$ plausibel gemessen haben, ist als Ersatzwert der arithmetische Mittelwert aus beiden benachbarten MQ-Werten zu nutzen,
 - sonst werden die plausiblen Messwerte des Ersatzquerschnittes entsprechend der Zuordnung der Ersatzquerschnitte übernommen.
- Niederschlagsart NS :
 - Für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) ist der letzte plausible Messwert maßgebend,
 - sonst werden die plausiblen Messwerte des Ersatzquerschnittes entsprechend der Zuordnung der Ersatzquerschnitte übernommen.
- Fahrbahnzustand FBZ :
 - Für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) ist der letzte plausible Messwert maßgebend,
 - sonst, wenn die Wasserfilmdicke WFD und/oder die Niederschlagsintensität NI am betrachteten Querschnitt plausibel sind, ist der Fahrbahnzustand FBZ vom zugeordneten Ersatzquerschnitt zu übernehmen.
- Wasserfilmdicke WFD :
 - wenn am gleichen Querschnitt ein weiterer Bodensensor plausible Werte liefert, so sind diese zu übernehmen,
 - sonst ist für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) der letzte plausible Messwert maßgebend,
 - sonst, wenn die zugeordneten beiden benachbarten MQ (MQ_{vor} und MQ_{nach}) eine Wasserfilmdicke $WFD > 0$ oder beide $WFD = 0$ plausibel gemessen haben, ist als Ersatzwert der Mittelwert aus beiden benachbarten MQ-Werten zu verwenden,
 - sonst werden die plausiblen Messwerte des Ersatzquerschnittes entsprechend der Zuordnung der Ersatzquerschnitte übernommen.
- Sichtweite SW :
 - Die Werte des virtuellen Ersatzquerschnittes (i. d. R. der in Fahrtrichtung nachfolgende MQ) sind zu verwenden,
 - wenn kein benachbarter MQ vorhanden ist bzw. die benachbarten MQ für eine Übertragbarkeit zu weit auseinander liegen, ist für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) der letzte plausible Messwert zu verwenden.
- Taupunkttemperatur TPT :
 - für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) ist der letzte plausible Messwert maßgebend,
 - sonst, wenn die Wasserfilmdicke WFD und/ oder die Niederschlagsintensität NI am betrachteten Querschnitt plausibel ist, ist die Taupunkttemperatur TPT vom zugeordneten Ersatzquerschnitt zu nutzen.

- Lufttemperatur *LT*:
 - für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) ist der letzte plausible Messwert maßgebend,
 - sonst, wenn die Wasserfilmdicke *WFD* und/ oder die Niederschlagsintensität *NI* am betrachteten Querschnitt plausibel ist, ist die Lufttemperatur *LT* vom zugeordneten Ersatzquerschnitt zu nutzen.
- Fahrbahnoberflächentemperatur *FBT*:
 - für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) ist der letzte plausible Messwert maßgebend,
 - sonst, wenn die Wasserfilmdicke *WFD* und/ oder die Niederschlagsintensität *NI* am betrachteten Querschnitt plausibel ist, ist die Fahrbahnoberflächentemperatur *FBT* vom zugeordneten Ersatzquerschnitt zu nutzen.
- Helligkeit *HK*:
 - Die Werte des virtuellen Ersatzquerschnittes (i. d. R. der lokal nächstgelegene MQ) sind zu verwenden wenn kein benachbarter MQ vorhanden ist bzw. die benachbarten MQ für eine Übertragbarkeit zu weit auseinander liegen, ist für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) der letzte plausible Messwert zu verwenden.

Anhang 2 Vorgehen und Berechnungen zur Datenaufbereitung

A 2.1 Berechnungsverfahren virtuelle Messquerschnitte

A 2.1.1 Berechnungsverfahren Standard

Je nach realer Situation sind die Messquerschnitte mit Erfassung explizit zu versorgen (MQ_{Vor} , MQ_{Mitte} , MQ_{Nach} , MQ_{Aus} , MQ_{Ein}). Die richtungsbezogenen Größen V_{Kfz} , V_{Lkw} , V_{Pkw} , $V_{Kfz,g}$, B , B_{Max} , S_{Kfz} werden von einem direkt erfassten Messquerschnitt nach folgendem Algorithmus übernommen:

- MQ_{Vor} nicht direkt erfasst:
Die Werte werden von MQ_{Mitte} übernommen. Wenn an MQ_{Mitte} ein Wert nicht vorhanden¹ ist, wird dieser Wert von MQ_{Nach} übernommen.
- MQ_{Mitte} nicht direkt erfasst:
Die Werte werden von MQ_{Vor} übernommen. Wenn an MQ_{Vor} ein Wert nicht vorhanden¹ ist, wird dieser Wert von MQ_{Nach} übernommen.
- MQ_{Nach} nicht direkt erfasst:
Die Werte werden von MQ_{Mitte} übernommen. Wenn an MQ_{Mitte} ein Wert nicht vorhanden¹ ist, wird dieser Wert von MQ_{Vor} übernommen.

Die Verkehrsstärken Q_{Kfz} , Q_{Lkw} und Q_{Pkw} werden über Bilanzgleichungen berechnet:

- MQ_{Vor} nicht direkt erfasst:
 $Q(MQ_{Vor}) = Q(MQ_{Mitte}) + Q(MQ_{Aus})$
Wenn an MQ_{Mitte} der jeweilige Wert nicht vorhanden¹ ist, gilt:
 $Q(MQ_{Vor}) = Q(MQ_{Nach}) + Q(MQ_{Aus}) - Q(MQ_{Ein})$
- MQ_{Mitte} nicht direkt erfasst:
 $Q(MQ_{Mitte}) = Q(MQ_{Vor}) - Q(MQ_{Aus})$
Wenn an MQ_{Vor} der jeweilige Wert nicht vorhanden¹ ist, gilt:
 $Q(MQ_{Mitte}) = Q(MQ_{Nach}) - Q(MQ_{Ein})$
- MQ_{Nach} nicht direkt erfasst:
 $Q(MQ_{Nach}) = Q(MQ_{Mitte}) + Q(MQ_{Ein})$
Wenn an MQ_{Mitte} der jeweilige Wert nicht vorhanden¹ ist, gilt:
 $Q(MQ_{Nach}) = Q(MQ_{Vor}) + Q(MQ_{Ein}) - Q(MQ_{Aus})$

Die Werte A_{Lkw} , Q_B^2 , K_B werden analog zu den entsprechenden Größen direkt erfasster Messquerschnitte (siehe Anhang A 2.2.2) berechnet.

Die Werte K_{Kfz} , K_{Lkw} , K_{Pkw} werden im Prinzip analog zu den entsprechenden Größen direkt erfasster Messquerschnitte (siehe Anhang A 2.2.2) berechnet. An dieser Stelle wird folgende Berechnungsformel verwendet:

$$K_X(i) = \frac{Q_X(i)}{V_X(i)}$$

¹ Nicht vorhanden heißt in diesem Zusammenhang, dass keine direkte Erfassung vorliegt oder der entsprechende Wert nicht bestimmt werden konnte.

² Bei der Ermittlung von Q_B wird bewusst von dem in Anhang A 2.2 beschriebenen Verfahren abgewichen, da mit dem hier beschriebenen Verfahren die Werte auch dann berechnet werden können, wenn keine Geschwindigkeitserfassung in den Rampen vorliegt.

A 2.1.2 Berechnungsverfahren Bilanz

Es ist eine zu versorgende Liste von Messquerschnitten vorzuhalten, wobei für jeden Messquerschnitt ein positiver oder negativer prozentualer Anteil versorgt werden muss. Ein positiver Anteil bedeutet dabei mit Sicht auf den virtuellen Messquerschnitt einen Zufluss, ein negativer einen Abfluss. Die Verkehrsstärken Q_{Kfz} , Q_{Lkw} und Q_{Pkw} werden dann durch Addition aller Messquerschnitte berechnet, wobei die Werte jedes Messquerschnitts mit dem jeweiligen prozentualen Anteil zu multiplizieren sind.

Die Werte V_{Kfz} , V_{Lkw} , V_{Pkw} , $V_{Kfz,g}$, B , B_{Max} , S_{Kfz} , K_{Kfz} , K_{Lkw} , K_{Pkw} , Q_B , K_B , werden auf ‚Nicht ermittelbar‘ gesetzt. Die Güte dieser Größen wird auf 100 % gesetzt.

Der Wert A_{Lkw} wird analog zur entsprechenden Größe direkt erfasster Messquerschnitte (siehe Anhang A 2.2.2) berechnet.

A 2.1.3 Berechnungsverfahren Verkehrslage

Es ist eine zu versorgende Liste von Messquerschnitten vorzuhalten, wobei für jeden Messquerschnitt ein positiver oder negativer prozentualer Anteil versorgt werden muss. Ein positiver Anteil bedeutet dabei mit Sicht auf den virtuellen Messquerschnitt einen Zufluss, ein negativer einen Abfluss. Die Verkehrsstärken Q_{Kfz} , Q_{Lkw} und Q_{Pkw} werden dann durch Addition aller Messquerschnitte berechnet, wobei die Werte jedes Messquerschnitts mit dem jeweiligen prozentualen Anteil zu multiplizieren sind.

Die Werte V_{Kfz} , V_{Lkw} , V_{Pkw} , $V_{Kfz,g}$, B , B_{Max} , S_{Kfz} werden von einem zu versorgenden Messquerschnitt ohne Änderung übernommen.

Die Werte A_{Lkw} , Q_B , K_B werden analog zu den entsprechenden Größen direkt erfasster Messquerschnitte (siehe Anhang A 2.2.2) berechnet.

Die Werte K_{Kfz} , K_{Lkw} , K_{Pkw} werden im Prinzip analog zu den entsprechenden Größen direkt erfasster Messquerschnitte (siehe Anhang A 2.2.2) berechnet. Hier ändert sich nur die Berechnungsformel zu

$$K_{Art}(i) = \frac{Q_{Art}(i)}{V_{Art}(i)}$$

für Art := {Kfz, Lkw, Pkw}

A 2.2 Kenngrößenberechnung

A 2.2.1 Fahrstreifenbezogene Verkehrskenngrößen

Für jedes frei parametrierbare Mess- und Aufbereitungsintervall T -sind die folgenden fahrstreifenbezogenen Kenngrößen für jeden Messquerschnitt i und Fahrstreifen j zu ermitteln:

Verkehrsstärken [Pkw/Intervall]:

$$q_{Pkw}(i, j) = q_{Kfz}(i, j) - q_{Lkw}(i, j)$$

Mittlere Kfz-Geschwindigkeiten [km/h]:

$$v_{Kfz}(i, j) = \frac{[v_{Pkw}(i, j) \cdot q_{Pkw}(i, j) + v_{Lkw}(i, j) \cdot q_{Lkw}(i, j)]}{q_{Kfz}(i, j)}$$

Lokale Verkehrsdichte [Kfz/km]

$$k_{Kfz}(i, j)(t) = \begin{cases} \frac{q_{Kfz}(i, j)(t)}{v_{Kfz}(i, j)(t)} & , v_{Kfz}(i, j)(t) \neq 0 \\ 0 & , v_{Kfz}(i, j)(t) = 0 \text{ und } k_{Kfz}(i, j)(t-1) < k_{Kfz \text{ grenz}}(i, j) \\ \max(k_{Kfz \text{ max}}, k_{Kfz \text{ grenz}}(i, j)) & , v_{Kfz}(i, j)(t) = 0 \text{ und } k_{Kfz}(i, j)(t-1) \geq k_{Kfz \text{ grenz}}(i, j) \end{cases}$$

wobei $k_{Kfz \text{ grenz}}(i, j)$, $k_{Kfz \text{ max}}$ parametrierbar sein müssen

Lokale Pkw-Verkehrsdichte [Pkw/km]

$$k_{Pkw}(i, j)(t) = \begin{cases} \frac{q_{Pkw}(i, j)(t)}{v_{Pkw}(i, j)(t)} & , v_{Pkw}(i, j)(t) \neq 0 \\ 0 & , v_{Pkw}(i, j)(t) = 0 \text{ und } k_{Pkw}(i, j)(t-1) < k_{Pkw \text{ grenz}}(i, j) \\ \max(k_{Pkw \text{ max}}, k_{Pkw \text{ grenz}}(i, j)) & , v_{Pkw}(i, j)(t) = 0 \text{ und } k_{Pkw}(i, j)(t-1) \geq k_{Pkw \text{ grenz}}(i, j) \end{cases}$$

wobei $k_{Pkw \text{ grenz}}(i, j)$, $k_{Pkw \text{ max}}$ parametrierbar sein müssen

Lokale Lkw-Verkehrsdichte [Lkw/km]

$$k_{Lkw}(i, j)(t) = \begin{cases} \frac{q_{Lkw}(i, j)(t)}{v_{Lkw}(i, j)(t)} & , v_{Lkw}(i, j)(t) \neq 0 \\ 0 & , v_{Lkw}(i, j)(t) = 0 \text{ und } k_{Lkw}(i, j)(t-1) < k_{Lkw \text{ grenz}}(i, j) \\ \max(k_{Lkw \text{ max}}, k_{Lkw \text{ grenz}}(i, j)) & , v_{Lkw}(i, j)(t) = 0 \text{ und } k_{Lkw}(i, j)(t-1) \geq k_{Lkw \text{ grenz}}(i, j) \end{cases}$$

wobei $k_{Lkw \text{ grenz}}(i, j)$, $k_{Lkw \text{ max}}$ parametrierbar sein müssen

Standardabweichung der Geschwindigkeit [km/h]

Werden durch die Datenerfassung keine fahstreifenbezogenen Daten zur Standardabweichung der Geschwindigkeit $s_{Kfz}(i, j)$ ermittelt, so lassen sich diese nicht aus den anderen fahstreifenbezogenen Daten berechnen, sondern sind entsprechende Ersatzwerte (z. B. durch Anwendung der Verfahren der Ersatzwertbildung aus Anhang A 1.2.1) zu übernehmen.

Belegung [%]

Werden durch die Datenerfassung keine fahstreifenbezogenen Daten zur Belegung $b(i, j)$ ermittelt, so lassen sich diese nicht aus den anderen fahstreifenbezogenen Daten berechnen, sondern sind entsprechende Ersatzwerte (z. B. durch Anwendung der Verfahren der Ersatzwertbildung aus Anhang A 1.2.1) zu übernehmen.

Lkw-Anteil [%]:

$$a_{Lkw}(i, j) = \frac{q_{Lkw}(i, j)}{q_{Kfz}(i, j)} \cdot 100$$

A 2.2.2 Richtungsbezogene Verkehrskenngrößen

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

Verkehrsstärken:

$$Q_{Kfz}(i) = \left[\sum q_{Kfz}(i, j) \right] \cdot \frac{60}{T} \quad [Kfz/Intervall]$$

$$Q_{Lkw}(i) = \left[\sum q_{Lkw}(i, j) \right] \cdot \frac{60}{T} \quad [Lkw/Intervall]$$

$$Q_{Pkw}(i) = Q_{Kfz}(i) - Q_{Lkw}(i) \quad [Pkw/Intervall]$$

Mittlere Geschwindigkeiten [km/h]:

$$V_{Kfz}(i) = \frac{\sum [v_{Kfz}(i, j) \cdot q_{Kfz}(i, j)]}{\sum q_{Kfz}(i, j)}$$

$$V_{Pkw}(i) = \frac{\sum [v_{Pkw}(i, j) \cdot q_{Pkw}(i, j)]}{\sum q_{Pkw}(i, j)}$$

$$V_{Lkw}(i) = \frac{\sum [v_{Lkw}(i, j) \cdot q_{Lkw}(i, j)]}{\sum q_{Lkw}(i, j)}$$

Bemessungsverkehrsstärken [Pkw-E/h]:

Als Bemessungsverkehrsstärke wird die Pkw-Einheiten-Verkehrsstärke herangezogen, die sich nach folgender Formel ergibt:

$$Q_B(i) = Q_{Pkw}(i) + [k_1 + k_2 \cdot (V_{Pkw}(i) - V_{Lkw}(i))] \cdot Q_{Lkw}(i)$$

wobei k_1 und k_2 Parameter darstellen, die im laufenden Betrieb für jeden Messquerschnitt getrennt parametrierbar sein müssen.

Für die Grundversorgung der Steuerlogik ist für einheitlich für alle Messquerschnitte einzustellen $k_1 = 2,00$ und für $k_2 = 0,01$.

Ist $V_{Pkw}(i) - V_{Lkw}(i) \leq 0$, so ist

$$Q_B(i) = Q_{Pkw}(i) + k_1 \cdot Q_{Lkw}(i)$$

An den Anschlussstellen sind jeweils 2 Bemessungsverkehrsstärken zu ermitteln:

$$Q_{B,vor} = Q_{B,Hauptfahrbahn} + Q_{B,Ausfahrrampe}$$

$$Q_{B,nach} = Q_{B,Hauptfahrbahn} + Q_{B,Einfahrrampe}$$

An Anschlussstellen ohne Geschwindigkeitserfassung gilt entsprechend:

$$Q_{vor} = Q_{Hauptfahrbahn} + Q_{Ausfahrrampe}$$

$$Q_{nach} = Q_{Hauptfahrbahn} + Q_{Einfahrrampe}$$

Lokale Verkehrsdichte [Pkw-E/km]

$$K_{Kfz}(i)(t) = \begin{cases} \frac{Q_{Kfz}(i)(t)}{V_{Kfz}(i)(t)} & , V_{Kfz}(i)(t) \neq 0 \\ 0 & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_{Kfz}(i)(t-1) < K_{grenz}(i) \\ \max(K_{max}, K_{Kfz}(i)(t-1)) & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_{Kfz}(i)(t-1) \geq K_{grenz}(i) \end{cases}$$

wobei $K_{grenz}(i)$, K_{max} parametrierbar sind.

An den Anschlussstellen sind jeweils 2 lokale richtungsbezogene Verkehrsdichten zu er rechnen:

Lokale Verkehrsdichte vor der Anschlussstelle:

$$K_{Kfz,vor}(i)(t) = \begin{cases} \frac{Q_{Kfz}(i)(t)}{V_{Kfz}(i)(t)} & , V_{Kfz}(i)(t) \neq 0 \\ 0 & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_{Kfz}(i)(t-1) < K_{grenz}(i) \\ \max(K_{max}, K_{Kfz}(i)(t-1)) & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_{Kfz}(i)(t-1) \geq K_{grenz}(i) \end{cases}$$

mit $Q_{Kfz} = Q_{Hauptfahrbahn} + Q_{Ausfahrrampe}$ und $V_{Kfz} = V_{Hauptfahrbahn}$

wobei $K_{grenz}(i)$, K_{max} parametrierbar sind.

Lokale Verkehrsdichte nach der Anschlussstelle:

$$K_{Kfz,nach}(i)(t) = \begin{cases} \frac{Q_{Kfz}(i)(t)}{V_{Kfz}(i)(t)} & , V_{Kfz}(i)(t) \neq 0 \\ 0 & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_{Kfz}(i)(t-1) < K_{grenz}(i) \\ \max(K_{max}, K_{Kfz}(i)(t-1)) & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_{Kfz}(i)(t-1) \geq K_{grenz}(i) \end{cases}$$

mit $Q_{Kfz} = Q_{Hauptfahrbahn} + Q_{Einfahrrampe}$ und $V_{Kfz} = V_{Hauptfahrbahn}$

wobei $K_{grenz}(i)$, K_{max} parametrierbar sind.

Bemessungsverkehrsdichte [Pkw-E/km]

$$K_B(i)(t) = \begin{cases} \frac{Q_B(i)(t)}{V_B(i)(t)} & , V_{Kfz}(i)(t) \neq 0 \\ 0 & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_B(i)(t-1) < K_{B,grenz}(i) \\ \max(K_{B,max}, K_B(i)(t-1)) & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_B(i)(t-1) \geq K_{B,grenz}(i) \end{cases}$$

wobei $K_{B,grenz}(i)$, $K_{B,max}$ parametrierbar sind.

An den Anschlussstellen sind jeweils 2 lokale richtungsbezogene Verkehrsdichten zu er rechnen:

Bemessungsverkehrsdichte vor der Anschlussstelle:

$$K_{B,vor}(i)(t) = \begin{cases} \frac{Q_B(i)(t)}{V_B(i)(t)} & , V_{Kfz}(i)(t) \neq 0 \\ 0 & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_B(i)(t-1) < K_{B,grenz}(i) \\ \max(K_{B,max}, K_B(i)(t-1)) & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_B(i)(t-1) \geq K_{B,grenz}(i) \end{cases}$$

mit $Q_B = Q_{Hauptfahrbahn} + Q_{Ausfahrrampe}$ und $V_{Kfz} = V_{Hauptfahrbahn}$

wobei $K_{B,grenz}(i)$, $K_{B,max}$ parametrierbar sind.

Bemessungsverkehrsdichte nach der Anschlussstelle:

$$K_{B,nach}(i)(t) = \begin{cases} \frac{Q_B(i)(t)}{V_B(i)(t)} & , V_{Kfz}(i)(t) \neq 0 \\ 0 & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_B(i)(t-1) < K_{B,grenz}(i) \\ \max(K_{B,max}, K_B(i)(t-1)) & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_B(i)(t-1) \geq K_{B,grenz}(i) \end{cases}$$

mit $Q_B = Q_{Hauptfahrbahn} + Q_{Einfahrrampe}$ und $V_{Kfz} = V_{Hauptfahrbahn}$

wobei $K_{B,grenz}(i)$, $K_{B,max}$ parametrierbar sind.

Standardabweichungen der Geschwindigkeit [km/h]:

$$s_{Kfz}(i) = \begin{cases} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (q_{Kfz}(i,j) - 1) \cdot s_{Kfz}^2(i,j) + q_{Kfz}(i,j) \cdot [v_{Kfz}(i,j) - V_{Kfz}(i)]^2}{\sum_{j=1}^n (q_{Kfz}(i,j) - 1)}} & , \sum_{j=1}^n q_{Kfz}(i,j) > 1 \\ 0 & , \sum_{j=1}^n q_{Kfz}(i,j) \leq 1 \end{cases}$$

Belegungsgrad [%]:

$$B(i) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^n b(i,j) \quad , B_{max} = \max\{b(i,j)\}$$

Lkw-Anteil [%]:

$$A_{Lkw}(i) = \frac{Q_{Lkw}(i)}{Q_{Kfz}(i)} \cdot 100$$

A 2.2.3 Glättegefahr

In dem nachfolgenden Modellbeispiel zur Ermittlung einer Glättestufe werden die aktuell gültigen und alle in den letzten 10 min gemessenen Daten der Fahrbahnoberflächen- und Taupunkttemperatur sowie der momentan gemessene gültige Fahrbahnzustand und die aktuelle gültige Lufttemperatur einer Umfelddatenmessstelle zu einer Aussage über eine mögliche Glätte verarbeitet. Fehlen die Messwerte der drei letzten Intervalle, kann das Modell nicht angewendet werden.

Für die zu erwartenden Glätteereignisse werden die Fahrbahnoberflächen- und Taupunkttemperaturen anhand der genannten vorhergehenden und aktuellen Daten mittels linearer Trendextrapolation ($y = a \cdot x + b$) für zukünftige Zeitpunkte (+5, +15, +30, +60 und +90 min, parametrierbar) berechnet. Die entsprechende Berechnungsformel ist im Anhang A 2.3.3 aufgeführt. Zusätzlich gehen die Lufttemperatur, der Fahrbahnzustand und auch die Fahrbahnoberflächentemperatur und die Taupunkttemperatur mit ihren aktuell gemessenen Werten in das Modell ein.

Nachfolgend werden die einzelnen Meldungen aus dem Modell und deren Interpretation sowie die daraufhin empfohlenen Handlungen beschrieben. Die beschriebenen Handlungen sind hier nur als Erläuterung aufgeführt.

„Keine Glättegefahr“

Es besteht keine Glättegefahr gleich welcher Art für die nächsten 90 min, weil die Fahrbahnoberflächentemperatur über 5°C liegt. Eine Abkühlung innerhalb von 90 min bis nahe 0°C stellt in den Wintermonaten eine Situation dar, die nur extrem selten auftritt.

Eine eventuell anstehende Glätteanzeige kann zurückgenommen werden.

„Glättegefahr bei Wetteränderung möglich“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt gegenwärtig zwischen +2°C und +5°C. Die lineare Trendextrapolation ergibt, dass die Fahrbahnoberflächentemperatur bei der gegenwärtigen Wettersituation innerhalb der nächsten 90 min **nicht unter +2°C** sinkt. Eine Wetteränderung kann zu einer kurzfristigen Glättebildung führen.

„Eisglätte möglich“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt zwischen +2°C und +5°C und die Fahrbahnoberfläche ist feucht bis nass. Nach der linearen Trendextrapolation innerhalb der nächsten 90 min bei der gegenwärtigen

Wettersituation mit einer Fahrbahnoberflächentemperatur **unter** +2°C zu rechnen. Es besteht die Gefahr eines Überfrierens der Feuchte bzw. Nässe.

Das Wettergeschehen ist anhand von Wetterberichten und der Werte benachbarter Messstellen zu beobachten. Eine Schaltung sollte nur nach Überprüfung der Situation vor Ort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung kann bestehen bleiben.

„Tendenzberechnung nicht möglich“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur beträgt zwischen +2°C und +5°C. Eine Trendrechnung kann nicht erfolgen, da die vorhergehenden Daten nicht vorliegen. Es kann die Gefahr bestehen, dass Glätte in irgendeiner Form innerhalb der nächsten 90 min auftritt.

Das Wettergeschehen ist anhand von Wetterberichten und der Werte benachbarter Messstellen zu beobachten. Eine Schaltung sollte nur nach Überprüfung der Situation vor Ort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung sollte nur dann weiter bestehen bleiben, wenn eine Überprüfung der Situation vor Ort eine Glättesituation bestätigt.

„Schneeglätte oder Glatteis bei Niederschlag möglich“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt zwischen +2°C und +5°C und die Fahrbahnoberfläche ist trocken. Nach der Trendrechnung kann die Fahrbahnoberflächentemperatur innerhalb der nächsten 90 min unter +2°C fallen. Bei einsetzendem Niederschlag kann dann Schneeglätte oder Glatteis entstehen.

Das Wettergeschehen ist anhand von Wetterberichten und der Werte benachbarter Messstellen zu beobachten. Eine Schaltung sollte sofort bei Niederschlag ($NI > 0$) bzw. nur nach Überprüfung der Situation vor Ort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung kann bestehen bleiben.

„Schneeglätte oder Glatteis bei Niederschlag sowie Reifglätte möglich“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt zwischen +2°C und +5°C, und die Fahrbahnoberfläche ist trocken. Nach der Trendrechnung kann die Fahrbahnoberflächentemperatur innerhalb der nächsten 90 min unter +2°C fallen. Bei einsetzendem Niederschlag kann dann Schneeglätte oder Glatteis entstehen.

Das Wettergeschehen ist anhand von Wetterberichten und der Werte benachbarter Messstellen zu beobachten. Eine Schaltung sollte sofort bei Niederschlag ($NI > 0$) bzw. nur nach Überprüfung der Situation vor Ort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung kann bestehen bleiben.

„Schneeglätte oder Glatteis bei Niederschlag sofort möglich“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt unter +2°C und die Fahrbahnoberfläche ist trocken. Bei einsetzendem Niederschlag kann sofort Schneeglätte oder Glatteis entstehen.

Das Wettergeschehen ist anhand von Wetterberichten und der Werte benachbarter Messstellen zu beobachten. Eine Schaltung sollte sofort bei Niederschlag ($NI > 0$ oder $WFD > 0$) bzw. nur nach Überprüfung der Situation vor Ort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung kann bestehen bleiben.

„Schneeglätte oder Glatteis bei Niederschlag sowie Reifglätte sofort möglich“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt unter +2°C und die Fahrbahnoberfläche ist trocken. Bei einsetzendem Niederschlag kann sofort Schneeglätte oder Glatteis entstehen. Die Taupunkttemperatur übersteigt die Fahrbahnoberflächentemperatur. Dadurch besteht gleichzeitig die Gefahr einer vorhandenen oder sich bildenden Reifglätte.

Das Wettergeschehen ist anhand von Wetterberichten und der Werte benachbarter Messstellen zu beobachten. Eine Schaltung sollte sofort bei Niederschlag ($NI > 0$ oder $WFD > 0$) bzw. nur nach Überprüfung der Situation vor Ort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung kann bestehen bleiben.

„Eisglätte sofort möglich“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt unter +2°C und die Fahrbahnoberfläche ist feucht bzw. nass. Es besteht die unmittelbare Gefahr des Überfrierens dieser Feuchte oder Nässe. Die Gefahr ist beson-

ders groß, wenn weiterer Niederschlag fällt. Das mögliche Vorhandensein von Tausalz auf der Fahrbahnoberfläche wird nicht berücksichtigt.

Das Wettergeschehen ist anhand von Wetterberichten und der Werte benachbarter Messstellen zu beobachten. Eine Schaltung sollte sofort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung kann bestehen bleiben.

„Glätte vorhanden“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt unter +2°C und der Fahrbahnzustandssensor meldet Glätte. Es besteht eine unmittelbare Glättegefahr.

Eine Glätte-Schaltung sollte sofort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung muss bestehen bleiben.

„Eis oder Schnee auf der Fahrbahn“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt unter +2°C und der Fahrbahnzustandssensor meldet „*Fahrbahn ist bedeckt mit Eis oder Schnee*“. Es besteht eine unmittelbare Glättegefahr.

Eine Glätte-Schaltung sollte sofort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung muss bestehen bleiben.

Wenn mindestens 10 min lang keine neuen Daten gemeldet wurden, soll die Meldung „*keine Daten vorhanden*“ ausgegeben werden.

Anmerkung 1:

Maßnahmen des Winterdienstes wie Schneeräumungen oder aufgebrachtes Tausalz auf der Straße, das zu einer Absenkung der Gefriertemperatur führt, berücksichtigt das Modell nicht.

Anmerkung 2:

Das Modell zeigt schon ab einer Fahrbahnoberflächentemperatur von unter +2°C eine Glättewarnung mit akuter Glättegefahr (Glätte sofort möglich) an. Damit sollen einerseits mögliche Messfehler als Fehleinschätzung ausgeschlossen werden. Andererseits darf der angezeigte Messwert nur für einen Punkt im Fahrbahnnetz angesehen werden, in dessen näherer Umgebung eine andere Temperatur auftreten kann. Das Modell kann Situationen an anderen Punkten des Straßennetzes nicht einschätzen. Hier ist die Kenntnis des Verhaltens der umliegenden Streckenabschnitte bei den verschiedenen Wettersituationen von großer Bedeutung. Deutliche Differenzen bei der Fahrbahnoberflächentemperatur werden bei unterschiedlicher Bewölkung oder Beschattung schon zwischen wenig entfernt liegenden Streckenabschnitten auftreten.

Anmerkung 3:

Die Auswirkungen von unterschiedlichen Fahrbahnbelägen auf eine mögliche Glättebildung müssen noch untersucht werden.

A 2.3 Verfahren zur Glättung von Messwerten

A 2.3.1 Standard-Prognosemodell „Gleitender Mittelwert mit überlagertem gleitendem Trend“ zur Glättung von Verkehrskenngrößen

Zur Vermeidung von kurzfristig auftretenden, zufälligen Schwankungen der Verkehrsdaten werden die fahrstreifen- und richtungsbezogenen Kenngrößen exponentiell geglättet. Dieses Verfahren ist auf die folgenden Kenngrößen anzuwenden:

Fahrstreifenbezogen:

$$q_{Kfz}(i, j), q_{Pkw}(i, j), q_{Lkw}(i, j), q_B(i, j),$$

$$v_{Kfz}(i, j), v_{Pkw}(i, j), v_{Lkw}(i, j),$$

$$k_{Kfz}(i, j), k_{Pkw}(i, j), k_{Lkw}(i, j), k_B(i, j),$$

$$a_{Lkw}$$

Richtungsbezogen:

$$Q_{Kfz}, Q_{Pkw}, Q_{Lkw}, Q_B \text{ (oder aus } Q_{Pkw,P}, Q_{Lkw,P}, v_{Pkw,P}, v_{Lkw,P} \text{ direkt berechenbar),}$$

$$V_{Kfz}, V_{Pkw}, V_{Lkw},$$

$$S_{Kfz}$$

Zur Ermittlung der geglätteten Werte werden folgende Berechnungen durchgeführt:

$$W_{neu} = \alpha(T) \cdot W_{mess} + (1 - \alpha(T)) \cdot W_{alt}$$

$$\Delta W_{neu} = \beta(T) \cdot (W_{mess} - W_{alt}) + (1 - \beta(T)) \cdot \Delta W_{alt}$$

$$W_P = W_{neu} + \Delta W_{neu}$$

mit:

W_{neu}	geglätteter Wert
W_{mess}	Messwert
W_{alt}	alter geglätteter Wert (Startwert = W_{mess} des ersten Intervalls)
W_P	prognostizierter Wert
ΔW_{neu}	prognostizierte Differenz
ΔW_{alt}	alte prognostizierte Differenz (Startwert = 0)
$\alpha(T)$	Glättungsfaktor Mittelwert für Erfassungsintervall der Länge T
$\beta(T)$	Glättungsfaktor Trend für Erfassungsintervall der Länge T

Die Prognoseverkehrsdichte wird wie folgt berechnet:

$$k_P(i, j) = \frac{q_{B,P}(i, j)}{v_{Kfz,P}(i, j)} = 0 \quad , \text{ falls } v_{Kfz,P}(i, j) = 0 \quad \text{bzw.}$$

$$K_P(i) = \frac{Q_{B,P}(i)}{V_{Kfz,P}(i)} = 0 \quad , \text{ falls } V_{Kfz,P}(i) = 0$$

Die Glättungsfaktoren $\alpha(T)$ für den Mittelwert und $\beta(T)$ für den Trend müssen im Bereich von 0 bis 1 in Schritten von 0,01 variabel sein und im laufenden Betrieb betreiberseitig, für die einzelnen Messquerschnitte getrennt, parametrisiert werden können. Zur Grundversorgung der Steuerlogik ist bei einem 1 min-Intervall für α ein Wert zwischen 0,2 und 0,3 und für β ein Wert zwischen 0,1 und 0,2 zunächst einheitlich für alle Messquerschnitte einzustellen. W_{alt} und ΔW_{alt} müssen grundversorgt werden. Für besondere Zielsetzungen, z. B. Pulkerkennung können allerdings höhere α -Werte sinnvoll sein.

Es muss auch die Möglichkeit bestehen, einzelne Datenarten asymmetrisch exponentiell zu glätten. Dies bedeutet, dass die Glättung derart aufgebaut ist, dass sie bei kritischer werdenden Verkehrszuständen (z. B. in Abhängigkeit von den Verkehrsstufen) empfindlicher (α größer und/oder β größer) und bei unkritischer werdenden Zuständen träger (α kleiner und/oder β kleiner) auf die neuen Daten reagiert.

Tritt bei der Kurzzeitprognose ein Wert $W_P \leq 0$ auf, so muss der nächste Messwert direkt als Ergebnis der Glättungsrechnung übernommen und der alte Trend auf Null gesetzt werden. Der Prognosewert ist ebenfalls auf Null zu setzen.

Nach Neustart des Systems oder zur Initialisierung müssen als Mengenwert der Wert 1, als Geschwindigkeiten die Werte 80 km/h für Lkw, 100 km/h für Pkw und 90 km/h für Kfz eingesetzt werden. Als alter

Trend ist dann der Wert 0 einzusetzen. Auch diese Werte müssen wie die α und β -Werte je Messquerschnitt einzeln vom Bediener online parametrierbar sein.

A 2.3.2 Exponentielle Glättung mit wanderndem Abweichungswinkel zur Ermittlung der Niederschlagsintensität, Wasserfilmdicke und Sichtweite

Mit der Korrektur von Messwerten durch exponentielle Glättung mit wanderndem Abweichungswinkel sollen die aktuellen Messwerte bei unterschiedlichen Tendenzen (steigende oder fallende Werte) weniger oder mehr gedämpft werden.

Der geglättete Messwert ergibt sich nach folgender Formel:

$$MW_{\text{geglättet},i} = b_i \cdot MW_i + (1 - b_i) \cdot MW_{\text{geglättet},i-1}$$

$$\text{mit: } b_i = b_0 + \left(1 - f_b \cdot \frac{MW_{\text{geglättet},i-1}}{MW_i}\right)$$

Mit:

$$b_0 \leq b_i \leq 1,0, \text{ sonst } b_i = b_0$$

$$MW_i \quad \text{Messwert im Intervall } i$$

$$MW_{\text{geglättet},i} \quad \text{geglätteter Messwert im Intervall } i$$

$$MW_{\text{geglättet},i-1} \quad \text{geglätteter Messwert im Intervall } i - 1 \quad (MW_{\text{geglättet},0} = MW_1)$$

Die Glättungsfaktoren b_0 und f_b müssen für jeden Sensor im Bereich von 0 bis 1 frei parametrierbar sein. Als Defaultwerte sind folgenden Werte vorzusehen:

$$b_0 = 0,08$$

$$f_b = 0,25$$

Für $MW_i = 0$ wird $MW_{\text{geglättet},i} = 0$ gesetzt.

A 2.3.3 Lineare Trendextrapolation zur Ermittlung der Fahrbahnoberflächen- und Taupunkttemperatur

Für die Trendextrapolation ist folgende Berechnung zu nutzen:

$$y = a \cdot x + b, \text{ mit}$$

$$a = \frac{\sum_i(x_i \cdot y_i) - n \cdot x_m \cdot y_m}{\sum_i x_i^2 - n \cdot x_m^2}$$

$$b = y_m - a \cdot x_m \text{ mit}$$

$$x_m = \frac{\sum_i x_i}{n} \quad \text{und} \quad y_m = \frac{\sum_i y_i}{n}$$

x Anzahl der Minuten vom aktuellen Zeitpunkt (Minute 0) bis zum Zeitpunkt für den die Trendtemperatur (Fahrbahnoberfläche bzw. Taupunkt) berechnet werden soll (z. B. 5, 15, 30, 45, 60 min). Diese Zeitspanne ist individuell festzulegen und hängt vom Zeitbedarf für die Informationsanforderung und -übermittlung für eine genaue Auskunft über den zu beobachtenden Streckenabschnitt ab.

y zu ermittelnde Trendtemperatur (Fahrbahnoberfläche bzw. Taupunkt) in der Zukunft

x_i Anzahl der Minuten als Abstand von der aktuellen Berechnungszeit zu einem vorherliegenden Messzeitpunkt für einen Parameterwert (Fahrbahnoberflächentemperatur bzw. Taupunkttemperatur)

n Anzahl der Parameter

i	Index für einen Messzeitpunkt
x_m, y_m	Mittelwerte der genutzten Zeitabstände und Fahrbahnoberflächentemperaturen bzw. Taupunkttemperaturen

Anhang 3 Anforderungen zur Datenhaltung

Die in den folgenden Tabellen aufgelisteten Inhalte und Zeiträume für Datenhaltung der unterschiedlichen Daten sind als Minimalvorgaben zu verstehen. Die Zeiträume können ebenfalls zur Orientierung und Abschätzung des minimalen Speicherplatzes herangezogen werden.

A 3.1 Fahrstreifenbezogene Daten

Bezeichnung	Einheit	Kurzzeit	Langzeit
Verkehrsstärke q_{Kfz}	(Kfz/min)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke $q_{Pkw \ddot{A}}$	(Pkw/min)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke $q_{Lkw \ddot{A}}$	(Lkw/min)	1 Jahr	5 Jahre
mittlere Geschwindigkeit v_{Kfz}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
mittlere Geschwindigkeit $v_{Pkw \ddot{A}}$	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
mittlere Geschwindigkeit $v_{Lkw \ddot{A}}$	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
geglättete mittlere Geschwindigkeit $V_{Kfz,g}$	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
Standardabweichung Kfz-Geschwindigkeit S_{Kfz}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
Belegungsgrad b	(%)	1 Jahr	5 Jahre
Lkw-Anteil $a_{Lkw \ddot{A}}$	(%)	1 Jahr	5 Jahre
Intervallbeginn (Datum, Uhrzeit)		1 Jahr	5 Jahre
Intervalllänge		1 Jahr	5 Jahre
Status (ok, fehlerhafter Wert)		1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für fahrstreifenbezogene Verkehrsdaten

Bezeichnung	Einheit	Kurzzeit	Langzeit
Verkehrsstärke q_{Pkw}	(Pkw/h)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke $q_{Pkw+Anhänger}$	(Pkw+A/h)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke q_{Lkw}	(Lkw/h)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke $q_{Lastzüge}$	(Lz/h)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke q_{Busse}	(Busse/h)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke $q_{nicht\ klassifizierte\ Fahrzeuge}$	(Kfz/h)	1 Jahr	5 Jahre
mittlere Geschwindigkeit v_{Pkw}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
mittlere Geschwindigkeit v_{Lkw}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
Standardabweichung Pkw-Geschwindigkeit S_{Pkw}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
Standardabweichung Lkw-Geschwindigkeit S_{Lkw}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
v85-Pkw-Geschwindigkeit $v_{85,Pkw}$	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
Intervallbeginn (Datum, Uhrzeit)		1 Jahr	5 Jahre
Intervalllänge		1 Jahr	5 Jahre
Status (ok, fehlerhafter Wert)		1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für fahrstreifenbezogene Statistikdaten

A 3.2 Fahrtrichtungsbezogene Daten

Bezeichnung	Einheit	Kurzzeit
Verkehrsdichte K_a	(Kfz/km)	1 Jahr
Intervallbeginn (Datum, Uhrzeit)		1 Jahr
Intervalllänge		1 Jahr
Status (ok, fehlerhafter Wert)		1 Jahr

empfohlene Datenhaltungsdauer für fahrtrichtungsbezogene Analysedaten

Bezeichnung	Einheit	Kurzzeit
Verkehrsdichte K_g	(Kfz/km)	1 Jahr
geglättete Verkehrsstärken $Q_{B,g}, Q_{Kfz,g}, Q_{Pkw,g}, Q_{Lkw,g}$	(Kfz/h)	1 Jahr
geglättete Geschwindigkeiten $V_{Kfz,g}, V_{Pkw,g}, V_{Lkw,g}$	(km/h)	1 Jahr
Intervallbeginn (Datum, Uhrzeit)		1 Jahr
Intervalllänge		1 Jahr
Status (ok, fehlerhafter Wert)		1 Jahr

empfohlene Datenhaltungsdauer für fahrtrichtungsbezogene Kurzzeit-Prognosedaten

Bezeichnung	Einheit	Kurzzeit	Langzeit
Verkehrsstärke Q_{Kfz}	(Kfz/h)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke Q_{Lkw}	(Lkw/h)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke Q_{Pkw}	(Pkw/h)	1 Jahr	5 Jahre
mittlere Geschwindigkeit V_{Kfz}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
mittlere Geschwindigkeit V_{Pkw}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
mittlere Geschwindigkeit V_{Lkw}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
Bemessungsverkehrsstärke Q_B	(Pkw-E/h)	1 Jahr	5 Jahre
Standardabweichung Geschwindigkeit S_{Kfz}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
Belegungsgrad B	(%)	1 Jahr	5 Jahre
Anteil Lkw	(%)	1 Jahr	5 Jahre
Intervallbeginn (Datum, Uhrzeit)		1 Jahr	5 Jahre
Intervalllänge		1 Jahr	5 Jahre
Status (ok, fehlerhafter Wert)		1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für fahrtrichtungsbezogene aggregierte Verkehrsdaten

A 3.3 Durchschnittliche Tagesverkehrswerte (DTV Monat und DTV Jahr)

Bezeichnung	Einheit	Kurzzeit	Langzeit
Verkehrsstärke $DTV_{Kfz,Monat}$	(Kfz/Tag)	15 Jahre	15 Jahre
Verkehrsstärke $DTV_{Kfz,Jahr}$	(Kfz/Tag)	15 Jahre	15 Jahre
Verkehrsstärke $DTV_{Lkw,Monat}$	(Lkw/Tag)	15 Jahre	15 Jahre
Verkehrsstärke $DTV_{Lkw,Jahr}$	(Lkw/Tag)	15 Jahre	15 Jahre
Intervallbeginn (Datum, Uhrzeit)		15 Jahre	15 Jahre
Intervalllänge		15 Jahre	15 Jahre
Status (ok, fehlerhafter Wert)		15 Jahre	15 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Durchschnittliche Tägliche Verkehrsstärken (DTV Monat und DTV Jahr)

A 3.4 Achslastdaten

Bezeichnung	Kurzzeit	Langzeit
Anzahl N_1 Einzelachslastklassen	1 Jahr	5 Jahre
Einzelachslastklasse 1	1 Jahr	5 Jahre
.....	1 Jahr	5 Jahre
Einzelachslastklasse N_1	1 Jahr	5 Jahre
Anzahl N_2 Doppelachslastklassen	1 Jahr	5 Jahre
Doppelachslastklasse 1	1 Jahr	5 Jahre
.....	1 Jahr	5 Jahre

Bezeichnung	Kurzzeit	Langzeit
Doppelachslastklasse N_2	1 Jahr	5 Jahre
Anzahl N_3 Dreifachachslastklassen	1 Jahr	5 Jahre
Dreifachachslastklasse 1	1 Jahr	5 Jahre
.....	1 Jahr	5 Jahre
Dreifachachslastklasse N_3	1 Jahr	5 Jahre
Anzahl Überladungen in der Fahrzeugklasse 1	1 Jahr	5 Jahre
Anzahl Überladungen in der Fahrzeugklasse 2	1 Jahr	5 Jahre
Anzahl Überladungen in der Fahrzeugklasse 3	1 Jahr	5 Jahre
Anzahl G_1 Gesamtgewichtsklassen in der Fahrzeugklasse 1	1 Jahr	5 Jahre
Gesamtgewichtsklasse 1 in der Fahrzeugklasse 1	1 Jahr	5 Jahre
.....	1 Jahr	5 Jahre
Gesamtgewichtsklasse G_1 in der Fahrzeugklasse 1	1 Jahr	5 Jahre
Anzahl G_2 Gesamtgewichtsklassen in der Fahrzeugklasse 2	1 Jahr	5 Jahre
Gesamtgewichtsklasse 1 in der Fahrzeugklasse 2	1 Jahr	5 Jahre
.....	1 Jahr	5 Jahre
Gesamtgewichtsklasse G_2 in der Fahrzeugklasse 2	1 Jahr	5 Jahre
Anzahl G_3 Gesamtgewichtsklassen in der Fahrzeugklasse 3	1 Jahr	5 Jahre
Gesamtgewichtsklasse 1 in der Fahrzeugklasse 3	1 Jahr	5 Jahre
.....	1 Jahr	5 Jahre
Gesamtgewichtsklasse G_3 in der Fahrzeugklasse 3	1 Jahr	5 Jahre
Intervallbeginn (Datum, Uhrzeit)	1 Jahr	5 Jahre
Intervalllänge	1 Jahr	5 Jahre
Status (ok, fehlerhafter Wert)	1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Achslastdaten

Die entsprechenden Klassengrenzen sind gemäß TLS 2012 festgelegt.

Für die Gesamtgewichte wird getrennt nach den Fahrzeugklassen Lkw (3), Lkw mit Anhänger, Sattel-Kfz (4) und Busse (5) in Anlehnung an die Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) die nachfolgende Zuordnung verwendet

	Fahrzeugklasse 3	Fahrzeugklasse 4	Fahrzeugklasse 5
bis 3,5 t	Klasse 1	Klasse 1: bis 7,5t	Klasse 1: bis 7,5t
3,5 t bis 7,5 t	Klasse 2		
7,5 t bis 14 t	Klasse 3	Klasse 2	Klasse 2
14 t bis 20 t	Klasse 4	Klasse 3	Klasse 3
20 t bis 26 t	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 4
26 t bis 32 t	Klasse 6	Klasse 5	Klasse 5
32 t bis 38 t	Klasse 7	Klasse 6	Klasse 6: 32 t oder schwerer
38 t bis 44 t	Klasse 8: 38 t oder schwerer	Klasse 7	
44 t bis 50 t		Klasse 8	
50 t oder schwerer		Klasse 9	

Gesamtgewichte je Fahrzeugklasse nach StVZO

A 3.5 Umfelddaten

Bezeichnung	Einheit	Kurzzeit	Langzeit
Niederschlagsintensität NI	(mm/h)	1 Jahr	5 Jahre
Niederschlagsart NS	Regen bzw. flüssiger Niederschlag, Schnee bzw. gefrorener Niederschlag	1 Jahr	5 Jahre
Sichtweiten SW	(m)	1 Jahr	5 Jahre
Windrichtung WR	(Grad)	1 Jahr	5 Jahre
Windgeschwindigkeit (Mittel) WGM	(m/s)	1 Jahr	5 Jahre
Windgeschwindigkeit (Spitze) WGS	(m/s)	1 Jahr	5 Jahre
Intervallbeginn (Datum, Uhrzeit)		1 Jahr	5 Jahre
Intervalllänge		1 Jahr	5 Jahre
Status (ok, fehlerhafter Wert)		1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Umfelddaten

A 3.6 Verkehrsstörungsdaten

Bezeichnung	Kurzzeit	Langzeit
Verkehrsstufe	1 Jahr	5 Jahre
Differenzgeschwindigkeit vk_{Diff}	1 Jahr	5 Jahre
Kennung Unruhe	1 Jahr	5 Jahre
Status (ok, fehlerhafter Wert)	1 Jahr	5 Jahre
Streckenabschnitt, Messquerschnitt	1 Jahr	5 Jahre
Zeitbeginn (Datum, Uhrzeit)	1 Jahr	5 Jahre
Zeitdauer	1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Verkehrsstufen

Bezeichnung	Kurzzeit	Langzeit
Störungskennung	1 Jahr	5 Jahre
Streckenabschnitt, Messquerschnitt	1 Jahr	5 Jahre
Störungsbeginn (Datum, Uhrzeit)	1 Jahr	5 Jahre
Störungsdauer	1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Verkehrsstörungsdaten

A 3.7 Betriebsstörungsdaten

Bezeichnung	Kurzzeit	Langzeit
Geräteerkennung	1 Jahr	5 Jahre
Fehlercode	1 Jahr	5 Jahre
Herstellercode	1 Jahr	5 Jahre
Datum/Uhrzeit	1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Betriebsstörungsdaten

A 3.8 Schaltdaten

Bezeichnung	Kurzzeit	Langzeit
Helligkeit	1 Jahr	5 Jahre
WVZ-Code (Soll/Ist)	1 Jahr	5 Jahre
Betriebsart	1 Jahr	5 Jahre
Schaltanlass	1 Jahr	5 Jahre
Einschaltzeit (Datum, Uhrzeit)	1 Jahr	5 Jahre
Ausschaltzeit (Datum, Uhrzeit)	1 Jahr	5 Jahre
Kennung Veranlasser	1 Jahr	5 Jahre
Folgenummer	1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Schaltdaten WVZ

Bezeichnung	Kurzzeit	Langzeit
Helligkeit	1 Jahr	5 Jahre
WWW-Stellzustand (Soll/Ist)	1 Jahr	5 Jahre
Betriebsart	1 Jahr	5 Jahre
Schaltanlass	1 Jahr	5 Jahre
Einschaltzeit (Datum, Uhrzeit)	1 Jahr	5 Jahre
Ausschaltzeit (Datum, Uhrzeit)	1 Jahr	5 Jahre
Kennung Veranlasser	1 Jahr	5 Jahre
Folgenummer	1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Schaltdaten WWW

A 3.9 Daten von Bedieneingriffen

Bezeichnung	Langzeit
Reset von der Zentrale / Bedienstation	5 Jahre
Gerätegeneration	5 Jahre
Statistische Daten (anlagen- und tagesstundenbezogen) <ul style="list-style-type: none"> • Dauer und Häufigkeit von Schaltungen/ Anzeigequerschnitt • Dauer und Häufigkeit von Störungen/ Anzeigequerschnitt oder Messquerschnitt • Dauer und Häufigkeit der einzelnen steuerungsrelevanten Witterungszustände • Dauer und Häufigkeit einer Zwangsneutralschaltung durch Bediener • Dauer und Häufigkeit manueller/ Hand- Schaltungen/ Anlage mit Veranlasser, Bediener, Bedienstation • Start Anlage • Stopp Anlage • Beginn Ausfall gesamte Anlage • Ende Ausfall gesamte Anlage Parameteränderungen (bei jeder Änderung je Anlage, zusätzlich zu den alten, alle neuen Parameter mit Datum und Uhrzeit, Stammdaten, alle Konfigurationsdaten)	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Bedieneingriffe

Anhang 4 Prioritäten von Ereignissen

Die Liste der Ereignistypen und deren Eigenschaften (Prioritäten etc.) können parametrisiert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Vergabe der Prioritäten sorgfältig erfolgt, da bei Tagesereignissen mit gleicher Priorität der Algorithmus eine nicht deterministische Auswahl treffen kann.

Unterschieden wird zwischen Tagesereignissen, die sich auf ganze Tage auswirken und Ereignissen mit eingeschränkter zeitlicher Gültigkeit, wobei hier zwischen vorhersehbaren und unvorhersehbaren Ereignissen zu unterscheiden ist. Folgende Ereignistypen sollten für Tagesereignisse vordefiniert werden (parametrierbar, Vorschlag für eine Erstversorgung):

Ereignistyp	Priorität
Montag	10
Dienstag	10
Mittwoch	10
Donnerstag	10
Freitag	10
Samstag	15
Sonntag	30
Dienstag nach einem Feiertag	40
Mittwoch nach einem Feiertag	40
Donnerstag nach einem Feiertag	40
Freitag nach einem Feiertag	40
Samstag nach einem Feiertag	40
Sonntag vor einem Feiertag	50
Montag vor einem Feiertag	50
Dienstag vor einem Feiertag	50
Mittwoch vor einem Feiertag	50
Donnerstag vor einem Feiertag	50
Freitag vor einem Feiertag	50
Feiertag	60
Montagsfeiertag	80
Dienstagsfeiertag	80
Mittwochsfeiertag	80
Donnerstagsfeiertag	80
Freitagsfeiertag	80
Samstagsfeiertag	80
Ostern	90
Pfingsten	90
Weihnachten	90
Neujahrstag	100

Ereignistyp	Priorität
Karfreitag	100
Ostersonntag	100
Ostermontag	100
Maifeiertag	100
Christi Himmelfahrt	100
Pfingstsonntag	100
Pfingstmontag	100
Fronleichnam	100
Tag der Einheit	100
Allerheiligen	100
1. Weihnachtstag	100
2. Weihnachtstag	100
Heiligabend	25
Silvester	25
Letzter Schultag vor den Ferien	110
Erster schulfreier Tag am Ferienanfang	110
Letzter schulfreier Tag am Ferienende	110
Ferien-Montag	20
Ferien-Dienstag	20
Ferien-Mittwoch	20
Ferien-Donnerstag	20
Ferien-Freitag	20
Ferien-Samstag	20
Ferien-Sonntag	20
Ferien in einem angrenzenden Land oder in einem anderem Bundesland	10

Erstversorgung für Prioritäten von Tagestypen

Die zeitliche Gültigkeit folgender Ereignisse ist nicht auf ganze Tage eingeschränkt, sondern kann mit Angaben der Uhrzeiten des Beginns und/oder des Endes genauer spezifiziert werden:

Ereignistyp	Priorität	Zusätzliche Attribute
Messe	220	Name der Messe, Erwartete Besucherzahl
Sportereignis	220	Name der Veranstaltung, Erwartete Besucherzahl
Großveranstaltung	230	Name der Veranstaltung, Erwartete Besucherzahl
Baustelle	210	Anzahl befahrbarer Fahrstreifen, Restkapazität
Sperrung	250	
Unfall	200	Anzahl befahrbarer Fahrstreifen, Restkapazität
Unzureichende Sichtverhältnisse	180	
Eingeschränkte Sichtverhältnisse	170	
Gefährlicher Fahrbahnzustand (glatt)	150	
Schwieriger Fahrbahnzustand (nass)	160	
Nebel	190	Sichtweite
Ozonalarm	140	Geschwindigkeitsbeschränkung
Sonderereignis mit erhöhtem Verkehrsaufkommen	155	Name des Ereignisses
Sonderereignis mit geringerem Verkehrsaufkommen	155	Name des Ereignisses
Sonderereignis	150	Name des Ereignisses

Erstversorgung für Prioritäten von Ereignissen

Anhang 5 Verfahren zur Situationserkennung

A 5.1 Verfahren mit vorwiegendem Einsatz bei der SBA-Steuerung

A 5.1.1 Verkehrsstufen zur Verkehrssituationsübersicht

Eingangsgrößen:

Anzahl der Fahrstreifen

geglättete fahrtrichtungsbezogene Verkehrsdaten ($V_{Kfz,g}$ und $K_{Kfz,g}$)

Ausgangsgröße:

Verkehrsstufen Z_1 bis Z_4

Parameter:

Verkehrsstufe		1 Fahrstreifen		2 Fahrstreifen		3 Fahrstreifen		4 Fahrstreifen	
		$V_{Kfz,g}$ [km/h]	$K_{Kfz,g}$ [Kfz/km]	$V_{Kfz,g}$ [km/h]	$K_{Kfz,g}$ [Kfz/km]	$V_{Kfz,g}$ [km/h]	$K_{Kfz,g}$ [Kfz/km]	$V_{Kfz,g}$ [km/h]	$K_{Kfz,g}$ [Kfz/km]
Z_1	freier Verkehr	≥ 80	$\geq 0, \leq 20$	≥ 80	$\geq 0, \leq 30$	≥ 80	$\geq 0, \leq 40$	≥ 80	$\geq 0, \leq 50$
Z_2	dichter Verkehr	≥ 80	$> 20, \leq 50$	≥ 80	$> 30, \leq 60$	≥ 80	$> 40, \leq 70$	≥ 80	$> 50, \leq 80$
Z_3	zähfließender Verkehr	$\geq 30, < 80$	≤ 50	$\geq 30, < 80$	≤ 60	$\geq 30, < 80$	≤ 70	$\geq 30, < 80$	≤ 80
Z_4	Stau	< 30	> 50	< 30	> 60	< 30	> 70	< 30	> 80

Zuordnung von Verkehrsstufen (Erstversorgung)

Die Bedingungen zur Ermittlung der Verkehrsstufen sind, bis auf Stufe 4, durch „UND“ zu verknüpfen. Die Verkehrsstufe 4 wird in den folgenden Fällen ermittelt, wenn:

1. beide Kriterien für Verkehrsstufe 4 sind erfüllt.
2. nur ein Kriterium (Geschwindigkeit oder Verkehrsdichte) für die Verkehrsstufe 4 ist erfüllt. Dann muss zusätzlich die im vorangegangenen Intervall $t - 1$ ermittelte Verkehrsstufe mit betrachtet werden.
In diesem Fall wird die Verkehrsstufe 4 nur dann angesetzt, wenn vorher eine Verkehrsstufe größer 2 vorlag.
Sonst wird

- Verkehrsstufe Z_2 bei
 $V_{Kfz,g}(t - 1) \geq 80 \text{ km/h}$ UND
 $K_{Kfz,g}(t - 1) > 50 (60, 70, 80) \text{ Kfz/km}$
- Verkehrsstufe Z_3 bei
 $V_{Kfz,g}(t - 1) < 80 \text{ km/h}$ UND
 $K_{Kfz,g}(t - 1) > 50 (60, 70, 80) \text{ Kfz/km}$
 ODER
 $V_{Kfz,g}(t - 1) < 30 \text{ km/h}$ UND
 $K_{Kfz,g}(t - 1) \leq 50 (60, 70, 80) \text{ Kfz/km}$

angenommen.

Die Verkehrsstufen Z_1 bis Z_3 müssen zeitgleich für jeden Messquerschnitt voneinander unabhängig ermittelt werden.

Die Stufe höherer Nummer hat die höhere Priorität.

A 5.1.2 Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage

Eingangsgrößen:

fahrtrichtungsbezogene geglättete Verkehrsdaten $Q_{B,g}$, $V_{Pkw,g}$, K_g

Ausgangsgröße:

Zuordnung der Verkehrssituation in 5 Klassen

Parameter:

Die Grenzwerte müssen variabel für jeden Messquerschnitt parametrierbar sein. Folgende Parameter gelten als Empfehlung für die Erstversorgung:

Schaltkriterium erreicht: $Q_{B,g}$ ODER ($V_{Pkw,g}$ UND K_g)

Ermittelte Verkehrssituation	$Q_{B,g}$	$V_{Pkw,g}$	K_g
Verkehrssituation 1	$< Q_{B,g}(120, aus)$	-	-
Verkehrssituation 2	$\geq Q_{B,g}(120, ein)$	-	-
Verkehrssituation 3	$\geq Q_{B,g}(100, ein)$	$\leq V_{Pkw,g}(100, ein)$	$\geq K_g(100, ein)$
Verkehrssituation 4	$\geq Q_{B,g}(80, ein)$	$\leq V_{Pkw,g}(80, ein)$	$\geq K_g(80, ein)$
Verkehrssituation 5	$\geq Q_{B,g}(60, ein)$	$\leq V_{Pkw,g}(60, ein)$	$\geq K_g(60, ein)$

Auslösebedingungen für Harmonisierung

Schaltkriterium unterschritten: $Q_{B,g}$ UND ($V_{Pkw,g}$ UND K_g)

Ermittelte Verkehrssituation	$Q_{B,g}$	$V_{Pkw,g}$	K_g
Verkehrssituation 1	$\geq Q_{B,g}(120, ein)$	-	-
Verkehrssituation 2	$< Q_{B,g}(120, aus)$	-	-
Verkehrssituation 3	$< Q_{B,g}(100, aus)$	$> V_{Pkw,g}(100, aus)$	$< K_g(100, aus)$
Verkehrssituation 4	$< Q_{B,g}(80, aus)$	$> V_{Pkw,g}(80, aus)$	$< K_g(80, aus)$
Verkehrssituation 5	$< Q_{B,g}(60, aus)$	$> V_{Pkw,g}(60, aus)$	$< K_g(60, aus)$

Rücknahmebedingungen für Harmonisierung

Auslösebedingung:

	Einheit	1 Fahrstreifen	2 Fahrstreifen	3 Fahrstreifen	4 Fahrstreifen
$Q_{B,g}(120, ein)$	[Pkw-E/h]	2000	3200	4000	4400
$Q_{B,g}(100, ein)$	[Pkw-E/h]	2400	3600	4800	5200
$Q_{B,g}(80, ein)$	[Pkw-E/h]	2600	4000	5400	5600
$Q_{B,g}(60, ein)$	[Pkw-E/h]	2800	4400	6000	6200
$V_{Pkw,g}(100, ein)$	[km/h]	90	90	90	90
$V_{Pkw,g}(80, ein)$	[km/h]	70	70	70	70
$V_{Pkw,g}(60, ein)$	[km/h]	50	50	50	50
$K_g(100, ein)$	[Pkw-E/km]	25	35	50	50
$K_g(80, ein)$	[Pkw-E/km]	25	35	50	50
$K_g(60, ein)$	[Pkw-E/km]	25	35	50	50

Grenzwerte für die Auslösebedingungen der Harmonisierung

Rücknahmebedingung:

	Einheit	1 Fahrstreifen	2 Fahrstreifen	3 Fahrstreifen	4 Fahrstreifen
$Q_{B,g}(120, aus)$	[Pkw-E/h]	1800	2900	3600	4000
$Q_{B,g}(100, aus)$	[Pkw-E/h]	2200	3300	4400	4800
$Q_{B,g}(80, aus)$	[Pkw-E/h]	2400	3700	5000	5200
$Q_{B,g}(60, aus)$	[Pkw-E/h]	2600	4100	5600	5800
$V_{Pkw,g}(100, aus)$	[km/h]	95	95	95	95
$V_{Pkw,g}(80, aus)$	[km/h]	75	75	75	75
$V_{Pkw,g}(60, aus)$	[km/h]	55	55	55	55
$K_g(100, aus)$	[Pkw-E/km]	35	45	60	60
$K_g(80, aus)$	[Pkw-E/km]	35	45	60	60
$K_g(60, aus)$	[Pkw-E/km]	35	45	60	60

Grenzwerte für die Rücknahmebedingungen der Harmonisierung

Erweiterung des Verfahrens

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- zu 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 Q_B -Werte für die Harmonisierung nicht erforderlich ist, kann bei den Harmonisierungsschaltgründen mit einer geeigneten Mittelung mehrerer dem AQ vorgelagerter Messquerschnitte und Mindesteinschaltzeiten auf einfache Weise eine Verstetigung des räumlich/zeitlichen Schaltbildes erreicht werden.

A 5.1.3 Fahrtrichtungsbezogene Stauerkennung**Staukriterium 1 (Belegung)**Eingangsgröße:

Belegungsgrade b je Fahrstreifen an einem Messquerschnitt

Ausgangsgröße:

Staukriterium Belegung erreicht / unterschritten

Parameter:

Die Grenzwerte müssen variabel für jeden Fahrstreifen separat parametrierbar sein. Folgende Parameter gelten als Empfehlung für die Erstversorgung:

$$b_{Stau,ein} = 50 \%$$

$$b_{Stau,aus} = 35 \%$$

$$V_{b,Stau,ein} = 45 \text{ km/h}$$

Staukriterium Belegung erreicht:

je Fahrstreifen gilt: $b > b_{Stau,ein}$

Nebenbedingung: $V_{Kfz,g} < V_{b,Stau,ein}$

Staukriterium Belegung unterschritten:

je Fahrstreifen gilt: $b < b_{Stau,aus}$

Staukriterium 2 (geglättete Geschwindigkeit)

Eingangsgrößen:

fahrtrichtungsbezogene geglättete Verkehrsdaten $Q_{Kfz,g}$, $Q_{Pkw,g}$, $Q_{Lkw,g}$, $V_{Kfz,g}$, $V_{Pkw,g}$, $V_{Lkw,g}$

Für die Ermittlung der fahrtrichtungsbezogenen geglätteten Kfz-Geschwindigkeit $V_{Kfz,g}$ können auch die über alle Fahrstreifen der Fahrtrichtung aggregierten geglätteten mittleren fahrstreifenbezogenen Kfz-Geschwindigkeiten $v_{Kfz,g}(i,j)$ der entsprechenden Messstelle verwendet werden.

Ausgangsgröße:

Staukriterium geglättete Geschwindigkeit erreicht / unterschritten

Parameter:

Die Grenzwerte müssen variabel für jeden Messquerschnitt parametrierbar sein. Folgende Parameter gelten als Empfehlung für die Erstversorgung:

$$V_{Stau,ein} = 35 \text{ km/h}$$

$$V_{diff,Stau} = 25 \text{ km/h}$$

$$V_{Stau,aus} = 50 \text{ km/h}$$

$$Q_{Kfz,Stau} = 1800 \text{ Kfz/h}$$

Auslösebedingung:

Stau ist,

WENN $V_{Kfz,g} \leq V_{Stau,ein}$

UND WENN $Q_{Kfz,g} \geq Q_{Kfz,Stau}$

UND WENN $(V_{Pkw,g} - V_{Lkw,g}) \leq V_{diff,Stau}$ UND $Q_{Pkw} \neq 0$ UND $Q_{Lkw} \neq 0$

Rücknahmebedingung:

$$V_{Kfz,g} \geq V_{Stau,aus}$$

Staukriterium 3 (Verkehrsstufe Z4)

Falls an einem Messquerschnitt die Verkehrsstufe Z4 ermittelt wird (siehe Abschnitt 3.8.3.1), wird davon ausgegangen, dass an diesem Messquerschnitt Stau vorherrscht.

A 5.1.4 Fahrstreifenbezogene Verkehrslage

Eingangsgrößen:

$q(j)$	- fahrstreifenbezogene Bemessungsverkehrsstärke des Fahrstreifens j	[Pkw-E/h]
$k(j)$	- fahrstreifenbezogene Verkehrsdichte des Fahrstreifens j	[Pkw-E/km]
$v(j)$	- fahrstreifenbezogene Geschwindigkeit des Fahrstreifens j	[km/h]
n	- Anzahl der FS	
x	- Anzahl der Überholfahrstreifen	

Variablen:

NA	- Zustand Nass (<i>Nässestufe</i> = <i>Nass</i> 1)
DU	- Zustand Dunkelheit (<i>Helligkeit</i> ≤ 90 lux; <i>Dunkel</i> = 1)

Ausgangsgrößen:

Verkehrszustand Harmonisierung 120 km/h:

$$VZ_{120_{ein}} = 1, \text{ wenn für einen FS gilt: } q(j) > Q_{FS,HE,S}$$

$$\text{Sonst } VZ_{120_{ein}} = 0$$

$$VZ_{120_{aus}} = 1, \text{ wenn auf allen FS gilt: } q(j) < Q_{FS,HA,S}$$

$$\text{Sonst } VZ_{120_{aus}} = 0$$

Verkehrszustand Harmonisierung 100 km/h:

$$VZ_{100_{ein}} = 1, \text{ wenn auf einem FS gilt: } k(j) > K_{1,FS,HE,S}$$

$$\text{Sonst } VZ_{100_{ein}} = 0$$

$$VZ_{100_{aus}} = 1, \text{ wenn auf allen FS gilt: } k(j) > K_{1,FS,HA,S}$$

$$\text{Sonst } VZ_{100_{aus}} = 0$$

Verkehrszustand Harmonisierung 80 km/h:

$$VZ_{80_{ein}} = 1, \text{ wenn auf einem FS gilt: } k(j) > K_{2,FS,HE,S} \text{ UND } v(j) < V_{FS,HE,S}$$

$$\text{Sonst } VZ_{80_{ein}} = 0$$

$$VZ_{80_{aus}} = 1, \text{ wenn auf allen FS gilt: } k(j) > K_{2,FS,HA,S} \text{ UND } v(j) > V_{FS,HA,S}$$

$$\text{Sonst } VZ_{80_{aus}} = 0$$

Parameter:

χ_h	Faktor für Nässe, h: Harmonisierungsprogramm 120, 100 oder 80
ε_h	Faktor für Dunkelheit, h: Harmonisierungsprogramm 120, 100 oder 80
ρ_h	Faktor für Dunkelheit und Nässe (kombiniert), h: Harmonisierungsprogramm 120, 100 oder 80
$Q_{FS,HE}$	Parameter zur Berechnung der Grenzkapazität (je FS) ; Einschaltkriterium
$Q_{FS,HA}$	Parameter zur Berechnung der Grenzkapazität (je FS) ; Ausschaltkriterium
$K_{1,FS,HE}$	Parameter zur Grenzwertermittlung (je FS) ; Einschaltkriterium
$K_{1,FS,HA}$	Parameter zur Grenzwertermittlung (je FS) ; Ausschaltkriterium

$K_{2,FS,HE}$	Parameter zur Grenzwertermittlung (je FS) ; Einschaltkriterium
$K_{2,FS,HA}$	Parameter zur Grenzwertermittlung (je FS) ; Ausschaltkriterium
$V_{FS,HE}$	Parameter zur Ermittlung der Grenzgeschwindigkeit (je FS) ; Einschaltkriterium
$V_{FS,HA}$	Parameter zur Ermittlung der Grenzgeschwindigkeit (je FS) ; Ausschaltkriterium

Für alle FS und Parameter P (gilt für $Q_{FS,HE}$, $Q_{FS,HA}$, $K_{1,FS,HE}$, $K_{1,FS,HA}$, $K_{2,FS,HE}$, $K_{2,FS,HA}$) sowie für die Harmonisierungsprogramme $h = 120, 100$ und 80 wird eine Situationsbewertung s durchgeführt:

$DU = 0 \wedge NA = 0$	\rightarrow	$P_s(FS) = P(FS)$
$DU = 1 \wedge NA = 0$	\rightarrow	$P_s(FS) = P(FS) \cdot \varepsilon_h$
$DU = 0 \wedge NA = 1$	\rightarrow	$P_s(FS) = P(FS) \cdot \chi_h$
$DU = 0 \wedge NA = 1$	\rightarrow	$P_s(FS) = P(FS) \cdot \rho_h$

$V_{FS,HE}$ und $V_{FS,HA}$ sind unabhängig von Nässe und Dunkelheit, es gilt:

$$V_{FS,HE_s} = V_{FS,HE} \text{ und } V_{FS,HA_s} = V_{FS,HA}$$

A 5.1.5 Fahrstreifenbezogene Stauerkennung

Eingangsgrößen:

$Q_{B,g,FS}$	-	querschnittsbezogene, geglättete Bemessungsverkehrsstärke, gemittelt über alle Fahrstreifen $\left[\frac{PKW-E}{h_{FS}} \right]$
$v_{Kfz,g}(i,j)$		geglättete Kfz-Geschwindigkeit am Querschnitt i auf Fahrstreifen j
$v_a(i,j)$	-	angezeigte Geschwindigkeit am Querschnitt i auf Fahrstreifen j
n	-	Anzahl verfügbarer (d. h. nicht gesperrter) Fahrstreifen

Ausgangsgröße:

Stauerkennung ja / nein

Parameter:

$Q_{frei,5}$, $Q_{grenz,5}$	Verkehrsstärkengrenzen bei $n = 5$
$Q_{frei,4}$, $Q_{grenz,4}$	Verkehrsstärkengrenzen bei $n = 4$
$Q_{frei,3}$, $Q_{grenz,3}$	Verkehrsstärkengrenzen bei $n = 3$
$Q_{frei,2}$	Verkehrsstärkengrenze bei $n \leq 2$
$v_{Kfz,ein}$	Einschaltgeschwindigkeiten für die Stauwarnung bei der jeweiligen Geschwindigkeitsbeschränkung
$v_{Kfz,aus}$	Ausschaltgeschwindigkeiten für die Stauwarnung bei der Geschwindigkeitsbeschränkung 60 km/h und dunkel im Stau
x	Anzahl zu berücksichtigender Fahrstreifen

Einschaltkriterien:

Bei $n > 3$:

$$(Q_{B,g,FS} < Q_{frei,4} \text{ UND auf allen } n \text{ Fahrstreifen gilt } v_{Kfz,g}(i,j) < v_{Kfz,ein}(v_a(i,j)))$$

ODER

$$(Q_{B,g,FS} \geq Q_{frei,4} \text{ UND auf mindestens 2 von n FS gilt } v_{Kfz,g}(i,j) < v_{Kfz,ein}(v_a(i,j)))$$

Bei $n = 3$:

$$(Q_{B,g,FS} < Q_{frei,3} \text{ UND auf allen n Fahrstreifen gilt } v_{Kfz,g}(i,j) < v_{Kfz,ein}(v_a(i,j)))$$

ODER

$$(Q_{B,g,FS} \geq Q_{frei,3} \text{ UND auf mindestens 2 von 3 FS gilt } v_{Kfz,g}(i,j) < v_{Kfz,ein}(v_a(i,j)))$$

Bei $n = 2$:

$$(Q_{B,g,FS} < Q_{frei,2} \text{ UND auf allen n Fahrstreifen gilt } v_{Kfz,g}(i,j) < v_{Kfz,ein}(v_a(i,j)))$$

ODER

$$(Q_{B,g,FS} \geq Q_{frei,2} \text{ UND auf mindestens einem FS gilt } v_{Kfz,g}(i,j) < v_{Kfz,ein}(v_a(i,j)))$$

Bei $n = 1$:

$$(Q_{B,g,FS} > Q_{frei,2} \text{ UND auf dem Fahrstreifen gilt } v_{Kfz,g}(i,j) < v_{Kfz,ein}(v_a(i,j)))$$

Ausschaltkriterien:

Bei $n > 3$:

$$(Q_{B,g,FS} < Q_{frei,4} \text{ UND auf mindestens } x \text{ Fahrstreifen gilt}$$

$$v_{Kfz,g}(i,j) > v_{Kfz,aus}(v_a(i,j)), \text{ mit } x = 3 \text{ für } n = 4 \text{ und } x = 4 \text{ für } n = 5)$$

ODER

$$(Q_{frei,4} \leq Q_{B,g,FS} \leq Q_{grenz,4} \text{ UND auf mindestens } x \text{ Fahrstreifen gilt}$$

$$v_{Kfz,g}(i,j) > v_{Kfz,aus}(v_a(i,j)), \text{ mit } x = 3 \text{ für } n = 4 \text{ und } x = 4 \text{ für } n = 5)$$

ODER

$$(Q_{B,g,FS} \geq Q_{grenz,4} \text{ UND auf allen Fahrstreifen gilt}$$

$$v_{Kfz,g}(i,j) > v_{Kfz,aus}(v_a(i,j)))$$

Bei $n = 3$:

$$(Q_{B,g,FS} < Q_{frei,3} \text{ UND auf mindestens } x \text{ Fahrstreifen gilt}$$

$$v_{Kfz,g}(i,j) > v_{Kfz,aus}(v_a(i,j)), \text{ mit } x = 2)$$

ODER

$$(Q_{frei,3} \leq Q_{B,g,FS} \leq Q_{grenz,3} \text{ UND auf mindestens } x \text{ Fahrstreifen gilt}$$

$$v_{Kfz,g}(i,j) > v_{Kfz,aus}(v_a(i,j)), \text{ mit } x = 2)$$

ODER

$$\text{auf allen Fahrstreifen gilt } v_{Kfz,g}(i,j) > v_{Kfz,aus}(v_a(i,j))$$

Bei $n \leq 2$:

Auf allen Fahrstreifen gilt $v_{Kfz,g}(i, j) > v_{Kfz,aus}(v_a(i, j))$

zeitlicher Nachlauf:

Aktivierung der Stauwarnung,

WENN (Einschaltbedingung erfüllt) UND Staudetektion im letzten Intervall nicht aktiv

ODER (NICHT Ausschaltbedingung erfüllt) UND Staudetektion im letzten Intervall aktiv

Deaktivierung der Stauwarnung,

WENN (NICHT Einschaltbedingung erfüllt) UND Staudetektion im letzten Intervall nicht aktiv

ODER (Ausschaltbedingung erfüllt) UND Staudetektion im letzten Intervall aktiv

A 5.1.6 Unruhe im Verkehr

Auf Unruhe im Verkehrsfluss wird geschlossen, wenn die Standardabweichung der Kfz-Geschwindigkeiten auf dem linken Fahrstreifen $s_{Kfz}(i, j_{max})$ einen Schwellenwert $s_{u,max}$ überschreitet, unter der Nebenbedingung, dass ebenfalls die Verkehrsbelastung auf dem linken Fahrstreifen $q_{Kfz}(i, j_{max})$ und die geglättete Verkehrsstärke $Q_{Kfz,g}(i)$ auf der gesamten Richtungsfahrbahn eines Messquerschnitts i bestimmte Grenzwerte überschreiten, d. h. es muss gelten:

$$s_{Kfz}(i, j_{max}) \geq s_{u,max} \text{ und } q_{Kfz}(i, j_{max}) \cdot \frac{60}{T} \geq q_{u,max} \text{ und } Q_{Kfz}(i) \geq Q_{u,max}$$

Bei Unterschreiten eines Ausschaltgrenzwertes von $s_{u,min}$, $q_{u,min}$ und $Q_{u,min}$ ist die Kennung für „Unruhe im Verkehr“ wieder zurückzusetzen.

Eingangsgrößen:

- $s_{Kfz}(i, j_{max})$ - Standardabweichung der Kfz-Geschwindigkeiten auf dem linken Fahrstreifen
- $q_{Kfz}(i, j_{max})$ - Kfz-Verkehrsstärke auf dem linken Fahrstreifen
- $Q_{Kfz}(i)$ - Kfz-Verkehrsstärke auf der gesamten Richtungsfahrbahn

Ausgangsgröße:

Unruhe im Verkehr an einem Messquerschnitt i : ja / nein

Parameter:

Die Einschaltgrenzwerte $s_{u,max}$, $q_{u,max}$ und $Q_{u,max}$ und die Ausschaltgrenzwerte $s_{u,min}$, $q_{u,min}$ und $Q_{u,min}$ müssen querschnittsgetreunt einzeln veränderbar sein. Als Grundversorgung der Steuerlogik gelten die Grenzwerte nach folgender Tabelle:

Einschaltgrenzwerte	2 Fahrstreifen	3 Fahrstreifen	4 Fahrstreifen
$s_{u,max}$	20 km/h	20 km/h	20 km/h
$q_{u,max}$	20 Fz/min	20 Fz/min	20 Fz/min
$Q_{u,max}$	2.000 Fz/h	3.000 Fz/h	3.500 Fz/h
Ausschaltgrenzwerte	2 Fahrstreifen	3 Fahrstreifen	4 Fahrstreifen
$s_{u,min}$	15 km/h	15 km/h	15 km/h
$q_{u,min}$	15 Fz/min	15 Fz/min	15 Fz/min

Einschaltgrenzwerte	2 Fahrstreifen	3 Fahrstreifen	4 Fahrstreifen
$Q_{u,min}$	1.500 Fz/h	2.300 Fz/h	2.300 Fz/h

Ein- und Ausschaltgrenzwerte für Unruhe im Verkehr

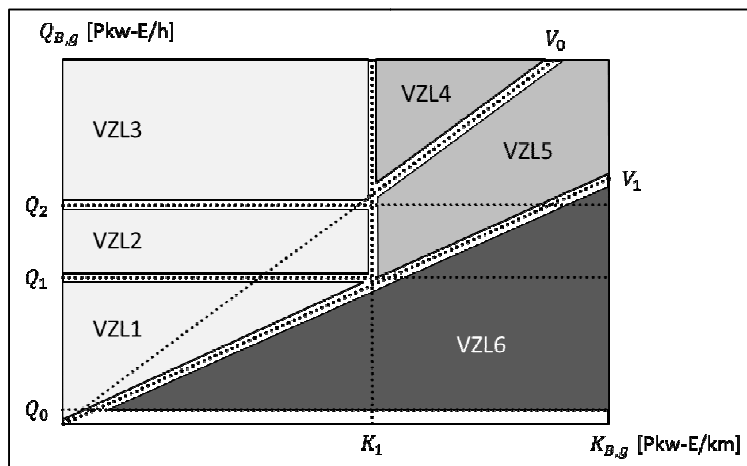
Diese Parameter stellen in der Praxis bewährte Vorschläge dar; sie sind ggf. situationspezifisch anzupassen.

A 5.1.7 Dynamisches Fundamentaldiagramm

Im dynamischen lokalen Fundamentaldiagramm (DLF) wird der aktuelle Betriebspunkt über die aktuellen geglätteten lokalen Verkehrsdaten $Q_{B,g}$ und $V_{Kfz,g}$ mit der Verkehrsdichte $K_{B,g}$ ermittelt:

$$K_{B,g} = \frac{Q_{B,g}}{V_{Kfz,g}}$$

Der Betriebspunkt befindet sich dabei in einem der sechs möglichen lokalen Verkehrszustandsbereiche VZL1 - VZL6. Das folgende Bild zeigt die Zustandsbereiche des DLF mit den parametrierbaren Grenzwerten.



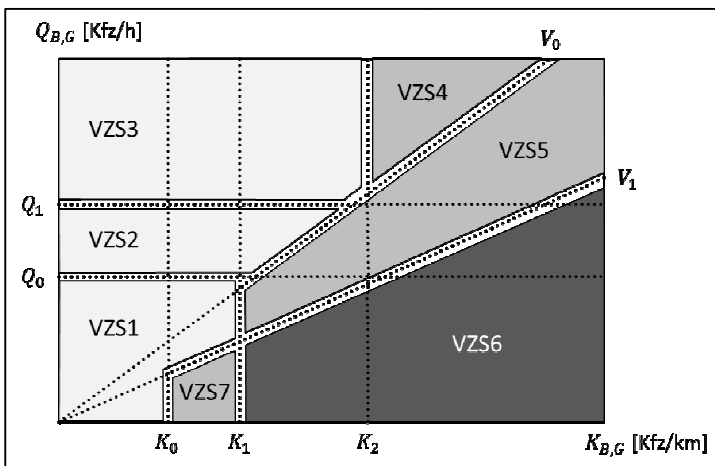
Dynamisches Lokales Fundamentaldiagramm (DLF)

Im dynamischen streckenbezogenen Fundamentaldiagramm (DSF) wird der aktuelle Betriebspunkt über die aktuellen streckenbezogenen Verkehrsdaten

$$Q_{Kfz,G} = \frac{K_{B,G}}{V_{Kfz,G}}$$

und mit der Verkehrsdichte $K_{B,G}$ ermittelt.

Der Betriebspunkt befindet sich dabei in einem der sieben möglichen streckenbezogenen Verkehrszustandsbereiche VZS1 - VZS7. Das folgende Bild zeigt die Zustandsbereiche des DSF mit den parametrierbaren Grenzwerten.



Dynamisches Streckenbezogenes Fundamentaldiagramm (DSF)

Eingangsgrößen:

Lokal:

- $Q_{B,g}$ - fahrtrichtungsbezogene Verkehrsstärke
 $V_{Kfz,g}$ - fahrtrichtungsbezogene geglättete Geschwindigkeit

Streckenbezogen:

- $V_{Kfz,G}$ - Geschwindigkeit auf dem Streckenabschnitt, ermittelt aus der Fahrzeit
 $K_{Kfz,G}$ - Verkehrsdichte auf Streckenabschnitt ermittelt aus Bilanzierung der Fahrzeuge im Streckenabschnitt.

Ausgangsgröße:

Verkehrszustandsbereich mit folgender verkehrlichen Bedeutung (S: streckenbezogen; L: lokal):

- VZL1/ VZS1 - freier Verkehr
 VZL2/ VZS2 - teilgebundener Verkehr a
 VZL3/ VZS3 - teilgebundener Verkehr b
 VZL4/ VZS4 - gebundener Verkehr
 VZL5/ VZS5 - stockender Verkehr
 VZL6/ VZS6 - Stau
 VZS7 - Behinderung bei wenig Verkehr

Parameter:

Die Grenzwerte sind je Messquerschnitt frei parametrierbar.

Falls keine besonderen Randbedingungen vorliegen, sollten für zweistreifige Querschnitte als Standard folgende Parameterwerte verwendet werden. (*HW* = Hysteresewert)

lokal		streckenbezogen	
Grenzwert	Hysteresewert	Grenzwert	Hysteresewert
$V_0 = 58 \text{ km/h}$	$HW \pm 5 \text{ km/h}$	$V_0 = 58 \text{ km/h}$	$HW \pm 5 \text{ km/h}$
$V_1 = 45 \text{ km/h}$	$HW \pm 5 \text{ km/h}$	$V_1 = 45 \text{ km/h}$	$HW \pm 5 \text{ km/h}$
$Q_0 = 3000 \text{ Kfz/h}$	$HW \pm 0 \text{ Kfz/h}$	$Q_0 = 3000 \text{ Kfz/h}$	$HW \pm 200 \text{ Kfz/h}$
$Q_1 = 3100 \text{ Kfz/h}$	$HW \pm 100 \text{ Kfz/h}$	$Q_1 = 3500 \text{ Kfz/h}$	$HW \pm 200 \text{ Kfz/h}$
$Q_2 = 3450 \text{ Kfz/h}$	$HW \pm 150 \text{ Kfz/h}$		
$K_0 = 54 \text{ Kfz/km}$	$HW \pm 2 \text{ Kfz/km}$	$K_0 = 10 \text{ Kfz/km}$	$HW \pm 2 \text{ Kfz/km}$
		$K_1 = 20 \text{ Kfz/km}$	$HW \pm 2 \text{ Kfz/km}$
		$K_2 = 54 \text{ Kfz/km}$	$HW \pm 2 \text{ Kfz/km}$

A 5.1.8 Warnung vor Stau bei schwachem Verkehr

Die Stauwarnung basiert auf der Erkennung, dass im Streckenabschnitt stromabwärts des Unfalls kein Verkehr (Verkehrsstärke = 0) detektiert wird.

Eingangsgröße:

$q_{Kfz}(i)$ fahrtrichtungsbezogene Verkehrsstärke am Messquerschnitt i

Ausgangsgröße:

Staukriterium Stau bei schwachem Verkehr ja / nein

Parameter:

q_{Null} Verkehrsstärke zur Auslösung einer Stauwarnung

n Anzahl der Querschnitte

t Anzahl der Zeitintervalle, für die das Staukriterium erfüllt sein muss, um einen Stau eindeutig zu erkennen

q_{Null} , n und t sind je MQ parametrierbar

Auslösekriterium:

Sind die Bedingungen $q_{Kfz}(i) > q_{Null}$ UND $q_{Kfz}(i + 1, \dots, i + n) = 0$ für mindestens t Intervalle erfüllt, so wird am MQ_{i+1} ein Stau erkannt und eine Stauwarnung (siehe auch Abschnitt 3.10.3.4) kann ausgelöst werden.

Rücknahmekriterium:

Sobald die Bedingungen des Auslösekriteriums nicht (mehr) erfüllt sind, endet die erkannte Stausituation (und die Stauwarnung kann entsprechend zurückgenommen werden).

Zwischen den n Messquerschnitten darf es keine Zu- oder Abfahrtsmöglichkeit geben.

A 5.1.9 LOGIT-Modell basierte Situationserkennung

Zur Stauererkennung kommen mehrere Verfahren zum Einsatz. So werden neben den in Abschnitt 3.8.3.3 und Anhang A 5.1.3 beschriebenen Verfahren zur Stauererkennung auch das Vk_{diff} -Verfahren und neue, abschnittbezogene Indikatoren zur Erkennung von Staus zwischen Messquerschnitten eingesetzt.

Vk_{diff} -Verfahren

Beim Vk_{diff} -Verfahren handelt es sich um eine abschnittsbezogene Störfallerkennung bei der streckenbezogen eine Differenzanalyse der Verkehrsbelastungen am Abschnittsbeginn und am Abschnittsende durchgeführt wird. Durch dieses Verfahren kann, falls in einem Zeitintervall deutlich mehr Fahrzeuge in einen Abschnitt einfahren als diesen verlassen, auf eine Störung geschlossen werden.

Eingangsgrößen:

alle Eingangsgrößen der Algorithmen:

- Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung - Kriterium Belegung
- Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung - Kriterium Geschwindigkeit
- Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung - Kriterium Verkehrsstufe
- Unruhe im Verkehr
- Hoher Lkw-Anteil
- Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage (Harmonisierung)

$V_{Kfz,g}(x)$ - fahrtrichtungsbezogene Fahrzeuggeschwindigkeit im Abschnitt x

$K_{Kfz}(x)$ - fahrtrichtungsbezogene Verkehrsdichte im Abschnitt x

$V_{Kfz,g}(x + 1)$ - fahrtrichtungsbezogene Fahrzeuggeschwindigkeit im Abschnitt $x + 1$

$K_{Kfz}(x + 1)$ - fahrtrichtungsbezogene Verkehrsdichte im Abschnitt $x + 1$

$Q_{Kfz,g}$ - fahrtrichtungsbezogene Verkehrsstärke

Ist $V_{Kfz,g} > v_{frei}$ so wird $V_{Kfz,g} = v_{frei}$

Ausgangsgrößen:

- alle Ausgangsgrößen der Algorithmen
- Staukriterium erreicht / unterschritten
- Harmonisierungskriterium erreicht / unterschritten

Auslösebedingungen:

alle Auslösebedingungen der Algorithmen:

- X(1) Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung - Kriterium Belegung
- X(2) Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung - Kriterium Geschwindigkeit
- X(3) Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung - Kriterium Verkehrsstufe
- X(4) Unruhe im Verkehr
- X(5) Hoher Lkw-Anteil
- X(6) Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage (Harmonisierung)
- X(7) Vk_{diff} -Verfahren:

$Vk_{diff} \geq Vk_{grenz, ein}$ mit

$$Vk_{diff} = \left(\sqrt{\left(\frac{v_{frei} - V_{Kfz,g}(x, t)}{v_{frei}(x)} \right)^2 + \left(\frac{K_{Kfz}(x, t)}{k_{max}(x+1)} \right)^2} - \sqrt{\left(\frac{v_{frei} - V_{Kfz,g}(x+1, t)}{v_{frei}(x+1)} \right)^2 + \left(\frac{K_{Kfz}(x+1, t)}{k_{max}(x+1)} \right)^2} \right)$$

UND $Q_{Kfz,g} \geq q_{Kfz, Diff, ein}$

zusätzlich zu den oben beschriebenen Algorithmen kann das Steuerungsverfahren jede weitere vorhandene Information wie Rohdaten, geglättete Werte oder Indikatoren kombinieren. Solche Indikatoren sind zum Beispiel:

$$X(8) = \frac{V_{Kfz,g}}{v_{StauV, ein}}$$

WENN $|V_{Pkw,g} - V_{Lkw,g}| \leq v_{diff, StauV}$

SONST $X(8) = 0$

mit $v_{StauV, ein}$ und $v_{diff, StauV}$ als Schwellwerte aus dem Verfahren „Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung - Kriterium Geschwindigkeit“ (Abschnitt 3.8.3.3 und Anhang A 5.1.3)

$$X(9) = \frac{Q_{Kfz}}{q_{Kfz, Diff, ein}}$$

mit $q_{Kfz, Diff, ein}$ als Schwellwert aus dem Vk_{diff} -Verfahren (s.o.)

$$X(10) = \frac{Q_{B,g}}{q_{80, ein}}$$

mit $q_{80, ein}$ als Schwellwert aus dem Verfahren „Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage“ (Abschnitt 3.8.3.4 und Anhang A 5.1.2) für die Harmonisierung auf 80 km/h

$$X(11) = \frac{K_{Kfz}}{k_{80, ein}} \cdot \frac{V_{Pkw,g}}{v_{80, ein}}$$

mit $v_{80, ein}$ und $k_{80, ein}$ als Schwellwerte aus dem Verfahren „Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage“ (Abschnitt 3.8.3.4 und Anhang A 5.1.2) für die Harmonisierung auf 80 km/h

$$X(12) = \frac{v_{norm}}{V_{Kfz}}$$

mit $v_{norm} = 80 \text{ km/h}$

$$X(13) = Vk_{diff}$$

aus dem Vk_{diff} -Verfahren (s.o.)

$$X(14) = V_{Kfz,g}$$

aus dem Verfahren „Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung - Kriterium Verkehrsstufe“ (Abschnitt 3.8.3.3 und Anhang A 5.1.3)

Rücknahmebedingungen:

Im Steuerungsverfahren kommen sowohl für die Stauwarnung als auch für die Harmonisierung keine Rücknahmebedingungen zum Einsatz

Hysterese:

Die „sanfte“ Rücknahme der Schaltempfehlungen wird durch eine zeitliche Hysterese realisiert. Hierbei wird nach einer vorbestimmten Zeit, wenn keine Reaktivierung der Schaltempfehlung eingegangen ist, die Schaltempfehlung um eine Stufe zurückgenommen.

Für die Stauwarnung wird mittels der unterschiedlichen Kennwerte aus den Algorithmen (hier 7 Algorithmen) und den weiteren Indikatoren (hier 7 Indikatoren) als Eingang in ein Fusionsmodell der Vektor X gebildet. Unter der Annahme, dass jede Information eine bestimmte Wichtigkeit hat, kann für jede Minute t die kontinuierlich fusionierte und zeitabhängige Variable Z_t (Störungsfaktor) aus der Summe aller Algorithmus-Ergebnisse multipliziert mit dem jeweiligen Parameter β_r gebildet werden. Z_t stellt den Einheitswert für das Steuerungsverfahren dar und spielt beim Optimierungsprozess eine wesentliche Rolle.

$$Z_t = \sum_{r=1}^R \beta_r \cdot X_{r,t}$$

Die R Parameter β_r mit $r = 1, \dots, R$ können somit als Gewichte für die entsprechenden Algorithmen interpretiert werden. Somit bedeutet ein großer Betrag von β_r , dass der Kennwert X_r einen entsprechend wichtigen positiven oder negativen Einfluss auf die Steuerung ausübt.

Mit der Bewertung des Störungsindikators Z_t wird die Schaltempfehlung w für jeden Anzeigenquerschnitt bestimmt. Dafür werden Entscheidungspunkte mit Hilfe von Schwellenwerten α_w eingeführt, mit $w = 0, 1, 2, \dots, W, W + 1$ und $\alpha_w < \alpha_{w+1}$. Hierbei werden die Werte von w den Schaltempfehlungen gemäß der folgenden Tabelle zugeordnet.

m	Bedingung	Schaltempfehlung
0	$Z < \alpha_1$	keine Begrenzung
1	$\alpha_1 < Z < \alpha_2$	Geschwindigkeitsbegrenzung auf 120 km/h
2	$\alpha_2 < Z < \alpha_3$	Geschwindigkeitsbegrenzung auf 100 km/h
3	$\alpha_3 < Z < \alpha_4$	Geschwindigkeitsbegrenzung auf 80 km/h
4	$\alpha_4 < Z < \alpha_5$	Geschwindigkeitsbegrenzung auf 60 km/h
5	$\alpha_5 < Z < \alpha_6$	Stauwarnung

Schwellwerte der Schaltbedingungen

A 5.1.10 Hoher Lkw-Anteil

Eingangsgrößen:

- $Q_{B,g}(i)$ - geglättete Bemessungsverkehrsstärke [Pkw-E/h]
- A_{Lkw} - Lkw-Anteil [%]
- $Q_{Lkw,g}(i)$ - geglättete Lkw-Verkehrsstärke [Lkw/h]

Ausgangsgröße:

hoher Lkw-Anteil an einem Messquerschnitt (i): ja / nein

Auslöse- und Rücknahmebedingungen:

Übergang von – nach	Bedingungen
aus – ein	$(Q_{B,g}(i) \geq Q_{\ddot{U}V,ein}) \wedge (A_{Lkw}(i) \geq A_{\ddot{U}V,ein})$
ein – aus	$(Q_{B,g}(i) \leq Q_{\ddot{U}V,aus}) \vee (A_{Lkw}(i) < A_{\ddot{U}V,aus})$

Ein-/Ausschaltbedingungen Lkw-Überholverbot

Für die Grundversorgung können die folgenden Grenzwerte zu verwendet werden:

	2 Fahrstreifen	3 Fahrstreifen	4 Fahrstreifen
$Q_{\ddot{U}V, ein}$	3200 Pkw-E/h	4000 Pkw-E/h	4400 Pkw-E/h
$A_{\ddot{U}V, ein}$	25 %	20 %	20 %
$Q_{\ddot{U}V, aus}$	2900 Pkw-E/h	3600 Pkw-E/h	3900 Pkw-E/h
$A_{\ddot{U}V, aus}$	15 %	10 %	10 %

Grundversorgung der Parameter für die Ein-/Ausschaltbedingungen Lkw-Überholverbot

Bei nassen Fahrbahnverhältnissen wird bei Überschreitung von bestimmten Grenzwerten für die geglättete Bemessungsverkehrsstärke $Q_{B,g}(i)$ und für die geglättete richtungsbezogene Lkw-Verkehrsstärke $Q_{Lkw,g}(i)$ die Situation „hoher Lkw-Anteil bei Nässe“ detektiert. Analog dazu kann auch eine Situation bei gleichzeitiger Sichtbehinderung erkannt werden.

Als Grundversorgung für hohen Lkw-Anteil bei Nässe oder Sichtbehinderung sind die folgenden Grenzwerte (UND-Verknüpfung) für die Auslösung festzulegen:

Anzahl der Fahrstreifen	$Q_{B,\ddot{U}V,N, ein}$	$Q_{Lkw,g, ein}$
vierstreifig	> 4000 Pkw-E/h	> 700 Lkw/h
dreistreifig	> 3600 Pkw-E/h	> 600 Lkw/h
zweistreifig	> 2800 Pkw-E/h	> 400 Lkw/h

Grundversorgung der Parameter für die Einschaltbedingungen Lkw-Überholverbot bei Nässe oder Sichtbehinderung

Die Unterschreitung der folgenden Grenzwerte (ODER-Verknüpfung) charakterisieren die Rücknahmebedingungen:

Anzahl der Fahrstreifen	$Q_{B,\ddot{U}V,N, aus}$	$Q_{Lkw,g, aus}$
vierstreifig	≤ 3800 Pkw-E/h	≤ 600 Lkw/h
dreistreifig	≤ 3400 Pkw-E/h	≤ 500 Lkw/h
zweistreifig	≤ 2600 Pkw-E/h	≤ 300 Lkw/h

Grundversorgung der Parameter für die Ausschaltbedingungen Lkw-Überholverbot bei Nässe oder Sichtbehinderung

A 5.2 Verfahren mit vorwiegendem Einsatz bei der NBA-Steuerung

A 5.2.1 Fahrtzeitmodell auf Basis lokaler Geschwindigkeit

Das Verfahren beschreibt die Möglichkeit der Bestimmung der Fahrtzeit aus den mittleren lokalen Geschwindigkeiten:

$$t_T = \frac{1}{V_{\text{lokal}}} \cdot l_{\text{Strecke}}$$

Eine weitere Möglichkeit ist die Strecke zwischen zwei Messquerschnitten zu verwenden:

$$t_T = \frac{1}{\frac{1}{2} \cdot (V_{Kfz}(i) + V_{Kfz}(i+1))} \cdot l_{\text{Strecke}}$$

Liegen mehrere Messquerschnitte innerhalb eines betrachteten Segments, kann die Mittelwertbildung der Fahrtzeit unterschiedlich vorgenommen werden (z. B. als arithmetisches, harmonisches Mittel sowie Minimum oder Maximum). Die Wahl der Mittelwertbildung ist abhängig vom vorhandenen Netz und den Rahmenbedingungen.

Fahrtzeiten, die auf lokalen Geschwindigkeiten > 110 km/h beruhen, werden auf Fahrtzeiten angepasst, denen ein über einen längeren Zeitraum ermittelter Geschwindigkeitsreferenzwert zugrunde liegt. Nächt-

liche Fahrzeiteinbrüche bei hohen Lkw-Anteilen und geringer Verkehrsdichte werden auf eine Fahrzeit angehoben, der der entsprechende Geschwindigkeitsreferenzwert zugrunde liegt.

Bei Fahrzeitgleichheit oder zeitlichen bzw. prozentualen Abweichungen nach Maschen und Fahrtrichtungen getrennt werden Umschaltempfehlungen ermittelt (Halbautomatik).

Eingangsgrößen:

- $V_{Kfz}(i)$ - mittlere fahrtrichtungsbezogene Kfz-Geschwindigkeit am Messquerschnitt i
- zugeordnete Streckenlänge
- ermittelte Verkehrsstufen (LOS) (siehe Abschnitt 3.8.3)

Ausgangsgröße:

- Gesamtfahrzeit (pro Masche und Fahrtrichtung)

A 5.2.2 Verkehrslageermittlung auf Basis der Drei-Phasen-Verkehrstheorie

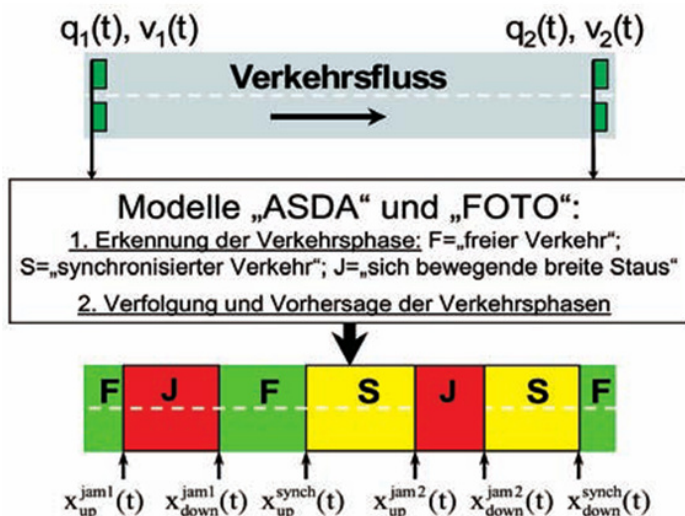
Zur Erkennung und Verfolgung von zeitlich-räumlichen Verkehrsmustern wurden auf Basis der Drei-Phasen-Verkehrstheorie die Modelle ASDA (Automatische Staudynamikanalyse) und FOTO (Forecasting Of Traffic Objects) entwickelt.

In der Phase F ist es Fahrzeugen möglich, frei zu fahren, sie können die Fahrstreifen wechseln und überholen. Im Gegensatz dazu ist in der Phase S der Verkehr bereits so zähflüssig, dass die Bewegungen der Fahrzeuge aneinander gebunden sind. Das Überholen und das Wechseln der Fahrstreifen sind nur eingeschränkt oder gar nicht mehr möglich.

In der Verkehrsphase J ist der Verkehr so dicht, dass die Fahrzeuge oftmals komplett zum Stillstand kommen oder sich nur mit langsamer Geschwindigkeit vorwärts bewegen können. Charakteristisch für die einzelnen Verkehrsphasen sind die Kenngrößen Geschwindigkeit, Verkehrsdichte und Verkehrsfluss. Anhand dieser Messwerte wird in einer zeitlich-räumlichen Auswertung auf Basis der jeweils unterschiedlichen Eigenschaften zwischen den drei Verkehrsphasen unterschieden.

Charakteristisch für die Verkehrsphase S ist basierend auf empirischen Kriterien, dass in den meisten Fällen die stromabwärts gerichtete Front eines Gebietes S ortsfest an der Engstelle verbleibt. Dem gegenüber ist die stromaufwärts gelegene Front der Phase S nicht ortsfest. Sie kann sich abhängig vom stromaufwärtigen Zufluss stromaufwärts oder stromabwärts bewegen. In Gebieten der Phase J sind weder die stromaufwärtige noch die stromabwärtige Front ortsfest. Beide bewegen sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit stromaufwärts. Beide Fronten werden nicht durch weitere Engstellen in ihrer Bewegung aufgehalten oder verlangsamt, wobei die Geschwindigkeit der stromabwärtigen Front beibehalten wird. Die stromaufwärtige Front wird durch den Zufluss der Fahrzeuge in die Phase J beeinflusst.

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).



Prinzip der Modelle ASDA und FOTO

Eingangsgrößen:

Pkw- und Lkw-Verkehrsstärken für jeden einzelnen Fahrstreifen oder für den gesamten Messquerschnitt

Pkw- und Lkw-Geschwindigkeiten für jeden einzelnen Fahrstreifen oder mit den Verkehrsstärken gewichteten Geschwindigkeiten für den gesamten Messquerschnitt

Je aktueller die Daten, d. h. je geringer die Zykluszeit, desto qualitativ hochwertiger sind die Ergebnisse, die von den Modellen ASDA und FOTO berechnet werden können. In den meisten Fällen ist die Zykluszeit 1 min

Falls keine Messwerte existieren, kann auch mit anderen Quellen gearbeitet werden (z. B. Floating-Car-Daten), wenn diese Orte und Zeiten von Phasenübergängen erkennen

Zusätzlich ist eine Beschreibung der Streckeninfrastruktur notwendig:

- Position der Messquerschnitte
- Fahrstreifenanzahl sowie die Positionen, an denen sich die Fahrstreifenanzahl ändert
- Position der Anschlussstellen (bzw. TMC-Locations)

Für eine Prognose des Verkehrszustandes werden zusätzlich benötigt:

- Ganglinien für Verkehrsflüsse,
- Geschwindigkeiten und
- Verkehrsmuster

Ausgangsgrößen:

Verkehrsphasen (Typ „Synchronized Flow“ oder „Wide Moving Jam“)

Position der jeweiligen Objekte des gestauten Verkehrs.

Dies beinhaltet charakteristische Parameter wie z. B.:

- Fortbewegungsgeschwindigkeit der Staufronten bei „Wide Moving Jams“
- durchschnittliche Geschwindigkeit innerhalb eines „Synchronized Flow“-Gebietes
- Fahrtzeit und Fahrtzeitverlust der durch den gestauten Verkehr zwischen Anschlussstellen (bzw. TMC-Locations) verursacht wird.

A 5.2.3 Ganglinienprognose

Gangliniendarstellung

Zur Darstellung von zeitlich funktionalen Zusammenhängen werden Ganglinien benutzt. Im Gegensatz zu einer Zeitreihe, d. h. einer diskreten zeitlichen Folge von Einzelpunkten, kann eine Ganglinie für jeden beliebigen Zeitpunkt (kontinuierlich) ausgewertet werden. Ganglinien werden mittels mathematischer Approximations- bzw. Interpolations-Verfahren dargestellt. Ganglinien sind somit durch eine Menge von Stützstellen ($[x, y]$ Koordinatenpunkte) und einem mathematischen Verfahren definiert.

Historische Ganglinien

Die zeitliche Entwicklung von verkehrlichen Kenngrößen hängt von verschiedenen Einflüssen ab. Zu gleichen Tagesereignissen (Wochentage, Feiertage) kann eine ähnliche Verkehrsentwicklung festgestellt werden. Für wiederkehrende und vorhersehbare Ereignisse, wie z. B. Messen oder Fußballspiele, kann jeweils eine ähnliche Veränderung der normalen Verkehrsentwicklung beobachtet werden. Die historischen Ganglinien beschreiben die zeitlichen Abläufe von verkehrlichen Kenngrößen abhängig von Tagesereignissen und Ereignissen. Sie werden manuell vorgegeben oder durch Verschmelzung von gemessenen Werten mehrerer Tage mit ähnlicher Verkehrsentwicklung von der Funktion „Automatisches Lernen“ erzeugt. Für Richtungsquerschnitte werden historische Ganglinien der Geschwindigkeiten und Verkehrsstärken und für Knoten werden historische Ganglinien der Abbiegeraten verwaltet und gespeichert. Dabei sind die historischen Ganglinien den Richtungsquerschnitten bzw. Knoten ereignisorientiert zugeordnet, d. h. es existiert eine Relation zwischen Richtungsquerschnitten bzw. Knoten, Ereignissen und historischen Ganglinien. Aufgrund der unterschiedlichen Ausprägungen der Ereignisse (Fachmesse, Publikumsmesse) ergeben sich unterschiedliche verkehrliche Auswirkungen. Daher können zu einem Prognoseobjekt (Richtungsquerschnitt bzw. Knoten) mehrere Ganglinien bzgl. eines Ereignisses verwaltet werden. Zur Unterstützung der Ganglinienauswahl kann eine dieser Ganglinien als Referenzganglinie gekennzeichnet werden. Zusätzlich wird für jede historische Ganglinie verwaltet, wie oft sie bei Auftreten des Ereignisses gepasst hat, d. h. wie oft sie den Verkehrsablauf am zugehörigen Richtungsquerschnitt bzw. Knoten richtig beschrieben hat.

Für alle Richtungsquerschnitte werden absolute und relative historische Ganglinien der Verkehrswerte Q_{Lkw} , Q_{Kfz} , V_{Pkw} und V_{Lkw} verwaltet. Aus den absoluten Ganglinien kann der entsprechende Verkehrswert direkt bestimmt werden. Alle historischen Ganglinien zu den Tagesereignissen sind absolute Ganglinien. Bei den relativen Ganglinien handelt es sich um Modifikationsganglinien, die zeitabhängige Veränderungen einer absoluten Ganglinie beschreiben. Die Veränderung kann sowohl in Prozent (multiplikativ) als auch in Mengen (additiv) ausgedrückt werden.

Ganglinien-Prognose als Integration verschiedener Verfahren

Das Ergebnis der Ganglinien-Prognose ist eine Gruppe von korrespondierenden Prognoseganglinien, die sich, je nach gewünschtem Zeitbereich, aus den Ergebnissen verschiedener Verfahren zusammensetzen (Messwertaufbereitung, Analysewerte, mittelfristige Prognose durch Ganglinienauswahl, priorisierte Auswahl von Tagesganglinie, ereignisabhängige Auswahl von Ganglinien, etc.)

Der zu prognostizierende Zeitbereich wird in mehrere Bereiche zerlegt. Im Zeitbereich bis zum aktuellen Zeitpunkt werden die tatsächlich gemessenen Werte (Analysewerte) als Prognoseergebnis benutzt. Im Bereich vom aktuellen Zeitpunkt bis zum mittelfristigen Prognosehorizont wird die mittelfristige Ganglinienauswahl zur Prognose verwendet. Im Bereich ab dem mittelfristigen Prognosehorizont wird die langfristige Ganglinienauswahl benutzt.

Für jeden sich so ergebenden Teilbereich des gesamten zu prognostizierenden Zeitbereich werden durch die Ganglinienauswahl Gruppen von korrespondierenden Prognoseganglinien der einzelnen Prognosegrößen erzeugt. Die Zeitbereiche werden mit Hilfe einer Funktion verkettet.

Eingangsgrößen:

Analysedaten Q_{Kfz} , Q_{Lkw} , Q_{Pkw} , Q_B , V_{Kfz} , V_{Lkw} , V_{Pkw}

Tagesereignisse,

aktuelle Situationen

historische Ganglinien

Ausgangsgröße:

Ganglinie mit Prognosewerten der Verkehrswerte für Q_{Kfz} , Q_{Lkw} , Q_{Pkw} , Q_B , V_{Kfz} , V_{Lkw} und V_{Pkw} im gewünschten Zeitbereich

Parameter:

zu berücksichtigende Prognoseobjekte,

zu prognostizierende Größen,

Prognosezeitbereich

Schwellenwerte, über die Aktualisierungen oder Verschmelzungen von Ganglinien festgelegt werden können

A 5.2.4 Stauverlaufsanalyse

Die Stauverlaufsanalyse besteht dabei aus den Teilfunktionen Stauobjektbestimmung und Stauverlaufsprognose.

Bestimmung der zufließenden Verkehrsstärke

Für die Stauverlaufsprognose wird die zufließende Verkehrsstärke für den gesamten Prognosezeitraum mit Hilfe der Ganglinienprognose bestimmt. Dazu wird vom Stau aus stromaufwärts der nächstgelegene Messquerschnitt vor dem Stau bestimmt. Wenn bis zum nächsten Autobahnkreuz, Autobahndreieck oder Autobahnende kein Messquerschnitt gefunden werden kann, wird stattdessen stromabwärts der erste Messquerschnitt im Stau betrachtet. Für den gefundenen Messquerschnitt wird für den gesamten Prognosezeitraum eine Ganglinienprognose für die Bemessungsverkehrsstärke durchgeführt.

Aktuelle Messwerte dürfen nur dann in die Ganglinienprognose eingehen, wenn diese nicht im Stau gemessen worden sind. Wenn der gewählte Messquerschnitt nicht im Stau liegt und im Bereich zwischen Messquerschnitt und Stau eine Anschlussstelle mit Erfassung der zu- und abfahrenden Verkehrsstärken liegt, dann muss der hier zu erwartende Verkehr entsprechend berücksichtigt werden. Dazu wird eine Ganglinienprognose für die Zu- und Abfahrten durchgeführt. Die Ganglinie des Verkehrs hinter der Anschlussstelle ergibt sich aus der Addition der Ganglinie vor der Anschlussstelle mit der Differenz der Ganglinien von Einfahrt und Abfahrt. Um den an Anschlussstellen im Stau zu- und abfließenden Verkehr nicht unberücksichtigt zu lassen, wird die an den Zu- und Abfahrten zu erwartende Verkehrsstärke ermittelt und zur bisher berechneten Ganglinie der zufließenden Verkehrsstärke addiert bzw. subtrahiert.

Zur Bestimmung der an den Zu- und Abfahrten im Stau zu erwartenden Verkehrsstärke wird eine Ganglinienprognose für die jeweilige Einfahrt bzw. Abfahrt durchgeführt und der aktuell gemessene Wert der Verkehrsstärke wird über eine lineare Dämpfung über einen parametrierbaren Zeitraum an die prognostizierte Ganglinie angepasst. Dadurch entsteht eine Ganglinie, die am aktuellen Zeitpunkt den aktuell gemessenen Wert enthält und nach der parametrierbaren Dämpfungsdauer der Prognoseganglinie entspricht.

Bestimmung der Engpasskapazität

Neben der Bestimmung der zufließenden Verkehrsstärken für den Prognosezeitraum ist eine Festlegung der Engpasskapazität (d. h. die maximale Anzahl der stromabwärts abfließenden Fahrzeuge) des jeweiligen Staus notwendig. Diese Engpasskapazität wird folgendermaßen ermittelt:

1. Es wird ein stromabwärts gelegener Messquerschnitt hinter dem Stau und vor dem nächsten Autobahnkreuz, Autobahndreieck oder Autobahnende gesucht, der plausible Verkehrsstärken liefert.
2. Wenn die Engpasskapazität auf diese Weise nicht ermittelt werden kann, wird sie aus den aktuellen Fundamentaldiagrammen bestimmt. Weiter wird davon ausgegangen, dass die Engpasskapazität im gesamten Prognosezeitraum konstant ist.

Berechnung der Stauentwicklung

Das Kernstück der Prognose ist eine Funktion zur Bilanzierung der zufließenden Verkehrsstärken und der Engpasskapazität der Straße. Über den gesamten Prognosezeitraum wird mit einer festen Schrittweite iteriert. Die Schrittweite ergibt sich aus der Zykluszeit der Stauobjektbestimmung geteilt durch die Anzahl Iterationen je Zyklus. Für jeden Iterationsschritt werden Prognosewerte der Staulängen und der Verlustzeiten berechnet. Für jeden Iterationsschritt k ergibt sich die jeweils angestaute Fahrzeugmenge als Differenz der zufließenden Verkehrsstärke und der Engpasskapazität umgerechnet auf die Prognoseschrittweite. Daraus ergibt sich die Zunahme der Staulänge durch Multiplikation mit der Fahrzeuglänge und der Division durch die Anzahl der Fahrstreifen. Wenn sich die Anzahl der Fahrstreifen im Stau ändert, wird dies bei der Berechnung der Längendifferenz entsprechend berücksichtigt.

Für den gesamten Prognosezeitraum wird die sich anstauende Fahrzeugmenge summiert und daraus eine Prognoseganglinie der Staulängen sowie die Prognoseganglinie der Verlustzeiten ermittelt. Weiterhin wird der Zeitpunkt der Stauauflösung prognostiziert. Die Bestimmung der maximalen Staulänge, des zugehörigen Zeitpunkts sowie die maximale Verlustzeit geschehen mit den Prognoseganglinien der Staulängen und Verlustzeiten und berücksichtigt somit nur den Prognosezeitraum.

Eingangsgrößen:

Liste der Stauobjekte aus der Stauobjektbestimmung mit den dazugehörigen Attributen (Lage des Staus im Straßennetz und Länge des Stauobjekts)

Zykluszeit der Stauobjektbestimmung,

geographische Zusammenhänge von Straßen, Straßensubsegmenten und Messquerschnitten,

Ergebnisse der Ganglinienprognose für

Bemessungsverkehrsstärke Q_B ,

maximale Verkehrsstärke Q_0 aus dem Fundamentaldiagramm der Straßensubsegmente,

Anzahl der Fahrstreifen der Straßensubsegmente im Stau

aktuelle Analysewerte der Bemessungsverkehrsstärke an einzelnen Messquerschnitten

Ausgangsgrößen:

Staulage und Stauausdehnung,

maximale Verlustzeit,

Zeitpunkt der maximalen Staulänge

Zeitpunkt der Stauauflösung

Parameter:

- Prognosehorizont,
- Anzahl der Iterationen je Zyklus,
- Engpasskapazität im Stau
- Länge, die je Pkw im Stau beansprucht wird

A 5.2.5 Köln-Koblenz-Algorithmus

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.

Eingangsgrößen:

Abkürzung	Verwendete Eingangsdaten	Einheit
a_b	Abminderungsfaktor für die Fahrstreifenbreite	-
a_{Lkw}	fahrestreifenbezogener Lkw-Anteil	%
A_{Lkw}	Lkw-Anteil	%
a_{ps}	Abminderungsfaktor für Lkw-Anteil und Gradiente	
a_w	Abminderungsfaktor für wetterbedingten Fahrbahnzustand und Sichtweite	
Abw	prozentuale Abweichung des Mittelwertes der neuen Ganglinie zum Mittelwert der bestehenden Standardganglinie	%
b	Fahrstreifenbreite	m
B	Belegungsgrad	%
K	lokale Verkehrsdichte	Pkw-E/km
k_{Kfz}	fahrestreifenbezogene lokale Verkehrsdichte	Kfz/km
K_{opt}	lokale Verkehrsdichte bei maximaler Verkehrsstärke	Pkw-E/km
K_{Stau}	Verkehrsdichte im Stau	Kfz/km
G_{ns}	Güte des Stauindikators („kein Stau“)	-
G_s	Güte des Stauindikators („Stau“)	-
L_{Kfz}	durchschnittliche Fahrzeuglängen	m
L_{Stau}	Staulänge	km
L_{Str}	Länge des Streckenabschnitts	km

Abkürzung	Verwendete Eingangsdaten	Einheit
n_{FS}	Anzahl der Fahrstreifen	-
P_{ns}	Produkt der Stauindikatorqualität („kein Stau“)	-
P_s	Produkt der Stauindikatorqualität („Stau“)	-
P_{nsn}	Normierte Stauindikatorqualität („kein Stau“)	-
P_{sn}	Normierte Stauindikatorqualität („Stau“)	-
Q_A	abfließende Fahrzeugmenge	Kfz
Q_B	Bemessungsverkehrsstärke	Pkw-E/h
Q_{Diff}	Verkehrsstärke der Differenzganglinie	Pkw-E/h
$Q_{Diff-alt}$	bisheriger Wert der Differenzganglinie	Pkw-E/h
$Q_{Diff-neu}$	neuer Wert der Differenzganglinie	Pkw-E/h
q_{eng}	Engpasskapazität eines Abschnittes, aufgeteilt auf die verfügbaren Fahrstreifen im Staubereich	Pkw-E/h
q_{Kfz}	Verkehrsstärke	Kfz/h
Q_{Kfz}	Gesamtverkehrsstärke	Kfz/h
$Q_{q-v-alt}$	bisheriger Wert der Standard-q-v-Beziehung	Pkw-E/h
$Q_{q-v-neu}$	neuer Wert der Standard-q-v-Beziehung	Pkw-E/h
q_{Lkw}	fahrestreifenbezogene Lkw-Verkehrsstärke	Lkw/h

Abkürzung	Verwendete Eingangsdaten	Einheit
Q_{Lkw}	Lkw-Verkehrsstärke	Lkw/h
q_{max}	fahstreifenbezogene maximale Verkehrsstärke (Kapazität)	Pkw-E/h
Q_{max}	maximale Verkehrsstärke (Kapazität)	Pkw-E/h
Q_{prog}	Verkehrsstärke der Prognoseganglinie	Pkw-E/h
q_{Pkw}	fahstreifenbezogene Pkw-Verkehrsstärke	Pkw/h
Q_{Pkw}	Pkw-Verkehrsstärke	Pkw/h
Q_s	Saldo der zu- und abfließende Fahrzeugmengen an Anschlussstellen	Kfz
$q_{sätt}$	fahstreifenbezogene Sättigungsverkehrsstärke	Pkw/h
Q_{St}	Verkehrsstärke der Standardganglinie	Pkw-E/h
Q_{St-alt}	bisheriger Wert der Standardganglinie	Pkw-E/h
Q_{St-neu}	neuer Wert der Standardganglinie	Pkw-E/h
Q_z	zufließende Fahrzeugmenge	Kfz
S	Längsneigung	%
S_{Kfz}	Standardabweichung der Geschwindigkeit	km/h
t_{netto}	Nettozeitlücke	s
t_F	Fahrtzeit	min
t_V	Verlustzeit im Stau	s
V_{frei}	Geschwindigkeit bei freiem Verkehr	km/h
v_{Kfz}	fahstreifenbezogene durchschnittliche Kfz-Geschwindigkeit	km/h
V_{Kfz}	durchschnittliche Kfz-Geschwindigkeit	km/h
V_{KI}	Geschwindigkeitsklasse	-
$V_{KI-Breite}$	Geschwindigkeitsklassenbreite	km/h
v_{Lkw}	fahstreifenbezogene durchschnittliche Lkw-Geschwindigkeit	km/h
V_{Lkw}	durchschnittliche Lkw-	km/h

Abkürzung	Verwendete Eingangsdaten	Einheit
	Geschwindigkeit	
$V_{maxstau}$	die sich im Stau maximal einstellende Geschwindigkeit	km/h
V_{opt}	Geschwindigkeit bei maximaler Verkehrsstärke	km/h
v_{Pkw}	fahstreifenbezogene durchschnittliche Pkw-Geschwindigkeit	km/h
V_{Pkw}	durchschnittliche Pkw-Geschwindigkeit	km/h
V_{Stau}	Geschwindigkeit im Stau	km/h
V_{ns}	Vertrauenswürdigkeit des Stauindikators („kein Stau“)	-
V_s	Vertrauenswürdigkeit des Stauindikators („Stau“)	-
Z_{ns}	Zugehörigkeit des Stauindikators („kein Stau“)	-
Z_s	Zugehörigkeit des Stauindikators („Stau“)	-
α_{diff}	Glättungsfaktor für das Zuschlagen von neuen Differenzganglinien bei der Selbstjustierung	-
α_{Gang}	Glättungsfaktor für das Zuschlagen von neuen Ganglinien bei der Selbstjustierung	-
α_{prog}	Dämpfungsfaktor für die Ermittlung der Prognoseganglinie	-
α_{q-v}	Glättungsfaktor für das Zuschlagen von neuen q-v-Beziehungswerten bei der Selbstjustierung	-
ΔL_{Stau}	Änderung der Staulänge	km
ΔN	Änderung der Fahrzeugmengen bei der Bilanzierung	Kfz
ΔQ	Verkehrsstärkedifferenz bei der Ermittlung der Prognoseganglinie	Pkw-E/h
Δt	Zeitdifferenz (Prognosehorizont - aktuelle Zeit)	h

Ausgangsgrößen:

Verkehrssituationen zur Steuerung von NBA

Fahrtzeiten zur Steuerung von NBA

A 5.2.6 Vereinfachtes Netzsteuerungsmodell

Das vereinfachte Netzsteuerungsmodell dient der Alternativroutensteuerung in kleinen Netzmaschen. Es verwendet für die Beurteilung der Verkehrssituation die aktuelle Verkehrssituation auf den einzelnen Normal- und Alternativrouten. Die Steuerung erfolgt auf der Grundlage mehrere logischer Grenzwertabfragen.

Eingangsgrößen:

Abkürzung	Verwendete Eingangsgrößen	Einheit
b_{FS1}	Belegungsgrad des rechten Fahrstreifens	%
nA_k	Anzahl der Stauobjekte auf der Alternativroute k	-
nN	Anzahl der Stauobjekte auf der Normalroute	-
$Q_{B,g}$	Geglättete Bemessungsverkehrsstärke	Pkw-E/h
$Q_{Kfz,g}$	Geglättete Kfz-Verkehrsstärke	Kfz/h
$SI(i)$	Stauindikator von Streckenabschnitt i	-
$SL(i, N)$	Staulänge des i -ten Stauobjekts auf der Normalroute N	km
$SL(i, A_k)$	Staulänge des i -ten Stauobjekts auf der k -ten Alternativroute	km
$t_f(i)$	Fahrtzeit auf dem Streckenabschnitt i	min
v_{FS1}	durchschnittliche Geschwindigkeit auf dem rechten Fahrstreifen	km/h
$V_{Kfz,g}$	durchschnittliche geglättete Kfz-Geschwindigkeit	km/h
$V_{Pkw,g}$	durchschnittliche geglättete Pkw-Geschwindigkeit	km/h
$V_{Lkw,g}$	durchschnittliche geglättete Lkw-Geschwindigkeit	km/h

Ausgangsgröße:

netzbezogener Verkehrszustand

Parameter:

Die Grenzwerte müssen variabel für jeden Messquerschnitt parametrierbar sein. Folgende Parameter gelten als Empfehlung für die Erstversorgung:

Einschaltsschwellen:

Abkürzung	Verwendete Eingangsgrößen	Einheit
d_{ein}	Schwellenwert für Algorithmus 5	%
$b_{Stufe1,ein}$	Schwellenwert für Algorithmus 2	%
$L_{k1,ein}$	Schwellenwert für Algorithmus 6 für die Route k in Stufe 1	-
$Q_{G,Stufe1,ein}$	Schwellenwert für Algorithmus 1	Kfz/h
$Q_{B,Stufe1,ein}$	Schwellenwert für Algorithmus 3	Pkw-E/h
$Q_{Kfz,Stufe1,ein}$	Schwellenwert für Algorithmus 4	Pkw-E/h
$SL_{max_{k1,ein}}$	Schwellenwert für Algorithmus 6 für die maximale Staulänge für die Route k in Stufe 1	km
$V_{B,Stufe1,ein}$	Schwellenwert für Algorithmus 2	km/h
$V_{Diff,Stufe1,ein}$	Schwellenwert für Algorithmus 1	km/h
$V_{Kfz,Stufe1,ein}$	Schwellenwert für Algorithmus 1	km/h

Ausschaltsschwellen:

Abkürzung	Verwendete Eingangsgrößen	Einheit
d_{aus}	Schwellenwert für Algorithmus 5	%
$b_{Stufe\ 1,aus}$	Schwellenwert für Algorithmus 2	%
$L_{k1,aus}$	Schwellenwert für Algorithmus 6 für die Route k in Stufe 1	-
$Q_{B,Stufe\ 1,aus}$	Schwellenwert für Algorithmus 3	Pkw-E/h
$Q_{Kfz,Stufe\ 1,aus}$	Schwellenwert für Algorithmus 4	Pkw-E/h
$SL_{max_{k1,aus}}$	Schwellenwert für Algorithmus 6 für die maximale Staulänge für die Route k in Stufe 1	km
$V_{B,Stufe\ 1,aus}$	Schwellenwert für Algorithmus 2	km/h
$V_{Kfz,Stufe\ 1,aus}$	Schwellenwert für Algorithmus 1	km/h

Algorithmus 1 (Geschwindigkeit)

Wenn $V_{Kfz,g} < V_{Kfz}$ UND

$$V_{Kfz,g} < V_{Kfz,Stufe\ 1,ein} \text{ UND}$$

$$(V_{Pkw,g} - V_{Lkw,g}) < V_{Diff,Stufe\ 1,ein} \text{ UND}$$

$$Q_{Kfz,g} < Q_{G,Stufe\ 1,ein}$$

dann wird Stufe 1 aktiviert.

Wenn $V_{Kfz,g} > V_{Kfz}$ UND

$$V_{Kfz,g} > V_{Kfz,Stufe\ 1,aus}$$

dann wird Stufe 1 deaktiviert.

(Stufen 2 bis n analog mit anderen Parametern, wobei die n Schaltstufen (mindestens 4) parametrierbar sein müssen.)

Algorithmus 2 (Belegung)

Wenn $b_{FS1} > b_{Stufe\ 1,ein}$ UND

$$v_{FS1,Kfz} < V_{B,Stufe\ 1,ein}$$

dann wird Stufe 1 aktiviert.

Wenn $b_{FS1} < b_{Stufe\ 1,aus}$ UND

$$V_{Kfz,g} > V_{B,Stufe\ 1,aus}$$

dann wird Stufe 1 deaktiviert.

(Stufen 2 bis n analog mit anderen Parametern, wobei die n Schaltstufen (mindestens 4) parametrierbar sein müssen.)

Algorithmus 3 (Bemessungsverkehrsstärke)

Wenn $Q_{B,g} > Q_{B,Stufe\ 1,ein}$

dann wird Stufe 1 aktiviert.

Wenn $Q_{B,g} < Q_{B,Stufe\ 1,aus}$

dann wird Stufe 1 deaktiviert.

(Stufen 2 bis n analog mit anderen Parametern, wobei die n Schaltstufen (mindestens 4) parametrierbar sein müssen.)

Algorithmus 4 (Kfz-Verkehrsstärke)

Wenn $Q_{Kfz,g} > Q_{Kfz,Stufe\ 1,ein}$

dann wird Stufe 1 aktiviert.

Wenn $Q_{Kfz,g} < Q_{Kfz,Stufe\ 1,aus}$

dann wird Stufe 1 deaktiviert.

(Stufen 2 bis n analog mit anderen Parametern, wobei die n Schaltstufen (mindestens 4) parametrierbar sein müssen.)

Algorithmus 5 (aktuelle Fahrtzeit)

Dieser Algorithmus basiert auf einem Vergleich der aktuellen Fahrtzeit (ohne Prognose) auf einer Normalroute (bestehend aus den Streckenabschnitten $i = 1$ bis N) mit der Fahrtzeit auf einer Alternativroute (bestehend aus den Streckenabschnitten $j = 1$ bis A):

$$t_f = \frac{l_A}{V_A}$$

mit:

l_A Streckenlänge des Abschnitts A

V_A Geschwindigkeit im Abschnitt A, wobei wahlweise (vom Benutzer parametrierbar) die aktuell gemessene lokale Geschwindigkeit V_{Kfz} oder die streckenbezogene Geschwindigkeit V_p heranzuziehen ist.

Wenn $\sum_{i=1}^{i=N} t_f(i) > d_{ein} \cdot \sum_{j=1}^{j=A} t_f(j)$

dann wird Stufe 1 aktiviert.

Wenn $\sum_{i=1}^{i=N} t_f(i) < d_{aus} \cdot \sum_{j=1}^{j=A} t_f(j)$

dann wird Stufe 1 deaktiviert.

(Stufen 2 bis n analog mit anderen Parametern.)

Algorithmus 6 (Stausituation, längenbezogen)

Dieser Algorithmus geht nicht von einem Messquerschnitt aus, sondern von der Situation auf einer Normalroute N und den dazugehörigen Alternativrouten A_k :

Wenn $\sum_{i=1}^{i=nN} SL(i, N) > \left(\sum_{j=1}^{j=nA_k} SL(j, A_k) + L_{k1,ein} \right)$ UND

$$\sum_{i=1}^{i=nA_k} SL(i, A_k) > SL_{max_{k1,ein}},$$

dann wird Stufe k1 aktiviert.

Wenn $\sum_{i=1}^{i=nN} SL(i, N) < \left(\sum_{j=1}^{j=nA_k} SL(j, A_k) + L_{k1,aus} \right)$ ODER

$$\sum_{i=1}^{i=nA_k} SL(i, A_k) < SL_{max_{k1,aus}},$$

dann wird Stufe k1 deaktiviert.

Bedeutung der Kenngrößen:

$SL(i, N)$	Staulänge des i -ten Stauobjekts auf der Route N
$SL(i, A_k)$	Staulänge des i -ten Stauobjekts auf der Route A_k
k	Nummer der Alternativroute
nA_k	Anzahl der Stauobjekte auf der Alternativroute k
$SL_{max_{k1, ein}}$	Parameter für die maximale Staulänge für die Route k in Stufe 1
$SL_{max_{k1, aus}}$	Parameter für die maximale Staulänge für die Route k in Stufe 1
$L_{k1, ein}$	Parameter für die Route k in Stufe 1
$L_{k1, aus}$	Parameter für die Route k in Stufe 1

(Stufen k_2 bis k_n analog mit anderen Parametern.)

Algorithmus 7 (Stausituation, abschnittsbezogen)

Dieser Algorithmus basiert auf einem Vergleich der Stausituationen (Stauindikator $SI = „Stau“$) für bestimmte Kombinationen von Streckenabschnitten (A_1 bis A_n bzw. B_1 bis B_m)

geht nicht von einem Messquerschnitt aus, sondern von der Situation auf einer Normalroute N und den dazugehörigen Alternativrouten A_k :

Wenn [$SI(A_1) = „Stau“$ UND/ODER $SI(A_2) = „Stau“$ UND/ODER ... UND/ODER $SI(A_n) = „Stau“$]

UND/ODER

[$SI(B_1) = „Stau“$ UND/ODER $SI(B_2) = „Stau“$ UND/ODER ... UND/ODER $SI(B_m) = „Stau“$]

dann wird Stufe 1 aktiviert. Wenn die Bedingung nicht mehr erfüllt ist, dann wird die Stufe 1 deaktiviert.

(Stufen 2 bis n analog mit anderen logischen Verknüpfungen.)

Die einzelnen Verknüpfungen müssen jeweils zwischen „UND“ und „ODER“ ausgewählt werden können (parametrierbar). Hierbei ist zu beachten, dass „UND“ vor „ODER“ ausgeführt wird. Ist der Stauzustand für einen Abschnitt ‚nicht ermittelbar‘, so wird dieses Element aus der Abfrage ausgeschlossen.

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).

A 5.3 Verfahren mit vorwiegendem Einsatz bei der KBA-Steuerung

A 5.3.1 Verkehrslage an Knotenpunkten

Eingangsgrößen:

fahrtrichtungsbezogene Verkehrsdaten Q_B und K_B des stromabwärtigen MQ der Hauptfahrbahn

fahrstreifenbezogene Verkehrsdaten q_B und k_B des rechten FS des stromabwärtigen MQ der Hauptfahrbahn

Belegungsgrad b des stromabwärtigen MQ der Hauptfahrbahn

fahrstreifenbezogene Verkehrsstärke q_{Kfz} des Zuflusses

Umlaufzeit t_U der LSA (siehe Abschnitt 3.7.2.2 und 3.7.2.3)

Ausgangsgröße:

Verkehrszustand am Knotenpunkt

Verkehrsablauf stabil → kein Eingriff notwendig;

Verkehrsablauf kritisch → Eingriff notwendig;

Stau auf Hauptfahrbahn → kein Eingriff

Parameter:

Hystereseparameter für Q_B , K_B und t („ein“ und „aus“)

Anhang 6 Auswahl geeigneter Verfahren zur Situationserkennung

Variante A

Die Ermittlung und Auswahl der Situationen erfolgt anhand folgender Kriterien:

1. Es werden nur Situationen berücksichtigt, deren *Ergebnisgüte* \geq einem parametrierbaren Gütegrenzwert *Ergebnisgüte_{grenz}* ist.
2. Es werden nur Verfahren verwendet, deren *Verfahrensgüte* \geq einem parametrierbaren Gütegrenzwert *Verfahrensgüte_{grenz}* ist.
3. Es wird die Situation ausgewählt, bei der das Produkt aus Ergebniswertgüte und Verfahrensgüte am Größten ist.
4. Bei Gleichheit mehrerer Ergebnisse setzt sich die Situation mit der höheren Zustandspriorität durch, bei gleichen Zustandsprioritäten die Situation mit der höheren Verfahrensgüte.

Variante B

Zur Ermittlung und Auswahl der Situationen werden folgende Kriterien genutzt:

1. Wie Variante A, Punkt 1.
2. Wie Variante A, Punkt 2.
3. Es wird die Situation mit der höchsten Zustandspriorität ausgewählt.
4. Bei Gleichheit mehrerer Ergebnisse wird die Situation ausgewählt, bei der das Produkt aus Ergebniswertgüte und Verfahrensgüte am Größten ist, bei gleicher Güte die Situation mit der höheren Verfahrensgüte.

Das nachfolgende Beispiel beschreibt die Ermittlung der resultierenden Situation jeweils für die Situationsbewertung nach Variante A und B:

Hinweis:

Die Beispieldaten wurden bewusst so gewählt, dass die Algorithmen der beschriebenen Verfahren deutlich werden. In der Realität sollten derart widersprüchliche Ergebnisdaten nicht auftreten. In einem solchen Fall sind die Messdaten und die Verfahren zu prüfen. Es sollte nicht versucht werden, die offensichtlich fehlerhaften Eingangsgrößen über komplizierte Algorithmen bei der Situationsbewertung „zu korrigieren“.

Beispiel

Ermittelte Situationen eines Typs mit gleicher räumlicher Zuordnung:

- **S1** (Nässe, nass1, Ort1, Ergebnisgüte 1,0, Verfahren A (Verfahrensgüte 1,0))
- **S2** (Nässe, nass2, Ort1, Ergebnisgüte 1,0, Verfahren A (Verfahrensgüte 1,0))
- **S3** (Nässe, nass3, Ort1, Ergebnisgüte 0,8, Verfahren B (Verfahrensgüte 0,5))
- **S4** (Nässe, nass4, Ort1, Ergebnisgüte 0,4, Verfahren C (Verfahrensgüte 1,0))
- **S5** (Nässe, nass4, Ort1, Ergebnisgüte 0,5, Verfahren D (Verfahrensgüte 0,8))
- **S6** (Nässe, nass4, Ort1, Ergebnisgüte 0,8, Verfahren B (Verfahrensgüte 0,5))
- *Ergebnisgüte_{grenz}* = 0,5

Berechnung Variante A:

1. S4 wird nicht berücksichtigt, da $Ergebnisgüte_{S4} < Ergebnisgüte_{grenz}$
2. Güteprodukte:
 - a. S1 = 1,0
 - b. S2 = 1,0
 - c. S3 = 0,4
 - d. S4 = wird nicht berücksichtigt
 - e. S5 = 0,4
 - f. S6 = 0,4
3. Das Produkt aus Ergebniswertgüte und Verfahrensgüte ist bei S1 und S2 am größten.
4. S2 hat die höhere Zustandspriorität der beiden Ergebnisse S1 und S2.
→ Ergebnis der Situationsbewertung ist S2 (Nässe, nass2, Ort1, Ergebnisgüte 1,0, Verfahren A (Verfahrensgüte 1,0))

Berechnung Variante B:

1. S4 wird nicht berücksichtigt, da $Ergebnisgüte_{S4} < Ergebnisgüte_{grenz}$.
2. Güteprodukte:
 - a. S1 = 1,0
 - b. S2 = 1,0
 - c. S3 = 0,4
 - d. S4 = wird nicht berücksichtigt
 - e. S5 = 0,4
 - f. S6 = 0,4
3. S5 und S6 haben die höchsten Zustandsprioritäten.
4. S5 und S6 haben zudem das gleiche Produkt aus Ergebniswertgüte und Verfahrensgüte. S5 hat aber die höhere Verfahrensgüte.
→ Ergebnis der Situationsbewertung ist S5 (Nässe, nass4, Ort1, Ergebnisgüte 0,5, Verfahren D (Verfahrensgüte 0,8))

Anhang 7 Maßnahmen zur Verkehrsbeeinflussung

A 7.1 Maßnahmen der Streckenbeeinflussung

A 7.1.1 Temporäre Seitenstreifenfreigabe

Für die Erzeugung der Anforderungsmeldung werden abhängig von der Länge eines freigegebenen Abschnittes zwei bzw. drei Messquerschnitte als Auslöser benutzt.

Für dreistreifige Querschnitte gelten folgende Werte:

Einschaltbedingungen:

$$Q_B \geq 5500 \text{ PkwE/h ODER}$$

$$V_{Pkw} \leq 95 \text{ km/h UND } K_{Kfz} \geq 70 \text{ Kfz/km ODER}$$

$$V_{Kfz} \leq 90 \text{ km/h ODER}$$

$$B > 15\% \text{ UND } V_{Kfz} \leq 70 \text{ km/h}$$

Ausschaltbedingungen:

$$Q_B \leq 4000 \text{ PkwE/h ODER}$$

$$V_{Pkw} \geq 120 \text{ km/h UND } K_{Kfz} \leq 40 \text{ Kfz/km ODER}$$

$$V_{Kfz} \geq 115 \text{ km/h ODER}$$

$$B \leq 10\% \text{ UND } V_{Kfz} \geq 80 \text{ km/h}$$

Für zweistreifige Abschnitte haben sich folgende Schwellenwerte bewährt:

Steuerungskriterium: Dichte je Messbereich

Verwendung einer Halbautomatik:

„ein“ bei $K_{Kfz} > 40 \text{ Kfz/km}$

„aus“ bei $K_{Kfz} < 30 \text{ Kfz/km}$

A 7.2 Maßnahmen der Netzbeeinflussung

A 7.2.1 Steuerungsmaßnahme für große Netzmaschen

Routenauswahl

Zur Auswahl der relevanten Routen werden im gesamten zu beeinflussenden Netz alle Entscheidungspunkte (Einfahrknotenpunkte, die mit Wechselwegweisern ausgestattet sind) und Zielpunkte (Autobahnknotenpunkte, an denen das Fahrzeug die betrachtete Netzmasche verlässt) definiert.

Die Bearbeitung der einzelnen Maschen erfolgt in festen (parametrierbaren) Intervallen (z. B. 5- oder 10 min-Intervalle) bis zum Ende des (parametrierbaren) Prognosezeitraums (z. B. 6 oder 8 h), da sich die Fahrtzeiten auf den Routen nachfragebedingt über die Zeit ändern.

Die Routenauswahl und die darauf aufbauende Entscheidungsfindung über die Schaltung der Wechselwegweiser an den einzelnen Entscheidungspunkten im betrachteten Netz erfolgen rekursiv nach folgendem Vorgehen:

-
- Basis für das Verfahren sind die geglätteten Fahrtgeschwindigkeiten auf allen Streckenabschnitten des betrachteten Netzes für alle Intervalle des Prognosezeitraums unter den gegebenen Randbedingungen.
 - Zuerst werden die Fahrtzeiten auf allen Routen (ausgehend von den Entscheidungspunkten am Maschenanfang) ermittelt, welche keine weiteren Entscheidungspunkte beinhalten, an denen die Verkehrsströme zum betrachteten Zielpunkt nochmals umgeleitet werden können.
 - Danach werden die Fahrtzeiten aller Routen ermittelt, welche die bereits bearbeiteten Entscheidungspunkte (oder solche Entscheidungspunkte, an denen die Verkehrsströme zum betrachteten Zielpunkt nicht nochmals umgeleitet werden) beinhalten.

Diese Vorgehensweise wird so oft wiederholt bis alle Zielpunkte bearbeitet sind. Somit existiert von jedem Entscheidungspunkt zu jedem Zielpunkt für jedes Zeitintervall innerhalb des Prognosezeitraums je eine optimale Route.

Entscheidungsfindung für die betrachtete Masche

Bei der Bearbeitung der einzelnen Maschen wird jeweils die Route mit der kürzesten Fahrtzeit zur Schaltung vorgeschlagen. Wenn die zeitkürzeste Teilroute nicht die Normalroute ist, muss die Fahrtzeitdifferenz zwischen Normal- und Alternativroute zusätzlich einen gewissen (je Masche parametrierbaren) Grenzwert übersteigen.

Bei der rekursiven Bearbeitung einer „äußeren“ Masche, die eine „innere“ Masche enthält, wird die gewählte Teilroute der inneren Masche zu Grunde gelegt, die sich zu dem Zeitpunkt ergibt, zu welchem die ermittelte Zeit-Weg-Linie den Entscheidungspunkt der inneren Masche erreicht.

Wird der Entscheidungspunkt erst nach Ende des Prognosezeitraums erreicht, wird die Normalroute zugrunde gelegt.

Routenführungen, die sich aus der Entscheidungslogik anderer Netzsteuerungsmaschen, aus Handschaltungen oder aus Schaltungen vor Ort (an den Streckenstationen) ergeben, werden als gegeben angesehen.

An Entscheidungspunkten, die nur über eine statische Beschilderung verfügen, erfolgt die Routenführung entsprechend dieser Beschilderung.

Nachbereitung

Die Fahrtzeitunterschiede zwischen der ausgewählten Route und der Normalroute wird für alle (konfigurierten) Routen nach Abschluss der Routenauswahl jeweils berechnet und gespeichert.

A 7.2.2 Fahrtzeit- und Zielinformation in Netzbeeinflussungsanlagen

Die automatische Steuerung einer dWiSta-Kette kann z. B. nach den folgenden Regeln erfolgen:

Wenn: $VZ_{HR} < VZ_{Grenz\ 1,HR}$ (Empfehlung: 5 min)

Dann: keine Anzeige

Wenn: $VZ_{HR} \geq VZ_{Grenz\ 1,HR}$

Dann: Anzeige der Störung mit Ortsangabe und Ausmaß der Störung (als Verlustzeit oder als Staulänge) ohne Umleitungsempfehlung

Wenn: $VZ_{HR} \geq VZ_{Grenz\ 2,HR}$ und $FZ_{AR} < FZ_{HR}$ (ggf. unter Berücksichtigung eines Zeitpuffers) und $FZ_{AR} < FZ_{Grenz,AR}$

Dann: Anzeige der Störung mit Ortsangabe und Ausmaß der Störung (als Verlustzeit oder als Staulänge) mit Umleitungsempfehlung

Sonst: Anzeige der Störung mit Ortsangabe und Ausmaß der Störung (als Verlustzeit oder als Staulänge) ohne Umleitungsempfehlung auf Haupt- und Alternativroute

mit:

FZ - Fahrtzeit = Grundfahrtzeit + Verlustzeit

VZ - Verlustzeit

HR - Hauptroute

AR - Alternativroute

$Grenz$ - parametrierbare Grenzwerte meist Abhängig von der Größe der betrachteten Netzmache aus Haupt und Alternativroute

A 7.3 Maßnahmen der Knotenpunktbeeinflussung

A 7.3.1 Zuflussregelung mit ALINEA

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.

Die zulässige Einfahrverkehrsstärke $q_{E,zul}$ für das nächste Schaltintervall n errechnet sich für den ALINEA-Algorithmus wie folgt:

$$q_{E,zul} = q_{E,n-1} + p \cdot (b_{opt} - b_{ist,n-1}) \quad [\text{Kfz/h}]$$

mit: p Korrekturfaktor bzw. Sensitivität des Algorithmus [Kfz/h]

$q_{E,n-1}$ Gemessene Einfahrverkehrsstärke hinter der Haltelinie im vorausgegangenen Intervall $n - 1$ [Kfz/h]

b_{opt} Optimaler Belegungsgrad [%]

$b_{ist,n-1}$ Gemessener Belegungsgrad stromabwärts der Einfahrt im vorausgegangenen Intervall $n - 1$ [%]

Aus $q_{E,zul}$ wird die rechnerische zulässige Umlaufzeit T_U [s/Kfz] ermittelt:

$$T_U = \frac{3600 \frac{s}{h}}{q_{E,zul}} \cdot m$$

mit: m Anzahl Fahrzeuge pro GRÜN

Eine Zuflussregelungsanlage (ZRA) kann mehrere Programme (Strategien) hinterlegt haben. Durch weitere Algorithmen kann eine Mindestschaltzeit der Programme hinterlegt sowie die maximale Dauer der ersten Rotzeit nach dem Aktivieren der ZRA algorithmisch gesetzt werden.

Beim Mehrfahrzeugbetrieb ist sowohl für eine Verschärfung als auch für die Lockerung einer Schaltung festzulegen, welche Schaltungsanforderungen durch ein Fahrzeug eine Verschärfung und welche eine Lockerung darstellen. Diese Festlegungen enthalten die Vorgaben zur Anzahl der zulässigen Fahrzeuge und die Rotschaltzeit.

Beim Vergleich auf Lockerung wird zunächst die Anzahl zulässiger Fahrzeuge verglichen: Je mehr Fahrzeuge zulässig sind, desto lockerer ist die Schaltanforderung. Im zweiten Vergleich werden alle Schaltungsanforderungen mit dieser Anzahl Fahrzeuge verglichen und die Anforderung mit der kleinsten Rotschaltzeit ermittelt.

Beim Vergleich auf Verschärfung wird zunächst die Anzahl zulässiger Fahrzeuge verglichen: Je weniger Fahrzeuge zulässig sind, desto schärfer ist die Schaltanforderung. Im zweiten Vergleich werden alle Schaltungsanforderungen mit dieser Anzahl Fahrzeuge verglichen und die Anforderung mit der größten Rotschaltzeit ermittelt.

Wenn an der Stauschleife Stau erkannt wird, soll der ermittelte automatische Schaltvorschlag abgeschwächt werden (Rotzeitabschwächung).

In den Fällen, in denen ein Zufluss aufgrund eines Staus auf der Hauptfahrbahn nicht mehr möglich ist, soll die ZRA abgeschaltet werden.

Bei Anschlussstellen mit mehreren Zuflüssen sollten diese als unabhängige Teilanlagen betrachtet und gesteuert werden. Allerdings dürfen sie alle nur gleichzeitig aktiv oder inaktiv sein. Das bedeutet, dass die Ein- bzw. Ausschaltung der Teilanlagen untereinander koordiniert verlaufen muss.

Zur Absicherung sollten Ausfallstrategien entwickelt und im Steuerungsmodell der Zuflussregelung implementiert werden.

A 7.3.2 Zuflussregelung mit PRO

PRO ist ein verkehrabhängiges Verfahren zur Steuerung einer Zuflussregelungsanlage (ZRA). 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.

Die zulässige Verkehrsstärke $q_{E,zul}$ errechnet sich wie folgt:

$$q_{E,zul} = q_{Rampe} \cdot \left(\frac{q_{HFB,mak}}{q_{HFB,mik}} \cdot f_q \right)^\lambda$$

mit:	$q_{E,zul}$	zulässige Verkehrsstärke im nächsten LSA-Umlauf [Kfz/h]
	q_{Rampe}	Sekündlich gleitende in die Rampe zufließende Verkehrsstärke [Kfz/h]
	$q_{HFB,mak}$	sekündlich gleitende Verkehrsstärke stromaufwärts (rd. 1500 bis 1900 m), Intervall = 45 - 75 s [Kfz/h]
	$q_{HFB,mik}$	sekündlich gleitende Verkehrsstärke stromaufwärts (rd. 600 bis 900 m), Intervall = 15 - 25 s [Kfz/h]
	f_q	Korrekturfaktor [-]
	λ	Streuungsparameter [-]

Aufgrund der für PRO notwendigen sekundlich aggregierten Messwerte und der Umsetzung geänderter Zuflussraten mit jedem ZRA-Umlauf, kommt nur eine autarke Schaltung der ZRA vor Ort, d. h. innerhalb der Streckenstation in Frage.

Da beide Verkehrsstärken $q_{HFB,mik}$ und $q_{HFB,mak}$ den gleichen Strom von Fahrzeugen beschreiben, lediglich auf ein anderes Intervall bezogen, schwankt dieser Quotient um 1 – abgesehen von systematischen Abweichungen (z. B. Ausfahrten), die durch den Korrekturfaktor f_q ausgeglichen werden.

Der Exponent λ verändert die Streuung des Quotienten bzw. die Sensibilität des Algorithmus. Ein Wert kleiner 1 bedeutet eine weniger starke Reaktion auf das aktuelle Verkehrsgeschehen, Werte für $\lambda > 1$ bewirken größere Schwankungen der resultierenden Zuflussrate. [Trapp 2006]

Aus $q_{E,zul}$ wird die rechnerische zulässige Umlaufzeit T_U [s/Kfz] ermittelt:

$$T_U = \frac{3600 \frac{s}{h}}{q_{E,zul}} \cdot m$$

mit: m Anzahl Fahrzeuge pro GRÜN

Anhang 8 Mögliches Vorgehen zum Maßnahmenabgleich im NBA-Kontext

Die Umleitungsempfehlungen an den einzelnen Entscheidungspunkten innerhalb einer NBA ergeben sich direkt aus der Routenauswahl durch den Steuerungsalgorithmus. Folgende Regeln können zur Definition von Betriebszuständen und zur Generierung von Zustandsmeldungen (Hinweise auf Stau, Unfall, Baustelle mit oder ohne Ortsangaben) verwendet werden:

- Betriebszustand 0:
 - Die Störungen sind erkannt.
 - Es soll keine Umleitung geschaltet werden.

Für alle betroffenen Routen werden Hinweise auf dort vorhandene Staus, Unfälle oder Baustellen angefordert.
- Betriebszustand 1:
 - weder für die geschaltete noch für eine der alternativen Routen (die sich entsprechend den Schaltungen an den nachfolgenden Entscheidungspunkten ergeben) zeigt sich in der Prognose eine Überschreitung der Streckenkapazität (für die Behandlung möglicher Staus in der Zukunft).
 - Zum aktuellen Zeitpunkt wurde (aus der Stauanalyse) auf diesen Routen kein Stau ermittelt.

Die Umleitungsempfehlung wird angefordert.
Zusätzlich werden Hinweise auf Unfälle und Baustellen auf den nicht geschalteten Routen angefordert.
- Betriebszustand 2:
 - Für eine der alternativen (nicht geschalteten) Routen (die sich entsprechend den Schaltungen an den nachfolgenden Entscheidungspunkten ergeben) zeigt sich in der Prognose eine Überschreitung der Streckenkapazität für die Behandlung möglicher Staus in der Zukunft.
 - Zum aktuellen Zeitpunkt wurde (aus der Stauanalyse) auf diesen Routen kein Stau ermittelt.

Die Umleitungsempfehlung und ein Hinweis auf Staugefahr ab dem ersten Knoten, an dem die Überlastung erwartet wird, werden angefordert.
Zusätzlich werden Hinweise auf Unfälle und Baustellen auf den nicht geschalteten Routen angefordert.
- Betriebszustand 3
 - Auf einer der alternativen (nicht geschalteten) Routen wurde (aus der Stauanalyse) ein Stau ermittelt.

Die Umleitungsempfehlung und ein Hinweis auf den Stau ab dem ersten Knoten, an dem der Störfall erkannt wird, werden angefordert.
Zusätzlich werden Hinweise auf Unfälle und Baustellen auf den nicht geschalteten Routen angefordert.
- Betriebszustand 4
 - Aus den TMC-Meldungen, aus den eingegebenen Unfällen oder den Baustellenmeldungen ergibt sich, dass auf einer der alternativen (nicht geschalteten) Routen kein Fahrstreifen mehr für den Verkehr zur Verfügung steht.

Die Umleitungsempfehlung und ein Hinweis auf die Ursache samt Auswirkung („Vollsperrung“) werden bei dem nächsten Knoten vor dem ersten betroffenen Punkt angefordert.
Zusätzliche Hinweise auf andere Störfälle auf dieser Route werden unterdrückt, z. B. durch Anforderung von Leerzeilen auf dem noch verfügbaren Anzeigefeld.
Hinweise auf Staus, Unfälle und Prioritäten auf anderen, nicht geschalteten Routen werden dagegen angefordert.

Die so entstandene Schaltbildanforderung wird mit einer (parametrierbaren) Priorität versehen.

Falls für einen Anzeigequerschnitt, der in einem Schaltbild nur einen Delestagepfeil anzeigen kann (z. B. Ankündigungszeichen), ein Schaltbild mit zwei Delestagepfeilen (für zwei unterschiedliche Umleitungsrouten für verschiedene Ziele) angefordert wird, wird das angeforderte Schaltbild unterdrückt und stattdessen ein konfigurierbares alternatives Schaltbild generiert (Erstversorgung „*aus*“).

Die Listen mit den Richtungsangaben und den Zustandsmeldungen, die Grundlage für die Schaltbildermittlung sind, werden gemäß der Priorität der gesamten Schaltbildanforderung ausgewählt. Ist die Priorität identisch, werden die Listen zusammengeführt.

Die übergebene Liste von Richtungsangaben wird dabei nach der dort festgelegten Reihenfolge dargestellt (in Schaltbefehle umgesetzt). Nicht (mehr) darstellbare Richtungsangaben werden weggelassen.

Anhang 9 Beispielhafte Übersicht der „Protokolle und Auswertungen“ einer VRZ

Unter dem VRZ-Hauptmenüpunkt „Protokolle/ Auswertungen“ wurden Protokolle, Auswertungen und Diagramme nach Funktionsgruppen der TLS umgesetzt:

- FG 1: Verkehrsdaten
- FG 3: Umfelddaten
- FG 4: Wechselverkehrszeichen
- FG 6: Betriebsmeldungen
- FG 254: Streckenstationen

Weitere Protokolle unter dem VRZ-Hauptmenüpunkt „Protokolle/ Auswertungen“ sind:

- Aktuelle Störungen (Verkehrserfassung, Anzeigen)
- Streckenprofil (Überblick über den aktuellen Verkehrsfluss, minütlich aktualisiert)
- Verkehrsmeldungen (zur Landesmeldestelle)
- Verkehrsmeldungen (von Landesmeldestelle)
- Benutzerwechsel
- Handeingriffe NBA
- Engstellen

Unter dem VRZ-Hauptmenüpunkt „Parametrieren“ werden:

- Parameter

protokolliert.

Unter dem VRZ-Hauptmenüpunkt „System“ werden:

- Systemmeldungen

protokolliert.

Bei den Protokollen, Auswertungen und Diagrammen, die nach Funktionsgruppen der TLS abgelegt sind, sind die Objekte aller an die VRZ angeschlossenen VBA, wie Erfassungsquerschnitte (EQ) (siehe Beispiel), AQ, UQ, SSt im Browser wählbar nach:

– *Unterkentralen* (nur bei FG 1)

- UZ 73 SBA A12
 - EQ 73901_37,529_A12 O
 - EQ 73902_40,055_A12 O
 - ...
- ...

- *Straßen*
 - A 12
 - A 12 Ost
 - EQ 73901_37,529
 - EQ 73902_40,055
 - ...
 - A 12 West
 - ...
 - ...
- *alle Querschnitte*
 - EQ 73901_37,529_A12 O
 - EQ 73902_40,055_A12 O
 -

Der Zeitbereich kann „von...(Tag, Datum, Uhrzeit) bis...(Tag, Datum, Uhrzeit) “ - angepasst an die Art des Protokolls/ der Auswertung (z. B. bei Tagesverkehrswerten lässt die Software nur tageweise die Auswahl des Zeitbereichs zu) - gewählt werden. Alternativ zum Zeitbereich kann das Feld „nur aktueller Zustand“ angeklickt werden.

Im Folgenden sind alle Protokolle, Auswertungen und Diagramme der VRZ, die nach Funktionsgruppen der TLS 2012 umgesetzt wurden, aufgelistet.

FG 1: Verkehrsdaten

	Auswahl ist möglich nach:
	<ul style="list-style-type: none"> • Unterzentralen (Querschnitte) • Straßen (Querschnitte) • alle Querschnitte
<p>Protokolle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fehlermeldungen FG 1 • Negative Quittungen • Verkehrswerte Rohdaten • Verkehrswerte Kurzzeitdaten • Verkehrswerte Langzeitdaten 5+1 • Verkehrswerte Langzeitdaten 8+1 • Verkehrsanalysewerte • geglättete Verkehrswerte • Aggregierung der Verkehrsstärke 5 min (Fahrstreifen) • Aggregierung der Verkehrsstärke 15 min (Fahrstreifen) • Aggregierung der Verkehrsstärke 60 min (Fahrstreifen) • Aggregierung der Verkehrsstärke 5 min (Querschnitt) • Aggregierung der Verkehrsstärke 15 min (Querschnitt) • Aggregierung der Verkehrsstärke 60 min (Querschnitt) • Geschwindigkeitsklassen Version 24 	
<p>Auswertungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tagesverkehrswerte Kurzzeitdaten • Tagesverkehrswerte Monatsmittel Kurzzeitdaten • Tagesverkehrswerte Jahresmittel Kurzzeitdaten • Tagesverkehrswerte Langzeitdaten 5+1 • Tagesverkehrswerte Langzeitdaten 8+1 • Tagesverkehrswerte Monatsmittel Langzeitdaten 5+1 • Tagesverkehrswerte Monatsmittel Langzeitdaten 8+1 	

	Auswahl ist möglich nach: <ul style="list-style-type: none"> • Unterzentralen (Querschnitte) • Straßen (Querschnitte) • alle Querschnitte
<ul style="list-style-type: none"> • Tagesverkehrswerte Jahresmittel Langzeitdaten 5+1 • Tagesverkehrswerte Jahresmittel Langzeitdaten 8+1 • Auswertung Verkehrsstörungen (Tag) • Auswertung Verkehrsstörungen (Monat) • Auswertung Fehler (Stunde) • Auswertung Fehler (Tag) • Auswertung Fehler (Monat) 	
Planung <ul style="list-style-type: none"> • Baubetriebsplanung Kurzzeitdaten (Monat) • Baubetriebsplanung Kurzzeitdaten (Jahr) • Baubetriebsplanung Langzeitdaten 8+1 (Monat) • Baubetriebsplanung Langzeitdaten 8+1 (Jahr) • DSV Tagesmittel Kurzzeitdaten • DSV Monatsmittel Kurzzeitdaten • DSV Jahresmittel Kurzzeitdaten • DSV Tagesmittel Langzeitdaten 8+1 • DSV Monatsmittel Langzeitdaten 8+1 • DSV Jahresmittel Langzeitdaten 8+1 	
Diagramme <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrswerte Kurzzeitdaten • Verkehrswerte Langzeitdaten 5+1 • Verkehrswerte Langzeitdaten 8+1 • Verkehrsanalysewerte • geglättete Verkehrswerte • Aggregierung der Verkehrsstärke 5 min (Fahrstreifen) • Aggregierung der Verkehrsstärke 15 min (Fahrstreifen) • Aggregierung der Verkehrsstärke 60 min (Fahrstreifen) • Aggregierung der Verkehrsstärke 5 min (Querschnitt) • Aggregierung der Verkehrsstärke 15 min (Querschnitt) • Aggregierung der Verkehrsstärke 60 min (Querschnitt) • Tagesübersicht Kurzzeitdaten • Monatsübersicht Kurzzeitdaten • Tagesübersicht Langzeitdaten • Monatsübersicht Langzeitdaten • Tagesverkehrswerte Kurzzeitdaten • Tagesverkehrswerte Monatsmittel Kurzzeitdaten • Tagesverkehrswerte Jahresmittel Kurzzeitdaten • Tagesverkehrswerte Langzeitdaten • Tagesverkehrswerte Monatsmittel Langzeitdaten • Tagesverkehrswerte Jahresmittel Langzeitdaten • Tagesverkehrswerte DSV Kurzzeitdaten • Tagesverkehrswerte DSV Monatsmittel Kurzzeitdaten • Tagesverkehrswerte DSV Langzeitdaten • Tagesverkehrswerte DSV Monatsmittel Langzeitdaten • Auswertung Verkehrsstörungen (Tag) • Auswertung Verkehrsstörungen (Monat) • Auswertung Fehler (Stunde/Tag/Monat) 	
Zeitliche Auswahl: Von: Bis: oder nur aktueller Stand:	

FG 3: Umfelddaten

	Auswahl ist möglich nach: <ul style="list-style-type: none"> • Straßen (Querschnitte) • alle Querschnitte
Protokolle <ul style="list-style-type: none"> • Fehlermeldungen FG 3 • Negative Quittungen • Fehlermeldungen FG 3 (Helligkeit) • Negative Quittungen (Helligkeit) • Fahrbahnoberflächentemperatur • Fahrbahnfeuchte • Restsalz • Niederschlagsintensität • Relative Luftfeuchte • Windrichtung • Windgeschwindigkeit • Sichtweite • Gefriertemperatur • Taupunkttemperatur • Wasserfilmdicke • Lufttemperatur • Fahrbahnzustand • Niederschlagsart • Helligkeit 	
Sammelprotokolle <ul style="list-style-type: none"> • Luftwerte • Fahrbahnwerte 	
Auswertungen <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung Fehler (Stunde/Tag/Monat) • Auswertung Fehler Helligkeit (Stunde/Tag/Monat) 	
Diagramme <ul style="list-style-type: none"> • Sichtweite • Helligkeit • Luftwerte • Fahrbahnwerte • Auswertung Fehler (Stunde/Tag/Monat) • Auswertung Fehler Helligkeit (Stunde/Tag/Monat) 	
Zeitliche Auswahl: Von: Bis: oder nur aktueller Stand:	

FG 4: Wechselverkehrszeichen

	Auswahl ist möglich nach: <ul style="list-style-type: none"> • Straßen (Querschnitte) • alle Querschnitte
Protokolle <ul style="list-style-type: none"> • Fehlermeldungen FG 4 • Fehlermeldungen SBA • Fehlermeldungen NBA 1 • Fehlermeldungen WWW • Fehlermeldungen dWiSta 1 • Fehlermeldungen dWiSta 2 • Negative Quittungen • Negative Quittungen WWW 	

	Auswahl ist möglich nach: <ul style="list-style-type: none"> • Straßen (Querschnitte) • alle Querschnitte
<ul style="list-style-type: none"> • Betriebsart • Betriebsart WWW • Schaltzustände SBA • Schaltzustände SBA (graphisch) • Betriebszustände SBA • Schaltzustände NBA 1 • Schaltzustände WWW • Schaltzustände dWiSta 1 • Sollschaltungen dWiSta 1 • Schaltzustände dWiSta 2 • Sollschaltungen dWiSta 2 • Befolungsgrad SBA • Befolungsgrad SBA (graphisch) • Befolungsgrad NBA 1 • Befolungsgrad dWiSta 1 • Lampenbrenndauer 	
Auswertungen <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung Schaltzustände SBA (Stunde/Tag/Monat) • Auswertung Fehler SBA (Stunde/Tag/Monat) 	
Diagramme <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung Schaltzustände SBA (Stunde/Tag/Monat) • Auswertung Fehler SBA (Stunde/Tag/Monat) 	
Zeitliche Auswahl: Von: Bis: oder nur aktueller Stand:	

FG 6: Betriebsmeldungen

	Auswahl ist möglich nach: <ul style="list-style-type: none"> • Straßen (Stationen) • alle Stationen
Protokolle <ul style="list-style-type: none"> • Fehlermeldungen FG 6 • Negative Quittungen • Türkontakte • Türkontakt Alarme • Stromversorgung • Stromversorgung Alarme • Lüftung • Heizung • Überspannung • Temperatur • Höhenkontrolleinrichtung • Staumeldungen • Tunnelreflex • Diebstahl/ Vandalismus 	
Auswertungen <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung Fehler (Stunde/Tag/Monat) 	
Diagramme <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung Fehler (Stunde/Tag/Monat) 	
Zeitliche Auswahl: Von: Bis: oder	

	Auswahl ist möglich nach: <ul style="list-style-type: none">• Straßen (Stationen)• alle Stationen
nur aktueller Stand:	

FG 254: Streckenstationen

	Auswahl ist möglich nach: <ul style="list-style-type: none">• alle Stationen
Protokolle <ul style="list-style-type: none">• Störungen der Datenübertragung	
Zeitliche Auswahl: Von: Bis: oder nur aktueller Stand:	

Anhang 10 Einsatzbeispiele für den Daten- und Dienstvermittler

Das erste Beispiel zeigt einen Fall auf, bei dem keine Indirektion über den Daten- und Dienstvermittler (DDV) notwendig bzw. sinnvoll ist. Das zweite und dritte Beispiel erläutern Situationen, bei denen die Nutzung eines über den DDV bereitgestellten Dienstes sinnvoll bzw. notwendig ist.

(1) Parameteränderung (FB 12) an Situationserkennungsverfahren (FB 7)

Eine Parameteränderung zur Laufzeit erfolgt durch den Bediener über die Bedienung und Visualisierung (BuV). Die Parameteränderung, also die Parameterdaten, werden über den DDV verteilt (d. h. Kommunikationsmuster A). Allerdings ist vor der Verteilung eine Eingabeprüfung der Parameter notwendig. Diese Eingabeprüfung erfordert logische Prüfungen, welche nicht direkt in der BuV implementiert, sondern im FB 12 (Parametrierung) angesiedelt sein sollten, da dort der fachlich-logische Teil der Parametrierung zusammengefasst sein soll. Ein Zur-Verfügung-Stellen der Eingabeprüfung für Parameter als Dienst über den DDV (Kommunikationsmuster B) macht in diesem Fall wenig Sinn, da nur die BuV auf diese Funktionalität zugreifen muss. Eine Implementierung der Eingabeprüfung für Parameter als Dienst wäre somit unwirtschaftlich und könnte sich zudem nachteilig auf die Usability (Performance) auswirken.

(2) Überprüfen der Schaltberechtigung (Systemprozess) einer Maßnahme (FB 9)

Bevor ein Bediener eine Maßnahme, z. B. auf einer SBA, aktiv schalten kann, muss durch Eingabe des Benutzernamens und eines Passwortes geprüft werden, ob er zu dieser Handlung berechtigt ist. Die Eingabedaten (Benutzername, Passwort) werden in diesem Fall von der BuV anhand eines vom DDV vermittelten Dienst geprüft. Die Bereitstellung als Dienst ist in diesem Fall sinnvoll, da auch andere Funktionsbereiche diese Funktionalität benötigen (siehe Beispiel (1): auch bei einer Parameteränderung sollte geprüft werden, ob der Benutzer dazu berechtigt ist).

(3) Zugriff der übergeordneten BuV (auf VRZ-Ebene) auf die UZ

Für die SBA-Steuerung sollte eine systemweit einheitliche Dienst-Spezifikation existieren (z. B. WSDL). In der UZ realisiert ein dedizierter FB einen Dienst entsprechend dieser Spezifikation und publiziert diesen über den UZ-DDV (z. B. mit der Kennung „SBA A4711“). Der UZ-DDV wird synchronisiert mit dem VRZ-DDV. Daher ist der Dienst auch auf VRZ-Ebene verfügbar. Die VRZ-BuV fragt den VRZ-DDV nach dem Dienst „SBA Steuerung“ mit der Kennung „SBA A4711“, verbindet sich mit diesem und kann somit einen direkten Eingriff in die UZ vornehmen. Der Zugriff der VRZ-BuV auf die UZ wird somit über den DDV vermittelt.

Zusammengefasst ist das Kommunikationsmuster B, die Publikation und Vermittlung eines Dienstes über den DDV, dann sinnvoll, wenn wie in den Beispielen (2) und (3) die Funktionalität eines FB von mehreren anderen FB (z. B. der BuV) benötigt wird. Das Kommunikationsmuster C ist als ein Spezialfall zu betrachten, der nur dann eintritt, wenn eine eindeutige 1:1 Abhängigkeit zwischen zwei FB besteht (z. B. BuV \longleftrightarrow Eingabeprüfung Parameter) und eine Publikation einer Funktionalität über den DDV somit nicht zielführend ist. Das Kommunikationsmuster A sollte zumeist bei der Persistierung und Verteilung von Daten, die über die BuV eingegeben werden, eingesetzt werden, wobei auch hier zu prüfen ist, ob nicht doch das Kommunikationsmuster B besser geeignet ist.

Der interne Daten- und Dienstvermittler stellt auch Funktionalitäten zur beiderseitigen Synchronisierung der Funktionsebenen VRZ/UZ im Sinne des Fernbusses zur Verfügung.

Anhang 11 Anforderungen an die „Bedienung und Visualisierung“

A 11.1 Funktionalitäten der „Bedienung und Visualisierung“

A 11.1.1 Objektauswahl

Um für konkrete Objekte Befehle auszuführen, müssen diese selektiert werden können. Dies entspricht der Zusammenstellung einer Menge von (Infrastruktur-)Objekten, für die bzw. mit denen anschließend eine spezielle Aktion ausgeführt wird. Eine solche Aktion ist z. B. das Öffnen eines vom Objekttyp abhängigen Fensters oder das Anzeigen von Detailinformationen zu diesen Objekten.

Graphische Selektion im Darstellungsfenster

Einzel Selektion

Die Einzel Selektion geschieht entsprechend den üblichen Konventionen durch einfaches Anklicken mit der linken Maustaste. Werden bei der Einzel Selektion mehrere sich in der aktuellen Darstellung überlagernde Objekte getroffen, erfolgt die tatsächliche Selektion über ein sich öffnendes Kontextmenü, in dem alle getroffenen Objekte angezeigt werden.

Gruppenselektion

Zieht man einen Rahmen auf, ohne vorher einen Objekttyp markiert zu haben, so werden alle in diesem Rahmen liegenden Objekte markiert.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, in einen speziellen Gruppenselektionsmodus umzuschalten. In diesem Fall kann man mit der linken Maustaste einen oder mehrere Objekttypen (Einzel Selektion mit Selektionsmodifikation) anwählen. Zieht man anschließend einen Rahmen für einen Bereich auf, so sollen alle Objekte, die zu den vorher markierten Objekttypen gehören und in diesem Rahmen liegen, für weitere Aktionen markiert sein.

Selektionsoptionen

Durch Auswahl entsprechender Selektionskriterien (z. B. über die Symbolleiste) kann die Form des Auswahlbereiches zwischen

- Rechteck,
- Ellipse und
- freier Form

umgestellt werden.

Des Weiteren muss unterschieden werden, ob nur Objekte bei der Gruppenselektion selektiert werden sollen, die

- vollständig
- oder teilweise

im Auswahlbereich enthalten sind. Die Option „teilweise“ wird durch gleichzeitiges Drücken der <Strg> Taste (oder alternativ über eine ein- bzw. ausschaltbare Option) beim Aufziehen des Auswahlbereiches erreicht.

Für Linienobjekte in der geographischen (natürlichen) Kartendarstellung, für die innerhalb der Konfiguration Informationen zur Reihenfolge (Nachfolger-Vorgänger-Relationen) vorhanden sind, muss zusätzlich ein Streckenselektionsverfahren implementiert werden. Dieses wird ebenfalls über die Symbolleiste ausgewählt. Die Selektion der Strecke erfolgt dabei durch Drücken der Maus auf dem ersten und Loslassen der Maus beim letzten zu selektierenden Objekt.

Bei den verschiedenen Selektionsoptionen sind die jeweils durchzuführenden Aktivitäten dem Benutzer durch geeignete Anpassung des Maus-Cursors anzuzeigen.

Selektionsmodifikation

Bereits durchgeführte Selektionen lassen sich beliebig verändern. Dabei ist der Standardselektionsmechanismus der entsprechenden Plattform umzusetzen. Bei gedrückter <Umschalt>-Taste wird die bestehende Auswahl um die neu selektierten Objekte erweitert. Bei gedrückter <Strg>-Taste werden die Objekte im Bereich des aufgezogenen Rahmens invertiert. D. h. bereits ausgewählte Objekte werden abgewählt und nicht ausgewählte Objekte werden markiert.

Selektionsverhalten

Bewegt man sich beim Aufziehen des Auswahlbereichs mit der Maus aus dem Fenster heraus, so muss dies automatisch zum Rollen des dargestellten Ausschnitts in die entsprechende Richtung führen, so dass auch Bereiche selektiert werden können, die größer als der momentan sichtbare Bereich sind.

Jedes selektierte Objekt ist unmittelbar mit einer entsprechenden Markierung (Rahmen oder angepasste Darstellung) zu versehen.

Des Weiteren sind die selektierten Objekte auch bei Deaktivierung des Fensters beizubehalten und geeignet hervorzuheben (z. B. kontrastärmere Darstellung). Bei erneuter Aktivierung des Fensters sind die entsprechenden Markierungen wieder normal darzustellen.

Objektauswahl über Listen und Baumdarstellungen

Bei der Objektauswahl in Listen- und Baumdarstellungen ist der Standardselektionsmechanismus der entsprechenden Plattform des Betriebssystems zu implementieren.

Zusätzlich zur Selektion mit der Maus ist die Objektauswahl über die Tastatur zu implementieren. Die Navigation geschieht dabei über die Auf-/Ab-Pfeiltasten. Die Rechts-/Links-Pfeiltasten dienen in Baumdarstellungen dazu, Unterstrukturen aufzuklappen bzw. zu schließen. Durch gleichzeitiges Festhalten der Umschalttaste wird die Selektion erweitert. Durch die Eingabe der ersten Buchstaben eines Listeneintrags wechselt die Selektion zum ersten passenden Eintrag.

In den Baumdarstellungen werden die Objekte des Systems nach verschiedenen Sichten hierarchisch strukturiert dargestellt. Diese Baumdarstellungen werden in Browserfenstern neben der Objektauswahl zur Veranschaulichung von Objektzusammenhängen verwendet.

Die graphische Selektion im Darstellungsfenster und die Selektion in der Liste/ Baumdarstellung muss gegenseitig synchronisiert werden.

Befehlsmengenanpassung an Objektauswahl

Die Methoden zur Befehlsauswahl (Menüleiste, Kontextmenüs, Symbolleisten etc.) müssen sich abhängig von den gewählten Objekten so verändern, dass nur noch für die selektierte Objektmenge sinnvolle Befehle ausgewählt werden können. Sind keine Objekte selektiert, steht der gesamte Befehlsvorrat zur Verfügung. Die notwendige Objektselektion erfolgt dann nach Aufruf des Befehls durch eine Objektauswahl über Listen bzw. Baumdarstellungen. Optional (Einstellung über entsprechendes Optionsmenü der Applikation) kann der Benutzer festlegen, dass auch noch nach bereits erfolgter Objektauswahl bei Auswahl eines Befehls eine nachgeschaltete Objektauswahl über Listen- bzw. Baumdarstellungen stattfindet, wobei die bereits ausgewählten Objekte in dieser Ansicht vorselektiert sind. Über diesen Mechanismus lassen sich dann einfach in graphischen Darstellungen Objektmengen vorselektieren und über die Listen- bzw. Baumauswahl modifizieren.

A 11.1.2 Aufbau der Hauptanwendung (Zentrale Menüleiste)

Das Hauptfenster der Applikation „Bedienung und Visualisierung“ sollte über ein zentrales, für alle weiteren Fenster zuständiges Hauptmenü verfügen.

Die untergeordneten Fenster (die Dialoge und eigentlichen Darstellungsfenster) können eigene Menüs und/ oder Symbolleisten enthalten. Damit kann der Funktionsumfang, der durch das entsprechende Fens-

ter zur Verfügung gestellt wird, über ein kompaktes Menü oder entsprechende Symbole einfach und direkt angesprochen werden.

Unter dem Gesichtspunkt, dass in den VRZ i. d. R. mehrere Monitore an einem Bedienrechner angeschlossen sind, ist das Hauptfenster der Applikation so zu gestalten, dass für die Clientfenster der gesamte Bildschirmbereich zur Verfügung steht. Das Hauptfenster ist nur für die Menüleiste, die Statuszeile und die Symbolleisten zuständig.

Zudem muss es möglich sein mehrere Instanzen des Hauptfensters öffnen zu können, um logische zusammenhängende Arbeitsbereiche gruppieren zu können. Beispielsweise muss es möglich sein mehrere SBA parallel bedienen zu können. Jede SBA muss dabei in einer eigenen Instanz des Hauptfensters bedient werden können, um so die jeweilige SBA im Fenstertitel und/oder der Taskleiste des Betriebssystems eindeutig identifizieren zu können.

A 11.1.3 Aufbau von Darstellungsfenstern

Die Hauptaufgabe der „Bedienung und Visualisierung“ (BuV) ist die dynamische Darstellung der im System verfügbaren Daten, die Analyse von archivierten Daten sowie die Einstellung von Parametern und das aktive Absetzen von Befehlen an die angeschlossenen Komponenten. Die Visualisierung geschieht dabei i. d. R. in Darstellungsbereichen. Die Bedienung erfolgt über entsprechende Dialog- oder Formularbereiche. In der Regel sind innerhalb eines Fensters beide Bereiche vorhanden.

Unter dem Begriff Darstellungsfenster werden deshalb im Folgenden immer Fenster zusammengefasst, die über automatisch aktualisierende Darstellungsbereiche (Darstellung als maßstäbliche Karte, stilisierte Karte, Diagrammdarstellungen etc.) verfügen. In Darstellungsfenstern werden die Infrastruktur und die statischen und dynamischen Attribute der (Infrastruktur-)Objekte des Systems visualisiert.

Darstellungsfenster können dabei über folgende Elemente verfügen:

- Menüleiste
- Symbolleisten
- Legende
- Statuszeile (unabhängig vom Hauptfenster zur Statusanzeige für dieses Fenster)
- Dialogbereich(e).
Der prinzipielle Aufbau ist in allen Fenstern einheitlich zu gestalten. Der fensterspezifische Inhalt der notwendigen Dialogelemente ist bei der Darstellung der einzelnen Fenster weiter unten genau erläutert. Wichtige Elemente in Dialogbereichen sind
 - Baumdarstellungen (TreeView)
 - Karteikartendarstellung (TabView)
- Darstellungsbereich(e).
Dieser Teil nimmt die Hauptfläche des jeweiligen Fensters ein.
Dynamisch sich ändernde Darstellungsbereiche sind:
 - maßstäbliche Kartendarstellungen
 - stilisierte Kartendarstellungen
 - Diagrammdarstellungen
 - Tabellen- und Listendarstellungen

Die ersten beiden Darstellungsformen (maßstäbliche und stilisierte Kartendarstellungen) müssen folgende allgemeine Anforderungen erfüllen:

- Darstellung von Objekten in Layern

- Ein-/ Ausblenden von Darstellungsobjekten
- Automatische (kollisionsfreie) oder manuell korrigierte Objektdarstellung mit absoluten bzw. relativen Koordinaten
- Bereitstellung von Ansichten

Layer

Die Darstellung der statischen und dynamischen Objekte erfolgt in Layern. Über die Objektzugehörigkeit zu einem Layer wird insbesondere die Zeichenreihenfolge geregelt. Die Zuordnung der Objekte zu den einzelnen Layern ist dabei zur Laufzeit online frei einstellbar zu realisieren.

Beliebige Layer müssen zur Laufzeit online ein- bzw. ausblendbar sein.

Ein-/ Ausblenden von Darstellungsobjekttypen

Einzelne Darstellungsobjekte oder komplette Darstellungsobjekttypen müssen sich zur Laufzeit ein- und ausblenden lassen. Der entsprechende Status ist je Bediener zu speichern und bei der nächsten Darstellung zu berücksichtigen.

Automatische (kollisionsfreie) oder manuell korrigierte Objektdarstellung mit absoluten bzw. relativen Koordinaten

Es sollten folgende Möglichkeiten unterstützt werden:

- Darstellung von Objekten entsprechend ihrer geographischen Koordinaten auf Basis des „Hotspot“. Diese Darstellung wird üblicherweise in der maßstäblichen Kartendarstellung verwendet. Um der Überlappung von Objekten bei der Darstellung vorzubeugen, ist wahlweise ein automatischer Antikollisionsalgorithmus zu implementieren.
- Die gegenüber ihrer natürlichen geographischen Lage verschobenen Objekte werden (online ein-/ ausschaltbar) über eine dünne Linie mit ihrem originalen Referenzpunkt verbunden, um die Zuordnung zu erleichtern.
- Darstellung von Objekten relativ zu anderen Objekten auf Basis des „Hotspot“. Diese Darstellung wird üblicherweise in der stilisierten Darstellung verwendet. Dabei werden die Koordinaten relativ zu einem anderen Objekt angegeben. Aktuelle Verkehrswerte eines Detektors will man z. B. in der stilisierten Darstellung auf Höhe des Detektorsymbols seitlich versetzt darstellen. In diesem Fall würde man für die entsprechenden Darstellungsobjekte „Messwertdarstellung“ die relative Darstellung zum Darstellungsobjekt „Detektor“ mit entsprechendem x-Offset einstellen. Um die zuvor beschriebene Problematik bei der Verwendung relativer Objektreferenzen in Darstellungen mit Darstellungsspalten zu vermeiden, muss in schematischen Anzeigen zudem eine Referenzierung auf Basis des für das jeweilige Darstellungsfenster gültigen x-y-Koordinatensystems möglich sein. Liegen dann z. B. die beiden Darstellungsobjekte „Messwertdarstellung“ und „Detektor“ in verschiedenen Darstellungsspalten, erfolgt ihre vertikale Kopplung (Anzeige auf gleicher y-Koordinate) über die Referenzierung ihrer vertikalen Lage über die y-Achse des Darstellungsfensters.
- Des Weiteren muss es online möglich sein, beliebige Objekte per Maus manuell zu verschieben, um die Darstellung übersichtlicher zu gestalten. Diese Modifikationen sind je Objekt und Fenster automatisch zu speichern und für zukünftige Anzeigen zu verwenden. Auch hierbei sind die verschobenen Objekte über eine dünne Linie (online ein-/ ausschaltbar) mit ihrem originalen Referenzpunkt zu verbinden.

Ansichten

Ansichten dienen dazu, zur Laufzeit sowohl den Ausschnitt (Raum), die dargestellten Objekte als auch das dynamische Verhalten der Objekte frei zusammenzustellen und unter einem eigenen Namen für den späteren Zugriff je Bediener abzuspeichern. Über die Definition von Ansichten wird dem Benutzer damit eine sehr komfortable Art und Weise zur in weiten Grenzen freien Konfiguration und Parametrierung „seiner“ Oberfläche zur Verfügung gestellt.

Legende

In allen Darstellungsfenstern kann eine zur Laufzeit ein- und ausblendbare Legende realisiert werden.

Die Legende sollte unabhängig von den zugehörigen Darstellungen realisiert werden. Die Legende kann anwendungsorientiert frei gestaltet werden. Es wird dem Anwender oder einem Administrator überlassen, ob nachfolgender formaler Aufbau (von oben nach unten) zur Anwendung kommt:

- Wappen des jeweiligen Betreibers
- Zeit- und Datumsanzeige
Hier wird i. d. R. nicht die aktuelle Uhrzeit angezeigt, sondern der Zeitpunkt der letzten Aktualisierung der Daten des jeweiligen Darstellungsfensters.
- Freier Legendenbereich
In diesem Bereich werden alle relevanten darstellungsabhängigen Bestandteile der Legende eingeblendet. Dabei werden nur die Objekttypen in der Legende dargestellt, die in der jeweils eingestellten Zoomstufe eingeblendet sind.

Zoomen von Darstellungen

In allen graphischen Darstellungen ist eine Zoom- und Pan-Funktion zu unterstützen. Dazu sollten bekannte Standard-Bedienelemente aus frei über das Internet zugänglichen Kartenanwendungen genutzt bzw. adaptiert werden. Ebenso sollte das Durchführen des Zooms über die gängigen Bedienelemente wie Maus und/ oder Tastatur entsprechend dieser bekannten Standard-Anwendungen erfolgen.

Optional ist ein Zoompanel vorzusehen, welches nur in Darstellungsfenstern eingeblendet wird, die über einen zoombaren Darstellungsbereich verfügen.

In diesem Zoompanel wird in stark verkleinerter Form das Gesamtbild des zoombaren Darstellungsbereiches mit Markierung des momentan angezeigten Ausschnitts dargestellt. Über die Verschiebung des markierten Bereichs bzw. über die Größenveränderung der Markierung mit der Maus lässt sich der sichtbare Bereich verändern. Das Zoompanel sollte relevante Informationen (z. B. die Verkehrslagedarstellung) trotz des stark verkleinerten Maßstabs trotzdem deutlich erkennbar darstellen, damit das Zoompanel auch als Überblick über die aktuelle Verkehrssituation für den gesamten Streckenbereich genutzt werden kann.

Maßstäbliche Darstellungen (Kartendarstellung)

Für maßstäbliche Kartendarstellungen sind die Infrastrukturobjekte wie Straßen, Ortschaften, Wälder, Gewässer etc. in unterschiedlichen Layern darzustellen.

Die natürliche, maßstäbliche Darstellung muss auf Basis einer digitalen Karte für das Gebiet des jeweiligen Betreibers im GDF-Format erfolgen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Informationen der digitalen Karte über einen zu liefernden Karteneditor sowohl korrigiert als auch um fehlende Informationen und Attribute ergänzt werden können müssen. Des Weiteren ist der zusätzliche Aufwand für eine graphisch ansprechende Visualisierung des Kartenmaterials zu berücksichtigen.

Die Visualisierung von (verkehrstechnischen) Attributen von Infrastrukturobjekten, die über eine entsprechende Kartengrundlage dargestellt werden, muss über zwei Methoden möglich sein:

- Änderung der graphischen Attribute der Darstellung wie Farbe, Linienstärke, Schraffur, Rasterung etc.
- Zuordnung von Punktobjekten zu konfigurierten Darstellungen (Icons)

Ansonsten gelten die zuvor beschriebenen allgemeinen Anforderungen.

Stilisierte Darstellungen

Stilisierte Darstellungen werden überwiegend zur Darstellung und Steuerung von kompletten Streckenbeeinflussungsanlagen und Netzbeeinflussungsanlagen verwendet. Stilisierte Darstellungen ermöglichen

eine bessere Nutzung der Darstellungsfläche, eine z. T. bessere Erkennbarkeit durch Weglassen nicht relevanter (geographischer) Informationen und ermöglichen durch unterschiedliche Maßstäbe innerhalb einer Darstellung die detailreiche Darstellung in Knotenpunkten bei gleichzeitiger Verdichtung in weniger komplexen Bereichen.

Für stilisierte Darstellungen gelten die zuvor beschriebenen Anforderungen sinngemäß. Insbesondere sind bei stilisierten Darstellungen die Darstellungsspalten zu unterstützen.

Diagramme

Diagramme müssen mindestens folgende Anforderungen abdecken:

- Es muss möglich sein, Diagramme mit beliebiger Belegung der Werte der x- und y-Achse zu konfigurieren
- Es muss die Darstellungsmöglichkeit eines Diagramms implementiert werden, in dem der Anwender ein Diagramm mit einer x-Achse und einer bzw. (durch Bedienereingabe) zwei y-Achse(n) (ausgenommen: Achse mit Ortsbezug) zur Laufzeit mit beliebigen, konfigurierten zeitabhängigen Größen (also zyklisch erfasste Werte aus der Datenhaltung) belegen kann
- Bei der Darstellung mit Ortsbezug (z. B. Streckenprofile) werden zusammenhängend angeordnete (Infrastruktur-) Objekte zu einem festen Zeitpunkt angezeigt. Die Darstellung muss auch automatisch aktualisierend erfolgen können.
- Die Darstellung (z. B. Streckenprofile) muss bei der Abfrage historischer Daten als „Film“ abgerufen werden können.
- Bei der Darstellung mit Zeitbezug werden die Attribute für den durch den Anwender wählbaren festen (vorkonfigurierten) oder frei wählbaren (durch Angabe eines Start- und Endzeitpunkts) Zeitbereich dargestellt.
Für Online-Daten ist der früheste mögliche Startzeitpunkt auf 24 h vor dem aktuellen Zeitpunkt zu begrenzen.
Für historische Daten aus dem Archiv sind Start- und Endzeitpunkt auf den Vorhaltezeitraum der Daten zu beschränken.
Eine sich automatisch aktualisierende Darstellung mit Fortschreibung der Daten (Anfügen neuer Datensätze/Zeitpunkte am rechten Ende der Zeitachse mit entsprechender Verschiebung) muss ebenfalls realisiert werden.
- Die Achsen müssen durch den Benutzer frei skalierbar sein (sowohl Größe als auch Typ wie. z. B. linear, x-y-Verteilung, logarithmisch etc.).
Ebenso muss der darzustellende Wertebereichsausschnitt frei definierbar sein.
Es muss auch möglich sein, eine automatische Skalierung einzustellen. Bei nicht vollständiger Darstellung muss das Diagramm entsprechend rollbar sein.
- Die Bedeutung der dargestellten Werte (Zuordnung von Werten zu Graphen) ist in der Legende darzustellen. Über diese Legendendarstellung sind die einzelnen Graphen online ein- und ausblendbar zu gestalten.
- Die graphischen Attribute der Darstellung (Farbe, Linienbreite, Abstände, Raster etc.) sind durch den Benutzer parametrierbar zu gestalten.
- Es sind unterschiedliche Diagrammdarstellungen (Balken, Linien, Marker, Kuchen, etc.) auch gemischt innerhalb einer Diagrammdarstellung zu realisieren. Spezielle Diagrammtypen sind im Rahmen des Projekts gemeinsam zu entwickeln und festzulegen.

Tabellen und Listen

Tabellen und Listen dienen zur Darstellung größerer Mengen gleichartiger Datensätze in (normalerweise) textueller Form. Die textuelle Ausgabe stellt dabei die Regel dar. Es muss jedoch auch die Ausgabe von Teildaten in Form von Graphiken (kleine Piktogramme, z. B. bei der Darstellung der WVZ-Inhalte bei Schaltprotokollen etc.) möglich sein.

In solchen Tabellen und Listen werden für die ausgewählten Objekte die Attribute für einen Zeitpunkt dargestellt. Sie sind auch als aktualisierende Tabellen/ Listen zu realisieren, so dass immer der aktuelle Stand der Daten angezeigt wird.

Weiterhin sind auch mehrere Objekte innerhalb eines beliebigen Zeitbereichs darzustellen. Liegt das Ende des gewählten Zeitbereichs in der Zukunft, so ist die Tabelle/ Liste automatisch mit den sich aktualisierenden Werten fortzuschreiben.

In Tabellen und Listen sind zudem grundsätzlich folgende Funktionalitäten zu unterstützen:

- Änderung der angezeigten Spaltenreihenfolge durch Verschieben mit der Maus
- Sortierung der Tabelle/ Liste nach einer oder mehreren Spalten (wahlweise auf- oder absteigend)
Die Zeilenreihenfolge muss ebenfalls mit der Maus geändert werden können (manuelles Sortieren).
- Ein- und Ausblenden von Spalten
- Ändern der Breite von Spalten
- Filterfunktion
Über die Filterfunktion können nur Zeilen eingeblendet werden, die bestimmte Einträge in einer Spalte enthalten. Bedingte Ausdrücke bei der Formulierung des Filterkriteriums sind zu unterstützen.
- Vordefinierte Filterfunktionen sind über ein entsprechendes Pop-Up-Menü auswählbar

Es ist auf die knappe und effiziente Textmenge und -größe innerhalb einer Zeile zu achten. Sind im Ausnahmefall Zelleneinträge länger, als dass sie vollständig in der Zelle dargestellt werden können, ist ein Zeilenumbruch zu realisieren und die Zeilenhöhe automatisch so zu vergrößern, dass der gesamte Inhalt dargestellt wird. Ändert der Benutzer die Spaltenbreite, ist die Zeilenhöhe automatisch anzupassen. Zudem muss die Möglichkeit der Einstellung der individuellen Darstellungsgröße von Zeilen und Spalten bestehen.

Werden in einer Tabelle/ Liste Datensätze für einen zusammenhängenden Zeit- oder Streckenbereich dargestellt, muss eine Umschaltung der Darstellung zwischen Zustands- und Änderungs-darstellung möglich sein.

Zustandsdarstellung

Bei der Zustandsdarstellung werden zu jedem Zeitpunkt alle Attribute aller Objekte vollständig ausgegeben, d. h. zu jedem dargestellten Zeitpunkt ist der Zustand aller Objekte direkt ablesbar.

Änderungsdarstellung

Bei der Änderungsdarstellung hingegen wird zu einem bestimmten Zeitpunkt nur dann eine Ausgabe für ein Objekt dargestellt, wenn sich gegenüber der letzten Darstellung für dieses Objekt bei einem der darzustellenden Attribute eine Änderung ergeben hat.

A 11.1.4 Sonstige Auswahl- und Darstellungselemente

Innerhalb der Dialogbereiche werden die üblichen Elemente, wie Button, Pop-Up-Menüs, Radiobutton, Checkboxes, Schieberegler, Listboxen etc., verwendet.

Zur Auswahl oder Änderung müssen in diesen Dialogbereichen normalerweise eine große Anzahl von Objekten mit einer hohen Anzahl von Attributen übersichtlich gehandhabt werden. Dazu dienen insbesondere die beiden folgenden von der BuV zu unterstützenden Elemente:

- Baumansichten (TreeView) und
- Karteikarten (TabView).

Baumansichten (TreeView)

Baumdarstellungen sind besonders zur Darstellung bzw. Auswahl einer großen, in einer Baumstruktur organisierbaren Menge von Objekten geeignet. Durch die Möglichkeit, ähnlich wie im Dateibrowser, Teil-

hierarchien beliebig auf- und zuzuklappen, lässt sich so sehr einfach innerhalb einer für den Benutzer relevanten Teilhierarchie die benötigte Detailinformation finden und auswählen.

Bei den für eine Baumdarstellung geeigneten Objektmengen sind zwei Fälle zu unterscheiden:

- alle Blätter des Baumes sind vom gleichen Typ. (vgl. dazu Darstellung wie bei gängigen Dateimanagern)
- die Blätter des Baumes sind von unterschiedlichem Typ. Die (eventuell benötigte) Darstellung der Attribute erfolgt dann unterhalb des aufgeklappten Blattknotens.

In dem Fall, dass alle Blätter vom gleichen Typ sind, ist eine geeignete Multiselektion zu implementieren.

Karteikartendarstellungen (TabViews)

Ist eine Gruppierung von Attributen oder Parametern für ein Objekt sinnvoll, sind Karteikarten innerhalb des Darstellungsfensters einzusetzen.

A 11.1.5 Ansichten

Unter einer Ansicht können zur Laufzeit der BuV online für jeden Darstellungsbereich einzeln je Benutzer ein zuvor eingestellter Ausschnitt mit einer ebenfalls frei parametrierbaren Darstellung zusammengefasst, gespeichert und bei Bedarf abgerufen werden.

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

Unter einer Darstellung wird die freie Kombination von anzuzeigenden bzw. auszublendenden Darstellungsobjekttypen, Darstellungsobjekten, der freien Festlegung des Anzeige- und Zoomverhaltens dieser Objekte, der Anordnung der Objekte in ihren Layern etc. verstanden. Über eine Darstellung wird das gesamte Visualisierungsverhalten eines Darstellungsbereiches festgelegt.

Über die Funktionalität der Ansicht wird dem Benutzer ermöglicht, häufig benötigte Teilansichten eines Darstellungsfensters (nur AB-Kreuz x der Anlage y, Verengungsstelle der SBA z etc.) vorzudefinieren und bei Bedarf schnell abzurufen. Neben der Vorauswahl des anzuzeigenden Ausschnitts können aber auch die anzuzeigenden Darstellungsobjekttypen und ihr komplettes Zoomverhalten online parametrierbar, gespeichert und bei Bedarf abgerufen werden. Damit lassen sich, abhängig von der konkreten Aufgabe, bestimmte Ausschnitte unter wechselnden Kriterien analysieren (z. B. mit eingeblendeten Umfelddaten, ohne Umfelddaten, mit Messwerten etc.). Über die Ansichten lassen sich damit zur Laufzeit durch den Bediener nicht nur alle Darstellungsfenster online parametrieren, sondern auch Unteransichten zu einem konkreten Darstellungsfenster aufrufen.

Die Speicherung bzw. Verwaltung von Ansichten erfolgt jeweils über entsprechende Elemente in der Statusleiste bzw. Symbolleiste des zugehörigen Darstellungsfensters.

Folgende Funktionen sind für Ansichten zu realisieren:

- Neueingabe von Ansichten
- Ändern von Ansichten
- Löschen von Ansichten

A 11.1.6 Auflistung von Darstellungsobjekttypen

Für jedes Objekt ist ein Infofenster zu erstellen (eventuell generisch), in welchem alle (relevanten) Informationen zu diesem Objekt in textueller Form eingeblendet werden. Dieses Infofenster kann zu einem oder mehreren Objekten eingeblendet werden.

Sind durch einen komplexen Darstellungsobjekttyp mehrere Datenquellen unter einem Objekt zusammengefasst (z. B. mehrere WVZ zu einem AQ), so sind abhängig vom darzustellenden Detaillierungsgrad Summen-/ Sammelanzeigen vorzusehen.

Beispiel:

Darstellung eines Fehlers bei einem AQ, wenn dieser aufgrund der aktuellen Darstellung keine einzelnen WVZ anzeigt. In diesem Fall ist an dem AQ-Symbol eine Fehlerkennung darzustellen, solange einer der WVZ mindestens noch eine Störung meldet. Der Operator erhält damit auch in einer Übersichtsdarstellung Hinweise auf Bereiche, die über detailliertere Darstellungen überprüft werden müssen.

Verkehrslage/ Meldungslage

Die Darstellung der unterschiedlichen Verkehrslagen/ Meldungslagen erfolgt durch Einfärbung des zugeordneten bzw. berechneten Straßenabschnitts (fahrtrichtungsgetrennt, fahstreifen- und querschnittsweise).

Für die Verkehrslagevisualisierung besteht zum einen die Möglichkeit das Infrastrukturobjekt, für das eine Verkehrslage berechnet wurde, einzufärben. Zum anderen kann eine Zuordnung von punktuellen Infrastrukturobjekten zu Straßensubsegmenten oder anderen Straßenabschnitten hergestellt werden und damit eine Einfärbung der entsprechenden Abschnitte durchgeführt werden.

Hierzu ist jedem Streckenabschnitt mindestens eine geeignete Messstelle zuzuordnen. In Abhängigkeit von der Darstellungsgröße sind ggf. Streckenabschnitte zusammenzufassen und jeweils die schwerwiegendere Verkehrslage anzuzeigen.

Die streckenbezogene Darstellung und die Segmentierung sind im Einzelfall im Detail zu besprechen und nach verkehrstechnischen Gesichtspunkten festzulegen. Sinnvoll sind Segmentierungen zwischen Messquerschnitten oder die Segmentierung in die Messquerschnitte umgebene Bereiche (z. B. durch sinnvolle topographische Segmentierung oder durch Halbierung der Strecken zwischen zwei Messquerschnitten und Zuordnung der Teilssegmente zum nächstgelegenen Messquerschnitt).

Streckenabschnitte, die nicht klassifiziert werden können (z. B. aufgrund von Datenausfall), sind weiß einzufärben. Verkehrsabschnitte ohne Verkehrsdatenerfassung werden grau dargestellt.

Verkehrsstufe	Beschreibung	Bereich	Darstellungsfarbe
Z ₀	Störung der Erfassung bzw. keine Daten		weiß
Z ₁	freier Verkehr	stabil	grün
Z ₂	dichter Verkehr	stabil	gelb
Z ₃	zähfließender Verkehr	instabil	orange
Z ₄	Stau, Stop and Go	instabil	rot

Darstellung der Verkehrsstufen

Location

Die Location (AS, AK, AD, etc.) sind in der TMC-Verkehrslage sowie der TMC-Meldelage durch geeignete weiße Symbole (Punkte) darzustellen. In der TMC-Verkehrslage muss die Einfärbung der Location zur Visualisierung von Meldungen nach folgender Vorgabe möglich sein:

Beschreibung	Darstellungsfarbe
keine Meldung	weiß
dichter Verkehr	gelb
zähfließender Verkehr	orange
Stau, Stop und Go	rot
manuelle Meldung	blau
externe Meldung	violett

Objektdarstellung TMC-Meldungslage an Location

Alternativ oder zusätzlich können auch entsprechende Symbole zur Anzeige der TMC-Verkehrslage verwendet werden.

Umfelddaten

Alle Messquerschnitte müssen in der Bedienoberfläche symbolisch dargestellt werden. Die Bezeichnung und Zuordnung muss eindeutig sein. Auf Anforderung sollen folgende Umfelddaten in tabellarischer Form in einem Kontextfenster dargestellt werden:

- Eindeutige Bezeichnung der Station
- Zeitstempel
- Niederschlagsintensität *NI* [mm/h] und daraus resultierende Niederschlagsintensitätsstufe
- Wasserfilmdicke *WFD* [mm] und daraus resultierende Wasserfilmdickestufe
- Resultierende Nässestufe
- Sichtweite *SW* [m] und daraus resultierende Sichtweitenstufe
- Lufttemperatur *LT* [°C]
- Niederschlagsart *NS*
- Fahrbahnzustand *FBZ*
- Glättestufe(-warnung)
- Bodentemperatur in Tiefe 1 *TT1* [°C]
- Bodentemperatur in Tiefe 3 *TT3* [°C]
- Gefriertemperatur *GT* [°C]
- Fahrbahnoberflächentemperatur *FBT* [°C]
- Taupunkttemperatur *TPT* [°C]
- Relative Luftfeuchte *RLF* [%]
- Restsalz [%]
- Mittlere Windgeschwindigkeit *WGM* [m/s]
- Spitzenwindgeschwindigkeit *WGS* [m/s]
- Windrichtung *WR* [°]
- Zugeordnete AQ
- Fehlerstatus zu jedem Sensor

Die Wasserfilmdickenstufe (Fahrbahnzustand), die Niederschlagsintensitätsstufe und die Nässestufe sowie die Sichtweitenstufen und die Art der Glätte (-warnung) müssen in unterschiedlichen Farben symbolisch am entsprechenden Abschnitt dargestellt werden. Das Vorliegen von DWD-Wetterberichten muss erkennbar sein und auf Anforderung ausgegeben werden.

Die Symbole und die Tabellenwerte müssen bei Änderung der Werte automatisch aktualisiert werden. Nicht plausible Messdaten müssen eindeutig dargestellt werden (z. B. rote Schrift bei Messwerten, roter Hintergrund bei den Symbolen).

Mit einem Klick auf das Kontextfenster eines Messquerschnittes soll der Bereich des Messquerschnittes im Anlagenbild sichtbar werden. Die einzelnen Messquerschnittsbereiche müssen sich farblich voneinander absetzen.

Je nach Detaillierung der Darstellung ist an den Messstellen für Umfelddaten der erfasste Zustand mittels Symbolen entsprechend nachfolgender Tabellen darzustellen.

Witterung	Symbol
Störung	rot durchkreuzte Regenwolke
Trockenes Wetter	kein Symbol
Nass 1, 2 oder 3	3 Tropfen, 1, 2 oder 3 blau eingefärbt
Sichtweite	Auge und Zahl

Darstellung der Umfelddaten

Für die Darstellung von Sichtweiten im Bereich einer Nebelwarnanlage sind entsprechend der ermittelten Sichtweite eingefärbte Symbole auszugeben. Dabei kann z. B. die folgende Zuordnung gelten:

Sichtweite	Farbe
Störung	rot durchkreuztes Auge
Sichtweite über 400 m	weiß hinterlegt
Sichtweite unter 400 m	grün hinterlegt
Sichtweite unter 250 m	gelb hinterlegt
Sichtweite unter 120 m	orange hinterlegt
Sichtweite unter 80 m	rot hinterlegt
Sichtweite unter 50 m	violett hinterlegt

Darstellung der Sichtweiten

Eine Glättewarnung sollte visualisiert werden, die gewählten Farben bedeuten im Einzelnen:

grün	Keine Glättegefahr
gelb	Geringe Glättegefahr nach vorliegenden Mess-werten bzw. Messwertverläufen, die sich bei ändernden Verhältnissen schnell erhöhen kann.
orange	Nach dem gemessenen Trend erhöht sich die Glättegefahr, bei gleichbleibendem Trend ist demnächst mit einer tatsächlichen Glättegefahr zu rechnen.
rot	Nach den Messdaten an der Messstelle muss mit einer kurz bevorstehenden Glättebildung oder einer bereits eingetretenen Glättebildung gerechnet werden, wenn keine Winterdienst-maßnahmen vorgenommen werden bzw. worden sind.

Darstellung der Glättewarnung

Zur symbolhaften Visualisierung der Niederschlagsart können Regentropfen oder Schneekristalle angezeigt werden, entsprechend dazu die Niederschlagsintensität durch die Anzahl von Regentropfen bzw. Schneeflocken. Die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit kann über einen farblich gestalteten Pfeil angezeigt werden.

Darstellung von Anzeigequerschnitten

Der Anzeigezustand von Anzeigequerschnitten ist auf geographischen Karten nur in Zoomstufen sinnvoll, die nur einen sehr kleinen Kartenausschnitt anzeigen und somit Platz für detaillierte Informationen lassen. Ansonsten sind Anzeigequerschnitte entsprechend ihres Typs (z. B. SBA, dWiSta, LSA) symbolisch darzustellen. Der genaue Anzeigezustand muss bei einem Mouse-Over-Event in einem Pop-Up-Fenster dargestellt werden.

Ereignismeldungen

Die vom Bediener eingegebenen oder die eingehenden Meldungen der Autobahnmeistereien (z. B. Einrichtung und Aufhebung von Arbeitsstellen, Unfall, Glätte usw.) sowie Meldungen der Landesmeldestelle sind durch geeignete Symbole an der dem Ereignisort entsprechenden Stelle im Übersichtsbild graphisch darzustellen. Hierzu sind soweit möglich die Symbole der StVO-Zeichen zu verwenden.

Meldungen der Betriebsüberwachung

Das Wartungsbuch (siehe Abschnitt 4.3) ist auf Anforderung durch den autorisierten Bediener in einem eigenen Fenster auszugeben. Der autorisierte Bediener muss hier die Möglichkeit haben, Änderungen und Ergänzungen in einzelnen Feldern des Wartungsbuches vorzunehmen und dieses nach verschiedenen Kriterien sortiert, mit allen oder ausgewählten Feldern und für ausgewählte Zeitbereiche zu drucken bzw. in Dateien (editierbarer Text) auszugeben.

Gerätестörungsmeldungen und wichtige Betriebsmeldungen wie z. B. das Erreichen der Kapazitätsgrenze der Datenhaltung und der Archivierung sind dem entsprechend autorisiertem Bediener in einem Fenster oder einer Meldungszeile auszugeben.

Die Meldung ist solange darzustellen, bis sie durch einen Bediener an einem Arbeitsplatz quittiert wird. Nach der Quittierung muss auf Wunsch eine nähere Spezifikation der eingegangenen Meldung in einem Fenster eingeblendet werden können.

Nach einer weiteren Quittierung der spezifizierten Meldung ist das Fenster wieder auszublenden.

Ein Fenster mit dem ausführlichen Katalog aller aktuell anstehenden Störungsmeldungen muss sich zu jeder Zeit ein- und wieder ausblenden lassen.

Gerätестörungen müssen über die Meldungszeile hinaus auch durch eine blinkende Darstellung (abschaltbar) des entsprechenden Symbols für dieses Gerät im Übersichtsbild (evtl. spezielles Übersichtsbild) angezeigt werden. Das Blinken des Symbols darf erst nach Quittierung der Störungsmeldung durch einen Bediener beendet werden. Die Störungsanzeige im Übersichtsbild bleibt in jedem Fall bestehen, bis die Störung behoben ist.

A 11.2 Mögliche Menüstruktur zur „Bedienung und Visualisierung“

A 11.2.1 Start

Unter diesem Menüpunkt gelangt man auf den Startbildschirm des Systems, der Operator View.

A 11.2.2 Datei

Unter diesem Menüpunkt sind die unter Windows üblichen Menüpunkte Informationen, Drucken, Beenden etc. enthalten.

Informationen

Mit diesem Menüpunkt werden aktuelle Informationen zum eingeloggten Benutzer (Name, Rolle(n), Zeitpunkt des Einloggens, Zeitpunkt der letzten Passwortänderung) angezeigt.

Drucken

Es erscheint die abhängig vom zu druckenden Fensterinhalt modifizierte Druckdialogbox. Die Modifikation ist abhängig vom Typ der zu druckenden Daten. So ist z. B. bei Fensterinhalten, die nicht nur als Graphik gedruckt werden können (z. B. Protokolle, Parameter etc.) eine entsprechende Wahlmöglichkeit vorzusehen. Die Option „An Seite anpassen“ ist vorzusehen.

Als Standardtastaturkürzel ist <Strg>+P vorzuvorsorgen.

Beenden

Dieser Menüpunkt beendet das Programm. Alle geänderten Einstellungen (globale und benutzerdefinierte) sind nach einer entsprechenden Sicherheitsabfrage zu sichern.

Als Standardtastaturkürzel ist <ALT>+F4 vorzuvorsorgen.

A 11.2.3 Verkehrsbeeinflussung

Unter dem Menüpunkt sind sämtliche Darstellungen zur Verkehrsbeeinflussung (Anlagenbilder) zusammengefasst. Zu jeder UZ existiert ein Menüpunkt. Dieser enthält ein Untermenü mit den dort versorgten Fahrtrichtungen. Jede Fahrtrichtung kann ein weiteres Untermenü mit der Aktivierung der Zustandsdarstellung sowie des Sonderprogrammdialogs der jeweiligen Fahrtrichtung enthalten.

Falls eine größere Menge von UZ an die VRZ angebunden ist, sollte das Hauptmenü sinnvoll gruppiert werden, z. B. regional oder nach Beeinflussungsart (SBA, NBA, KBA).

Ebenso ist bei einer größeren Auswahlmenge zu diskutieren, ob eine sog. Favoritenfunktion implementiert werden soll, die es dem individuellen Benutzer erlaubt, Favoriten festzulegen, die stets zu Beginn des Menüpunktes angezeigt werden, abgesetzt vom normalen, fest konfigurierten Menü durch einen horizontalen Strich. Diese Favoriten müssen in der Anzahl und Reihenfolge vom individuellen Benutzer frei vorgegeben werden können. Die Anordnung der Favoriten muss vom System automatisch gespeichert werden um beim nächsten Einloggen des Benutzer wieder so angezeigt werden.

Zustandsdarstellung

Die Bildausschnitte zu einer Verkehrsbeeinflussungsanlage müssen wie folgt gestaltet sein:

- schematische Darstellung der Streckenabschnitte, Anschlussstellen und Knotenpunkte.
- Anzustreben ist eine hohe Anzahl dargestellter Anzeigequerschnitte je Bildschirmseite, um einen möglichst großen Überblick zu geben.
- Fahrstreifenweise Einfärbung der Streckenabschnitte (einschließlich Rampen) gemäß aktuellem Verkehrszustand
- Darstellung (mit Angabe der Kilometrierung und der Betriebsart) der aktuellen Helligkeitsstufe und Anzeigezustände an den einzelnen Anzeigequerschnitten (mit Schaltzeit) durch StVO-konforme Symbole sowie der Veranlasser und Ausführender der Schaltung (in einem Objektinfowindow).
- Anzeigequerschnitte, die durch Handschaltungen, Sonderprogramme, Grundversorgung oder Vor-Ort-Schaltung beeinflusst sind, müssen durch entsprechende Symbole kenntlich gemacht werden.
- Die Messwerte der Verkehrsdatenerfassung sowie die Umfelddaten sind (z. B. tabellarisch) darzustellen und im Falle von Verkehrsdaten auch für den gesamten Querschnitt zu aggregieren.
- Darstellung der aktuellen Wetter- und Umfeldsituation durch vorgegebene Symbole bzw. Text.
- Die Messquerschnitte sind als Rechtecke in die Fahrstreifen einzublenden.
- Darstellung von Fehlerzuständen und Soll-/Ist-Abweichungen der Anzeigen, sofern das jeweilige UZ-System diese Information liefert.

Sonderprogramme

Für eine Anlage (z. B. SBA) müssen beliebig viele Sonderprogramme eingegeben werden können. Ein Sonderprogramm besitzt eine eindeutige ID, einen Programmnamen, eine konfigurierbare Programmart (z. B. Baustelle, Unfall, Grundversorgung etc.), den Programmmodus (Sonderprogramm oder manuelle Schaltung) den aktuellen Zustand (aktiv/nicht aktiv), ob die Schaltung „simuliert“ werden soll oder nicht ggf. eine Zeitspezifikation und eine Beschreibung. Simuliert heißt hier, dass sie in einer speziellen Sicht (s.u.) unter die tatsächlichen Schaltungen gemischt werden soll oder nicht.

Die BuV muss Funktionen bieten, um neue Sonderprogramme anzulegen, die oben genannten Eigenschaften zu definieren, vorhandene Sonderprogramme zu ändern oder zu löschen, Änderungen zu speichern und Sonderprogramme zu aktivieren bzw. zu deaktivieren.

Die Löschen, Speichern, Aktivierung und Deaktivierung von Sonderprogrammen ist durch Passworteingabe vor unberechtigtem Zugriff zu schützen.

Sonderprogramme sind in einer Baumstruktur mit ihrem Namen anzuzeigen. Dafür müssen die Benutzer beliebig viele Gruppen und Untergruppen innerhalb der Baumstruktur einrichten können. Per Drag&Drop können Benutzer Sonderprogramme innerhalb dieses Baums frei verschieben. Die Änderungen gelten für alle Benutzer.

Aktiv geschaltete Sonderprogramme müssen besonders hervorgehoben werden.

Bei Aktivierung von Trichtern für Sonderprogramme vervollständigt das Programm den Hauptbereich selbstständig um einen Vortrichter.

Mittels Aufhebung kann der Anwender für das Sonderprogramm auswählen, ob die Schaltung am nächsten AQ mit Z 282 aufgehoben werden soll oder nicht.

Die Streckenführung mit der momentanen Verkehrssituation und den für die Sonderprogrammsteuerung notwendigen Betriebsmittel sind darzustellen.

Unter der Streckenführung sind alle darstellbaren WVZ-Inhalte getrennt nach A/B/C-Schildern graphisch anzuzeigen, mit denen die AQs belegt werden können.

Der Sonderprogrammdialog muss die Darstellung des gerade zu bearbeitenden Sonderprogramms sowie die „Simulation“ aller aktiven sowie auf „Simulation“ geschalteten Sonderprogramme in geeigneter Weise unterstützen. Denkbar ist eine Umschaltung dieser beiden Modi oder eine parallele Darstellung.

Die sofortige Rückmeldung einer erfolgten Schaltung und eine Darstellung des aktuellen Anzeigezustandes im Zustandsbild sind sicherzustellen.

Die Eingaben von Hand- und Sonderprogrammen sind vom Bediener zu bestätigen und mit Bedienername, Datum, Uhrzeit und Art der Schaltung (Neueingabe, Änderung, Löschung) zu protokollieren. Alle Schaltungen sind durch ein Passwort zu sichern.

Generierung eines neuen Sonderprogramms

Die Eingabe und Änderung der Eigenschaften eines Sonderprogramms ist komfortabel zu unterstützen.

Neben den grundsätzlichen Eigenschaften muss der eigentliche Inhalt der Schaltung des Sonderprogramms durch den Benutzer definiert werden. Dazu muss graphisch ein Geltungsbereich durch einen Start- und einen Endpunkt definiert werden können. Dies kann entweder durch die Definition eines Start- und End-Kilometers (Texteingabe) oder über direktes Setzen der Punkte mit der Maus erfolgen. Diese Punkte werden graphisch hervorgehoben und müssen durch den Anwender frei verschoben werden können. Die Punkte sind mit der aktuellen Kilometrierung zu beschriften.

Weiterhin muss eingegeben werden können, welche Geschwindigkeitsbeschränkung in diesem Bereich gelten soll, welche(r) Fahrstreifen gesperrt werden soll(en) und ob die Schaltung hinter dem Geltungsbereich durch entsprechende StVO-Schilder wieder aufgehoben werden soll. Standardeinstellungen bei Neueingabe sind zu unterstützen.

Durch die Angabe der Art der Schaltung (z. B. Baustelle) kann das System nun automatisch einen RWVZ-konformen Schaltvorschlag ermitteln, der dem Anwender dargestellt wird.

Eine ggf. notwendige Trichterung vor dem Geltungsbereich gemäß RWVZ wird ebenfalls automatisch ermittelt, wird allerdings nicht Teil des Sonderprogramms, sondern wird lediglich im „Simulationsmodus“ mit eingemischt. Dies gilt auch für die Regeln des Längs- und Querabgleichs.

Die vom System vorgeschlagenen Schaltungen für ein Sonderprogramm können anschließend manuell durch den Anwender modifiziert werden. Durch Klick auf ein WVZ werden die möglichen Anzeigezustände angezeigt, und das entsprechende Zeichen kann ausgewählt werden.

Die durch den Benutzer zuletzt ausgewählte Schaltung (z. B. Geschwindigkeitsbeschränkung auf 80 km/h) muss solange auf beliebig viele WVZ gleichen Typs mit einem Mausklick übertragen werden können, bis eine andere Auswahl getroffen wird (Pinselfunktion).

Schaltungen eines gesamten Anzeigequerschnitts müssen über einen Kopieren/ Einfügen-Mechanismus auf andere (auch nicht identisch konfigurierte) Anzeigequerschnitte übertragen werden können.

Schaltungen eines gesamten Anzeigequerschnitts müssen über einen Mausklick neutral geschaltet werden können.

Schnellschaltdialog für Sonderprogramme

Neben dem Bediendialog, in dem ein Sonderprogramm neu erstellt oder editiert werden kann, ist ein Dialog vorzusehen, der nur die zur Zeit definierten Sonderprogramme in einer Liste vorhält. Über diesen Schnellschaltdialog kann ein bereits definiertes Sonderprogramm durch Auswahl in der Liste direkt geschaltet oder zurückgenommen werden. Weiter ist in diesem Dialog die Spezifikation des zeitlichen Gültigkeitsbereichs möglich.

Außerdem muss mit einer Freitextsuche ein Programm gesucht werden. Entsprechend der Eingabe wird dynamisch die gruppierte Liste (s.o.) entsprechend des Strings der Freitextsuche gefiltert.

Schaltungen für NBA

Bei einer manuellen Schaltung muss der Bediener zunächst in einer Übersichtsdarstellung eine Wechselwegweiserkette auswählen. In einer hierfür repräsentativen Anzeigedarstellung (Wechselwegweiser) muss der Bediener mögliche Ziele und ggf. zugehörige Pfeile Warnhinweise (Stau, Staugefahr ggf. mit Ortsangabe) auswählen können. Ziele und Warnhinweise müssen zusammen oder auch einzeln vorgegeben werden können.

Editierbare Texte für Wechseltextanzeigen sind über ein Auswahlmenü einzugeben.

Manuelle Schaltungen dürfen nur durch Bediener festzulegender Bedienerklassen eingegeben werden.

Für Wechselwegweiser müssen folgende Bedienhandlungen möglich sein:

- Schaltung einer gesamten, vorkonfigurierten Wegweiserkette
- Schaltung von vorkonfigurierten Programmnummern eines Wechselwegweisers
- Schaltung einzelner Komponenten eines Wechselwegweisers

Durch eine Plausibilitätskontrolle sind bei Einzelauswahl von Zielen und Hinweisen unzulässige Kombinationen zu verhindern.

Manuelle Schaltungen

Eine manuelle Schaltung ermöglicht dem Benutzer Schaltvorgaben zu machen, die später genau wie vorgegeben geschaltet werden. Der gravierende Unterschied zu Sonderprogrammen ist, dass hier keine Überlagerung mit automatischen Schaltungen möglich ist.

Eine Erklärung der manuellen Schaltung der Anlage kann in einem Textfeld eingegeben werden.

Das System muss die Handschaltung einer beliebigen Zeichenkombination an einem Anzeigequerschnitt ermöglichen. Hierbei wird eine Verträglichkeitsprüfung mit Hilfe von Verriegelungsmatrizen durchgeführt. Handschaltungen haben gegenüber Automatik- und Sonderprogrammen die höchste Priorität. Die Ausführung einer solchen Schaltkombination liegt in der vollen Verantwortung des Bedieners.

Die Handhabung einer manuellen Schaltung verläuft identisch der der Sonderprogramme.

Helligkeit

Im Normalfall wird die Helligkeit der Wechselverkehrszeichen automatisch vom Verkehrsrechner aufgrund der von den an jedem AQ installierten Helligkeitssensoren gelieferten Werte eingestellt. Dieser am WVZ eingestellte Helligkeitswert wird dem Benutzer in der Zustandsdarstellung angezeigt.

Beim Auswählen des Menüpunktes "Helligkeit" hat der Benutzer die Möglichkeit, die Helligkeitssteuerung vom Automatikbetrieb auf den manuellen Betrieb umzuschalten. Bei Wahl der manuellen Helligkeitssteuerung kann (muss) zudem die Helligkeitsstufe in Prozent eingegeben werden.

Die Helligkeitssteuerung für eine Anlage muss bei manueller Schaltung für jeden AQ einzeln steuerbar sein. Dafür müssen die entsprechenden Anzeigequerschnitte mit der Maus angewählt werden. Anzeigequerschnitte, deren Helligkeit nicht manuell vorgegeben wird, werden weiterhin durch die Helligkeitsautomatik gesteuert.

Betriebsart

Nach Aufruf dieses Menüpunktes kann der Bediener (mit Sicherheitsabfrage) einzelne Anzeigequerschnitte einer SBA oder NBA je nach aktuellem Status vom Blind- in den Normalbetrieb bzw. umgekehrt schalten.

A 11.2.4 Verkehrsmanagement

Unter dem Menüpunkt „Verkehrsmanagement“ sind alle Funktionen zusammengefasst, die das aktive Verkehrsmanagement außerhalb der direkten Verkehrsbeeinflussung betreffen. Dies sind insbesondere die Verkehrslagedarstellung, Verkehrsmeldungen sowie die optionalen externen Applikationen wie Straßenzustands- und Wetterinformationssystem, Baustellenmanagement, Strategiemangement etc.

Netzansicht

In einem gemeinsamen Übersichtsbild ist das Autobahnnetz im Zuständigkeitsbereich des Betreibers mit Darstellungen der angrenzenden Bereiche in Form einer elektronischen Straßenkarte darzustellen (maßstäbliche Darstellung auf Kartengrundlage). Im Bildhintergrund sind die wichtigsten topographischen Merkmale (Städte, Gemeinden, Flüsse, Straßen, Gewässer, Regierungsbezirke, etc.) einzublenden und zu beschriften.

Folgende Objekte müssen im Grundbild enthalten sein, wobei alle Objekttypen einzeln separat ein- und ausblendbar sein müssen (siehe Objektauswahl weiter oben).

- Statische Objekte
 - Autobahnmeistereien, AM-Grenzen
 - BAB-Nummern,
 - BAB-Knotenpunkte,
 - Anschlussstellen,
 - Statische Geschwindigkeitsbeschränkungen (Blechschilder) - falls versorgt,
 - Bereiche der Verkehrsbeeinflussungsanlagen,
 - Lage der Anzeigequerschnitte,
 - Landesmeldestelle (LMSt) - falls versorgt,
 - Landesgrenzen,
 - Umrisse der Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern,
 - Bundesstraßen,
 - Waldgebiete,
 - größere Flussläufe,
 - markante Objekte,
 - etc. (alle darstellbaren Objekttypen des Systems).

- dynamische Objekte
 - VRZ,
 - UZ,
 - Streckenstation,
 - Verkehrslage (querschnittsbezogen),
 - SBA mit Streckenbelastung und Umfeldmeldungen,
 - NBA mit Umleitungsangaben,
 - Glättemeldeanlagen (GMA),
 - Unfall- und Baustellenangaben,
 - TMC-Meldungen
(Das Vorhandensein von TMC-Meldungen wird durch entsprechende Symbole angezeigt. Nach Selektion und Aufruf eines entsprechenden Befehls wird der Meldungstext angezeigt.)
 - etc. (alle darstellbaren Objekttypen des Systems).

Ereigniskalender

Der Bediener muss einen Ereigniskalender auf dem Bildschirm erhalten, in dem Feiertage, Ferienzeiten oder verkehrsrelevante Großveranstaltungen (z. B. Messen) eingesehen, markiert und gepflegt (Eingabe, Änderung, Löschung) werden können. Diese Daten werden in die Datenhaltung übernommen. Beim Öffnen des Ereigniskalenders muss das aktuelle Datum angezeigt werden und ggf. gültige Ereignisse farblich hervorgehoben sein. Zu berücksichtigende Ereignisse sind beispielhaft in Anhang 4 aufgelistet.

A 11.2.5 Analyse

Unter dem Menüpunkt „Analyse“ sind alle Funktionen zusammengefasst, die sich mit der Analyse von Verkehrsdaten und Verkehrssituationen beschäftigen. Dazu zählen das Streckenprofil, die Darstellung des Anlagenstatus, Zugriff auf Protokolle und Auswertungen sowie die optionalen, ggf. externen Funktionen wie Simulation oder Ganglinienarbeitsplatz.

Streckenprofil

Die Auswahl der Streckenzüge erfolgt entweder entsprechend der im Anhang A 11.1.1 beschriebenen Methoden oder über zuvor frei zusammengestellte und gespeicherte Streckenzüge.

Das Streckenprofil stellt zeitbezogene, zyklisch erhobene Verkehrs- und Umfelddaten für einzelne Fahrstreifen bzw. Querschnitte dar.

Die Darstellung wird automatisch entsprechend der aktuellen Werte ständig aktualisiert. Zur Laufzeit muss der Benutzer die visualisierende Kenngröße auswählen können. Die Streckenprofil-Darstellung lässt sich mehrfach aufrufen, so dass verschiedene Darstellungen gleichzeitig beobachtet werden können.

Die Auswahl des anzuzeigenden Fahrstreifens erfolgt über eine Pop-Up-Liste im Dialogbereich der Darstellung.

Die angezeigten Kenngrößen werden zeitlich und räumlich interpoliert werden, damit ein vollflächiges Bild entsteht. Die dazu notwendigen Interpolationsregeln werden im Projekt festgelegt. Grundsätzlich bietet sich die Anwendung der ASM (Adaptive Smoothing Method) oder die Festlegung eines konfigurierten, statischen zeitlich-räumlichen Gültigkeitsbereichs pro Messquerschnitt an.

Falls Geschwindigkeitswerte angezeigt werden sollen, müssen die auf dem dargestellten Streckenzug gültigen Anzeigehalte und statischen Beschilderungen als eine zur Zeitachse horizontal verlaufende Linie in ausreichender Linienstärke dargestellt werden.

Die Messwerte sowie ggf. die Anzeigehalte werden über Farbabstufungen visualisiert.

Anlagenstatus

Im Anlagenstatus sind sämtliche Inselbusse mit angeschlossenen Streckenstationen sowie die Unterzentralen und die VRZ darzustellen. Das Piktogramm für eine Streckenstation muss die Inhalte Kilometrierung bzw. Nomenklatur sowie die angebotenen Funktionsgruppen beinhalten.

Störungen werden je nach Auswirkung durch eine parametrierbare farbliche Markierung dargestellt (Beispielsweise durch roten Hintergrund oder rote Umrandung von Objekten).

Über einen Befehl können die Versorgungsinformationen (statische Gerätekenndaten, Konfigurationstabelle, OSI3-Routingfeld, geographische Kenndaten, Knotennummer) von Streckenstationen direkt abgefragt und entsprechend dargestellt werden.

Protokolle und Auswertungen

Über den Menüpunkt „Protokolle und Auswertungen“ lassen sich sowohl beliebige Protokolle und Auswertungen definieren und abrufen als auch vordefinierte Protokolle und Auswertungen auswählen.

Ein Protokoll ist die Ausgabe von zustandsbeschreibenden Attributen (aus dem Archivsystem) zu einem oder mehreren Objekttypen und einem oder mehreren Objekten für einen beliebigen Zeitbereich.

Zu allen Attributen, allen Objekttypen und allen Objekten der Konfiguration müssen entsprechende Protokollanforderungen zusammengestellt, als wiederaufrufbare Protokolltypen gespeichert, und durch die Festlegung konkreter Zeitbereiche und konkreter Objekte abgerufen werden können.

Die entsprechenden Funktionen, die auf Anforderung die geforderten Daten zusammenstellen und der „Bedienung und Visualisierung“ über den Daten- und Dienstvermittler zur Verfügung stellen, sind auf dem Verkehrsrechner zu implementieren. Über eine spezielle Spezifikationsprache sind die Protokolle entsprechend den Anforderungen zusammenzustellen und zu verwalten.

Eine genaue Beschreibung der von der „Bedienung und Visualisierung“ zu unterstützenden Schnittstelle für Protokolle zum Verkehrsrechner enthält der Abschnitt 3.14.

Grundsätzlich müssen alle Protokolle in Dateiform gespeichert und gedruckt werden können

Alle Protokolldialoge sind formal identisch aufzubauen. Sie bestehen aus:

- Auswahlliste bzw. Baumansicht zur Spezifikation der Objekte, für die das Protokoll erstellt werden soll. Die zur Auswahl angebotene Menge von Objekten ist dabei abhängig vom Protokolltyp. Wurde beim Aufruf des Dialogs bereits eine Objektauswahl getroffen (siehe Anhang A 11.1.1), dann werden die ausgewählten Objekte in der Auswahlliste selektiert. Wurde keine Objektauswahl beim Aufruf des Dialogs getroffen, dann werden die zuletzt im Dialog verwendeten Objekte selektiert.
- Zeitspezifikationselemente
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 etc.) aufgeschlüsselt wird. Dadurch ergeben sich gegebenenfalls (Teil-) Zeitintervalle, die in der Darstellung zu kennzeichnen sind. Ebenfalls kann der Zeitpunkt in der Zukunft liegen (nicht bei allen Protokollen sinnvoll und möglich). In diesem Fall ist das Protokoll automatisch fortzuschreiben.
Beim Öffnen des Dialogs wird der zuletzt im Dialog verwendete Zeitbereich übernommen.
Die Zeitspezifikationselemente müssen sich komfortabel sowohl über die Tastatur als auch über die Maus einstellen lassen. Dabei sind entsprechende Plausibilitätschecks durchzuführen:

- Angabe von Zeiten in der Zukunft nur bei Protokollen, bei denen die zuvor beschriebene Funktionalität der Fortschreibung unterstützt wird.
- Wird die „bis“-Zeit kleiner eingestellt als die „von“-Zeit, so muss die „von“-Zeit automatisch dahingehend abgeändert werden, dass sie vor der „bis“-Zeit liegt.
- Bei einigen Protokollen bzw. bei den meisten Statistiken gibt es eingeschränkte Zeitelemente (z. B. nur Auswahl des Monats). Grundsätzlich werden nur Zeitelemente vorgegeben, die beim jeweiligen Protokoll auch sinnvoll sind. Bei einer Monatsstatistik können z. B. nur Monat und Jahr ausgewählt werden. Zudem ist nur ein Zeitfeld vorhanden, da die Spezifikation eines Zeitbereichs nicht sinnvoll ist.
- Umstellung der Darstellungsart als Änderungs- oder Zustandsprotokoll (beliebig schaltbar). Dies ist nur bei der Protokoll Darstellung über Listen oder Tabellen sinnvoll. Dabei werden die Daten maximal zweimal angefordert, einmal für das entsprechende Zustandsprotokoll und einmal für das entsprechende Änderungsprotokoll.
- Button zum „Anfordern“ des Protokolls
- Button zum „Abbrechen“

Bei der Abwicklung des Dialogs sind grundsätzlich folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Der Anfordern-Button darf erst angewählt werden können, wenn mindestens ein Listenelement ausgewählt wurde und eine Zeitspezifikation erfolgte.
- Der Fenstertitel muss nach dem Anfordern des Protokolls dahingehend geändert werden, dass im Fenstertitel neben dem Protokolltyp die ausgewählten Objekte und Zeitbereiche erkennbar werden.
- Das Eintreffen der angeforderten Daten ist ebenfalls anzuzeigen.
- Sollten zu einer Anforderung keine Daten vorliegen, ist der Text „keine Daten verfügbar“ einzutragen.
- Protokolle, die noch nicht vollständig an die Bedienstation übertragen wurden, müssen (z. B. durch Ausgrauen der Überschrift) gekennzeichnet werden. Sofern ein Druckauftrag oder sonstige weitere Bearbeitung einer unvollständig übertragenen Datei abgesandt wird, muss eine Warnung an den Benutzer erfolgen.
- Bei den Protokollen ist der Zeitpunkt der Anforderung des entsprechenden Protokolls einzutragen.
- Die Anforderung mehrerer Auswertungen muss parallel möglich sein.
- Grundsätzlich muss der aktuelle Systemzustand für den Benutzer erkennbar sein.
- Protokolle müssen grundsätzlich als über die im Anhang A 11.1.3 beschriebenen Tabellen und Listen mit dem dort beschriebenen Funktionsumfang darstellbar sein (Ein-/ Ausblenden von Spalten, Änderung der Spaltenreihenfolge, Sortierung nach Spalten etc.). Ein Großteil der vorab zu definierenden Protokolle ist zudem zusätzlich als graphische Darstellung (Linien-/ Balkendiagramm etc.) oder kombiniert darzustellen.

Auswertungen und Protokolle werden standardmäßig in ein geeignetes Standarddateiformat (z. B. .pdf, .csv, .xml, .html, .png) gespeichert und dem Anwender als Download angeboten. Außerdem muss der Versand per Email an einen frei definierbaren Verteiler angefordert werden können. Alternativ muss eine Auswertung/ ein Protokoll auch direkt an den Drucker gesendet werden können.

Die Ausgabe auf Drucker erfolgt entweder sofort, was bei einigen Störungsmeldungen evtl. notwendig ist, oder auf Anforderung. Im letzteren Fall muss es möglich sein, den Ausdruck vorher in einer Druckbildvorschau am Bildschirm zu sehen. Hierbei ist ein Zoomen, Blättern (Scrollen) und seitenweiser Druck vorzusehen. Ein Abbruch des Druckauftrags muss jederzeit mit gleichzeitigem Löschen des Druckerpuffers des entsprechenden Rechners möglich sein.

Der Bediener muss die Möglichkeit haben, den aktuellen Status einer Anforderung zu erfragen. Es muss mindestens drei unterschiedliche Zustände geben, nämlich „angefordert“, „in Arbeit“ und „aufbereitet“. Auswertungen müssen auch dann (weiter-) aufbereitet werden, wenn der Bediener sich abgemeldet hat. Bei der Durchführung von Auswertungen sind Konfigurationsänderungen / Parameteränderungen zu be-

rücksichtigen. Hierbei muss der Zeitpunkt einer für die Auswertung relevanten Änderung ausgegeben werden. Dem Bediener ist automatisch die Auswertung über alle Teilzeiträume anzubieten, die zwischen den jeweils vorliegenden Änderungen des angeforderten Auswertungszeitraums lagen.

Protokolldefinition

Entsprechend der im Abschnitt 3.14 festgelegten Anforderungen ist unter diesem Menüpunkt ein Dialog zu Spezifikation, Modifikation, Speicherung und Verwaltung von Protokolldefinitionen zu implementieren.

Protokolle müssen wahlweise für den einzelnen Benutzer oder für bestimmte Benutzergruppen bereitgestellt werden können.

Protokoll allgemein

Unter diesem Menüpunkt ist ein Protokolldialog für beliebige Protokolltypen zu realisieren. Zusätzlich zu den oben festgelegten grundsätzlichen Anforderungen an Protokolldialoge ist in diesem Dialog ein zusätzliches Auswahlelement zur Spezifikation des Protokolltyps vorzusehen. Durch generische Auswertung der diesem Protokolltyp zugrunde liegenden Protokollbeschreibung ist dann der Dialog automatisch mit seinen sonstigen Auswahl- und Darstellungselementen zu generieren. Als Darstellungselement ist für diesen allgemeinen Protokolltyp die Tabellen-/ Listendarstellung zu implementieren.

Durch diese Funktion lassen sich somit auch alle aktuell im System definierten Protokolle anfordern, ohne dass dazu die Bediensoftware oder deren Konfiguration geändert werden muss.

Sonstige Protokolle

Neben dem Menüpunkt „Protokoll allgemein...“, über den sich alle über „Protokolldefinition...“ erstellten Protokolle abrufen lassen, sind für häufig verwendete Protokolle eigene Protokolldialoge zu erstellen, bei denen i. d. R. auch eine spezielle graphische Darstellung des Auswertungsergebnisses zu implementieren ist.

Die genaue Festlegung dieser Protokolle, ihrer graphischen Darstellung und die entsprechende Gestaltung des Menüs sind im Rahmen der Feinabstimmung mit dem Besteller detailliert festzulegen.

Eigene Auswertungen

Der Bediener muss die Möglichkeit haben, eigene Auswertungen über das Archivsystem durchzuführen. Der Bediener soll dazu keinen Zugang zum Online-System erhalten. Das Datenmodell auf dem Archivsystem soll auf Auswertungen optimiert sein und nicht auf den Online-Betrieb.

Zur Bedienung der eigenen Auswertungen sind komfortable Standard-Werkzeuge mit graphischer Benutzeroberfläche einzusetzen. Es muss möglich sein, Datenarten und deren Attribute zur Auswertung auszuwerten, diese mit anderen Datenarten zu verschneiden (z. B. Auswertung über Verkehrs-, Umfeld- und Schaltdaten) und zeitliche und räumliche Filter zu definieren. Auswertungsdefinitionen müssen für die spätere Wiederverwendung gespeichert werden können. Das Ergebnis muss in eine Datei in Standardformaten (mindestens pdf und csv) gespeichert werden können.

Beispiel Protokoll

Es sind mindestens die nachfolgenden Protokolle und Statistiken umzusetzen. Alle benötigten Protokolle, Auswertungen und Ganglinien müssen getrennt nach Anzeige- bzw. Messquerschnitten abgerufen werden können. Die Auswahl von Anfangs- und Endzeitpunkt (Datum und Uhrzeit) muss über eine Kalenderfunktion erfolgen. Weiterhin muss eine Datenexportmöglichkeit in ein gängiges Format (ASCII, .xls oder .csv) vorhanden sein.

Die Daten sind für mindestens ein Jahr online vorzuhalten.

Die Protokolle können in Absprache mit dem Besteller alternativ aufgebaut werden, müssen jedoch mindestens die hier aufgeführten Informationen enthalten.

1. Verkehrsdaten - Kurzzeitdaten:

Hier sind die Werte des Grundintervalls anzugeben:

MQ	Fahrstreifen 1						Fahrstreifen 2					
Zeitraum	q_{Kfz}	q_{Lkw}	v_{Pkw}	v_{Lkw}	b [%]	s	q_{Kfz}	q_{Lkw}	v_{Pkw}	v_{Lkw}	b [%]	s
08:09:00	14	6	94	96	9	7	20	0	110	0	7	8
08:09:15												

2. Verkehrsdaten - Analyse- und geglättete Werte pro Fahrstreifen:

MQ	Analyse (Fahrstreifen)				geglättete Werte (Fahrstreifen)							
Zeitraum	q_{Kfz}	q_{Lkw}	v_{Pkw}	v_{Lkw}	$q_{B,g}$	$q_{Kfz,g}$	$q_{Lkw,g}$	$q_{Pkw,g}$	$v_{Kfz,g}$	$v_{Lkw,g}$	$v_{Pkw,g}$	$k_{Kfz,g}$
08:09:00	2040	180	96	105	2390	2033	321					
08:09:15												

3. Verkehrsdaten - Berechnung der geglätteten Werte pro Fahrstreifen:

MQ	q_{Kfz}		q_{Lkw}		q_{Pkw}		v_{Kfz}		v_{Lkw}		v_{Pkw}		k_{Kfz}	
Zeitraum	Z_{neu}	ΔZ_{neu}	Z_{neu}	ΔZ_{neu}	Z_{neu}	ΔZ_{neu}	Z_{neu}	ΔZ_{neu}	Z_{neu}	ΔZ_{neu}	Z_{neu}	ΔZ_{neu}	Z_{neu}	ΔZ_{neu}
08:09:00														
08:09:15														

4. Verkehrsstufen nach Fahrstreifen getrennt, mit Zeitstempel

5. Verkehrsdaten - Analyse- und geglättete Werte pro Querschnitt (Richtung):

MQ	Analyse (Richtung)				geglättete Werte (Richtung)							
Zeitraum	Q_{Kfz}	Q_{Lkw}	V_{Pkw}	V_{Lkw}	$Q_{B,g}$	$Q_{Kfz,g}$	$Q_{Lkw,g}$	$Q_{Pkw,g}$	$V_{Kfz,g}$	$V_{Lkw,g}$	$V_{Pkw,g}$	$K_{Kfz,g}$
08:09:00	2040	180	96	105	2390	2033	321					
08:09:15												

6. Verkehrsdaten - Berechnung der geglätteten Werte pro Querschnitt (Richtung):

MQ	Q_{Kfz}		Q_{Lkw}		Q_{Pkw}		V_{Kfz}		V_{Lkw}		V_{Pkw}		K_{Kfz}	
Zeitraum	Z_{neu}	ΔZ_{neu}	Z_{neu}	ΔZ_{neu}	Z_{neu}	ΔZ_{neu}	Z_{neu}	ΔZ_{neu}	Z_{neu}	ΔZ_{neu}	Z_{neu}	ΔZ_{neu}	Z_{neu}	ΔZ_{neu}
08:09:00														
08:09:15														

7. Verkehrsstufen pro Querschnitt, mit Zeitstempel

8. Einzelfahrzeuge:

langsamstes Fahrzeug pro Intervall, nur Lkw/Pkw-ähnlich, nur Lastspur, mit genauem Durchfahrtszeitpunkt:

MQ Zeitpunkt	Fz-Typ	$v_{aktuell}$
08:08:18	Lkw	45

9. Rückmeldungen FG 3: Werte je Umfelddatenerfassung:

UDE Zeitraum	LT	RF	TP	NA	NI	SW	WR	WGM	WGS	FBZ	FBT	UT	WFD	GT
08:09:00														
08:10:00														

10. Stufen FG 3 je Umfelddatenerfassung:

UDE Zeitpunkt	Sichtweitenstufe	Niederschlagsstufe	Wasserfilmdickenstufe	Nässestufe
08:19:00	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 2

11. Rückmeldungen und Schaltgründe FG 4:

Hier müssen alle zum Zeitpunkt des Vorliegens eines weiteren Schaltgrundes anliegenden Schaltgründe je Schaltbild aufgeführt werden:

AQ Zeitpunkt	Schaltgrund:	Betriebsart	A	B	C	A	Folgnr.
08:08:00	Harmonisierung (60)	N	60	Z 277	-	60	8556
08:09:23	Harmonisierung (60) Fahrstreifensperrung links (betriebstechnische Programme)	S	↙	Z 123	-	60	8557
08:13:55	Harmonisierung (60) Fahrstreifensperrung links (betriebstechnische Programme) Stau (Belegung) Stau (Z4)	S	↙	Z 123	-	dunkel	8558

12. Schaltungen:

Welche anfordernde Stelle hat wann welches betriebstechnische Programm angefordert?

Anforderung	Zeitstempel	Programm
Betriebstechnik	13.06.03 10:18:30	Fahrstreifensperrung rechts
Polizeibedienfeld		
GUI Tunnel-Unterzentrale		
ÜVR		

13. Störungen, Betriebs- und Systemmeldungen:

In diesem Protokoll sind auch Ausfälle der Schnittstelle zwischen Verkehrs- und Betriebstechnik sowie Sammelstörmeldungen der Schranken und Auslösungen der Höhenkontrollen zu dokumentieren.

AQ/MQ	Datum/Uhrzeit Beginn	Datum/Uhrzeit Ende	FG/Typ	DE-Fehler	ergänzende DE-Fehlermeldung
AQ 1223_Nt	23.08.04 23:01:34	23.08.04 23:55:01	FG4/Typ1	Störung Steuermodul	-

- Schnittstelle Betriebstechnik: alle über die lokale Schnittstelle zur Betriebstechnik gesendeten und empfangenen Informationen mit entsprechendem Zeitstempel
- Langzeitdaten (Stundenwerte) in 8+1 Fahrzeug- und Geschwindigkeitsklassen, Darstellung aller Verkehrsstärken und Geschwindigkeiten nach LVE-Ergebnismeldung Version 24 der TLS 2012.
- DTV-Werte in 8+1 Fahrzeug- und Geschwindigkeitsklassen, Darstellung aller Verkehrsstärken und Geschwindigkeiten nach LVE-Ergebnismeldung Version 24 der TLS 2012.

Um auch die Auswirkungen der Kurzzeitprognose auf die Ermittlung der Schaltgründe für die Automatikprogramme beurteilen zu können, ist auch die Speicherung und Ausgabe der Prognosezwischenwerte erforderlich.

Simulation

Die Simulation dient ausschließlich zur Parametrierung der Anlage in der Einfahrphase bzw. zur nachträglichen Optimierung des Steuerungsablaufs durch verkehrstechnisch geschultes Personal.

Die Simulation arbeitet mit eigenen Parametersätzen, die als aktuelle Parameter für die Simulationsstrecke übernommen werden können.

Es wird unterschieden nach Online- und Offline-Simulation. Bei der Online-Simulation werden aktuelle Werte verarbeitet. Mittels der Offline-Simulation ist es möglich, mit bereits erfassten Verkehrsdaten eine

bestimmte (Verkehrs-)Situation nochmals nachzustellen und so eine Feinparametrierung des Systems zu ermöglichen.

Die Bedienung und Visualisierung stellt unter diesem Menüpunkt die notwendigen Verwaltungsdialoge zur Initialisierung, Ablaufsteuerung, Auswertung und Verwaltung von Online- und Offline-Simulationen bereit.

Zur Unterstützung der Anforderungen aus der Simulation muss die Bedienung und Visualisierung zudem prinzipiell die nachfolgend aufgeführten Anforderungen erfüllen:

- Alle Darstellungsfenster bzw. Schaltdialoge müssen sich prinzipiell für alle aktuell gültigen „Simulationsvarianten“ öffnen lassen. Die Anmeldung erfolgt entsprechend auf die darzustellenden bzw. zu ändernden Daten der jeweiligen Simulationsvariante.
- Alle Protokolle müssen sich prinzipiell für alle aktuell gültigen „Simulationsvarianten“ abrufen lassen.
- Bei den Parameterdialogen müssen sich prinzipiell alle aktuell gültigen „Simulationsvarianten“ der Parameter bearbeiten lassen, wobei die entsprechenden Kopier- und Tausch-Funktionen auch zwischen aktuell gültigen Varianten möglich sein müssen.
- Für alle Fenster und Dialoge etc., die nicht die aktuellen Daten sondern Daten einer Simulationsvariante anzeigen, ist dieser Umstand durch eine deutlich sichtbare Kennzeichnung (andersfarbiger Hintergrund o.ä.) darzustellen.

A 11.2.6 Betrieb

Unter diesem Menüpunkt befinden sich alle Befehle zu betrieblichen Funktionen, über die sich alle betrieblich relevanten Ereignisse in der VRZ abwickeln lassen müssen.

Dazu zählen

- Betriebsmeldungsmanagement
- automatische und manuelle Erstellung/ Zusammenstellung von Meldungen und automatische Weiterleitung per E-Mail, Fax und SMS an die zuständigen Stellen
- Überwachung und Steuerung der Archivfunktionen
- Darstellung Glättemeldeanlage (inkl. Glättewarnungen)
- Darstellung Wettermeldungen

Archivsystem

Dieser Menüpunkt muss den Bediener bei der Durchführung von Aktionen bezüglich des Archivsystems (Abschnitt 3.5) graphisch unterstützen. Die Bedienung nutzt dazu die vom Archivsystem bereitgestellten Informationen und Dienste.

Die Festlegung, welche Daten durch das Archivsystem wie zu behandeln sind, muss parametrierbar sein (siehe Abschnitt 3.5).

Zur Parametrierung des Archivsystems ist ein Dialog vorzusehen, in dem alle Datenarten aufgelistet werden.

Pro Datenart kann angegeben werden, ob die Datenart archiviert werden soll und wie lange der Vorhaltezeitraum auf dem Online-System sein soll.

Wenn sich z. B. für die Simulation benötigte Daten nicht mehr im direkten Zugriff befinden, sie aber gesichert wurden, müssen diese Daten wiederhergestellt werden können (siehe Abschnitt 3.5). Der Vorgang der Wiederherstellung ist durch die Bedienung und Visualisierung zu unterstützen.

Dabei muss die Möglichkeit bestehen, über Kontrollelemente die wiederherzustellenden Daten durch die Angabe des gewünschten Zeitbereichs, der Konfigurationsobjekte, des Vorhaltezeitraums und der Datenarten zu spezifizieren.

Nach dem Start der Wiederherstellung ist der Bediener über den Fortschritt der Aktion zu informieren.

A 11.2.7 Einstellungen

Unter dem Menüpunkt „Einstellungen“ sind alle Funktionen zusammengefasst, die sich mit der Einstellung des Systems beschäftigen. Dazu zählen die Parametrierung, Benutzermanagement, Zeitspezifikationen und die Definition von Objektgruppen.

Parametrierung

Über den Menüpunkt „Parameter“ müssen sich alle Parameter auswählen lassen, deren Änderung online möglich ist. Dabei bedeutet online, dass sich eine Änderung während des laufenden Betriebes in den betroffenen Teilen sofort auswirkt.

Die Änderung von Parametern darf nur Benutzern mit den entsprechenden Zugriffsrechten nach Bestätigung und Angabe eines Passwortes ermöglicht werden.

Grundsätzlich müssen alle Parameterwerte auch in Dateiform gespeichert, eingelesen und gedruckt werden können.

Alle Parameterdialoge sind formal identisch aufzubauen. Sie bestehen aus:

- Auswahlliste bzw. Baumansicht zur Spezifikation der Objekte, für die der Parametersatz zu ändern ist (siehe Anhang A 11.1.1)
- Auswahlelemente zur Wahl des Parametersatzes (Original, eine Simulation oder historischer Parametersatz)
- Über dieses Menü ist einzustellen, ob die Original-Parametersätze (also diejenigen, mit denen das Steuerungsmodell arbeitet), die Parametersätze einer Simulationsumgebung oder historische Parametersätze ausgewählt werden sollen.
- Steuerelemente zum Tauschen, Kopieren und zum Speichern (Ändern) der ausgewählten Parametersätze
 - Die Ändern-Funktion überträgt die vorgenommenen Änderungen nach Prüfung der Zugriffsrechte (Passwortabfrage) in die Datenhaltung.
 - Die Kopier-Funktion kopiert den ausgewählten Parametersatz auf den Original-Parametersatz (sofern ein Simulationssatz oder ein historischer Satz ausgewählt war) oder den Original-Parametersatz auf einen auszuwählenden Simulations-Parametersatz.
 - Die Tausch-Funktion arbeitet analog zur Kopier-Funktion, nur werden hier die beiden korrespondierenden Datensätze miteinander vertauscht.
- Parameterfelder, in denen die zu ändernden Parameter einzutragen sind. Dabei wird jeweils der aktuelle Parametersatz angezeigt. Entsprechend der voreingestellten (bei Standarddialogen) bzw. der generisch über das Metamodell ermittelten Eigenschaften des Parameterattributs sind entsprechende Dialogelemente (Textfelder, Pop-Up-Menüs etc.) mit entsprechender Wertebereichs- und Plausibilitätsprüfung zu verwenden.

Parameter allgemein

Der Aufbau und die Struktur der Parameterdatensätze sind über das Metamodell dynamisch zu ermitteln. Aufgrund der so ermittelten Informationen ist ein entsprechend generisch aufgebauter Dialog zu implementieren, über den alle aktuell verfügbaren Parameterarten parametrierbar sind. Dieser Dialog muss zusätzlich zum allgemein geforderten Aufbau eine Auswahlmöglichkeit zur Parameterdatenart enthalten und den Dialog generisch aus den Metainformationen entsprechend der ausgewählten Parameterdatenart dynamisch aufbauen.

Durch diese Funktion lassen sich somit auch alle später in das System integrierten Parameter editieren, ohne dass dazu die Bediensoftware geändert oder umkonfiguriert werden muss.

Sonstige Parametersätze

Neben dem Menüpunkt „Parameter allgemein...“, über den sich alle vorhandenen Parametersätze parametrieren lassen, sind für häufig verwendete Parameter eigene, dem speziellen Problem besser angepasste Dialoge zu implementieren.

Die genaue Festlegung dieser Parameterdialoge und entsprechende Gestaltung des Menüs sind im Rahmen der Feinabstimmung mit dem Besteller detailliert festzulegen.

Konfiguration

Messquerschnitte

Hier muss der Bediener neue Messquerschnitte definieren oder vorhandene ändern können. Die folgenden Eingaben sollten u.a. möglich sein:

- Name des Messquerschnitts,
- Straßenbezeichnung,
- Kilometrierung des Standortes,
- zugeordnete Unterzentralen, Streckenstationen, FG, EAK, ...,
- Anzahl der Fahrstreifen, Zufahrten und Abfahrten in Richtung Norden/ Osten und Süden/ Westen,
- Abstand zum nächsten Richtungsquerschnitt,
- Name des Vorgänger- und Nachfolgerquerschnitts,
- zu erfassende Datenarten,
- Regeln für die Plausibilitätskontrolle und Datenaggregation,
- Platzierung der Darstellung des Messquerschnitts auf den jeweiligen Oberflächen,
- Zeitpunkt der Änderung,
- Name des Bedieners, der die Definition oder Änderung durchführte.

Die Möglichkeiten, die sich aus der objektorientierten Modellierung ergeben, sind hier geeignet zu nutzen.

Abschnitte

Hier muss der Bediener die relevanten Parameter von Streckenabschnitten einsehen und ändern können. Diese Parameter sind Nummer und Name des Abschnitts, zugeordnete Messquerschnitte, normales und alternatives Fundamentaldiagramm, sein Ersatzabschnitt sowie der Faktor für die Ersatzdichte. Der Bediener muss in einer Liste einen Abschnitt auswählen können, die zu diesem Abschnitt gehörenden Werte müssen in Texteingabefelder automatisch eingeblendet werden und geändert werden können.

Anlagen zur Netzbeeinflussung

Der Bediener muss hier wesentliche Parameter der Anzeigen einer Netzbeeinflussungsanlage verändern und neue Anlagen definieren können. Die Parameter sind z. B.:

- Name der Wechselwegweiserkette,
- Name des Wechselwegweisers mit Kilometrierung des Standortes,
- Zugehöriger Dirigent,
- Parameter Anzeigesystem.

Anlagen zur Strecken-, Knotenpunkt- und punktuellen Beeinflussung

Der Bediener muss hier neue Anzeigequerschnitte einer Streckenbeeinflussungsanlage definieren und deren wesentliche Parameter verändern können (nur wenn absehbar ist, dass es hier zu Änderungen kommt). Dies sind z. B.:

- Name des Richtungsquerschnitts,
- Kilometrierung des Standortes,
- Name des Vorgänger- und Nachfolgerquerschnitts,
- Name des zugehörigen Abschnitts oder Messquerschnitts,
- mögliche WVZ-Inhalte

Benutzerverwaltung/ Zugriffsrechte

Zugangskontrolle

Um Zugang zum System zu erlangen, müssen über einen Dialog die Nutzerkennung und ein Passwort eingegeben werden. Nach der erfolgreichen Anmeldung entsprechend der Benutzerberechtigungen des Benutzers werden Funktionalitäten und Informationen des Systems frei geschaltet.

Bediener müssen sich vom System abmelden können. Solange sich kein neuer Bediener anmeldet, dürfen keine Funktionalitäten des Systems erreichbar sein. In diesem Fall ist nur ein Startbildschirm anzuzeigen, der die Anmeldung eines autorisierten Bedieners erlaubt.

Der aktuell angemeldete Bediener muss auch sein Passwort ändern können. Hierbei ist das aktuelle, das neue und eine Wiederholung des neuen Passwortes einzugeben.

Benutzerverwaltung

Ein autorisierter Bediener muss neue Benutzer für das System anlegen, ändern und löschen können. Benutzer müssen auch aktiviert bzw. deaktiviert werden können. Das Passwort für einen Benutzer muss zurückgesetzt werden können. Einem Benutzer müssen Rollen zugewiesen werden können.

Ein autorisierter Bediener muss neue Rollen definieren können.

Zugangsberechtigungen zuweisen

Ein autorisierter Bediener muss den definierten Rollen Funktionen zuordnen können, die Benutzer mit dieser Rolle durchführen können. Es sind mindestens die Dialoge den Rollen zuzuordnen. Für komplexe Dialoge kann es zur Umsetzung des Rollenmodells sinnvoll sein, einzelne Controls zuzuordnen.

Zeitspezifikationen

Über den Systemkalender werden durch den Benutzer frei definierbare Zeitbereiche verwaltet und mit frei definierbaren Attributen versehen sowie unter einem beliebigen Namen abgespeichert. Über diesen Systemkalender sind z. B. Feiertage, Tage mit hoher Staugefahr, Urlaubs- und Ferienzeiten etc. zu verwalten, die nicht über normale Zeitfunktionen ermittelbar sind. Der Systemkalender wird u.a. dazu verwendet, bei der Festlegung von Zeitspezifikationen, z. B. bei der Abfrage von Protokollen, diese auf bestimmte Zeitbereiche einzuschränken. Dadurch lassen sich auch Zeitbereiche einfach in z. B. Protokollabfragen einsetzen, die durch die normalen Zeitspezifikationselemente nicht oder nur sehr schwierig definierbar wären (z. B. alle Ferientage eines Jahres).

Die Verwaltung der Daten erfolgt auf dem Verkehrsrechner. Unter diesem Menüpunkt ist in der „Bedienung und Visualisierung“ das entsprechende Interface zur Interaktion mit der entsprechenden Funktion auf dem Verkehrsrechner zu implementieren.

Objektgruppen

Unter diesem Menüpunkt sind Dialoge zur Definition, Modifikation, Speicherung und Verwaltung benutzerspezifisch zusammengestellter Objektmengen zu integrieren. Die hier zusammengestellten Objektmengen erscheinen in anderen Auswahldialogen (sofern vom Typ her sinnvoll) und können genauso verwendet werden wie fest konfigurierte bzw. dynamisch erstellte Objektmengen.

Diese Funktion ist vor allem zur Definition von Streckenzügen (Verwendung bei Befehl Streckenprofile...), Zusammenstellung von Teilmengen eines Objekttyps einer Anlage (z. B. zur gezielten Überwachung oder Protokollierung) etc. gedacht.

Diese Funktion stellt damit für den Benutzer eine einfache Möglichkeit dar, spezielle Zusammenstellungen von Objekten (MQ, Detektoren etc.) unter einem Namen anzulegen und in Auswertungen direkt auf „seine“ Objekte zuzugreifen.

A 11.3 Bedienung und Visualisierung in der AM

Die einzelnen Autobahnmeistereien (AM) sind, soweit sie in die Verkehrsbeeinflussung einbezogen sind, ebenfalls mit Bedienstationen ausgestattet. Über diese Bedienstationen müssen mindestens die folgenden Informationen abgerufen oder eingegeben werden können:

- aktuelle Verkehrssituation auf den Autobahnen im Bereich (inkl. eines Übergangsbereichs) der AM (ggf. auch auf Bundesstraßen),
- Darstellung des Verkehrs- und Anzeigezustandes aller Verkehrsbeeinflussungsanlagen im Bereich der AM,
- Darstellung der Umfelddaten,
- Darstellung und Protokolle der Betriebsstörungen aller Anlagen und Geräte,
- Eingabe von Baustellen und sonstige Behinderungen (Unfälle, Vollsperrungen),
- Bedienung der Verkehrsbeeinflussungsanlagen,
- Abruf und Darstellung der Verkehrsdaten einzelner Messstellen,

Prinzipiell muss die Bedienung einer AM die Aufgaben der Bedienung einer anderen AM z. B. als Vertreter übernehmen können. Ebenso muss eine AM Daten angrenzender Randgebiete einer Nachbar-AM visualisieren können.

Um zu verhindern, dass für jede Beeinflussungsanlage im Bereich einer AM unterschiedliche hersteller-spezifische Bedienstationen in einer AM installiert werden, sind alle diese Aufgaben in einer einheitlichen Bedienung zu integrieren. In den einzelnen AM sind daher VRZ-Bedienstationen aufzustellen. Anpassungen und Erweiterungen der VRZ-Bedienung und Visualisierung sind so auch auf die Stationen in den AM übertragbar.

A 11.4 Beispiel für eine Schnittstelle zwischen Betriebs- und Verkehrstechnik

A 11.4.1 Allgemeine Protokolldefinitionen

Die Kopplung von Betriebs- und Verkehrstechnik soll mit einem einfachen, leicht verständlichen und leicht überprüfbareren Protokoll erfolgen.

Die Systeme sind über eine Schnittstelle gemäß DIN EN IEC-60870-5-1 zu verbinden. Dabei werden jeweils der erste bzw. zweite UZ-Rechner mit der jeweils ersten bzw. zweiten SPS verbunden, weiterhin muss eine Kopplung „über Kreuz“ erfolgen.

Da die serielle Verbindung im Gegensatz zu einer TCP/IP-Verbindung keinen Verbindungsstatus kennt, sind zyklisch von beiden Seiten Keepalive-Telegramme zu verschicken. An diesen Keepalive-Telegrammen erkennen die Partner, welche Verbindung aktiv ist. Dabei gibt die Verkehrsunterzentrale vor, welche Verbindung zu verwenden ist. Auf Seite der Betriebstechnik muss dies erkannt und die entsprechende Verbindung in Gegenrichtung aktiviert werden. Werden keine Keepalives empfangen, müssen nach vier Intervallen entsprechende Fehlermeldungen in der Alarmliste (Betriebstechnik) bzw. Fehlerliste (Verkehrstechnik, mit Weiterleitung an den Zentralen Verkehrsrechner) erscheinen.

Über die aufgebaute serielle Verbindung sind die Daten in Form von ASCII-Text zu übertragen, bei dem pro Datensatz eine Textzeile übertragen wird. Die einzelnen Teile des Datensatzes (Datentyp, Zeitstempel, Objekt-Bezeichnung und Daten) sind von einem festgelegten Trennzeichen zu trennen. Als Trennzeichen wird zunächst das Komma festgelegt, aber es muss konfigurierbar sein, damit spätere Änderungen möglich sind. Das Trennzeichen muss so gewählt werden, dass es nicht in den Datensätzen vorkommen kann.

Die Schnittstellenprotokolle sind direkt durch Schreiben der empfangenen oder gesendeten Daten in eine Datei zu erzeugen. Diese Protokolle liegen dann im Klartext vor und bedürfen keiner weiteren Decodierung. Zur Kennzeichnung der Schnittstelle des zugehörigen Protokolls ist ein entsprechender Dateiname zu verwenden.

Der konkrete Aufbau eines als Textzeile übertragenen Datensatzes ist wie folgt:

DATENTYP, ZEITSTEMPEL, OBJEKTIDENTIFIKATION, OBJEKTDATEN [, OBJEKTDATEN] ...

DATENTYP

bezeichnet den Type der übertragenen Daten und enthält ein vereinbartes Schlüsselwort, z. B. VLAGLAGE für Verkehrslage oder BETRPRG für Betriebsprogramm.

ZEITSTEMPEL

enthält den Zeitstempel des Ursprungs der übertragenen Daten. Er wird als lokale Zeit in der Form tt:mm:jj:hh:mm:ss:[SW] übertragen. [SW] bezeichnet hier entweder S für Sommerzeit oder W für Winterzeit. Führende Nullen sind mit zu übertragen, so dass alle Angaben zwischen den Doppelpunkten zweistellig sind. Z. B. bezeichnet 01:08:02:13:45:00:S den 1.8.2002, 13 Uhr 45 und 0 Sekunden in lokaler Sommerzeit.

OBJEKTIDENTIFIKATION

bezeichnet eine konstante Zeichenfolge, die das Objekt identifiziert, zu dem die folgenden Daten gehören, z. B. Name des Tunnels inkl. Fahrtrichtung bei Betriebsprogrammen.

OBJEKTDATEN

können mehrfach vorkommen und sind untereinander mit Trennzeichen zu trennen. Die Reihenfolge und Bedeutung der OBJEKTDATEN sind vereinbart. Bei Betriebsprogrammen ist hier z. B. eine Liste aller aktiven Programm-Nummern als Dezimalwerte vorzusehen.

Allgemein gelten noch folgende Regeln:

1. Groß und Kleinschreibung wird unterschieden.
2. Zeilen werden mit CR/LF abgeschlossen, wie unter Windows üblich.
3. Innerhalb einer Zeile sind keine weiteren Zeichen (z. B. Leerzeichen oder Tabs) erlaubt. Die Zeilen bestehen nur aus den Einträgen und den Trennzeichen, gefolgt vom Zeilenende.
4. Die Datenübertragung überträgt nach Kommunikationsaufbau alle Daten komplett. Danach ist zyklische Übertragung für die Verkehrs- und Umfelddaten vorgesehen. Die Schaltanforderungen werden ereignisorientiert bei Änderung übertragen.

Für die Festlegung der OBJEKTIDENTIFIKATIONEN ist der jeweilige Sender der Daten zuständig.

Die Verbindung ist durch KEEPALIVE-Telegramme auf Ausfall zu überwachen.

A 11.4.2 Keepalive-Telegramme

In beiden Richtungen werden Keepalive-Telegramme verschickt. Dazu wird folgendes Format verwendet:

KEEPALIVE,<Zeit>,,

Die Objektidentifikation und der Parameter sind leer. Die Trennzeichen müssen vorhanden sein.

A 11.4.3 Betriebsprogramme

Der Tunnelleitrechner schickt der Tunnelunterzentrale Anforderungen, welche Betriebsprogramme aktuell zu Schalten sind. Dazu wird folgendes Format verwendet:

MBETRPRG,<Zeit der Anforderung>,<TunnelFahrtrichtung>,<Programmnummer>
[,<Programmnummer>, ...]

Tunnelfahrtrichtung ist entweder Tu-PO-O oder Tu-PO-W.

Die Programmnummern sind die konstanten Werte 1 2 3 4 5 6 7 8 oder 9 (=Programme A - H2).

Beispiel: MBETRPRG,01:08:08:13:45:00:S,Tu-PO-W,2,3
fordert für den Tunnel Pörzberg Fahrtrichtung West die Betriebsprogramme 2 und 3 an. Die Anforderung gilt seit dem 1.8.2008 13:45:00 Uhr Sommerzeit.

Die Tunnelunterzentrale schickt dem Tunnelleitrechner die tatsächlich geschalteten Betriebsprogramme in der gleichen Weise. Dabei müssen bereits aktive Programme mit in die Anforderung eines weiteren Betriebsprogramms integriert werden!

A 11.4.4 Verkehrszustandsdaten

Sie werden nur von der Tunnelunterzentrale zum Tunnelleitrechner übertragen. Das Format wird wie folgt festgelegt:

VSTUFE,<Zeitstempel>,<MQ-Bezeichnung>,<Verkehrsstufe>

Der Zeitstempel enthält den Intervallbeginn der Verkehrsdaten, die der berechneten Verkehrsstufe zugrunde liegen.

MQ-Bezeichnung, z. B. wie in der Ausschreibung verwendet. Es werden jedoch generell keine Leerzeichen verwendet.

Die Verkehrsstufe ist eine der folgenden konstanten Zeichenketten:

STAU
STOCKEND
FLUESSIG

Beispiel: VSTUFE,01:08:08:13:45:00:S,MQ 1234 S,STAU

A 11.4.5 Sichtweitendaten

Sie werden nur von der Tunnelunterzentrale zum Tunnelleitrechner übertragen. Das Format wird wie folgt festgelegt:

SSTUFE,<Zeitstempel>,<MQ-Bezeichnung>,<Sichtweitenstufe>

Der Zeitstempel enthält den Intervallbeginn der Sichtweitendaten, die der berechneten Sichtweitenstufe zugrunde liegen.

MQ-Bezeichnung, z. B. wie in der Ausschreibung verwendet. Es werden jedoch generell keine Leerzeichen verwendet.

Sichtweitenstufe ist eine der folgenden konstanten Werte: 1 2 3 4 oder 5

Beispiel: SSTUFE,01:08:08:13:45:00:S,MQ UDE 1119 E,2

A 11.4.6 Adaptionstufen

Sie werden nur vom Tunnelleitrechner zur Tunnelunterzentrale übertragen. Das Format wird wie folgt festgelegt:

ADAPTIONSSTUFE,<Zeitstempel>,<TunnelFahrtrichtung>,<Adaptionstufe>

Der Zeitstempel enthält den Intervallbeginn der Sichtweitendaten, die der berechneten Sichtweitenstufe zugrunde liegen.

TunnelFahrtrichtung ist entweder Tu-PO-O oder Tu-PO-W.

Adaptionstufe ist eine der folgenden konstanten Werte: 1 2 3 4 5 oder 6

Beispiel: ADAPTIONSSTUFE,01:08:08:13:45:00:S, Tu-PO-W,2

A 11.4.7 Schaltstufe der Durchfahrtsbeleuchtung

Sie werden nur vom Tunnelleitrechner zur Tunnelunterzentrale übertragen. Das Format wird wie folgt festgelegt:

SCHALTSTUFE,<Zeitstempel>,<TunnelFahrtrichtung>,<Adaptionstufe>

Der Zeitstempel enthält den Intervallbeginn der Sichtweitendaten, die der berechneten Sichtweitenstufe zugrunde liegen.

TunnelFahrtrichtung ist entweder Tu-PO-O oder Tu-PO-W.

Schaltstufe ist eine der folgenden konstanten Werte: 1 oder 2

Beispiel: SCHALTSTUFE,01:08:08:13:45:00:S, Tu-PO-W,2

Anhang 12 Anforderungen an das Verkehrsinformationsmanagement

A 12.1 Engstellenverwaltung

Über die Funktionen der Engstellenverwaltung lassen sich notwendige Parameter zur Beschreibung von Baustellen und Unfällen eingeben.

Die mindestens einzugebenden Parameter zur Beschreibung einer Engstelle sind:

- Zeitraum der verkehrlichen Gültigkeit der Engstelle
Bei Baustellen: Dauer von...bis
bei Unfällen: geschätzte Zeit bis zur Räumung der Unfallstelle (Übermittlung erfolgt durch die zuständige Polizeidienststelle)
- Lage der Engstelle (betroffene BAB, Anfangskilometer, Endkilometer)
- Verkehrliche Eigenschaften der Engstelle (z. B. Engpasskapazität)

Nach einer vorgegebenen Zeit werden für noch nicht zurückgenommene Unfälle Meldungen generiert, die den Benutzer zu einer Überprüfung der eingegebenen Engstelle veranlassen sollen.

Während des Zeitraums der verkehrlichen Gültigkeit einer Baustelle sind folgende Plausibilitätsprüfungen zyklisch durchzuführen:

- Gesperrt gemeldete Fahrstreifen dürfen eine parametrierbare Verkehrsstärke (z. B. 3 Fz/min) nicht überschreiten.
- Die angegebene Engpasskapazität wird mit dem Verkehrsfluss stromabwärts hinter der Baustelle verglichen. Die dort gemessene Verkehrsstärke darf die Engpasskapazität maximal um einen parametrierbaren Faktor überschreiten.
- Erkannte Staus dürfen stromabwärts nicht über eine parametrierbare Länge über das Baustellenende hinausgehen.

Wenn eine dieser Prüfungen verletzt wurde, dann muss eine entsprechende Meldung generiert werden.

Auf Basis dieser Werte wird für die gesamte verkehrliche Gültigkeit der Engstelle eine Prognose über die die Staulänge und die Reisezeitverluste erstellt.

A 12.2 Verwaltung von Verkehrsinformationen

Der Bediener erhält die Möglichkeit, sowohl automatisch erzeugte Meldungen zu quittieren, zu ergänzen oder auch die Weitergabe zu unterdrücken, als auch eigene Meldungen zusammenzustellen und an die LMSt weiterzuleiten.

Hierzu werden in einer Tabelle alle automatisch erzeugten Meldungen dargestellt. Für eine parametrierbare Dauer ist auf das Quittieren, Löschen bzw. Editieren jeder Meldung zu warten. Falls innerhalb dieser parametrierbaren Zeit keine Aktion durch den Operator stattfindet, wird die jeweilige für diese Meldung durch den Operator parametrierte Aktion durchgeführt. Mögliche Aktionen sind:

- automatische Weiterleitung an die LMSt,
- Löschen der Meldung in der Meldungstabelle und speichern im Archivsystem mit der Zustandskennung „gelöscht“ oder
- Übergabe der Meldung an den Meldungseditor.

Wird für eine der anstehenden Meldungen automatisch eine Aufhebungsmeldung erzeugt, ist die Weiterleitung beider Meldungen zu unterdrücken. Das Timeout muss für beide Meldungen auf die Timeoutzeit der Aufhebungsmeldung gesetzt werden. Nach dem Timeout sind beide Meldungen in der Tabelle zu löschen und im Archivsystem mit der Zustandskennung „nicht versendet“ zu speichern.

In einem geführten Dialog kann der Operator zusätzliche Meldungen aus dem Meldungskatalog aufbauen bzw. automatisch erzeugte Meldungen editieren, Datum und Uhrzeit für die Gültigkeit der Meldung eingeben sowie den Ort und den Bereich identifizieren oder aus einem Katalog auswählen.

Dieser Dialog muss zu jedem Meldungselement alle möglichen Inhalte über Auswahllisten zur Verfügung stellen. Aufgrund der großen Anzahl von Meldungen sind gemäß Alert-C Meldungskategorien und sinnvolle Unterkategorien zur Auswahl anzubieten.

Manuell eingegebene Meldungen werden ständig wiederholt und müssen daher, wenn kein Gültigkeitszeitbereich (Dauerhafte Gültigkeit) eingegeben wurde, vom Bediener explizit zurückgenommen werden. Die Gültigkeit dieser Art von Meldungen muss regelmäßig bestätigt werden.

Jede automatisch oder manuell erstellte Meldung muss zusammen mit einer Zustandskennung (*quittiert* / *nicht quittiert* / *nicht versendet* / *gelöscht* / *editiert*) im Archivsystem gespeichert werden.

A 12.3 Automatische Erstellung von Verkehrsinformationen

Kriterien für die Erstellung von Verkehrsinformationen bei hoher Verkehrsbelastung sind die ermittelten Verkehrsstufen nach Abschnitt 3.8.3.1.

Verkehrsstufe Z_i	Ereignis-Meldung
Z_2	dichter Verkehr
Z_3	zähfließender Verkehr
Z_4 oder $b > b_{Stau}$ oder $v_{Kfz,g} \leq v_{Stau,ein}$	Stau

Zuordnung von Verkehrsstufen zu Ereignismeldungen

Die Staudetektion erfolgt aufgrund der ermittelten Verkehrsstufe oder aufgrund der Belegung im Messintervall:

1. An einem Messquerschnitt wird Stau detektiert, wenn die Verkehrsstufe Z_4 ermittelt wurde,
2. Aufgrund des Belegungsgrades wird an einem Messquerschnitt Stau detektiert, wenn entsprechend Staukriterium 1 (Belegungsgrad) in Abschnitt 3.8.3.3 gilt: $b > b_{Stau}$,
3. Aufgrund des in Abschnitt 3.8.3.3 beschriebenen Staukriterium 2 (geglättete Geschwindigkeit) wird ebenfalls an einem Messquerschnitt Stau ermittelt, wenn die ge glättete Geschwindigkeit $v_{Kfz,g}$ unter einem vorgegebenen Grenzwert $v_{Stau,ein}$ liegt.

Eine Verkehrsinformation wird erst dann erstellt, wenn die Ursache mindestens eine parametrierbare Zeit (Grundversorgung: 3 min) besteht. Zu einer Information wird die jeweils höchste Verkehrsstufe der Abschnitte zwischen zwei Knoten verarbeitet.

A 12.4 Umleitungsempfehlungen

Werden im Rahmen einer Netzbeeinflussungsanlage Umleitungsempfehlungen geschaltet (siehe Abschnitt 3.10.4), so sind diese an die LMSt als Verkehrsinformation zu übergeben.

A 12.5 Aufhebung von Verkehrsmeldungen

Eine an die LMSt abgesetzte Meldung wird erst dann aufgehoben, wenn sie länger als eine parametrierbare Zeit (Grundversorgung: 6 min) nicht mehr ansteht, um ein ständiges Wechsel zwischen Meldungserzeugung und Aufhebung der Meldungen zu vermeiden.

A 12.6 Infrastrukturschnittstelle LMSt-VRZ

Die Implementierung der Schnittstelle ist zwischen den Beteiligten bilateral festzulegen.

A 12.7 Meldungstelegramm LMSt-VRZ

Die Meldungen sind gemäß entsprechend standardisierter Protokolle (Alert-C, TRAVIN, DATEX II) zu kodieren. Sie sind sowohl für die Speicherung im Archivsystem als auch zur Übertragung an die LMSt weiterzuleiten. (siehe Schnittstelle zur LMSt) Dem Archivsystem werden hierzu die generierten Meldungen zu den einzelnen betroffenen TMC-Abschnitten in folgender Struktur übergeben:

TMC-Information	Inhalt	
Informationstyp	A	parametrierbar
Meldungsart	0 für neue Meldung, 9 für Aufhebung der Meldung (weitere Arten sind offen zu halten, da z. B. im Rahmen des Fehlermanagements die Art „4“ (Löschung einer fehlerhaften Meldung) bei Ausfall von MQ gemeldet werden könnte)	dynamisch
Geographische Bedeutung	Bisher ist „D“ vereinbart. Zukünftig sollte die geographische Bedeutung von der Strecke abhängig gemacht werden, d. h. dynamisch vergeben werden.	parametrierbar/ dynamisch
Zeitliche Dringlichkeit	B	parametrierbar
Quelle der Meldung Staat	D	parametrierbar
Quelle der Meldung Land	z. B. NW, BY etc.	parametrierbar
Quelle der Meldung Teilnehmer	VRZ (genaue Bezeichnung)	parametrierbar
Laufende Nummer	jede Meldung erhält eine eindeutige Nummer	dynamisch
UTC-Time Datum	Datum	dynamisch
UTC-Time Uhrzeit	Stunde, Minute, Sekunde	dynamisch
UTC-Time lokaler Zeit-Offset	+1 (MEZ) +2 (MESZ)	dynamisch
Senke der Meldung Staat	D	parametrierbar
Senke der Meldung Land	z. B. NW	parametrierbar
Senke der Meldung Teilnehmer	z. B. LMS-NW	parametrierbar
Datenbankidentifikation	1	parametrierbar
Gültigkeitszeitraum	2	parametrierbar
Reserve	leer	parametrierbar
Länge des Inhalts	5 (Einsequenzmeldung) bis 25 (Fünfsequenzmeldung)	dynamisch
Inhalt	Alert-C-Meldung	dynamisch

Codierung von TMC-Informationen

Bemerkungen:

- Die laufende Nummer wird vom Entstehen eines Ereignisses (außer keine Meldung) für einen Abschnitt über alle Veränderungen dieses Ereignisses bis hin zur Aufhebung der letzten Meldung für diesen Abschnitt beibehalten.
- Für die Aufhebung einer Meldung wird eine Meldung generiert, die als Ereignis das aufzuhebende Ereignis (und nicht das keine Meldung Ereignis) enthält. Da es sich bei dieser Meldung um eine Aufhebungsmeldung handelt, wird im Header bei der Meldungsart ("9" = Löschen) angezeigt.
- In den Fällen, in denen ein Stau in Fahrtrichtung wächst, d. h. der zuletzt überstaute Bereich immer noch überstaute ist und zusätzlich ein Stau in dem flussabwärts liegenden Abschnitt erkannt wird, wird
 - keine Aufhebungsmeldung für die LMS generiert
 - die Meldungsnummer beibehalten.
- Analog wird verfahren, wenn die Primärlocation entgegen der Fahrtrichtung verschoben wird. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass der Abschnitt, in dem nach dieser Verschiebung der Staubeginn liegt, auch vorher schon zu dem gemeldeten Stau gehörte.

- Die Uhrzeit wird in UTC + lokalem Zeitoffset (+ 0100 Winterzeit, + 0200 Sommerzeit) eingetragen.

A 12.8 Ausfallstrategie

Beim Neustart der Funktion ‚RDS-TMC Meldungserstellung‘ werden die zuletzt ermittelten Meldungen eingelesen. Hieraus muss für jeden Abschnitt ermittelt werden, ob eine Meldung gelöscht oder geändert werden muss und welches die nächste freie Nummer für das Meldungsmanagement ist.

Anhang 13 Anforderungen an den Umgang mit Meldungen des Betriebsüberwachungssystems

Folgende Funktionen sollten für jede Meldung möglich sein:

- Quittierung von Meldungen
- Wiedervorlage von Meldungen
- Zuordnung von Meldungen zu Meldungsgruppen
- Strukturierung, Filterung und Sortierung der Meldungen nach unterschiedlichen Schlüsseln (BAB, Zeit, Zuständigkeit, Fehlerart, Meldungsgruppen etc.).
- Zuordnung von Detaildatensätzen zu Meldungen für Kommentare etc.
- Quittierung unerledigter Datensätze bei Schichtwechsel der Operatoren
- Versand von Daten über E-Mail und SMS
- Parametrierung des Meldungsverhaltens

Zu einer Fehlermeldung (z. B. automatisch generierte Meldung) können über einen längeren Zeitraum immer wieder zusätzliche Meldungen automatisch oder manuell hinzukommen (z. B. Reparaturaufträge, durchgeführte Maßnahmen zur Behebung, Gutmeldung etc.). Um diesen Meldungszusammenhang zu verwalten, sollte ein Meldungsmanagement implementiert werden, das Meldungen zu einem Ereignis zusammenführt, so dass die Historie zu diesem Ereignis dokumentiert und nachvollziehbar ist.

In Absprache mit dem Besteller ist jede Fehlermeldung einer Klasse zuzuordnen und klassenspezifisch unterschiedliche Reaktionen festzulegen. Fehlermeldungen sollten nachträglich verändert werden können. Die Eingabe von Zusatzinformationen sowie die Erstellung von Auswertungen und Statistiken sind zu unterstützen. Fehler und Wartungsinformationen sollten automatisch erfasst werden.

Um eine effiziente, benutzerspezifische Verwaltung und Darstellung der erzeugten Meldungen zu gewährleisten, sollte folgende Parametrierbarkeit des Meldungsmanagements unterstützt werden:

- Wichtigkeit der erzeugten Meldung, die bei der Darstellung in der Bedienung und Visualisierung (BuV) (siehe Abschnitt 3.20) benutzerabhängig verschiedenen Verhaltensweisen zugeordnet werden kann
- Zuordnung von Meldungen zu Meldungsgruppen:
 - Meldungen lassen sich frei definierbaren Meldungsgruppen zuordnen.
 - Diese Meldungsgruppen können als Sortier- und Filterkriterium bei der Darstellung im Meldungsfenster verwendet werden.
 - Auf Meldungsgruppen können die zuvor beschriebenen Darstellungsoptionen angewandt werden (Darstellung aller Meldungen, die dieser Gruppe zugeordnet sind). Da die entsprechenden Einstellungen für Einzelmeldungen und Meldungsgruppen widersprüchlich sein können, wird in solchen Fällen die Einstellung der Einzelmeldung wirksam.

Die entsprechenden Parameter müssen mit globaler (systemweiter) Gültigkeit speicherbar sein.

Störungsmeldungen sollten entsprechend ihrer Bedeutung in unterschiedliche Klassen unterteilbar sein die unterschiedlich gehandhabt werden können Dabei können z. B. folgende Stufen angewendet werden:

- nur Protokoll
- Blinken und Quittierung
- Alarmfenster und Quittierung

Der Zeitpunkt der Quittierung und der Name des Quittierenden sind jeweils zu protokollieren.

Die Auswahl der anzuzeigenden Störungen und Meldungen sowie die Art ihrer Darstellung und Behandlung (Ausgabe graphisch und/oder akustisch; Ausgabe auf Drucker und/oder Bildschirm und/oder Ablage im Archiv) muss frei parametrierbar sein.

Auswertungen müssen die Analyse von Fehlern unterstützen (siehe Abschnitt 3.14.5), z. B. Dauer und Häufigkeit des Ausfalls eines Gerätes insgesamt und unterschieden nach den einzelnen Herstellern.

Anhang 14 Hinweise zur Anforderungsdefinition an eine rechnergestützte Strategieumsetzung

A 14.1 Typische Anwendungsfälle, Datengrundlagen und Schnittstellen

Typische Anwendungsfälle zuständigkeitsübergreifender Verkehrsmanagementmaßnahmen sind Netzbeeinflussungsmaßnahmen, die sich gemäß FGSV 2008a folgendermaßen kategorisieren lassen:

1. Übergreifende Netzsteuerungen in Ballungsräumen unter Einbeziehung des nachgeordneten Netzes
Hierzu zählen u. a. folgende Anwendungsfälle:
 - Nutzung von Hauptverkehrsstraßen in Ballungsräumen als Alternativrouten bei Störungen auf dem Autobahnnetz
 - Gezielte Verteilung von innerörtlichen Zielverkehren von der Autobahn über mehrere alternative Zufahrtsrouten (z. B. bei Großveranstaltungen in bestimmten Bereichen oder Korridoren wie z. B. Messen, Sportveranstaltungen, Kulturveranstaltungen).
 - Gezielte Verteilung von innerörtlichen Quellverkehren über mehrere alternative Routen auf verschiedene Autobahnanschlussstellen
 - Multimodale Verkehrsmanagement-Systeme für einen Ballungsraum, oft unter Berücksichtigung des IV und ÖV
2. Übergreifende Netzsteuerungen zwischen Bundesländern
Hierzu zählt die länderübergreifende Steuerung von Verkehrsströmen in Autobahnkorridoren
3. International übergreifende Netzsteuerungen
Hierzu zählen Netzsteuerungen wie unter 2, die grenzüberschreitend gesteuert werden.

Derzeit existieren für derartige zuständigkeitsübergreifende Kooperationen keine einheitlichen Prozessdefinitionen und Systemarchitekturen. Kennzeichnend für alle Anwendungsfälle sind vielmehr unterschiedliche Organisationsformen und technische Unterschiede, insbesondere bezüglich der Georeferenzierung und der Schnittstellen zum Datenaustausch (TLS, MARZ, DATEX, DATEX II, OCIT, OTS, ALERT-C, proprietäre Schnittstellenformate).

Einen weiteren Anwendungsfall stellt die betreiberübergreifende Steuerung von Streckenbeeinflussungsanlagen dar, die in der Unterzentrale umgesetzt wird und insbesondere den Längsabgleich an der Landesgrenze als übergreifende Aufgabe hat.

Folgende Datenarten sind prinzipiell für den Datenaustausch im Rahmen des zuständigkeitübergreifenden Verkehrs- und Strategiemanagements im praktischen Einsatz [FGSV 2008a]:

Datenarten	Grundlage/ Format	Regelintervall	Daten-Quellen/- Senken
aktuelle, lokale und streckenbezogene Kurzzeit-Verkehrsdaten	TLS bzw. nach MARZ	1 min Einzelfahrzeug spontan	Automatische VDE (Autobahnen)
historische, lokale und streckenbezogene Verkehrsdaten	TLS bzw. nach MARZ	1 - 60 min	Datenarchivierung VRZ
Umfelddaten (Sichtweite, Nässe, Fahrbahnzustand, Wetter)	TLS bzw. nach MARZ	1 - 3 min	Automatische UDE, SWIS (Autobahnen)
aktuelle Verkehrsdaten innerorts	CIT	1 s - 5 min	VSR, VSM (kommunal, regional)
Auslastungsdaten Parken	ASCII,XML	5 - 15 min	PLS,PSA
Floating Car Data	Hersteller spezifisch	spontan, Ereignis orientiert	FCD-Zentrale, z. T auch VRZ
Verkehrsstörungsmeldungen	RDS-TMC ALERT-C/DATEX II	spontan, Ereignis orientiert	Landesmeldestellen (LMSt), Staumelder
Verkehrsstörungsmeldungen, LOS-Daten, Reisezeiten	DATEX II, TICinfo-XML	Daten 1 - 15 min, spontan, Ereignis orientiert	Traffic Information Centers (TICs)
Baustelleninformationen	RDS-TMC, DATEX II	Ereignis orientiert	BMS (VIZ)
Schaltdaten/ Stelzzustände (Anzeigeinhalte)	TLS bzw. nach MARZ	programmabhängig	WVZ, dWISa (Autobahnen)
Schaltdaten/ Stelzzustände (Anzeigeinhalte, Signalprogramme)	[OCIT]	programmabhängig	PLS-Wegweiser, Infotafeln, LSA
Veranstaltungsmeldungen	RDS-TMC ALERT-C/DATEX II	Ereignis orientiert	VIZ (Veranstaltungs-Kalender)
Versorgungsdaten (Konfigurationsdaten, z. B. Netze, Parameter, Signalprogramme)	TLS, OCIT, ASCII, XML etc.	sporadisch	VRZ, VSR, VSM
Referenzierungsdaten	Abhängig vom Referenzsystem	sporadisch	VRZ, VSR, VSM
Strategiedaten	XML	Ereignis orientiert	VIZ, VSM
Bilder aus Videokameras	JPEG, MPEG-4	10 s - 1 min Streams kontinuierlich	VIZ, VSM

Datenarten bei betreiberübergreifenden Steuerungen [FGSV 2008a]

A 14.2 Rechnergestützte Strategieumsetzung

Das rechnergestützte Strategiemanagement soll den Operator (ggf. mit Unterstützung und in Abstimmung mit dem Verkehrsingenieur) bei der Auswahl, Abstimmung, Aktivierung, Überwachung und Aufhebung vorab geplanter Verkehrsmanagementstrategien unterstützen und umfasst folgende Prozessschritte [FGSV 2011d]:

1. Auswahl einer Verkehrsmanagementstrategie für das erkannte Problem/Ereignis aus einer Strategiebibliothek
2. Überprüfung der Bedingungen zur Strategieaktivierung anhand der aktuellen Verkehrslage, der Betriebszustände, der erforderlichen Aktorik und der Verträglichkeit mit ggf. weiteren aktivierten Strategien und Abstimmung mit anderen beteiligten Institutionen
3. Auslösen der in der Strategie festgelegten Maßnahmen (z. B. Umsetzung von Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen, Ausgabe von Verkehrsinformationen)
4. (Online-)Überwachung und ggf. Wirkungskontrolle (Erfolgskontrolle der eingeleiteten Maßnahmen)
5. Aufhebung der Strategie (ggf. auch durch andere beteiligte Institutionen), wenn die auslösenden Bedingungen nicht mehr gegeben sind bzw. die aktuelle Verkehrslage die Durchführung der Strategie nicht mehr zulässt

Die unter 1. benannte Strategiebibliothek sollte in Form einer Datenbank für jede entwickelte Strategie die folgenden Stammdaten beinhalten:

- eindeutige und intuitive Strategiebezeichnungen
- über mehrere Versionen hinweg eindeutige Nummern der Strategie
- Routeninformationen (Verlauf der Haupt- und Alternativroute, textuell und georeferenziert)
- Auslösekriterien
- Verantwortlichkeiten
- Prioritäten
- Umleitungspotenziale
- Änderungsverfolgung
- Aktivitätsstatus
- mit den Straßenverkehrsbehörden der Länder abgestimmte und genehmigte Schildertexte

Der Strategieumsetzungsprozess kann voll- und teilautomatisch unterstützt werden. Bei vollautomatisierter Unterstützung besteht die Anforderung, dass für alle Prozessschritte, die durchlaufen werden, eine durchgängige Softwareunterstützung vorhanden ist und auch die Datenübernahme und -weitergabe durchgängig automatisiert sind. Werden Daten aus externen Softwarekomponenten (z. B. aus der Störfallerkennung) übernommen oder an externe Softwarekomponenten übergeben (z. B. an das Informationsmanagement) sind bei einer voll automatischen Unterstützung entsprechende Import- und Export-Schnittstellen zu schaffen. Bei einer teilautomatisierten Prozessunterstützung sind in mehr oder weniger großem Umfang manuelle Tätigkeiten im Zuge der Auswahl, Abstimmung, Aktivierung, Überwachung und Aufhebung von Verkehrsmanagementstrategien notwendig.

A 14.3 Strategiehandbuch

Der Strategieumsetzungsprozess sollte in einem Strategiehandbuch dokumentiert sein. Grundlage hierfür ist der Abschluss einer Verwaltungsvereinbarung, die die notwendigen Fragen der Zuständigkeiten, der Projektkommunikation, der Zusammenarbeit, insbesondere im Störfall, und der Kostenträgerschaft klären soll.

Mindestanforderungen an die Struktur und die Inhalte eines Strategiehandbuchs sind gemäß FGSV 2011d:

- Beschreibung der Ausgangssituation, z. B. Schwellwerte für Verkehrsbelastungen, Daten für Großveranstaltungen (Zuschauerzahlen, Öffnungszeit des Veranstaltungsortes) und geplanter Beginn von zusätzlichen Verkehrsmaßnahmen
- Übersichtsplan mit Bezeichnung und Lage der wichtigen Orte (z. B. Kontrollpunkte, Sperren etc.). So wird eine fehlerfreie Verständigung unter den beteiligten Partnern gewährleistet.
- Auflistung aller beteiligten Institutionen und Partner mit detaillierten Informationen wie Ansprechpartner, Telefonnummer und einer Auflistung für welche Aufgaben sie verantwortlich sind,
- Lagepläne mit Verkehrsführungen
- Auflistung von flankierenden Maßnahmen, die ggf. vor Beginn der eigentlichen Strategieumsetzung durchgeführt sein müssen und gleichzeitig die Aktivierungsbedingungen für den Start einer Strategie beinhalten (z. B. Besetzung von Kontrollposten, Aktivierung der temporären, statischen Beschilderung etc.)
- Ablaufdiagramm der Strategie inklusive möglicher Zustandsübergänge von einem Zustand zum nächsten

- Detailbeschreibung der einzelnen Zustände innerhalb des Ablaufdiagramms mit den Aufgaben der beteiligten Partner

Hinsichtlich der Verantwortlichkeiten werden folgende Festlegungen empfohlen:

1. Die Auslösung einer Strategie liegt in der Verantwortung derjenigen Leitstelle, auf deren Streckenabschnitt eine Störung auftritt.
2. Die Deaktivierung einer Strategie kann von jeder an dieser Strategie aktiv beteiligten Leitstelle erfolgen. Als aktiv beteiligt gelten die Verkehrsrechnerzentralen und sonstigen Leitstellen, auf deren Streckenabschnitten die Strategie umgesetzt wird sowie die Leitstellen, die für die Schaltung der relevanten Schilder verantwortlich sind.
3. Entscheidungen von Operatoren werden nicht in Frage gestellt

Auf der Grundlage des Strategiehandbuchs muss eine manuelle Umsetzung von Strategien möglich sein, wenn kein rechnergestütztes Strategiemanagement vorhanden ist oder dieses ausfällt oder gestört ist bzw. wenn einzelne Prozessschritte nicht automatisiert unterstützt werden (teilautomatisierte Prozessunterstützung).

A 14.4 Systemtechnische Anforderungen

Folgende technischen Voraussetzungen und Randbedingungen sind frühzeitig, idealerweise im Zuge der Strategieplanung, zu beachten und die entsprechenden Fragestellungen zu beantworten [FGSV 2008a]:

- Erfassung von vorhandenen Systemkomponenten (Datenerfassung, Zentralentechnik, Informationsausgabe), welche sind nutzbar, welche Restkapazitäten bestehen, welche sind gegebenenfalls anzupassen bzw. zu erweitern?
- Welche vorhandenen Kommunikationswege sind nutzbar, welche Bandbreiten sind erforderlich, können diese ausgebaut werden, gegebenenfalls durch Anmietung von Kommunikationsleitungen?
- Welche Datenschnittstellen sind bei den Beteiligten vorhanden oder können eingerichtet werden?
- Leistungsfähigkeit vorhandener Hardwarekomponenten analysieren, welche sind gegebenenfalls auszutauschen bzw. zu ergänzen?
- Welche Firewalls und deren Restriktionen sind vorhanden? Welche sind notwendig?
- Welche Referenzierungsgrundlagen sind vorhanden und zur Strategieumsetzung erforderlich?
- Wie kann die Qualität vorhandener oder verfügbarer Systeme (Ausfallsicherheit, Verfügbarkeit, Datenqualität) berücksichtigt werden?
- Sollen und können bereits vorhandene Systeme der Verkehrsbeeinflussung unter Berücksichtigung ihrer Qualität (Ausfallsicherheit, Verfügbarkeit, Datenqualität) integriert werden?
- Sind objektive Bewertungsmodelle zur Strategieentscheidung vorhanden und in die Zentralentechnik integriert?

A 14.5 Systemfunktionen

Zum Strategieumsetzungsprozess gehören eine Reihe von Funktionalitäten, die notwendig sind, Strategien situationsabhängig oder vorausschauend zeitnah umzusetzen:

- Workflow-System
- Betriebsführung
- Informationsmanagement
- Aktivitätenmanagement
- Akteurenverwaltung

- Simulation von Strategien
- Strategieversorgung

Workflow-System

Das Workflow-System muss das freie Bilden von Abläufen (Workflows) durch den Anwender und ihre maschinelle Abarbeitung (bei voller Benutzerinteraktion) unterstützen. Es hält formalisierte und vorab definierte Workflows vor, führt ausgewählte Workflows sowohl zeitlich als auch inhaltlich aus und speichert sämtliche ausgeführte Verkehrsmanagementstrategien einschließlich deren Entscheidungs- und Arbeitsläufen.

Workflows bestehen aus zeitlich und räumlich gestaffelten Entscheidungspunkten, die Maßnahmen und Meldungen auslösen können. Sie können in freier Abstufung vollständig automatisch ablaufen oder vom Bedienpersonal gesteuert sein.

Ein Workflow-System soll auch sicherstellen, dass die Operatoren im Rahmen der Baulasträger-übergreifenden Strategievereinbarung handeln. Auf der anderen Seite muss es ausreichend Raum für manuelle Eingriffe gewähren, wie sie in den nicht immer vorauszu sehenden Situationen des realen Verkehrsgeschehens oft notwendig werden (Entscheidungshilfe-System).

Die Workflows sollten in der VRZ selbstständig gepflegt werden können.

Im Betriebskonzept sind für das Workflow-System die Zuständigkeiten, die Zugriffsrechte und die Handlungsvoraussetzungen zwischen den beteiligten Akteuren festgelegt. Zudem wird im Workflow-System festgelegt, welche Aktorik im abgestimmten Strategiemangement zur Umsetzung der Maßnahmen herangezogen wird.

Das Workflow-System ersetzt nicht weiterhin notwendige Abstimmungen per Telefon, per E-Mail oder per Fax, insbesondere bei Situationen oder Ereignissen, die nicht in der Strategiebibliothek abgelegt sind.

Betriebsführung

Für ein wirksames und konfliktfreies Strategiemangement bedarf es einer aktuellen Betriebsführung über alle angeschlossenen internen und externen Teilsysteme, die über ein Meldungssystem jederzeit den Überblick über alle Betriebszustände besitzt. Die Betriebsführung muss von sich aus den verantwortlichen Stellen auf verschiedenen Kommunikationskanälen Mitteilungen verschicken können, wenn Betriebszustände nicht dem Soll-Zustand entsprechen.

Betriebsmeldungen sind z. B. geschaltete Signalprogramme, Signalisierungszustände und Schaltungen von Wechselwegweisungen etc., aber auch Störungsmeldungen wie ‚Detektor defekt‘, ‚Kommunikation gestört‘ etc.

Informationsmanagement

Eine wichtige Funktionalität im Rahmen des Strategiemagements stellt das Informationsmanagement dar.

So können z. B. über die Homepage des Betreibers Informationen über die aktuelle oder zukünftige Verkehrslage auf der im Informationsmanagement berücksichtigten Infrastruktur oder über Baustellen und Behinderungen bereitgestellt werden.

Darüber hinaus kann das Strategiemangement ggf. auch direkt dynamische Anzeigen ansteuern, um eine einzuleitende Strategie anzukündigen oder Empfehlungen an Verkehrsteilnehmer zu kommunizieren. Ein Beispiel hierfür ist die Alternativrouten-Empfehlung, die aufgrund einer Störfall-Situation vom Workflow-System ausgelöst worden ist.

Aus dem zuständigkeitsübergreifenden Strategiemangement können sich demnach erweiterte Anforderungen an das Informationsmanagement ergeben (siehe Abschnitt 3.14) und sind ggf. dort mit berücksichtigen.

Aktivitätenmanagement

Da in einem Verkehrsmanagementsystem oft nicht nur eine singuläre Strategie aktuell geschaltet wird/ werden soll, sondern vielmehr verschiedene Strategien gleichzeitig aktiviert sind/ werden sollen, ist eine Funktionalität notwendig, die entscheiden kann, welche Maßnahmen tatsächlich ergriffen werden, wenn sich widersprechende Aktionen stattfinden sollen.

Die Maßnahmen werden vom Aktivitäten-Manager in Aktionen zerlegt, auf Konflikte geprüft, ausgeführt, überwacht und bei Problemen abgeschaltet. Der Status jeder Maßnahme wird laufend zum schaltenden Workflow zurückgemeldet; dort kann entsprechend reagiert werden (z. B. mit einer Rückfallebene).

Aktorenverwaltung

Das oben beschriebene Aktivitätenmanagement basiert auf der Aktorenverwaltung, die den tatsächlichen Zustand aller Aktoren abbildet und Veränderungen in deren Zuständen sicher und den Regeln entsprechend durchführt.

Simulation von Strategien

Es besteht oftmals der Wunsch, die Auswirkungen von strategischen Eingriffen auf das Verkehrsgeschehen ex ante zu prüfen. Hierzu ist es notwendig, neben dem online betriebenen Strategiemangement parallel eine Simulationsumgebung vorzuhalten, der die aktuelle Verkehrslage und die Prognosewerte bekannt sind und die auf der Grundlage dieser Werte die Auswirkungen der Strategien dahingehend prüft, ob der gewünschte Zweck bei der aktuellen Verkehrssituation auch erreicht werden kann/wird.

Strategieversorgung

Die Strategieversorgung unterstützt die Strategieimplementierung mit Softwarewerkzeugen. Damit werden die Ergebnisse der Strategieausführungsplanung für die (teil-)automatisierte Umsetzung in das Verkehrsmanagement-System überführt. Die Strategieversorgung ist unmittelbare Grundlage des Strategiemagements und erfordert zumindest die folgenden Funktionen:

- Editieren und Verwalten von Workflows
- Festlegung der Zugriffe auf die Verkehrsdaten bzw. Verkehrslage, z. B. aus dem Ganglinienarbeitsplatz
- Definition der Regeln für die Auslösung, Änderung und Beendigung von Workflows und Schaltungen einschließlich der zeitlichen Abfolge bzw. Abhängigkeiten
- Festlegung der Zugriffe auf die Aktoren
- Versorgung des Umgangs mit Konflikten zwischen den Strategien

Die Strategien müssen bei den jeweiligen Betreibern konsistent versorgt und entsprechend gepflegt werden.

Da es sich bei der Strategieversorgung bereits aus verkehrlicher Sicht um eine sehr komplexe Aufgabe handeln kann, sollte die Software für die Strategieversorgung besonders benutzerfreundlich gestaltet werden. Graphische Benutzeroberflächen haben hierfür eine wesentliche Bedeutung, um die Zusammenhänge klar und nachvollziehbar darstellen zu können (siehe Abschnitt 3.20). Systemseitig sollten Testmöglichkeiten und Plausibilitätsprüfungen angeboten werden, die den Planer durch klare Fehlermeldungen unterstützen.

A 14.6 Beispiele für eine technische Realisierung

Hinweise zu einer technischen Realisierung einer zuständigkeitsübergreifenden rechnergestützten Strategieumsetzung zu den im Anhang A 14.1 dargestellten Anwendungsfällen liefern folgende Praxisbeispiele, die aber teilweise noch prototypischen Charakter haben:

1. Übergreifende Netzsteuerungen in Ballungsräumen unter Einbeziehung des nachgeordneten Netzes
 - Strategiemanager VRZ/Dmotion für den Ballungsraum Düsseldorf
 - Intermodaler Strategiemanager für den Ballungsraum Frankfurt RheinMain
2. Übergreifende Netzsteuerungen zwischen Bundesländern
 - Länderübergreifendes Informations- und Strategiemangement auf Autobahnen LISA in den Korridoren Ost, Süd, West und Nord
3. International übergreifende Netzsteuerungen
 - Automatisierte oder teilautomatisierte rechnergestützte Strategieumsetzungsprozesse sind bislang nicht im praktischen Betrieb und werden als kritisch angesehen, insbesondere aufgrund von Sprachbarrieren, da einem solchen Prozess eine einheitliche Geschäftssprache zu Grunde liegen müsste. Die bekannten grenzüberschreitenden Netzsteuerungen Bayern - Österreich - Italien zur Alpenquerung über die Brenner-Route oder die Tauernroute und Nordrhein-Westfalen-Niederlande (Korridore Aachen - Brüssel, Köln - Eindhoven, Oberhausen - Arnheim) basieren im Wesentlichen auf einer abgestimmten Strategiebibliothek und Abstimmungen per Telefon, E-Mail und Fax.

Anhang 15 Anforderungen an das Videomanagement

Neben den hier aufgelisteten generellen Informationen wird auf das FGSV-Papier „Hinweise zur Videodetektion für Verkehrsbeeinflussungsanlagen – H VVBA“ [FGSV 2015a] verwiesen.

A 15.1 Hardwareanforderungen von Videosystemen

Unabhängig davon sollten die HW-Komponenten folgende Anforderungen erfüllen:

- dauerbetriebsfest (24 h/ 7 Tage)
- ausreichend hohe Verfügbarkeit, mit geringen Ausfallzeiten durch Instandhaltung, zu gewährleisten z. B. durch redundante Netzteile, Lüfter und Massenspeicher

A 15.2 Softwareanforderungen von Videosystemen

Die eingesetzte Systemsoftware des Videomanagementsystems sollte folgende Anforderungen erfüllen:

- Systemfunktionen
 - Schnittstelle zur Datenübergabe an die Leitsysteme (z. B. gemäß TLS)
 - Systemeinstellung mittels einfacher Konfiguration und Parametrierung
 - hohe Parametrierbarkeit zur Systemanpassung (Qualitätsverbesserung) im Betrieb
 - Benutzerverwaltung/ Zugriffssicherung mit der Möglichkeit, verschiedene Zugriffe auf Konfigurations-, Parametrierungs- und Nutzerdaten (mindestens ähnlich denen eines üblichen Dateisystems)
 - Verknüpfbarkeit unterschiedlicher Alarm- und Sensordaten zur Optimierung der Informationsweitergabe an die Operatoren (z. B. Unterscheidung der primären Alarmursachen und der Folgealarme bei Rauch oder Stillständen)
- Bedienoberfläche
 - graphische Darstellung in Fenstertechnik nach üblicher Bedienmethodik (siehe Abschnitt 3.20)
 - Anzeigemöglichkeit und Verwaltungsfunktion für ggf. gespeicherte Bilder und zugehörige Detektionsdaten
 - Bedienung der Konfigurations- und Parametrierungsfunktionen
 - Hilfefunktion (online)

A 15.3 Anforderungen an die Übertragungstechnik

Datenübertragungen von Videodaten sind seriell und parallel möglich. Für den Datenaustausch (i. d. R. mittels proprietärer Protokolle) sind nach Möglichkeit die Schnittstellen RS485/RS422 oder RS323 zu nutzen. Bei Übertragungen über längere Strecken ist auf eine hinreichend synchrone Übertragung zum Videobild zu achten. Bei der Nutzung von Netzwerkstrukturen sind bestehende Netzwerkstandards (insbesondere TCP/IP) als gemeinsame Grundlage für verschiedene Übertragungsmethoden zu verwenden.

Für Videoübertragung und -speicherung sind verschiedene Schnittstellen für die Übergabe von Kamerasteuerbefehlen, Netzwerkmanagementdaten sowie für die Übertragung von Videodaten und Ereignisdaten der Detektion erforderlich. Diese Schnittstellen sollten möglichst offengelegt und standardisiert sein.

A 15.4 Anforderungen an die Videosystemsteuerung

Die Übertragung von Kamerasteuerbefehlen ist derzeit nicht umfassend standardisiert und herstellerübergreifend nur begrenzt bzw. mit begrenztem Funktionsumfang verfügbar. Durch die Nutzung einer

Metasprache sowie der Implementierung proprietärer Protokolle ist eine Herstellermischung im Videosystem möglich. Offene, einheitliche und herstellerübergreifende Protokolle werden durch das Open Network Video Forum (ONVIF) entwickelt und sollten entsprechend unterstützt werden.

A 15.5 Anforderungen an das Netzwerkmanagement

Da die Videoübertragung i. d. R. auf IP-basierten Netzen erfolgt, ist vor allem auf eine hohe Übertragungsqualität, d. h. eine verzögerungsfreie und ununterbrochene Übertragung zu achten.

Eine gemeinsame Nutzung von Netzwerken durch unterschiedliche Anwendungen (Video, Büroapplikationen, Fileserver) sollte dringend vermieden werden. Bei komplexen und gemischten Netzen ist es zu empfehlen ein Bandbreitenmanagement zu verwenden und/ oder Quality of Service (QoS)-Prioritätsdienste für die Videoübertragung zu nutzen.

Zur Verringerung der erforderlichen Bandbreite ist die Nutzung der multicast-Technologie zu empfehlen. Hierfür müssen jedoch alle Hardwaregeräte der Empfänger durchgängig multicast-fähig sein, was insbesondere das *Internet Control Message Protocol* (ICMP) und das *Internet Group Management Protocol* (IGMP) erforderlich macht.

Ein Netzwerk mit Videoübertragung sollte durch die verfügbaren und standardisierten Mechanismen wie QoS u. Ä. für den jeweiligen Anwendungsfall konfiguriert werden. Zur Sicherstellung der Verfügbarkeit sollte das Netzwerk entsprechend überwacht werden. Die dafür notwendigen Mittel sind durch das *Simple Network Management Protocol* (SNMP) standardisiert.

A 15.6 Anforderungen an die Videodigitalisierung und -komprimierung

Für die Übertragung von digitalen Videobildern in Netzwerken sind folgende offene Standards zu verwenden:

- JPEG - überträgt Serien vollständiger Einzelbilder, welche per JPG-Kompression auf verschiedene Bandbreiten/ Qualitäten umgerechnet werden
- MPEG (MPEG-2 und MPEG-4) - ein vollumfängliches Kompressionsverfahren für Videostreaming. MPEG-4 umfasst eine breite Basis an Werkzeugen zur Bildkompression.

Für neue Systeme der Videoübertragung ist es angebracht Encoder mit der Ausprägung H.264 (MPEG-4 Part 10) einzusetzen, um die verschiedenen Auflösungen (SD - Standard Definition und HD - High Definition) beherrschen zu können. Vorhandene Videomanagementsysteme sollten diese verschiedenen Auflösungen unterstützen und idealerweise für den Einsatz mehrerer verschiedener Codecs geeignet oder nachrüstbar sein.

Die Übertragung des Videomaterials im Netzwerk sollte sparsam gestaltet werden. Mehrfach im Netz befindliche gleiche Videos sollten vermieden werden.

A 15.7 Anforderungen an Bandbreiten von Videostreams

Die erforderlichen Bandbreiten richten sich nach den Anforderungen für die visuell-sensitive Aus- und Verwertung der Bilder. Um keine Qualitätseinbußen gegenüber analog übertragenen Signalen zu erhalten sind erfahrungsgemäß folgende Bandbreiten notwendig:

- MPEG-2 mit 6 MBit/s und 25 fps (Vollbilder)
- MPEG-4/H.264 mit 2 bis 4 MBit/s und 25 fps (Vollbilder)

Ist die Bandbreite beschränkt, so bieten sich folgende Einsparmöglichkeiten an:

- Reduzierung der Qualität des Bildes auf MPEG-2 mit 2 MBit/s und 25 fps (Vollbilder)
- MPEG-4/H.264 mit 1 MBit/s und 25 fps (Vollbilder)

Weiterhin ist eine Reduzierung der Bildrate von 25 fps auf 12 fps möglich ohne das sich wesentliche Unterschiede für die Wahrnehmung durch die Operatoren verzeichnen lassen.

Insbesondere für die Realisierung von Bandbreitenoptimierungen ist wichtig, dass die Systeme mit unterschiedlichen Bandbreiten flexibel umgehen können. Bei unterschiedlichen Systemzugängen und der Nutzung verschiedener Übertragungskapazitäten ist der Einsatz eines Bandbreitenmanagements vorzusehen, welches die benutzerbezogene Zuteilung von Videostreamen verschiedener Bandbreiten und das zugehörige Management im Netzwerk übernimmt.

A 15.8 Anforderungen an die Videospeicherung

Sämtliche Videodaten müssen in Form eines Ringspeichers permanent für einen den Datenschutzbedingungen entsprechenden Zeitraum festgehalten werden können, um zu jedem Zeitpunkt die Rekonstruktion von Ereignissen für den Operator und im Fall eines Ereignisses für die Einsatzkräfte zu ermöglichen.

Die Videospeicherung erfolgt i. d. R. durch eigens dafür entwickelte Systeme, welche durch die Videodetektion und/ oder eine übergreifende Leitebene gesteuert werden.

Zu speichern sind vor allem Auswertungen bzw. Ergebnisse der Videodetektion. Es ist sinnvoll das Detektionssystem mit einer Speicherung zu verbinden, im Detektionssystem entsprechende Leistungsmerkmale vorzuhalten bzw. zumindest die Voraussetzungen für eine Anbindung zu schaffen.

Für die Speicherung von Massendaten (Videostreams) werden in der Regel Festplattenrecorder eingesetzt, welche sowohl die Speicherung analoger Eingangssignale als auch digitaler Streams aus dem Netzwerk ermöglichen.

Wenn häufig gespeichert werden soll, ist eine Annotierung der Streams/ Szenen sinnvoll, um zwischen den Ergebnisdaten und dem Videobild zu referenzieren. Die Verwaltung dieser Annotierungsdaten in einer eigenen Datenbank hat den Vorteil, dass bei Suchvorgängen nicht alle Videodaten durchsucht werden müssen.

Anhang 16 Beispiel für ein Migrationskonzept

Das nachfolgende Migrationskonzept beschreibt den Übergang von herstellerspezifischen Softwarekomponenten in Softwarekomponenten der einheitlichen Rechnerzentralensoftware (ERZ) und die Integration in ein ERZ-System.

Die Migration erfolgt in einem 3-Ebenen-Modell:

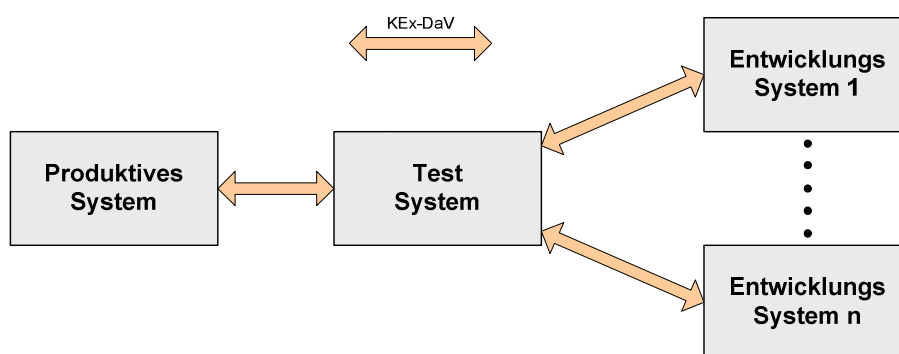
- Ausgangsebene/ Bestandssystem:
In dieser Ebene sind alle Komponenten integriert, die entweder herstellerspezifisch aufgebaut sind, oder aus anderen Gründen nicht in den Kernbereich der VRZ-Software integriert werden können oder sollen.
- Übergangsebene/ Testsystem:
In dieser Integrationsebene werden die Softwareentwicklungen einzelner Komponenten durchgeführt. Die neuen Komponenten werden um die Module ergänzt, die zum Test und zeitweiligen Betrieb der neuen Software als Teilsystem notwendig sind. Die neuen Komponenten werden also zu separaten, eigenständig funktionierenden VRZ-(Teil-)Systemen ergänzt. Während der Entwicklung hat der Hersteller somit die Möglichkeit, seine Komponenten in einem System aufzubauen, eigenverantwortlich zu testen und zu erproben. Die Abhängigkeiten zu anderen Herstellern im VRZ-System (Ausgangsebene) werden dadurch minimiert.
- Zielebene/ Zielsystem:
Darin werden Softwarekomponenten betrieben, die vollständig ERZ-konform sind und gemeinsam als ein System wirken.

Die Kommunikation zwischen den (Teil-)Systemen der Übergangsebene und der (Teil-)Systeme der Zielebene erfolgt über das ERZ-konforme Modul „KEx-DaV“. Dieses koppelt die (Teil-)Systeme bzgl. der Datenübertragung und entkoppelt die (Teil-)Systeme in Bezug auf Konfigurationen und Datendopplungen. Mit diesem Modul sind unterschiedliche Konfigurationsstände innerhalb des Zielsystems möglich. Dadurch können spezielle, neue oder veränderte Daten in den (Teil-)Systemen unabhängig vom Zielsystem bereitgestellt werden.

Sofern Betreuung, Betrieb und Überwachung nicht vom Besteller geleistet werden können, sollte zur Steuerung und Überwachung der Migration sowie zur Betreuung des Gesamtsystems ein Auftragnehmer (Betreuer-Integration) beauftragt werden. Der Betreuer-Integration übernimmt die Verantwortung für die Pflege der gesamten, herstellerheterogenen VRZ und damit die Verantwortung für einen störungsfreien Betrieb der VRZ. Dieser betreut somit die Zielebene der VRZ, die Konfiguration des inneren Kerns, die Gesamtkonfiguration sowie das Datenmodell. Zusätzlich stellt der Betreuer-Integration den „First Level Support“ sicher. Er überwacht das Gesamtsystem der Verkehrsrechner und die Schnittstellen zu den Teilsystemen. Er weist evtl. Fehler einzelnen Herstellern zu.

Der Systemaufbau für die Migration sollte aus folgenden Systemen bestehen:

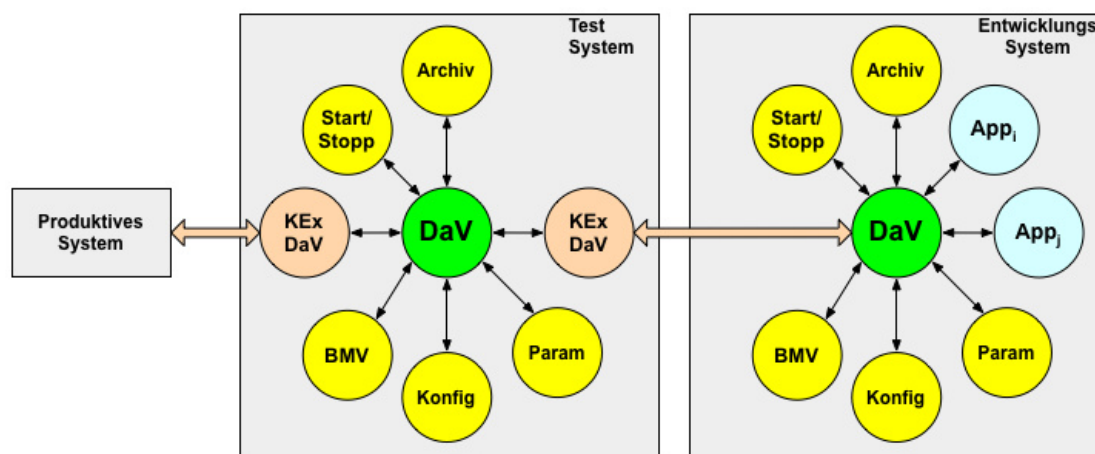
- das produktive System
- das Testsystem
- n Entwicklungssysteme, auf denen neue und geänderte SWE durch die beauftragten Hersteller installiert, konfiguriert, parametrisiert und getestet werden, bevor sie auf dem Testsystem integriert werden.



Prinzipieller Systemaufbau

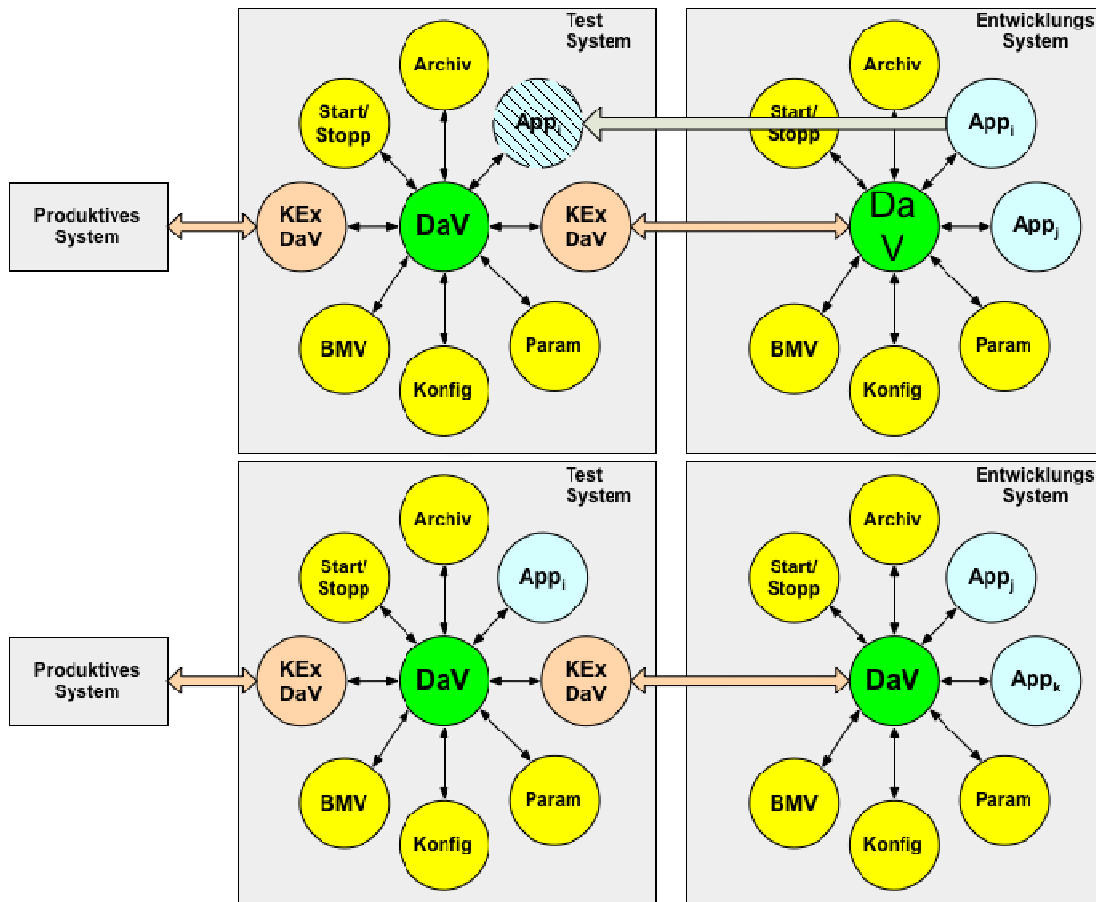
Neben dem produktiven System wird parallel ein Testsystem mit einer möglichst ähnlichen Struktur und Funktionsweise aufgebaut. Auf dem Testsystem werden vorab alle neuen oder geänderten SWE integriert und als Gesamtsystem getestet, bevor sie auf dem produktiven System installiert werden. Das Testsystem ist mit dem produktiven System über KEx-DaV gekoppelt. Die Verantwortlichkeit sowohl für das Produktiv- als für das Testsystem hat ausschließlich der Betreuer-Integration.

Auf den Entwicklungssystemen werden jeweils neue und geänderte SWE durch den jeweils beauftragten Hersteller installiert, konfiguriert, parametrisiert und getestet, bevor sie auf dem Testsystem integriert werden (siehe folgende Abbildung).



Integrationsphase 1. Schritt

Für Installation und Test sowie Konfiguration und Parametrierung der zu ergänzenden BSVRZ-SWE wird vom Besteller ein Entwicklungssystem bauseits bereitgestellt. Verantwortlich für das Entwicklungssystem ist der Hersteller der neu zu integrierenden Komponente. Nach der Installation der Betriebssoftware und eines ERZ-Kernsystems (ähnlich dem des Testsystems) auf dem Entwicklungssystem sind die einzelnen SWE entsprechend einer mit dem Besteller abzustimmenden Reihenfolge zu installieren. Für die SWE-Einzeltests sind die vorhandenen Prüfspezifikationen und -prozeduren, nach ggf. erforderlichen Anpassungen, zu verwenden. Alle für den Test benötigten Zustandsdaten können vom aktuellen Produktivsystem bzw. Testsystem über KEx-DaV übernommen werden.



Integrationsphase 2. Schritt

Nach den nachgewiesenen, erfolgreichen Einzeltests werden dann in einer mit dem Besteller abgestimmter Reihenfolge und Gruppierung die SWE sukzessive auf dem Testsystem integriert. Der AN hat bei diesem Schritt den Betreuer-Integration zu unterstützen. Die für den Nachweis der erfolgreichen Integration zu erstellenden speziellen Prüfspezifikationen und Prüfprozeduren sind vom AN in Abstimmung mit dem Besteller zu realisieren.

Im letzten Schritt werden alle auf dem Testsystem geprüften SWE auf dem Produktivsystem der VRZ installiert.

Nach erfolgreicher Durchführung der oben beschriebenen Einzelschritte kann das System abgenommen werden.

Für die Integration einer neuen Komponente sind damit 5 Phasen zu durchlaufen:

1. Phase „Aufsetzen des Testsystems“:
In dieser Phase wird ein eigenständiges Testsystem aufgesetzt, das neben der neu zu entwickelnden Komponente alle für einen vollständigen Betrieb und Test dieser Komponente notwendigen Module des Zielsystems enthält. Dieses Testsystem ist in Zuständigkeit des Herstellers der neu zu entwickelnden Komponente.
2. Phase „Test der neuen Komponente“:
In dieser Phase wird das Testsystem um die Komponente KEx-DaV erweitert. Zur Kommunikation von notwendigen Daten aus dem Zielsystem für einen ersten Integrationstest wird das Testsystem über die Schnittstelle KEx-DaV mit dem Zielsystem gekoppelt.
3. Phase „Test mit dem Gesamtsystem“:
In dieser Phase wird die neue Komponente funktional vollständig mit dem Zielsystem über KEx-DaV angebunden, produziert allerdings noch keine (aus Sicht des Zielsystems) nach außen sichtbare bzw.

wirksame Aktionen. Über einen Systemtest wird die Funktionalität geprüft. Dazu kann es notwendig sein, weitere Daten bzw. Konfigurationen über KEx-DaV zu übertragen.

4. Phase: Blind-/ Probebetrieb:

Die neue Komponente produziert nun auch (aus Sicht des Zielsystems) nach außen sichtbare bzw. wirksame Aktionen (Definition von Blind- bzw. Probebetrieb siehe Abschnitt 9.3). Nach erfolgreichem Probebetrieb erfolgt die Abnahme durch den AG. Für eine Übergangszeit wird der (Probe-)Betrieb des Gesamtsystems weiterhin durch den Betreuer-Integration überwacht. Anschließend erfolgt die Übergabe des Betriebs an den AG.

5. Phase „Regelbetrieb“:

Im Zuge dieser Phase wird die neu zu entwickelnde Komponente in das Zielsystem vollständig integriert. Dazu werden zunächst alle redundant aufgebauten Bestandskomponenten aus dem Testsystem entfernt, sodass lediglich die im Testsystem verbliebene neue Komponente über KEx-DaV mit dem Zielsystem kommuniziert. Anschließend wird die neue Komponente in das Zielsystem übernommen und die Kommunikation über KEx-DaV abgebaut

Weiterhin müssen der Betrieb, die Pflege und die Weiterentwicklung des Gesamtsystems und der Teilsysteme organisiert werden. Komponenten oder Systeme in der Ausgangsebene werden in der Regel von den Herstellern der jeweiligen Komponente betreut. Die Komponenten in der Übergangsebene werden nach Abnahme noch für ca. 1 Jahr in der Übergangsebene betrieben. Während dieser Zeit ist der Hersteller des Moduls für das Teilsystem voll verantwortlich (erweiterter Probebetrieb). Der erweiterte Probebetrieb erfolgt unter Mitwirkung des Betreuer-Integration. Der AG stellt nach erfolgreichem erweiterter Probebetrieb unter Mitwirkung des Betreuer-Integration die Betriebsfähigkeit der neuen Komponenten fest. Anschließend werden die neuen Komponenten in die Zielebene überführt. Dies geschieht durch den Betreuer-Integration. Dieser ist ab diesem Zeitpunkt für die Funktionalität des Zielsystems mit den neuen Komponenten verantwortlich. Treten Fehler auf, sind diese einem Hersteller zuzuweisen. Dieser übernimmt die Behebung der Fehler. Die betroffene Komponente ist in die Übergangsebene zurückzuführen und neu zu testen. Es wird daher empfohlen, mit den wesentlichen Herstellern von Komponenten bzw. Teilsystemen entsprechende Pflegeverträge zu schließen.

Für die Betreuung des Zielsystems durch den Betreuer-Integration wird ein Zeitraum von 5 Jahren als angemessen angesehen, um Kontinuität während der Migrationsphase von Komponenten bzw. (Teil-) Systemen sicherzustellen.

Anhang 17 Prüfungen, Tests und Inbetriebnahmen von VBA

A 17.1 Allgemeines

Eine genaue Überprüfung der Funktionssicherheit von Verkehrsbeeinflussungsanlagen ist ein wichtiger Bestandteil der Inbetriebnahme von Verkehrsbeeinflussungsanlagen.

Im folgenden Abschnitt sind aufgrund der Erfahrungen der Länder Maßnahmen zur Qualitätssicherung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen während der Inbetriebnahme beispielhaft zusammengestellt.

A 17.2 Maßnahmen zur Qualitätssicherung von VBA

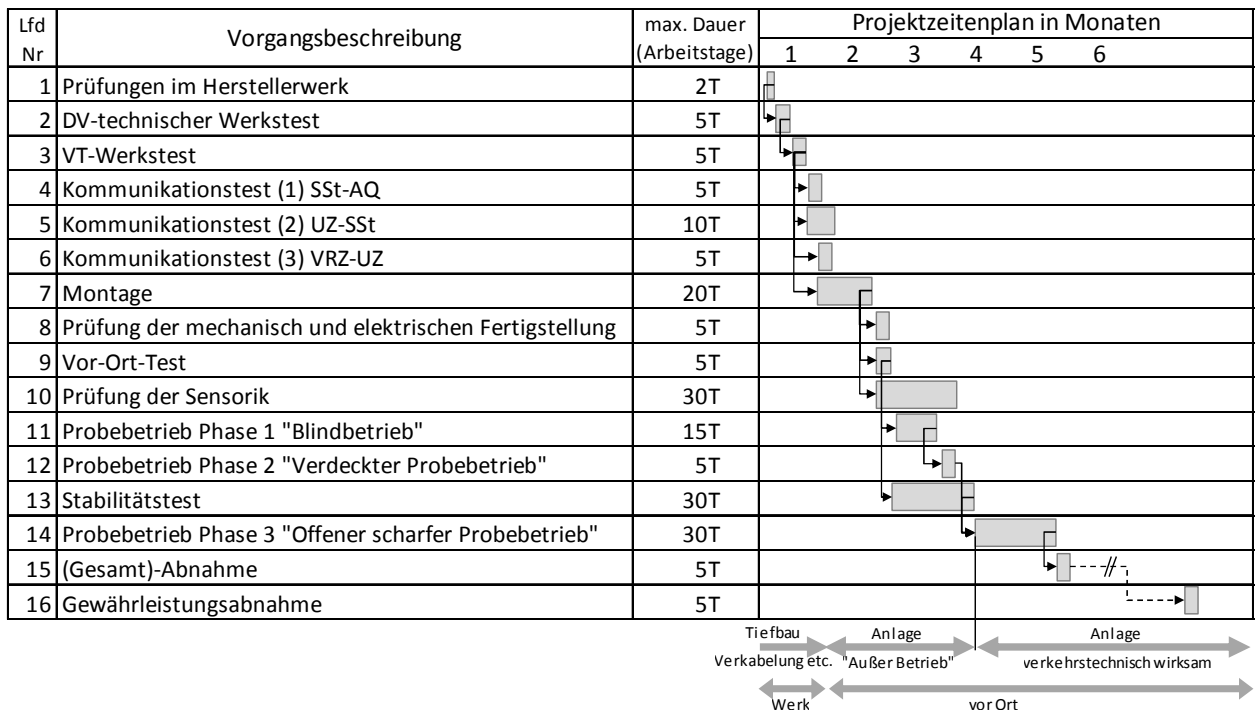
Nr.	Name	Inhalt	Ebene							Voraussetzung	Dauer	Bemerkung
			DE	Lokalbus	SSt	Inselbus	UZ AM	Fernbus	VRZ			
1	Prüfung im Herstellerwerk	Vorstellung von Einzelstücken zur Bemusterung und Freigabe. Nachweis des Erstellers gegenüber dem Besteller über die Erfüllung des Leistungsumfangs.	X	X	X ¹⁾						1-2 AT	Zeitlich vor der Ausführung der Teilleistungen und nach Freigabe der Ausführungsunterlagen. ¹⁾ Auch WZG inkl. Lichttechnik und Trägersysteme
2	DV-technischer Werkstest	Prüfung wesentlicher Anforderungen der Ausschreibung bzw. des Auftrags anhand der gemäß V-Modell zu erstellenden Prüfspezifikationen und -prozeduren Erkennen und Bereinigen grundsätzlicher Verständigungsprobleme (Kommunikation) zwischen Systemkomponenten			X	X	X	X	X		5 AT	Diese Tests erfordern in der Regel eine unterstützende Prüfsoftware (Datengeneratoren, Protokollsoftware etc.)
3	VT-Werkstest	Test von Steuerungsmodellen und der zugehörigen Parameter Test der Anlagenaktions- und Reaktionsgeschwindigkeit. Test des Steuerungsmodells (Algorithmus) mit seinen zugehörigen Parametern in Zusammenarbeit mit dem Besteller mit Bereitstellung geeigneter simulierter Insel- und Fernbusse durch den Ersteller.	(X)	(X)	(X)	X	X	(X)	X	#2	2-5 AT	Erforderliche Hilfsmittel zur Prüfung und das nötige Fachpersonal sind vom Ersteller zu stellen (ggf. auch externe Dritte). Bei getrennter UZ-Vergabe: Beistellung der UZ durch Besteller bzw. anderen Ersteller
4	Kommunikationstest SSt-AQ (Realbedingung)	Überprüfung des Datenaustauschs (Adressierung, Zeitverhalten, Reaktion auf Befehle/ Anforderungen usw.)	X	X	X					#2,3	2-5 AT	Kann zusammen mit #6 erledigt werden, wenn SSt und UZ vom gleichen Ersteller geliefert werden, nach einer Teilmontage
5	Kommunikationstest UZ-SSt (Realbedingung)	Überprüfung des Datenaustauschs (Adressierung, Zeitverhalten, Reaktion auf Befehle/ Anforderungen usw.)	X	X	X	X	X			#2,3	1-2 Wo	Kann zusammen mit #6 erledigt werden, wenn SSt und UZ vom gleichen Ersteller geliefert werden, nach einer Teilmontage
6	Kommunikationstest VRZ-UZ	Überprüfung des Datenaustauschs zwischen allen DV-Segmenten des Gesamtsystems unter Einsatz von Empfangs- und Sendeprotokollen. Nachweis über die Verfügbarkeit der Anwendungsprozesse. Überprüfung der Verarbeitungszeit der ankommenden bzw. abgehenden Nachrichtenpakete und					X	X	X	#3	2-5 AT	Reduzierter Aufwand, wenn UZ und VRZ von einem Ersteller

Nr.	Name	Inhalt	Ebene							Voraussetzung	Dauer	Bemerkung
			DE	Lokalbus	SSt	Inselbus	UZ AM	Fernbus	VRZ			
		Aufgabenübernahme des Restsystems bei Ausfall einzelner Komponenten.										
7	Montage	Komplette Fertigstellung sämtlicher Anlagenteile und deren Zusammenspiel im Gesamtsystem. Herstellung der Kommunikationsverbindung (VRZ-UZ-SSt) Integration der DV-Segmente in das Gesamtsystem.	X	X	X	X	X	X	X	#3		Sämtliche Leistungen durch den Ersteller ohne Mitwirkung des Bestellers Bei mehreren Erstellern: Koordination durch den Besteller
8	Prüfung der mechanischen und elektrischen Fertigstellung	Überprüfung auf Vollständigkeit der Anlagenteile und der sachgerechten Ausführung. Prüfung nach DIN VDE 0100-600 für alle nach DIN VDE 0100 errichteten Anlagenteile und Vorlage aller zugehörigen Messprotokolle.	X	X	X					#7	2-5 AT bei größeren Anlagen auch länger	Nach Abschluss sämtlicher Montearbeiten
9	Vor-Ort-Test	Sichtprüfung aller Anlagenteile. Vollständigkeit der Zeicheninhalte/ Lichtpunkte der WVZ. Nachweis über das fehlerfreie Zusammenspiel zwischen den zu erstellenden und evtl. existierenden Komponenten.	X	X	X ²⁾					#7	2-5 AT	²⁾ auch WVZ
10	Prüfung der Sensorik (Verkehrs- und Umfeldatenerfassung)	Langzeitbeobachtung der von den Sensoren gemeldeten Werte auf Korrektheit und Plausibilität	X	X	X	X	X	X	X	#7	3-6 Wo parallel zu #8, 9, 11	
11	Probetrieb Phase 1 "Blindbetrieb"	Test der Anlage mit dunkel geschalteten WVZ (Helligkeit 0 %). Grobjustierungen der Steuerungsparameter und SW-Anpassungen. Zusammenspiel aller Anlagenkomponenten. Test der Inselbusbelastung, Leitungslängen, Zusammenspiel aller Anlagenkomponenten und Störungen unter Realbedingungen.	X	X	X	X	X	X	X	#3-8	3 Wo parallel zu #13 (bei größeren Anlagen auch länger)	Unter Verantwortung des Erstellers. Verantwortung des Erstellers nur möglich, wenn SSt und UZ von gleichem Ersteller. Abschließende Prüfung durch Ersteller erforderlich Gegen Ende dieser Phase: Zeitweise „Hell“-Schaltung aller WZG (Volllast)
12	Probetrieb Phase 2 "Verdeckter Probetrieb"	Test des Gesamtsystems mit deutlich sichtbar rot durchgestrichenen WVZ. Grobjustierungen der Steuerungsparameter und SW-Anpassungen.	X	X	X	X	X	X	X	#11	2-5 AT parallel zu #13	Unter Verantwortung des Erstellers. Kann entfallen ggf. unter #10 bzw. #12 enthalten.
13	Stabilitätstest	Test der DV-mäßigen Stabilität der Gesamtanlage durch Langzeitbeobachtung (künstliche Belastung der Inselbusse, Fehler-simulationen, usw.)	X	X	X	X	X	X	X	#8	4-6 Wo parallel zu #11-12	Abschließender Kommunikationstest parallel zum Probetrieb Phase 1 und 2
14	Probetrieb Phase 3 "Offener, scharfer Probe-	Verkehrsrechtliche Anordnung der Verkehrsbeeinflussungsanlage. Feinjustierung der Steuerungsparameter	X	X	X	X	X	X	X	#12 #13	4-6 Wo	Unter Verantwortung des Erstellers. Verkehrsrechtliche Wirksamkeit der Anlage gegeben. Begleitung des Probetriebs durch

Nr.	Name	Inhalt	Ebene							Voraussetzung	Dauer	Bemerkung
			DE	Lokalbus	SSt	Inselbus	UZ AM	Fernbus	VRZ			
	betrieb"											Fachpersonal des Erstellers und Bestellers nach Anforderung.
15	(Gesamt-) Abnahme	Zustandsfeststellung bzw. Teilabnahme der getesteten Anlagenkomponenten nach den jeweiligen Probebetriebsphasen. Gesamtabnahme nach Beendigung aller Arbeiten inkl. des erfolgreich abgeschlossenen Probebetriebs. Übergabe der Anlage nach restloser Beseitigung aller Mängel.	X	X	X	X	X	X	X	#14	1-5 AT	
16	Gewährleistungsabnahme	Zustandsfeststellung von Anlagenteilen vor Ablauf der Gewährleistungsfrist	X	X	X	X	X	X	X	#15	1-5 AT	
Abkürzungen:												
			AT - Arbeitstag									
			Wo - Woche									

Beispielhafte Maßnahmenabfolge

A 17.3 Projektzeitenplan für Prüfungen, Tests und zur Inbetriebnahme von VBA



Beispielhafter Projektzeitenplan