

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen



Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement

**Hinweise
zum Einsatz
von Steuerungsverfahren
in der Verkehrsbeeinflussung**

W 1

Ausgabe 2012

Inhaltsübersicht

	Seite
0 Vorbemerkungen	13
1 Einleitung	13
2 Verbindliche Vorgaben für die Steuerung	14
2.1 Vorgaben für NBA	14
2.2 Vorgaben für SBA	14
2.3 Vorgaben für KBA	14
2.4 Maßnahmenübergreifende Vorgaben	14
3 Datenaufbereitung und -fusion für Steuerungszwecke	14
3.1 Verkehrsdaten	14
3.1.1 Überblick	14
3.1.2 Konventionen für verkehrstechnische Kenngrößen	16
3.1.3 Verwendete Indices	16
3.1.4 Werte je Fahrstreifen	16
3.1.5 Werte je Richtungsquerschnitt (MQ)	16
3.2 Umfelddaten	17
4 Steuerungskonzeption	17
4.1 Aufbau und Aufgaben der Steuerung	17
4.2 Einflussgrößen auf den Verkehrsfluss	19
4.3 Zielfunktion und Entscheidungsvorbereitung	19
5 Verfahren zur Situationsermittlung	21
5.1 Einleitung	21
5.1.1 Einführung des Begriffs Situation	21
5.1.2 Verkehrliche Situationsermittlung	21
5.1.3 Umfeldbedingte Situationsermittlung	21
5.2 Übersicht über die Verfahren der Situationserkennung	22
5.3 Verkehrslage und Stauererkennung nach MARZ	22
5.3.1 Beschreibung des Verfahrens	22
5.3.2 Kenngrößen	22
5.3.3 Erfahrungen	25
5.4 VKDiffKfz nach AK VRZ	25
5.4.1 Beschreibung des Verfahrens	25
5.4.2 Kenngrößen	26
5.4.3 Erfahrungen	26
5.5 Unruhe im Verkehr nach MARZ	27
5.5.1 Beschreibung des Verfahrens	27
5.5.2 Kenngrößen	27
5.5.3 Erfahrungen	27
5.6 Dynamisches Fundamentaldiagramm	27
5.6.1 Beschreibung des Verfahrens	27
5.6.2 Kenngrößen	28
5.6.3 Erfahrungen	28
5.7 Kalman-Filterverfahren	28
5.7.1 Beschreibung des Verfahrens	28
5.7.2 Kenngrößen	29
5.7.3 Erfahrungen	29

	Seite
5.8 INCA	29
5.8.1 Beschreibung des Verfahrens	29
5.8.2 Kenngrößen	30
5.8.3 Erfahrungen	30
5.9 Automatische Verkehrszustandsklassifizierung und Störfallerkennung mit AIDA	31
5.9.1 Beschreibung des Verfahrens	31
5.9.2 Kenngrößen	31
5.9.3 Erfahrungen	32
5.10 Fuzzyfizierte Verkehrslage	32
5.10.1 Beschreibung des Verfahrens	32
5.10.2 Kenngrößen	33
5.10.3 Erfahrungen	34
5.11 Hoher Lkw-Anteil nach MARZ	34
5.11.1 Beschreibung des Verfahrens	34
5.11.2 Kenngrößen	34
5.11.3 Erfahrungen	35
5.12 Witterungszustand Nässe nach MARZ	35
5.12.1 Beschreibung des Verfahrens	35
5.12.2 Kenngrößen	35
5.12.3 Erfahrungen	36
5.13 Witterungszustand Nässe nach „Hinweise zur Erfassung und Nutzung von Umfelddaten in Streckenbeeinflussungsanlagen“	36
5.13.1 Beschreibung des Verfahrens	36
5.13.2 Kenngrößen	36
5.14 Witterungszustand Nebel nach „Hinweise zur Erfassung und Nutzung von Umfelddaten in Streckenbeeinflussungsanlagen“	36
5.14.1 Beschreibung des Verfahrens	36
5.14.2 Kenngrößen	37
5.14.3 Erfahrungen	37
5.15 Lärm	37
5.15.1 Beschreibung des Verfahrens	37
5.15.2 Kenngrößen	37
5.15.3 Erfahrungen	37
5.16 Immissionssteuerung	38
5.16.1 Beschreibung des Verfahrens	38
5.16.2 Kenngrößen	38
5.16.3 Erfahrungen	38
5.17 Feinstaub-Algorithmus	39
5.17.1 Beschreibung des Verfahrens	39
5.17.2 Kenngrößen	39
5.17.3 Erfahrungen	39
5.18 Einfaches Fahrtzeitmodell	40
5.18.1 Beschreibung des Verfahrens	40
5.18.2 Kenngrößen	41
5.18.3 Erfahrungen	42

	Seite
5.19 Fahrtzeitmodell mit deterministischem Staumodell . .	42
5.19.1 Beschreibung des Verfahrens	42
5.19.2 Kenngrößen	45
5.19.3 Erfahrungen	45
5.20 ASDA/FOTO	45
5.20.1 Beschreibung des Verfahrens	45
5.20.2 Kenngrößen	46
5.20.3 Erfahrungen	46
5.21 Netzprognosemodell	47
5.21.1 Beschreibung des Verfahrens	47
5.21.2 Kenngrößen	47
5.21.3 Erfahrungen	48
5.22 Ganglinienprognose nach AK VRZ	48
5.22.1 Beschreibung des Verfahrens	48
5.22.2 Kenngrößen	49
5.22.3 Erfahrungen	49
5.23 Stauverlaufsanalyse nach AK VRZ	49
5.23.1 Beschreibung des Verfahrens	49
5.23.2 Kenngrößen	50
5.23.3 Erfahrungen	50
5.24 MONET, VISUM-online	51
5.24.1 Beschreibung des Verfahrens	51
5.24.2 Kenngrößen	51
5.24.3 Erfahrungen	52
5.25 Köln-Koblenz-Algorithmus	52
5.25.1 Beschreibung des Verfahrens	52
5.25.2 Kenngrößen	52
5.25.3 Erfahrungen	54
5.26 Vereinfachtes Netzsteuerungsmodell	54
5.26.1 Beschreibung des Verfahrens	54
5.26.2 Kenngrößen	54
5.26.3 Erfahrungen	54
5.27 Polydrom	54
5.27.1 Beschreibung des Verfahrens	54
5.27.2 Kenngrößen	54
5.27.3 Erfahrungen	56
5.28 Zusammenfassung	56
6 Situationsbewertung	57
6.1 Situation	57
6.1.1 Definition	57
6.1.2 Typ	57
6.1.3 Diskrete Zustände	57
6.1.4 Räumliche Zuordnung	58
6.1.5 Ergebniswertgüte	58
6.1.6 Verfahrensgüte	58
6.1.7 Verfahren	58

	Seite
6.2 Bewertungsverfahren	58
6.2.1 Ziel	58
6.2.2 Beispielverfahren zur Situationsbewertung	58
6.3 Fuzzy-AID	59
6.3.1 Beschreibung des Verfahrens	59
6.3.2 Kenngrößen	61
6.3.3 Erfahrungen	61
6.4 Erweiterte Situationserkennung	62
6.4.1 Beschreibung des Verfahrens	62
6.4.2 Kenngrößen	63
6.4.3 Erfahrungen	63
7 Maßnahmenauswahl	64
7.1 Maßnahmen	64
7.2 Maßnahmenbibliothek	64
7.3 Lkw-Überholverbot wegen Verkehrsbehinderung nach MARZ	66
7.3.1 Beschreibung der Maßnahme	66
7.3.2 Kenngrößen	66
7.3.3 Erfahrungen	66
7.4 Warnung vor langsamen Fahrzeugen	66
7.4.1 Beschreibung der Maßnahme	66
7.4.2 Kenngrößen	66
7.4.3 Erfahrungen	66
7.5 Richtungswechselbetrieb	67
7.5.1 Beschreibung der Maßnahme	67
7.5.2 Kenngrößen	67
7.5.3 Erfahrungen	67
7.6 Temporäre Seitenstreifenfreigabe	67
7.6.1 Beschreibung der Maßnahme	67
7.6.2 Kenngrößen	67
7.6.3 Erfahrungen	68
7.7 Steuerungsmaßnahme für große Netzmaschen	68
7.7.1 Beschreibung der Maßnahme	68
7.7.2 Kenngrößen	69
7.7.3 Erfahrungen	60
7.8 Variable Fahrstreifenzuteilung	70
7.8.1 Beschreibung der Maßnahme	70
7.8.2 Kenngrößen	70
7.8.3 Erfahrungen	70
7.9 Zuflussregelung (ALINEA)	70
7.9.1 Beschreibung der Maßnahme	70
7.9.2 Kenngrößen	70
7.9.3 Erfahrungen	70
7.10 Zuflussregelung (NRW)	71
7.10.1 Beschreibung der Maßnahme	71
7.10.2 Kenngrößen	71
7.10.3 Erfahrungen	71

	Seite
7.11 Zuflussregelung mit PRO	71
7.11.1 Beschreibung der Maßnahme	71
7.11.2 Kenngrößen	71
7.11.3 Erfahrungen	72
7.12 Weitere Maßnahmen in der Verkehrsbeeinflussung ..	72
7.12.1 Geschwindigkeitsbeschränkung	72
7.12.2 Gefahrenwarnung	72
7.12.3 Fahrstreifensperrung	72
7.12.4 Abstandswarnung	72
7.12.5 Konfigurierter Maßnahmentyp	72
7.12.6 Fahrtzeitinformation	72
7.12.7 Zielinformation	72
7.12.8 Vereinfachtes Netzsteuerungsmodell	72
7.13 Zusammenfassung	73
7.14 Abbildung von Situationen auf Maßnahmen	73
8 Maßnahmenbewertung	74
8.1 Ziel	74
8.2 Abgleich sich gegenseitig ausschließender Maßnahmen	74
8.2.1 Maßnahmenabgleich im NBA-Kontext	75
9 Schaltbildermittlung	75
9.1 Einleitung, Abgrenzung	75
9.2 Zuordnung von Maßnahmen auf Anzeigequerschnitte ..	76
9.2.1 SBA	76
9.2.2 NBA	76
9.3 Schaltbildanforderung	76
9.4 Definitionen, Terminologie	77
9.5 Schaltungsarten	77
9.5.1 Automatikprogramme	77
9.5.2 Manuelle Programme	77
9.5.3 Schaltung der Wechselverkehrszeichen durch andere Systemkomponenten	78
9.5.4 Zusammenfassung	78
9.6 Längs- und Querabgleich	78
9.6.1 Allgemeines	78
9.6.2 Quer- und Längsabgleichsregeln für Strecken- beeinflussungsanlagen	78
9.6.3 Quer- und Längsabgleich im Netzbeeinflussungs- anlagen-Kontext	79
9.7 Priorisierung	80
9.7.1 Priorisierung von Zeichen	80
9.7.2 Priorisierung von Zielen (Wechselwegweisung)	80
9.8 Verriegelung	81
9.9 Überlagerung, Verdrängung	82
9.10 Progression	83

	Seite
9.11 Ausfallbehandlung	83
9.11.1 Datenübertragung	83
9.11.2 Verkehrsrechner oder Datenverbindung zur SST	84
9.11.3 Substitutive Wechselwegweiser	84
9.11.4 Lichttechnische Wechselverkehrszeichen	84
9.11.5 Zuflussregelungsanlage	84
9.11.6 Zentrale	85
9.12 Offene Punkte zur Schaltbildermittlung	85
10 Qualitätsmanagement	86
10.1 Begriffsdefinition	86
10.2 Zielsetzung	86
10.3 Inhaltliche Abgrenzung	86
10.4 Einsatz von QM in der Steuerung	87
10.4.1 Beschreibung	87
10.4.2 Situationsermittlung und -bewertung	87
10.4.3 Maßnahmenauswahl und -bewertung	89
10.4.4 Schaltbildauswahl	90
10.4.5 Gesamtbeurteilung	90
10.5 Weitere Aspekte im Qualitätsmanagement	91
10.6 Qualitätssicherungstool Transaid	91
10.6.1 Beschreibung des Verfahrens	91
10.6.2 Eingangs- und Ausgangsgrößen	91
10.6.3 Erfahrungen	92
10.7 Online-Wirksamkeit	92
10.7.1 Beschreibung des Verfahrens	92
10.7.2 Eingangs- und Ausgangsgrößen	92
10.7.3 Erfahrungen	92
 Literaturverzeichnis	 92
 A. Anhang: Steuerungsverfahren	 95
A.1 Ganglinienprognose nach AK VRZ	95
A.1.1 Beschreibung des Verfahrens	95
A.1.2 Kenngrößen	97
A.2 Stauverlaufsanalyse nach AK VRZ	99
A.2.1 Beschreibung des Verfahrens	99
A.2.2 Kenngrößen	109
A.3 Köln-Koblenz-Algorithmus	101
A.4 Vereinfachtes Netzsteuerungsmodell	109
A.5 Schaltbildermittlung	111

Bildverzeichnis

	Seite
Bild 1: Datenaufbereitung und -fusion	15
Bild 2: Steuerungsablauf	18
Bild 3: Zustandsbereiche im dynamischen Fundamentaldiagramm	28
Bild 4: Fahrtrichtungsbezogene Verkehrsstufen innerorts (AIDA)	31
Bild 5: Qualitative Darstellung der Fuzzifizierung	32
Bild 6: Linguistische Variable für die Verkehrsstärke	33
Bild 7: Beispiel für den Fahrtzeitvergleich im einfachen Fahrtzeitmodell ..	40
Bild 8: Beispiel für die LOS-Darstellung im einfachen Fahrtzeitmodell	41
Bild 9: Prinzip der Modelle ASDA und FOTO	46
Bild 10: Beispielhafte Struktur eines Fuzzy-Systems zur Ermittlung der Störfallwahrscheinlichkeit	59
Bild 11: Zugehörigkeitsfunktion der Eingangsgröße V_{min}	59
Bild 12: Zugehörigkeitsfunktion der Eingangsgröße V_{KDiff}	60
Bild 13: Zugehörigkeitsfunktion der Eingangsgröße California-Status	60
Bild 14: Zugehörigkeitsfunktion für die Ausgangsgröße Störfall- wahrscheinlichkeit	61
Bild 15: Ablauf und Aufbau der Erweiterten Situationserkennung	62
Bild 16: Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für Stau an baulichem Engpass mit ESE	62
Bild 17: Ermittlung der Wahrscheinlichkeit eines Engpasses mit ESE	63
Bild 18: Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für bereichsweise Verdichtung in einem Abschnitt mit ESE	63
Bild 19: Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für einwandernden Stau mit ESE	63
Bild 20: Ermittlung der Wahrscheinlichkeit eines zugestauten Abschnitts mit ESE	63
Bild 21: Prinzip der rekursiven Routenauswahl	69
Bild 22: Beispiele für Zustände, die eine Verriegelung erfordern	81
Bild 23: Beispiel einer Oberfläche zur Definition der Verriegelungsmatrix ..	81
Bild 24: Beispiel für das Prinzip des Verdrängens	82
Bild 25: Qualitätsmanagement im Systemzusammenhang	87
Bild 26: Ablaufschema des Qualitätssicherungsprozesses der Situationsermittlung	87
Bild 27: Definition eines Benchmarkingsystems nach [Busch et al., 2006] ...	90
Bild 28: Zusammenfassung von Stauobjekten	105
Bild 29: Getrennte Stauobjekte	105
Bild 30: Fortschreibung von Stauobjekten	105
Bild 31: Trennung von Stauobjekten	105
Bild 32: Keine Trennung von Stauobjekten	105
Bild 33: Verlängerung von Stauobjekten	106
Bild 34: Segmenteinteilung und Kapazität bei Baustellen	107
Bild 35: Segmenteinteilung und Kapazität bei Unfallstellen	107
Bild 36: Beispiel für eine Ganglinienauswahl mit besonderem Ereignis	108
Bild 37: Ganglinienauswahl	108
Bild 38: Bestimmung der Prognosegeschwindigkeit	108
Bild 39: Ermittlung der Fahrtzeiten über Zeit-Weg-Linien	109
Bild 40: Beispiel einer Oberfläche zur Parametrierung der Prioritäten- reihung WVZ	110

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Analysewerte für Fahrstreifen	16
Tabelle 2: Prognosewerte für Fahrstreifen	16
Tabelle 3: Analysewerte für Richtungsquerschnitte	16
Tabelle 4: Prognosewerte für Richtungsquerschnitte	16
Tabelle 5: Kenngrößen Umfelddaten im Kontext der Steuerung	17
Tabelle 6: Ergebnistypen der Verfahren zur Situationserkennung	23
Tabelle 7: Auslösebedingungen für Harmonisierung	24
Tabelle 8: Rücknahmebedingungen für Harmonisierung	24
Tabelle 9: Grenzwerte für die Auslösebedingungen der Harmonisierung ..	24
Tabelle 10: Grenzwerte für die Rücknahmebedingungen der Harmonisierung	24
Tabelle 11: Parameter für VKdiff	26
Tabelle 12: Ein- und Ausschaltgrenzwerte für Unruhe im Verkehr	27
Tabelle 13: Eingangsgrößen und Ausgangsgrößen des Dynamischen Fundamentaldiagramms	28
Tabelle 14: Parameter des Dynamischen Fundamentaldiagramms	28
Tabelle 15: Entscheidungspunkte für Warnung	30
Tabelle 16: Ermittlung der Verkehrsstufe je Fahrtrichtung (FR)	31
Tabelle 17: Parameter für fuzzyfizierte Verkehrslage	33
Tabelle 18: Parameter für Fuzzy-Verkehrsstärke	34
Tabelle 19: Fuzzyfizierungsregeln für fuzzyfizierte Verkehrslage	34
Tabelle 20: Ein-/Ausschaltbedingungen Lkw-Überholverbot	35
Tabelle 21: Grundversorgung der Parameter für die Ein-/Ausschalt- bedingungen Lkw-Überholverbot	35
Tabelle 22: Grundversorgung der Parameter für die Einschaltbedingungen Lkw-Überholverbot bei Nässe oder Sichtbehinderung	35
Tabelle 23: Grundversorgung der Parameter für die Ausschaltbedingungen Lkw-Überholverbot bei Nässe oder Sichtbehinderung	35
Tabelle 24: Zuordnung der Parameter zu den Niederschlagsstufen	35
Tabelle 25: Ermittlung der Nässe- und Verkehrssituation	35
Tabelle 26: Erstversorgung der Grenzwerte für die Niederschlagsstufen ..	36
Tabelle 27: Erstversorgung der Grenzwerte für die Wasserfilmdickestufen .	36
Tabelle 28: Erstversorgung der Matrix zur Ermittlung der Nässestufen . . .	36
Tabelle 29: Parameter der Sichtweitestufen	37
Tabelle 30: Berechnung von Fahrtzeiten und Staulänge im Fahrtzeitmodell mit deterministischem Staumodell	44
Tabelle 31: Eingangsgrößen für den Köln-Koblenz-Algorithmus	52
Tabelle 32: Eingangsgrößen für das vereinfachte Netzsteuerungsmodell ..	55
Tabelle 33: Einschaltsschwellen für das vereinfachte Netzsteuerungsmodell	55
Tabelle 34: Ausschaltsschwellenwerte für das vereinfachte Netzsteuerungs- modell	55

	Seite
Tabelle 35: Eingesetzte Verfahren zur Situationsermittlung	56
Tabelle 36: Zustände von Situationstypen	57
Tabelle 37: Regeln des Regelblocks „RB_Stoerf_Wahrsch“	60
Tabelle 38: Maßnahmenkatalog	64
Tabelle 39: Beispiel für eine Fahrtzeitstatistik	66
Tabelle 40: Beispiel für eine Zuordnungstabelle von $TU_{(rechnerisch)}$ zu T_{ROT}	71
Tabelle 41: Eingesetzte Maßnahmen in der Verkehrssteuerung	74
Tabelle 42: Abbildungsmatrix Situationen – Maßnahmen	74
Tabelle 43: Schaltungsarten der UZ	78
Tabelle 44: Mögliche Prioritäten für die Anzeige von WVZ [RWVA, Tabelle 4.2]	80
Tabelle 45: Behandlung von Störungen des Anzeigesystems [MARZ, Tabelle 16]	84
Tabelle 46: Behandlung von Störungen bei Wechselwegweisungssystemen	84
Tabelle 47: Zuordnung von Kenngrößen und Qualitätsindikatoren	88
Tabelle 48: Hilfskenngrößen zur Qualitätssicherung der Maßnahmen- auswahl und -bewertung	90
Tabelle 49: Qualitätsindikatoren TRANSAID	91
Tabelle 50: Beispiel für Tagesauswahl	96
Tabelle 51: Parameter der Ganglinienprognose	98
Tabelle 52: Persistente Parameter der Ganglinienprognose	98
Tabelle 53: Attribute der Stauverlaufsprognose	100
Tabelle 54: Ausgangsgrößen der Stauverlaufsprognose	101
Tabelle 55: Parameter der Stauverlaufsprognose	101
Tabelle 56: Information über „Stau“/„nicht Stau“	101
Tabelle 57: Einteilung der Verkehrszustandsklassen	102
Tabelle 58: Zuordnung Verkehrszustandsklassen	103
Tabelle 59: Zuordnung der TMC-Meldungen	103
Tabelle 60: Beispiel für die Prioritätenreihung	111

Herstellung und Vertrieb:

FGSV Verlag GmbH

50999 Köln · Wesselinger Straße 17

Tel.: 0 22 36/38 46 30 · Fax: 0 22 36/38 46 40

Internet: www.fgsv-verlag.de

ISBN 978-3-86446-022-7



W 1