

Verkehrsleittechnik für den Straßenverkehr

Band I

Grundlagen und Technologien
der Verkehrsleittechnik

Herausgegeben von

Rudolf Lapierre und Gerd Steierwald

Mit 199 Abbildungen

Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo 1987

Inhaltsverzeichnis

Teil A Einführung

Teil B Technik der Erfassung, Übertragung, Verarbeitung und Kommunikation

1	Verfahren und Geräte zur Erfassung und Übertragung von Verkehrsdaten (P. Thilo)	11
1.1	Verkehrsdetektoren	11
1.1.1	Aufgabe und Eigenschaften von Verkehrsdetektoren	11
1.1.2	Berührungsdetektoren	13
1.1.3	Detektoren mit stationären bzw. quasistationären Feldern	13
1.1.4	Strahlungsdetektoren	20
1.1.5	Schalldetektoren	21
1.2	Übertragung von Verkehrsdaten	22
1.2.1	Anforderungen an die Übertragung	22
1.2.2	Elektrische, leitungsgebundene Übertragung	23
1.2.3	Elektrische, drahtlose Übertragung	25
1.2.4	Optische Übertragung	26
1.2.5	Mechanische Übertragung	26
2	Rechnerstrukturen (W. Ameling)	27
2.1	Einführung	27
2.2	Rechnertypen und Rechnerarchitektur	28
2.3	Einzel- und Mehrrechnersysteme	33
2.4	Klassifizierung der Rechnerarchitekturen	38
2.5	Literatur	40
3	Steuerungssysteme für Lichtsignalanlagen (W. Ameling)	41
3.1	Entwicklung der Verkehrsrechneranlagen	41
3.2	Steuerung einzelner Knotenpunkte	41
3.2.1	Grundlagen	41
3.2.2	Funktionsbeschreibung der Signalsteuereinheit	45

3.2.3	Signalsteuergerät mit Mikrocomputer	47
3.3	Koordinierte, dezentralisierte Steuerung mehrerer Knotenpunkte	49
3.4	Zentrale Verkehrssteuerung	50
3.4.1	Reine Zentralrechnersteuerung	50
3.4.2	Zentralsteuerung mit dezentraler Intelligenz	53
3.5	Gebietsrechnerkonzept	57
3.5.1	Grundlagen	57
3.5.2	Teilgebietssteuerung	57
3.5.3	Großgebietssteuerung	60
3.6	Literatur	61
4	Wechselverkehrszeichen als Kommunikationsmittel (F.-F. Bolte).....	62
4.1	Einführung, Definitionen und historische Entwicklung	62
4.2	Bauarten von Wechselzeichengebern	63
4.2.1	Geräte mit mechanischem Zeichenwechsel	63
4.2.2	Geräte mit lichttechnischem Zeichenwechsel	69
4.2.3	Wahl der Bauart	75
4.3	Zeicheninhalte	76
4.3.1	Anforderungen	76
4.3.2	Gefahrzeichen	76
4.3.3	Vorschriftszeichen	77
4.3.4	Richtzeichen	78
4.4	Funktionsanforderungen	80
4.4.1	Sichtbarkeit, Wahrnehmbarkeit	80
4.4.2	Verkehrssicherheit	81
4.5	Zusammenfassung	82
4.6	Literatur	82
5	Technische Systeme der individuellen Zielführung	84
5.1	Informationssysteme im Kraftfahrzeug (F. Heintz)	84
5.1.1	Ausgangslage	84
5.1.2	Das Informationsumfeld	84
5.1.2.1	Betriebsinformationen und Fahrzeugüberwachung	84
5.1.2.2	Fahrtverlaufsinformationen – Fahrdatenrechner	85
5.1.2.3	Diagnoseinformation	85
5.1.2.4	Autoradio – Telekommunikation	86
5.1.2.5	Abstandswarnradar	86
5.1.2.6	Komfortinformationen	87
5.1.3	Ergonomie	87
5.1.3.1	Gestaltungsbereiche	87

5.1.3.2	Ergonomische Gestaltungsaufgaben	88
5.1.4	Die Technik	89
5.1.4.1	Optische Anzeigen	89
5.1.4.2	Sprachausgabe	96
5.1.4.3	Zukunftsaspekte – Integrierte Informations- und Benutzersysteme	97
5.1.5	Literatur	98
5.2	Zielführungssysteme ALI und EVA (P. Brägas)	98
5.2.1	Grundlagen der individuellen Zielführung	98
5.2.2	Technik des Systems ALI	99
5.2.2.1	Anlagenkonfiguration	99
5.2.2.2	Zielcodierung	100
5.2.2.3	Zentrale	101
5.2.2.4	Meßquerschnitte	103
5.2.2.5	Aufbau der Datentelegramme Straße/Fahrzeug	107
5.2.2.6	Fahrzeuggerät	109
5.2.3	Technik des Systems EVA	112
5.2.3.1	Systemkonzept	112
5.2.3.2	Fahrerkommunikationssystem	114
5.2.3.3	Routensuchsystem	114
5.2.3.4	Netzabbildung	114
5.2.3.5	Ortungssystem	116
5.2.4	Literatur	118
5.3	Das Verkehrsleit- und Informationssystem AUTO-SCOUT (R. v. Tomkewitsch)	118
5.3.1	Anlagenkonfiguration	118
5.3.2	Fahrzeuggerät	119
5.3.3	Bakengerät	128
5.3.4	Verkehrsleitrechner	134

**Teil C Grundlagen zur Erarbeitung von Betriebssystemen
der Verkehrsleittechnik**

1	Mathematische Modelle des Verkehrsablaufs (H. Keller)	141
1.1	Einführung, Definition und Verteilung von Kennwerten des Verkehrsablaufs	141
1.1.1	Einführung	141
1.1.2	Definition und Verteilung von Kennwerten	142

1.1.3	Fahrzeugankunftsverteilungen	143
1.1.4	Fahrzeugabstandsverteilungen	144
1.1.5	Geschwindigkeitsverteilungen	147
1.2	Modelle für den Verkehrsfluß auf der freien Strecke	149
1.2.1	Grundlagen, Fundamentaldiagramm, Zustandsformen und Modelle	149
1.2.2	Kontinuitätsgleichung des Verkehrs	152
1.2.3	Kontinuumstheorie	153
1.2.4	Quantitative Modelle bei stationärem Verkehr	154
1.2.5	Mikroskopische Modelle	156
1.2.6	Zusammenhang zwischen mikro- und makroskopischen Modellen bei stationärem Verkehr	158
1.2.7	Zeitdiskrete Verkehrsflußmodelle	159
1.3	Warteprozesse im Verkehrsablauf an Kreuzungen und Engpässen ...	162
1.3.1	Grundlagen und Klassifizierung von Wartesystemen	162
1.3.2	Stochastische Warteschlangenmodelle bei stationärem Verkehr	165
1.3.3	Zeitverluste an Knotenpunkten bei stationärem Verkehr	167
1.3.4	Deterministische Wartemodelle bei instationärem Verkehr	173
1.3.5	Wartemodelle im Übergangsbereich vom ungesättigten Verkehr zur Überlastung	175
1.4	Modelle des Verkehrsablaufs in Wegenetzen	180
1.4.1	Entscheidungskriterien	180
1.4.2	Elemente der Graphentheorie	183
1.4.3	Routensuchalgorithmen	183
1.4.4	Verkehrsumlegung bei Minimierung der Gesamtkosten im Netz	186
1.4.5	Verkehrsverteilung als Transportproblem	186
1.5	Literatur	188
2	Simulationsmodelle (R. Wiedemann, H. Hubschneider)	192
2.1	Grundlagen und Möglichkeiten der Simulation des Verkehrsablaufs	192
2.2	Simulationstechnische Probleme	194
2.2.1	Sprachen	194
2.2.2	Zufallszahlen	194
2.2.3	Diskretisierung	196
2.2.4	Validierung und Kalibrierung	197
2.2.5	Statistische Absicherung von Simulationsergebnissen	198
2.3	Entwicklung von Simulationsmodellen	200
2.3.1	Prinzipieller Aufbau	200
2.3.2	Einzelne Bausteine	202
2.3.3	Strukturbeispiel	206
2.4	Spezielle Simulationsmodelle	206
2.4.1	Strecken, Engpässe	206

2.4.2	Knoten	208
2.4.3	Straßenzüge, Netze	209
2.5	Literatur	210
3	Steuerungs- und Bewertungsgrößen	
	(Günter Hoffmann, Gerd Hoffmann, K. Leichter)	213
3.1	Einführung	213
3.2	Kenngrößen der Verkehrsstärke	214
3.2.1	Erfassung der Verkehrsstärke	214
3.2.2	Ganglinien der Verkehrsstärke und Glättungsverfahren	215
3.2.3	Auslastungsgrad	225
3.2.4	Belastungsquotient	226
3.3	Verkehrsdichte und Belegungsgrad	228
3.3.1	Definitionen und Meßmöglichkeiten	228
3.3.2	Zusammenhang zwischen Stärke, Dichte und Geschwindigkeit	229
3.3.3	Zusammenhang zwischen Dichte und Belegungsgrad	232
3.3.4	Verkehrsdichte und Belegungsgrad als Steuerungsgröße	236
3.3.5	Verkehrsdichte und Belegungsgrad als Bewertungsgröße	238
3.4	Kenngrößen im Zusammenhang mit der Geschwindigkeit	239
3.4.1	Definitionen und Meßmöglichkeiten	239
3.4.2	Geschwindigkeitsganglinie und Geschwindigkeitsprofil	241
3.4.3	Geschwindigkeiten als Steuerungsgröße	245
3.4.4	Geschwindigkeitsdaten als Bewertungsgröße	247
3.5	Die Zeitlücke als Steuerungs- und Bewertungsgröße	250
3.5.1	Definition und Meßmöglichkeit	250
3.5.2	Die Zeitlücke als Steuerungsgröße	250
3.5.3	Die Zeitlücke als Bewertungsgröße	253
3.6	Wartezeit und Anzahl der Halte	253
3.6.1	Definitionen und Meßmöglichkeiten	253
3.6.2	Wartezeit als Steuerungsgröße	256
3.6.3	Wartezeit und Anzahl der Halte als Bewertungsgröße	257
3.7	Staulänge	258
3.7.1	Definition und Meß- und Berechnungsmöglichkeiten	258
3.7.2	Staulänge als Steuerungsgröße	261
3.7.3	Staulänge als Bewertungsgröße	262
3.8	Sonstige Kenngrößen zur Bewertung	264
3.8.1	Rauschen und normiertes Rauschen	264
3.8.2	Mittlere gewogene Reisegeschwindigkeit und gesamter Reisezeitaufwand	266
3.8.3	Kraftstoffeinsparungen im Zielkonflikt mit anderen Forderungen bei der Lichtsignalsteuerung	268
3.9.	Literatur	275

4	Wirkungsanalyse und Bewertung städtischer Verkehrsleitsysteme (J. Schönharting, Th. Pischner)	278
4.1	Einführung	278
4.2	Methodische Grundlagen	281
4.2.1	Zieldefinition	281
4.2.2	Wirkungsanalyse	282
4.2.3	Bewertungsverfahren	283
4.3	Konkretisierung der methodischen Ansätze	286
4.3.1	Untersuchungsgegenstand	286
4.3.2	Zielkatalog	288
4.4	Indikatoren und Modellvorstellungen zur Quantifizierung der Wirkungen	288
4.4.1	Allgemeine Anforderungen	288
4.4.2	Untersuchungsfälle	289
4.4.3	Verkehrszustände	289
4.4.3.1	Verkehrsnachfrage	289
4.4.3.2	Innerstädtische Verkehrsablaufmodelle	290
4.4.4	Indikatoren zur Beschreibung der Qualität des Verkehrsablaufs	292
4.4.5	Indikatoren zur Beschreibung der Verkehrssicherheit	294
4.4.6	Indikatoren zur Beschreibung der Sozial- und Aufenthaltsfunktionen	296
4.4.6.1	Übersicht	296
4.4.6.2	Schallimmissionen	297
4.4.6.3	Abgasimmissionen	299
4.4.6.4	Trennwirkungen	302
4.4.7	Indikatoren zur Beschreibung ökologischer Wirkungen	303
4.4.8	Indikatoren zur Beschreibung der Kosten	305
4.4.8.1	Investitionskosten	305
4.4.8.2	Anlagenbetriebskosten	306
4.5	Wertsynthese	306
4.6	Systematik zur Ermittlung des Mengengerüsts	309
4.7	Literatur	311