

Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik

Heft

918

2005

Forschungsberichte aus dem Forschungsprogramm
des Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen und
der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.

Fortentwicklung und Bereitstellung eines bundeseinheitlichen Simulationsmodells für Bundesautobahnen

Prof. Dr.-Ing. Werner Brilon
Dipl.-Ing. Jochen Harding
Dipl.-Ing. Kai Erlemann
Dipl.-Ing. Stefan Seifarth

Lehrstuhl für Verkehrswesen
und
Lehrstuhl für Bauinformatik
Ruhr-Universität Bochum

Juli 2005

Herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und
Wohnungswesen, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, Bonn

ULB Darmstadt



16137324

Inhalt

1	Ausgangssituation	13	5	Modelle für den Fahrstreifenwechsel	38
2	Prinzipien bei der Simulation des Verkehrsflusses	14	5.1	Fahrstreifenwechselmodell nach SPARMANN (1978)	38
3	Mikroskopische Verkehrssimulation – Stand der Technik	15	5.2	Modell für dreistreifige Richtungsfahrbahnen	40
3.1	Stand der Technik in Deutschland	15	6	Modelle für Einfahrten	41
3.2	Simulationsmodelle in den USA	16	6.1	Verfahren zur Bemessung von Einfahrten nach WESTPHAL (1995)	41
3.2.1	Funktion und Tätigkeit der Federal Highway Administration (FHWA)	16	6.2	Fahrverhalten an Autobahnanschlüssen nach THEIS (1997)	44
3.2.2	Next Generation Simulation (NGSIM)	16	6.2.1	Lückensuche	44
3.2.3	Zukunft von CORSIM	17	6.2.2	Einfahren	45
3.3	Sonstige Modelle	17	6.2.3	Ausfahren	46
3.4	Zusammenfassende Bewertung	17	6.2.4	Durchfahren	47
4	Modelle für die Abstandshaltung und für die Fahrt	18	6.2.5	Zusammenspiel der Fahrzeuge	47
4.1	Kinematisches Abstandsmodell	18	6.2.6	Ausprägung der Modellparameter	48
4.2	Psycho-physisches Abstandsmodell	19	7	Prinzipien der Programmierung	49
4.3	Fahrzeugfolgetheorie	22	7.1	Befehlsorientierte und prozedurale Programmierparadigmen	49
4.3.1	Grundsätze der Fahrzeugfolgemodelle	22	7.2	Objektorientierte Programmierparadigmen	49
4.3.2	Parameter innerhalb des klassischen Fahrzeugfolgemodells	23	7.3	Die Programmiersprache Java	49
4.3.3	Aktualisierte Bestimmung der Parameter innerhalb des klassischen Fahrzeugfolgemodells	24	7.4	Die Klassen des Simulationsmodells	50
4.3.4	Auffassung der Modellparameter als Zufallsgrößen	24	7.4.1	Fahrer-Fahrzeug-Elemente	51
4.4	Fuzzy-Logik-Modell	24	7.4.2	Klasse Fahrzeug	52
4.4.1	Fuzzy-Regler	24	7.4.3	Klasse Fahrer	52
4.4.2	Potenzielle Kollisionszeit	25	7.4.4	Klasse Fahrverhalten	52
4.4.3	Definition der Modellvariablen	25	7.4.5	Klasse Spurwechselverhalten	52
4.4.4	Mengendefinitionen der Modellvariablen	26	7.4.6	Klasse Fahrspur	53
4.4.5	Zusammenfassung	28	7.4.7	Klasse MehrspurBereich	53
4.5	Zellularautomaten	28	7.5	Paketstruktur	53
4.5.1	Der Standard-Zellular-Automat (STCA)	29	7.6	Ablauf eines Simulationsschritts	54
4.5.2	Der zeitorientierte Zellular-Automat (TOCA)	33	7.7	Visualisierung des Verkehrsablaufs	55
4.6	BANDO-Modell	35	7.8	Erweiterungsmöglichkeiten des Simulationsmodells	56
4.6.1	Allgemeine Form des Modells	35	7.8.1	Definition neuer Fahrverhalten	56
4.6.2	Optimal Velocity Function (OVF)	35	7.8.2	Definition neuer Spurwechselverhalten	56
4.6.3	Einführung einer Reaktionszeit	36	7.8.3	Definition neuer Fahrzeugtypen	56
4.6.4	Asymmetrisches OVM	36	8	Anforderungen an das Modell	56
4.6.5	Andere denkbare Erweiterungsmöglichkeiten	37	9	Aufbau des Modells	57
4.6.6	Zusammenfassung	37	9.1	Fahrer-Fahrzeug-Elemente (FFE)	57
			9.2	Fahrzeugarten	57
			9.3	Wunschgeschwindigkeitsverteilung	58
			9.4	Geschwindigkeitsverhalten	59
			9.5	Zufallsgrößen und Zufallsgeneratoren	60
			9.6	Beschleunigungsvermögen	61

9.7	Bremsvermögen	62	11.2.2	Psycho-physisches Modell nach WIEDEMANN	78
9.8	Organisation der Weg- und Zeitkoordinaten	63	11.2.3	Modell der Fahrzeugfolgetheorie	79
9.9	Netzgenerator	63	11.2.4	Fuzzy-Logik nach REKERSBRINK	80
9.10	Erzeugung von FFE an Einspeisungspunkten	64	11.2.5	Zellularautomaten	81
9.10.1	Ansatz einer statistischen Zeitlückenverteilung	64	11.2.6	BANDO-Modell	82
9.10.2	Umsetzung der statistischen Zeitlückenverteilung	64	11.3	Umsetzung des Fahrstreifenwechselmodells	82
9.10.3	Ansatz der konstanten Zeitlücken	64	11.4	Umsetzung des Fahrverhaltens nach THEIS	83
9.10.4	Vorgehensweise beim Aufsetzen der FFE	65	11.5	Kalibrierung der Modelle	84
10	Mikroskopische Messungen	66	11.5.1	Grundsätze	84
10.1	Eingesetzte Messtechnik	66	11.5.2	Vorgehensweise	86
10.1.1	Messfahrzeug	66	11.6	Ergebnisse der Kalibrierung	86
10.1.2	Distanzmessung	66	11.6.1	Verkehrsstärke-Geschwindigkeits-Beziehung	87
10.1.3	Geschwindigkeitsmessung	67	11.6.2	Fahrstreifenaufteilung	88
10.1.4	Digitale Datenaufzeichnung	67	11.6.3	Zusammenfassung	91
10.2	Umfang und Durchführung der Messungen	67	12	Programmbeschreibung	92
10.3	Auswertung der Messdaten	68	12.1	Das Visualisierungskonzept	92
10.3.1	Identifizierung einzelner Folgevorgänge	68	12.2	Erstellung von Streckennetzen	92
10.3.2	Korrektur der Messwerte	68	12.3	Durchführung der Simulation	93
10.3.3	Zusammenstellung der Messdaten	69	12.4	Auswertung der Ergebnisse	93
10.3.4	Glätten der Abstandswerte	69	13	Anwendungsbeispiele	94
10.3.5	Glätten der Geschwindigkeitswerte	69	13.1	Modellierung eines Lkw-Überholverbots	94
10.3.6	Berechnung der kinematischen Größen	69	13.1.1	Problemstellung	94
10.4	Überprüfung des Fahrzeugfolge-modells	70	13.1.2	Beschreibung der Simulationsstrecke	94
10.4.1	Allgemeine Form des Modells	70	13.1.3	Durchführung der Simulation	94
10.4.2	Vorgehensweise	70	13.1.4	Ergebnisse der Simulation	95
10.4.3	Ergebnisse der Optimierung	71	13.1.5	Bewertung der Simulationsergebnisse	95
10.4.4	Modifiziertes Modell	73	13.1.6	Fazit	96
10.4.5	Bewertung der ermittelten Parameter	73	13.2	Zusatzfahrstreifen an Steigungstrecken	96
10.5	Auffassung der Parameter als Zufallsgrößen	74	13.2.1	Ausgangssituation und Problemstellung	96
10.6	Einfluss der Motorisierung	74	13.2.2	Beschreibung der untersuchten Varianten	96
10.6.1	Auswahl der Folgevorgänge	74	13.2.3	Bestimmung der Bemessungsverkehrsstärken	97
10.6.2	Erweiterte Auswertung	74	13.2.4	Durchführung der Simulation	97
10.6.3	Regressionsanalyse (kinematische Größen)	75	13.2.5	Simulationsergebnisse für den Planfeststellungsentwurf	98
10.6.4	Regressionsanalyse (Modellparameter)	75	13.2.6	Simulationsergebnisse Variante B (mit Zusatzfahrstreifen)	98
10.6.5	Bewertung der Ergebnisse	76	13.2.7	Bewertung der Ergebnisse	99
11	Umsetzung und Kalibrierung der Modelle	76	13.2.8	Fazit	99
11.1	Nachbildung des Trödeleffekts	76	14	Zusammenfassung	100
11.2	Umsetzung der Abstandsmodelle	77	15	Literatur	103
11.2.1	Kinematisches Abstandsmodell	77			