

Dipl.-Inform. Rainer König,  
Eggenstein-Leopoldshafen

## **Dynamische Modell- anpassung bei der Verkehrssimulation**

Reihe **12**: Verkehrstechnik/  
Fahrzeugtechnik

Nr. **294**

---

# Inhalt

<b>1</b>	Einleitung .....	1
1.1	Problemstellung .....	1
1.2	Zielsetzung der Arbeit .....	2
1.3	Aufbau der Arbeit .....	3
<b>2</b>	Definitionen .....	4
2.1	Simulation .....	4
2.1.1	Analytische/Kontinuierliche Simulation .....	5
2.1.2	Qualitative Simulation .....	5
2.1.3	Diskrete Simulation .....	5
2.1.3.1	Intervallorientierte Simulation .....	6
2.1.3.2	Ereignisorientierte Simulation .....	6
2.2	Verkehrsmodelle .....	7
2.2.1	Makroskopisches Verkehrsmodell .....	8
2.2.2	Mikroskopisches Verkehrsmodell .....	9
2.2.2.1	Analytisches mikroskopisches Verkehrsmodell .....	10
2.2.2.2	Verhaltensorientiertes mikroskopisches Verkehrsmodell .....	11
2.2.2.3	Spurwechselmodelle .....	12
2.2.3	Mesoskopisches Verkehrsmodell .....	13
2.3	Zusammenfassung .....	14
<b>3</b>	Stand der Wissenschaft .....	15
3.1	Simulationssysteme .....	16
3.1.1	Makroskopische Simulatoren .....	16

---

3.1.2	Mesoskopische Simulatoren .....	17
3.1.3	Mikroskopische Simulatoren .....	17
3.1.4	Hybride Simulatoren .....	21
3.1.5	Merkmale herkömmlicher Systeme .....	21
3.2	Technische Ausstattungen für den Informationsaustausch .....	22
3.2.1	Verkehrsinformationssysteme .....	23
3.2.2	Verkehrsleitsysteme .....	23
3.3	Verkehrsszenarien .....	24
3.4	Zusammenfassung .....	26
<b>4</b>	<b>Anforderungen .....</b>	<b>27</b>
4.1	Modellerweiterung .....	27
4.2	Modellauswahl .....	28
4.3	Modellabhängigkeiten .....	28
4.4	Verkehrsnetzmodellierung .....	29
4.5	Verkehrsszenarienkonfiguration .....	29
4.6	Pilotstudien .....	29
4.7	Fahrer-Fahrzeug-Einheiten .....	30
4.8	Offene Systemarchitektur .....	30
4.9	Ergebnisaufbereitung .....	30
4.10	Zusammenfassung .....	30
<b>5</b>	<b>Konzeption von PROROAD .....</b>	<b>31</b>
5.1	Beschreibung eines Verkehrsszenarios .....	31
5.2	Informationsfluß .....	32
5.3	Architektur des Systems .....	32
5.4	Modelle des Systems .....	36
5.5	Zusammenfassung .....	37
<b>6</b>	<b>Dynamische Modellanpassung .....</b>	<b>38</b>
6.1	Beschreibung der Verkehrsmodelle .....	39
6.1.1	Simulationsmodell .....	39
6.1.2	Mikroskopische Modelle .....	40
6.1.3	Makroskopische Modelle .....	44
6.1.4	Mesoskopische Modelle .....	45
6.2	Hybride Modellverwendung .....	46
6.2.1	Benutzerdefinierte Modellauswahl .....	46
6.2.2	Dynamische Modellauswahl .....	47
6.2.3	Wechsel zwischen Verkehrsmodellen .....	48
6.2.3.1	Übergang zwischen Modellen .....	48
6.2.3.2	Dynamischer Wechsel .....	49
6.2.4	Beziehungen zwischen den Modellen .....	51
6.3	Die Verkehrsinfrastruktur .....	51
6.3.1	Komponenten der Verkehrsinfrastruktur .....	52
6.3.2	Modellierung der Verkehrsinfrastruktur .....	52
6.3.3	Das Verkehrsnetz .....	52
6.3.4	Modellierung von Straßen (Kanten) .....	53
6.3.4.1	Spezifikation einer Strecke .....	54

6.3.4.2	Modellierung eines Segments .....	54
6.3.4.3	Unterteilung der Segmente in Spuren. ....	55
6.3.5	Modellierung von Kreuzungen (Knoten) .....	56
6.3.5.1	Kreuzungskanten, Kreuzungsspuren und Kreuzungsströme .....	56
6.3.5.2	Modellierung von kreuzungsfreien Knoten .....	58
6.3.5.3	Modellierung von hybriden Knoten .....	58
6.3.5.4	Modellierung von geregelten Knoten .....	59
6.3.5.4.1	Kreuzungen für die makroskopische Simulation .....	59
6.3.5.4.2	Kreuzungen für die mesoskopische Simulation .....	61
6.3.5.4.3	Kreuzungen für die mikroskopische Simulation .....	62
6.3.6	Modellierung von Einrichtungen mit Sonderfunktionen .....	65
6.3.6.1	Einrichtungen des ruhenden Verkehrs als endlicher Speicher .....	65
6.3.6.2	Bereiche als speichernde Flächen .....	65
6.3.6.3	Detaillierte Modellierung .....	66
6.3.7	Modellierung von Sonderbereichen .....	67
6.3.7.1	Festlegen eines Sonderbereichs .....	67
6.3.7.2	Einrichten von Sonderbereichen .....	68
6.3.7.3	Auflösen von Sonderbereichen .....	69
6.3.8	Modellierung von Quellen und Senken .....	69
6.4	Zusammenfassung .....	70
7	Kommunikationsinfrastruktur .....	71
7.1	Elemente einer Kommunikationsinfrastruktur .....	72
7.1.1	Datenerfassung .....	72
7.1.1.1	Operatorkonsolen .....	73
7.1.1.2	Kommunikationsbaken .....	73
7.1.1.3	Detektoren .....	73
7.1.2	Verkehrsrechner .....	75
7.1.2.1	Routensuche .....	75
7.1.2.2	Aufbau von Verkehrsnachrichten .....	77
7.1.3	Sendeeinrichtungen .....	79
7.2	Zusammenfassung .....	79
8	Fahrer-Fahrzeug-Einheiten .....	80
8.1	Aufbau der Fahrer-Fahrzeug-Einheiten .....	81
8.2	Fahrzeugmodellierung .....	82
8.3	Ausstattungen .....	83
8.3.1	Aufbau und Funktion der Ausstattungen .....	84
8.3.2	Modellierung der Ausstattungen .....	86
8.3.2.1	Modellierung des Kommunikationsteils .....	86
8.3.2.2	Modellierung des Verarbeitungsteils .....	87
8.4	Fahrermodellierung .....	89
8.4.1	Fahrverhalten .....	89
8.4.2	Präferenzen .....	89
8.4.3	Ortskenntnis .....	90
8.4.4	Reaktionen auf Verkehrsnachrichten .....	91
8.4.4.1	Relevanz einer Nachricht .....	93
8.4.4.2	Qualität von Verkehrsnachrichten .....	94

---

8.4.4.2.1	Ausstattung .....	95
8.4.4.2.2	Übertragungsmedium .....	96
8.4.4.2.3	Inhalt einer Verkehrsnachricht .....	96
8.4.4.2.4	Dynamik der Nachrichten .....	97
8.4.4.2.5	Bestimmung der Qualität von Verkehrsnachrichten .....	97
8.4.4.3	Bewertung von Verkehrsnachrichten .....	98
8.4.4.4	Reaktionen auf Verkehrsnachrichten .....	99
8.4.4.5	Behandlung von Verkehrsnachrichten .....	100
8.4.5	Lokale Umplanung .....	100
8.4.6	Beispiel .....	102
8.5	Generierung des Verkehrsaufkommens .....	104
8.5.1	Verkehrsdefinition .....	104
8.5.2	Verkehrsumlegung .....	105
8.5.3	Routenoptimierung .....	106
8.5.4	Fahrzeuggenerierung .....	107
8.6	Zusammenfassung .....	107
<b>9</b>	<b>Evaluierung des Systems .....</b>	<b>108</b>
9.1	Beschreibung des Verkehrsszenarios .....	108
9.2	Beschreibung eines Testlaufes .....	110
9.3	Auswertung Sendemedien .....	114
9.4	Auswertung Fahrzeugausstattung .....	116
9.5	Auswertung Fahrermodelle .....	118
9.6	Zusammenfassung .....	120
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>121</b>
10.1	Zusammenfassung .....	121
10.2	Ausblick .....	123
<b>Anhang A</b>	<b>Graphische Notation .....</b>	<b>124</b>
<b>11</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>128</b>