

Hinweis auf die Dissertation an der Bauhaus-Universität Weimar

Ein Simulationsmodell für den Verkehrsablauf auf chinesischen zweistreifigen
Landstraßen

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor-Ingenieur

an der Fakultät Bauingenieurwesen
der
Bauhaus-Universität Weimar

vorgelegt von

Peiming Dong
aus Hebei, China

Weimar, Februar 2013

Gutachter:

1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ulrich Brannolte
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Keping Li
3. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Vortisch

Tag der Disputation: 19. Dezember 2013

Ein Simulationsmodell für den Verkehrsablauf auf chinesischen zweistreifigen Landstraßen

BAUHAUS
UNIVERSITÄTSVERLAG

Peiming Dong

Ein Simulationsmodell für den Verkehrsablauf auf chinesischen zweistreifigen Landstraßen

BAUHAUS
UNIVERSITÄTSVERLAG

Peiming Dong

Copyright VPT Weimar

Alle Rechte, auch des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in den Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Bauhaus-Universität Weimar, Professur Verkehrsplanung und Verkehrstechnik,
Marienstr. 13 D, 99421 Weimar

Satz und Gestaltung: Peiming Dong

Umschlaggestaltung: Asmus Schriewer

Druck: Dokupoint

ISBN: 978-3-95773-157-9

Bauhaus-Universitätsverlag Weimar als Imprint von VDG-Weimar 2014

BAUHAUS
UNIVERSITÄTSVERLAG

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Bisherige Arbeiten zur Verkehrssimulation.....	3
1.3	Bisherige Arbeiten zur Verkehrsablaufsimulation auf zweistreifigen Landstraßen	7
1.3.1	Deutsche Arbeiten.....	7
1.3.2	Schwedische Arbeiten.....	9
1.3.3	Arbeiten in den USA.....	10
1.3.4	Australische Arbeiten	11
1.4	Denkanstoß.....	11
1.5	Zielsetzung.....	13
1.6	Fahrzustand	14
2	Modellkonzeption	19
2.1	Simulationstechnik	19
2.2	Struktur des Simulationsmodells	20
2.3	Eingabedaten	24
2.4	Fahrzeugerzeugung.....	25
2.5	Fahrzeugarten.....	26
2.6	Ankunftszeit.....	28
2.7	Reihenfolge von Fahrzeugarten	29
2.8	Fahrzeugabmessungen.....	31
2.9	Zufallsvariable	33
2.10	Wunschgeschwindigkeit.....	34
2.10.1	Einflussgröße der Wunschgeschwindigkeit.....	35
2.10.1.1	Zeitdruck.....	35
2.10.1.2	Überholung	36
2.10.1.3	Streckencharakteristik	36
2.10.1.3.1	Kurve.....	37
2.10.1.3.2	Längsneigung.....	39
2.10.1.3.3	Kuppe.....	40
2.10.1.3.4	Querschnitt.....	41

2.10.1.4	Geschwindigkeitsbeschränkung	42
2.10.1.5	Modifizierung der Wunschgeschwindigkeit	43
2.10.2	Ermittlung der Wunschgeschwindigkeitsverteilung	44
2.11	Beschleunigungsvermögen	45
2.12	Bremsvermögen	47
2.13	Reaktionsdauer	48
2.14	Kontrollierbare minimale Beschleunigungen bzw. maximale Verzögerungen und maximaler Ruck	49
2.15	Seitlicher Sicherheitsabstand	49
2.16	Geschwindigkeit und Position bei Fahrzeu-erzeugung	50
2.17	Glätten der Bewegung	51
3	Fahrzeugfolgemodell	53
3.1	Abgrenzkriterien der Interaktionsbereiche	53
3.2	Interaktionen der FFE	55
3.2.1	Unbeeinflusstes Fahren	56
3.2.2	Bewusst beeinflusstes Fahren	56
3.2.3	Abwenden einer Gefahrensituation	57
3.2.4	Unbewusst beeinflusstes Fahren	58
4	Fahrverhalten im normalen Fahrzustand	60
4.1	Fahrverhalten bezogen auf das sich links im Überholvorgang befindende vorausfahrende Fahrzeug	61
4.2	Fahrverhalten bezogen auf das auf dem eigenen Fahrstreifen entgegenkommende Fahrzeug – Umgehen des Zusammenstoßes	62
4.3	Fahrverhalten bezogen auf das von hinten links heranfahrende Fahrzeug	64
4.4	Fahrverhalten des Überholers in der Vorbereitungsphase	64
4.5	Fahrverhalten bezogen auf die einzufahrende Kreuzung	65
5	Fahrverhalten im Vorgang des Vorbeilassens	71
6	Überholentscheidung und Überholverhalten	74
6.1	Überholentscheidung	74
6.1.1	Vorgehensweise	74
6.1.2	Entscheidungsprozesse	75

6.1.3	Überholwunsch	77
6.1.4	Überholmöglichkeit.....	80
6.1.4.1	Qualitative Kriterien der Überholmöglichkeit.....	80
6.1.4.2	Sichtweite	80
6.1.4.3	Berechnungsansätze des Überholwegs und des während des Überholvorgangs vom entgegenkommenden Fahrzeug zurückzulegenden Wegs.	81
6.1.4.4	Quantitative Kriterien der Überholmöglichkeit.....	85
6.1.4.4.1	In den Fällen, [mFüberholtmF] und [mFüberholtnmF].....	85
6.1.4.4.2	Im Fall [nmFüberholtnmF].....	86
6.2	Überholverhalten	87
6.2.1	Vorbereitung für die Überholung	87
6.2.2	Ausscheren und Einholen	88
6.2.3	Rückkehr auf den eigenen Fahrstreifen	89
7	Ermittlung der Querbewegung.....	92
7.1	Fahrstreifenwechsel	92
7.2	Seitliche Versetzung und Querabstand zum Anfangspunkt des Fahrstreifenwechsels.....	94
7.3	Maximale verfügbare Quereschleunigung.....	96
8	Auswertung der Simulationsläufe	98
8.1	Design der Simulationsläufe.....	98
8.2	Auswertung der Simulationsläufe	101
8.2.1	Makroskopische Zusammenhänge	103
8.2.1.1	Fall 1	103
8.2.1.2	Fall 2.....	105
8.2.1.3	Fall 3.....	107
8.2.1.4	Fall 4.....	111
8.2.1.5	Fall 5.....	114
8.2.1.6	Fall 6.....	116
8.2.1.7	Fall 7.....	119
8.2.1.8	Fall 8.....	121
8.2.2	Mikroskopische Betrachtung des Überholvorgangs	125

8.2.2.1	Ausscherabstand am Überholanfang.....	126
8.2.2.2	Einscherabstand am Überholende.....	129
8.2.2.3	Geschwindigkeit des Überholers	132
8.2.2.4	Geschwindigkeitsdifferenz	134
8.2.2.5	Überholweg	135
8.2.2.6	Überholdauer.....	138
8.2.3	Bemessung der Kreuzung.....	141
9	Zusammenfassung.....	151
10	Literaturverzeichnis	154
11	Tabellenverzeichnis.....	163
12	Abbildungsverzeichnis.....	165

BAUHAUS
UNIVERSITÄTSVERLAG

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Für die Verkehrsabwicklung in China sind einbahnig-zweistreifige Straßen außerhalb bebauter Gebiete (im folgenden zweistreifige Landstraßen genannt) von erheblicher Bedeutung, auf denen sich Verkehrsteilnehmer auf einer Fahrbahn in beiden Richtungen bewegen und zur Durchführung von Überholungen die Fahrzeuge den Fahrstreifen der Gegenrichtung in Anspruch nehmen müssen. Die folgende Tabelle 1.1 verdeutlicht, dass zweistreifige Landstraßen einen wesentlichen Bestandteil des chinesischen Straßennetzes bilden.

Jahr	Richtungsfahrbahnen		zweistreifige oder einstreifige Straßen			Außer Klasse ²⁾
	Autobahnen	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4 ¹⁾	
2004	1,14 %	1,48 %	10,72 %	18,17 %	47,16 %	21,33 %
2005	1,42 %	1,56 %	11,17 %	17,85 %	46,34 %	21,66 %
2006	1,64 %	1,65 %	11,71 %	17,95 %	46,55 %	20,50 %
2007	1,83 %	1,79 %	12,39 %	17,92 %	47,09 %	18,97 %
2008	2,12 %	2,0 %	12,76 %	17,86 %	47,72 %	17,54 %

Tabelle 1.1 Entwicklung der Zusammensetzung der Straßenklassen Chinas [%]

1): teils einstreifige Straßen, teils zweistreifige Straßen

2): Straßen, die nicht nach der Richtlinie entworfen sind

[Quelle: Statistik des Verkehrsministeriums Chinas]

Das Verkehrsaufkommen auf chinesischen zweistreifigen Landstraßen hat in der Vergangenheit kontinuierlich zugenommen und hat schon hohe Prognosen übertroffen. Aufgrund des starken Wachstums der Wirtschaft in China und der daraus resultierenden Massenmotorisierung ist es denkbar vorzusehen, dass die Zunahme des Verkehrs auf chinesischen zweistreifigen Landstraßen noch weiterhin anhalten wird und der Verkehr eine noch größere Rolle in der Gesellschaft spielen wird.

Die weitere Steigerung des Verkehrsaufkommens auf chinesischen zweistreifigen Landstraßen führt – sofern dies nicht teilweise bereits geschehen ist – an die Grenzen der verkehrstechnischen Leistungsfähigkeit. Das Straßenangebot lässt sich jedoch nicht beliebig erweitern, um die ständig steigende Verkehrsnachfrage zu befriedigen. Daher müssen Verkehrsplaner und Verkehrstechniker in der Praxis eine Nutzungsoptimierung des vorhandenen Straßennetzes anstreben. Grundlagen dafür bilden Verfahren zur Beurteilungen von Straßenverkehrsanalagen aus verkehrstechnischer Sicht.