

01

Chi-Chung/Tao

1-

**Entwicklung eines Simulationsmodells
zur Bewertung der Bedienungsqualität
des innerstädtischen Linienbusverkehrs**

Berlin 1997

D 83

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 EINLEITUNG	1
2 THEMATIK DER BEDIENTUNGSQUALITÄT IM LINIENBUSVERKEHR	6
2.1 Kriterien und zugehörige Indikatoren der Bedienungsqualität	6
2.1.1 Schnelligkeit	6
2.1.2 Regelmäßigkeit	11
2.1.3 Pünktlichkeit	13
2.1.4 Bequemlichkeit	14
2.2 Analyse der Einflußgrößen	16
2.2.1 Betriebsinterne Einflußgrößen	17
2.2.2 Betriebsexterne Einflußgrößen	21
2.2.3 Sonstige Einflußgrößen	23
2.3 Maßnahmen zur Verbesserung der Bedienungsqualität	24
2.3.1 Betriebsinterne Maßnahmen	24
2.3.2 Betriebsexterne Maßnahmen	26
3 ÜBERBLICK DER BISHERIGEN VORGEHENSWEISEN UND MODELLE	27
3.1 Feldversuche	28
3.2 Analytische Modelle	28
3.3 Simulationsmodelle	29
3.3.1 Englischsprachige Untersuchungen	30
3.3.2 Deutschsprachige Untersuchungen	37
3.3.3 Fazit und eigene Überlegungen	44
4 DURCHFÜHRUNG UND AUSWERTUNG EMPIRISCHER MESSUNGEN	48
4.1 Vorüberlegungen	48
4.2 Methodik der Durchführung der Erhebungen	50
4.2.1 Erhebungen an Haltestellen	50
4.2.2 Erhebungen durch Mitfahren in Bussen	51
4.2.3 Meßauswertung	51
4.3 Ergebnisse der Erhebungen	51
4.3.1 Beförderungszeiten	51
4.3.2 Fahrplanabweichungen	54
4.3.3 Busfolgezeiten	55
4.3.4 Zusammenhang zwischen Fahrplan- und Folgezeitabweichungen	56
4.3.5 Fahrgastzuflüsse	56

4.3.6 Wartezeiten an Haltestellen	63
4.3.7 Anschlußsicherungen	65
5 MODELLBILDUNG	69
5.1 Streckenbeschreibung	70
5.2 Lichtsignalsteuerung	71
5.3 Teilmodell des motorisierten Individualverkehrs	72
5.3.1 Verkehrsbelastungen	72
5.3.2 Zeitlückenverteilungen	74
5.3.3 Aufteilungsverhältnisse der Belastungen	76
5.3.4 Zuordnung der Fahrzeuge zu den Fahrspuren	76
5.3.5 Bewegung der Fahrzeuge	76
5.3.6 Adjustieren der Staulänge	77
5.3.7 Leistungsfähigkeit	78
5.4 Fahrgasterzeugung	80
5.5 Modellierung der Erreichbarkeit an Haltestellen	83
5.6 Teilmodell des Bus-Fahrzeugs	88
5.6.1 Konstante Elemente	88
5.6.2 Stochastische Elemente	89
5.7 Erzeugung der Haltestellenaufenthaltszeiten	90
5.7.1 Interne Wartezeit vor dem Beginn des Fahrgastwechsels	91
5.7.2 Fahrgastwechselzeit	92
5.7.3 Interne Wartezeit nach dem Ende des Fahrgastwechsels	94
5.7.4 Externe Wartezeit	94
5.8 Erzeugung der Buseintrittszeiten nach Fahrpläne	95
5.9 Teilmodell der Busbewegung	96
5.9.1 Fahrverhalten zwischen Bezugspunkten	97
5.9.2 Fahrverhalten an Knotenpunkten	103
5.9.3 Fahrverhalten an Haltestellen	104
6 ENTWICKLUNG DES SIMULATIONSPROGRAMMS	106
6.1 Generatoren der Zufallszahlen und -variablen	106
6.2 Programmstruktur und -ablauf	109
6.2.1 Allgemeiner Programmaufbau	109
6.2.2 Aufbereitung der Eingabedaten	109
6.2.3 Simulationsablauf	113
6.2.4 Aufbereitung der Ausgabedaten	115
6.3 Weiterentwicklung mit objektorientierten Methoden	119

7 VALIDIERUNG DES SIMULATIONSMODELLS	122
7.1 Grundlagen	122
7.2 Simulationsergebnisse im Vergleich mit empirischen Daten	123
7.2.1 Zeit-Weg-Diagramme	124
7.2.2 Haltestellenaufenthaltszeiten	124
7.2.3 Unregelmäßigkeit und Busfolgezeitverteilungen	125
7.2.4 Fahrgastwartezeiten an Haltestellen	125
7.2.5 Fahrplanabweichungen	126
7.2.6 Signaverlustzeiten	127
7.2.7 Verkehrsbelastungen des MIV	127
7.2.8 Zusammenfassende Feststellung	127
 8 ANWENDUNG DES SIMULATIONSPROGRAMMS ZUR BEWERTUNG VON MASSNAHMEN FÜR DEN LINIENBUSVERKEHR	 128
8.1 Allgemeines	128
8.2 Bewertungskenngrößen	128
8.3 Simulationsergebnisse für ausgewählte Maßnahmen	130
8.3.1 Haltestellenanlage und -verlegung	130
8.3.2 Verkürzen der Fahrzeugfolgezeit	132
8.3.3 Fahrplaneinhaltung	132
8.3.4 Folgezeiteinhaltung	133
8.3.5 Verbesserung des Tarifsystems	133
8.3.6 Einsatz verschiedener Fahrzeuggrößen	134
8.3.7 Einrichtung von Busspuren	135
8.3.8 Einfluß auf den MIV	136
8.3.9 Überarbeitung der Signalprogramme	138
8.4 Beurteilung der Simulationsergebnisse	141
 9 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	 147
 LITERATURVERZEICHNIS	 158
 ANHANG	
TABELLEN	
ABBILDUNGEN	