

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 12

Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Dipl.-Ing. Frank Schreiner,
München

Nr. 404

**Automatische Führung
des Kraftfahrzeugs
mit fahreradaptiven
Eigenschaften**

HLuHB Darmstadt



14648224

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	III
Inhaltsverzeichnis	V
Kurzfassung	XI
1 Einführung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung	4
1.3 Aufbau der Arbeit	5
2 Hintergrund	6
2.1 Fahrerunterstützungssysteme	6
2.1.1 Sensorik	7
2.1.1.1 Erfassung des Fahrzeugzustands	7
2.1.1.2 Erfassung der Umwelt	7
2.1.2 Unterstützung bei Stabilisierung und Lenkung	9
2.1.2.1 Fahrzeugtechnische Maßnahmen	9
2.1.2.2 Automatisierung der Fahraufgabe	10
2.1.2.3 Informierende und warnende Systeme	11

2.1.3	Navigationshilfen, Verkehrsinformations- und Managementsysteme	12
2.1.4	Fahrerzustandserkennung	12
2.2	Fahrerverhaltensforschung	13
2.2.1	Fahrer und Fahrzeug als Mensch-Maschine-System	15
2.2.2	Informationsaufnahme beim Fahrer	17
2.2.3	Äußere Einflußfaktoren auf die Fahrzeugführung	20
2.2.4	Fahrstil	22
2.2.5	Entscheidungsverhalten	23
2.2.6	Fahrermodelle	27
2.2.6.1	Querführungsmodelle	28
2.2.6.2	Längsführungsmodelle	29
3	Anforderungen und Konzept	31
3.1	Modellbetriebsphase	32
3.1.1	Anforderungen	32
3.1.2	Grundgedanken zur Situationsadaptivität	34
3.1.3	Konzept	35
3.2	Modellbildungsphase	40
3.2.1	Anforderungen	40
3.2.2	Konzept	42
4	Systembeschreibung und Realisierung	45
4.1	Modellbildungsphase	45
4.1.1	Bildung von Perzentilwerten	46
4.1.2	Bildung von fahreradaptiven Kennlinien	47
4.1.2.1	Wunschbeschleunigung	47

4.1.2.2	Wunschverzögerung	50
4.1.2.3	Wunschgeschwindigkeit	50
4.1.2.4	Wunschabstand	51
4.1.2.5	Wunsch-Querablage	52
4.2	Modellbetriebsphase	52
4.2.1	Ermittlung der situations-, fahrer- und fahrzeugadaptiven Zielgrößen und Begrenzungen	53
4.2.1.1	Begrenzung der Wunschbeschleunigung	53
4.2.1.2	Begrenzung der Wunschverzögerung	53
4.2.1.3	Begrenzung der Wunschgeschwindigkeit	54
4.2.1.4	Begrenzung des Wunschabstandes	55
4.2.1.5	Zielgröße für Quergeschwindigkeit beim Spurwechsel	55
4.2.1.6	Begrenzung der Wunsch-Querablage in der Fahrspur	55
4.2.2	Interne Situationsrepräsentation	56
4.2.3	Bestimmen der Führungsgrößen	57
4.2.3.1	Geschwindigkeitsführung	58
4.2.3.2	Abstandsführung	62
4.2.3.3	Querführung	64
4.2.3.4	Schlußbemerkungen	67
4.2.4	Generieren von Handlungsalternativen	68
4.2.5	Analyse und Bewertung jeder Handlungsalternative	70
4.2.6	Auswahl und Durchführung einer Handlungsalternative	77
4.2.6.1	Geschwindigkeitsregler	78
4.2.6.2	Abstandsregler	79
4.2.6.3	Lenkregler	79

5	Eigenschaften der Längsführung	81
5.1	Eigene Simulationen	81
5.2	Simulationen mit PELOPS	83
5.3	Untersuchung im realen Verkehr	87
6	Versuche im Fahrsimulator	88
6.1	Beschreibung des Fahrsimulators	88
6.1.1	Sichtsystem	88
6.1.2	Fahrerkabine	89
6.1.3	Simulationsrechner	91
6.1.4	Geräuschsimulation	91
6.1.5	Fahrzeugmodell	92
6.1.5.1	Längsführungsmodell	92
6.1.5.2	Querführungsmodell	92
6.1.5.3	Nickmodell	96
6.1.6	Fahrstrecke und Verkehrssimulation	96
6.2	Beschreibung der Versuche	97
6.2.1	Versuchspersonen	98
6.2.2	Erste Versuchskampagne	100
6.2.2.1	Einfahrversuch	100
6.2.2.2	Fahren auf einspuriger Straße	100
6.2.2.3	Fahren auf der rechten von zwei Fahrspuren	100
6.2.2.4	Fahren auf der linken von zwei Fahrspuren	100
6.2.2.5	Hinterherfahren ohne Überholmöglichkeit	101
6.2.2.6	Selbstbestimmtes Fahren	101

6.2.2.7	Sich-Fahren-Lassen und Beurteilen des Fahrermodells	102
6.2.3	Zweite Versuchskampagne	102
6.2.3.1	Wiederholung der Versuche zur Erfassung des Fahrverhaltens	102
6.2.3.2	Versuche zur Beurteilung eines Fahrermodells	102
7	Versuchsergebnisse und Bewertung	104
7.1	Fahrverhalten der Versuchspersonen	104
7.1.1	Interindividuelle Verhaltensunterschiede	104
7.1.2	Intraindividuelle Verhaltensunterschiede	106
7.1.3	Durchschnittsfahrer-Modell	109
7.2	Fahrverhalten des Fahrermodells	110
7.2.1	Vergleich der Verläufe ausgewählter Zustandsgrößen	110
7.2.1.1	Abstandsverhalten	110
7.2.1.2	Geschwindigkeits- und Querführungsverhalten	112
7.2.2	Subjektive Beurteilung des Modells durch die Fahrer	115
7.3	Diskussion	121
8	Zusammenfassung	123
A	Erstellen der fahreradaptiven Kennlinien	126
B	Fragebögen für Fahrversuche	128
B.1	Fragen zur Versuchsperson	128
B.2	Beurteilung des Fahrermodells	129
B.3	Abschlußfrage in der zweiten Versuchskampagne	130
C	Histogramme aus Fahrversuchen	131

D Ergebnisse der χ^2-Tests	138
Autorenverzeichnis	142
Sachverzeichnis	144
Literaturverzeichnis	162