

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Vorangegangene Arbeiten	7
2.1	Verwendete Daten und Sensorik	8
2.1.1	Bildbasierte Fahrstreifenerkennung	9
2.1.2	Straßenverlaufserkennung mittels eines bildgebenden Radars	19
2.1.3	Einsatz von Laserscannern	24
2.1.4	Sensorfusionsansätze zur Straßenverlaufserkennung	25
2.2	Straßenmodelle	27
2.2.1	Lokale Straßenmodellierung im Fahrzeugkoordinatensystem	27
2.2.2	Modellbeschreibung im Kamerakordinatensystem	33
2.2.3	Splinebasierte Modelle	34
2.3	Zeitliche Filterung	36
3	Theoretische Grundlagen und verwendete Verfahren	41
3.1	Bild- und Kamerakordinatensystem	41
3.2	Stereoverfahren - Semi-Global Matching	43
3.3	Nickwinkelschätzung	46
3.4	Freiraumberechnung	47
3.5	Detektion von Fahrbahnmarkierungen	53
3.6	B-Splines	55

3.7	Filterung dynamischer Systeme	59
3.7.1	Kalman Filter	60
3.7.2	Erweitertes Kaiman Filter	63
3.8	M-Estimator	65
4	Dreidimensionales Straßenmodell	69
4.1	3D-Straßenmodell	70
4.1.1	Einfaches Klothoidenmodell	71
4.1.2	Erweiterung des Klothoidenmodells durch B-Splinefunktionen	74
4.2	Dynamik	83
4.2.1	Prädiktion	83
4.2.2	Resampling	86
4.3	Diskussion	88
5	Straßenmessungen	91
5.1	Messungen der Fahrbahnmarkierungen	92
5.2	Detektion des Fahrbahnrandes	93
5.3	Detektion der Straßenhöhe und -neigung	101
5.4	Zuordnung von Messungen	105
5.5	Behandlung von Ausreißern in den Messungen . . .	106
6	Ergebnisse	109
6.1	Visuelle Beurteilung und Schwachstellenanalyse . .	110
6.1.1	Ergebnisse der Straßenverlaufserkennung . .	110
6.1.2	Problemsituationen durch Straßen- gegebenheiten	120
6.1.3	Einflüsse unzureichender Kamerakalibrierung	125
6.2	Evaluation mittels synthetischer Sequenzen	129
6.2.1	Bewertung der horizontalen Straßenverlaufs- schätzung	129

6.2.2	Betrachtung der Genauigkeit in der vertikalen Krümmungsschätzung	144
6.3	Einfluss der Straßenwölbung	148
7	Zusammenfassung und Ausblick	155
A	Anhang	161
A.1	Systemmodellierung	161
A.2	Systemrauschen	161
A.3	Messungen und Messrauschen	163
A.3.1	Bildinformationen	163
A.3.2	Bedingungen	164
A.3.3	Kovarianzmatrix des Messrauschens	166
	Literaturverzeichnis	169