

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	I
Abstract	III
Symbolverzeichnis	XI
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Ausgangslage und Untersuchungsbedarf	4
1.3 Ziele der Arbeit und Vorgehensweise	6
1.4 Aufbau der Arbeit	9
2 Grundlagen und Vorbetrachtungen für die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen für den Radverkehr	11
2.1 Arten und Aufbau von Fahrerassistenzsystemen	12
2.2 Grundlagen zu Fahrrad und Pedelec	15
2.2.1 Betrachtungen zu Fahrrad- und Pedelecaufbau	15
2.2.2 Unterschiede zwischen Fahrrad und Pedelec	17
2.2.3 Fahrdynamische Besonderheiten	20
2.3 Diskussion der Realisierbarkeit von Assistenzsystemen im Radverkehr	26
2.4 Unfallgeschehen	29
2.5 Nutzendenwünsche	38
2.6 Diskussion des theoretischen Potenzials von Assistenzsystemen im Radverkehr	43
3 Prototypische Entwicklung von Assistenzsystemen für den Radverkehr	47
3.1 Konzepte für Warn- und Bedienelemente	48
3.1.1 Konzept für Warnelemente	48
3.1.2 Konzept für Bedienelemente	52
3.2 Frontkollisionswarnung	54
3.2.1 Motivation und Funktionsweise	54
3.2.2 Konzept	54
3.3 Spurverlassenswarnung	59
3.3.1 Motivation und Funktionsweise	59
3.3.2 Konzept	60
3.4 Dooring- und Kollisionswarnung	67

3.4.1 Motivation und Funktionsweise	67
3.4.2 Konzept	68
3.5 Fahrtrichtungsanzeiger	75
3.5.1 Motivation und Funktionsweise	75
3.5.2 Konzept	75
3.6 Umsetzung am Versuchsträger	77
3.7 Zusammenfassung	82
4 Nutzungsbezogene Evaluation der Konzepte	85
4.1 Probandenversuche	86
4.2 Probandenversuche für Frontkollisions- und Spurverlassenswarnung	87
4.2.1 Grundgesamtheit	90
4.2.2 Beurteilung der Systeme	92
4.2.3 Bewertung der Warnelemente	97
4.2.4 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	100
4.3 Probandenversuche für Dooring- und Kollisionswarnung	103
4.3.1 Grundgesamtheit	106
4.3.2 Beurteilung der Systeme	106
4.3.3 Bewertung der Warnungen und Warnzeitpunkte	110
4.3.4 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	118
5 Technische Evaluation und Bewertung der Konzepte	121
5.1 Mess- und Versuchsfahrten	121
5.2 Betrachtung der Nutzungsumgebungen und Interaktionen im Radverkehr	123
5.3 Anforderungen an Sensorik	129
5.3.1 Übergreifende Anforderungen	129
5.3.2 Lidar und Kamera	133
5.3.3 Diskussion der Ergebnisse	141
6 Zusammenfassung, Diskussion und Fazit	145
6.1 Zusammenfassung der Arbeit	145
6.2 Zusammenfassung und Diskussion der realisierten Konzepte	149
6.2.1 Bedienelemente	149
6.2.2 Warnelemente	150
6.2.3 Frontkollisionswarnung	152
6.2.4 Spurverlassenswarnung	154
6.2.5 Dooring- und Kollisionswarnung	156
6.2.6 Fahrtrichtungsanzeiger	159
6.3 Fazit zu Fahrerassistenzsystemen für den Einsatz im Radverkehr	160
Literaturverzeichnis	169
Abbildungsverzeichnis	173
Tabellenverzeichnis	175

Lebenslauf

176