

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen	III
1. Einleitung	1
1.1. Problemstellung und Ziel	1
1.2. Aufbau der Arbeit	2
2. Stand der Technik	5
2.1. Automatisiertes Fahren	5
2.2. V2X-Kommunikation	13
2.2.1. 802.11p: ETSI ITS G5	16
2.2.2. Erweiterung der ETSI ITS G5 Norm	20
2.2.3. Zellulare Mobilfunkdienste (4G, 5G)	21
2.3. Stand der Technik kooperativer Fahrmanöver	22
2.4. Identifizierter Forschungsbedarf und Einordnung der eigenen Arbeit	26
3. Grundlagen	29
3.1. Grundbegriffe der Algorithmik	29
3.2. Graphentheorie	31
3.2.1. Formale Beschreibung und Graphentypen	32
3.2.2. Adjazenzmatrix	35
3.2.3. Algorithmische Probleme der Graphentheorie	36
3.3. Spieltheorie	39
3.3.1. Spieltypen und Spieldarstellung	40
3.3.2. Spieltheoretische Probleme	42
3.3.3. Lösungskonzepte spieltheoretischer Modelle	44
3.4. Optimierungsprobleme	47
3.4.1. Algorithmische Lösung von Optimierungsproblemen	48
3.4.2. Künstliche Intelligenz zur Lösung von Optimierungsproblemen	52

3.5. Maschinelles Lernen	57
3.5.1. Grundbegriffe	58
3.5.2. Bestärkendes Lernen	61
4. Kooperatives Fahren durch V2X	65
4.1. Graphenbasierte Kooperation	65
4.2. Spieltheoretische Kooperation	69
4.3. Zielfunktion und Modellierung der Optimierung kooperativer Fahrmanöver	71
4.3.1. Fahrdynamische Betrachtung und Grenzwerte	71
4.3.2. Zielfunktion der Optimierung	75
4.4. Kooperationsverhandlung und -kommunikation	75
4.4.1. Cooperation and Conflict Message	77
5. Implementierung und Simulation der Kooperationsalgorithmen	81
5.1. Kooperationsszenarien	81
5.1.1. Kooperation automatisierter Fahrzeuge	82
5.1.2. Kooperation von Rettungs- und Einsatzfahrzeugen mit automatisierten Fahrzeugen im Mischverkehr	84
5.2. Simulation kooperativer Fahrszenarien	85
6. Validierung im Realfahrzeug	93
6.1. Versuchsträger und Testszenario	93
6.2. Realversuch im Mischverkehr zwischen automatisierten- und Einsatzfahrzeugen	96
7. Zusammenfassung und Ausblick	101
A. Anhang	115