



# Inhaltsverzeichnis

<b>Formelzeichen und Abkürzungen</b>	<b>iii</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Stand der Forschung und Technik</b>	<b>5</b>
2.1 Lenkverhalten und Lenkgefühl im Fahrbetrieb . . . . .	5
2.2 Bauarten von aktiven Lenksystemen im Pkw . . . . .	7
2.2.1 Lenkkraftunterstützung . . . . .	10
2.2.2 Lenkwinkelüberlagerung . . . . .	11
2.3 Energieversorgung von elektrischen Lenksystemen . . . . .	14
2.3.1 Energiebordnetz im Pkw . . . . .	14
2.3.2 Maßnahmen zur Stabilisierung des Bordnetzes. . . . .	17
2.3.3 Maßnahmen bei Lenksystemen zur Verringerung der Bordnetzbelastung	19
2.4 Kundenwerte Nutzfunktionen aktiver Lenksysteme . . . . .	20
2.4.1 Agilitätsfunktionen. . . . .	22
2.4.2 Komfortfunktionen. . . . .	24
2.4.3 Stabilitätsfunktionen . . . . .	26
2.4.4 Funktionale Vernetzung von aktiven Lenksystemen . . . . .	30
2.5 Vernetzung von aktiven Fahrwerkssystemen. . . . .	34
2.6 Formulierung der Zielsetzungen der Arbeit . . . . .	35
<b>3 Architektur des Lenkstrangkoordinators</b>	<b>39</b>
3.1 Konzept für einen Lenkstrangkoordinator . . . . .	39
3.2 Darstellung der integrierten Funktionalitäten . . . . .	42
3.2.1 Kommunikationsstruktur und Schnittstellendefinition . . . . .	43
3.2.2 Priorisierung und Freigabe der Stelleingriffe . . . . .	45
3.2.3 Systemübergreifende Beeinflussung des Energiebedarfs . . . . .	45
3.2.4 Referenzmodellbasierte Störgrößenaufschaltung zur Kompensations- berechnung . . . . .	47
3.2.5 Degradierungskonzept. . . . .	49
3.2.6 Einbindung des Lenkstrangkoordinators in die Fahrzeugarchitektur . . . .	52
<b>4 Referenz- und Prädiktionsmodell zur Lenkmomentenkompensation</b>	<b>55</b>
4.1 Parametrisches Modell des Lenkstrangs . . . . .	55
4.1.1 Modellierung der Lenkungsmechanik . . . . .	56
4.1.2 Modellierung der Winkelüberlagerung . . . . .	60
4.1.3 Modellierung der Lenkkraftunterstützung . . . . .	62
4.1.4 Modellierung der Achskinematik und der Fahrdynamik . . . . .	63
4.1.5 Modellierung des Reifenverhaltens und der Rückstellkraft . . . . .	68
4.1.6 Integration der Teilmodelle zur Lenkmomentenberechnung . . . . .	70



4.2	Online-Adaption zur Erhöhung der Robustheit . . . . .	71
<b>5</b>	<b>Energetische Untersuchungen an elektrischen Lenksystemen</b>	<b>77</b>
5.1	Sicherstellung der dynamischen Bordnetzstabilität . . . . .	77
5.2	Untersuchung des Lenkleistungsbedarfs bei stehendem Fahrzeug . . . . .	82
5.2.1	Darstellung der Referenz ohne koordinierende Maßnahmen . . . . .	82
5.2.2	Modellbasierter Ansatz zur Lenkleistungsbegrenzung . . . . .	83
5.2.3	Wirksamkeitsnachweis des modellbasierten Ansatzes im Fahrzeug . . . . .	87
<b>6</b>	<b>Lenkfunktionen mit integrierter Ansteuerung von Winkel- und Momentenüberlagerung</b>	<b>93</b>
6.1	Agilitätsfunktion - Beeinflussung des Eigenlenkverhaltens. . . . .	93
6.1.1	Theoretische Herleitung der Anpassung des Eigenlenkverhaltens . . . . .	94
6.1.2	Umsetzung im Fahrzeug und Einsatz der vernetzten Ansteuerung . . . . .	97
6.2	Stabilitätsfunktion - Lenkstabilisierung bei Traktionssteigerung. . . . .	101
6.2.1	Traktionssteigerung durch Antriebsmomentenverteilung. . . . .	101
6.2.2	Theoretische Herleitung der Lenkstabilisierung . . . . .	104
6.2.3	Umsetzung im Fahrzeug und Einsatz der vernetzten Ansteuerung . . . . .	107
6.3	Komfortfunktion - Lenkwinkelüberlagerung zur Spurführung . . . . .	110
6.3.1	Existierende Spurführungen mit Lenkmomentenempfehlung . . . . .	111
6.3.2	Theoretische Herleitung der winkelbasierten Spurführung . . . . .	112
6.3.3	Umsetzung im Fahrzeug und Einsatz der vernetzten Ansteuerung . . . . .	114
6.4	Bewertung der vernetzten Ansteuerung und der Lenkfunktionen . . . . .	119
<b>7</b>	<b>Anwendung der Ergebnisse</b>	<b>123</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>127</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>129</b>
A.1	Ergänzende Messungen zur Bordnetzstabilität. . . . .	129
A.2	Ergänzende Messungen zur Modellvalidierung . . . . .	131
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>135</b>