

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation und Zielsetzung der Arbeit . . . . .	3
1.2 Aufbau der Arbeit . . . . .	4
<b>2 Grundlagen der Hybridfahrzeuge und Stand der Technik</b>	<b>7</b>
2.1 Hybridfahrzeuge . . . . .	7
2.1.1 Klassifizierung der Konfigurationen . . . . .	8
2.1.2 Funktionen und Leistungsklassen . . . . .	11
2.1.3 Aufbau des betrachteten Fahrzeugs . . . . .	14
2.2 Steuerung und Regelung der Längsbewegung . . . . .	19
2.2.1 Regelungsaufgabe des Fahrers . . . . .	19
2.2.2 Konventionelles Fahrzeug mit Handschaltgetriebe . . . . .	20
2.2.3 Konventionelles Fahrzeug mit automatischem Getriebe . . . . .	21
2.2.4 Parallelhybridfahrzeug . . . . .	27
<b>3 Ein Strukturkonzept zum gesamthaften Entwurf der Längsdynamik</b>	<b>29</b>
3.1 Aufgaben und Anforderungen . . . . .	29
3.2 Hierarchische Ebenenstruktur . . . . .	33
<b>4 Ebene Interpretation</b>	<b>37</b>
4.1 Betriebsfall Antreiben . . . . .	38
4.1.1 Konventionelles Verbrennungsmotorfahrzeug . . . . .	38

---

4.1.2	Parallelhybridfahrzeug	44
4.2	Betriebsfall Bremsen	48
<b>5</b>	<b>Ebene Koordination</b>	<b>53</b>
5.1	Die Optimalsteuerungsaufgabe	54
5.2	Betriebsstrategien für Parallelhybridfahrzeuge	58
<b>6</b>	<b>Ebene Steuerung und Regelung</b>	<b>61</b>
6.1	Rahmenbedingungen und Anforderungen	61
6.2	Modellbildung für den Antriebsstrang	63
6.2.1	Kraftübertragung	63
6.2.2	Drehmomentbildung der Motoren	69
6.2.3	Kupplungen	71
6.3	Grundidee des Steuerungs- und Regelungskonzepts für den Antriebsstrang	80
6.4	Fahren mit Lastwechseln	82
6.4.1	Entwurfsmodell	83
6.4.2	Steuerung und Regelung des Antriebsstrangs	88
6.4.3	Simulation von Lastwechseln	99
6.5	Erweiterung auf zwei Kupplungen	108
6.5.1	Erweiterung der Steuerung und Regelung des Antriebsstrangs	108
6.5.2	Fahrsituationsentscheidung und -ablaufplanung	116
6.5.3	Simulation von Fahrabläufen	121
6.6	Strukturelle Berücksichtigung des Verbrennungsmotors	126
6.7	Strukturelle Berücksichtigung der Radbremsen	130
6.8	Gesamtstruktur der Ebene <i>Steuerung und Regelung</i>	138
<b>7</b>	<b>Erprobung am Antriebsstrangversuchsstand</b>	<b>141</b>
7.1	Versuchsaufbau	141
7.2	Implementierung der Längsdynamiksteuerung und -regelung	143
7.3	Messungen	144

<b>8 Abschließende Betrachtungen</b>	<b>151</b>
8.1 Zusammenfassung . . . . .	151
8.2 Ausblick . . . . .	154
<b>Anhang</b>	<b>157</b>
<b>A Conclusions and Outlook</b>	<b>157</b>
A.1 Conclusions . . . . .	157
A.2 Outlook . . . . .	160
<b>B Ergänzende Betrachtungen</b>	<b>163</b>
B.1 Ergänzungen zum Modell des Verbrennungsmotors . . . . .	163
B.2 Ergänzungen zum positionsgeregelten Kupplungsaktor . . . . .	168
B.3 Ergänzungen zur Offset-Korrektur der Kupplungsanpressung . . . . .	172
<b>C Ergänzende Berechnungen und Parameter</b>	<b>181</b>
<b>D Das Fahrzeugsimulationsmodell</b>	<b>193</b>
<b>E Ergänzungen zum Antriebsstrangversuchsstand</b>	<b>207</b>
<b>Literatur</b>	<b>211</b>