

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation und Zielsetzung der Arbeit	3
1.2	Aufbau der Arbeit	4
2	Grundlagen der Hybridfahrzeuge und Stand der Technik	7
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
3	Ein Strukturkonzept zum gesamthaften Entwurf der Längsdynamik	29
3.1	Aufgaben und Anforderungen	29
3.2	Hierarchische Ebenenstruktur	33
4	Ebene <i>Interpretation</i>	37
4.1	Betriebsfall Antreiben	38
4.1.1	Konventionelles Verbrennungsmotorfahrzeug	38

4.1.2	Parallelhybridfahrzeug	44
4.2	Betriebsfall Bremsen	48
5	Ebene Koordination	53
5.1	Die Optimalsteuerungsaufgabe	54
5.2	Betriebsstrategien für Parallelhybridfahrzeuge	58
6	Ebene Steuerung und Regelung	61
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
7	Erprobung am Antriebsstrangversuchsstand	141
7.1	Versuchsaufbau	141
7.2	Implementierung der Längsdynamiksteuerung und -regelung	143
7.3	Messungen	144

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