

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	VII
Abbildungsverzeichnis	XIII
Tabellenverzeichnis	XV
Abkürzungsverzeichnis	XVII
Symbolverzeichnis	XIX
Kurzfassung	XXI
Abstract	XXV
1 Einleitung	1
2 Theoretische Grundlagen und Stand der Technik	3
2.1 Effizienz auf Fahrzeugebene	3
2.2 Getriebe und Triebstränge	7
2.2.1 Konventionelle Fahrzeuggetriebe	8
2.2.2 Kenngrößen von Getrieben	10
2.2.3 Bewegungsgleichungen	18
2.2.4 Vereinfachte Darstellung von Getrieben nach Wolf	20
2.2.5 Fahrleistungsanforderungen	22
2.2.6 Entwicklungsmethodiken für Getriebe	23
2.2.7 Mechanische Verluste	24
2.3 Hybridfahrzeuge	25
2.3.1 Einteilung von Hybridfahrzeugen	26
2.3.2 Hybride Betriebsarten	30
2.3.3 Kraftstoffeinsparung durch Hybridisierung	31
2.3.4 Bekannte Konzepte für Hybridantriebe	32
2.3.5 Konzeptentwicklungen für Triebstränge	35
2.4 Simulative Methoden für Hybridfahrzeuge	37
2.4.1 Betriebsstrategien	38

2.5 Handlungsbedarf	44
3 Konzepte für hybride Triebstränge	47
3.1 Konzeptbildung durch mechanische Kopplungen	50
3.1.1 Systemgrenzen und Energiewandler	50
3.1.2 Konzeptbildung	51
3.1.3 Besonderheiten des Kraftfahrzeugtriebstranges	56
3.1.4 Bedeutung des Systemfreiheitsgrades	60
3.2 Konzepte in Kopplungsdarstellung	61
3.2.1 Drehzahlkopplungen	61
3.2.2 Drehmomentkopplungen	64
3.2.3 Kombinierte Kopplungen	66
3.3 Konzeptbildung durch die Kombination von Betriebsarten	70
3.3.1 Systemgrenzen und Übertragungswege	70
3.3.2 Konzeptbildung	71
3.3.3 Besonderheiten des Kraftfahrzeugtriebstranges	73
3.3.4 Darstellung und Verwendung	77
3.4 Vergleich und Zusammenhang	79
4 Eignung von Konzepten	81
4.1 Konzeptvergleich	81
4.2 Simulation von Konzepten	86
4.2.1 Definition der Simulation und der Parameter	87
4.2.2 Iterative Dynamische Programmierung	101
4.2.3 Das Fahrzeugmodell	109
4.2.4 Einschränkung der Betriebsarten	112
4.3 Ergebnisse	113
4.3.1 Parameter der iDP	113
4.3.2 Benchmark	115
4.3.3 Zahl der Elektromaschinen	119
4.3.4 Kapazität der Batterie	120
4.3.5 Idealer Energiespeicher	123

4.3.6 Betriebsarten	124
4.3.7 Elektrischer Leistungspfad	132
4.3.8 Einschränkung des Leistungsflusses	134
4.3.9 Zusammenfassung	136
5 Konzeptvarianten	139
5.1 Ableitung von Varianten	139
5.2 Simulation von Varianten	142
5.3 Berechnungsansatz für verbrauchsoptimale Übersetzungen	145
5.3.1 Analogie zum PMP	147
5.3.2 Berechnung des Äquivalenzfaktors	149
5.4 Ablauf der Simulation	151
5.4.1 Übersetzungsberechnung	152
5.5 Ergebnisse	157
5.5.1 Parallelhybrid mit zwei Antriebsmaschinen	157
5.5.2 Konzeptvarianten mit drei Antriebsmaschinen	160
6 Schlussfolgerung und Ausblick	171
Literaturverzeichnis	173
Anhang	183