

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen	IV
1 Einführung	1
1.1 Motivation und Zielsetzung	2
1.2 Gliederung der Arbeit	4
2 Stand der Forschung	5
2.1 Mehrwellengetriebe	5
2.2 Planetengetriebe	8
2.2.1 Planetenradsatz und Schaltelement	8
2.2.2 Zusammengesetzte Planetengetriebe	9
2.2.3 Moderne konventionelle und hybridisierte Planetengetriebe	10
2.3 Synthese der Fahrzeuggetriebe	12
3 Synthese konventioneller und hybrider Mehrwellengetriebe	15
3.1 Getriebetopologie und Leistungspfadanalyse	15
3.2 Synthese der Leistungspfade	18
3.3 Zusammensetzung der Leistungspfade und Ermittlung der Getriebetopologie	24
3.4 Ganganordnung	26
3.5 Ermittlung des Getriebekonzeptes	28
3.5.1 Konkretisieren der Getriebekomponenten	28
3.5.2 Überschlägige Berechnung der Abmessung der Getriebekomponenten	33
3.5.2.1 Achsabstand	34
3.5.2.2 Zahnbreite	35
3.5.2.3 Getriebelager	39
3.6 Virtueller Zusammenbau des Getriebes	41
3.7 Zusammenfassung der Synthese der Mehrwellengetriebe	42
4 Bewertung der Mehrwellengetriebekonzepte	44
4.1 Effizienz	44
4.2 Bauraum	46
4.2.1 Anzahl der Getriebekomponenten	46
4.2.2 Getriebe-Abmessungen	47
4.3 Konstruktion	48
4.3.1 Belastungen an den Zahnrädern	49

4.3.2	Belastungen an den Wellen	52
4.4	Zusammenfassung der Bewertung der Mehrwellengetriebe	53
5	Synthese konventioneller und hybrider Planetengetriebe	58
5.1	Freiheitsgrade und Wellenkoppelungen im Planetengetriebe	58
5.1.1	Ein-Gang-Getriebe mit einem Planetenradsatz	58
5.1.2	Mehrgang-Getriebe mit einem Planetenradsatz	59
5.1.3	Mehrgang-Getriebe mit mehreren Planetenradsätzen (PRS)	59
5.1.4	Vielfältigkeit der Übersetzungsrealisierung	61
5.2	Drehzahlen im Planetenradsatz	62
5.3	Drehmomente im Planetenradsatz	63
5.4	Mathematische Beschreibung der Planetengetriebestruktur	64
5.4.1	Struktur der konventionellen Planetengetriebe	64
5.4.2	Struktur des hybridisierten Planetengetriebes	66
5.5	Synthese konventioneller Planetengetriebe	67
5.5.1	Grundgetriebe	67
5.5.2	Schaltelemente und Übersetzungsgetriebe	68
5.5.3	Gruppierung der Übersetzungsgetriebe	72
5.5.4	Ermittlung der Getriebekonzepte	74
5.5.5	Konstruktive Umsetzbarkeit der Getriebekonzepte	80
5.5.6	Ermittlung der Schaltmatrix	84
5.5.7	Zusammenfassung der Synthese konventioneller Planetengetriebe	86
5.6	Hybride Planetengetriebe	87
5.6.1	Add-on-Hybridgetriebe	87
5.6.2	Dedizierte Hybridgetriebe (DHT)	88
5.7	Synthese der DHTs	90
5.7.1	Ermittlung der Getriebekonzepte für den VKM-Solo-Modus	91
5.7.2	Integration der E-Maschinen und Ermittlung der Hybridgetriebe	92
5.7.3	Ermittlung des Parallelhybrid-Modus	94
5.7.4	Ermittlung des rein elektrischen Modus	95
5.7.5	Ermittlung des eCVT-Modus	98
5.7.6	Zusammenfassung der Synthese der DHTs	100
6	Bewertung der konventionellen Planetengetriebe und DHT	103
6.1	Bewertung der Einsatzbereiche der Getriebekonzepte	103
6.2	Bewertung des Bauraums	106

6.2.1	Untersuchung des mechanischen Aufwands	107
6.2.2	Untersuchung des elektrischen Aufwands	108
6.3	Kraftstoffverbrauch und Fahrleistung	110
6.4	Konzeptoptimierung und Ergebnisse der Bewertung	113
6.5	Zusammenfassung der Bewertung der DHTs	117
7	Zusammenfassung	121
	Literaturverzeichnis	124