

Inhaltsverzeichnis

1 Elektrifizierte Antriebssysteme mit Verbrennungsmotoren	1
1.1 Hybridantriebe	2
1.1.1 Definition	2
1.1.2 Hybridantriebe	2
1.1.3 Zusammenfassung	8
1.2 Range Extender	9
1.2.1 Definition	9
1.2.2 Anforderungen	11
1.2.3 Lösungsmöglichkeiten	12
1.2.4 Zusammenfassung	16
2 Elektrische Antriebsmaschinen	19
2.1 Elektrotechnische Grundlagen	20
2.1.1 Definitionen, Grundfunktionen	20
2.1.2 Elektrische Antriebe	20
2.1.3 Hochspannungsbordnetz	23
2.1.4 Stromversorgungen, Ladegeräte	24
2.1.5 Zusammenfassung	25
2.2 Elektrische Maschinen	25
2.2.1 Grundlagen der elektrischen Energiewandlung	25
2.2.2 Elektrische Maschinen für Elektro- und Hybridfahrzeuge	27
2.2.3 Steuerung und Regelung	31
2.2.4 Zusammenfassung	34
2.3 Elektrische Fährantriebe	35
2.3.1 Einleitung	35
2.3.2 Antriebsstrang-Topologien	35
2.3.3 Effizienzanalyse	38
2.3.4 Radindividuelle Direktantriebe	41
2.3.5 Zusammenfassung	41
2.4 Potentiale elektrischer Einzelradantriebe	42
2.4.1 Einleitung	42
2.4.2 Elektrischer Einzelradantrieb	43
2.4.3 Neue Methoden der Fahrdynamikregelungen	44
2.4.4 Zusammenfassung	48

3	Speicherung der elektrischen Energie	51
3.1	Grundlagen und Überblick über die Batterietechnik	52
3.1.1	Prinzipieller Aufbau von elektrochemischen Speichern	52
3.1.2	Batterieklemmenspannung	53
3.1.3	Verschiedene Batterietechnologien und typische Einsatzbereiche im Automobil	56
3.1.4	Zusammenfassung	60
3.2	Lithium-Ionen-Batterien	60
3.2.1	Aufbau und Funktionsweise	60
3.2.2	Alterung	65
3.2.3	Zusammenfassung	67
3.3	Superkondensatoren	68
3.3.1	Aufbau und Funktionsweise	68
3.3.2	Elektrisches Verhalten	70
3.3.3	Alterung	72
3.3.4	Aufbau von Modulen	74
3.3.5	Zukünftige Entwicklungen	75
3.3.6	Zusammenfassung	75
4	Energiemanagement und Regelung	77
4.1	Leistungselektronik	78
4.1.1	Definitionen, Grundfunktionen	78
4.1.2	Leistungselektronische Schaltungen im Fahrzeug	80
4.1.3	Leistungselektronische Bauelemente	83
4.1.4	Zusammenfassung	85
4.2	Batteriesystemtechnik	85
4.2.1	Aufbau von Batteriesystemen	85
4.2.2	Auslegung von Batteriesystemen	86
4.2.3	Flexibilität, Zuverlässigkeit, Standardisierung, Servicefreundlichkeit und Lebensdauer	88
4.2.4	Batteriemanagementsystem und Sicherheit	90
4.2.5	Zusammenfassung	92
4.3	Thermomanagement	93
4.3.1	Wärmeströme im Elektrofahrzeug	93
4.3.2	Elektrifizierungsgrad und Klimatisierung des Innenraums	95
4.3.3	Effizienzsteigerung der Klimatisierung	97
4.3.4	Thermomanagement von Lithium-Ionen-Batterien	99
4.3.5	Zusammenfassung	102
5	Brennstoffzelle	105
5.1	Grundlagen der Brennstoffzellentechnik	106
5.1.1	Geschichte und Motivation	106
5.1.2	Definition, Funktion und Einordnung	107
5.1.3	Brennstoffzellentypen	109
5.1.4	Zusammenfassung	113
5.2	Gesamtsystem im Fahrzeug	114
5.2.1	Antriebsstrang mit Brennstoffzelle	114
5.2.2	Wasserstoffinfrastruktur	118

5.2.3 Gesamtwirkungsgrad	120
5.2.4 Zusammenfassung	121
6 Elektromagnetische Verträglichkeit	123
6.1 Einleitung und Definition	124
6.2 Störquellen und Störsenken im Elektro- und Hybridfahrzeug	125
6.3 Koppelmechanismen	126
6.4 Gegenmaßnahmen	128
6.5 Nachweis der elektromagnetischen Verträglichkeit	130
6.6 Zusammenfassung	131
7 Getriebe für elektrifizierte Antriebe	133
7.1 Aufgaben des Getriebes	134
7.1.1 Gewährleistung der Fahrleistungsanforderungen	134
7.1.2 Verbesserung des Antriebsstrang-Wirkungsgrads	134
7.2 Wirkungsgradverbesserung durch Elektrifizierung des Antriebs	136
7.3 Einfluss der Elektrifizierung auf das Getriebe	136
7.3.1 Start/Stopp-Automatik	137
7.3.2 Rekuperation	138
7.3.3 Betriebspunktverlagerung (BPV)	138
7.3.4 Elektrisches (An-)Fahren	138
7.3.5 Boosten	139
7.4 Anwendungsbeispiele	139
7.4.1 Wandlerautomatikgetriebe (AT) und CVT im HEV (Parallelhybrid)	139
7.4.2 Doppelkupplungsgetriebe (DCT) im HEV (Parallelhybrid)	140
7.4.3 Schaltgetriebe (MT) und Automatisiertes Schaltgetriebe (AMT) im HEV (Parallelhybrid)	141
7.4.4 eCVT in HEV (leistungsverzweigter Hybrid)	141
7.4.5 Getriebe für rein elektrische Antriebe (serieller Hybrid und BEV)	142
7.5 Zusammenfassung	143
8 Anwendung	145
8.1 Ladetechnik	146
8.1.1 Ladeverfahren und deren technische Umsetzung	146
8.1.2 Kontaktgebundenes Laden	147
8.1.3 Kontaktloses induktives Laden	150
8.1.4 Stationäre Ladeszenarios	152
8.1.5 Ausblick	152
8.1.6 Zusammenfassung	153
8.2 Typgenehmigung	153
8.2.1 Prüfung von Pkw mit konventionellem Antrieb	154
8.2.2 Prüfung von Pkw mit elektrischen Antriebskomponenten	157
8.2.3 Zusammenfassung	162
8.3 Akustik	162
8.3.1 Einleitung und Definition	163
8.3.2 Gesetzgebung	165
8.3.3 Akustik von Elektro- und Hybridfahrzeugen	167
8.3.4 Zusammenfassung	171

8.4	Elektrische Sicherheit	17
8.4.1	Arbeitsschutz	17
8.4.2	Funktionale Sicherheit	17
8.4.3	Fahrzeugzulassung	17
8.4.4	Zusammenfassung	17
9	Auswirkungen auf den Verbrennungsmotor	18
9.1	Grundsätzliche Anforderungen an den Verbrennungsmotor im Hybridantrieb	18
9.2	Motorspezifische Maßnahmen	18
9.2.1	Ottomotoren	18
9.2.2	Dieselmotoren	18
9.3	Zusammenfassung	18
10	Emissionspotentiale entlang der Well-to-Wheel-Kette	18
10.1	Grundlagen	18
10.2	Elektrische Energiekette	18
10.3	Energiekette der Biokraftstoffe	18
10.4	Emissionsbilanzen	18
10.5	Lösungsansätze für die CO ₂ -Herausforderung	18
10.6	Zusammenfassung und Ausblick	2
	Sachwortverzeichnis	2