

Inhalt

Vorwort	XI
1 Einführung	1
2 Überblick Elektrofahrzeuge	7
2.1 Geschichte und grundsätzliche Bedeutung	7
2.2 Konstruktive Unterschiede zwischen Elektrofahrzeug und herkömmlichem Kraftfahrzeug	9
2.3 Die Vorteile des Elektroantriebs	11
2.4 Die Nachteile des Elektroantriebs	14
2.5 Vorgaben zur CO ₂ -Reduktion als Treiber für die Elektromobilität	16
3 Ausführungsformen von Elektrofahrzeugen in der Praxis	17
3.1 Elektro-Pkw	17
3.1.1 Reine Elektrofahrzeuge, Batterieelektrische Fahrzeuge	18
3.1.2 Elektrofahrzeuge mit Range Extender (REX), Range Extended Electric Vehicle (REEV)	20
3.1.3 Hybridfahrzeuge, Hybrid Electric Vehicle (HEV)	21
3.1.3.1 Mikrohybrid	23
3.1.3.2 Mildhybrid	23
3.1.3.3 Vollhybrid	24
3.1.3.4 Plug-in-Hybride	25
3.1.3.5 Antriebsstruktur der Hybride	26
3.1.3.6 Hybridsysteme in der Formel 1	28

6.3.3	Stand und Weiterentwicklung der Ladeinfrastruktur in Deutschland	117
6.4	Weiterentwicklung von Ladekonzepten	118
6.4.1	Induktives Laden	118
6.4.2	Wechselakku	119
6.4.3	Intelligentes Laden, Vehicle-to-Grid	121
7	Verbrauch und Reichweite von E-Fahrzeugen	123
7.1	Physikalische Grundlagen	123
7.1.1	Berechnungsgrößen	124
7.1.2	Berechnungsgleichungen für die Beschreibung der Fahrzeugbewegung	125
7.1.3	Energie und Verbrauch	127
7.1.4	Antriebskraft und Fahrwiderstände	128
7.2	Verbrauchssimulationen	130
7.2.1	Einflussgrößen	131
7.2.2	Leistung und Antriebskraft in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit	131
7.2.3	Fahrwiderstände und Verbrauch	132
7.2.4	Einfluss der Rekuperation auf den Verbrauch	135
7.2.5	Verbrauchssimulation anhand eines Testzyklus	139
7.2.6	Einfluss von Änderungen ausgewählter Konstruktionsparameter	143
7.2.7	Einfluss von Zusatzverbrauchern auf die Reichweite	145
7.2.7.1	Reichweitenverluste durch Heizen und Kühlen	145
7.2.7.2	Verbesserungsansätze für Heizung und Klimatisierung ..	147
7.3	Verbrauchs- und Reichweitenangaben von Elektrofahrzeugen gemäß NEFZ	148
7.4	Verbrauch und Reichweite gemäß WLTP	150
7.5	Verbrauchsmessungen mit Realfahrten	154
7.6	Schlussfolgerungen aus den Verbrauchsermittlungen	155
8	Strom für die Elektrofahrzeuge	157
8.1	Energieerzeugung	157
8.1.1	Primärenergiequellen	158
8.1.2	Der Strommix Deutschland	158

8.1.3	Erneuerbare Energien	162
8.1.3.1	Strom aus Photovoltaik-Anlagen	163
8.1.3.2	Windenergie	165
8.1.3.3	Strom aus Biomasse	167
8.1.3.4	Wasserkraft	169
8.2	Speicherung von Strom	170
8.2.1	Speichertechnologien	171
8.2.2	Beschreibung wichtiger Stromspeicher	172
8.2.2.1	Akkumulatoren	172
8.2.2.2	Pumpspeicherkraftwerke	174
8.2.2.3	Erdgasspeicher	175
8.2.2.4	Power-to-Gas	176
9	Umweltbilanz von Elektrofahrzeugen	181
9.1	Beurteilungsmöglichkeiten für eine Umweltbilanz	181
9.2	Herstellungs- und Verwertungsphase	183
9.3	Nutzungsphase	184
9.3.1	Lärm	185
9.3.2	Luftschadstoffe	185
9.3.3	CO ₂ -Ausstoß als Maß für die Klimaschädlichkeit des Autoverkehrs	186
9.4	Ökobilanz Elektrofahrzeuge im Vergleich zu Verbrenner-Fahrzeugen ...	189
10	Markt	195
10.1	Kostenvergleich Elektroautos – konventionelle Fahrzeuge	195
10.1.1	Anzusetzende Kosten	195
10.1.2	Vergleichsrechnung Elektrofahrzeug/Verbrennungsmotor- Fahrzeug	197
10.2	Angebot an Elektrofahrzeugen und Verbreitung	200
10.2.1	Verbreitung von Elektrofahrzeugen	200
10.2.2	Angebote, Anfangsmodelle und Entwicklung	203
10.2.2.1	Reine Elektro-Pkw	204
10.2.2.2	Plug-in-Hybride	210
10.2.2.3	Nutzfahrzeuge	211
10.2.2.4	Brennstoffzellenfahrzeuge	212
10.3	Wirkung staatlicher Förderung	213

10.4	Förderung der Elektromobilität in Deutschland	215
10.5	Schlussfolgerungen Markt	217
11	Mobilitätskonzepte mit Elektrofahrzeugen	219
11.1	Carsharing	219
11.1.1	Carsharing im städtischen Umfeld	220
11.1.2	Carsharing im ländlichen Raum	222
11.2	E-Taxis	222
11.3	Elektrobusse	223
11.4	Güterverkehr	224
11.4.1	Paketzustellung mit Elektrofahrzeugen	224
11.4.2	Elektro-Lkw	225
12	Automatisiertes/autonomes Fahren	227
13	Schlussfolgerungen und Gesamtbeurteilung	233
14	Berechnungen	237
14.1	Aufgaben	237
14.2	Workshop Simulation	243
	Glossar	249
	Ergänzende Informationsquellen	255
	Index	257