

<b>1</b>	<b>Geschichte der Elektrofahrräder</b>	7
<b>2</b>	<b>Elektrofahrräder heute</b>	13
2.1	Elektroroller und Leicht-Elektro-Fahrzeuge (LEV)	17
<b>3</b>	<b>Typeneinteilung und Vorschriften</b>	21
<b>4</b>	<b>Die Mechanik des Fahrrades</b>	25
4.1	Übersetzungen und geometrische Verhältnisse	25
4.2	Laufwiderstände	27
4.3	Leistungsbedarf	31
4.4	Wirkungsgrade	34
<b>5</b>	<b>Antriebsanordnungen</b>	41
5.1	Nabenmotoren	42
5.2	Mittelmotor und Tretlagerantrieb	46
5.3	Sonstige Antriebe	50
<b>6</b>	<b>Grundlagen Elektrotechnik</b>	53
6.1	Widerstände, Ohmsches Gesetz	53
6.2	Induktive Widerstände, Transformatoren	54
6.3	Kondensatoren, Schwingkreise	60
6.4	Dioden und Transistoren	64
6.5	Steuer- und Regelkreise	67
6.6	Elektrische Maschinen	68
6.6.1	Gleichstrommotoren	70
6.6.2	E-Bike-Motoren	74
6.6.3	Drehstrommotoren	82
6.6.4	Reluktanzmotoren	84
<b>7</b>	<b>Steuerungselemente und Steuerungssysteme</b>	87
7.1	Spannungswandler	87
7.2	Elektronische Kommutatoren	91
7.3	Sensoren	98
7.4	Steuerungselektronik (Controller)	104
7.5	Anzeige und Bedieneinrichtungen	112
7.6	Diagnoseeinrichtungen	117

<b>8</b>	<b>Akkumulatoren (Akkus)</b>	121
<b>8.1</b>	Grundlagen	122
8.1.1	Der Ionenstrom	122
8.1.2	Der Lösungsdruck – die treibende Kraft	125
<b>8.2</b>	Bauarten elektrochemischer Zellen	127
<b>8.3</b>	Elektrische Grundbegriffe in der Batterietechnik	130
8.3.1	Zellenspannung und Innenwiderstand	130
8.3.2	Kapazität und Stromrate	132
8.3.3	Energie, Leistung und Wirkungsgrad	132
8.3.4	Temperaturverhalten und Selbstentladung	134
8.3.5	Zyklenzahl, Alterung und Lagerung	135
8.3.6	Ladeverfahren	136
8.3.7	Verbinden von Zellen und Batterien	137
<b>8.4</b>	Bleiakkus	138
<b>8.5</b>	Alkalische Akkus (NiCd/NiMH)	141
<b>8.6</b>	Lithium-Ionen-Akkus	144
<b>8.7</b>	Ausblicke	153
<b>9</b>	<b>Bauarten von E-Rädern</b>	155
9.1	Fahrradtypen	156
9.2	Umbau zum einsetzgerechten Elektrofahrrad	163
<b>10</b>	<b>Produktsicherheit und Einheitsstandards</b>	175
<b>11</b>	<b>Controller-Area-Network (CAN)</b>	181
	<b>Anhang</b>	191
<b>A1</b>	Fahrrad-Luftwiderstände und Körperhaltung	191
<b>A2</b>	Fahrrad-Gesamtleistung (Tabellen)	192
<b>A3</b>	Energiebedarf und Reichweite	193
<b>A4</b>	Fachbegriffe	194
	<b>Literaturverzeichnis</b>	200
	<b>Bildquellenverzeichnis und Danksagung</b>	201
	<b>Sachwortverzeichnis</b>	202