

**Inhalt**

<b>1</b>	<b>Warum muss man eine Hochvolt-Qualifikation besitzen, um an modernen Kraftfahrzeugen mit E-Antrieben arbeiten zu dürfen? .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Welches elektrotechnische Grundlagen-Verständnis muss man auffrischen, um „fit“ für die Hochvolt-Technik in modernen „E-Kfz“ zu sein? .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Einleitung. ....</b>	<b>13</b>
2.1.1	Warum elektrisch angetriebene Kraftfahrzeuge jetzt? .....	14
2.1.2	Wie sieht die Prognose für die Zukunft aus? .....	15
2.1.3	Wird sich die „Hybrid-“, die reine „Plug-In E-Antriebs-“ oder die „Brennstoffzellen-Technik“ durchsetzen? .....	18
<b>2.2</b>	<b>Größen im elektrischen Stromkreis messen und berechnen. ....</b>	<b>18</b>
2.2.1	Die Elektrische Spannung $U$ . ....	18
2.2.2	Laborversuch zum Spannungsfall im einfachen Stromkreis .....	19
2.2.3	Der elektrische Strom $I$ . ....	20
2.2.4	Der elektrische Stromkreis .....	20
2.2.5	Der elektrische Widerstand $R$ . ....	21
2.2.6	Laborversuch zum ohmschen Gesetz .....	22
2.2.7	Laborversuch zur direkten Widerstandsmessung .....	23
2.2.8	Rechenaufgaben zum Ohmschen Gesetz .....	23
2.2.9	Die elektrische Leistung $P$ .....	24
2.2.10	Rechenaufgaben zur elektrischen Leistung .....	24
2.2.11	Testaufgaben zu 2.2 .....	25
<b>2.3</b>	<b>Schaltpläne .....</b>	<b>27</b>
2.3.1	Stromlaufplan in zusammenhängender und aufgelöster Darstellung am Beispiel der Innenbeleuchtung .....	27
2.3.2	Beispiel normgerechter Stromlaufplan Hybridfahrzeug Toyota Prius I .....	29
<b>2.4</b>	<b>Elektrische Schaltungen .....</b>	<b>30</b>
2.4.1	Parallelschaltung von elektrischen Verbrauchern .....	30
2.4.2	Laborversuche zur Parallelschaltung .....	31
2.4.3	Rechenaufgaben zur Parallelschaltung .....	32
2.4.4	Parallelschaltung von Spannungsquellen. ....	32
2.4.5	Reihenschaltung von elektrischen Verbrauchern (am Beispiel der Instrumentenbeleuchtung aus 2.4.1) .....	33
2.4.6	Laborversuche zur Reihenschaltung .....	34
2.4.7	Rechenaufgaben zur Reihenschaltung .....	35
2.4.8	Reihenschaltung von Spannungsquellen .....	36
2.4.9	Warum brauchen wir so hohe Spannungen bei E-Mobilität? .....	37
2.4.10	Testaufgaben zu 2.3 und 2.4. ....	38
<b>2.5</b>	<b>Elektrische Spannung speichern .....</b>	<b>39</b>
2.5.1	Arten der Spannungserzeugung (Überblick) .....	39
2.5.2	Spannungserzeugung durch elektrochemische Vorgänge .....	40
2.5.3	Laborversuch zur Galvanischen Zelle .....	41
2.5.4	Elektrochemische Spannungsreihe .....	41
2.5.5	Laborversuch zu Klemmenspannung und Innenwiderstand .....	42
2.5.6	Anwendungsbeispiele für galvanische Zellen. ....	43
2.5.7	Unterschied zwischen einer galvanischen Zelle und einem Akku .....	44
2.5.8	Aufbau einer herkömmlichen Starterbatterie (Akkumulator) .....	44
2.5.9	Lade- und Entladevorgänge in einem Blei-Akku .....	46
2.5.10	Blei-Akkus ... und die Anwendung im Kraftfahrzeug .....	47
2.5.11	Kennzeichnung herkömmlicher Fahrzeug-Blei-Akkus .....	48

2.5.12	Nickel-Cadmium-Batterie (NiCd) .....	49
2.5.13	NiMH-Akku ... und die Anwendung in elektrisch angetriebenen Kfz. ....	49
2.5.14	Lithium-Technik. ....	50
2.5.15	Ladevorschriften. ....	53
2.5.16	Kühlung der Hochvolt-Batterien. ....	55
2.5.17	Rechenaufgaben zu Fahrzeug-Batterien. ....	59
2.5.18	Der Kondensator als Ladungs- und Energiespeicher. ....	62
2.5.19	Rechenaufgaben zum Kondensator. ....	64
2.5.20	Laborversuche zum Kondensator als Ladungsspeicher. ....	66
2.5.21	Lade- und Entladekurve des Kondensators mit dem Oszilloskop darstellen. ....	67
2.5.22	Anwendungsbeispiel Kondensator im Kfz: Sound-Anlage. ....	68
2.5.23	Doppelschicht-Kondensatoren im Kfz. ....	69
2.5.24	Wozu werden Kondensatoren in E-Antrieben von Kraftfahrzeugen benötigt? .....	71
2.5.25	Kondensator zum Glätten von Mischspannungen (Laborversuch) .....	72
2.5.26	Der Kondensator im Zwischenkreis des Inverters. ....	74
2.5.27	Testaufgaben zu 2.5 (Spannung speichern).....	75
<b>2.6</b>	<b>Elektrische Ströme elektromagnetisch schalten. ....</b>	<b>78</b>
2.6.1	Magnetismus. ....	78
2.6.2	Drehzahl- und Rotorlagensensorik. ....	80
2.6.3	Rotoren mit Dauermagneten. ....	82
2.6.4	Elektromagnetismus. ....	82
2.6.5	Wirkung von Eisen im Magnetfeld. ....	84
2.6.6	Elektromagnetisches Relais. ....	87
2.6.7	Schütze in elektrisch angetriebenen Fahrzeugen. ....	88
2.6.8	Weitere Sicherheits-Relais/Schütze in E-Fahrzeugen. ....	91
2.6.9	Testaufgaben zu 2.6 (Elektrische Ströme elektromagnetisch schalten) .....	93
<b>2.7</b>	<b>Wechselspannung. ....</b>	<b>95</b>
2.7.1	Messen mit dem Oszilloskop (analog) .....	95
2.7.2	Messen mit dem Oszilloskop (digital). ....	96
2.7.3	Wechselspannung mit dem Oszilloskop messen. ....	97
2.7.4	Messen mit dem Oszilloskop (Motortester) .....	97
<b>2.8</b>	<b>Elektronische Bauteile. ....</b>	<b>99</b>
2.8.1	Die Diode. ....	99
2.8.2	Einfache Gleichrichtung (Laborversuch) .....	100
2.8.3	Brücken-Gleichrichtung (Laborversuch) .....	101
2.8.4	Dioden-Fehler und Oberwelligkeit (Laborversuch) .....	102
2.8.5	Beispiele für Anwendungen von Dioden im Kraftfahrzeug. ....	104
2.8.6	Die Zener-Diode. ....	105
2.8.7	Spannungsstabilisierung mithilfe der Z-Diode (Laborversuch) .....	106
2.8.8	Die Kennlinie einer Z-Diode aufnehmen und zeichnen (Laborversuch) .....	107
2.8.9	Kennlinie einer Z-Diode oszilloskopieren (exemplarisch) (Laborversuch) .....	108
2.8.10	Prüfung einer Z-Diode mit dem Komponenten-Tester (exemplarisch) (Laborversuch) ..	109
2.8.11	Anwendungen von Z-Dioden im Kraftfahrzeug. ....	110
2.8.12	Berechnung des Vorwiderstands einer Z-Diode. ....	111
2.8.13	Der bipolare Transistor. ....	111
2.8.14	Prinzipschaltungen und Berechnungen am Transistor. ....	112
2.8.15	Rechenaufgaben zum (bipolaren) Transistor. ....	113
2.8.16	Der NPN-Transistor als Schalter (Laborversuch) .....	114
2.8.17	Der PNP-Transistor als Schalter (Laborversuch) .....	115
2.8.18	Anwendungsbeispiel Transistor als Schalter (Endstufe): Beleuchtung Nfz. ....	115
2.8.19	Der (unipolare) Feldeffekt-Transistor am Beispiel N-Kanal-MOS-FET. ....	116
2.8.20	N-Kanal-MOS-FET als Schalter (Laborversuch) .....	117
2.8.21	Anwendungsbeispiel MOS-FET (Endstufe) im Kraftfahrzeug. ....	118
2.8.22	Der Thyristor. ....	119
2.8.23	Thyristor-Anwendung in Motorrad-Drehstrom-Gleichrichter und -„Regler“ .....	120
2.8.24	Der IGBT-Transistor (Laborversuch). ....	121
2.8.25	Anwendung des IGBT-Transistors als Wechselrichter in HV-Klima-Kompressoren ....	122
2.8.26	Testaufgaben zu 2.7 und 2.8. ....	123

3

Welche elektrischen Maschinen und Geräte werden in elektrisch angetriebenen Fahrzeugen verwendet? . . . . 125

3.1

Generator. . . . . 125

3.1.1

Spannungserzeugung durch Induktion der Bewegung (Generator-Prinzip). . . . . 125

3.1.2

Laborversuch zur Spannungserzeugung durch Induktion der Bewegung . . . . . 126

3.1.3

Was ist Drehstrom? . . . . . 127

3.1.4

Drehstromgenerator (Stern- und Dreieckschaltung) . . . . . 128

3.1.5

Bauteile des Drehstrom-Generators. . . . . 131

3.1.6

Gleichrichtung der 3-Phasen-Wechselspannung. . . . . 132

3.1.7

Drehstrom-Generator mit Erreger-Dioden und Regler. . . . . 133

3.1.8

Transistor-Regler . . . . . 135

3.1.9

Transistor-Regler (Laborversuch) . . . . . 136

3.1.10

Leistungsstarke wassergekühlte Drehstrom-Generatoren . . . . . 137

3.1.11

Exemplarische Kennlinie eines luftgekühlten Generators . . . . . 139

3.1.12

Berechnung von Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad und Riemetrieb beim Generator. . . . 139

3.1.13

Hochvolt-Generator im Fahrzeug . . . . . 141

3.1.14

Gleichrichten als erste Aufgabe des Inverters in elektrisch angetriebenen Kraftfahrzeugen 142

3.2

DC/AC- und DC/DC-Wandler . . . . . 142

3.2.1

Spannungserzeugung durch Induktion der Ruhe (Trafo-Prinzip). . . . . 142

3.2.2

Trafo-Prinzip (Laborversuch) . . . . . 143

3.2.3

Rechenaufgaben zum Trafo-Prinzip . . . . . 144

3.2.4

Anwendungsbeispiele zum Trafo-Prinzip . . . . . 146

3.2.5

Blockschaltbild eines Inverters im Kfz (einschließlich DC/DC-Wandler) . . . . . 147

3.2.6

Aufbau und Funktion eines einfachen DC/DC-Wandlers (Laborversuch)  
– Zweite Aufgabe des Inverters: Anheben bzw. Absenken der HV-Spannung im Kfz. . . . 148

3.2.7

Aufbau und Funktion einer Ladepumpe bzw. eines Aufwärtswandlers im Kraftfahrzeug 149

3.2.8

Funktion eines DC/AC-Wandlers mit IGBT-Transistoren (Laborversuch) . . . . . 150

3.2.9

Versuchsaufbau und Ergebnis eines DC/AC-Wandlers bzw. eines Inverters . . . . . 151

3.2.10

Wie erzeugt der Inverter einen sinusförmigen Drehstrom für ein steuerbares Drehfeld?  
– Dritte Aufgabe des Inverters in einem elektrisch angetriebenen Kraftfahrzeug . . . . 152

3.2.11

Testaufgaben zu 3.1 und 3.2. . . . . 154

3.3

Drehstrommotor . . . . . 156

3.3.1

Das Drehfeld aus dem öffentlichen Netz . . . . . 156

3.3.2

Entstehung der Drehbewegung in einem Drehstrommotor . . . . . 157

3.3.3

Prinzip des Synchron-Drehstrommotors . . . . . 158

3.3.4

Einsatzbeispiele für Synchron-Motoren in HV-Fahrzeugen . . . . . 162

3.3.5

Asynchron-Drehstrommotor. . . . . 164

3.3.6

Vergleich von Synchron- und Asynchron-Maschine als scheibenförmiger Motor-Generator für Mild-Hybrid-Anwendungen . . . . . 166

3.3.7

Kennlinien und Laufverhalten von drehzahl- und lastgesteuerten Drehstrommotoren im Kraftfahrzeug . . . . . 167

3.3.8

Rechenaufgaben zu Drehstrommotoren . . . . . 170

3.3.9

Asynchron-Motor im E-Fahrzeug . . . . . 172

3.3.10

Wie kann man mit Gleichstrom ein Drehfeld für einen Drehstrommotor erzeugen? . . . . 173

3.3.11

Lehrmittel zum Thema Drehstrommotor im Kraftfahrzeug. . . . . 174

3.3.12

Kraftfahrzeug-HV-Bordnetze . . . . . 175

3.4

Gleichstrommotor . . . . . 176

3.4.1

Arbeitsprinzip des Gleichstrommotors. . . . . 176

3.4.2

Aufbau und Funktion des Gleichstrommotors . . . . . 178

3.4.3

Elektro-Motorische Gegenkraft (EMG). . . . . 180

3.4.4

Bauarten von Gleichstrommotoren . . . . . 182

3.4.5

Starterdiagramm. . . . . 183

3.4.6

Drehzahlregelung . . . . . 184

3.4.7

Gleichstromsteller. . . . . 185

3.4.8

Laborversuch zum Gleichstromsteller . . . . . 186

3.4.9

Gleichstromsteller im Elektrofahrzeug . . . . . 187

3.4.10

Laborversuch zur Freilauf-Diode . . . . . 188

3.4.11	Anwendungen des Gleichstrommotors im Kraftfahrzeug .....	189
3.4.12	Starter als spezielle Anwendung im Kraftfahrzeug .....	189
3.4.13	Bürstenlose Gleichstrommotoren (BLDC) .....	197
3.4.14	Der BLDC-Motor als Antriebsmotor in E-Fahrzeugen .....	200
<b>3.5</b>	<b>Leitungen, Kabel, Verbindungssysteme, Ladeeinrichtungen</b> .....	<b>200</b>
3.5.1	Leitungen, besondere Spezifikationen für HV-Kabel .....	200
3.5.2	Schutz für HV-Leitungen. ....	202
3.5.3	Verlegung von HV-Leitungen .....	203
3.5.4	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) für HV-Kabel .....	205
3.5.5	Verbindungssysteme für HV-Kabel .....	206
3.5.6	Ladegeräte für E- und Plug-In-Hybridfahrzeuge .....	209
3.5.7	Schaltungsbeispiel für ein Ladegerät in einem Smart ED .....	210
3.5.8	Ladesäulen .....	212
3.5.9	Ladeleitungen und Steckverbinder für Ladeeinrichtungen von E-Fahrzeugen .....	214
3.5.10	Lade- und Batterie-Tausch-Konzepte .....	217
<b>3.6</b>	<b>Antriebskonzepte</b> .....	<b>220</b>
3.6.1	Übersicht verschiedener Generator- und Startersysteme .....	220
3.6.2	Übersicht Antriebskonzepte .....	221
3.6.3	Entwicklung des Kurbelwellen-Startgenerators als Vorstufe zum Mild-Hybrid .....	221
3.6.4	Definition Hybridfahrzeug .....	223
3.6.5	Micro-Hybrid. ....	223
3.6.6	Mild-Hybrid .....	223
3.6.7	Full- oder Strong-Hybrid. ....	223
3.6.8	Einteilung der Fahrzeuge nach Anordnung der Antriebe .....	224
<b>3.7</b>	<b>Werkstatt-Arbeiten und Diagnose</b> .....	<b>231</b>
3.7.1	Diagnose mit dem Werkstatt-Tester .....	231
3.7.2	Isolations-Widerstand prüfen .....	232
3.7.3	HV-Spannung prüfen .....	233
3.7.4	HV-Spannung herstellersizifisch prüfen .....	233
3.7.5	Herstellersizifische Testgeräte .....	234
3.7.6	Mechanische Austausch-Arbeiten von Hochvolt-Bauteilen .....	236
<b>4</b>	<b>Welche Gefahren treten für den Mechatroniker in der Werkstatt beim Umgang mit elektrisch betriebenen Kfz auf und wie wird diesen begegnet?</b> .....	<b>239</b>
<b>4.1</b>	<b>Gefährdung durch Einwirkung elektrischer Ströme</b> .....	<b>239</b>
4.1.1	Physiologische Wirkung des elektrischen Stroms .....	239
4.1.2	Auswirkungen auf den menschlichen Organismus .....	240
<b>4.2</b>	<b>Gefährdung durch Lichtbogeneinwirkung</b> .....	<b>241</b>
4.2.1	Augenschäden durch Lichtintensität und Strahlung .....	241
4.2.2	Schäden durch Hitzeentwicklung. ....	241
<b>4.3</b>	<b>Gefährdung durch Sekundärnrfälle</b> .....	<b>241</b>
<b>4.4</b>	<b>Schutzmaßnahmen gegen elektrische Körperdurchströmung und Lichtbogeneinwirkung im öffentlichen Netz und im Kfz</b> .....	<b>242</b>
4.4.1	Definition/Einteilung von Gefährdungsklassen. ....	242
4.4.2	Gefährdungsgrenzen .....	242
4.4.3	Aufbau elektrischer Netze .....	243
4.4.4	Schutzvorkehrungen in elektrischen Installationen und Geräten. ....	244
4.4.5	Schutzmaßnahmen in Kraftfahrzeugen .....	247
4.4.6	Festlegung „HV-eigensicheres Fahrzeug“ .....	247
4.4.7	Sicherheitsmaßnahmen bei Arbeiten an Hochvolt-Fahrzeugen. ....	249
<b>4.5</b>	<b>Verhalten bei Unfällen, Erste Hilfe</b> .....	<b>252</b>
4.5.1	Rechtliche Grundlagen bei Hilfeleistungen .....	252

4.5.2	Ablaufschema lebensrettender Sofortmaßnahmen . . . . .	252
4.5.3	Eigensicherung als Helfer, Bergung aus Gefahrenbereichen. . . . .	253
4.5.4	Schema von Notfallmeldungen. . . . .	253
4.5.5	Einsatz eines AED (automatisierter externer Defibrillator) . . . . .	253
<b>5</b>	<b>Welche rechtlichen Vorschriften müssen in der Werkstatt beim Umgang mit elektrisch angetriebenen Fahrzeugen beachtet werden? Welche Anforderungen werden an das Werkstatt-Personal gestellt? . . . . .</b>	<b>255</b>
<b>5.1</b>	<b>(Un-)überschaubarer „Wald“ von Gesetzen, Verordnungen und Vorschriften. . .</b>	<b>255</b>
5.1.1	Elektrofachkraft. . . . .	260
5.1.2	Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten . . . . .	260
5.1.3	Elektrotechnisch unterwiesene Person . . . . .	260
5.1.4	Elektrotechnischer Laie . . . . .	260
5.1.5	Verantwortliche Elektrofachkraft . . . . .	260
5.1.6	Verantwortung der Elektrofachkraft . . . . .	261
5.1.7	Unternehmerverantwortung . . . . .	261
5.1.8	Fachkundiger für Arbeiten an HV-eigensicheren Fahrzeugen . . . . .	262
5.1.9	Bedeutung dieser Vorschriften für Schulen, Bildungszentren und deren (Schul-) Leitungen beim Erwerb und bei der Nutzung von HV-Fahrzeugen . . . . .	262
<b>5.2</b>	<b>Auswirkungen der Gesetze und Vorschriften . . . . .</b>	<b>263</b>
5.2.1	Folgen von Pflichtverletzungen. . . . .	263
5.2.2	Gefährdungsbeurteilung (Risikobewertung). . . . .	263
5.2.3	Betriebsanweisung – Gebrauchsanweisung – Hersteller-Produktschulung. . . . .	265
5.2.4	Unterweisung des Werkstatt-Personals/der Auszubildenden . . . . .	267
5.2.5	Elektrisches Freischalten der betroffenen Fahrzeuge (Grundsatz) . . . . .	269
5.2.6	Spannungsfreiheit feststellen und dokumentieren. . . . .	269
<b>5.3</b>	<b>Beispiele für Zertifikate „Fachkundiger (ehemals Elektrofachkraft) für HV-Systeme in Kfz“ . . . . .</b>	<b>270</b>
<b>5.4</b>	<b>Zertifikat für die Sensibilisierung für die Durchführung nicht-elektrotechnischer Arbeiten an HV-Fahrzeugen . . . . .</b>	<b>273</b>
<b>5.5</b>	<b>Höhere Anforderungen für Entwickler, Nach- und Umrüster von Fahrzeugen und bei Arbeiten unter Spannung. . . . .</b>	<b>273</b>
<b>5.6</b>	<b>Besondere Rechtsvorschrift für die Prüfung „Zusatzqualifikation Fachkraft ...“ der IHK. . . . .</b>	<b>275</b>
<b>6</b>	<b>Beschreibung der Technik und des Freischaltens anhand exemplarischer Beispiele konkreter Serienfahrzeuge . . . .</b>	<b>279</b>
<b>6.1</b>	<b>Beispiel „Mild-Hybrid“: Mercedes S 400 Hybrid. . . . .</b>	<b>279</b>
6.1.1	Aufbau des Systems mit Einbindung ins Kraftfahrzeug. . . . .	279
6.1.2	Bauteile . . . . .	280
6.1.3	Betroffene Nebenaggregate . . . . .	281
6.1.4	Rekuperatives Bremsen . . . . .	281
6.1.5	Schaltung rekuperatives Bremssystem (RBS) . . . . .	283
6.1.6	Kühlung der HV-Aggregate. . . . .	285
6.1.7	Funktion und Anzeige des Energieflusses . . . . .	286
6.1.8	Sicherheitsphilosophie des Herstellers . . . . .	286
6.1.9	Freischalten und Spannungsfreiheit feststellen und dokumentieren . . . . .	287
<b>6.2</b>	<b>Beispiel „Voll-Hybrid“: Toyota Prius mit Integration der Motor-Generatoren in das Getriebe für Frontantrieb . . . . .</b>	<b>288</b>
6.2.1	Überblick Hybridfahrzeug. . . . .	288
6.2.2	Aufbau des Systems mit Einbindung ins Kraftfahrzeug. . . . .	289

6.2.3	Bauteile und Besonderheiten beim Toyota Prius	289
6.2.4	Aufgaben der Hauptkomponenten	290
6.2.5	Wozu wird ein Inverter benötigt?	291
6.2.6	Auslegung des Verbrennungsmotors	292
6.2.7	Hybrid-Antriebseinheit	293
6.2.8	Antrieb und Fahrsituationen	294
6.2.9	Nomografisches Diagramm	297
6.2.10	Bedienung und Anzeigen	298
6.2.11	12-V-Spannungsversorgung und Aufbau des Hochvolt-Bordnetzes	299
6.2.12	Sicherheitsphilosophie des Herstellers	302
6.3	<b>Beispiel „Elektrofahrzeug“: Smart ED (Electric Drive)</b>	308
6.3.1	Kleiner Überblick über weitere Elektrofahrzeuge	308
6.3.2	Welche Regeln gelten beim Umgang mit rein elektrischen Kraftfahrzeugen im Vergleich zu Hybridfahrzeugen?	309
6.3.3	Bauteile und Besonderheiten beim smart fortwo ed	309
6.3.4	Erläuterungen zu den Hauptkomponenten	310
6.3.5	Freischalten und Spannungsfreiheit feststellen und dokumentieren	315
6.4	<b>Beispiel „Brennstoffzellen-Fahrzeug“: Mercedes B-Klasse F-Cell</b>	317
6.4.1	Geschichtliche Entwicklung	317
6.4.2	Brennstoffzellensysteme	317
6.4.3	Funktionsprinzip der PEM-Brennstoffzelle	318
6.4.4	Aufbau eines Brennstoffzellen-Stacks	319
6.4.5	Schematischer Aufbau eines BZ-Fahrzeugs	320
6.4.6	Vorgänge im Fahrbetrieb	320
6.4.7	Wasserstoff-Speichersysteme	321
6.4.8	Wirkungsgrade	322
6.5	<b>Beispiele für weitere Hybrid- und E-Fahrzeuge</b>	324
6.5.1	Mercedes Atego Hybrid als Beispiel für den Einsatz von E-Antrieben im Nutzfahrzeug-Bereich	324
6.5.2	Elektro-Fahrräder	325
6.5.3	Elektro-Roller, Elektro-Bikes, Elektro-Dreiräder	326

<b>Lösungen</b>	<b>329</b>
-----------------	------------

<b>Anhang</b>	<b>369</b>
---------------	------------

7.1	<b>Fachbegriffe nach Langenscheidt</b>	369
7.2	<b>Bildquellenverzeichnis</b>	370
7.3	<b>Stichwortverzeichnis</b>	371