

1	Einleitung	1
	Literatur	3
2	Bordelektrik	5
2.1	Bordnetz	5
2.2	Mehrspannungs-Bordnetz	13
2.3	Energiemanagement	15
	Literatur	18
3	Energiespeicher	19
3.1	Blei-Akkumulatoren	22
3.2	Blei-Kohlenstoff-Akkumulatoren	24
3.3	Nickel-Cadmium-Akkumulatoren	24
3.4	Nickel-Metallhydrid-Akkumulatoren	25
3.5	Li-Ionen-Akkumulatoren	25
3.6	Natrium-Schwefel-Akkumulatoren	29
3.7	Lithium-Schwefel-Akkumulatoren	29
3.8	Lithium-Luft-Akkumulatoren	30
3.9	Natrium-Nickelchlorid-Akkumulatoren	30
3.10	Natrium-Ionen-Akkumulatoren	31
3.11	Natrium-Luft-Akkumulatoren	31
3.12	Kondensatoren als Energiespeicher	31
3.13	Brennstoffzellen	33
3.14	Weitere Energiespeicher	36
	Literatur	36
4	Hybridantriebe und elektrische Antriebe	39
4.1	Elektrische Maschinen	39
4.2	Lichtmaschine	46
4.3	Starter	50
4.4	Starter-Generatoren	52

4.5	Hybridfahrzeuge.....	53
4.6	Elektrofahrzeuge	57
	Literatur.....	64
5	Beispiel Elektronische Dieselsteuerung (EDC).....	65
5.1	Aufgaben	66
5.2	Einspritzung	67
5.3	Drehzahlregelung	84
5.4	Regelung des Luftsystems	85
5.5	Abgasnachbehandlung	95
5.6	Der Abgasskandal.....	108
5.7	Thermomanagement.....	110
	Literatur.....	112
6	Datenkommunikation im Fahrzeug	115
6.1	Zuordnung von Funktionen zu Geräten	116
6.2	Kfz-Elektronik als LAN.....	119
6.3	CAN-Bus	122
6.4	„Class A“-Busse	152
6.5	Zeitgesteuerte Busse (Byteflight, TTCAN, TTP, FlexRay)	154
6.6	Busse für Rückhaltesysteme.....	160
6.7	Einfache Sensorbusse	161
6.8	Busse für Multimedia-Anwendungen	162
6.9	Ethernet	165
6.10	Drahtlose Netze	166
6.11	Praktisches Vorgehen	167
	Literatur.....	170
7	Hardware.....	173
7.1	Steuergeräteschaltungen.....	173
7.2	Elektromagnetische Verträglichkeit	216
7.3	Mechanische Anforderungen	245
7.4	Thermische Anforderungen	247
7.5	Chemische Anforderungen und Dichtigkeit.....	253
7.6	Anforderungen an den Umweltschutz	255
7.7	Akustische Anforderungen.....	256
7.8	Aufbau- und Verbindungstechnik.....	257
	Literatur.....	259
8	Software	265
8.1	Architektur der Steuergeräte-Software.....	265
8.2	Echtzeit-Betriebssysteme.....	269
8.3	Steuer- und regelungstechnische Funktionen der Software	282

8.4	Diagnosefunktionen der Software	297
8.5	Entwicklung der Anwendungs-Software	317
	Literatur	344
9	Datensicherheit (Security)	347
9.1	Datensicherheit im Entwicklungsprozess	350
9.2	Verschlüsselung	352
9.3	Authentifikation	355
9.4	Validierung	357
9.5	Spezielle Angriffe	358
9.6	Tests	361
	Literatur	361
10	Sicherheit und Zuverlässigkeit	363
10.1	Die Norm ISO 26262	364
10.2	Ausfälle elektronischer Systeme	366
10.3	Ausfälle von Software	376
10.4	Methoden zur Analyse von Sicherheit und Zuverlässigkeit	377
10.5	Verbesserungsmaßnahmen	383
10.6	SOTIF (Safety of the Intended Functionality)	389
	Literatur	389
11	Projekte, Prozesse und Produkte	391
11.1	Besonderheiten der Kfz-Branche	391
11.2	Stufen der Elektronik-Entwicklung	394
11.3	Projekte und Prozesse	396
11.4	Projekte in der Praxis	399
11.5	Projektphasen	400
11.6	Management des Produktlebenszyklus	427
11.7	Architekturbasierte Entwicklung	428
11.8	Serienbetreuung	429
11.9	Qualität	434
	Literatur	446
12	Anwendungen	451
12.1	Funktionsentwicklung am Beispiel Klimaregelung	451
12.2	Systeme im Antriebsstrang	457
12.3	Systeme für die Fahrdynamik und die aktive Sicherheit	472
12.4	Systeme für die passive Sicherheit	490
12.5	Fahrerassistenz- und Informationssysteme	497
12.6	Mensch-Maschine-Schnittstelle	519
12.7	Komfortsysteme	523
12.8	Unterhaltungselektronik	526

12.9	Fahrzeugakustik	528
12.10	Diebstahlschutz	529
	Literatur	535
13	Selbstbau und Tuning	541
	Literatur	545
14	Zukunftstechnologien im Fahrzeug	547
14.1	Adaptronik	547
14.2	Nanotechnologie	548
14.3	Photonik	549
14.4	Künstliche Intelligenz	550
14.5	Augmented Reality	551
14.6	Weitere Zukunftsentwicklungen	551
	Literatur	552
	Normen	553
	Stichwortverzeichnis	575