

# Inhalt

## Kraftfahrzeuge

Gesamtsystem Kraftfahrzeug	28
Definition von Kraftfahrzeug	28
Funktionseinheiten eines Kraftfahrzeugs	28
Klassifikation von Kraftfahrzeugen	29

## Grundlagen

Größen und Einheiten	32
SI-Einheiten	32
Gesetzliche Einheiten	35
Weitere Einheiten	41
Naturkonstanten	44
Mathematische Zeichen	45
Griechische Buchstaben	45
Grundlagen der Mechanik	46
Geradlinige Bewegung und Drehbewegung	46
Statik	49
Festigkeitsberechnung	51
Reibung	53
Fluidmechanik	56
Hydrostatik	56
Strömungsmechanik	57
Schwingungen	60
Begriffe	60
Gleichungen	62
Schwingungsminderung	63
Modalanalyse	64
Akustik	66
Allgemeine Begriffe	66
Messgrößen für Geräuschemissionen	69
Messgrößen für Geräuschimmissionen	70
Subjektive Geräuschbewertung	71
Technische Optik	74
Elektromagnetische Strahlung	74
Geometrische Optik	74
Wellenoptik	77
Lichttechnische Größen	79
Lasertechnik	82
Lichtwellenleiter	83
Thermodynamik	86
Grundlagen	86
Hauptsätze der Thermodynamik	88
Zustandsgleichungen	89
Zustandsänderungen	91
Kreisprozesse und technische Anwendungen	91
Wärmeübertragung	96

Elektrotechnik	102
Grundlagen der Elektrizität	103
Elektrische Größen im Stromkreis	104
Leiter, Nichtleiter, Halbleiter	109
Gesetzmäßigkeiten	110
Elektrische Leistung und Arbeit	112
Zeitabhängiger Strom	114
Elektrisches Feld	117
Magnetisches Feld	118
Elektromagnetische Felder	125
Leistung im Wechselstromkreis	126
Wellenausbreitung	128
Elektrische Effekte in metallischen Leitern	131
Elektronik	138
Grundlagen der Halbleitertechnik	138
Diskrete Halbleiterbauelemente	141
Monolithische integrierte Schaltungen	157
Grundlagen Elektrische Maschinen	158
Energiewandlung	158
Systematik rotierender elektrischer Maschinen	159
Definition geometrischer Größen	159
Gleichstrommaschinen	160
Asynchronmaschine	166
Synchronmaschine	168
Geschalteter Reluktanzmotor	173
Elektronikmotoren	176
Energieeffizienzklassen	177
Drehstromsystem	178
Chemie	182
Elemente	182
Chemische Bindungen	188
Stoffe	192
Stoffkonzentrationen	194
Reaktion von Stoffen	195
Elektrochemie	202

## Mathematik und Methoden

Mathematik	204
Zahlen	204
Funktionen	204
Gleichungen im ebenen Dreieck	210
Komplexe Zahlen	210
Koordinatensysteme	211
Vektoren	213
Differential- und Integralrechnung	215
Lineare Differentialgleichungen	218
Laplace-Transformation	219
Fourier-Transformation	220
Matrizen-Rechnung	222

Technische Statistik	226	<b>Maschinenelemente</b>	
Deskriptive Statistik	226	Toleranzen	354
Wahrscheinlichkeitsrechnung	228	Gestaltabweichungen	354
Kennzahl in der Qualitätssicherung und im Qualitätsmanagement	232	Geometrische Produkt- spezifikation	354
Finite-Elemente-Methode	234	Achsen und Wellen	359
Anwendung	234	Funktion und Anwendung	359
FEM-Beispiele	237	Dimensionierung	359
Regelungs- und Steuerungstechnik	242	Gestaltung	361
Begriffe und Definitionen	242	Federn	362
Regelungstechnische Über- tragungsglieder	243	Grundlagen	362
Entwurf einer Regelungsaufgabe	244	Metallfedern	364
Adaptive Regler	246	Gleitlager	370
Künstliche Intelligenz	248	Merkmale	370
Einführung in die KI	248	Hydrostatische Gleitlager	370
Maschinelles Lernen	250	Hydrodynamische Gleitlager	371
Repräsentation von Information	253	Selbstschmierende Gleitlager aus Metall	374
Planen	254	Selbstschmierende Gleitlager aus Kunststoff	376
IT-Sicherheit von KI-Systemen	256	Wälzlager	378
<b>Werkstoffe</b>		Anwendung	378
Werkstoffe	258	Allgemeine Grundlagen	378
Stoffkenngrößen	258	Auswahl der Wälzlager	379
Werkstoffgruppen	270	Berechnung der Tragfähigkeit	382
Metallische Werkstoffe	271	Dichtungen	384
EN-Normen der Metalltechnik	286	Dichtungstechnik	384
Magnetwerkstoffe	290	O-Ring	386
Nichtmetallische anorganische Werkstoffe	303	Formteildichtung	393
Verbundwerkstoffe	303	Flachdichtungen	395
Kunststoffe	306	Verschlusskappen	396
Wärmebehandlung metallischer Werkstoffe	328	Radialwellendichtring	398
Härte	328	Pneumatikdichtungen	406
Verfahren der Wärmebehandlung	331	Zweikomponentendichtungen	408
Thermochemische Behandlungen	337	Stangen- und Kolbendichtsysteme	411
Korrosion und Korrosionsschutz	340	Elastomer-Werkstoffe	415
Korrosionsvorgänge	340	<b>Verbindungstechnik</b>	
Phänomenologie der Korrosion	341	Lösbare Verbindungen	426
Korrosionsprüfungen	342	Formschlussverbindungen	426
Korrosionsschutz	344	Reibschlussverbindungen	430
Überzüge und Beschichtungen	348	Schraubenverbindungen	437
Überzüge	348	Schnappverbindungen an Kunststoffteilen	447
Beschichtungen	353	Unlösbare Verbindungen	450
		Schweißtechnik	450
		Löttechnik	454
		Klebtechnik	455
		Niettechnik	457
		Durchsetzfügeverfahren	459

<b>Fahrzeugphysik</b>			
Bewegung des Fahrzeugs	462	Kraftstoffe	560
Koordinatensystem	462	Übersicht	560
Freiheitsgrade der Fahrzeug- bewegung	462	Kenngrößen	562
Fahrwiderstände	464	Benzin	563
Gesamtfahrwiderstand	464	Dieselkraftstoff	569
Einzelfahrwiderstände	464	Methan	579
Dynamik der Kraftfahrzeuge	470	Autogas	581
Merkmale der Fahrzeugdynamik	470	Wasserstoff	582
Fahrzeuginerpendenz	471	Stromgenerierte regenerative Kraftstoffe	583
Fahrzeugquerdynamik	479	Ether	584
Fahrzeugvertikaldynamik	486	Harnstoff-Wasser-Lösung	590
Spezielle Fahrdynamik für Nutzfahrzeuge	493	Kältemittel für Klimaanlage	591
Fahrdynamik-Testverfahren	498	Entwicklung bis heute	591
Bewertung des Fahrverhaltens	498	Alternative Möglichkeiten	592
Fahrdynamik-Testverfahren nach ISO	499	<b>Antriebsstrang</b>	
Energiebedarf für Fahrtriebe	506	Antriebsstrang mit Verbrennungs- motor	594
Kraftstoffverbrauch von Verbrennungsmotoren	506	Elemente des Antriebsstrangs	594
Kraftstoffverbrauch von Hybridfahrzeugen	509	Aufgaben des Antriebsstrangs	594
Reichweite und Verbrauch von Elektrofahrzeugen	510	Zugkraftkurven	595
Well-to-Wheel-Analyse	512	Antriebsarten	598
Fahrzeug-Aerodynamik	516	Anfahrelemente und Schwingungs- entkoppelung	600
Aerodynamische Kräfte	516	Einfachkupplung	600
Aufgaben der		Doppelkupplung	602
Fahrzeug-Aerodynamik	519	Hydrodynamischer Drehmoment- wandler	603
Fahrzeug-Windkanäle	524	Schwingungsentkoppelung	605
Fahrzeugakustik	530	Übersetzungsgetriebe	608
Gesetzliche Vorgaben	530	Komponenten in Schaltgetrieben	608
Fahrzeugakustische Entwicklungs- arbeiten	532	Handschaftgetriebe	614
Geräuschquellen	533	Automatisiert geschaltete Getriebe	617
Sounddesign	535	Doppelkupplungsgetriebe	618
<b>Betriebsstoffe</b>		Planetenautomatikgetriebe	620
Schmierstoffe	538	Stufenlose Umschlingungsgetriebe	622
Begriffe und Definitionen	538	Nutzfahrzeuggetriebe	624
Motorenöle	544	Differentialgetriebe	626
Getriebeöle	548	Achsgetriebe	626
Schmieröle	549	Elektronische Getriebesteuerung	630
Schmierfette	549	Aufgaben und Anforderungen	630
Kühlmittel für Verbrennungsmotoren	553	Komponenten der Getriebe- steuerung	631
Anforderungen	553	Schaltpunktsteuerung	632
Zusammensetzung von		Hydraulische Steuerung	634
Kühlmitteln	553	Elektrohydraulische Aktoren	635
Typen von Kühlerschutzmitteln	554		
Bremsflüssigkeiten	556		
Anforderungen	556		
Kenngrößen	557		
Chemischer Aufbau	558		

<b>Verbrennungsmotoren</b>		<b>Ansaugluftsysteme und Saugrohre</b>	754
Verbrennungsmotoren	642	Übersicht	754
Wärme­kraft­ma­schinen	642	Pkw-Ansaugluftsystem	755
Gemischbildung, Verbrennung,		Pkw-Saugrohre	763
Emissionen	646	Motorradsaugrohre	768
Ottomotor	646	Nfz-Ansaugsystem	768
Dieselmotor	657	Nfz-Saugrohre	771
Mischformen und alternative		<b>Aufladegeräte für Verbrennungs-</b>	
Betriebsstrategien	662	<b>motoren</b>	772
Ladungswechsel und Aufladung	664	Mechanische Lader	772
Ladungswechsel	664	Abgasturbolader	775
Variable Ventiltriebe	667	Komplexe Aufladesysteme	784
Aufladeverfahren	671	<b>Abgasanlage</b>	790
Abgasrückführung	674	Aufgaben und Aufbau	790
Hubkolbenmotor	676	Krümmen	792
Komponenten	676	Katalysator	792
Bauformen des Hubkolbenmotors	690	Partikelfilter	793
Triebwerksauslegung	691	Schalldämpfer	794
Tribologie und Reibung	699	Verbindungselemente	796
Erfahrungswerte und		Akustische Abstimmeelemente	797
Berechnungsunterlagen	703	Nfz-Abgassysteme	798
Abgasemissionen	716		
Historische Maßnahmen	716	<b>Steuerung und Regelung des</b>	
Bestandteile des motorischen		<b>Ottomotors</b>	
Abgases	716	Steuerung und Regelung des	
Grundlagen der katalytischen		Ottomotors	800
Abgasnachbehandlung	718	Aufgabe der Motorsteuerung	800
Katalytische Verfahren zur		Systemübersicht	801
Abgasnachbehandlung	719	Motronic-Ausführungen für Pkw	805
Riemenantriebe	720	Motronic-Ausführungen für	
Kraftschlüssige Riemenantriebe	720	Motorräder	809
Formschlüssige Riemenantriebe	725	Zylinderfüllung	812
<b>Kettenantriebe</b>	730	Bestandteile	812
Übersicht	730	Steuerung der Zylinderfüllung	813
Steuerketten	730	Erfassung der Luftfüllung	815
Kettenräder	734	Zylinderabschaltung	817
Kettenspann- und		<b>Kraftstoffversorgung</b>	820
Kettenführungselemente	734	Kraftstoffförderung bei	
Kühlung des Motors	736	Saugrohrein­spritzung	820
Luftkühlung	736	Kraftstoffförderung bei	
Wasserkühlung	737	Benzin-Direkteinspritzung	822
Ladeluftkühlung	743	Kraftstoffverdunstungs-	
Abgaskühlung	744	Rückhaltesystem	824
Öl- und Kraftstoffkühlung	745	Benzinfilter	825
Modularisierung	747	Elektrokraftstoffpumpe	827
Intelligentes Thermomanagement	749	Hochdruckpumpen für die	
Schmierung des Motors	750	Benzin-Direkteinspritzung	830
Druckumlaufschmierung	750	Kraftstoffverteilerrohr	833
Komponenten	751	Kraftstoffdruckregler	835
Thermomanagement	753	Kraftstoffdruckdämpfer	836

Gemischbildung	838	Speichereinspritzsystem	
Grundlagen	838	Common-Rail	924
Gemischbildungssysteme	840	Systemübersicht	924
Saugrohreinspritzung	841	Injektoren	929
Benzin-Direkteinspritzung	843	Hochdruckpumpen	937
Einspritzventile	846	Rail	943
Zündung	854	Zeitgesteuerte Einzelpumpen-	
Grundlagen	854	einspritzsysteme	944
Zündzeitpunkt	855	Unit-Injector-System für Pkw	944
Zündsysteme	860	Unit-Injector-System für Nfz	946
Zündspule	862	Unit-Pump-System für Nfz	947
Zündkerze	865	Elektronische Steuerung	947
Katalytische Abgasnachbehandlung	874	Diesel-Verteilereinspritzpumpen	948
Katalysator	874	Axialkolben-Verteilereinspritz-	
$\lambda$ -Regelung	879	pumpen	948
Partikelfilter für Ottomotoren	881	Radialkolben-Verteilereinspritz-	
Motorsport	882	pumpen	951
Anforderungen	882	Einspritzsystem	953
Komponenten	882	Starthilfesysteme für Dieselmotoren	954
Steuergeräte	884	Glühsysteme für Pkw	
Reine Motorsportentwicklungen	884	und leichte Nfz	954
<b>Ottomotorbetrieb mit alternativen Kraftstoffen</b>		Flammanlagen für	
Flüssiggasbetrieb	886	Nfz-Dieselmotoren	958
Anwendung	886	Gridheater für Nfz-Dieselmotoren	961
Aufbau	887	Abgasnachbehandlung	962
LPG-Systeme	889	Katalytische Oxidation	962
Komponenten	891	Filtration von Partikeln	963
Erdgasbetrieb	894	Katalytische Reduktion von	
Anwendung	894	Nitrosen Gasen	965
Aufbau	896	On-Board-Diagnose (OBD)	969
Komponenten	897	<b>Elektrifizierung des Antriebs</b>	
Alkoholbetrieb	900	Elektrifizierung des Antriebs	970
Anwendung	900	Merkmale	970
Ethanol als alternativer Kraftstoff	901	Komponenten des elektrifizierten	
Flexfuel-Konzepte für die Märkte	903	Antriebs	972
Flexfuel-Komponenten	904	Elektrifizierte Nebenaggregate	975
<b>Steuerung und Regelung des Dieselmotors</b>		Regeneratives Bremssystem	976
Elektronische Dieselregelung	906	Thermomanagement für	
Aufgabe der Motorsteuerung	906	Elektrofahrzeuge	980
Anforderungen	907	Ladeinfrastruktur für elektrifizierte	
Arbeitsweise und Architektur	908	Fahrzeuge	982
Datenverarbeitung	910	Steuerung elektrischer Antriebe	984
Applikation	915	Antriebsstrang eines Elektro-	
Niederdruck-Kraftstoffversorgung	916	fahrzeugs	984
Kraftstoffförderung	916	Vehicle Control Unit	
Dieselkraftstofffilter	922	für Elektrofahrzeuge	984
		Weitere Anwendungen der VCU	
		für Elektrofahrzeuge	989

Hybridantriebe	990	Diagnose	1090
Motivation	990	Überwachung im Fahrbetrieb	1090
Funktionalitäten der Hybridantriebe	992	On-Board-Diagnose	1092
Klassifikation Hybridantriebe	994	OBD-Funktionen	1098
Einteilung nach Antriebsstruktur	998	OBD-Anforderungen für schwere Nfz	1101
Einbindung des Getriebes im Hybridantrieb	1007	On-Board-Diagnose für Motorräder	1105
Steuerung eines Hybridantriebs	1010	Steuergeräte-Diagnose und Service-Informationssystem	1106
Hybridfahrzeug	1010	<b>Fahrwerk</b>	
Vehicle Control Unit für Hybridfahrzeuge	1010	Fahrwerk	1108
Antriebsstrang-Betriebsstrategie für Hybridfahrzeuge	1012	Übersicht	1108
Elektrischer Achsantrieb	1020	Grundlagen	1110
Funktionale Komponentenintegration	1020	Kenngrößen	1113
Fahrzeugintegration und Schnittstellen	1024	Federung	1124
Leistungsklassen und Leistungscharakteristik	1026	Grundlagen	1124
Adaption für Einsatzzweck	1028	Federformen	1127
Elektroantriebe mit Brennstoffzelle	1030	Federungssysteme	1132
Merkmale	1030	Schwingungsdämpfer und Schwingungstilger	1136
Aufbau und Funktionsprinzip der Brennstoffzelle	1031	Schwingungsdämpfer	1136
Funktionsweise des Brennstoffzellensystems	1034	Schwingungstilger	1144
Brennstoffzelle im Antriebsstrang	1038	Radaufhängung	1146
Elektromobilität für Zweiräder	1040	Grundlagen	1146
Merkmale	1040	Kinematik und Elastokinematik	1146
Systemarchitektur	1041	Grundtypen von Radaufhängungen	1148
<b>Abgas- und Diagnosegesetzgebung</b>		Räder	1154
Abgasgesetzgebung	1042	Aufgaben und Anforderungen	1154
Übersicht	1042	Aufbau	1154
Abgasgesetzgebung für Pkw und leichte Nfz	1043	Auslegungskriterien	1159
Testzyklen für Pkw und leichte Nfz	1057	Bezeichnung für Pkw-Räder	1159
Abgasgesetzgebung für schwere Nfz	1062	Werkstoffe für Räder	1160
Testzyklen für schwere Nfz	1067	Herstellverfahren	1162
Emissionsgesetzgebung für Motorräder	1071	Radausführungen	1165
Abgas-Messtechnik	1078	Beanspruchung und Prüfung von Rädern	1167
Abgasprüfung	1078	Reifen	1170
Abgas-Messgeräte	1081	Aufgaben und Anforderungen	1170
Dieselrauchkontrolle	1085	Reifenkonstruktion	1171
Verdunstungsprüfung	1087	Reifenfülldruck	1173
		Reifenprofil	1174
		Kraftübertragung	1176
		Reifenhaftung	1177
		Rollwiderstand	1180
		Reifenkennzeichnung	1182
		EU-Reifenlabel	1185
		Winterreifen	1186
		Entwicklung eines Reifens	1187
		Reifendruckkontrollsysteme	1188
		Rotationsdichtung für Reifendruckregelung	1190

Lenkung	1192	Integrierte Fahrdynamik-Regelsysteme	1304
Aufgaben von Kraftfahrzeuglenkanlagen	1192	Übersicht	1304
Anforderungen an Lenkanlagen	1193	Funktionen	1304
Bauformen der Lenkgetriebe	1195	Systemarchitektur	1307
Hilfskraftlenkanlagen für Pkw	1196		
Hilfskraftlenkanlagen für Nfz	1203	<b>Fahrzeugaufbau</b>	
Bremssysteme	1206	Fahrzeugaufbau Pkw	1310
Begriffe und Grundlagen	1206	Einleitung	1310
Gesetzliche Vorschriften	1211	Meilensteine der Automobilgeschichte	1310
Aufbau und Gliederung von Bremsanlagen	1214	Definitionen	1312
Bremsanlagen für Pkw und leichte Nfz	1216	Fahrzeugaufbau und Fahrzeugsegmente	1313
Unterteilung von Pkw-Bremsanlagen	1216	Fahrzeugsysteme	1315
Komponenten der Pkw-Bremsanlage	1217	Schnittstellenmanagement in der Gesamtfahrzeugentwicklung	1316
Elektrohydraulische Bremse	1224	Prozess der Fahrzeugkonzeptentwicklung	1317
Integriertes Bremssystem	1226	Abschnittsweise Ausarbeitung des Fahrzeugkonzepts	1321
Bremsanlagen für Nfz	1230	Aktuelle Trends der Fahrzeugkonzeptentwicklung	1322
Systemübersicht	1230	Fahrzeugaufbau Nfz	1324
Komponenten von Nutzfahrzeugbremsanlagen	1233	Klassifizierung von Nutzfahrzeugen	1324
Elektronisch geregeltes Bremssystem	1242	Transporter	1325
Dauerbremsanlagen	1246	Lastkraftwagen und Sattelzugmaschinen	1325
Radbremsen	1250	Omnibusse	1330
Scheibenbremsen für Pkw	1250	Aktive und Passive Sicherheit bei Lkw	1332
Scheibenbremsen für Nfz	1255	Beleuchtungseinrichtungen	1334
Trommelbremsen	1256	Aufgaben	1334
<b>Fahrwerksregelung</b>		Vorschriften und Ausrüstung	1335
Radschlupfregelsysteme	1260	Lichtquellen	1336
Aufgabe und Anforderungen	1260	Kraftfahrzeuglampen	1337
Regelsysteme	1261	Hauptlichtfunktionen	1337
ABS/ASR-Systeme für Pkw	1265	Hauptlichtfunktionen für Europa	1341
ABS/ASR-Systeme für Nfz	1269	Hauptlichtfunktionen für USA	1343
Fahrdynamikregelung	1272	Definitionen und Begriffe	1345
Aufgabe	1272	Technische Ausführung von Scheinwerfern	1346
Anforderungen	1273	Zusatzscheinwerfer	1353
Arbeitsweise	1274	Lichtfunktionen	1355
Typisches Fahrmanöver	1274	Anbau und Vorschriften für Signalleuchten	1359
Struktur des Gesamtsystems	1275	Technische Ausführung für Leuchten	1363
Systemkomponenten	1284	Leuchtweitenregelung	1367
Spezielle Fahrdynamikregelung für Nfz	1287	Scheinwerfereinstellung	1368
Automatische Bremsfunktionen	1292	Automobilverglasung	1374
Motorrad-Stabilitätskontrolle	1296	Werkstoff Glas	1374
Anwendung	1296	Glasscheiben	1375
Fahrphysik eines Zweiradfahrzeugs	1296	Funktionsverglasungen	1376
Motorrad-ABS	1298		
Motorrad-Traktionskontrolle	1302		

Scheiben- und Scheinwerfer- reinigung	1380	Diebstahl-Sicherungssysteme	1444
Front-Wischersysteme	1380	Elektronische Wegfahrsperr	1444
Heck-Wischersysteme	1388	Diebstahl-Alarmanlagen	1448
Scheibenwaschanlagen	1389		
Scheinwerfer-Reinigungsanlagen	1390	<b>Autoelektrik</b>	
<b>Komfort</b>		12-Volt-Bordnetze	1450
Klimatisierung des Fahrgastraums	1392	Aufgaben und Anforderungen	1450
Anforderungen an die		Leistung der Verbraucher im	
Klimatisierung	1392	12-Volt-Bordnetz	1451
Aufbau und Arbeitsweise des		Aufbau und Arbeitsweise	1452
Klimageräts	1392	Zusammenspiel der	
Systeme der Klimatisierung	1395	Komponenten	1455
Klimatisierung für Hybrid- und		Bordnetzstrukturen	1458
Elektrofahrzeuge	1396	Bordnetzkenngößen	1460
Innenraumfilter	1397	Elektrisches Energiemanagement	1462
Motorunabhängige Heizungen	1398	Energiebordnetze für	
Komfortsysteme im Tür- und		Nutzfahrzeuge	1466
Dachbereich	1404	Anforderungen an Lkw-	
Fensterhebersysteme	1404	Bordnetze	1466
Dachsysteme	1406	Schematischer Aufbau von	
Komfortfunktionen im Fahrzeug-		Lkw-Bordnetzen	1467
innenraum	1408	Energiebordnetzkonzepte für	
Elektrische Sitzverstellung	1408	hoch- und vollautomatisierte	
Elektrische Lenkradverstellung	1409	Fahrfunktionen	1471
		12-Volt-Starterbatterien	1476
<b>Sicherheitssysteme im Kfz</b>		Anforderungen	1476
Sicherheitssysteme im Kfz	1410	Batterieaufbau	1478
Phasen der Fahrzeugsicherheit	1410	Ladung und Entladung	1480
Aktive Sicherheit	1412	Batteriekenngrößen	1482
Passive Sicherheit	1413	Batterieausführungen	1483
Gesetzliche Vorschriften und		Batteriebetrieb	1487
Verbrauchertests	1414	Drehstromgenerator	1490
Insassenschutzsysteme	1416	Elektrische Energieerzeugung	1490
Aufgaben	1416	Aufbau des Drehstrom-	
Rückhaltemittel und Aktoren	1418	generators	1492
Insassensensierung	1422	Spannungsregelung	1496
Systeme der Integralen Sicherheit	1424	Generatorkennwerte	1498
Übersicht	1424	Einsatzbedingungen	1499
Lösungsansätze	1425	Wirkungsgrad	1501
Ausblick	1429	Generatorausführungen	1502
		Starter für Pkw und leichte Nfz	1506
<b>Fahrzeugsicherungssysteme</b>		Anwendung	1506
Schließsysteme	1430	Anforderungen	1506
Aufgabe und Aufbau	1430	Starteraufbau und Funktion	1507
Zugangsberechtigung	1431	Auslegung eines Starters	1511
Aufbau des Schlosses	1432	Ansteuerung des Starters	1512
Anforderungen	1434	Starter für schwere Nfz	1514
Schlossauslegung	1434	Anwendung	1514
Sicherheitsfunktionen	1438	Leistungsanforderungen	1514
Entwicklungsgeschichte	1439	Arbeitsweise	1515
Fahrzeugzugang mittels		Spezielle Anforderungen	
digitalem Schlüssel	1441	für Nfz-Starter	1517

Kabelbäume und Steckverbindungen	1518	Gleichspannungswandler	1594
Kabelbäume	1518	Anwendung	1594
Steckverbindungen	1520	Potentialverbindende	
Elektromagnetische Verträglichkeit	1524	Gleichspannungswandler	1595
Anforderungen	1524	Potentialtrennende	
Störaussendung und Störfestigkeit	1525	Gleichspannungswandler	1598
EMV-gerechte Entwicklung	1528	On-Board-Ladevorrichtung	1600
EMV-Messtechnik	1529	Anwendung	1600
EMV-Messverfahren	1530	Anforderungen	1601
EMV-Simulation	1533	Ladeleistung	1602
Gesetzliche Anforderungen und Normen	1534	Prinzipieller Aufbau und Arbeitsweise	1603
Schaltzeichen und Schaltpläne	1538	Batterien für Elektro- und Hybridantriebe	1606
Schaltzeichen	1538	Anforderungen	1606
Schaltpläne	1545	Speichertechnologien	1607
Klemmenbezeichnungen	1557	Grundsätzlicher Aufbau eines Batteriesystems	1610
<b>Elektrik für Elektro- und Hybridfahrzeuge</b>		Komponenten eines Lithium-Ionen-Batteriesystems	1610
Bordnetze für Hybrid- und Elektrofahrzeuge	1560	Ladeverfahren für Li-Ionen-Batterien	1615
Bordnetze für Mild- und Vollhybridfahrzeuge	1560	Recycling für Li-Ionen-Batterien	1615
Bordnetze für extern aufladbare Hybrid- und Elektrofahrzeuge	1563	Superkondensatoren	1616
Ladestrategie	1564	Anwendung	1616
Elektrische Maschinen als Kfz-Fahrerantrieb	1566	Elektrische Doppelschichtkondensatoren	1617
Anforderungen	1566	Hybride Superkondensatoren	1618
Aufbau	1569	<b>Autoelektronik</b>	
Typen elektrischer Maschinen	1571	Steugerät	1620
Einflussfaktoren auf das Betriebsverhalten	1574	Aufgaben	1620
Verluste in elektrischen Maschinen	1579	Anforderungen	1621
Kühlung der elektrischen Maschine	1580	Komponenten des Steuergeräts	1624
Wechselrichter für elektrische Antriebe	1582	Datenverarbeitung	1632
Einsatzgebiet	1582	Aufbau- und Verbindungstechnik	1636
Funktion und Beschaltung	1583	Software	1638
Ansteuerung und Regelung	1586	Applikation	1638
Software und Funktionale		Funktionale Sicherheit	1639
Sicherheit	1589	EOL-Programmierung	1639
Gerätemechanik	1591	Mechatronik	1640
		Mechatronische Systeme und Komponenten	1640
		Entwicklungsmethodik	1642
		Ausblick	1645

Automotive Software-Engineering	1646	<b>Infotainment</b>	
Motivation	1646	Infotainment und Cockpit-	
Aufbau von Software		lösungen	1780
im Kraftfahrzeug	1647	Historie	1780
Wichtige Standards für Software		Infotainmentsysteme	1781
im Kraftfahrzeug	1647	Smartphone-Anbindung an das	
Der Entwicklungsprozess	1650	Infotainmentsystem	1782
Qualitätssicherung in der		Anzeige und Bedienung	1784
Softwareentwicklung	1654	Interaktionskanäle	1784
Abläufe der Softwareentwicklung		Instrumentierung	1785
im Kraftfahrzeug	1654	Display-Ausführungen	1789
Modellierung und Simulation		Sprachsteuerung	1793
von Softwarefunktionen	1656	Rundfunkempfang im Kfz	1794
Design und Implementierung		Drahtlose Signalübertragung	1794
von Softwarefunktionen	1659	Rundfunkempfänger	1797
Integration und Test von Software		Verkehrstelematik	1801
und Steuergeräten	1660	Übertragungswege	1801
Applikation von		Standardisierung	1801
Softwarefunktionen	1662	Informationserfassung	1802
Ausblick	1664		
Architektur elektronischer Systeme	1666	<b>Fahrerassistenz und Sensorik</b>	
Allgemeines	1666	Fahrerassistenzsysteme	1804
Entwicklung von		Einführung Fahrerassistenz	1804
E/E-Architekturen	1674	Ultraschall-Sensorik	1812
Zusammenfassung und Ausblick	1680	Ultraschallsensor	1812
Kommunikationsbordnetze	1682	Abstandsmessung mit	
Bussysteme	1682	Ultraschall	1813
Technische Grundlagen	1684	Radar-Sensorik	1816
Busse im Kfz	1692	Anwendung	1816
CAN	1692	Radarprinzip	1817
FlexRay	1697	Varianten von Radarsensoren	1822
LIN	1700	Homologation	1822
Ethernet	1703	Lidar-Sensorik	1824
PSIs	1705	Aufgaben und Anwendungen	1824
MOST	1707	Funktionsprinzip	1824
Serial Wire Ring	1711	Eigenschaften und Nutzung	1827
Sensoren im Kraftfahrzeug	1716	Messprinzipien	1828
Einsatz im Kraftfahrzeug	1716	Verfahren zur Erhöhung der	
Grundlagen der klassischen		Anzahl von Bildpunkten	1834
Sensoren	1718	Video-Sensorik	1838
Positions- und Winkelsensoren	1724	Anwendung	1838
Drehzahlsensoren	1738	Bildsensor	1839
Schwingungsgyrometer	1743	Objektiv	1842
Durchflussmesser	1746	Computer Vision	1844
Beschleunigungs- und		Sensordatenfusion	1860
Vibrationssensoren	1750	Einführung	1860
Drucksensoren	1756	Sensoren	1861
Temperatursensoren	1760	Fusionstypen	1862
Drehmomentsensor	1764	KI-basierte Sensordatenfusion	1865
Kraftsensor	1765		
Gassensoren und Konzentrations-			
sonden	1766		
Optoelektronische Sensoren	1776		

**Fahrerassistenzsysteme**

Fahrzeugnavigation	1872
Navigationssysteme	1872
Funktionen der Navigation	1972
Digitale Karte	1875
Nachtsichtsysteme	1876
Anwendungsbereich	1876
Fern-Infrarot-Systeme	1876
Nah-Infrarot-Systeme	1877
Einpark- und Manövriersysteme	1882
Anwendung	1882
Ultraschallbasierte Einparkhilfe	1882
Ultraschallbasierter Einparkassistent	1884
Videobasierte Systeme	1886
Adaptive Fahrgeschwindigkeitsregelung	1890
Aufgabe	1890
Aufbau und Funktion	1890
Regelalgorithmen	1892
Einsatzbereich und funktionale Erweiterungen	1893
Aktuelle Weiterentwicklungen	1895
Informations- und Warnsysteme	1896
Rückfahrkamerasystem	1896
Multikamerasystem	1897
Digitaler Außenspiegel	1898
Verkehrszeichenerkennung	1899
Fahrermüdigkeitserkennung	1900
Querverkehrswarnung	1900
Abbiegewarnung für Lkw	1901
Anfahrinformationssystem für schwere Nfz	1902
Falschfahrerwarnung	1904
Fahrspurassistent	1906
Spurverlassenswarner	1906
Spurhalteassistent	1908
Spurmittenführung für schwere Lkw	1908
Notfall-Spurhalteassistent für schwere Lkw	1909
Baustellenassistent	1909
Engstellenassistent	1910
Fahrstreifenwechselassistent	1912
Totwinkelassistent	1912
Spurwechselassistent	1913
Ausweichassistent	1914
Weiterentwicklungen	1914
Notbremssysteme	1916
Notbremssysteme im Längsverkehr	1916
Manövrier-Notbremsassistent	1919
Automatische Notbremsung auf ungeschützte Verkehrsteilnehmer	1920

Kreuzungsassistent	1924
Motivation	1924
Linksabbiegeassistent	1925
Querverkehrsassistent	1926
Ampel- und Stoppschildassistent	1927
Intelligente Scheinwerfersteuerung	1928
Motivation	1928
Systemausprägungen	1928
Radarbasierte Assistenzsysteme für Zweiräder	1930
Adaptive Abstands- und Geschwindigkeitsregelung	1930
Kollisionswarnung	1931
Totwinkelwarner	1931
Systeme zur Innenraumbeobachtung	1932
Kamerabasierte Innenraumbeobachtung	1932

**Zukunft der automatisierten Fahrens**

Zukunft der automatisierten Fahrens	1934
Automatisierungsstufen	1934
Hürden des automatisierten Fahrens	1935
Schritte auf dem Weg zum autonomen Fahren	1936

**Anhang**

Sachwörter	1940
Abkürzungen	2033