

# Inhaltsverzeichnis

---

	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>Steuern und Regeln im Kraftfahrzeug</b>	<b>5</b>
	Zusammenfassung	5
	W. Goldbrunner	
1.1.1	Einleitung	5
1.1.2	Elektronische Dämpfungskraftregelung EDCC	8
	M. Spielmann	
1.1.2.1	Einleitung	8
1.1.2.2	Grundlagen	8
1.1.2.3	Systembeschreibung	11
1.1.2.4	Kennfeld Verstelldämpfer	12
1.1.2.5	Steuergerät	13
1.1.2.6	Literaturverzeichnis	14
1.1.3	Aktive Wank-Stabilisierung Dynamic Drive	15
	R. Bartz, F. Bärnthol, H. Bruns, R. Jurr, M. Wimmer	
1.1.3.1	Anforderungen an ein aktives Fahrwerk	15
1.1.3.2	Systembeschreibung	16
1.1.3.2.1	Aktiver Stabilisator	16
1.1.3.2.2	Ventilblock mit integrierten Sensoren	16
1.1.3.2.3	Steuergerät	18
1.1.3.2.4	Zusammenwirken der Komponenten	19
1.1.3.3	Funktionsbewertung	20
1.1.3.3.1	Quasistationäre Kreisfahrt	20
1.1.3.3.2	Gewobbelter Lenkwinkelsinus	22
1.1.3.3.3	Subjektive Systembewertung	23
1.1.3.4	Zusammenfassung	24
1.1.3.5	Literaturverzeichnis	24
1.1.4	Adaptive Cruise Control ACC	25
	W. Prestl, T. Sauer, O. Tschernoster	
1.1.4.1	Einführung	25
1.1.4.2	Die ACC Funktion	25
1.1.4.2.1	Grundfunktion	25
1.1.4.2.2	Möglichkeiten und Systemgrenzen	26
1.1.4.2.3	Funktionsauslegung und Systemphilosophie	27
1.1.4.3	Systembeschreibung	28
1.1.4.3.1	ACC Sensor-Steuergeräteeinheit	28
1.1.4.3.1.1	Radarsensorik Analogkomponente	28

1.1.4.3.1.2	Radarsensorik Digitalkomponente	29
1.1.4.3.2	Digitale Motorelektronik DME/DDE	31
1.1.4.3.3	Getriebesteuerung AGS	31
1.1.4.3.4	Dynamische Stabilitäts Control DSC	31
1.1.4.3.5	Bedienelemente	32
1.1.4.3.6	Instrumenten-Kombination	32
1.1.4.4	Systemfunktionen	33
1.1.4.4.1	Spurzuordnung, Objektselektion	33
1.1.4.4.2	Längsregelfunktionen	34
1.1.4.4.2.1	Geschwindigkeits- und Abstandsregelung	34
1.1.4.4.2.2	Kurvendynamikregelung	34
1.1.4.4.2.3	Beschleunigungsregelung und Stellerkoordination	35
1.1.4.5	Systemsicherheit	35
1.1.4.5.1	Sicherheitskonzept bei verteilter Funktionalität	35
1.1.4.5.2	Überwachungsmaßnahmen	35
1.1.4.5.3	Abschaltkonzept bei verteilter Funktionalität	36
1.1.4.6	Literatur	37
1.1.5	Elektronisches Bremsen Management EBM R. Müller	38
1.1.5.1	Schlupfregelsysteme	39
1.1.5.2	Stabilitätsregelsysteme	40
1.1.5.3	Assistenzsysteme	43
1.1.5.4	Servosysteme	43
1.1.5.5	Servicefunktionen	43
1.1.6	Active Front Steering (AFS) R. Fleck, A. Pauly	45
1.1.6.1	Einführung	45
1.1.6.2	Aufgaben/Ziele aktiver Vorderradlenksysteme	46
1.1.6.3	Stand der Technik	47
1.1.6.3.1	Aktive Servolenkungen	47
1.1.6.3.2	Überlagerungslenkungen (ÜL)	49
1.1.6.3.3	Kombination Überlagerungslenkung/Aktive Servolenkung (Steer-by-Wire-System mit manuellem Lenkanteil)	50
1.1.6.3.4	Steer-by-Wire Systeme ohne manuellem Lenkanteil	51
1.1.6.4	Systemauswahl	53
1.1.6.5	AFS Systembeschreibung	55
1.1.6.5.1	Allgemeiner Aufbau	55
1.1.6.5.2	Regelungskonzept	56
1.1.6.5.2.1	Lenkwinkelregelung	57
1.1.6.5.2.2	Lenkmomentenregelung	58
1.1.6.6	Zusammenwirken von AFS und DSC (ESP)	58
1.1.6.7	Beispiele aus dem Fahrversuch	61
1.1.6.7.1	Variable Lenkübersetzung: Slalomkurs	61
1.1.6.7.2	Störungskompensation: Bremsung auf $\mu$ -split-Fahrbahn	62
1.1.6.7.3	Gierratenregelung: Fahrspurwechsel in Kombination mit einem Reibwertsprung (Eis $\rightarrow$ Schnee)	64
1.1.6.8	Zusammenfassung	66
1.1.6.9	Literaturverzeichnis	67

1.1.7	Sicherheit der Elektronik im Kraftfahrzeug W. Goldbrunner, K. Kühner	68
1.1.7.1	Historie	69
1.1.7.2	Entwicklungsprozess sicherheitsrelevanter Systeme	69
1.1.7.3	Fertigung	70
1.1.7.4	Sicherheit im Fahrbetrieb	71
1.1.7.5	Fehlerspeicher/Diagnose an Feldfahrzeugen	71
1.1.7.6	Systemüberprüfung an Feldfahrzeugen	72
1.1.7.7	Fazit	72
1.1.8	Ausblick W. Goldbrunner	73
1.1.8.1	Literatur	73
<b>1.2</b>	<b>Kfz-spezifische integrierte Schaltungen</b> U. Günther	<b>74</b>
1.2.1	Einleitung	74
1.2.2	Randbedingungen für ASICs im Kfz	76
1.2.3	Einsatzbereiche für ASICs im Kfz	79
1.2.4	Integrierte Bauelemente und Schaltungstechnik	82
1.2.5	IC-Gehäuse für Kfz-Anwendungen	85
1.2.6	Schlußbemerkungen	85
<b>1.3</b>	<b>Vernetzung der Elektronik im Kfz</b> H.-J. Mathony	<b>86</b>
	Kurzfassung	86
1.3.1	Einleitung	86
1.3.2	Controller Area Network	87
1.3.3	Subnetze	92
1.3.4	X-by-wire Systeme	93
1.3.5	Multimedia/Telematik	96
1.3.6	OSEK/VDX	98
1.3.7	Zusammenfassung und Ausblick	101
1.3.8	Literaturhinweise	102
<b>1.4</b>	<b>Geregelte Fahrwerke</b> H. Wallentowitz, T. Schrüllkamp	<b>103</b>
1.4.1	Einleitung	103
1.4.2	Fahrwerksentwicklung	104
1.4.3	Aufgaben einer Fahrwerksregelung	110
1.4.4	Fahrwerksregelung beim Bremsen und Antreiben	110
1.4.5	Fahrwerksregelung zur Verbesserung des Fahrkomforts	111
1.4.5.1	Adaptive Dämpfersteuerung	120
1.4.5.2	Semiaktive Dämpferregelung	122
1.4.5.3	Aktive Federung	123
1.4.6	Fahrwerksregelung zur Kurshaltung	128
1.4.6.1	Hinterradlenkung	128
1.4.6.2	Zukünftige geregelte Vorderradlenksysteme	130
1.4.6.3	Wankstabilisierungssystem Dynamic Drive (BMW 7er 2001)	132

1.4.7	Zusammenfassung	134
1.4.8	Literaturhinweise	135
<b>1.5</b>	<b>Hardware-in-the-Loop Simulation</b>	<b>136</b>
	G. Frey	
	Zusammenfassung/Summary	136
1.5.1	Entwicklungstendenzen im Automobilbereich	136
1.5.2	Werkzeuge für den Systementwurf	138
1.5.3	Entwurfsprozess	140
1.5.4	Simulations-Bus	141
1.5.5	Hardware-in-the-Loop Simulation	142
1.5.6	Steuergerätetest	143
1.5.7	Leistungsmerkmale	144
1.5.8	Ausblick	144
1.5.9	Literatur	144
<b>1.6</b>	<b>Aufbau moderner Steuergeräte – im Bereich Antriebsstrang – Derzeitiger Stand und Zukunft</b>	<b>145</b>
	S. Bolz, G. Lugert	
1.6.1	Einleitung	145
1.6.2	Motor- und Getriebetechnik	146
1.6.3	Diagnosesystematik	146
1.6.4	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	147
1.6.4.1	Störfestigkeit	147
1.6.4.2	Störaussendung	147
1.6.4.3	Maßnahmen zum EMV-gerechten Steuergerätedesign	148
1.6.5	Steuerungselektronik	149
1.6.6	Anforderungen an die elektronischen Steuergeräte	150
1.6.6.1	Funktionalität und Integration	151
1.6.6.1.1	Mechanische Integration	151
1.6.6.1.2	Schaltungsintegration	152
1.6.6.2	Verlustleistung, Einbauort, Mechanikkonzept	155
1.6.6.2.1	Einbauort und Wärmeabfuhrkonzepte	155
1.6.6.2.2	Gehäusetechnologien	157
1.6.6.2.3	Substratechnologien	159
1.6.6.2.4	Steckertechnologien	161
1.6.7	Entwicklungsstrategien	161
1.6.8	Allgemeine Trends	162
1.6.9	Schlussbetrachtung	163
1.6.10	Referenzen	163
<b>2</b>	<b>Antriebsstrang</b>	<b>164</b>
<b>2.1</b>	<b>Steuerung für Ottomotoren</b>	<b>164</b>
	O. Glöckler	
	Zusammenfassung	164
2.1.1	Vom Maybach-Vergaser zu integrierten Motorsteuerungssystemen	165
2.1.2	Entwicklungsstand heutiger Einspritzsysteme	174

2.1.2.1	Kraftstoffversorgung	174
2.1.2.2	Sensoren	176
2.1.2.3	Stellglieder	178
2.1.2.4	Elektronisches Steuergerät	178
2.1.2.5	EGAS	180
2.1.2.6	Abgasreinigung	181
2.1.2.7	Module	182
2.1.2.8	Onboard-Diagnose	182
2.1.2.9	Gesamtsystem Motorsteuerung	184
2.1.3	Motorsteuerung der Zukunft	185
2.1.3.1	Weiterentwicklung des Lambda=1-Konzepts	185
2.1.3.2	Übergang zu extremen Magerkonzepten mit Schichtladung	187
2.1.3.3	Systemverknüpfungen	188
2.1.3.4	Ausblick	188
<b>2.2</b>	<b>Diesel-Motor-Regelung</b>	<b>189</b>
	A. Kellner	
2.2.1	Einleitung	189
2.2.2	Komponenten eines Common Rail Systems	190
2.2.2.1	Common Rail Einspritzsystem	190
2.2.2.2	Sensoren	194
2.2.2.3	Sonstige Aktoren	194
2.2.2.4	Steuergerät	195
2.2.3	Funktionen	196
2.2.3.1	Steuerung der Einspritzmenge und des Einspritzbeginns	196
2.2.3.2	Hochdruckregelung	198
2.2.3.3	Abgasrückführung	199
2.2.3.4	Ladedruckregelung	199
2.2.3.5	Laufherregelung/Mengenausgleichsregelung	200
2.2.3.6	Ruckeldämpfung	200
2.2.4	Überwachung	201
2.2.4.1	Fehlerermittlung	201
2.2.4.2	Fehlerbehandlung	201
2.2.5	Service	202
2.2.6	Zusammenfassung	203
2.2.7	Literaturhinweise	203
<b>2.3</b>	<b>Die Steuerung des Antriebstrangs bei Nutzfahrzeugen</b>	<b>204</b>
	L. Paulsen	
2.3.1	Einleitung	204
2.3.2	Vollautomatische Lastschaltgetriebe	204
2.3.2.1	Prinzipbeschreibung	204
2.3.2.2	Elektroniksteuerung	206
2.3.2.3	Die Hardware der Getriebeelektronik	208
2.3.2.4	Die Software der Getriebeelektronik	209
2.3.2.4.1	Die Initialisierungsphase	209
2.3.2.4.2	Das Hauptprogramm	210
2.3.2.4.3	Die Notfahrfunktion	211

2.3.2.4.4	Der Sicherheitsanteil der Software	211
2.3.3	Elektronisch gesteuerte Schaltgetriebe	212
2.3.3.1	Anforderungen	212
2.3.3.2	Aufbau der EPS	213
2.3.3.3	Funktionsweise der EPS	214
2.3.4	Elektronisch gesteuerte Trockenkupplungen	216
2.3.4.1	Anforderungen	216
2.3.4.2	Aufbau	216
2.3.4.3	Software	218
2.3.4.3.1	Selbsttest	219
2.3.4.3.2	Input-Modul	219
2.3.4.3.3	Fehlererkennungs- und -bewertungsmodul	219
2.3.5	Elektronische Antriebssteuerung	219
2.3.5.1	Prinzipbeschreibung	219
2.3.5.2	Bedienungs- und Steuerungskonzept	221
2.3.5.2.1	Stationäre Fahrt	222
2.3.5.2.2	Anfahren und Rangieren	222
2.3.5.2.2.1	Regelung der Motordrehzahl über den Kupplungsweg	222
2.3.5.2.2.2	Regelung der Motordrehzahl über das Motormoment	223
2.3.5.2.2.3	Regelverfahren der elektronischen Antriebsteuerung	224
2.3.5.2.3	Gangwechsel	226
2.3.5.3	Notfahrfunktionen und Sicherheitskonzept	227
2.3.6	Ausblick	228
2.3.7	Literatur	228
<b>3</b>	<b>Sicherheit</b>	<b>229</b>
<b>3.1</b>	<b>Aktive Fahrsicherheitsysteme – ABS/ASR/ESP</b>	<b>229</b>
	H. J. Koch-Dücker	
3.1.1	Zusammenfassung	229
3.1.2	Einleitung	229
3.1.3	Kräfte und Momente an Fahrzeug und Rad	230
3.1.4	Prinzip der ABS-Regelung	235
3.1.5	Systembeschreibung des Bosch-ABS, -ASR und -ESP	236
3.1.6	Ausgeführte Systeme	244
3.1.7	Ausblick	249
3.1.8	Schrifttum	249
<b>3.2</b>	<b>Nutzfahrzeug-Bremsanlagen</b>	<b>251</b>
	G. Rist	
3.2.1	Forderungen an die Bremsanlage	251
3.2.1.1	Bremsleistung	252
3.2.1.2	Energie (Wärmeenergie)	253
3.2.1.3	Radbremse	253
3.2.2	Antiblockiersystem (ABS)	254
3.2.2.1	Kraftschluß zwischen Reifen und Fahrbahn	254
3.2.2.2	ABS-Komponenten	255
3.2.2.3	Regelprinzip	255

3.2.2.4	Warn- und Informationseinrichtungen	257
3.2.3	Antriebsschlupfregelung (ASR)	258
3.2.3.1	Regelprinzip	258
3.2.4	Elektronisch geregeltes Bremssystem (EBS)	259
3.2.4.1	Komponenten	260
3.2.4.2	Regelung	260
3.2.4.3	Kompatibilität	261
3.2.4.4	Anhängersteuerung	262
3.2.4.5	Systemüberwachung	262
3.2.5	Zusammenfassung	264
3.2.6	Literaturliste	265
<b>3.3</b>	<b>Servicekonzept für Eigendiagnose-Auswertung</b>	<b>266</b>
	D. Nemeč, R. Endermann	
3.3.1	Einleitung und Übersicht	266
3.3.2	Service-Prüfkonzept mit Motortestern	267
3.3.2.1	Prüfgeräte-Konfiguration	268
3.3.3	Eigendiagnoseüberwachung und On-Board-Eigendiagnoseauswertung	269
3.3.3.1	Möglichkeiten und Grenzen	269
3.3.3.2	Diagnoseauswertung	270
3.3.3.2.1	Beispiel Blinkcode	270
3.3.4	Eigendiagnoseauswertung mit Service-Prüfgeräten	270
3.3.4.1	Diagnose-Schnittstelle	271
3.3.4.2	Service-Auswertegeräte	272
3.3.5	On Board Diagnose (OBD) in USA und Europa	272
3.3.5.1	Wer sind CARB, OBD, SAE und ISO?	272
3.3.5.2	Die OBD I	272
3.3.5.3	Von OBD I zu OBD II	273
3.3.5.4	OBD II und Diesel	273
3.3.5.5	Die europäische On Board Diagnose	273
3.3.5.6	Die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Testgerät über diese genormte Schnittstelle	273
3.3.5.7	Beispielablauf mit dem Testgerät KTS500	274
<b>4</b>	<b>Komfort</b>	<b>277</b>
<b>4.1</b>	<b>Mechanische und hydraulische Systemelemente</b>	<b>277</b>
	M. Oberhauser	
	Überblick	277
4.1.1	Aufgabe von Fahrzeuggetrieben	277
4.1.1.1	Getriebe als Kennungswandler	278
4.1.1.2	Verbrauchs- und abgasoptimale Belastung	282
4.1.2	Föttinger-Wandler als Anfahrlement	284
4.1.2.1	Aufbau und Funktion	284
4.1.2.2	Kennlinien	285
4.1.3	Leistungsübertragung über Planetengetriebe	286
4.1.3.1	Einzelplanetensatz	286

4.1.3.2	Gekoppelte Planetensätze	288
4.1.4	Hydraulik	290
4.1.4.1	Schaltelemente	290
4.1.4.2	Hydraulikblock	290
4.1.5	Literatur	291
<b>4.2</b>	<b>Elektronische Getriebesteuerung – System und Funktionen</b>	<b>292</b>
	H. Vetter	
	Überblick	292
4.2.1	Einführung	292
4.2.2	Grundfunktionen einer elektronischen Getriebesteuerung	293
4.2.3	Systemübersicht	293
4.2.4	Schaltpunktsteuerung	295
4.2.4.1	Schaltkennlinien	295
4.2.4.2	Adaptive Schaltpunktsteuerung	297
4.2.4.3	Wandlerkupplung	297
4.2.5	Optimierter Schaltvorgang	298
4.2.5.1	Motoreingriff	298
4.2.5.2	Drucksteuerung	298
4.2.6	Adaption an Fahrstil und Fahrsituation	299
4.2.7	Elektronisches Steuergerät	300
4.2.7.1	Blockschaltbild	300
4.2.7.2	Sicherheitskonzept	301
4.2.8	Ausblick	302
4.2.9	Literatur	303
<b>4.3</b>	<b>Aktive Fahrzeugfederung</b>	<b>304</b>
	F. Frühauf	
4.3.1	Einleitung	304
4.3.2	Historie der Aktiven Federung: vom 2-Massen-Modell zum Serienprodukt	
4.3.3	Die aktive Federung, ein klassisches ,mechatronisches' Fahrzeugsystem	307
4.3.4	Gegenüberstellung der Fahrwerkskonzepte	308
4.3.5	S-Klasse Coupé mit Active Body Control	313
4.3.6	Ausblick	314
4.3.7	Literatur	315
<b>4.4</b>	<b>Heizung- und Klimaregelung</b>	<b>316</b>
	R. Weible	
4.4.1	Der Mensch im Mittelpunkt der Fahrzeugklimatisierung	316
4.4.2	Bedienoberfläche	318
4.4.2.1	Bedienteil und Klimasystem	318
4.4.2.2	Bedienelemente und Ergonomie	319
4.4.2.2.1	Gestaltung	319
4.4.2.2.2	Produktklinik	321



4.4.2.3	Bedienung in Fahrzeugen mit Zentral-Bildschirm	322
4.4.3	Klimatisierungssystem	323
4.4.4	Klimaregler	324
4.4.4.1	Grundstruktur einer Regelung	325
4.4.4.2	Der Mensch als Regler	325
4.4.4.3	Regelungsphilosophie	328
4.4.4.4	Klima- und Reglersimulation	331
4.4.5	Ausblick	334
<b>5</b>	<b>Kommunikation</b>	<b>335</b>
<b>5.1</b>	<b>Mobilität</b>	<b>335</b>
	G. Zacharias, G. Maurer	
5.1.1	Mobilfunk im Überblick	335
5.1.2	Funktelefone – Entwicklung in Deutschland, Kurzcharakterisierung	336
5.1.3	Netzinfrastruktur	339
5.1.4	Wie entwickelt sich GSM zu UMTS?	341
5.1.5	Ausblick	347
<b>5.2</b>	<b>Verkehrstelematik</b>	<b>349</b>
	P. Konhäuser	
5.2.1	Einleitung	349
5.2.2	Verkehrstelematik	350
5.2.2.1	Definition	350
5.2.2.2	Nutzen, Potenziale, Handlungsebenen	351
5.2.2.3	Basis- und Schrittmachertechnologien	352
5.2.2.3.1	Basistechnologien	352
5.2.2.3.2	Schrittmachertechnologien	352
5.2.2.4	Verkehrszustände	353
5.2.3	Anwendungsfelder	355
5.2.4	Trend: Von der Technologie zur Dienstleistung	359
5.2.5	Ausblick: Der Weg zum „Telematischen Fahren“	361
5.2.6	Fazit	361
5.2.7	Literatur	362
<b>6</b>	<b>Zukunftsentwicklung</b>	<b>363</b>
<b>6.1</b>	<b>Intelligente Sensorik</b>	<b>363</b>
	E. Schindler	
6.1.1	Einleitung	363
6.1.2	Die Meßkette in der Meßgerätetechnik	364
6.1.3	Die Meßkette im mechatronischen System – Anforderungen an die Sensorik	367
6.1.4	Zusätzliche Anforderungen an die Sensorik im Kfz-Einsatz	369
6.1.4.1	Funktionalität	369
6.1.4.2	Umgebungsbedingungen	371
6.1.4.3	Sicherheit und Verfügbarkeit	372

6.1.4.4	Diagnose	374
6.1.5	Definition „Intelligenter Sensor“	374
6.1.6	Zusammenfassung	375
6.1.7	Literatur	375
	Zusammenfassung/Summary	376
<b>6.2</b>	<b>Cartronic als Ordnungskonzept für den Systemverbund – Analyse mechatronischer Systeme im Kraftfahrzeug</b>	<b>376</b>
	M. Walther, P. Torre Flores, T. Bertram	
6.2.1	Einleitung	376
6.2.2	Strukturelemente der CARTRONIC Funktionsarchitektur	379
6.2.2.1	Stand der Technik	379
6.2.2.2	Definition CARTRONIC	380
6.2.2.3	Strukturierungsregeln für die Funktionsarchitektur	380
6.2.2.4	Modellierungsregeln für die Funktionsarchitektur	384
6.2.3	Beispiele der Funktionsarchitektur	389
6.2.3.1	Beispiel 1: Verfeinerung der Komponente „Antrieb“	389
6.2.3.2	Beispiel 2: Verfeinerung der Komponente „Fahrzeugaewegung“	390
6.2.4	Zusammenfassung und Ausblick	395
6.2.5	Literatur	397
<b>6.3</b>	<b>Entwicklung der Kfz-Elektronik – Schwerpunkt Software</b>	<b>398</b>
	J. Bortolazzi, S. Steinhauer, T. Weber	
6.3. 1	Einleitung	398
6.3.2	Software-Architekturen, Gleichteilekonzepte und Standardisierung von Software	399
6.3.2.1	Standardisierung	399
6.3.2.2	Wettbewerbsdifferenzierende Funktionen	400
6.3.3	Prozeßgestaltung an der Schnittstelle Hersteller/Zulieferer	401
6.3.3.1	Aufbau des DaimlerChrysler Software-Qualitäts- und Lieferantenmanagementsystems	403
6.3.3.1.1	SW-Qualitätsmanagement	403
6.3.3.2	SW-Lieferantenmanagement	404
6.3.4	Aktuelle Software Engineering Methoden	405
6.3.4.1	Prozesse, Methoden und Tools zur Entwicklung verteilter Funktionen	405
6.3.4.2	Autocodegenerierung für Regelsysteme	411
6.3.4.3	Maßnahmen zur Sicherstellung des Reifegrads bei Know-How und Prozessen	412
6.3.5	Weiteres Vorgehen	413
6.3.6	Literatur	413
<b>Sachregister</b>		<b>414</b>