

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	V
<b>1 Bussysteme</b> .....	1
1.1 Grundlagen digitaler Bussysteme .....	2
1.1.1 Grundbegriffe .....	2
1.1.2 Das ISO/OSI-Referenzmodell .....	3
1.1.3 Kommunikationsprinzipien .....	6
1.1.4 Protokollprinzipien .....	6
1.1.5 Topologien .....	7
1.1.6 Systembausteine zur Kopplung von Bussystemen .....	7
1.1.7 Buszugriffsverfahren .....	8
1.1.8 Prinzipien der Datensicherung und der Fehlerkontrolle .....	10
1.2 Bussysteme im Fahrzeug .....	13
1.2.1 Anforderungen an Bussysteme im Fahrzeug .....	13
1.2.2 CAN und TTCAN .....	14
1.2.3 LIN .....	20
1.2.4 FlexRay .....	23
1.2.5 MOST .....	32
1.2.6 Kommunikationsarchitekturen im Fahrzeug .....	34
<b>2 Echtzeitbetriebssysteme</b> .....	35
2.1 Allgemeines zu Echtzeitbetriebssystemen .....	35
2.1.1 Grundlegende Begriffe .....	35
2.1.2 Echtzeitbegriffe .....	36
2.1.3 Prozess und Prozesszustände .....	38
2.1.4 Kontextwechsel .....	39
2.1.5 Scheduling .....	39
2.1.6 Vertreter von Echtzeitbetriebssystemen .....	41
2.2 OSEK/VDX .....	41
2.2.1 Historie .....	41
2.2.2 Grundlegende Eigenschaften von OSEK-Betriebssystemen .....	42
2.2.3 Betriebsmittel .....	43
2.2.4 Skalierbarkeit .....	46
2.2.5 Prioritätssteuerung .....	47
2.2.6 Konfiguration .....	47
2.2.7 Hochlauf .....	49
2.2.8 Kommunikation .....	50
2.2.9 Netzwerk-Management .....	50
2.2.10 OSEK/VDX-Erweiterungen .....	50
2.3 AUTOSAR .....	51

<b>3 Funktions- und Software-Entwicklung</b> .....	55
3.1 Charakteristika eingebetteter Systeme im Fahrzeug .....	56
3.1.1 Grundbegriffe der Systemtheorie .....	56
3.1.2 Strukturierung, Modellierung und Beschreibung .....	56
3.1.3 Steuergeräte und Mikrocontroller .....	59
3.1.4 Zuverlässigkeit, Sicherheit und Überwachung .....	61
3.2 Vorgehensmodelle, Normen und Standards .....	61
3.2.1 Normen und Vorgehensmodelle .....	62
3.2.2 Übergreifende technische Standards .....	65
3.3 Funktions- und Software-Entwicklung nach dem V-Modell .....	66
3.3.1 Konkretisierung des V-Modells .....	67
3.3.2 Anforderungsmanagementprozesse .....	68
3.3.3 Architekturfestlegung .....	70
3.3.4 Komponentenfestlegung .....	73
3.3.5 Integration .....	75
3.3.6 Applikation .....	76
3.3.7 Abnahme .....	77
3.4 Methoden in der Funktions- und Software-Entwicklung .....	78
3.4.1 Anforderungsmanagement .....	78
3.4.2 Testmethoden .....	83
<b>4 Sensorik</b> .....	89
4.1 Sensoren und ihre Eigenschaften .....	89
4.1.1 Grundbegriffe .....	89
4.1.2 Intensive und extensive Messgrößen .....	90
4.1.3 Statische und dynamische Eigenschaften von Sensoren .....	90
4.2 Anforderungen an Sensoren .....	93
4.3 Partitionierung von Sensoren .....	94
4.4 Sensorschnittstellen .....	95
4.4.1 Spannungsschnittstelle für induktive Sensoren .....	95
4.4.2 Analoge, ratiometrische Schnittstelle .....	95
4.4.3 Zweidrahtschnittstelle .....	97
4.4.4 Dreidrahtschnittstelle .....	98
4.4.5 Sensoranbindung über Bussysteme .....	99
4.5 Potenziometrische Winkelsensoren .....	100
4.6 Magnetische Sensoren zur Drehzahl- und Winkelbestimmung .....	101
4.6.1 Grundlagen des Magnetismus .....	101
4.6.2 Partitionierung magnetischer Sensoren .....	106
4.6.3 Induktive Drehzahlsensoren .....	107
4.6.4 Differenzielle Hall-Sensoren zur Drehzahlmessung .....	108
4.6.5 AMR-Sensoren als Drehzahlsensoren .....	110
4.6.6 Hall-Sensoren als inkrementelle Positionssensoren .....	111
4.6.7 Hall-Sensoren als lineare Winkelsensoren .....	112
4.6.8 AMR-Sensoren als Winkelsensoren .....	113
4.7 Drucksensoren .....	115
4.8 Beschleunigungssensoren .....	116

4.9	Drehratensensoren .....	119
4.9.1	Messprinzip von Drehratensensoren .....	119
4.9.2	Aufbau und Funktionsweise von Drehratensensoren .....	120
<b>5</b>	<b>Ottomotor-Steuerung .....</b>	<b>123</b>
5.1	Arbeitsweise von Ottomotoren .....	123
5.2	Aufbau von Motorsteuerungssystemen .....	124
5.2.1	Anforderungen an Motorsteuergeräte .....	124
5.2.2	Aufbau der Steuergeräteelektronik .....	124
5.3	Aufgaben von Motorsteuerungssystemen .....	126
5.4	Funktionsstruktur von Ottomotorsteuerungen .....	127
5.4.1	Drehmomentenbasierte Grundstruktur .....	127
5.4.2	Gemischbildungsfunktionen .....	133
5.4.3	Zündungsfunktionen .....	136
5.4.4	Verbrennungsfunktionen .....	137
5.4.5	Abgasfunktionen .....	139
5.4.6	Diagnosefunktionen .....	141
5.5	Entwicklungsprozess .....	145
<b>6</b>	<b>Dieselmotor-Steuerung .....</b>	<b>147</b>
6.1	Einleitung .....	147
6.2	Grundlagen .....	147
6.2.1	Gemischbildung und Selbstzündung .....	147
6.2.2	Kraftstoffeinspritzmenge .....	148
6.2.3	Einspritzzeitpunkt .....	149
6.2.4	Abgasgesetzgebung .....	150
6.3	Einspritzsysteme .....	151
6.3.1	Pumpe-Düse-System .....	152
6.3.2	Common-Rail-System .....	157
6.4	Motoraufladung .....	164
6.4.1	Einführung .....	164
6.4.2	Gemeinsamkeiten der Turbolader-Systeme .....	165
6.4.3	Laderarten .....	165
6.5	Motorlaufkultur und motorbeeinflusster Fahrkomfort .....	167
6.5.1	Thermische Starthilfe .....	167
6.5.2	Motorlaufkultur .....	168
6.5.3	Motorbeeinflusster Fahrkomfort .....	169
6.6	Schadstoffreduzierung .....	169
6.6.1	Innermotorische Schadstoffreduzierung .....	169
6.6.2	Abgasnachbehandlung .....	171
6.7	Diagnose .....	173
6.7.1	Gesetzliche On-Board-Diagnose .....	173
6.7.2	On-Board-Diagnose in der Werkstatt .....	176
6.7.3	Off-Board-Diagnose in der Werkstatt .....	178

<b>7</b>	<b>Getriebesteuerung</b>	185
7.1	Schaltpunktsteuerung	185
7.2	Geregelte Lastschaltung	187
7.2.1	Systemerklärung	187
7.2.2	Adaptive Drucksteuerung mit Kriterium „Schleifzeit“	190
7.2.3	Adaptive Drucksteuerung mit Kriterium „Reglereingriff“	192
7.3	Geregelte Wandlerkupplung	194
7.3.1	Systemerklärung	194
7.3.2	Regelung	195
7.3.3	Generierung und Anpassung des Sollwertes	196
7.3.4	Adaption	198
<b>8</b>	<b>Elektrische Energieversorgung</b>	203
8.1	Topologie der Ein- und Mehrspannungsbordnetze	203
8.1.1	12-V-Einspannungsbordnetz mit einer Batterie	203
8.1.2	Einspannungsbordnetz mit zwei Batterien	204
8.1.3	42-V-Einspannungsbordnetz	205
8.1.4	Mehrspannungsbordnetz im Schutz-Kleinspannungsbereich	205
8.1.5	Mehrspannungsbordnetz im Klein- und Niederspannungsbereich	207
8.2	Batterien und ergänzende Energiespeicher	207
8.2.1	Einführung	207
8.2.2	Batterien als Energiespeicher	207
8.2.3	Kondensatoren als ergänzende Energiespeicher	210
8.3	Fahrzeuggeneratoren	211
8.3.1	Einleitung	211
8.3.2	Klauenpolgenerator	212
8.3.3	Startergenerator	219
8.4	Elektrisches Energiemanagement	225
8.4.1	Fahrzustände und Leistungsbilanz	225
8.4.2	Regelung der Energieversorgung	227
8.4.3	Batteriesensoren	229
8.4.4	Batteriezustandserkennung	230
8.4.5	Bordnetzkomponenten des Energiemanagements	232
8.4.6	Last- und Generatormanagement	233
<b>9</b>	<b>Sicherheitssysteme</b>	237
9.1	Anforderungen	237
9.1.1	Allgemeine Anforderungen und Methoden	237
9.1.2	Umwelteinflüsse	239
9.1.3	Sicherheitssystemspezifische Methoden	242
9.1.4	Schutzmechanismus integrierter Sicherheitssysteme	248
9.2	Grundlagen der aktiven und passiven Sicherheit	249
9.2.1	Grundlagen der Fahrdynamik für die aktive Sicherheit	250
9.2.2	Grundlagen der Crashdynamik für die passive Sicherheit	254

9.3	Aktive Sicherheit .....	256
9.3.1	Anti-Blockier-System .....	256
9.3.2	Antriebs-Schlupf-Regelung und Motor-Schleppmoment-Regelung .....	257
9.3.3	Bremsassistent .....	258
9.3.4	Fahrdynamik-Regelung .....	259
9.4	Passive Sicherheit .....	262
9.4.1	Sicherheitselektronik und Rückhaltesysteme .....	262
9.4.2	Sicherheitskonzept und Algorithmus .....	267
9.4.3	Sitzbelegungserkennung und Insassenklassifizierung .....	269
9.4.4	Überrollschutz .....	272
9.4.5	Fußgängerschutz .....	274
<b>10</b>	<b>Komfortelektronik .....</b>	<b>277</b>
10.1	Überblick .....	277
10.2	Allgemeine Anforderungen .....	277
10.2.1	Elektrische Anforderungen .....	277
10.2.2	Mechanische Anforderungen .....	278
10.2.3	Umweltanforderungen .....	279
10.3	Anforderungen an die Software .....	279
10.4	Vernetzung der Steuergeräte .....	280
10.5	Fensterheberelektronik .....	281
10.6	Türsteuergeräte .....	283
10.7	Sitzsteuergeräte .....	285
10.8	Klimasteuergeräte .....	287
<b>11</b>	<b>Fahrerassistenzsysteme .....</b>	<b>289</b>
11.1	Historische Entwicklung .....	289
11.2	Abstandssensorik .....	290
11.3	Adaptive Cruise Control .....	293
11.4	Precrash-Systeme .....	293
11.5	Bildverarbeitung in Fahrerassistenzsystemen .....	295
11.5.1	Grundlagen .....	295
11.5.2	Bildaufnehmer .....	296
11.5.3	Bildinterpretation und Auswertung .....	297
11.5.4	Anwendungen .....	299
11.6	Ausblick .....	299
<b>12</b>	<b>Lichttechnik .....</b>	<b>301</b>
12.1	Formeln und Einheiten der Lichttechnik .....	301
12.1.1	Von der strahlungsphysikalischen zur lichttechnischen Größe .....	301
12.1.2	Spektrale Empfindlichkeit des Auges .....	302
12.1.3	Lichtstrom .....	304
12.1.4	Raumwinkel .....	305
12.1.5	Lichtstärke .....	306
12.1.6	Beleuchtungsstärke .....	307
12.1.7	Leuchtdichte .....	308

12.2	Lichttechnische Stoffkennzahlen .....	309
12.3	Photometrie .....	310
12.3.1	Photometrisches Grundgesetz .....	310
12.3.2	Photometrisches Entfernungsgesetz .....	311
12.4	Farbmetrik .....	312
12.4.1	Begriffsbildung .....	312
12.4.2	Von der strahlungsphysikalischen zur farbmetrischen Größe .....	312
12.4.3	Grundspektralwertkurven .....	313
12.4.4	Die Farbtafel .....	314
12.4.5	Farbtemperatur .....	315
12.5	Farbe im Verkehrsraum .....	317
12.6	Lichttechnische Einrichtungen am Fahrzeug .....	317
12.7	Lichtquellen und deren elektrische Eigenschaften .....	320
12.7.1	Temperaturstrahler .....	320
12.7.2	Halogen-Lampen .....	320
12.7.3	Gasentladungslampen .....	321
12.7.4	Leuchtdioden .....	323
12.8	Frontbeleuchtungssysteme .....	324
12.8.1	Leuchtweitenregulierung .....	325
12.8.2	Kurvenlicht .....	326
12.8.3	Variable Lichtverteilungen .....	327
12.8.4	Absicherung und Ansteuerung .....	329
<b>Anhang: Dokumentation in der Automobilelektrik und -elektronik .....</b>		<b>335</b>
A.1	Normung .....	335
A.2	Kennzeichnungen .....	336
A.2.1	Kennbuchstaben .....	336
A.2.2	Klemmenbezeichnungen .....	338
A.2.3	Leitungskennzeichnung .....	339
A.2.4	Grafische Symbole für Schaltpläne .....	339
A.3	Darstellungs- und Schaltplanarten .....	339
A.3.1	Anordnungsplan .....	339
A.3.2	Übersichtsschaltplan .....	341
A.3.3	Blockschaltplan .....	341
A.3.4	Feldeinteilung als Orientierungshilfe .....	342
A.3.5	Zusammenhängende und aufgelöste Darstellung .....	342
A.3.6	Neue Darstellungsformen im Wandel der Technik .....	343
<b>Literaturverzeichnis .....</b>		<b>347</b>
<b>Sachwortverzeichnis .....</b>		<b>355</b>