
Werner Zimmermann · Ralf Schmidgall

Bussysteme in der Fahrzeugtechnik

Protokolle, Standards und
Softwarearchitektur

5., aktualisierte und erweiterte Auflage

Mit 278 Abbildungen und 103 Tabellen

 Springer Vieweg

Prof. Dr.-Ing. Werner Zimmermann
Fakultät Informationstechnik
Hochschule Esslingen
Esslingen, Deutschland

Dr. Ralf Schmidgall
Plochingen, Deutschland

ISBN 978-3-658-02418-5
DOI 10.1007/978-3-658-02419-2

ISBN 978-3-658-02419-2 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2007, 2008, 2011, 2014

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
www.springer-vieweg.de

Vorwort zur 5. Auflage

„Das Schöne an Standards ist, dass es so viele davon gibt.“ Dieses Zitat stammt aus Andrew Tanenbaums Buch über Computernetze, das erstmals 1981 veröffentlicht wurde. Es gilt uneingeschränkt auch für die heutige Kraftfahrzeugelektronik.

Als die erste Auflage des vorliegenden Buches 2006 erschien, hatte die Welt der automobilen Kommunikation eine stürmische Entwicklung hinter sich. Innerhalb weniger Jahre waren die seit den 1990er Jahren erfolgreich eingesetzten CAN- und K-Line Schnittstellen durch die neuen Konzepte LIN, FlexRay und MOST ergänzt worden. Bei den Übertragungsprotokollen hatten sich KWP 2000 und OBD für die Diagnose im PKW und SAE J1939 bei Nutzfahrzeugen etabliert. Im Softwarebereich war OSEK/VDX als Betriebssystem in den Steuergeräten eingeführt und die Flash-Programmierung, mit der die Steuergerätesoftware wie ein Ersatzteil im Laufe der Lebensdauer eines Fahrzeugs ausgetauscht werden kann, wurde Stand der Technik. Weil die Entwicklung sehr rasch verlaufen war, schien es damals an der Zeit, die neuen Konzepte in einem Buch im Zusammenhang darzustellen.

Wer damals allerdings geglaubt hatte, dass die Welt der automobilen Kommunikation konsolidieren würde, sah sich getäuscht. Auch wenn sich die Bussysteme seither eher evolutionär weiterentwickelt haben, so hat sich der Softwarebereich umso stürmischer bewegt. Nicht nur die Kommunikation, sondern die gesamte Architektur der Steuergeräte zu ordnen, ist Ziel von AUTOSAR, das die gesamte Industrie massiv umtreibt. Und parallel dazu wird in der ASAM-Initiative versucht, den Aufwand für die immer umfangreichere Fahrzeugdiagnose nicht explodieren zu lassen. Entsprechend nahm in den folgenden Auflagen dieses Buches der Softwareanteil immer weiter zu. Gekürzt konnte dagegen kaum werden, da die Automobilindustrie bei aller Innovation die schöne Angewohnheit hat, neue Lösungen zügig einzusetzen, bewährte Konzepte aber keineswegs aufs Altenteil zu schicken, sondern weiter zu pflegen.

Deutet sich heute eine Konsolidierung an oder geht die stürmische Entwicklung weiter? Letzteres. Bei den Bussystemen sind mit *CAN Flexible Data-Rate* (CAN FD) und *Automotive Ethernet/IP* zwei neue Spieler aufgetaucht, die für Furore sorgen könnten. CAN FD schickt sich an, FlexRay bei höheren Datenraten nicht kampfflos das Feld zu überlassen und Ethernet könnte, vom High-End her kommend, zunächst MOST verdrängen und später vielleicht sogar die Echtzeitdomäne von FlexRay erobern.

Beide Neuentwicklungen werden in dieser Auflage genauso ausführlich dargestellt wie die Neuerungen bei *AUTOSAR 4.x*, das jetzt ein ganzes Kapitel einnimmt, und *Open Test Sequence Exchange OTX*, das die Test-Entwicklung weiter vereinfachen soll. Wie in den vergangenen Auflagen wurden wieder die Änderungen bei den bekannten Systemen MOST 150, FlexRay 3.0 und den Sensor-Aktor-Bussen wie PSI5 sowie die seit der letzten Auflage erschienen ISO-Versionen der ASAM-Standards, World-Wide Harmonized OBD und die Fortschritte bei der Car-to-Car-Kommunikation eingearbeitet. Die Zeitanalyse wurde auf die Transportprotokolle ausgeweitet.

Unverändert geblieben ist unser Grundansatz: Das Buch soll einen Überblick aus Sicht des Anwenders geben, der als Entwickler von Fahrzeugen und Steuergeräten solche Bussysteme einsetzen oder Automobilsoftware entwickeln will. Dabei stehen die Konzepte und Zusammenhänge im Vordergrund, die sich aus den Standard-Dokumenten allein nur selten direkt erschließen. Wer Protokolle oder Software selbst implementieren muss, kommt am Ende nicht umhin, die eigentlichen Standard-Dokumente im Detail zu studieren, sollte mit diesem Buch aber einen deutlich leichteren Einstieg finden. Das Buch konzentriert sich auf Systemaspekte, Hardwarethemen und EMV wurden weitgehend ausgeklammert.

Im Text werden die Normen und Standardschriften naturgemäß häufig zitiert. Aufgrund der Vielzahl wurde darauf verzichtet, an all diesen Stellen explizit Quellen anzugeben. Vielmehr finden sich am Ende jedes Kapitels Tabellen mit den jeweils einschlägigen Literaturstellen. Hersteller- und Produktnamen werden ohne ausdrückliche Erwähnung von eingetragenen Markennamen und Markenrechten verwendet.

Ein steter Diskussionspunkt bei deutschsprachiger Technikkultur ist die Verwendung englischsprachiger Begriffe. Da die Originaldokumente praktisch ausschließlich in Englisch verfügbar sind, haben wir bewusst darauf verzichtet, die normenspezifischen Fachbegriffe ins Deutsche zu übersetzen. In der Regel wird bei der ersten Erwähnung die deutsche Übersetzung angegeben. Anschließend wird dann der Originalbegriff verwendet, um den *Wiedererkennungswert* beim Lesen der englischsprachigen Originale im Anschluss an dieses Buch zu erhöhen. Aufmerksamen Lesern wird auffallen, dass die Begriffe oft von den in der IT-Welt etablierten Bezeichnungen abweichen. Die Standards der Automobilelektronik sind über viele Jahre gewachsen, wurden häufig von Ingenieuren aus unterschiedlichsten Fachgebieten ohne Rücksicht auf andere Normen erstellt. Während ein IT-Ingenieur kein Verständnisproblem hat, wundert sich der Fahrzeugingenieur möglicherweise, wenn Steuergeräte als Server und Diagnosetester als Client bezeichnet werden und die darauf laufende Software Instanzen von Objekten generiert, die Diagnoseservices aufrufen. Um Zusammenhänge darzustellen, haben wir uns um Durchgängigkeit bemüht, kommen aber letztlich nicht umhin, die Originalbegriffe zu verwenden, auch wenn diese den akademischen Ansprüchen eindeutiger, einheitlicher Bezeichnungen nicht immer genügen.

Dieses Buch geht auf eine Anregung von *Wolfgang Schmid* zurück, ohne dessen beharrliches Drängen wir diese herausfordernde Aufgabe kaum angegangen wären.

Unser besonderer Dank gilt allen Mitautoren an dieser und an früheren Auflagen, *Reinhard Dapper* und *Ewald Schmitt* vom Springer-Vieweg Verlag und ihren Mitarbeitern sowie allen ungenannten Helfern, die zu diesem Buch beigetragen haben.

Den Geschäftsführern *Joachim Tauscher* (Smart In Ovation), *Wolfgang Neu* (Smart Test-solutions), *Ewald Hartmann* (Samtec Automotive Software & Electronics), *Dieter Schaller*, *Hans-Dieter Kübler* (vormals ebenfalls Samtec Automotive), *Thomas Riegraf* (Vector Informatik), *Jörg Supke* (emotive) und *Michael Kirschner* (Bereichsleiter bei Bosch Engineering) sind wir für viele Jahre freundschaftlicher Unterstützung verbunden, in denen wir auf ihr Know-How und das ihrer Mitarbeiter zurückgreifen durften. Dank unseren Kollegen bei der Daimler AG, der Robert Bosch GmbH, dem STZ Rechnereinsatz und der Hochschule Esslingen. Und nicht zuletzt unseren Familien.

Stuttgart, im Frühjahr 2014

Werner Zimmermann, Ralf Schmidgall

Autoren der 5. Auflage

Prof. Dr.-Ing. Werner Zimmermann lehrt Regelungstechnik, Systementwurf, Digital- und Rechnersysteme in der Fakultät Informationstechnik an der Hochschule Esslingen. Zuvor leitete er bei der Robert Bosch GmbH eine Entwicklungsabteilung für Motorsteuergeräte von Dieselfahrzeugen.

Dipl.-Ing. (FH) MSc. Ralf Schmidgall arbeitet in der Entwicklung Fahrzeugdiagnose bei der Daimler AG. Zuvor war er bei einem Hersteller von Testsystemen in der Softwareentwicklung für Kommunikationsprotokolle tätig.

Unter Mitwirkung von:

Oliver Falkner, Produktmanager CANoe/CANalyzer, *Matthias Wernicke*, Produktmanager DaVinci, und *Andreas Patzer*, Produktmanagement Measurement and Calibration bei der Vector Informatik GmbH, verfassten die Abschn. 9.1, 9.2 und 9.3.

Ewald Hartmann und *René Brzezinski*, Geschäftsführer der Samtec Automotive Software & Electronics GmbH, sowie *Sascha Riexinger*, Teamleiter Softwareentwicklung, und ihre Mitarbeiter haben den Abschn. 9.5 gestaltet.

Steffen Lang, vormals Entwicklungsingenieur bei der Bose Automotive GmbH, hat wesentlichen Anteil an Abschn. 3.4.

Dr. Kai Richter und *Dr. Marek Jersak*, Geschäftsführer der Syntavision GmbH, sind wir für den Abschn. 9.8 dankbar.

Dr. Jörg Supke, Geschäftsführer der emotive GmbH, zeichnete für Abschn. 9.7 verantwortlich und lieferte einen Beitrag zum Abschn. 6.9.

Joachim Tauscher, Geschäftsführer der Smart In Ovation GmbH, und *Nicole Peters* trugen Abschn. 9.4 zu diesem Buch bei.

Hinweis Sicher enthält auch dieses Buch kleinere und größere Fehler und Ungenauigkeiten. Angesichts der Vielzahl an Protokollen, Spezifikationen und Normen, von denen in der Regel mehrere Varianten, Vorabversionen und Revisionen existieren, ist dies auch bei größter Sorgfalt leider nicht auszuschließen. Für Hinweise und Korrekturvorschläge an <http://www.hs-esslingen.de/~zimmerma/automotive> sind wir dankbar.

Inhaltsverzeichnis

1	Anwendung von Bussystemen und Protokollen	1
1.1	Überblick	2
1.2	Kfz-Bussysteme, Protokolle und Standards	5
1.3	Standardisierung bei Kfz-Bussystemen und Software	7
1.4	Neuere Entwicklungen	9
	Literatur	12
2	Grundkonzepte und einfache Kfz-Bussysteme	13
2.1	Grundlagen	13
2.1.1	Elektrotechnische Grundlagen	13
2.1.2	Topologie und Kopplung von Bussystemen	17
2.1.3	Botschaften, Protokollstapel, Dienste (Services)	18
2.1.4	Kommunikationsmodelle, Adressierung	20
2.1.5	Zeichen- und Bitstrom-basierte Übertragung, Nutzdatenrate	25
2.1.6	Buszugriffsverfahren, Fehlererkennung und Fehlerkorrektur	27
2.1.7	Jitter und Latenz bei der Datenübertragung	29
2.1.8	Elektrik/Elektronik-(E/E)-Architekturen	30
2.2	K-Line nach ISO 9141 und ISO 14230	32
2.2.1	Entwicklung von K-Line und KWP 2000	33
2.2.2	K-Line Bus-Topologie und Physical Layer	34
2.2.3	Data Link Layer	36
2.2.4	Einschränkungen für emissionsrelevante Komponenten (OBD)	40
2.2.5	Schnittstelle zwischen Software und Kommunikations-Controller	40
2.2.6	Ältere K-Line-Varianten	41
2.2.7	Zusammenfassung K-Line – Layer 1 und 2	41
2.3	SAE J1850	42
2.4	Sensor-Aktor-Bussysteme	45
2.4.1	SENT – Single Edge Nibble Transmission nach SAE J2716	45
2.4.2	PSI 5 – Peripheral Sensor Interface 5	46
2.4.3	ASRB 2.0 – Automotive Safety Restraint Bus (ISO 22898)	49
2.4.4	DSI – Distributed Systems Interface	51

2.5	Normen und Standards zu Kap. 2	54
	Literatur	55
3	Kfz-Bussysteme – Physical und Data Link Layer	57
3.1	Controller Area Network CAN nach ISO 11898	57
3.1.1	Entwicklung von CAN	57
3.1.2	Bus-Topologie und Physical Layer	58
3.1.3	CAN Data Link Layer	61
3.1.4	Fehlerbehandlung	63
3.1.5	Einsatz von CAN – Höhere Protokolle	63
3.1.6	Schnittstelle zwischen Protokoll-Software und CAN-Controller	64
3.1.7	Zeitverhalten von CAN-Systemen, Wahl der Botschaftspriorität	67
3.1.8	Time-Triggeder-CAN (TTCAN) – Deterministischer Buszugriff	72
3.1.9	Energiesparmaßnahmen: Wakeup und Partial Networking	75
3.1.10	Höhere Datenraten: CAN Flexible Data-Rate CAN FD	76
3.1.11	Zusammenfassung CAN – Layer 1 und 2	78
3.2	Local Interconnect Network LIN	79
3.2.1	Überblick	79
3.2.2	Data Link Layer	81
3.2.3	Neue Botschaftstypen bei LIN V2.0	84
3.2.4	LIN Transportschicht und ISO Diagnose über LIN	85
3.2.5	LIN Configuration Language	86
3.2.6	Dynamische Konfiguration von LIN-Slave-Steuergeräten	90
3.2.7	LIN Application Programming Interface (API)	92
3.2.8	Zeitverhalten von LIN-Systemen	94
3.2.9	Zusammenfassung LIN – Layer 1 und 2	95
3.3	FlexRay	96
3.3.1	Bus-Topologie und Physical Layer	97
3.3.2	Data Link Layer	99
3.3.3	Netzwerk-Start und Takt-Synchronisation	102
3.3.4	Fehlerbehandlung, Bus Guardian	105
3.3.5	Konfiguration und übergeordnete Protokolle	106
3.3.6	Zeitverhalten von FlexRay-Systemen, Beispiel-Konfiguration	107
3.3.7	Schnittstelle zum FlexRay-Controller	112
3.3.8	Weiterentwicklung FlexRay 3.x	116
3.3.9	Zusammenfassung FlexRay – Layer 1 und 2	118
3.4	Media Oriented Systems Transport MOST	119
3.4.1	Bus-Topologie und Physical Layer	121
3.4.2	Data Link Layer	121
3.4.3	Kommunikationscontroller	128
3.4.4	Network Services und Funktionsblöcke	129
3.4.5	Netzmanagement	133

3.4.6	Höhere Protokollschichten	135
3.4.7	Beispiel für Systemstart und Audioverbindung	135
3.4.8	Zusammenfassung MOST	138
3.5	Automotive Ethernet	138
3.5.1	Ethernet nach IEEE 802.3	138
3.5.2	Autotauglicher Physical Layer BroadR-Reach	141
3.5.3	Echtzeitfähigkeit mit IEEE 802.1 Audio-Video-Bridging AVB	142
3.5.4	Höhere Protokollschichten IP, TCP und UDP	145
3.6	Normen und Standards zu Kapitel 3	149
	Literatur	150
4	Transportprotokolle	153
4.1	Transportprotokoll ISO TP für CAN nach ISO 15765-2	154
4.1.1	Botschaftsaufbau	154
4.1.2	Flusssteuerung, Zeitüberwachung und Fehlerbehandlung	156
4.1.3	Dienste für die Anwendungsschicht (Application Layer Services)	157
4.1.4	Protokoll-Erweiterungen	159
4.1.5	Adressierung bei KWP 2000/UDS – Zuordnung von CAN Identifiern	159
4.1.6	Bandbreite des ISO TP für CAN	159
4.2	Transportprotokoll für FlexRay nach ISO 10681-2	162
4.2.1	Botschaftsaufbau und Adressierung	162
4.2.2	Verbindungsarten und Übertragungsablauf	163
4.2.3	Bandbreitensteuerung	165
4.2.4	Fehlerbehandlung und Implementierungshinweise	166
4.2.5	Bandbreite des FlexRay Transportprotokolls	166
4.3	Transportprotokoll TP 2.0 für CAN	169
4.3.1	Adressierung und CAN Message Identifier	170
4.3.2	Broadcast-Botschaften	170
4.3.3	Dynamischer Kanalaufbau und Verbindungsmanagement	171
4.3.4	Datenübertragung	174
4.4	Transportprotokoll TP 1.6 für CAN	175
4.4.1	Botschaftsaufbau	176
4.4.2	Dynamischer Kanalaufbau	176
4.4.3	Datenübertragung und Datenrichtungswechsel	177
4.5	Transportprotokoll SAE J1939/21 für CAN	178
4.5.1	Übertragungsarten, Adressierung und CAN Message Identifier	179
4.5.2	Segmentierte Datenübertragung (Multi Packet)	182
4.6	Transportprotokoll DoIP nach ISO 13400	183
4.7	Transportprotokoll für CAN FD	187
4.8	Normen und Standards zu Kapitel 4	187
	Literatur	188

5	Diagnoseprotokolle – Application Layer	189
5.1	Diagnoseprotokoll KWP 2000 (ISO 14230-3)	192
5.1.1	Überblick	192
5.1.2	Diagnosesitzungen (Diagnostic Management)	194
5.1.3	Adressierung der Steuergeräte nach KWP 2000 und UDS	197
5.1.4	Bussystem-abhängige Dienste (Network Layer Protocol Control)	199
5.1.5	Fehlerspeicher lesen und löschen (Stored Data Transmission)	200
5.1.6	Daten lesen und schreiben (Data Transmission), Ansteuern von Steuergeräte-Ein- und Ausgängen (Input/Output Control)	200
5.1.7	Speicherblöcke auslesen und speichern (Upload, Download)	202
5.1.8	Start von Programmen im Steuergerät (Remote Routine Activation)	202
5.1.9	Erweiterte Dienste (Extended Services)	203
5.2	Unified Diagnostic Services UDS nach ISO 14229/15765-3	203
5.2.1	Unterschiede zum KWP 2000 Diagnoseprotokoll	204
5.2.2	Überblick über die UDS-Diagnosedienste	204
5.2.3	Response on Event Dienst	208
5.3	On-Board-Diagnose OBD nach ISO 15031/SAE J1979	212
5.3.1	Überblick OBD-Diagnosedienste	213
5.3.2	Auslesen des Fehlerspeichers und von Steuergerätwerten	214
5.3.3	Abfrage der Testergebnisse für abgasrelevante Komponenten	217
5.3.4	OBD-Fehlercodes	218
5.3.5	Data Link Security	221
5.3.6	Pass-Through-Programmierung	221
5.3.7	Beispiel	222
5.4	Weiterentwicklung der Diagnose	224
5.4.1	World-Wide Harmonized On-Board Diagnose nach ISO 27145	225
5.5	Normen und Standards zu Kapitel 5	227
	Literatur	228
6	Anwendungen für Messen, Kalibrieren und Diagnose (ASAM AE MCD)	229
6.1	Einführung	229
6.2	Busprotokolle für Aufgaben in der Applikation (ASAM AE MCD 1MC)	232
6.2.1	CAN Calibration Protocol CCP	234
6.2.2	Extended Calibration Protocol XCP	241
6.2.3	AML-Konfigurationsdateien für XCP und CCP	254
6.2.4	Interface zwischen Bus und Applikationssystem ASAM MCD 1b	256
6.3	Field Bus Exchange Format FIBEX	261
6.4	Überblick über ASAM AE MCD 2 und MCD 3	270
6.5	Applikationsdatensätze nach ASAM MCD 2 MC	272
6.5.1	ASAP2/A2 L-Applikationsdatensätze	272
6.5.2	Calibration Data Format CDF und Meta Data Exchange MDX	275
6.6	ODX-Diagnosedatensätze nach ASAM AE MCD 2D	277

6.6.1	Aufbau des ODX-Datenmodells	278
6.6.2	DIAG-LAYER: Hierarchische Diagnosebeschreibung	280
6.6.3	VEHICLE-INFO-SPEC: Fahrzeugzugang und Bustopologie	283
6.6.4	COMPARAM-SPEC und COMPARAM-SUBSET: Busprotokoll	286
6.6.5	DIAG-COMM und DIAG-SERVICE: Diagnosedienste	288
6.6.6	Einfache und komplexe Datenobjekte	292
6.6.7	SINGLE-ECU-JOB und MULTIPLE-ECU-JOB: Diagnoseabläufe	302
6.6.8	STATE-CHART: Diagnosesitzungen	304
6.6.9	ECU-CONFIG: Beschreibung der Steuergeräte-Konfiguration	305
6.6.10	ECU-MEM: Beschreibung der Flash-Programmierung	306
6.6.11	FUNCTION-DICTIONARY: Funktionsorientierte Diagnose	308
6.6.12	Packaged ODX und ODX-Autorenwerkzeuge	309
6.6.13	ODX Version 2.2 und ISO 22901	309
6.7	ASAM AE MCD 3-Server	310
6.7.1	Funktionsgruppe M – Messen	312
6.7.2	Funktionsgruppe C – Kalibrieren	313
6.7.3	Funktionsgruppe D – Diagnose	314
6.8	MVCI-Schnittstelle für Diagnosetester nach ISO 22900	316
6.9	OTX-Beschreibung von Testabläufen nach ISO 13209	319
6.9.1	Grundkonzepte und Aufbau von OTX	319
6.9.2	OTX-Core-Datenmodell	321
6.9.3	OTX-Core-Programmelemente	322
6.9.4	OTX-Erweiterungen	323
6.10	Normen und Standards zu Kapitel 6	328
	Literatur	329
7	Software-Standards: OSEK und HIS	331
7.1	Einführung	331
7.2	OSEK/VDX	334
7.2.1	Ereignisgesteuerter Betriebssystemkern OSEK/VDX OS	336
7.2.2	Kommunikation in OSEK/VDX COM	346
7.2.3	Netzmanagement mit OSEK/VDX NM	350
7.2.4	Zeitgesteuerter Betriebssystemkern OSEK Time, Fehlertoleranz OSEK FTCOM und Schutzmechanismen Protected OSEK	355
7.2.5	Scheduling, Taskprioritäten und Zeitverhalten bei OSEK OS und AUTOSAR OS	358
7.3	Hardware-Ein- und Ausgabe (HIS IO Library, IO Driver)	361
7.4	HIS Hardwaretreiber für CAN-Kommunikationscontroller (HIS CAN Driver)	363
7.5	HIS Flash-Lader	363
7.6	Normen und Standards zu Kapitel 7	364
	Literatur	365

8	AUTOSAR-Softwarearchitektur für Kfz-Systeme	367
8.1	Einführung	367
8.2	Überblick über die AUTOSAR-Basissoftware	369
8.2.1	Funktionale Sicherheit	380
8.3	Betriebssystem AUTOSAR OS	381
8.4	Kommunikationsstack AUTOSAR COM, Diagnose DCM	385
8.5	Netzmanagement AUTOSAR NM	397
8.6	Virtual Function Bus VFB, Runtime Environment RTE und Softwarekomponenten	403
8.7	Beispiel einer einfachen Anwendung	408
8.8	Ausblick	410
8.9	Normen und Standards zu Kapitel 8	412
	Literatur	413
9	Werkzeuge, Anwendungen und Einsatzgebiete	415
9.1	Entwurf und Test der On-Board-Kommunikation	415
9.1.1	Entwicklungsprozess mit <i>CANoe</i> von Vector Informatik	415
9.1.2	Netzwerkdesign mit dem Network Designer	416
9.1.3	Simulation des Gesamtsystems in <i>CANoe</i>	420
9.1.4	Restbussimulation als Entwicklungsumgebung für Steuergeräte	422
9.1.5	Integration des Gesamtsystems	424
9.2	System- und Softwareentwurf für Steuergeräte	424
9.2.1	Systementwurf mit <i>PREEvision</i> von Vector Informatik	426
9.2.2	Entwicklung der Anwendungssoftware im AUTOSAR-Prozess	427
9.2.3	Systemtest und Applikation	428
9.3	Werkzeuge zur Applikation von Steuergeräten	429
9.3.1	Steuergeräte-Applikation mit <i>CANape</i> von Vector Informatik	430
9.4	Flash-Programmierung von Steuergeräten	433
9.4.1	Rahmenbedingungen	434
9.4.2	Flash-Speicher	437
9.4.3	Flash-Programmierprozess	440
9.4.4	Beispiel eines Flash-Laders: ADLATUS von SMART IN OVATION	448
9.4.5	Softwaretest von Flash-Ladern und Busprotokollen	453
9.5	Diagnosewerkzeuge in Entwicklung und Fertigung	457
9.5.1	Beispiel für Diagnosewerkzeuge: samDia von Samtec Automotive	459
9.6	Autorenwerkzeuge für Diagnosedaten	469
9.7	Diagnose-Laufzeitsysteme und OTX Diagnose-Sequenzen	471
9.7.1	Open Test Framework von emotive als OTX Werkzeug	473
9.8	Echtzeitverhalten der Steuergeräte-Kommunikation	478
9.8.1	Kennwerte für das Echtzeitverhalten	478
9.8.2	Echtzeitanalyse mit SymTA/S von Syntavision	480
	Literatur	482

10 Kommunikation zwischen Fahrzeugen	483
10.1 Mautsysteme	483
10.2 Car2Car-Konsortium und Vehicle2X-Kommunikation	484
10.3 Normen und Standards zu Kapitel 10	488
Literatur	489
Web-Adressen	491
Abkürzungen	495
Sachverzeichnis	501

Web-Adressen

Webseite zu diesem Buch: www.hs-esslingen.de/~zimmerma/automotive

Bussysteme		
CAN, TTCAN	www.can.bosch.com www.can-cia.de www.odva.org www.kvaser.se www.honeywell.com	Bosch CAN in Automation Device Net CAN Kingdom CAN SDS
DSI	www.dsiconsortium.org	Distributed Systems Interface
FlexRay	www.flexray.com	FlexRay Consortium
LIN	www.lin-subbus.org	LIN Consortium
MOST	www.mostcooperation.com www.smsc-ais.com	MOST Cooperation SMSC (früher OASIS)
PSI5	www.psi5.org	Peripheral Sensor Interface
TTP	www.ttagroup.org www.tttech.com	Time Triggered Architecture Group TTTech
Ethernet	www.ieee.org www.opensig.org www.avnu.org	IEEE Standards Association OPEN Alliance Special Interest Group AVnu Alliance
Standardisierungsgremien und Arbeitskreise		
ANSI	www.ansi.org	American National Standards Institute
ASAM/ASAP	www.asam.net	Association for Standardization of Automation and Measuring Systems
AUTOSAR	www.autosar.org	Automotive Open Systems Architecture
Car2Car	www.car-to-car.org	Car 2 Car Communication Consortium
CEN	www.cen.eu	Comité Européen de Normalisation
CE4A	www.ce4a.org	Consumer Electronics for Automotive
ETSI	www.etsi.org	European Telecommunications Standards Institute

Standardisierungsgremien und Arbeitskreise		
HIS	www.automotive-his.de	Herstellerinitiative Software
IEC	www.iec.ch	International Electrotechnical Commission
IETF	www.ietf.org	Internet Engineering Task Force
ISO	www.iso.org	International Organisation for Standardization
JASPAR	www.jaspar.jp/english	Japanese Automotive Software Platform Architecture (Informationen zum Teil nur in Japanisch verfügbar)
MSR	www.msr-wg.de	MSR-Konsortium (mittlerweile als ASAM AAS in ASAM aufgegangen)
OSEK/VDX	www.osek-vdx.org	Offene Systeme für die Elektronik im Kraftfahrzeug/Vehicle Distributed Executive
SAE	www.sae.org	Society of Automotive Engineers
UML	www.uml.org	Unified Modeling Language
VDA FAKRA	www.vda.de	Verband der Kraftfahrzeugindustrie, Normenausschuss Kfz (FAKRA)

Zulieferer für Steuergerätesoftware: Entwicklung und Tools (Auswahl)

AbsInt	www.absint.de	AbsInt Angewandte Informatik GmbH
AETA RICE	www.aeta-rice.com	Automotive Engineering Tool Alliance
Bosch BEG	www.bosch-engineering.de	Bosch Engineering GmbH
Bose	www.bose.de	Bose Automotive GmbH
Broadcom	www.broadcom.com	Broadcom Corporation
CarMediaLab	www.carmedialab.de	Car Medialab GmbH
Carmeq	www.carmeq.com	Carmeq GmbH
dSpace	www.dspace.com	dSpace GmbH
Elektrobit	www.elektrobit.com	Elektrobit Automotive GmbH (früher: 3Soft GmbH und Decomsys)
Emotive	www.emotive.de	emotive GmbH & Co. KG
ETAS	www.etas.de	ETAS GmbH
GIGATRONIK	www.gigatronik.com	GIGATRONIK GmbH
Göpel	www.goepel.com	Göpel electronic GmbH
Harman Becker	www.harmanbecker.com	Harman/Becker Automotive Systems GmbH
Eberspächer	www.eberspaecher.com	Eberspächer Electronics GmbH
I+ME Actia	www.ime-actia.de	I+ME Actia GmbH
IAV	www.iav.com	IAV GmbH Ing.ges. Auto und Verkehr
In2Soft	www.in2soft.de	In2Soft GmbH
Intrepid	www.intrepidcs.com	Intrepid Control Systems Inc.
IXXAT	www.ixxat.de	IXXAT Automation GmbH

Zulieferer für Steuergerätesoftware: Entwicklung und Tools (Auswahl)		
KOPF	www.kopfweb.de	KOPF GmbH
MBtech	www.mbtech-group.com	MBtech group
Lipowsky	www.canspy.com	Lipowsky Industrie-Elektronik GmbH
Mentor (Volcano)	www.mentor.com/solutions/ automotive	Mentor Graphics (früher Volcano Communications)
mm-lab	www.mmlab.de	mm-lab GmbH
Ontorix	www.ontorix.com	Ontorix GmbH
Peak	www.peak-system.com	PEAK-System Technik GmbH
RA Consult.	www.rac.de	RA Consulting GmbH
RELNETyX	www.relnetyx.com	RELNETyX AG
Samtec	www.samtec.de	Samtec Automotive Software & Electronics GmbH
SMART IN NOVATION	www.smart-in-ovation.de	SMART IN OVATION GmbH
SMART Testsolutions	www.smart-testolutions.de	SMART Testsolutions GmbH
Softing	www.softing.com	Softing AG
STZ RE	www.stz-rechnereinsatz.de	Steinbeis TZ Rechnereinsatz Esslingen
Symtavigation	www.symtavigation.com	Symtavigation GmbH
Tieto	www.tieto.de	Tieto Deutschland GmbH
Vector	www.vector-informatik.de	Vector Informatik GmbH

Zeitschriften und Portale

Hanser	www.hanser-automotive.de	Hanser automotive electronics
Vieweg	www.atzonline.de	ATZ elektronik
Weka	www.elektroniknet.de	Elektronik automotive

Abkürzungen

ACK	Acknowledged, Not Acknowledged
NAK	Positive bzw. negative Empfangsbestätigung
A2L	ASAM Beschreibungsformat für Applikationsdaten
AE	Automotive Electronics Neue Bezeichnung des ASAM Arbeitsgebiets MCD
API	Application Programming Interface Programmierschnittstelle
AUTOSAR	Automotive Open Systems Architecture Herstellerinitiative zur Standardisierung von Software im Kfz
AVB	Audio Video Broadcasting Echtzeitfähige Audio- und Videoübertragung über Ethernet und Internet
Big Endian	Reihenfolge der Bytes bei Daten, die mehrere Bytes lang sind. Beim
Little Endian	Big-Endian-Format beginnen die Daten beim höchstwertigsten Byte (Most
Endianess	Significant Byte) und enden mit dem niederwertigsten Byte (Least Significant Byte). Beim Little Endian-Format ist es umgekehrt.
BS	Block Size
BSW	Basic Software Betriebssystemkern und Dienstprogramme
C2C	Car to Car, Car to Infrastructure
C2I	Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Verkehrsleiteinrichtungen
CAN	Controller Area Network Weit verbreitetes, ereignisgesteuertes Kfz-Bussystem
CARB	California Air Resources Board Kalifornische Umweltbehörde, legt u. a. die zulässigen Abgasemissionen von Kraftfahrzeugen fest.
CCP	CAN Calibration Protocol Verbreitetes Busprotokoll in der Applikation von Elektroniksystemen im Kraftfahrzeug, von ASAM spezifiziert
CDF	Calibration Data Format ASAM Beschreibungsformat für Applikationsdaten
CHI	Controller Host Interface Schnittstelle zwischen Kommunikationscontroller und steuerndem Mikrocontroller

COM	Communication Spezifikation für die steuergeräteinterne und externe Kommunikation im Rahmen von OSEK/VDX
CPU MCU	Central Processing Unit, Microcontroller Unit Mikroprozessor, Mikrocontroller, Hostprozessor
CRC	Cyclic Redundancy Check Algorithmus zur Berechnung von Prüfsummen zur Fehlererkennung bei Datenübertragungen
CSMA CSMA/CD CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access, Collision Detect, Collision Avoidance Zugriffverfahren, bei dem ein Sender vor dem Buszugriff prüft, ob nicht bereits ein anderer Sender Daten überträgt und gesendete Daten mitliest, um Kollisionen zu erkennen bzw. zu vermeiden.
DL DLC	Data Length, Data Length Code Länge einer Botschaft, in der Regel Anzahl der Nutzdatenbytes
D-Server- API D-PDU-API	Diagnosis Server Application Programming Interface Diagnosis Protocol Data Unit Application Programming Interface Programmierschnittstellen eines ASAM-Diagnosesystems
DoCAN DoFR DoEth DoIP DoK-Line	Diagnostic communication over CAN Diagnostic communication over FlexRay Diagnostic communication over Ethernet Diagnostic communication over Internet Protocol Diagnostic communication over K-Line
DSRC	Dedicated Short Range Communication Kurzstrecken-Datenverbindung per Funk oder Infrarot
DTC	Diagnostic Trouble Code Kodierung von Fehlern im Steuergeräte-Fehlerspeicher
ECU	Electronic Control Unit Steuergerät
E/E	Elektrik/Elektronik
EOBD	European On-Board Diagnosis Sammelbegriff für europäische Vorschriften zur Diagnose abgasrelevanter Elektroniksysteme im Kraftfahrzeug
EOL	End of Line Programmierung Programmieren von Steuergeräten in der Fahrzeugfertigung
EPA	Environmental Protection Agency US-amerikanische Umweltschutzbehörde, legt u. a. die zulässigen Abgasemissionen von Kraftfahrzeugen fest.
EMC EMV	Electromagnetic Compatibility Elektromagnetische Verträglichkeit
FF, CF SF, FC	First Frame, Continuous Frame Single Frame, Flow Control Frame Botschaftstypen des Transportprotokolls ISO 15765-2
FCS	Frame Check Sequence Prüfsumme bei Ethernet-Botschaften

Flash-ROM	Flash Read Only Memory
Flashen	Lösch- und programmierbarer Speicher in Steuergeräten. Der Programmiervorgang wird umgangssprachlich als <i>Flashen</i> bezeichnet.
FIBEX	Field Bus Exchange Format Datenformat zur Beschreibung der On-Board-Kommunikation im Kfz
FIFO	First Input First Output Speicher, bei dem die Daten in derselben Reihenfolge gelesen werden müssen, in der sie geschrieben wurden.
FlexRay	Zeitsynchrones Kfz-Bussystem
FTDMA	Flexible Time Division Multiple Access Zugriffsmethode auf ein Bussystem, bei dem der Zugriff in Zeitschlitzen variabler Länge erfolgt.
GW	Gateway
GSM	Global System for Mobile Communications Weltweites digitales Mobiltelefonsystem
HAL	Hardware Abstraction Layer, Microcontroller Abstraction Layer
MCAL	Softwareschicht, die die darüberliegenden Softwareschichten von der Hardware entkoppelt.
hex	Hexadezimale Zahlen Zahlen zur Zahlenbasis 16, üblich sind unterschiedliche Schreibweisen, z. B. hex 7Fh=\$7 F=0x7 F=7·16 ¹ +15·16 ⁰ =127 dezimal.
HIL	Hardware-in-the-Loop-Simulation
HIS	Herstellerinitiative Software Herstellervereinigung zur Standardisierung von Kfz-Software
Host	Mikrocontroller, der einen Kommunikationscontroller steuert
HW	Hardware
ID	Identifizier Kennziffer
IFB, IFS	Inter Frame Break, Inter Frame Space
IPG	Inter Packet Gap Pause zwischen Busbotschaften
IO	Input – Output
I/O	Sammelbegriff für Ein-Ausgangssignale bei Steuergeräten sowie deren softwareseitige Verarbeitung
JASPAR	Japanese Automotive Software Platform Architecture Herstellervereinigung zur Standardisierung von Software im Kfz
KWP	Keyword Protocol Meist als KWP 2000 verbreitetes Diagnoseprotokoll
LAN	Local Area Network Sammelbegriff für Bussysteme für Bürocomputer
Layer	Protokollschicht
LIN	Local Interconnect Network Verbreitetes Bussystem für einfache Anwendungen
LSB	Least Significant Bit Niederwertigstes Bit eines Datenwortes

LTE	Long Term Evolution Mobiltelefonstandard der 4. Generation
LWL	Lichtwellenleiter
MAC	Media Access Control Teil des Kommunikationscontrollers, der den Buszugriff steuert.
MCD	Messen, Kalibrieren, Diagnose (Measurement, Calibrate, Diagnose) Sammelbegriff für Aufgaben bei der Applikation von Elektroniksystemen im Kraftfahrzeug. Schwerpunkt von ASAM.
MDX	Meta Data Exchange Format for Software Module Exchange ASAM Beschreibungsformat für Steuergeräte-Software
MIL	Malfunction Indicator Light Fehlerwarnlampe im Armaturenbrett
mod	Modulo Operation $n = x \text{ mod } N \dots$ Rest einer ganzzahligen Division $n = x/N$
MOST	Media Oriented System Transport Bussystem für Infotainment-Anwendungen im Kraftfahrzeug
MSR	Messen, Steuern, Regeln
MSB	Most Significant Bit Höchstwertigstes Bit eines Datenwortes
MT	Makrotick
μ T	Mikrotick Zeitschritte bei FlexRay
MVCI	Modular Vehicle Communication Interface Schnittstelle zwischen Diagnose- oder Applikationssystem und Kfz-Bussystem
NM	Network Management Spezifikation für das Netzmanagement im Rahmen von OSEK/VDX
Nibble	Hälfte eines Bytes Bezeichnung für zusammengehörende Datenbits (4 bit)
NIC	Network Interface Controller Kommunikationscontroller
NRZ	Non Return to Zero Codierung für Datenbits auf den Busleitungen
OBD	On-Board Diagnosis Sammelbegriff für Vorschriften zur Diagnose abgasrelevanter Elektroniksysteme im Kraftfahrzeug, aus USA kommend, als EOBD auch in Europa angewendet.
ODU	On-Board Unit Fahrzeugeitiges Steuergerät bei Maut- und Telematik-Systemen
ODX	Open Diagnostic Data Exchange ASAM Beschreibungsformat für Diagnosedaten
OEM	Original Equipment Manufacturer Fahrzeughersteller
OIL	OSEK Implementation Language Beschreibungssprache für OSEK/VDX Systeme

OS	Operating System Betriebssystem
OSAL	Operating System Abstraction Layer Schicht zur Nachbildung einer Betriebssystem-Schnittstelle
OSEK/VDX	Offene Systeme für die Elektronik im Kraftfahrzeug/Vehicle Distributed Executive: Betriebssystem- und Kommunikationsstandard
OSI	Open System Interconnection Schichtenmodell für Datennetze und Protokolle
PCI	Protocol Control Information Steuerinformationen einer Protokollebene
PDA	Personal Digital Assistent Taschencomputer, andere Bezeichnungen Organizer, Palmtop
PDU	Protocol Data Unit Datenblock einschließlich Daten für die Übertragungssteuerung
PDX	Packed ODX Archivformat für ODX-Datensätze
PHY	Physical Bus Connect Busanschlusseinheit, Bustreiber
PLL	Phase Locked Loop Schaltungsblock für die Takterzeugung oder Taktsynchronisation
POF	Plastic Optic Fiber Lichtwellenleiter
PWM	Pulse Width Modulation Pulsbreitenmodulation
Quadlet	Bezeichnung für vier zusammengehörige Datenbytes (32bit)
RAM	Random Access Memory: Schreib-Lese-Speicher
ROM	Read Only Memory: Nur-lesbarer Speicher
PROM	Programmable ROM: Programmierbares ROM
EPROM	Erasable PROM: Löschbares PROM (nur komplett löschbar)
EEPROM	Electrical Erasable PROM: Löschbares PROM (einzelne Zellen)
Flash-ROM	Blockweise löschbares PROM
RFC	Request for Comment Spezifikation der Internetprotokolle bei www.ietf.org
RSU	Road Side Unit Strassenseitiges Steuergerät bei Maut- und Telematik-Systemen
RX	Receiver Data
RXD	Eingang für empfangene Daten
SW	Software
SCI	Serial Communication Interface, andere Bezeichnung für UART
SDU	Service Data Unit Nutzdaten einer Datenbotschaft
SPI	Serial Peripheral Interface Serielle Schnittstelle zwischen Mikrocontrollern und Peripherie-ICs
STP	Shielded Twisted Pair Abgeschirmte, verdrehte Zwei-Draht-Leitung

TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol Im Internet und in LANs verwendetes Netzwerkprotokoll
TDMA	Time Division Multiple Access Zugriffsmethode auf ein Bussystem, bei dem der Zugriff in vorgegebenen Zeitschlitzen fester Länge und Lage erfolgt.
FTDMA	Variante mit Zeitschlitzen variabler Länge
TTCAN	Time Triggered CAN Zeitsynchrone Variante des CAN-Busses
TTP	Time Triggered Protocol Zeitsynchron arbeitendes Bussystem
TP	Transport Protocol Verfahren zur Aufteilung von Datenblöcken auf mehrere Bus-Botschaften
TX	Transmitter Data
TXD	Ausgang für gesendete Daten
UART	Universal (Serial) Asynchronous Receiver and Transmitter
USART	Einfache Standardschnittstelle für die serielle Datenübertragung
UDS	Unified Diagnostic Services Diagnoseprotokoll nach ISO 14229
UML	Unified Modeling Language Standard für die grafische Spezifikation von Software
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System Mobiltelefonstandard der 3. Generation
URL	Unified Resource Locator Web-Link, standardisierte Adressangabe für Dokumente im Internet
UTP	Unshielded Twisted Pair Ungeschirmte, verdrehte Zwei-Draht-Leitung
UUDT	Unacknowledged Unsegmented Data Transfer
USDT	Unacknowledged Segmented Data Transfer
AUDT	Acknowledged Unsegmented Data Transfer
ASDT	Acknowledged Segmented Data Transfer Datenübertragung ohne/mit Bestätigung durch den Empfänger sowie ohne/mit Segmentierung, d. h. Aufteilung einer Nachricht auf mehrere Botschaften.
VANET	Vehicle Ad Hoc Network Funk-Netzwerk mit kurzer Reichweite zwischen Fahrzeugen
V2V	Vehicle to Vehicle, Vehicle to Infrastructure, Vehicle Safety Comm.
V2I	Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Verkehrsleiteinrichtungen, siehe auch
VSC	C2C
WLAN	Wireless Local Area Network Funk-Netzwerk mit kurzer Reichweite
WWH-OBD	World-Wide Harmonized OBD Überarbeitete Version der Abgasdiagnose OBD
XCP	Universal Measurement and Calibration Protocol Neueres Busprotokoll in der Applikation von Elektroniksystemen im Kraftfahrzeug, von ASAM spezifiziert.
XML	Extended Markup Language Textbasiertes Format für die strukturierte Beschreibung von Informationen

Sachverzeichnis

A

Acknowledge ACK, 22, 27
Adressierung, 20, 21, 197
Akzeptanzfilterung, 65
Antwortzeit, 358
Applikationsdatensätze, 272, 275
Applikationswerkzeug, 429, *siehe auch* CCP,
XCP
Arbitrierung, 28
ARP, 146
ASAM, 10, 229
A2L, 255, 272
AML, 256
ASAP2, 272
Calibration Data Format CDF, 256, 275
CCP, 234
D-PDU API, 316
FIBEX, 261
MCD, 229
MCD1, 232
MCD2, MCD3, 270
Measure, Calibrate, Diagnose, 232
Meta Data Exchange MDX, 275
MVCI, 316
ODX, 277
XCP, 241
Asynchron, 24
Audio-Video-Bridging AVB, 142
Authentifizierung, 442
Autorenwerkzeug, 469
AUTOSAR, 10, 331
AUTOSAR COM, 385, 389
AUTOSAR NM, 397
AUTOSAR OS, 381
AUTOSAR RTE, 403
Basissoftware, 369

BSW Scheduler, 384
CAN, 391
Communication Services, 385
Diagnostic Communication Manager, 387
Diagnostic Log and Trace DLT, 379
ECU State Manager, 376
End-to-End Communication Protection,
380
FlexRay, 393
Funktionale Sicherheit, 380
Hardware Abstraction, 369
Hardwaretreiber, 372
LIN, 395
Memory Services, 374
PDU Router, 390
Runtime Environment, 403
Softwarekomponenten, 403
SPAL, MCAL, 370
System Services, 376
Transportprotokolle, 390
Virtual Functional Bus VFB, 404
Watchdog Manager, 380
Werkzeugkette, 370
Zeitverhalten, 358, 404

B

Babbling Idiot, 105
Backbone, 31
Betriebssystem, 334
Bitrate, 15
CAN, 79
FlexRay, 118
K-Line, 41
LIN, 95
MOST, 138
SAE J1850, 42

- Bit-Stuffing, 27, 62
- Blockierend, 24
- Body, 31
- Botschaft, 18
- Broadcast, 21, 22
- BroadR-Reach, 142
- Bus, 16
 - Linienbus, 16
 - Topologie, 17
- Bus Guardian, 105
- Busabschlußwiderstand, 16
- Busanalyse, 424
- Bus-Interface, 459
 - Media Access Control MAC, 23
 - Physical Interface PHY, 23
- Bussystem
 - Class A, B, C, 5
 - High Speed, 2
 - Infotainment, Multimedia, 4
 - Low Speed, 2
- Buszugriffsverfahren, 27
 - CSMA/CA, 28
 - CSMA/CD, 28
 - Master-Slave, 28
 - TDMA, 29
- Bypass, 430
- C**
- CAN, 8, 57
 - Basic, 65
 - Botschaftspriorität, 67
 - CAN in Automation (CiA), 60
 - Controller, 64
 - Full, 66
 - High Speed, 59
 - Jitter, 69
 - Latenzzeit, 69
 - Low Speed, 59
 - Matrix, 63
 - Partial Networking, 76
 - Scheduling, 67
 - Time triggered, 72
 - Zeitverhalten, 67
- CANdb, 64
- Car to Car C2C, 483
- Car to Infrastructure C2I, 483
- CCP
 - CAN Calibration Protocol, 234
 - Flashen, 238
 - Kalibrieren, 238
 - Messdatenerfassung, 239
 - Speicherzugriff, 237
 - Verbindungssteuerung, 236
- Chassis, 31
- Client-Server, 23
- Cluster, 81
- Codierung
 - Non-Return-to-Zero (NRZ), 15
- Confirmation, 24
- Cyclic Redundancy Check CRC, 27
- D**
- D2B
 - Domestic Data Bus, 119
- Datenrate
 - FlexRay, 102
 - K-Line, 42
 - LIN, 95
 - MOST, 138
 - Nutzdatenrate, 25
- Deadline Monotonic, 71, 360
- Dedicated Short Range Communication DSRC, 485
- Desegmentierung, 23
- DHCP, 146
- Diagnosedaten
 - Autorenwerkzeug, 469
 - ODX, 277
- Diagnosedienste
 - Diagnosesitzung, 205
 - Diagnostic Service, 189
 - KWP 2000, 199
 - OBD, 213
 - UDS, 205
- Diagnosesteckdose, 36
- Diagnosetester, 316, 458
- Diagnosewerkzeug, 459, 469
- Differenzsignal, 14
- Distributed Systems Interface DSI, 51
- DNS, 146
- DoIP, 183
- Domain Controller, 31
- Domäne, 31
- dominant, 17
- D-PDU API, 316
- Duplex
 - Halb-Duplex, 14
 - Voll-Duplex, 14

E

E/E-Architektur, 30
End-of-Line-Programmierung, 436
Ethernet, 138, 183
 BroadR-Reach, 142
Extended Calibration Protocol, *siehe* XCP
Extended Markup Language XML, 257

F

Fehlerspeicher, 220
 Entprellung, 220
 Heilung, 220
 KWP 2000, 200
 OBD, 214
 OBD Fehlercode, 218
 UDS, 209
Field Bus Exchange Format
 FIBEX, 261
Fingerprint, 445
Flashen
 Container, 452
 Flash-Lader, 448
 Flash-Programmierung, 433
 Flash-Treiber, 447
 KWP 2000, 202
 ODX, 306
 Pass-Through Programmierung, 221
 Programmiersequenz, 441
 Speichertypen, 434
 UDS, 211
FlexRay, 8, 96
 Bus Guardian, 105
 Cliquenbildung, 105
 Cycle counter, 99
 dynamisches Segment, 100
 Jitter, 107
 Keyslot, 104
 Latenzzeit, 107
 Makrotick, 99
 Mikrotick, 104
 Minislot, 100
 Network Idle Time, 99
 Network Management Vector, 105
 Scheduling, 107
 Single Slot Mode, 105
 Slot counter, 99
 Slot Multiplexing, 108, 116
 Startup Frame, 104
 statisches Segment, 99

 Symbol Window, 99
 Sync Frame, 104
 TT-D, TT-L, TT-E, 117
 Zeitverhalten, 107
Flusssteuerung, 24, 156
Frame, 20
 Consecutive, 155
 Error, 62
 First, 154
 Flow Control, 156
 Remote, 63
 Single, 154
Funktionale Sicherheit, 380

G

Gateway, 19, 31

H

Hardware-in-the-Loop (HIL), 430
Hash, 445
Header, 18
HIS, 10, 331
 CAN Treiber, 363
 Flash-Lader, 363, 440
 Flash-Programmierung, 441
 Flash-Treiber, 447
 Herstellerinitiative Software, 361
 IO Driver, 361
 IO Library, 361

I

ICMP, 147
IDB 1394
 Firewire, 120
Identifier, 22
 CAN, 61
 Eröffnungs-, 170, 176
 FlexRay Frame ID, 101
 Kanal-ID, 170, 177
 LIN, 81
 Message-, 61
IEEE
 802.1 Q/AVB, 142
 802.3 Ethernet, 138
Indication, 24
Infotainment, 4, 31, 119
Intellectual Property, 426
Internet Protokoll, 183
IP, 140, 145, 396

ISO

9141, 8, 32
 10681, 162, 386
 11783 (ISOBUS), 8
 11898, 8, 57
 11992, 8, 60
 13209, 319
 13400, 183, 386
 14229, 9, 190, 203
 14230, 9, 32, 189, 192
 15031, 9, 191, 212
 15765, 9, 154, 190–192, 386
 17356, 10, 335
 17458, 96
 22898, 49
 22900, 232, 278, 316
 22901, 232, 278, 316
 23248, 221
 26262, 380
 27145, 212, 225

J

JASPAR, 331
 Jitter, 29, 69, 94, 107
 JTAG, 437

K

Kanal, 169, 176
 Keyword, 33
 K-Line, 32
 Kommunikation
 Off-Board, 4
 On-Board, 2
 Kommunikationsmatrix, 416
 Kommunikationsmodell, 20
 KWP 2000, 33, 38, 189, 192
 Adressierung, 197
 Botschaftsaufbau, 193
 Diagnosesitzung, 194
 Fehlerspeicher, 200
 Flashen, 202, 441
 Input/Output Control, 201
 Kommunikationsmodell, 192
 KWP 2000 on CAN, 190, 192
 KWP 2000 on K-Line, 192
 Remote Routines, 203
 Response Codes, 194
 Service Identifier, 193

L

Latenz, 29, 69, 94, 107, 358
 Laufzeit, 358
 Leitung
 Ein-Draht-Leitung, 14
 Zwei-Draht-Leitung, 14
 Lichtwellenleiter, 121
 LIN, 8, 79
 API, 92
 Jitter, 94
 Konfiguration, 87
 Latenzzeit, 94
 Scheduling, 94
 Zeitverhalten, 94
 L-Line, 34

M

Malfunction Indicator Lamp MIL, 214
 Mapping, 417
 Master, 81
 Mautsystem, 484
 Medium Access Control MAC, 140
 Message, 20
 Message Identifier, 61
 Modular Vehicle Communication Interface
 MVCI, 316
 MOST, 8, 119
 Block, 123
 Customer Convenience Port, 120
 Frame, 123
 Network Master, 133
 Network Services, 129
 Netzmanagement, 133
 Ringbruch-Diagnose, 134
 Steuerbotschaften, 126
 Steuerdaten, 125
 Synchrone Daten, 124
 Timing master, 121
 Multicast, 21
 Multimedia, 119

N

Nachrichtenorientiert, 180
 NDP, 146
 Netzdesign, 416
 Normen, 7, 224, 227, 328, 413
 Not Acknowledged NACK, 22
 Notification, 24
 Nutzdaten, 18

O

OBD, 57, 191, 212
 Botschaftsaufbau, 213
 Fehlercodes, 218
 Fehlerspeicher, 214, 215
 Messwerte lesen, 215
 Pass-Throug Programmierung, 221, 222
 Scan Tool, 197, 212
 Testfunktionen, 215
ODX, *siehe auch* ASAM
 Autorenwerkzeuge, 469
 Comparam-Spec, 278
 Comparam-Subset, 278
 Complex DOP, 299
 Data Object Property DOP, 292
 Diag-Layer, 280
 Diag-Layer-Container, 279
 Diagnosedienste, 288
 Diagnosesitzungen, 304
 Diagnosevariable, 291
 Diagnostic Trouble Code Object DTC-DOP,
 299
 ECU-Config, 280
 Flash, 279, 306
 Function-Dictionary, 280
 Hierarchie, 280
 Job, 302, 303
 Open Data Exchange, 277
 Packed ODX, 309
 Schichtenmodell, 280
 Special Data Group, 302
 Vehicle-Info-Spec, 278, 283
Off-Board-Kommunikation, 4
On Event, 23
On-Board Diagnostics, 212
On-Board-Kommunikation, 2
OSEK/VDX, 10, 334
 Betriebssystem OS, 336
 Deadline, 358
 FTCOM, 355
 Implementation Language OIL, 341
 Kommunikation COM, 346
 Latenz, 358
 Netzmanagement NM, 350
 Offene Systeme für die Elektronik im
 Kraftfahrzeug, 334
 OSEK Time, 355
 Protected OS, 355
 Scheduling, 358

 Überblick, 334
 Zeitverhalten, 358
OSI, 6

P

 Parameter Group Number, 179
 Partial Networking, 75, 76, 402
 Pass-Through Programmierung, 221, 316
 Payload, 18
 PDU Format, 179
 Plastic Optic Fiber, 121
 Port, 147
 Powertrain, 31
 Pretended Networking, 402
 Private Key, 445
 Protocol Control Information PCI, 19
 Protocol Data Unit PDU, 19
 Protokollstapel, 20
 Protokolltest, 453
 Public Key, 446
 Publisher-Subscriber, 23
 Punkt-zu-Punkt-Verbindung, 13
 PWM, 43

R

 Rapid Prototyping, 430
 Rate Monotonic, 71, 360
 Reizung, 36
 Repeater, 19
 Request-Response, 23
 Restbus-Simulation, 460
 Restbussimulation, 422
 rezessiv, 17
RFC

 768 UDP, 147
 791 IP, 146
 792 ICMP, 147
 793 TCP, 147
 826 ARP, 146
 2131 DHCP, 146
 2460 IP, 146
 3550 RTP, 143
Ring, 18, 122

S

SAE
 J1587, 178
 J1708, 8, 178
 J1850, 8, 42

J1939, 8, 57, 178, 386
 J1979, 191, 212
 J2012, 219, 226
 J2178, 44
 J2190, 191
 J2284, 8, 57
 J2411, 60
 J2534, 221, 316
 J2602, 80
 J2716, 45
 Safe by Wire, 49
 Schedule, 417
 Schichtenmodell
 ISO/OSI, 6
 Segmentierung, 20, 23, 154
 Sensor-Aktor-Bus
 ASRB, 49
 DSI, 51
 PSI5, 46
 SENT, 45
 Service Data Unit SDU, 19
 Service Identifier
 SID, 39
 Signal, 19, 417
 Binär, 15
 Bipolar, 15
 Laufzeit, 16
 Ternär, 15
 Unipolar, 15
 Signallaufzeit, 16
 Signatur, 445
 Simulation, 420
 Slave, 81
 Sleep, 29
 Socket, 396
 Stand By, 29
 Standards, 7, 224, 227, 328, 413
 Stern, 18, 98
 Steuergerätetest, 423
 Stuff-Bit, 62
 Switch, 139
 Synchron, 24
 Systemintegration, 424, 430

T

TCP, 145, 396
 Teilnetzbetrieb, 76
 Telematik, 483
 Testsequenzen, 319

Timing

AUTOSAR OS, 358
 CAN, 67
 CAN ISO TP, 159
 Ethernet, 142
 FlexRay, 107
 FlexRay TP, 167
 LIN, 94
 OSEK OS, 358
 Toll Collect, 484
 Trailer, 18
 Transceiver, 19
 Transportprotokoll, 9, 153
 CAN ISO TP, 154, 390
 FlexRay TP, 162, 390
 ISO 13400, 183
 LIN, 85
 SAE J1939, 178
 TP 1.6, 175
 TP 2.0, 169
 TTCAN, 72
 TTP, 8

U

Übertragung

 Bitstrom-orientiert, 25
 Gesicherte, 23
 Ungesicherte, 23
 Zeichenstrom-orientiert, 25
 UDP, 145, 396
 UDS, 190, 203
 Botschaftsaufbau, 204
 Diagnosesitzung, 205
 Fehlerspeicher, 209
 Flashen, 211, 441
 Input/Output Control, 210
 Remote Routines, 211
 Response on Event, 212
 UDS on CAN, 191, 203
 Unified Diagnostic Service, 203
 UML
 Unified Modeling Language, 257, 258
 Unicast, 21
 Unified Modeling Language UML, 257

V

Validierung, 442
 Vehicle Ad Hoc Network VANET, 485
 Vehicle to Vehicle V2V, 483

Verbindungsabbau, 21
Verbindungsaufbau, 21
Verbindungslos, 21
Verbindungsorientiert, 21, 180
Verschlüsselung, 445
VLAN, 140
VPWM, 43

W

Wake Up, 29
Widerstand
 Abschluss-, 16
 Pull-Up-, 16
Wired-OR, 17

X

XCP
 Extended Calibration Protocol, 241
 Flashen, 247, 248
 Kalibrieren, 249

Messdatenerfassung, 250, 251
 on CAN, 241
 on FlexRay, 252
 Speicherzugriff, 246
 Stimulation, 250, 251
 Verbindungsmanagement, 243, 244
XML
 Extended Markup Language, 257

Z

Zeitfenster, 74
Zeitverhalten
 AUTOSAR OS, 358
 CAN, 67
 CAN ISO TP, 159
 Ethernet, 142
 FlexRay, 107
 FlexRay TP, 167
 LIN, 94
 OSEK OS, 358