

Werner Zimmermann
Ralf Schmidgall

Bussysteme in der Fahrzeugtechnik

Protokolle und Standards

Mit 156 Abbildungen und 89 Tabellen

ATZ/MTZ-Fachbuch



Inhalt

1 Anwendung von Bussystemen und Protokollen	1
1.1 Überblick.....	2
2 Kfz-Bussysteme, Protokolle und Standards.....	5
2.1 Standardisierung bei Bussystemen.....	7
3 Kfz-Bussysteme – Physical und Data Link Layer	9
3.1 Grundlagen für Kfz-Bussysteme	9
3.1.1 Elektrotechnische Grundlagen.....	9
3.1.2 Topologie und Kopplung von Bussystemen.....	12
3.1.3 Botschaften, Protokollstapel, Dienste (Services).....	14
3.1.4 Zeichen- und Bitstrom-basierte Übertragung, Nutzdatenrate	17
3.1.5 Buszugriffsverfahren, Fehlererkennung und Fehlerkorrektur	19
3.1.6 Jitter und Latenz bei der Datenübertragung	21
3.2 K-Line nach ISO 9141 und ISO 14230.....	23
3.2.1 Entwicklung von K-Line und KWP 2000	23
3.2.2 K-Line Bus-Topologie und Physical Layer	24
3.2.3 Data Link Layer	26
3.2.4 Einschränkungen für emissionsrelevante Komponenten (OBD)	30
3.2.5 Schnittstelle zwischen Protokoll-Software und Kommunikations- Controller.....	30
3.2.6 Ältere K-Line-Varianten.....	31
3.2.7 Zusammenfassung K-Line – Layer 1 und 2.....	31
3.3 Controller Area Network CAN nach ISO 11898	32
3.3.1 Entwicklung von CAN.....	32
3.3.2 Bus-Topologie und Physical Layer	33
3.3.3 Data Link Layer CAN 2.0A und 2.0B	35
3.3.4 Fehlerbehandlung	36
3.3.5 Einsatz von CAN – Höhere Protokolle	37
3.3.6 Schnittstelle zwischen Protokoll-Software und Kommunikations- Controller.....	38
3.3.7 Time-Triggered-CAN (TTCAN) – Deterministischer Buszugriff	39
3.3.8 Zusammenfassung CAN – Layer 1 und 2.....	42
3.4 Local Interconnect Network LIN	43
3.4.1 Überblick	43
3.4.2 Data Link Layer	44
3.4.3 Zeitsynchrones Senden von Botschaften (Message Scheduling)	46
3.4.4 Neue Botschaftstypen bei LIN V2.0	47
3.4.5 ISO Diagnose über LIN	47
3.4.6 LIN Configuration Language	48
3.4.7 Dynamische Konfiguration von LIN Slave-Steuergeräten	52
3.4.8 LIN Application Programming Interface (API).....	53

3.4.9 Zusammenfassung LIN – Layer 1 und 2.....	55
3.5 FlexRay.....	56
3.5.1 Bus-Topologie und Physical Layer.....	56
3.5.2 Data Link Layer.....	58
3.5.3 Netzwerk-Start und Takt-Synchronisation.....	61
3.5.4 Fehlerbehandlung, Bus Guardian.....	63
3.5.5 Konfiguration und übergeordnete Protokolle.....	64
3.5.6 Zusammenfassung FlexRay – Layer 1 und 2.....	64
3.6 SAE J1850.....	65
3.7 Media Oriented Systems Transport MOST.....	69
3.7.1 Bus-Topologie und Physical Layer.....	69
3.7.2 Data Link Layer.....	70
3.7.3 Kommunikationscontroller, Netzmanagement und höhere Protokollschichten.....	72
3.7.4 Zusammenfassung MOST.....	73
3.8 Normen und Standards.....	73
4 Transportprotokolle.....	75
4.1 Transportprotokoll ISO TP für CAN nach ISO 15765-2.....	75
4.1.1 Botschaftsaufbau.....	76
4.1.2 Flusssteuerung, Zeitüberwachung und Fehlerbehandlung.....	77
4.1.3 Dienste für die Anwendungsebene (Application Layer Services).....	79
4.1.4 Protokoll-Erweiterungen.....	80
4.1.5 Adressierung bei KWP 2000 - Zuordnung von CAN Identifiern.....	80
4.2 Transportprotokoll TP 2.0 für CAN.....	81
4.2.1 Adressierung und CAN Message Identifier.....	81
4.2.2 Broadcast-Botschaften.....	82
4.2.3 Dynamischer Kanalaufbau und Verbindungsmanagement.....	83
4.2.4 Datenübertragung.....	85
4.3 Transportprotokoll TP 1.6 für CAN.....	87
4.3.1 Botschaftsaufbau.....	87
4.3.2 Dynamischer Kanalaufbau.....	87
4.3.3 Datenübertragung und Datenrichtungswechsel.....	88
4.4 Transportprotokoll SAE J1939/21 für CAN.....	89
4.4.1 Übertragungsarten, Adressierung und CAN Message Identifier.....	89
4.4.2 Segmentierte Datenübertragung (Multi Packet).....	92
4.5 Normen und Standards.....	94
5 Diagnoseprotokolle – Application Layer.....	95
5.1 Diagnoseprotokoll KWP 2000 (ISO 14230-3 und 15765-3).....	97
5.1.1 Überblick.....	97
5.1.2 Diagnosesitzungen (Diagnostic Management).....	100
5.1.3 Adressierung der Steuergeräte nach KWP 2000.....	102
5.1.4 Bussystem-abhängige Dienste (Network Layer Protocol Control).....	104
5.1.5 Fehlerspeicher lesen und löschen (Stored Data Transmission).....	105

5.1.6	Daten lesen und schreiben (Data Transmission), Ansteuern von Steuergeräte-Ein- und Ausgängen (Input/Output Control)	106
5.1.7	Speicherblöcke auslesen und speichern (Upload, Download)	107
5.1.8	Start von Programmen im Steuergerät (Remote Routine).....	108
5.1.9	Erweiterte Dienste (Extended Services)	109
5.2	Unified Diagnostic Services UDS nach ISO 14229.....	109
5.2.1	Unterschiede zum KWP 2000 Diagnoseprotokoll.....	109
5.2.2	Überblick über die UDS Diagnosedienste.....	110
5.2.3	Response on Event Dienst.....	117
5.3	On-Board-Diagnose OBD nach ISO 15031 / SAE J1979	119
5.3.1	Überblick OBD Diagnosedienste	119
5.3.2	Auslesen des Fehlerspeichers und von Steuergerätewerten	121
5.3.3	Abfrage der Testergebnisse für abgasrelevante Komponenten	124
5.3.4	OBD Fehlercodes.....	125
5.3.5	Data Link Security	127
5.4	Normen und Standards	127
6	Anwendungen für Messen, Kalibrieren und Diagnose (ASAM MCD)	129
6.1	Einführung	129
6.2	Busprotokolle für Aufgaben in der Applikation (ASAM MCD 1MC).....	133
6.2.1	CAN Calibration Protocol CCP.....	134
6.2.2	Extended Calibration Protocol XCP	142
6.2.3	AML-Konfigurationsdateien für XCP und CCP	155
6.2.4	Interface zwischen Busprotokolltreiber und Applikationssystem ASAM MCD 1b.....	158
6.3	Field Bus Exchange Format FIBEX	159
6.4	Überblick über ASAM MCD 2 und MCD 3.....	166
6.5	Applikationsdatensätze nach ASAM MCD 2 MC (ASAP 2)	167
6.6	ODX-Diagnosedatensätze nach ASAM MCD 2D.....	170
6.6.1	Aufbau des ODX-Datenmodells	171
6.6.2	Einfache Datenobjekte (Simple DOP und DTC-DOP)	173
6.6.3	Beschreibung von Diagnosediensten und Diagnosevariablen	178
6.6.4	Komplexe Datenobjekte (Complex DOP)	182
6.6.5	VEHICLE-INFO-SPEC: Fahrzeugzugang und Bustopologie.....	185
6.6.6	COMPARAM-SPEC: Beschreibung des Busprotokolls	188
6.6.7	DIAG-LAYER: Beschreibung der Diagnosedienste eines Gerätes.....	190
6.6.8	MULTIPLE-ECU-JOB: Diagnosedienste für mehrere Geräte	193
6.6.9	ECU-MEM: Beschreibung der Flash-Programmierung.....	193
6.6.10	Verwaltungs- und Versionsinformationen für ODX-Daten	195
6.7	ASAM MCD 3 – Server	195
6.7.1	Funktionsgruppe M – Messen.....	197
6.7.2	Funktionsgruppe C – Kalibrieren	198
6.7.3	Funktionsgruppe D – Diagnose	199
6.8	Normen und Standards	201

7 Software-Standardisierung: OSEK, AUTOSAR, HIS, JASPAR, ...	203
7.1 Einführung	203
7.2 OSEK/VDX	206
7.2.1 Ereignisgesteuerter Betriebssystemkern OSEK/VDX OS	207
7.2.2 Kommunikation in OSEK/VDX COM	217
7.2.3 Netzmanagement mit OSEK NM	221
7.2.4 Zeitgesteuerter Betriebssystemkern OSEK Time und fehler- tolerante Kommunikation OSEK FTCOM	226
7.2.5 OSEK OS Erweiterung um Schutzmechanismen: Protected OS	229
7.3 Hardware-Ein- und Ausgabe (HIS IO Library, IO Driver)	230
7.3.1 Hardwaretreiber für Mikrocontroller-Standardperipherie	232
7.4 HIS Treiber für CAN-Kommunikationscontroller (HIS CAN Driver)	235
7.4.1 Zustandsmodell	236
7.4.2 Ablauf beim Empfangen einer CAN-Botschaft	237
7.4.3 Ablauf beim Senden einer CAN-Botschaft	239
7.4.4 Schnittstelle zum Betriebssystem	240
7.5 AUTOSAR	241
7.6 Normen und Standards	243
8 Werkzeuge, Anwendungen und Einsatzgebiete	245
8.1 Protokollstapel für Steuergeräte (Intellectual Property)	245
8.2 Entwurf und Test der On-Board-Kommunikation	245
8.3 Werkzeuge zur Applikation von Steuergeräten	250
8.4 Flash-Programmierung von Steuergeräten	250
8.4.1 Rahmenbedingungen	251
8.4.2 Flash-Speicher	254
8.4.3 Flash-Programmierprozess	256
8.4.4 Beispiel eines Flash-Laders: <i>ADLATUS</i> von SMART Electronic	264
8.4.5 Test von Busprotokollen	271
8.5 Diagnosewerkzeuge in Entwicklung und Fertigung	273
8.5.1 Beispiel für Diagnosewerkzeuge: <i>samDia</i> von Samtec Automotive	275
8.6 Autorenwerkzeuge für Diagnosedaten	283
8.7 ASAM MCD3–Laufzeitsysteme	284
8.7.1 Beispiel für ein Diagnosesystem: <i>samMCD3Server</i> von Samtec Automotive Software & Electronics	285
Literaturverzeichnis	291
Web-Adressen	291
Abkürzungen	292
Sachwortverzeichnis	295