
8 CAN-Applikationen

8.1 Elektronik-Systemarchitektur von Kraftfahrzeugen Anwendung des CAN-Busses – Status und Perspektiven

8.1.1 Bussysteme im Kraftfahrzeug

Bussysteme im Kraftfahrzeug ermöglichen die Kommunikation, d. h. den Austausch von Daten zwischen den elektronischen Steuergeräten, intelligenten Sensoren und Aktoren. Je nach den zu erfüllenden Anforderungen kommen unterschiedliche Bussysteme zum Einsatz. Typische Anforderungen bestehen in der zu übertragenden Datenrate, in der möglichen Botschaftslänge, in der Anzahl der anschließbaren Knoten (Steuergeräten), in Topologie-Eigenschaften, in Anforderungen an deterministisches Übertragungsverhalten, in weiteren Zuverlässigkeits- oder Sicherheitsanforderungen, in physikalischen Aspekten, wie Spannungstoleranzen oder Temperaturstabilität, in Aspekten der Verkabelung (EMV-Eigenschaften, drahtgebunden oder optisch, Montagefreundlichkeit, ungeschirmte, verdrehte (UTP) versus geschirmte (STP) Verdrahtung) und in Kostenaspekten.

In der Automobiltechnik werden Bussysteme nach sogenannten SAE-Klassen eingestuft:

- **Klasse A:**
Bussysteme für einfache Anwendungen mit niedrigen Datenraten bis zu 10 kbit/s (z. B. Sensorabfragen, einfache Schaltbefehle). Das Haupteinsatzgebiet dieser Busse sind einfachere Funktionen in der Karosserieelektronik ohne Sicherheitsrelevanz. Die zu übertragenden Botschaften sind meist kurz und ereignisgesteuert, die Datenrate ist niedrig, d. h. < 10 kbit/s. Der Anwendungsbereich ist relativ kostensensitiv und benötigt deshalb eine sehr preisgünstige Vernetzungstechnologie.
- **Klasse B:**
Bussysteme für Anwendungen mit Datenraten von 10 kbit/s bis 125 kbit/s (z. B. komplexere Karosseriefunktionen).
- **Klasse C:**
Bussysteme für Anwendungen bei echtzeitkritischen Funktionen mit Datenraten von 125 kbit/s bis 1 Mbit/s (Antrieb, Fahrwerksregelung). Hier kommt es auf hohe Datenraten bei definierten, geringen Latenzzeiten der Nachrichtenübertragung an.
- **Klasse D:**
Bussysteme für die Datenübertragung von langen Datenblöcken mit hoher Übertragungsbandbreite. Derartige Anforderungen bestehen primär bei Anwendungen im Info- und Entertainmentbereich, z. B. bei der Übertragung von Audio-/Videostreams.

Die ISO unterscheidet Bussysteme nur nach zwei Stufen:

- Low-Speed-Kommunikation (Bitraten < 125 kbit/s),
- High-Speed-Kommunikation (Bitraten > 125 kbit/s).

Diese Einteilung allein nach der Übertragungsbandbreite reicht nicht aus, um die unterschiedlichen Anforderungen adäquat zu beschreiben. Ohnehin muss die Klassifikation durch die laufende Entwicklung hin zu höheren Übertragungsbandbreiten und zu Wireless-Technologien erweitert werden.

Das CAN-Busprotokoll wird derzeit im Automobil in zwei Varianten eingesetzt, die in der SAE-Logik den Klassen B und C entsprechen. Abbildung 8.1-1 zeigt typische Busprotokolle, wie sie bei vielen deutschen Herstellern derzeit im Einsatz oder für den künftigen Einsatz in Entwicklung sind, und die zugehörigen Übertragungsbandbreiten.

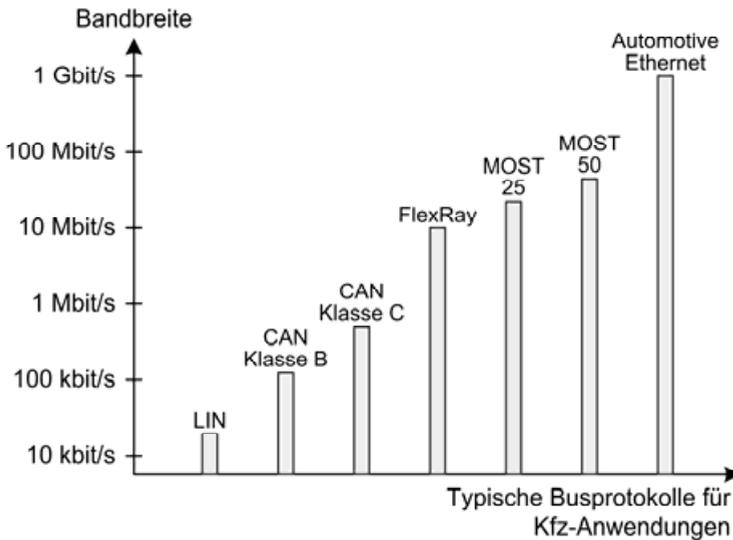


Abbildung 8.1-1: Busprotokolle und ihre Übertragungsbandbreiten

Einfache Anwendungen können mit dem LIN-Bus bis zu einer Datenrate von 20 kbit/s abgedeckt werden. Der Low-Speed-CAN-Bus kann mit einer Datenrate von 5 kbit/s bis 125 kbit/s und in einem Netz von bis zu 32 Knoten betrieben werden. Die Stärke des Low-Speed-CAN ist seine hohe Fehlertoleranz und die Möglichkeit, die Übertragung über ein Eindrachtsystem zu realisieren.

Aufgrund der steigenden Datenraten und der stärkeren Hochintegration der Steuergeräte sowie der abnehmenden Kostenvorteile des Low-Speed-CAN gegenüber dem High-Speed-CAN (Klasse C) nimmt die Bedeutung des Low-Speed-CAN ab. Es zeichnet sich ab, dass in künftigen Fahrzeugarchitekturen neben LIN der High-Speed-CAN sowie FlexRay für echtzeitkritische Anwendungen, MOST für Multimediaanwendungen und längerfristig Ethernet als Vernetzungstechnologien zum Einsatz kommen werden.

Die elektronische Systemarchitektur (das „Bordnetz“) wird noch längere Zeit mit unterschiedlichen Busprotokollen realisiert werden, da sonst eine radikale Umstellung des Bordnetzes unter hohem Kostenaufwand und unter erheblichen Qualitätsrisiken erfolgen müsste. Zwar bleibt das langfristige Ziel der Systemarchitekten eine stärkere Homogenisierung der Vernetzung und damit eine Reduktion der unterschiedlichen, eingesetzten Busprotokolle. Der Weg dorthin wird aber nur in Migrationsschritten erreichbar sein.

8.1.2 Die Anwendung von CAN in heutigen Bordnetzen

Das CAN-Protokoll wird in heutigen Bordnetzen primär in drei Bereichen eingesetzt:

- Karosserieelektronik und aktive Systeme der passiven Sicherheit,
- Fahrwerksregelsysteme und Fahrerassistenz,
- Antriebsmanagement.

In der Karosserieelektronik stehen Anwendungen wie das Steuern von Fenstern, Türen und Klappen, die Steuerung der Lichtfunktionen, der Sitzverstellung, von Heizung und Klimatisierung und der Komfortzugang im Vordergrund. Aus Kostengründen wird hier der Low-Speed-CAN eingesetzt, der aber bei vielen Anwendungen zunehmend mit dem LIN-Bus konkurriert. In der Sicherheitselektronik spielt eine schnelle und sichere Datenübertragung eine wichtige Rolle. Dies kann in vielen Fällen durch die Anbindung der Steuergeräte über den High-Speed-CAN ausreichend erfüllt werden.

Fahrwerksregelsysteme, wie auch Fahrerassistenzsysteme, stellen teilweise erhebliche Anforderungen an die Sicherheit der Datenkommunikation wie auch an das zeitliche Verhalten. Auch wenn der High-Speed-CAN keine deterministische Datenübertragung ermöglicht, kann in vielen Anwendungsfällen eine ausreichend geringe Latenz in der Datenübertragung sichergestellt werden. Dies setzt allerdings voraus, dass nicht die volle Übertragungsbandbreite des CAN ausgenutzt wird. Erfahrungen zeigen, dass bei einer Buslast von deutlich mehr als 50 % der maximalen Übertragungskapazität steigende, nicht-deterministische Latenzzeiten zu erwarten sind.

Das CAN-Protokoll enthält eine Vielzahl von Überwachungs- und Fehlererkennungskonzepten wie:

- Cyclic Redundancy Check (Prüfsummenkontrolle),
- Frame-Check (Prüfung von Länge und Struktur),
- ACK-Fehler (Empfangsquittierung),
- Bit-Stuffing (Fehlerüberprüfung auf Bitebene durch Stuff-Bits),
- Pegelmonitoring (Überwachung des Buspegels durch angeschlossene Knoten).

Diese Eigenschaften und das Multi-Master-Konzept für den Buszugriff haben den CAN-Bus zu einer sehr verlässlichen Vernetzungstechnologie gemacht, die über das Automobil hinaus in zahlreiche Feldbusapplikationen der Automatisierungstechnik Einzug gehalten hat.

8.1.3 CAN und AUTOSAR

In der Softwarearchitektur der elektronischen Steuergeräte setzt sich zunehmend der internationale AUTOSAR-Standard durch. AUTOSAR steht für AUTomotive Open System ARchitecture (vgl. Abschnitt 6.2). Innerhalb der Software kann man von einer Architektur sprechen, falls ein strukturierter Aufbau der Applikationsschicht und der sogenannten Systembasisfunktionen erfolgt. Von einer offenen Architektur spricht man, wenn die Schnittstellen der Softwaremodule standardisiert und offengelegt sind. Meist wird auch eine gewisse Technologieunabhängigkeit durch Abstraktionsschichten vorausgesetzt. Mit