

CAN-Protokoll, CAN-Bus
Controller Area Network

Hauptseminar in Informations- und
Kommunikationstechnik

Robert Lange

30. Oktober 2003

Zusammenfassung

Der CAN-Bus ist ein serielles Bussystem, das der preiswerten und zuverlässigen Vernetzung von Sensor/Aktorsystemen dient.

Das CAN-Protokoll wurde 1983 von Bosch entwickelt und 1993 als ISO 11898 standardisiert.

Herausragende Merkmale des CAN-Protokolles sind die CSMA/CR Zugriffssteuerung, inhaltsbasierte Nachrichtenkenung und -priorisierung, Quittierung innerhalb des Rahmens, Fehlererkennung und -signalisierung sowie die Selbsterkennung defekter Stationen.

<i>INHALTSVERZEICHNIS</i>	1
---------------------------	---

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	2
2 Entwicklungsgeschichte	2
3 Vergleich mit Ethernet-Protokoll	3
4 Rahmenformate	5
5 Arbitrierung	9
6 Behandlung von defekten Stationen	10
7 Anwendungsbeispiele	12
A Bilder von ausgewählten Anwendungen	14

1 Einführung

Dieser Artikel gibt einen Überblick über das CAN-Protokoll. Dabei kann nicht auf alle Feinheiten und Besonderheiten eingegangen werden, so dass der interessierte Leser auf die in der Quellenangabe aufgeführten Literatur verwiesen wird. Besonders wird hierbei die CAN Spezifikation 2.0 von Bosch empfohlen.

Der CAN-Bus dient der Verbindung von Sensor/Aktorsystemen untereinander und mit dem zugeordneten Steuerrechner. Damit zählt der CAN-Bus zu den Feldbussen. Auf die Klassifizierung wird in [1, S. 11ff] tiefer eingegangen.

Der Ursprung liegt im Automobilbereich, doch heute wird der CAN-Bus nahezu überall eingesetzt, wo ein preiswertes und zuverlässiges Bussystem benötigt wird.

Um einen groben Überblick über die Bedeutung von CAN zu geben, sind einige Zahlen hilfreich: Zur Zeit werden 50 verschiedene Controller von 15 Herstellern angeboten, sowie mehrere IP-Bausteine. Allein im Jahr 2000 wurden über 100 Millionen Controller verkauft, wobei die Tendenz steigend ist.

Selbst konservative Schätzungen gehen von weiterem Wachstum in den nächsten 10 bis 15 Jahren aus, insbesondere da amerikanische und fernöstliche Automobilhersteller erst mit Einsatz des CAN-Busses beginnen. Dazu kommt, dass weitere Anwendungsgebiete – wie Unterhaltungselektronik – geplant sind.

Die Bezeichnung CAN steht für *Controller Area Network* und wurde von Dr. Wettstein im Lauf der Entwicklung geprägt.

2 Entwicklungsgeschichte

Hier soll nur ein kleiner Überblick über die Meilensteine in der Entwicklung des CAN-Protokolls gegeben werden.

1983 Der Start eines internen Projektes von Bosch ist die Geburtsstunde des CAN-Busses. Das Ziel ist die Entwicklung eines Netzwerkes für die Verbindung von Komponenten im Fahrzeug.

Der Anlass dafür war das Fehlen eines geeigneten Bus-Systemes, das die benötigte Funktionalität bot. Deshalb standen die zusätzlichen Funktionen, die der CAN-Bus heute bietet, im Mittelpunkt. Die Reduzierung des Verdrahtungsaufwandes war ein – natürlich sehr willkommener – Nebeneffekt.

1986 Das CAN-Protokoll wurde offiziell vorgestellt im Rahmen des Society of Automotive Engineers Kongress.

- 1987** Sowohl Intel (INTEL 82526) als auch Philips Semiconductors (Philips 82C200) bringen die ersten CAN-Controller auf den Markt.
- 1991** Bosch veröffentlicht die CAN Spezifikation 2.0, die zwischen einem Erweiterten und dem Standard Rahmenformat unterscheidet.
- 1992** Der Masseneinsatz von CAN beginnt bei Mercedes-Benz. Das Unternehmen rüstet die vorgestellte Version der S-Klasse mit einem CAN-Netzwerk aus, das die verschiedenen Datenstationen des Motormanagements miteinander verbindet.
- Später wird ein zweiter CAN-Bus hinzugefügt, der die sekundären und Komfortsysteme miteinander vernetzt. Beide Busse werden über ein Gateway gekoppelt.
- 1993** Die Standardisierung des CAN-Protokolles wird abgeschlossen mit der Veröffentlichung von ISO 11898.
- 1994** Die erste internationale CAN Konferenz findet statt. Organisiert wird diese durch die CAN in Automation Gruppe.
- 1995** Ein Nachtrag zum ISO 11898 Standard wird veröffentlicht. Dieser behandelt das erweiterte Rahmenformat der CAN Spezifikation 2.0 von Bosch.
- 2000** Mit der Entwicklung von TTCAN (Time Triggered CAN) steht nun auch ein zeitgesteuertes Kommunikationsprotokoll für den CAN-Bus zur Verfügung.

3 Vergleich mit Ethernet-Protokoll

Das Ethernet¹ wird im Allgemeinen dazu eingesetzt, um grössere Datenmengen zu transportieren, die zeitunkritisch sind. Dagegen ist CAN als Feldbus vorgesehen, der Sensor/Aktorsysteme miteinander verbindet. Dabei fallen üblicherweise Datenmengen von wenigen Bytes an, die aber in 1-10 ms zugestellt werden müssen. Daraus ergibt sich die Forderung an den CAN-Bus, echtzeitfähig zu sein.

Gemeinsamkeiten Trotz der sich unterscheidenden Einsatzgebiete gibt es natürlich eine Anzahl an Gemeinsamkeiten.

- Zuerst ist hier natürlich die serielle Busstruktur zu nennen. Die einzelnen Stationen werden über eine Verbindung miteinander gekoppelt.

¹Der hier durchgeführte Vergleich gilt sowohl für den Ethernet-Standard wie auch den IEEE 802.3 Standard

- Hinzu kommt die Broadcast-Übertragung, wodurch eine ausgesendete Nachricht von jedem Teilnehmer aufgenommen wird.
- Auch sind beide Systeme Multi-Master fähig, d. h. in beiden konkurrieren mehrere Sender um den Buszugriff. Dabei liegt das stochastische Zugriffsverfahren CSMA (Carrier Sense Multiple Access) zugrunde.
- Ein letzter zu erwähnender Punkt ist, dass kein globaler Takt vorliegt. Damit ergibt sich die Notwendigkeit für die Empfänger, sich auf den Takt des Senders synchronisieren zu können.

Unterschiede Die Unterschiede zwischen CAN und Ethernet sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

CAN	Merkmal	Ethernet
Auflösung der Kollisionen (CSMA/CR)	Buskollisionen	Abbruch der Sendungen (CSMA/CD)
Daten, Datenanforderung, Fehler, Überlast	Rahmenarten	Daten; ggf. Unterscheidung nach 802.3 LAN und Ethernet
Nachrichten werden nach Inhalt klassifiziert	Zielkennzeichnung	weltweit eindeutige Stationenkennzeichnung
11 bzw. 29 Bit	Adressraum	46 Bit
0 bis 8 Bytes	Nutzlast	46 bis 1500 Bytes
1 MBit/s	maximale Datenrate	1GBit/s
NRZ (Non Return to Zero) Kodierung	physikalische Übertragung	Manchester-Kodierung
Bit-Stopf-Verfahren	Bitsynchronisation	Manchester-Kodierung

Die Wahl des NRZ-Verfahrens bei dem CAN-Bus liegt darin begründet, dass für den Arbitrierungsvorgang der Buswert beobachtet werden muss. Um die Ausbreitung über die physikalische Verbindung zu berücksichtigen, ist der gesendete Bitwert lange genug stabil zu halten. Dies ist mit einem NRZ-Signal gut zu erreichen.

Mit dem NRZ geht aber das Problem einher, dass bei längeren Bitfolgen des gleichen Wertes der Empfänger keine Möglichkeit besitzt, seinen lokalen Takt nachzuführen. Darum wird zusätzlich das Bit-Stopf-Verfahren eingesetzt.

Bei dem Bit-Stopf-Verfahren wird durch den Sender automatisch nach 5 gleichartigen Bits ein komplementäres Bit eingefügt. Der Empfänger entfernt das Stopf-Bit wieder, bevor er die Nachricht verarbeitet.

Besonderheiten Besondere Fähigkeiten des CAN-Bus

Neben den Gemeinsamkeiten und den aufgezählten Unterschieden gibt es eine Reihe von Eigenschaften des CAN-Busses, für die es im Ethernet keine Entsprechung gibt. Diese dienen dazu, die Forderung nach Echtzeitfähigkeit des CAN-Busses zu erfüllen.

Wie schon erwähnt, werden die Nachrichten nach Inhalt klassifiziert. Dabei entspricht die Nachrichtenennung gleichzeitig einer Prioritätsangabe, die der Kollisionsauflösung dient. Somit kann die Zustellung der höchstpriorisierten Nachricht immer gewährleistet werden.

Weiterhin wird zur Konsistenzsicherung in allen angeschlossenen Stationen der fehlerhafte Empfang einer Nachricht allen Busteilnehmern mitgeteilt. Diese Fehlersignalisierung führt zu dem Verwerfen der Nachricht in allen Busteilnehmern und zu einer automatischen Sendewiederholung in der Nachrichtenquelle.

Dazu gehört auch die Quittierung jedes erfolgreich empfangenen Rahmens. Dies wird innerhalb (in frame) des zu bestätigenden Rahmens durchgeführt.

Auch ist im CAN-Protokoll ein Verfahren zur Selbstdiagnose der Stationen implementiert. Mit diesem Verfahren können fehlerhaft arbeitende Stationen ihren Zustand erkennen und damit von der weiteren Busteilnahme absehen. So kann gewährleistet werden, dass gestörte Stationen den Busverkehr nicht übermässig behindern oder gar vollständig zum Erliegen bringen können.

4 Rahmenformate

Der CAN-Bus verwendet verschiedene Rahmen für unterschiedliche Aufgaben.

Die einzelnen Rahmen sind:

- Datenrahmen: zur Übermittlung von Daten
- Anforderungsrahmen: zur Anforderung von Daten
- Fehlerrahmen: Meldung von Fehlern
- Überlast-Rahmen: Kennzeichnung der temporär fehlenden Empfangsbereitschaft

Laut Standard wird auch die Pause zwischen aufeinanderfolgenden Rahmen als Rahmentyp bezeichnet, worauf hier aber nicht eingegangen wird.

Weitere Informationen zu den einzelnen Rahmen sind in der Bosch CAN-Spezifikation 2.0 [3] zu finden.

Für das Verständnis der Rahmen ist das Wissen über die Bitkodierung notwendig.

Das CAN-Protokoll unterscheidet bei der Bitrepräsentation zwischen dominant und rezessiv; bei Mehrfachzugriff auf den Bus setzt sich der dominante Zustand durch.

Daten- und Anforderungsrahmen

Der wichtigste Rahmentyp ist der Datenrahmen, der dem Transport von Nutzdaten dient.

Bei dem CAN-Protokoll ist es aber auch möglich, eine Nachricht von einem bestimmten Typ anzufordern; dazu dient der Anforderungsrahmen. Mit diesem ist es einer Datensenke möglich, die benötigten Daten von der entsprechenden Quelle abzufragen. Auf einen Anforderungsrahmen reagiert die Quelle dann typischerweise mit einem Datenrahmen, der die gewünschte Information enthält. Dabei transportiert der Anforderungsrahmen selbst keine Daten (das Datenfeld ist immer 0 Bytes lang).

Der Aufbau des Daten- und Anforderungsrahmens ist in Abbildung 1 dargestellt.

SOF Start of Frame

Der SOF kennzeichnet den Rahmenbeginn. Wenn der Bus als frei erkannt wurde (Bus Idle), kann jede sendefähige Station mit dem Aussenden der Nachricht beginnen.

Arbitrierungsfeld Arbitration Field

Das Arbitrierungsfeld enthält die Nachrichtenennung, und damit die Prioritätsangabe der Nachricht.

Hierbei wird nach Länge der Kennung zwischen zwei Arten unterschieden: Der Standard Rahmen hat eine 11 Bit Kennung und der Erweiterte Rahmen verfügt über 29 Bit.

Beide Rahmenarten dürfen in einem CAN-Netzwerk vorkommen, ohne sich gegenseitig zu stören.

RTR Remote Transmission Request

Über das RTR Bit wird zwischen einem Datenrahmen (dominant) und den dazugehörigen Anforderungsrahmen (rezessiv) unterschieden.

SRR Substitute Remote Request

Nur im Erweiterten Rahmen kommt das SRR Bit vor, das dort die Stelle des RTR im Standardrahmen einnimmt. Dieses ist als rezessiv zu senden.

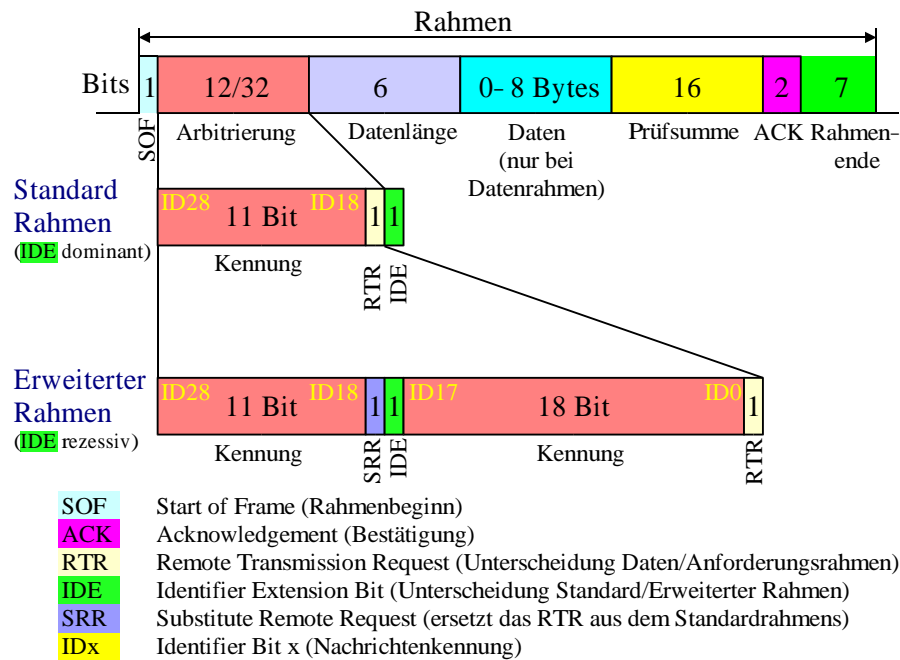


Abbildung 1: Daten- und Anforderungsrahmen

IDE Identifier Extension

Die Trennung zwischen Erweiterten (rezessiv) und Standard (dominant) Rahmen erfolgt über das IDE Bit.

Kontrollfeld Control Field

Das Kontrollfeld enthält die Angabe über die Anzahl der Nutzlast-Bytes. Es sind Werte von 0 bis 8 erlaubt.

Im Anforderungsrahmen hat der hier angegebene Wert keine Konsequenz, da das Datenfeld immer 0 Bytes lang ist.

Datenfeld Data Field

Das Datenfeld enthält die Nutzlast und ist nur im Datenrahmen vorhanden.

CRC Feld CRC Field

In dem CRC Feld ist die Prüfsumme des Rahmens enthalten, die aus 15Bit besteht.

ACK Feld Ack Field

Dieses Feld dient der In-Rahmen Quittierung.

Dafür wird das ACK Feld rezessiv ausgesendet. Alle Stationen, die den Rah-

men ohne Fehler (d.h. die Prüfsumme fehlerfrei) empfangen haben, überschreiben das Feld mit dominant.

Somit kann der Sender feststellen, ob die Nachricht fehlerfrei empfangen wurde.

Rahmenende End of Frame

Mit 7 rezessiven Bits, die ohne Anwendung der Bit-Stopf-Regel ausgesendet werden, wird das Ende des Rahmens angezeigt.

Fehlerrahmen

Der Fehlerrahmen dient der Bekanntmachung von festgestellten Übertragungsfehlern an die anderen Busteilnehmer. Hierbei soll natürlich insbesondere die Nachrichtenquelle erreicht werden, so dass diese den Rahmen erneut senden kann.

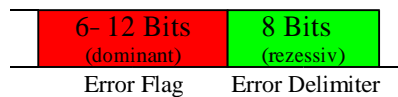


Abbildung 2: Fehlerrahmen

Der Fehlerrahmen ist in zwei Teile unterteilt, wobei die Bit-Stopf-Regel nicht angewendet wird.

Der erste Teil – das Error Flag – besteht aus 6 bis 12 aufeinanderfolgenden dominanten Bits.

Der Error Delimiter als zweiter Teil enthält 8 rezessive Bits.

Der Ablauf zur Erzeugung eines Fehlerrahmens ist der Folgende:

Wenn eine Station einen Übertragungsfehler erkennt, dann unterbricht diese die Nachricht durch sofortiges Aussenden des Fehlerrahmens aus 6 dominanten Bits.

Dadurch erkennen andere Stationen auch den Fehler und senden ihrerseits Fehlerrahmen aus. Durch die Überlagerung verschiedener Fehlerrahmen ergibt sich als Resultat eine variable Anzahl an dominanten Bits. Daraufhin werfen alle Busteilnehmer die Nachricht.

Durch Sendewiederholung erfolgt daraufhin ein erneuter Übermittlungsversuch durch die Quelle.

Überlast- und Pauserahmen

Der Überlastrahmen wird zur Verzögerung sendebereiter Stationen verwendet. Das kann dann notwendig sein, wenn ein Empfänger auf Grund interner Zustände für kurze Zeit nicht aufnahmefähig ist.

Zusätzlich ist im Standard die Pause, die aufeinanderfolgende Rahmen trennt, als sogenannte *Interframe Space* festgelegt.

5 Arbitrierung

Die Arbitrierung im CAN-Bus bedient sich des CSMA/CR-Verfahrens (Carrier Sense Multiple Access/Carrier Resolution), das auch unter der Bezeichnung CSMA/CA (für Collision Avoidance) anzutreffen ist.

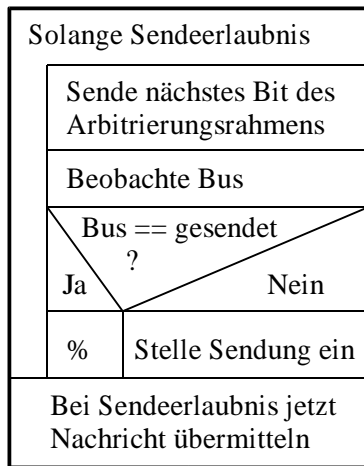


Abbildung 3: Ablaufschema der Arbitrierung

Das Ziel des Arbitrierungsverfahrens ist es, Mehrfachzugriffe auf den Bus aufzulösen.

Um die Arbitrierung durchführen zu können, ist die Unterscheidung in die schon genannten Signalpegel dominant und rezessiv notwendig.

Bei Mehrfachzugriff setzt sich der dominante Pegel gegenüber den rezessiven Pegel durch, was im Prinzip einer UND-Verknüpfung entspricht.

Das Verfahren stellt sich nun wie folgt dar:

1. Wenn der Bus als frei erkannt wird (Bus Idle), kann jede Station mit der Übermittlung einer Nachricht beginnen.
Durch den Rahmenaufbau wird als erstes das Arbitrierungsfeld mit der Nachrichtenennung gesendet.
Die Sendung erfolgt Bit für Bit, wobei vor der Aussendung des nächsten Bits der Buspegel festgestellt wird.
2. Wenn nun infolge eines Mehrfachzugriffes dominante und rezessive Pegel auf den Bus gelegt werden, so nimmt der Bus den dominanten Zustand an.
Die rezessiv-sendenden Stationen erkennen damit die gescheiterte Arbitrierung und stellen ihre Sendung ein.
3. Da die Nachrichtenennung gleichzeitig die Priorität der Nachricht festlegt, befindet sich nach Abschluss des Arbitrierungsfeldes nur noch eine Quelle im aktiven Modus, die daraufhin ihre Nachricht übermitteln kann.

Der Vorgang der Arbitrierung ist auch in Abbildung 3 als Ablaufschema dargestellt.

Das Signalspiel bei dem Arbitrierungsvorgang ist beispielhaft in Abbildung 4 zu sehen.

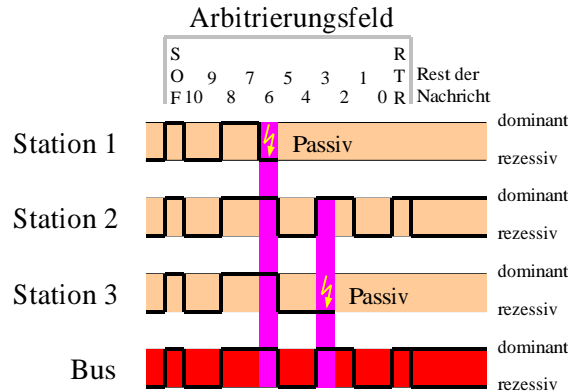


Abbildung 4: Arbitrierungsvorgang für den Standard-Rahmen

6 Behandlung von defekten Stationen

Eine der Besonderheiten des CAN-Protokolles ist das spezifizierte Verfahren zur Erkennung von fehlerhaft arbeitenden Stationen.

Der Hintergrund hierfür ist die Gefahr, das eine fehlerhaft arbeitende Station den ganzen Busverkehr behindern oder vollständig lahmlegen kann.

Das typische Beispiel dafür ist das Aussenden von Fehlerrahmen bei korrekten Nachrichten, woraufhin alle anderen Empfänger die Nachricht verwerfen und die Nachricht erneut übermittelt werden muss. Um die dauerhafte Störung des Busverkehrs zu vermeiden, trennt sich eine fehlerhafte Station sukzessiv vom Bus, bis letztenendes nur noch Mithören erlaubt ist.

Für die Selbstdiagnose führt jede Station Fehlerzähler für Empfangsfehler *REC* (Receive Error Count) und für Sendefehler *TEC* (Transmit Error Count). Diese Zähler sind am Anfang auf Null gesetzt und können auch Null nicht unterschreiten.

Je nach Aktion werden die Zähler wie folgt modifiziert:

- Sender stellt Übertragungsfehler fest: $TEC = TEC + 8$
- Sender überträgt Nachricht erfolgreich: $TEC = TEC - 1$
- Empfänger stellt lokalen Fehler fest: $REC = REC + 8$
- Empfänger stellt globalen Fehler fest: $REC = REC + 1$
- Empfänger erhält Nachricht fehlerfrei: $REC = REC - 1$

Nach dem Stand der beiden Fehlerzähler befindet sich jede Station in einen von drei Zuständen:

- Fehleraktiv: Sowohl der Sende- wie auch der Empfangsfehlerzähler sind kleiner als 128. Die Station nimmt uneingeschränkt am Busverkehr teil.
- Fehlerpassiv: Entweder der Empfangs- oder der Sendefehlerzähler sind grösser-gleich 128. Die Station sendet keine Fehlerrahmen mehr aus.²
- Bus Off: Der Sendefehlerzähler ist grösser als 255. Die Station darf nur noch passiv am Busverkehr teilnehmen, d.h. die Aussendung von Rahmen jeglicher Art ist verboten.

Die Übergänge sind noch einmal in Abbildung 5 dargestellt.

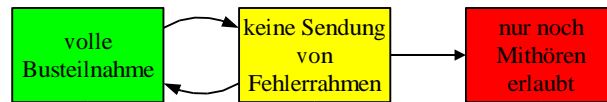


Abbildung 5: Übergänge bei steigenden Fehlerzahlen

Das beschriebene Verfahren ist hier nur stark vereinfacht dargestellt, für den genauen Ablauf wird wieder auf [3] verwiesen.

Nun ist nur noch zu klären, wie eine Station zwischen lokalen und globalen Fehlern unterscheidet. Dies ist möglich über Zuhilfenahme des Fehlerrahmens.

Wenn ein globaler Fehler vorliegt, wird dieser von allen Stationen erkannt, die daraufhin alle gleichzeitig ihren Fehlerrahmen aussenden. Als Resultat beinhaltet der Fehlerrahmen genau 6 dominante Bits. Wenn dagegen eine Anzahl Stationen die Nachricht ohne Fehler empfangen haben, dann reagieren diese erst auf den ausgesendeten Fehlerrahmen der anderen Stationen. Durch Überlagerung ist somit bei einem lokalen Fehler die Anzahl der dominanten Bits grösser als 6.

Dieser Umstand kann nun von jeder Station zur Unterscheidung zwischen globalen und lokalen Fehler herangezogen werden.

²Das stimmt nicht ganz so. Der Standard unterscheidet zwischen aktiven und passiven Fehlerrahmen, wobei der passive Fehlerrahmen nur aus rezessiven Bits besteht. Eine fehlerpassive Station sendet nur einen passiven Fehlerrahmen aus. Da dieser aber rezessiv ist und damit keinen Einfluss auf das Busgeschehen hat, wurde hier auf die Darstellung verzichtet.

7 Anwendungsbeispiele

Die Anwendung des CAN-Busses ist nahezu unendlich vielseitig, so dass hier nur ein kleiner Teil exemplarisch dargestellt werden kann.

Als Haupteinsatzgebiete können unterschieden werden:

- Automobil
- Fabrik
- eingebettete Systeme

Automobil Schon erwähnt wurde die S-Klasse von Mercedes-Benz als das erste Fahrzeug, das serienmässig mit dem CAN-Bus ausgerüstet wurde.

Neben DaimlerChrysler setzen heute auch BMW, Volvo, Saab, Volkswagen, Renault und Fiat den CAN-Bus in ihren Automobilen ein.

Fabrik Im Fabrik-Einsatz werden entweder die Maschinen selbst mithilfe eines CAN-Busses gesteuert oder auch die Systeme untereinander vernetzt.

Das Presswerk zur Herstellung von Corelle Geschirr sowie die Rolex-Fabrik in Genf verwenden CAN als Feldbus.

Weitere Beispiele sind die Zementfabrik von Lafarge sowie die Modelobrauerei (Mexiko) zur Herstellung von Corona Beer.

Auch im kleineren Rahmen wird der CAN-Bus eingesetzt. So hat zum Beispiel die Firma Bebro Electronic ein automatisiertes Warenlager für elektronische Komponenten auf Basis des CAN-Busses eingerichtet.

Eingebettete Systeme In vielen mobilen sowie stationären Systemen wird mittlerweile der CAN-Bus zur internen Vernetzung eingesetzt.

Die Diesellokomotiven G 1000 BB und G 1700 BB von Vossloh Schienenfahrzeugtechnik enthalten ein CAN-Netzwerk.

Genauso wie Strassenbahnen verschiedener Hersteller³. Hier wird CAN zur Kopplung der einzelnen Wagen und teilweise auch zur Anzeige von Fahrgastinformationen verwendet.

Fahrstuhlhersteller – wie Kone – nutzen CAN in ihren Aufzügen.

Auch im medizinischen Bereich hat der CAN-Bus Fuss gefasst. Zum Beispiel setzt Philips Medical Systems diesen als internes Netzwerk in seinen Röntengeräten ein.

Es geht auch noch kleiner: Ein Kaffeeautomat von WMF für den professionellen Gebrauch ist mit CAN vernetzt.

³Beispiele dafür sind: Alstom LHB, Bombardier Transportation, Fiat, Kiepe Elektrik, Skoda, Stadler Rail

Bei diesem weiten Spektrum darf natürlich auch das Fernsehen nicht fehlen.

So wurde für die Sat.1 Sendung „Die Chance deines Lebens“ das Entscheidungssystem der Zuschauer über ein CAN-Netzwerk realisiert.

Der Rundfunk steht diesem natürlich nicht nach. So haben zum Beispiel der Südwestfunk und der Mitteldeutsche Rundfunk ihre Sendeanstalten mit dem CAN-Bus ausgestattet.

Für einige Bilder von Systemen bzw. Anwendern des CAN-Protokolles wird auf Anhang A verwiesen.

Literatur

- [1] CAN Controller Area Network, 2. Auflage, Wolfhard Lawrenz, Hüthig Verlag Heidelberg, ISBN 3-7785-2575-1
- [2] <http://www.can-cia.de>
- [3] BOSCH CAN Specification 2.0
<http://www.can.bosch.com/docu/can2spec.pdf>

A Bilder von ausgewählten Anwendungen

Automobilbauer



Fabrikvernetzung



Bebro Electronic

eingebettete Systeme



vossloh
Locomotives



Kone



WMF



Philips