

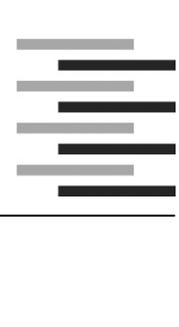
Datenaustausch in der Prozessautomatisierung

Teil 1

Rainer Bauer



Einleitung



Die meisten technischen Anlagen sind heute schon automatisiert. Dabei handelt es sich in der Regel um verteilte Regelungs- / Steuerungssysteme.

Ihr kritischster Bestandteil ist das Kommunikationssystem, welches nicht nur schnell und fehlerfrei Daten auszutauschen hat, sondern auch langlebig sein muss, da diese Anlagen normalerweise eine Betriebszeit von mehreren Jahrzehnten haben.

Aus diesem Grund halten Neuerungen nur langsam Einzug in die Prozessautomatisierung.

Begriffe zur Prozessautomatisierung (1)



Prozess

Gesamtheit von aufeinander einwirkenden Vorgängen in einem System, durch die Materie, Energie oder auch Information umgeformt, transportiert oder gespeichert wird. [DIN 19233]

Technischer Prozess

Gesamtheit der Vorgänge in einer technischen Anlage zur Bewältigung einer bestimmten technischen Aufgabenstellung. [DIN 19233]

Begriffe zur Prozessautomatisierung (2)



Prozessdaten

Daten, die Größen eines technischen Prozesses darstellen.
[DIN 19233]

Automatisieren, Automatisierung

Das Ausrüsten einer Einrichtung, so dass sie ganz oder teilweise ohne Mitwirkung des Menschen bestimmungsgemäß arbeitet. [DIN 19233]

Anwendungsgebiete der Prozessautomatisierung



Begriffe zur Prozessautomatisierung (3)



Leiten

Gesamtheit aller Maßnahmen, die einen im Sinne festgelegter Ziele erwünschten Ablauf eines Prozesses bewirken. Die Maßnahmen werden vorwiegend unter Mitwirkung des Menschen aufgrund der aus dem Prozess oder auch aus der Umgebung erhaltenen Daten mit Hilfe der Leiteinrichtung getroffen. [DIN 19222]

Leiteinrichtung

Gesamtheit aller für die Aufgabe des Leitens verwendeten Geräte und Programme, sowie im weiteren Sinne auch aller Anweisungen und Vorschriften. [DIN 19222]

Begriffe zur Prozessautomatisierung (4)



Anzeige- und Bedienkomponenten (ABK)

sind personengebundene Module für Bedienung und Beobachtung, sowie für Service und Engineering.

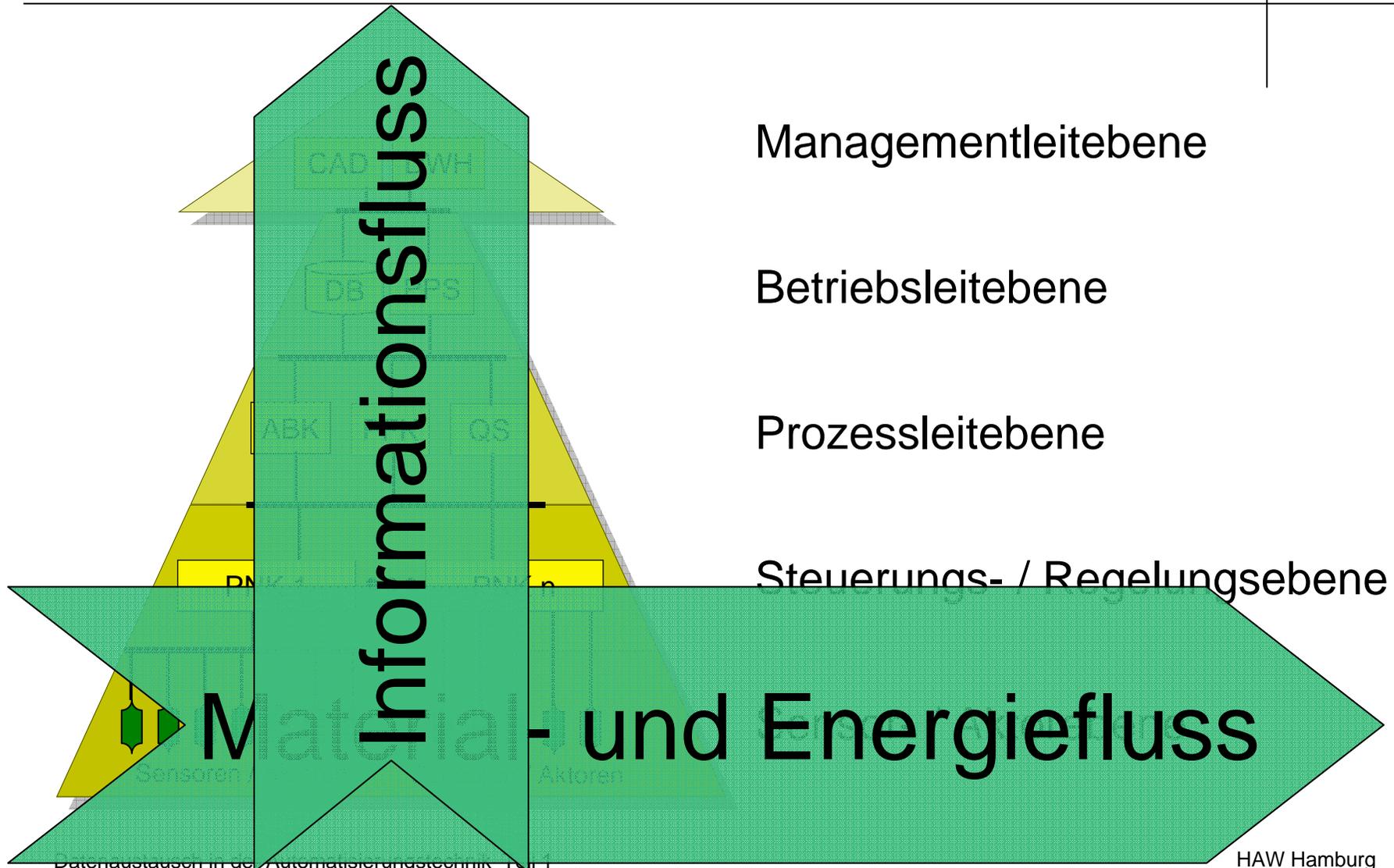
Prozessferne Komponenten (PFK)

optimieren, stabilisieren und koordinieren den Prozess.

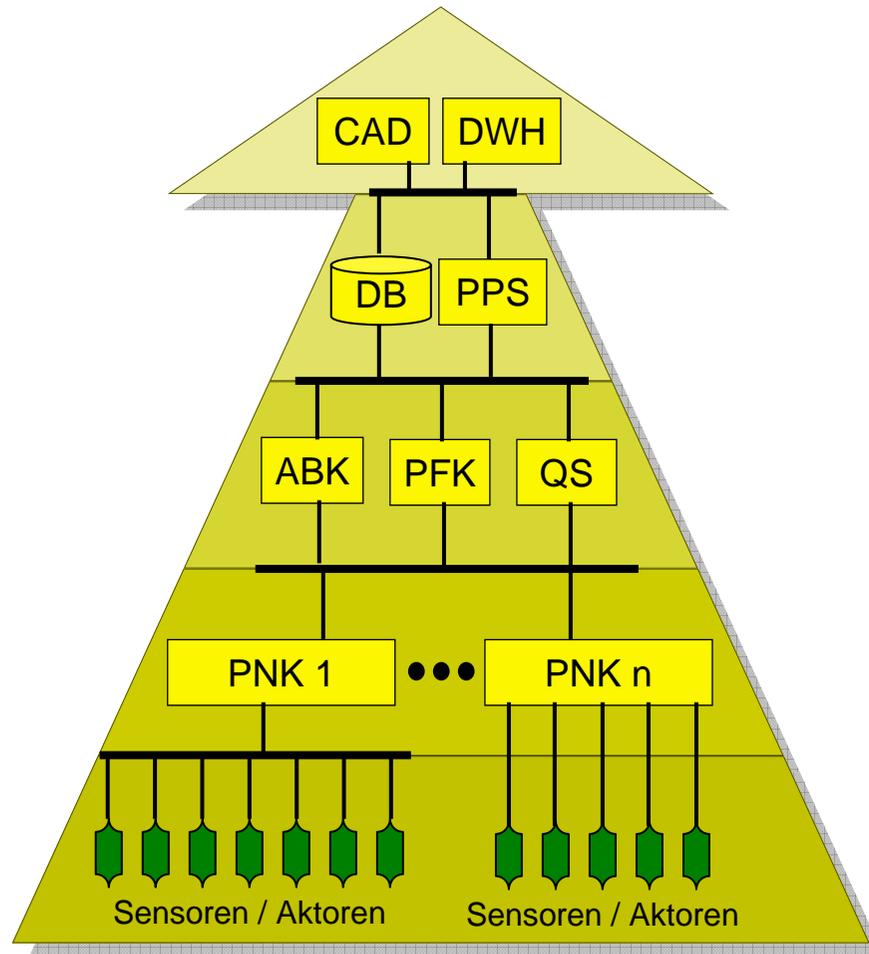
Prozessnahe Komponenten (PNK)

messen, steuern und regeln den Prozess.

5 Ebenen der Automatisierungstechnik



Etablierte Kommunikationsstandards



Büro-Netzwerk
(Ethernet)

Fabrik-Netzwerk
(Industrial Ethernet)

Feldbus-Netzwerk
(CAN, LON, Profibus FMS, ...)

Sensor- Aktor- Bus
(ASI, Profibus DP, Profibus PA, ...)
direkte Anschaltung
(analog, digital, RS232, RS422, ...)

Standards und Normen senken Kosten



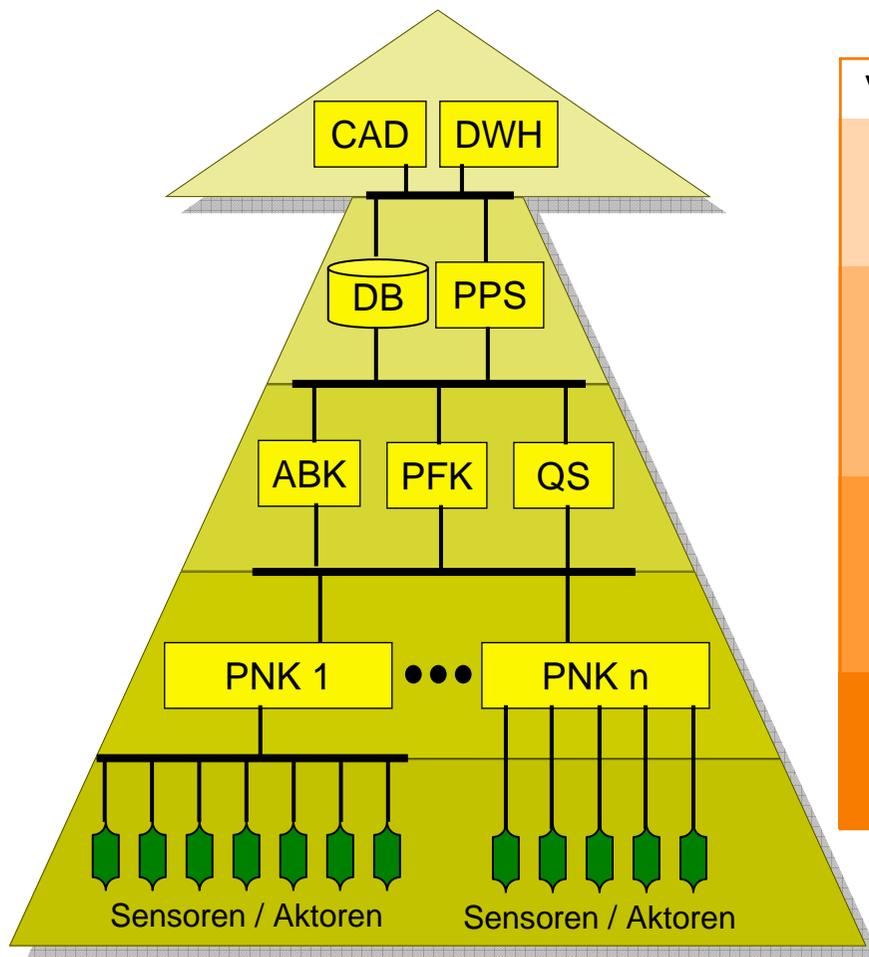
Anlagenautomatisierung

Standards senken die Engineeringkosten, was sich auf Grund der geringen Stückzahlen unmittelbar auf den Preis auswirkt.

Produktautomatisierung

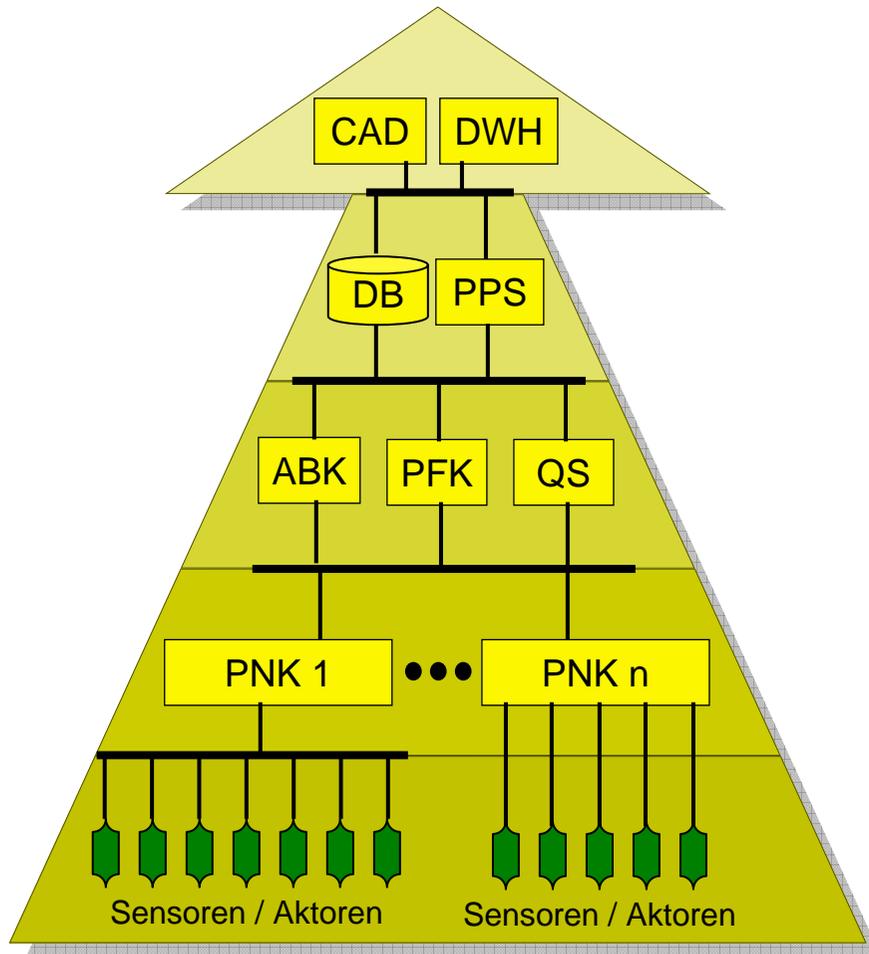
Standardisierte Komponenten erlauben einen schnellen Wechsel zu günstigeren Zulieferern. Bei großen Stückzahlen geht eine Preisdifferenz von wenigen Cent unmittelbar ins Betriebsergebnis ein.

Anforderungen an die Netzwerkschichten



Verzögerung	Datenmenge	Schutzklasse
min	MByte	Luftfeuchte, Temperatur
s	kByte	Luftfeuchte, Temperatur, Staub, Wasser, EMV
0,1 s	Byte	Luftfeuchte, Temperatur, Staub, Wasser, EMV, Eigensicherheit, Potentialunterschied
ms	Bit	Luftfeuchte, Temperatur, Staub, Wasser, EMV, Eigensicherheit

Schwerpunkt Bussysteme



Büro-Netzwerk
(Ethernet)

Fabrik-Netzwerk
(Industrial Ethernet)

Feldbus-Netzwerk
(CAN, LON, Profibus FMS, ...)

Sensor- Aktor- Bus
(ASI, Profibus DP, Profibus PA, ...)
direkte Anschaltung
(analog, digital, RS232, RS422, ...)

Merkmale von Bussystemen

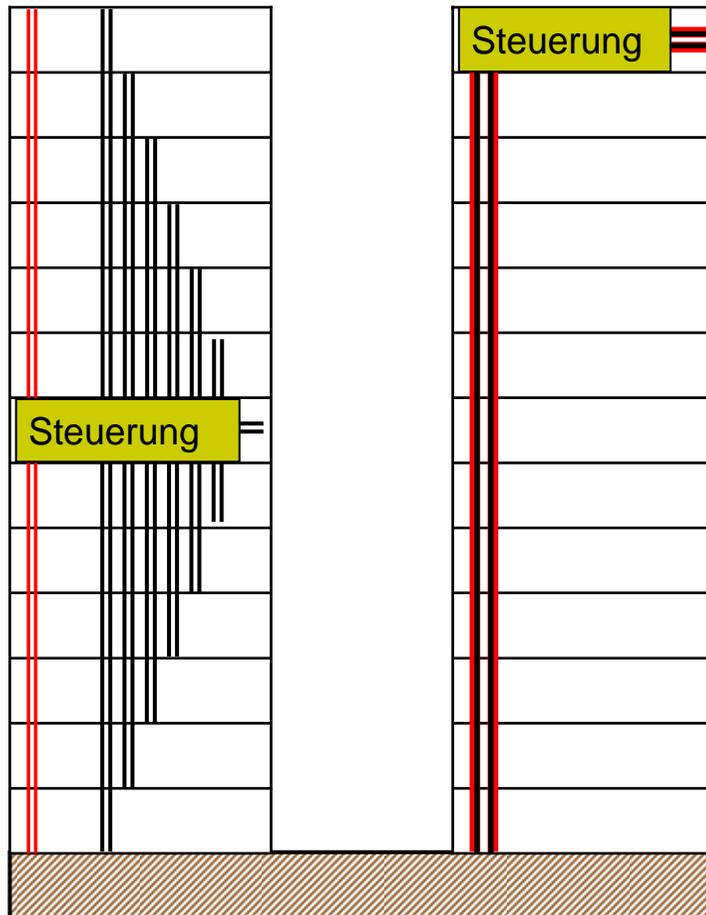


Serielle Bussysteme zeichnen sich aus durch:

- Verwendung von Zweidrahtleitungen
- Energieversorgung über die Datenleitungen
- Koppler, die ein Mischen unterschiedlicher Netztopologien (Ring, Stern, Baum, Linie) erlauben

Diese Merkmale vereinfachen stark die Installation von Automatisierungskomponenten und minimieren so die damit verbundenen Kosten.

Beispiel: Fahrstuhlsteuerung



Eine **konventionelle Steuerung** über 13 Etagen benötigt pro Etage 2 Signalleitungen (AUF, AB). Hinzu kommt ein weiteres Adernpaar über alle Etagen für die Energieversorgung.

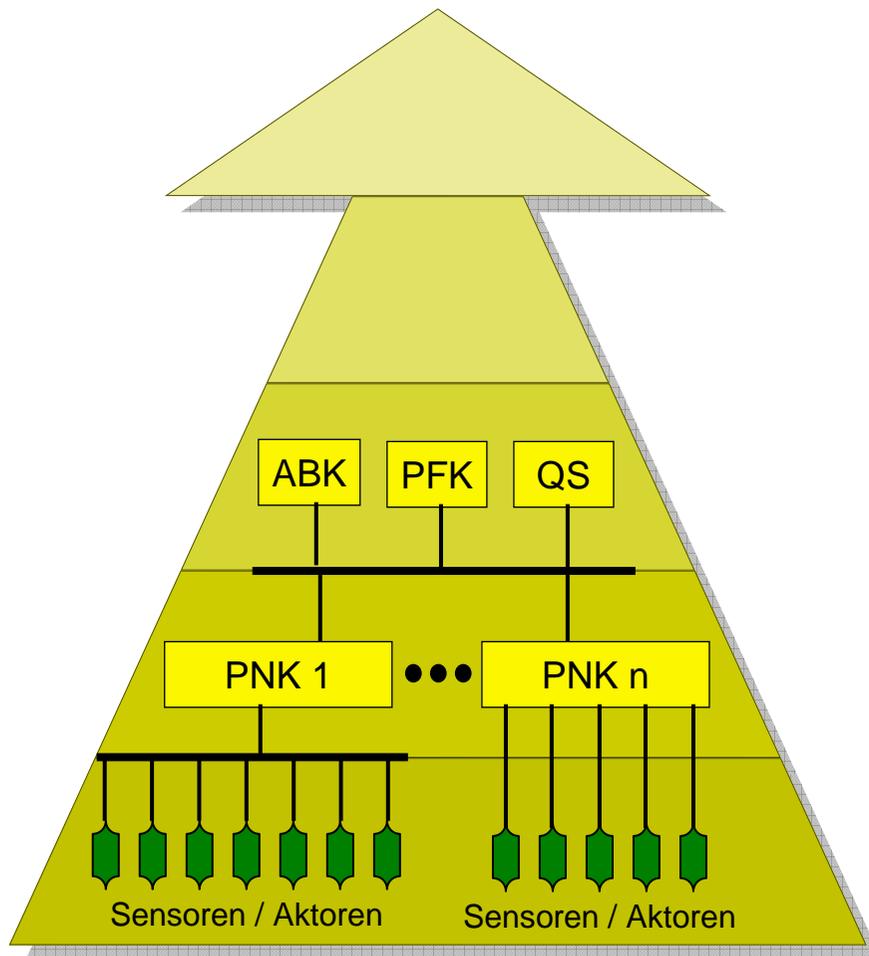
Dies ergibt, bei einer Geschosshöhe von 3 m, einen Kabelbaum von **324 m** Länge.

Im Vergleich dazu eine **EIB PL¹-Installation**, bei der die Daten über die Leitungen des Stromnetzes übertragen werden.

Es werden nur **72 Meter** Kabel benötigt.

1) European Installation Bus over Power Line

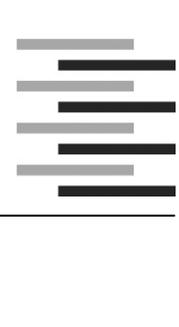
Echtzeitfähige Bussysteme



Feldbus-Netzwerk
(CAN, LON, Profibus FMS, ...)

Sensor- Aktor- Bus
(ASI, Profibus DP, Profibus PA, ...)
direkte Anschaltung
(analog, digital, RS232, RS422, ...)

Echtzeit



Unter **Echtzeit** versteht man nicht, dass ein System unendlich schnell reagiert, sondern dass es vorgegebene Reaktionszeiten garantiert einhält.

In der **Echtzeitplanung** spezifiziert man, innerhalb welcher Zeitschranken auf ein Ereignis zu reagieren ist. Des Weiteren wird festgelegt, in wie viel Prozent der Fälle diese Regel verletzt werden darf.

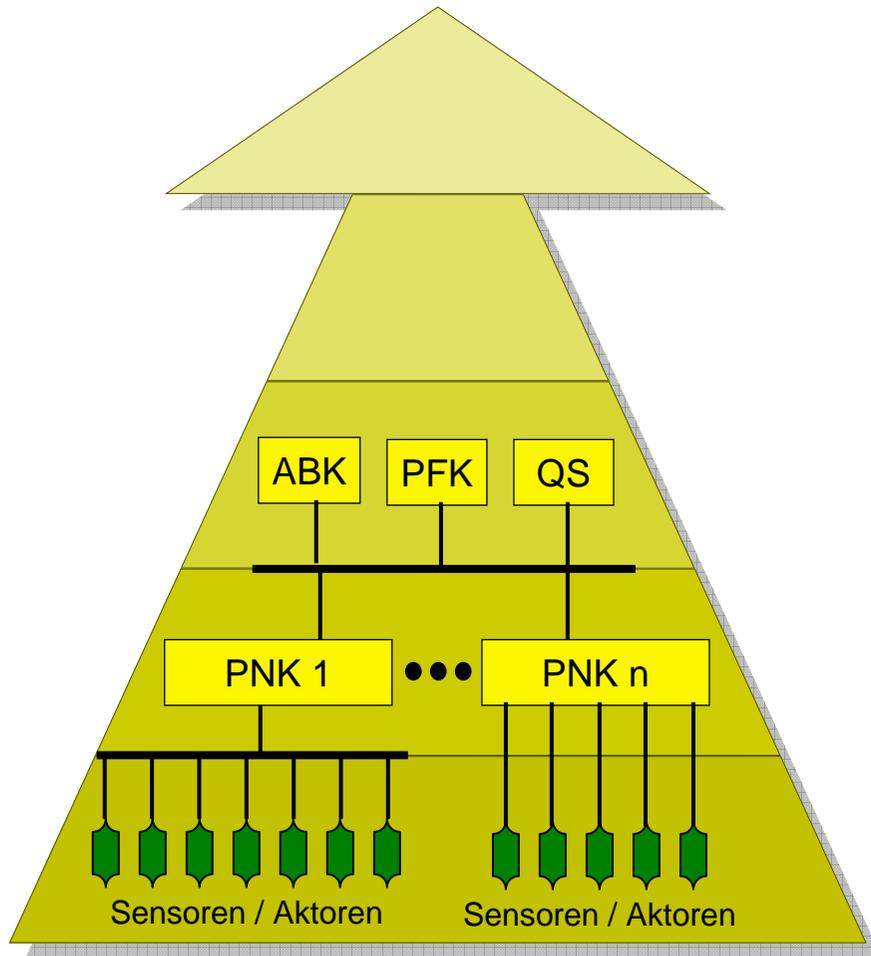
Diese Überlegungen bestimmen die Wahl der Hardware- und Entwicklungsplattform, sowie das Kommunikationssystem. Letzteres ist bei verteilten Steuerungen / Regelungen am kritischsten.

Echtzeit-Kommunikationssysteme



- Anforderung an Übertragungsverzögerung ist stark Branchen abhängig.
 - Sekunden-Bereich in der Verfahrensautomatisierung
 - Bruchteile einer Millisekunde in der Fertigungsautomatisierung
- Hohe Datenraten sollen geringe Verzögerungszeiten garantieren. Industrial Ethernet ermöglicht aber auch, große Datenmengen (z.B. Videobilder) zu übertragen.
- Eine effiziente Fehlerbehandlung informiert alle relevanten Knoten im Fehlerfall. Dies stellt eine korrekte Datenübertragung sicher.

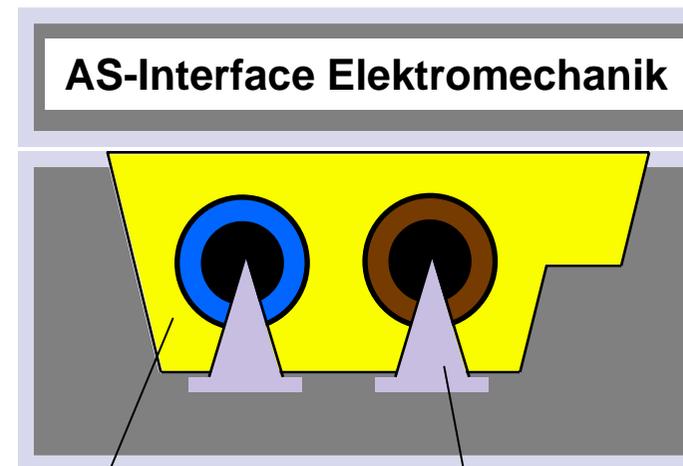
ASI – Actuator- Sensor- Interface



ASI – Actuator- Sensor- Interface



- Beschreibt ein Bussystem für die Sensor- / Aktor- Ebene
- Einsatz vorwiegend in der Verfahrens- und Fertigungsautomatisierung
- Verpolungssichere Zweidrahtleitung
- Anschluss mittels Durchdringungstechnik
- Schutzart IP67
- Integrierte Energieversorgung der Netzknoten
- Zulässig sind Netze in Linien-, Stern- und Baumstruktur



Verpolsichere Flachleitung Durchdringungsdorne

ASI – Actuator- Sensor- Interface



Kenngößen

Normiert nach: EN 50295, IEC 62026-2

OSI- Layer: Physical-, Data Link- und Application- Layer

Zahl der Teilnehmer: maximal 31 (62)

Zahl der binären Informationen: maximal 124 (248)

Leitungslänge: maximal 100 m

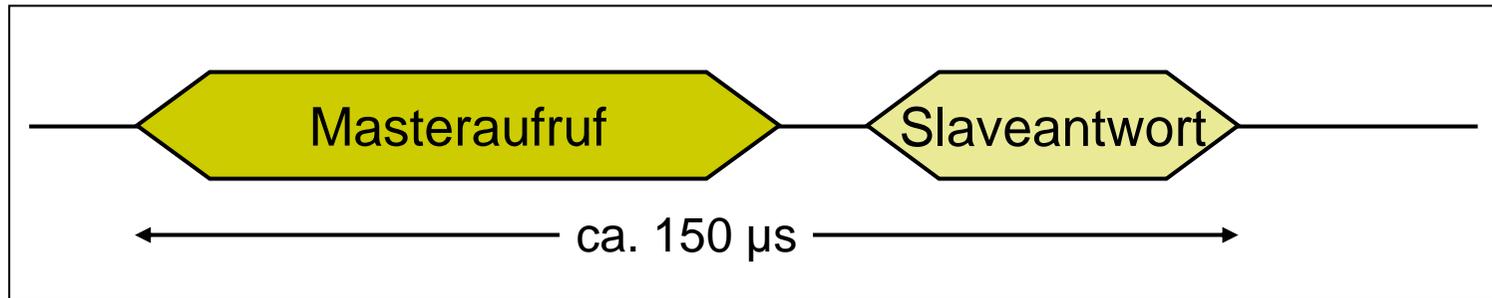
Datenrate: 167 kBit / s



Busmanagement

- Master- Slave- Zugriff mit zyklischem Polling
- Slaves kennzeichnen sich eindeutig über Adresse und ID- Code
- Anwender setzt bei Installation die Slave- Adresse
- Master erstellt bei Inbetriebnahme Slave- Liste für Diagnostik
- Master detektiert Abweichungen vom Installationsabbild
- Master erkennt Ersatzslave anhand Defaultadresse und passendem ID- Code
- Master setzt die ursprüngliche Adresse automatisch

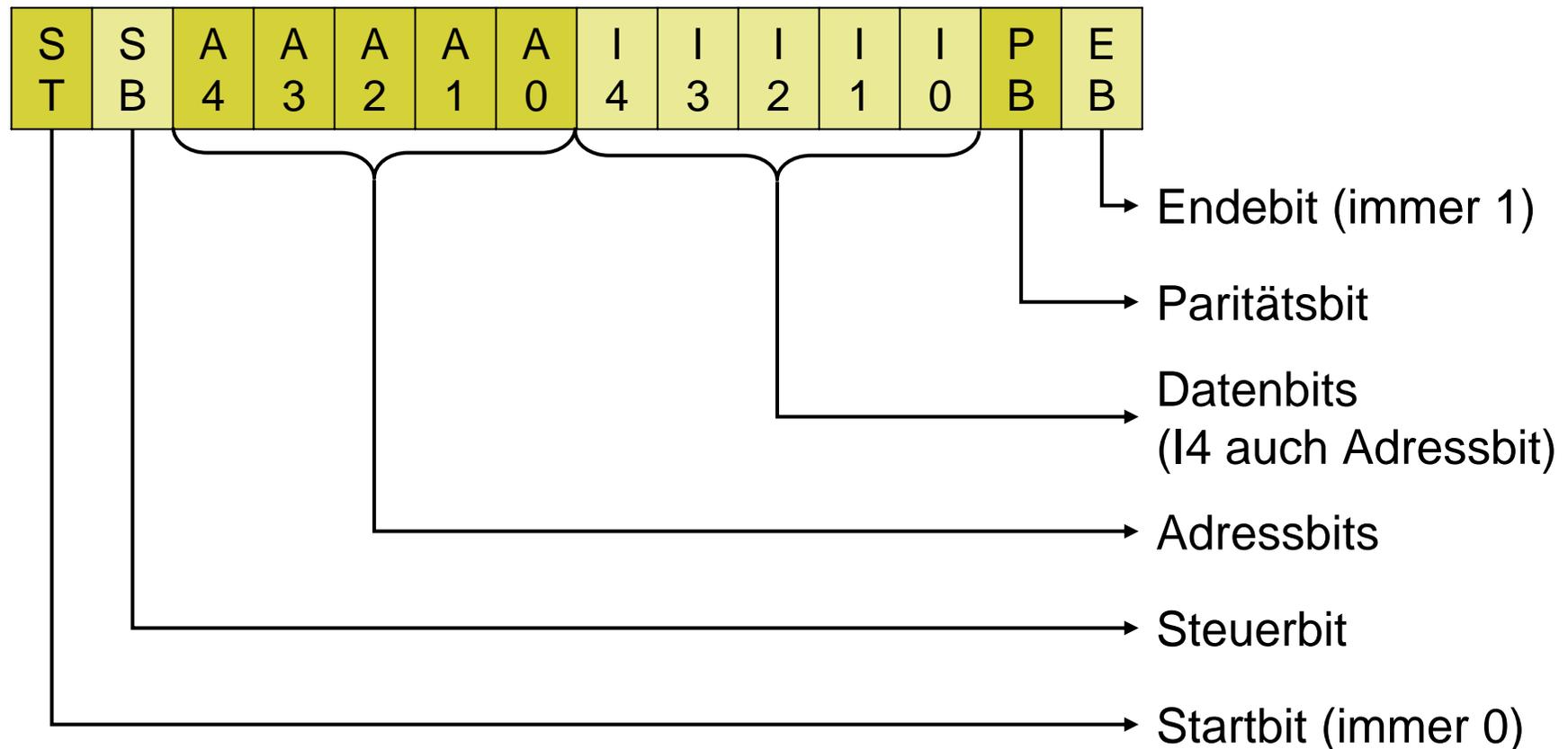
ASI – Actuator- Sensor- Interface



- Master fragt zyklisch alle Slaves der Reihe nach ab.
- Verfahren zur Steuerung und Überprüfung der Sendeberechtigung können entfallen.
- Maximale Zykluszeit ergibt sich zu:
 $(31+2) \cdot 150 \mu\text{s} \approx 5 \text{ ms}$ $(66 \cdot 150 \mu\text{s} \approx 10 \text{ ms})$

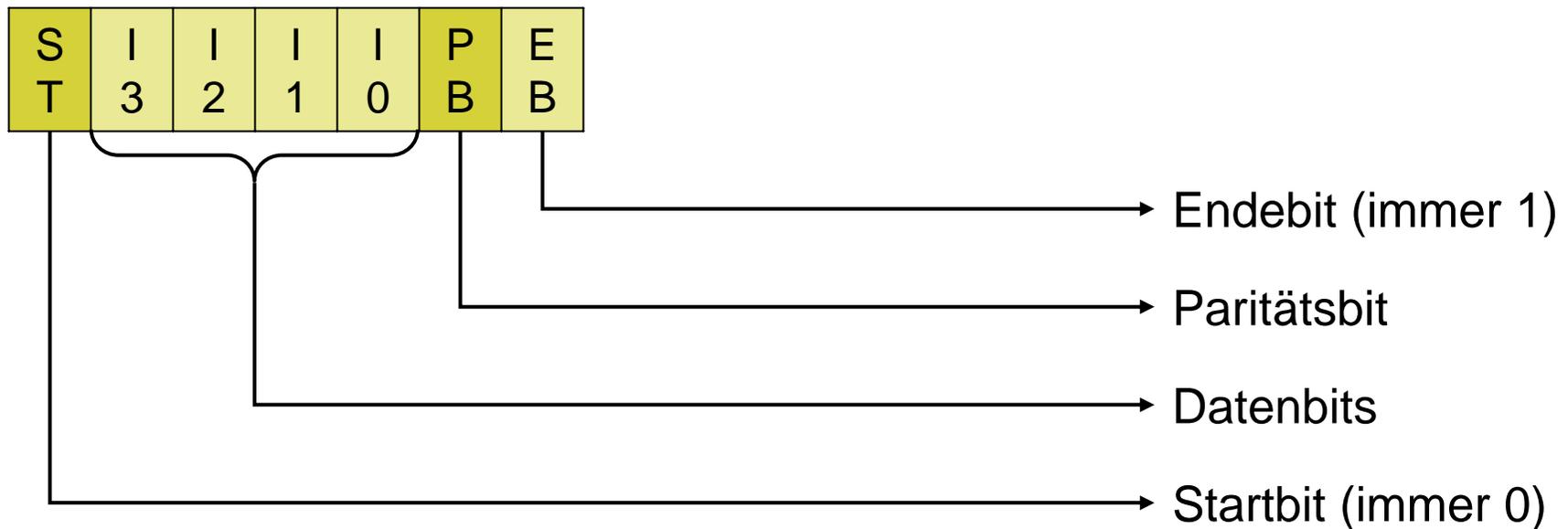


Telegrammstruktur des Masteraufrufs (14 Bits)

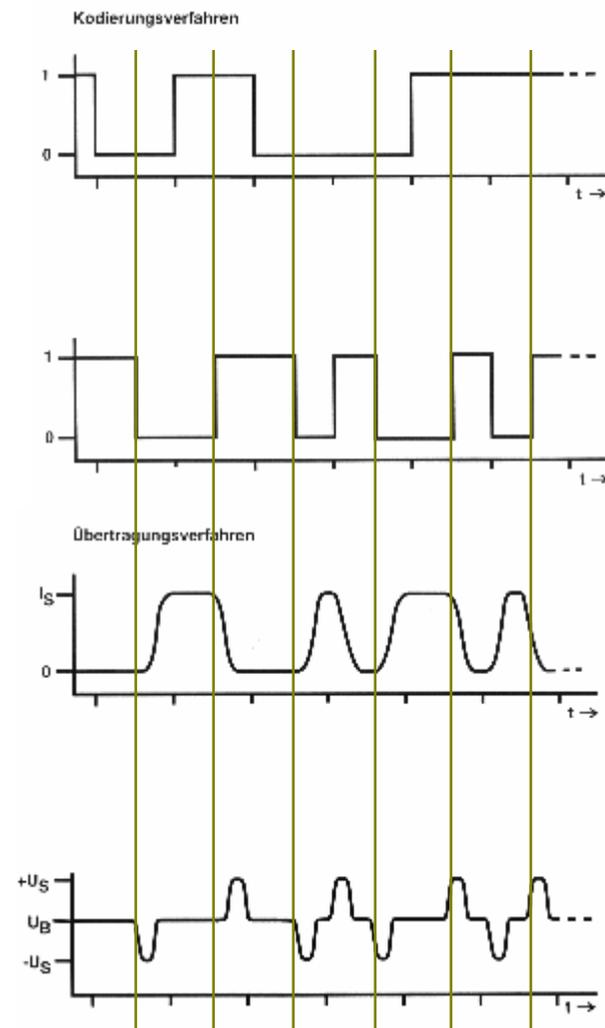




Telegrammstruktur der Slaveantwort (7 Bits)



ASI – Actuator- Sensor- Interface



Zu sendende Bitfolge

Manchester II kodierte Bitfolge
(0 → fallende Flanke, 1 → steigende Flanke)

Aus der Manchester II kodierten Bitfolge
generierter Sendestrom

Ausgewertet wird der daraus resultierende
Spannungsimpuls in der zweiten Takthälfte.
(negativer Impuls → 0, positiver Impuls → 1)



Fehlererkennung

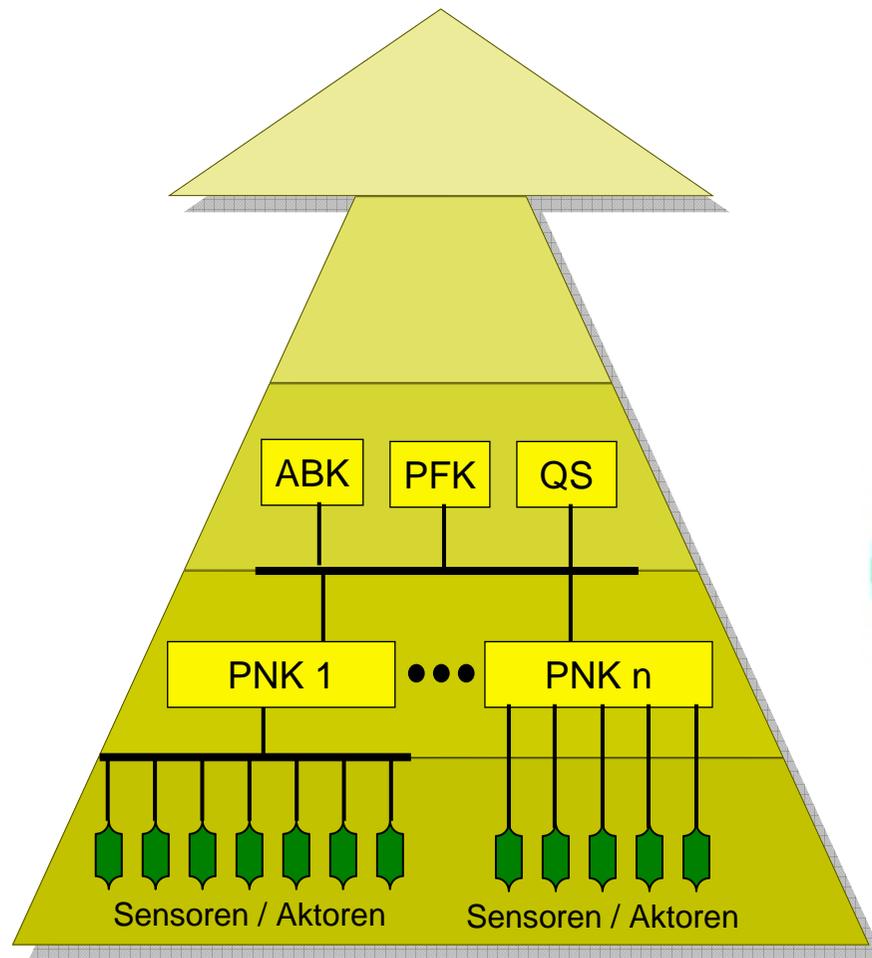
- auf dem Physical- Layer wird überprüft:
 - Spannungspegel des Empfangssignals
 - Abfolge von positiven und negativen Flanken
 - Zeitverlauf des Telegramms
- Paritätsbit
- Master wiederholt seine Anfrage nur einmal pro Zyklus und ein weiteres Mal im Folgezyklus
- Zykluszeit verlängert sich bei einem Fehler geringfügig von 4,95 ms auf 5,1 ms, bei 10 Fehlern auf 6,45 ms



Die Slaves stellen bei ASI Kommunikationsobjekte dar, die folgende Methoden besitzen:

- Datenaufruf
- Parameterruf
- Adressierufruf
- Kommandoaufruf
- Reset (Broadcast)

CAN – Controller Area Network



CAN



- Entwickelt für die Fahrzeugtechnik, wird aber auch in der Verfahrens- und Fertigungsautomatisierung eingesetzt
- Beschreibt ein Bussystem für die Steuerungs- / Regelungsebene
- Nachrichtenorientiert
- Zweidrahtleitung, verdrillt und geschirmt
Abschlusswiderstände notwendig
- Erlaubt Netze in Linientopologie



Kenngroößen

Normiert nach: ISO 11519-1 (OSI-Schicht 2)
ISO 11898, ISO 9141 (OSI-Schicht 1)

OSI- Layer: Physical- und Data Link- Layer

Zahl der
Nachrichten: $2^{11} = 2048$

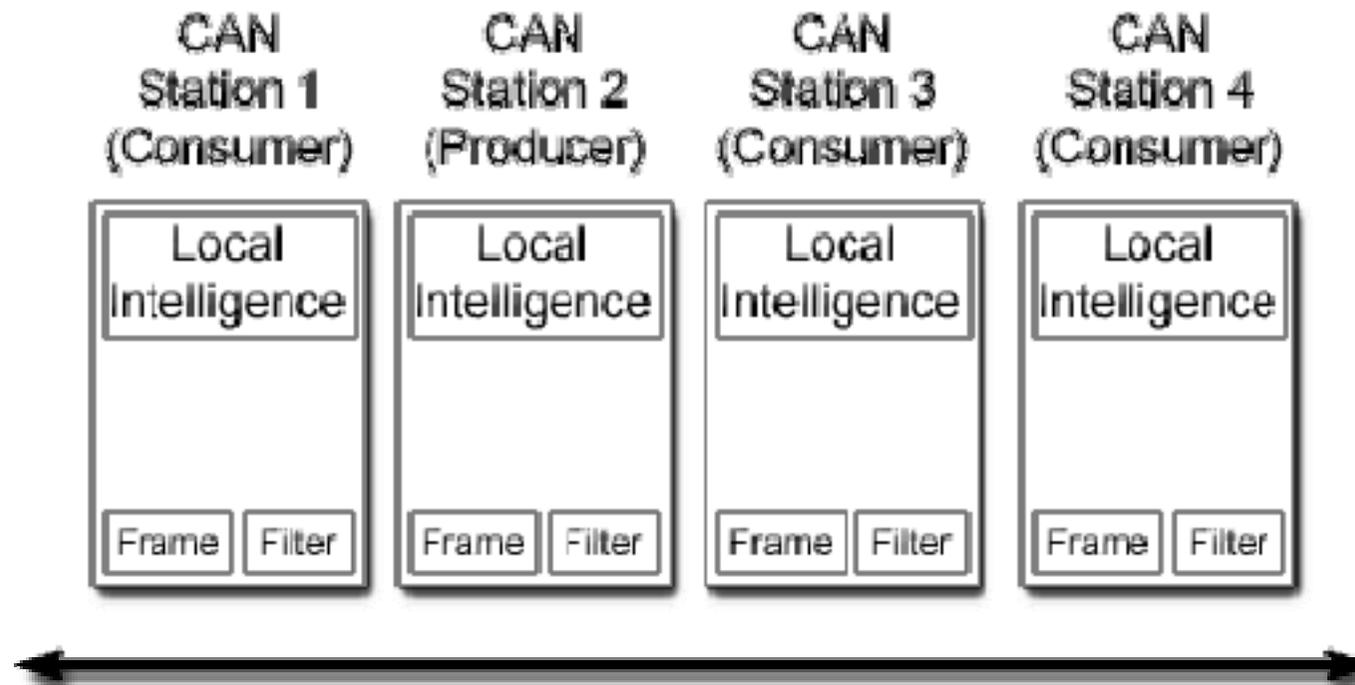
Zahl der binären
Informationen: maximal 8 Byte

Leitungslänge: 40 m bis 6,7 km

Datenrate: 1 MBit/s bis 10 kBit/s



Producer- Consumer Prinzip per Broadcast



©2002. CAN in Automation 75

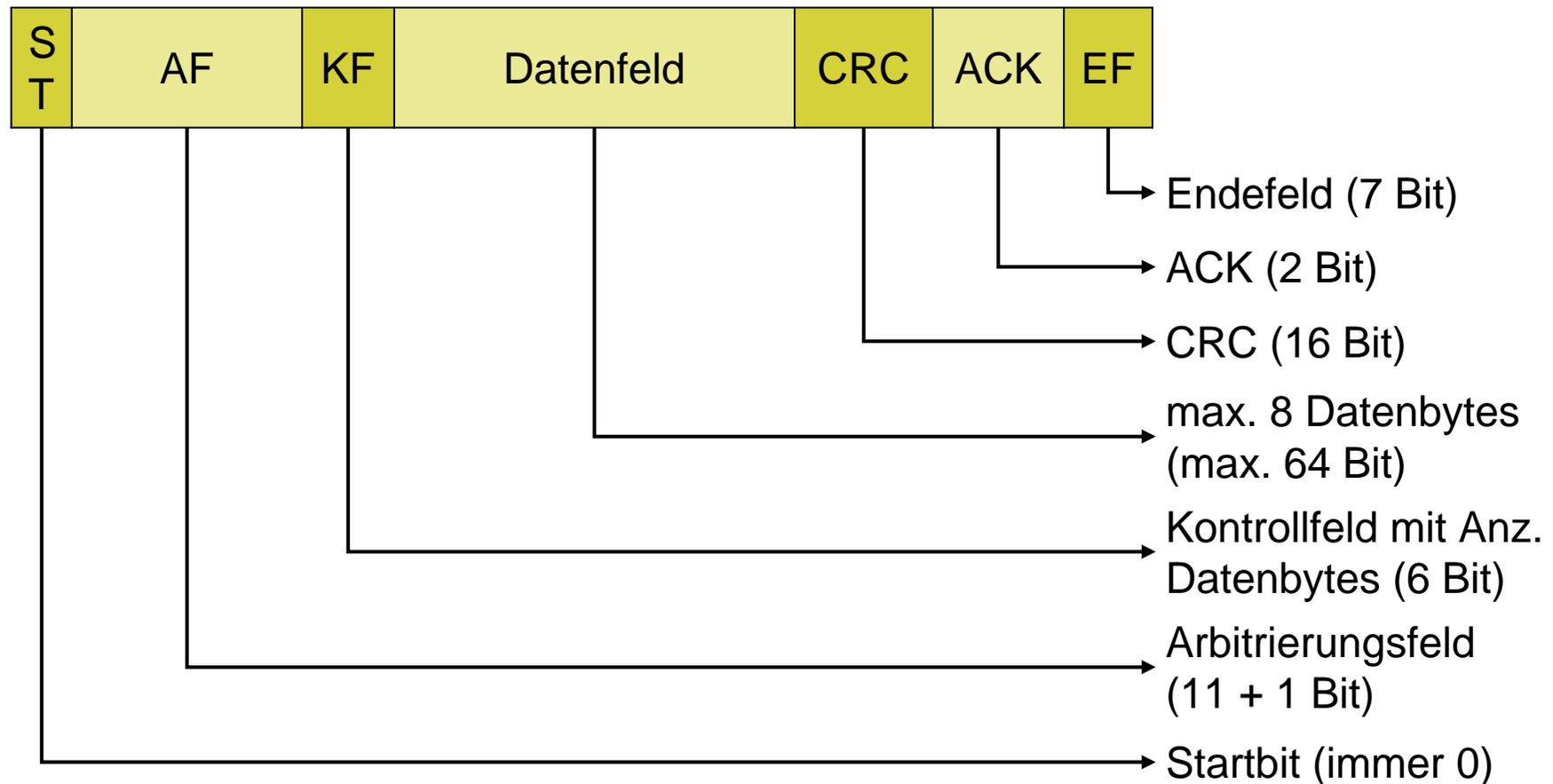


Telegrammtypen

- Datentelegramm (RTR = 0)
- Datenanforderungstelegramm (RTR = 1, keine Daten)
- Fehlertelegramm (6 identische Bits)
gezielter Verstoß gegen Bitstuffing- Vereinbarung
- Overloadtelegramm
versendet ein Knoten, um weitere Telegramme zu verzögern

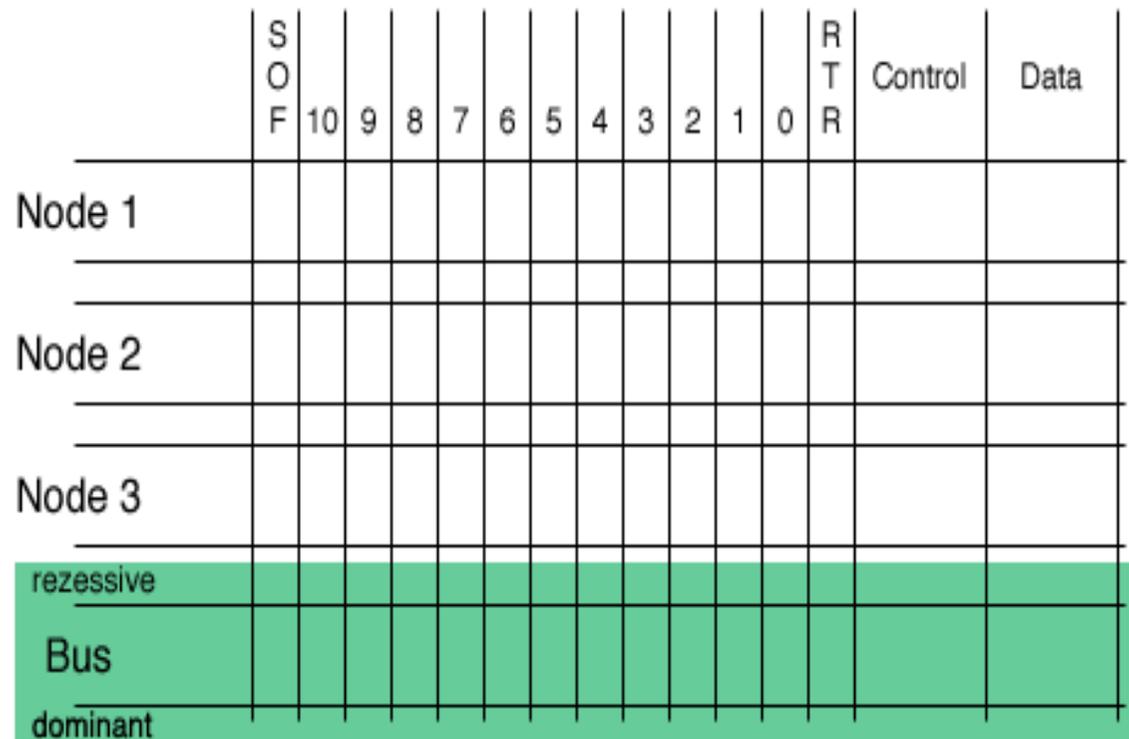


Struktur des Datentelegramms (max. 108 Bit)





Busarbitrierung



© 2002. CAN in Automation - TS



Fehlererkennung

CANs hohe Fähigkeit zur Erkennung von Übertragungsfehlern basiert auf einer Kombination mehrerer Maßnahmen:

- Überwachung des Buspegels durch den Sender einer Nachricht (Bitmonitoring)
- jeder Empfänger überprüft CRC-Summe und Telegrammstruktur
- defekte Netzknoten werden erkannt und abgeschaltet



Fehlersignalisierung

- Erkennt ein Netzknoten einen Fehler, signalisiert er diesen.
- Daraufhin verwerfen alle Netzknoten die bereits empfangenen Teile der Nachricht.
- Der sendende Knoten versucht unverzüglich die Nachricht zu wiederholen.
- Vorteile der Fehlersignalisierung sind:
 - die sehr geringe Fehlererholzeit
 - die geringe zusätzliche Busbelastung

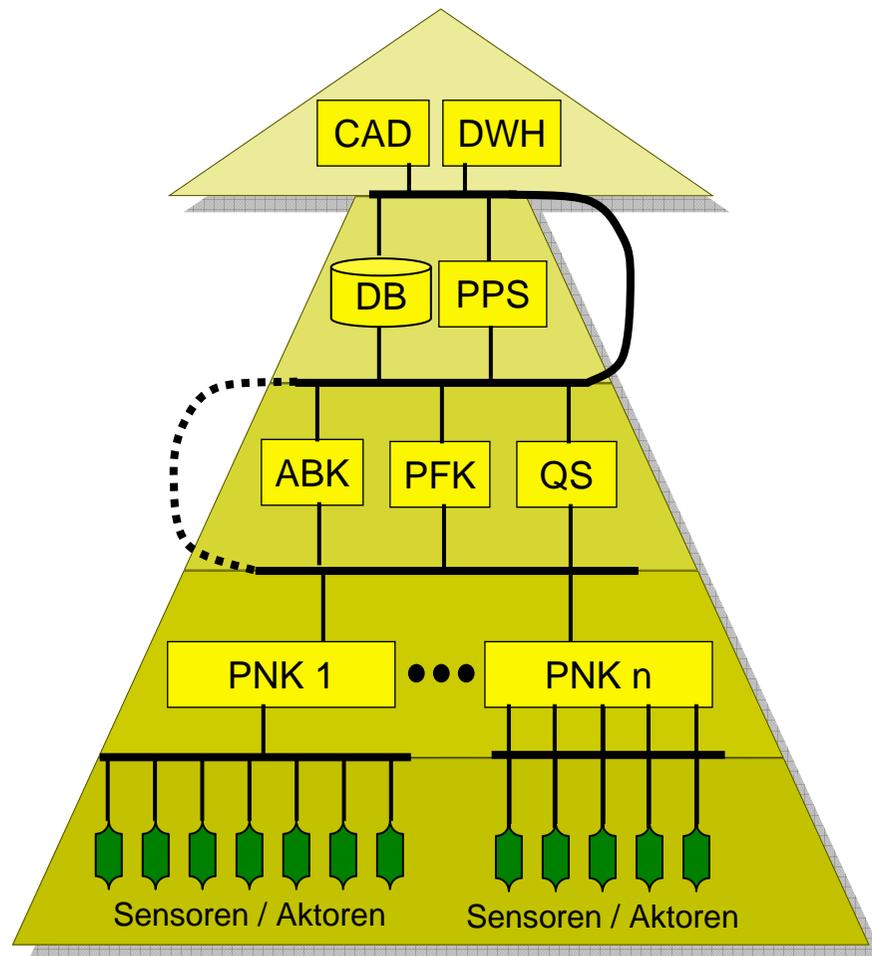


- CAN Application Layer (CAL)
 - von der CAN-in-Automation (CiA) spezifiziert
 - objektorientiert
 - anwendungsunabhängig
- CANopen (EN 50325-4)
 - von der CAN-in-Automation (CiA) spezifiziert
 - benutzt einen Subset von CAL für die Kommunikation und das Netzwerk-Management
 - anwendungsspezifische Profile



- CiA 401 I/O Module
- CiA 402 Elektrische Antriebe
- CiA 405 SPS
- CiA 415 Straßenbaumaschinen
- CiA 416 Türsteuerungen
- CiA 417 Aufzugsteuerungen
- CiA 418 Batterie Module
- CiA 419 Batterie Ladegeräte
- CiA 422 Kommunale Nutzfahrzeuge
- ...

Datenaustausch der Zukunft



- Büro-Netzwerk
(Ethernet)
- Unternehmens-Netzwerk
(Ethernet & Industrial Ethernet)
- Fabrik-Netzwerk
(Industrial Ethernet)
- Feldbus-Netzwerk
(CAN, LON, Realtime Ethernet, ...)
- Sensor- Aktor- Bus
(ASI, Profibus DP, Profibus PA, ...)
- direkte Anschaltung
(analog, digital, RS232, RS422, ...)

Aufgabenstellung für eine Masterarbeit



Entwurf eines Schnittstellenstandards für den Datenaustausch zwischen meteorologischen Geräten und Systemen.

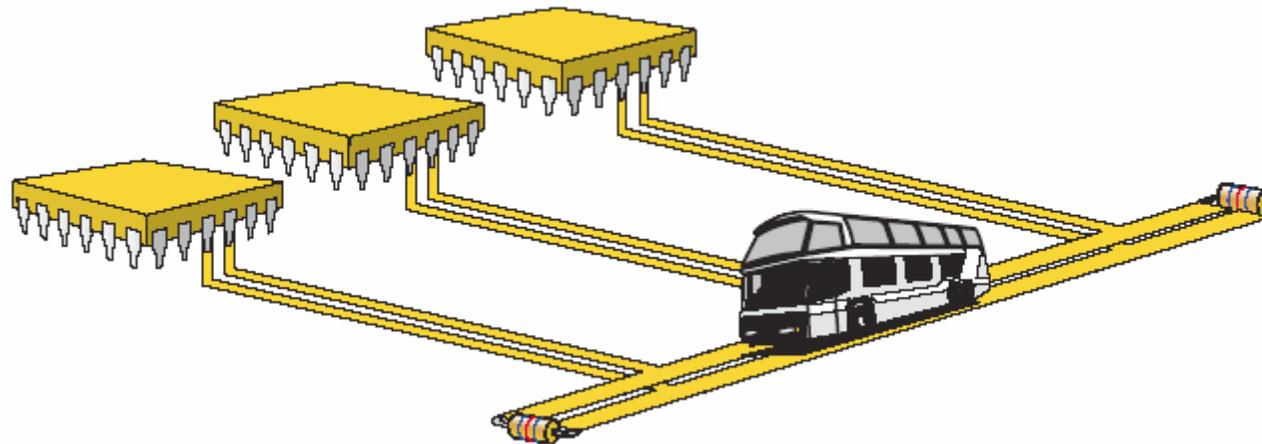
- zur Zeit existiert weder Norm noch Standard
- DWD hat Interesse an einer einheitlichen Schnittstelle (Kosten senken, Investitionsschutz)

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



Busse halten schon in vielen

Bereichen des täglichen Lebens.



Steigen Sie ein!