

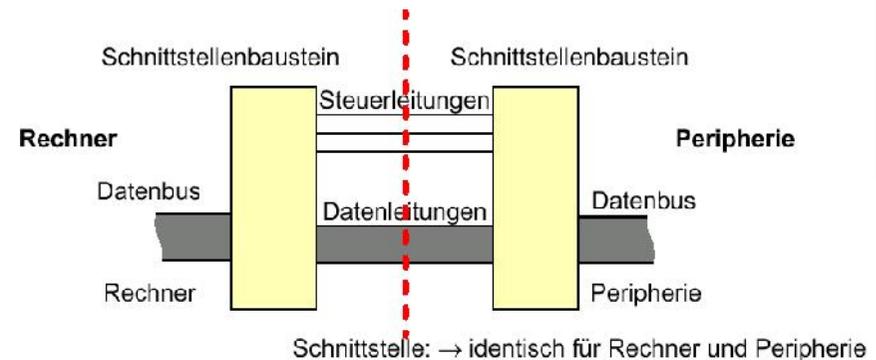
# Feldbussysteme

# Schnittstellen

- **Schnittstellen (Duden)**  
Vorrichtung zum Zweck des Informationsaustauschs mit anderen Systemen. Zusammenfassung aller von außen benötigten/abrufbaren Größen (→ Import-/Exportschnittstelle) sowie allgemeiner Information für die Verwendung des Systems. Zugleich umfasst sie Vereinbarungen, sogenannte Protokolle über die Art und Weise, wie Information ausgetauscht wird.
  - Bemerkung:  
Obwohl die Schnittstelle die Grenze zwischen zwei Systemen darstellt, ist sie für ein System, d.h. aus dessen Sicht, definiert.
- **Schnittstelle („Pragmatische“ Definition)**  
Festgelegte Datenübertragungsverbindung zwischen genau zwei Geräten.
- **Hardware-Schnittstelle (Duden)**  
Die Hardware-Schnittstelle wird beschrieben durch die Eigenschaft der Übertragungsstrecke (Kabel, Stecker usw.) und durch die Art und Bedeutung der auf den Leitungen übertragenen Signale.

# Eigenschaftsklassen von Schnittstellen

- Die (HW-) Schnittstelle beschreibt drei Eigenschaftsklassen:
  - mechanische Eigenschaften:
    - Steckerart
    - Steckerbelegung
  - elektrische Eigenschaften:
    - Signalpegel (Strom, Spannung)
    - Frequenzen
  - funktionelle Eigenschaften:
    - (Leitungs-) Code, d.h. Bedeutung der Signale
    - Protokoll, d.h. Abfolge der Signale
- Definition: Schnittstellen-Baustein (oft auch nur Schnittstelle/Interface genannt)
  - Ein Schnittstellen-Baustein setzt die internen Signale eines Systems in die (genormten) Signale der Schnittstelle um.



# Bussysteme

---

- **Bus, Bussystem (Brockhaus)**
  - Den Daten- und Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Systemkomponenten einer Datenverarbeitungsanlage ermöglichende, als Linien- oder Ringnetz aufgebaute mehradrige Sammelleitung, an die alle Komponenten der Anlage angeschlossen sind (sie verbindet den Ausgang jeder Komponente mit den Eingängen aller übrigen). Der Datenaustausch zwischen den Komponenten erfolgt im Multiplex-Betrieb.
- **Bus („Pragmatische“ Definition)**
  - Festgelegte Datenübertragungsverbindung zwischen mindestens zwei Geräten.

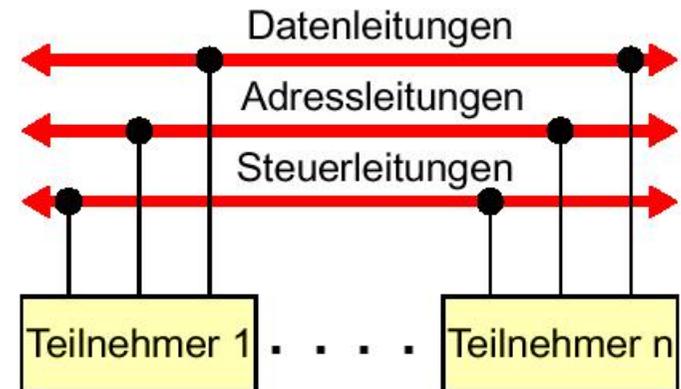
# Bussysteme

- Bemerkungen:
  - Bus = Transportsystem für Information mehrerer Teilnehmer (→ Broadcast)
  - Klassifikation:
    - Verbindung von Funktionalen Einheiten zu Chips
    - Verbindung von Chips zu Systemen/Rechner (→ Systembus)
    - Verbindung von Rechnern zu Ein-/Ausgabegeräten (→ Peripheriebus)
    - Verbindung von Einheiten in Fahrzeugen, Flugzeugen (→ z.B. Feldbus)
    - Verbindung von Einheiten in Firmen, Gemeinden (→ LAN)
    - → darüber hinaus meist Punkt-zu-Punkt (→ WAN)
  - Teilnehmer sind über (Bus-)Schnittstellen an Bus angeschlossen
    - → Schnittstellendefinition ist Teil der Busdefinition
    - (zusätzlich z.B. Festlegung der Buslänge, Zahl von Einschubplätzen, Terminierung)

# Aufbau paralleler Bussysteme

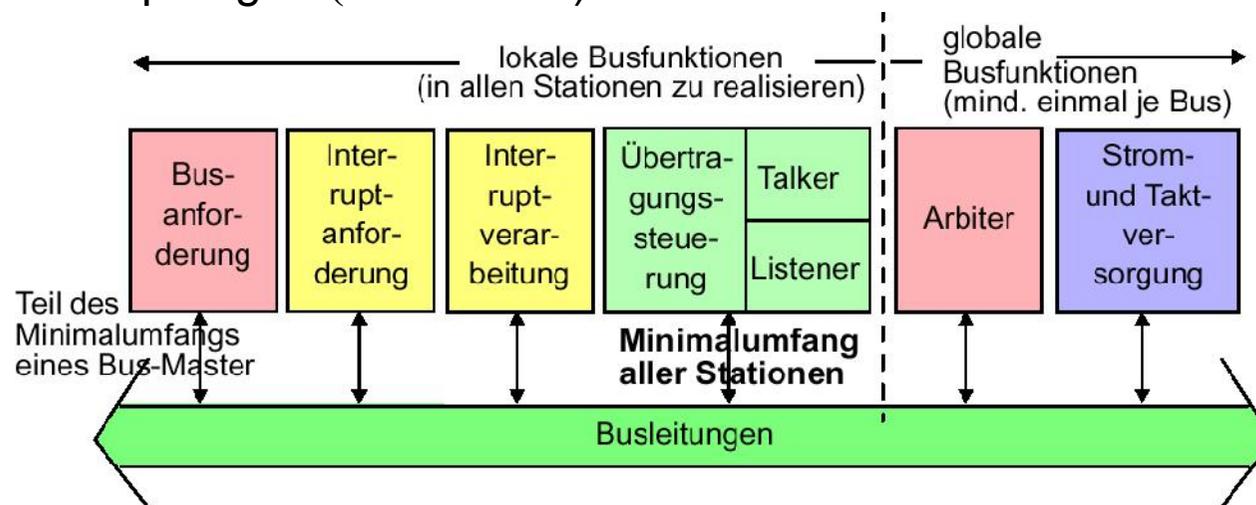
## Hardware

- Datenbus
  - Eigentliche Datenübertragung.
  - → typ. Wortbreite: 8, 16, 32, 64, 128 Bit
- Adressbus
  - Auswahl einzelner Geräte und Adressen innerhalb der Geräte
  - → z. Teil: Daten und Adressen zeitversetzt auf den selben Leitungen (z.B. IEC-Bus)
- Steuerbus
  - Busanforderung, Arbitrierung, Interrupts, Handshaking
- Versorgungsbus
  - Stromversorgung und Taktleitungen



# Funktionaler Aufbau paralleler Bussysteme

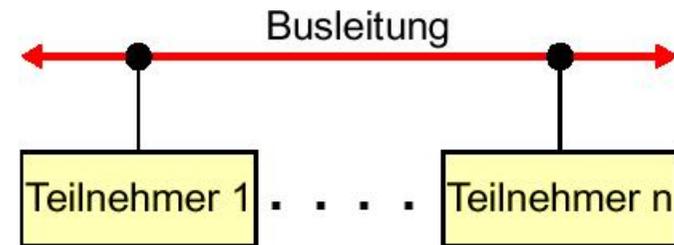
- Busanforderung und Busvergabe (Arbiter)
  - Möchten Stationen Kontrolle über den Bus erhalten, muss die Buskontrolle von einem Arbiter vergeben werden.
- Interruptanforderung, -verarbeitung
  - Weiterleitung eines Interrupt der Station (meist Peripherie → Prozessor)
  - Annahme und Verarbeitung eines externen Interrupt (meist durch Prozessor)
- Übertragungssteuerung:
  - Station kann „Bus-Master“ oder „Slave“ sein
  - Master und Slave können Daten senden (→ Talker ) oder empfangen (→ Listener)



# Aufbau serieller Bussysteme

## ■ Hardware:

- nur eine Leitung, die als Busstruktur ausgebildet ist

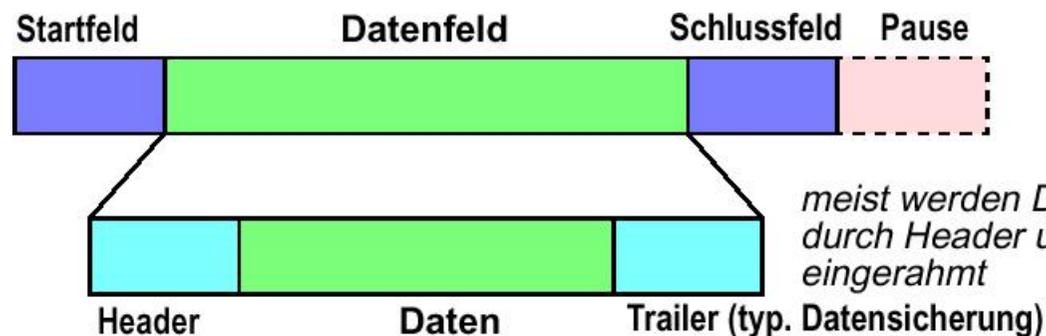


## ■ Funktionaler Aufbau (→ Busprotokoll)

- Funktionen, die bei parallelen Bussystemen durch spezielle Leitungen übernommen werden, sind durch (Software-) Protokolle realisiert
- ⇒ serielle Busse sind in Bezug auf Änderungen in der Regel flexibler als parallele Busse

## ■ Üblicherweise Übertragung von Datenblöcken (Rahmen, Datagramme)

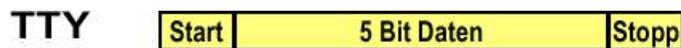
- genereller Aufbau



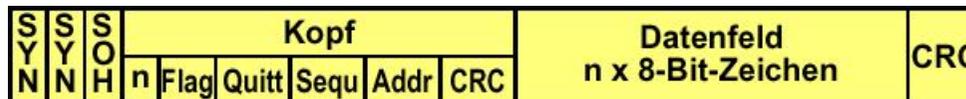
# Datagrammformate

## ■ zeichenorientierte Datagramme

- feste Datenlänge  
z.B. Fernschreiber, serielle Schnittstelle

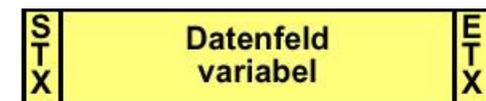


- variable Datenlänge mit Längenangabe im Header  
z.B. DDCMP (Digital Data Communication Message Protocol)  
von DEC



- variable Datenlänge mit Trennzeichen  
Beginn und Ende durch Trennzeichen (z.B. STX, ETX)  
festgelegt

- mittels Zeichenstuffing im Text verhindern



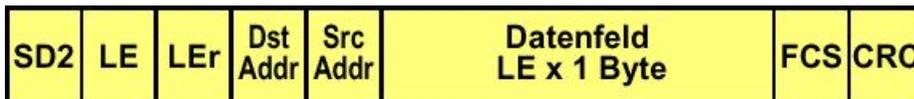
# Datagrammformate

- **bitorientierte Rahmen**

- feste Datenlänge z.B. Profibus 8-Byte-Daten-Datagramm



- variable Datenlänge mit Längenangabe im Header  
z.B. Profibus Datagramm variabler Länge  
Länge LE steht im Header und wird mit LEr wiederholt



- variable Datenlänge mit Trennzeichen  
z.B. HDLC (High-Level Data Link Control):  
Blockende wird erst durch Ende-Flag erkannt  
Start- und Ende-Flag (01111110) wird mittels Bitstuffing im Text verhindern



# Feldbus Anwendung: Klärwerk



Pumpen, Ventile, Motoren, Füllstandssensoren, Durchflussmesser, Generatoren, ...

Verkabelung mit herkömmlichen 4..20 mA, Kabellänge insgesamt mehrere 100 km.

# What is a field bus ?

A data network, interconnecting a control system, characterized by:

- transmission of numerous small data items (process variables) with bound delay (1ms..1s)
- harsh environment (temperature, vibrations, EM-disturbances, water, salt, ...)
- robust and easy installation by skilled people
- high integrity (no undetected errors)
- high availability (redundant layout)
- clock synchronization (milliseconds down to a few microseconds)
- continuous supervision and diagnostics
- low attachment costs ( €5.- / node)
- moderate data rates (50 kbit/s ... 5 Mbit/s but large distance range (10m .. 4 km)
- non-real-time traffic for commissioning (e.g. download) and diagnostics
- in some applications intrinsic safety (oil & gas, mining, chemicals,..)

# Expectations

---

- reduce cabling
- increased modularity of plant (each object comes with its computer)
- easy fault location and maintenance
- simplify commissioning (mise en service, IBS = Inbetriebsetzung)
- simplify extension and retrofit
- large number of off-the-shelf standard products to build “Lego”-control systems
- possibility to sell one’s own developments (if based on a standard)

# Geographical extension of industrial plants

The field bus suits the physical extension of the plant

1 km .. 1000 km

## **Transmission & Distribution**

Control and supervision of large distribution networks:

- water - gas - oil - electricity - ...

1 km .. 5 km

## **Power Generation**

Out of primary energy sources:

- waterfalls - coal - gas - oil - nuclear - solar - ...

50 m .. 3 km

## **Industrial Plants**

Manufacturing and transformation plants:

- cement plants - steel plants - food silos - printing - paper pulp processing - glass plants - harbors - ...

500m .. 2 km

## **Building Automation**

- energy - air conditioning - fire - intrusion - repair - ...

1 m .. 1 km

## **Manufacturing**

flexible manufacturing cells - robots

1 m .. 800 m

## **Vehicles**

- locomotives - trains - streetcars - trolley buses - vans - buses - cars - airplanes - spacecraft - ...

# Steuerungsfeldbusse

---

- Überwiegend firmenspezifische Lösungen oder Ethernet
- Übertragungsraten von 0,5 bis 100 Mbit/s
- Entfernungen von einigen m bis in den km Bereich
- Meldungsbasierter Datentransfer
- TCP/IP gewinnt als Transportprotokoll an Bedeutung

# Standard I/O Feldbusse

---

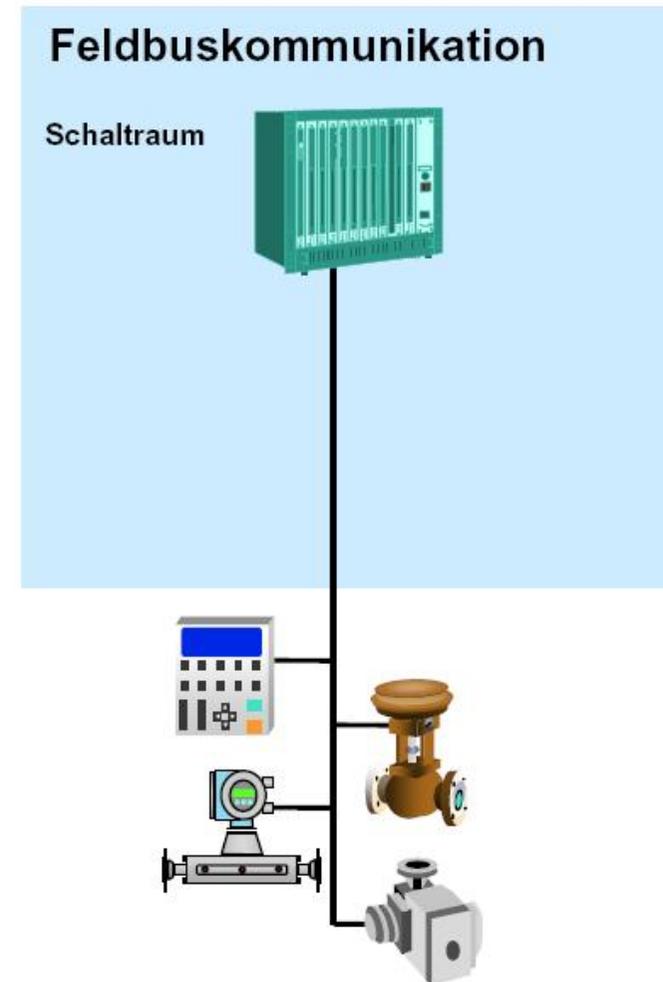
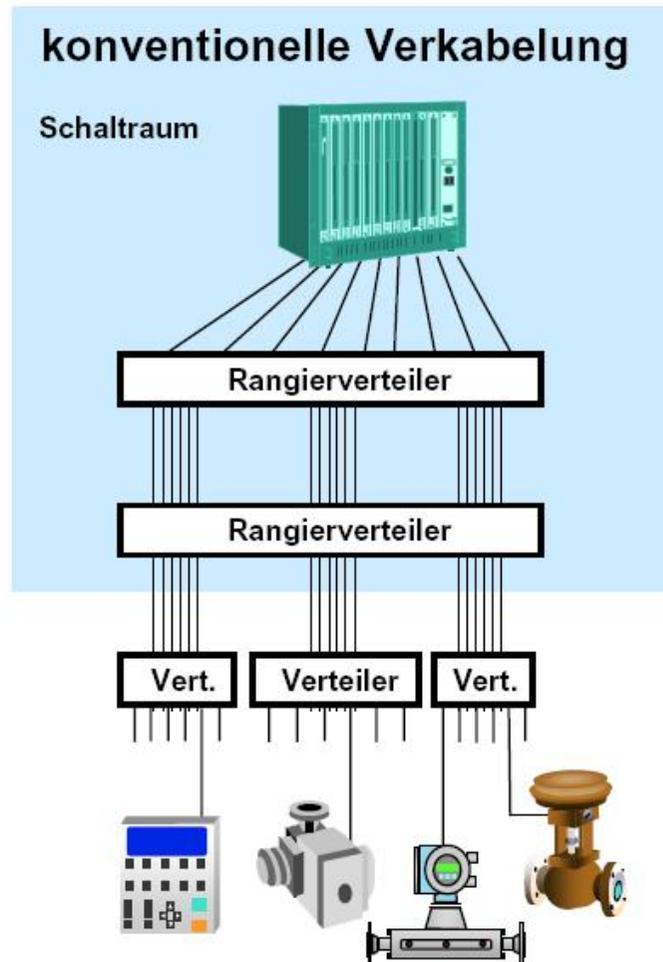
- Mehrere defacto Standards
- Optimiert für Signaltransfers
- Zykluszeiten typisch 1 .. 10 ms
- Übertragungsraten von einigen kBit/s bis 12 Mbit/s
- Entfernungen von einigen m bis in den km Bereich
- Reichhaltiges Angebot an Komponenten
- Asynchrone Systemankopplung üblich

# Prozess-Feldbusse

---

- Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit stehen im Vordergrund
- Auslegung für aggressive/sensible Umgebungen
- Entfernungen im km Bereich und mehr
- I/O orientierte Transfers mit komplexen Parametriermöglichkeiten
- Zykluszeiten von 100 ms .. 10 s
- Spezielles Peripherieangebot für die Prozesstechnik

# Feldbusse

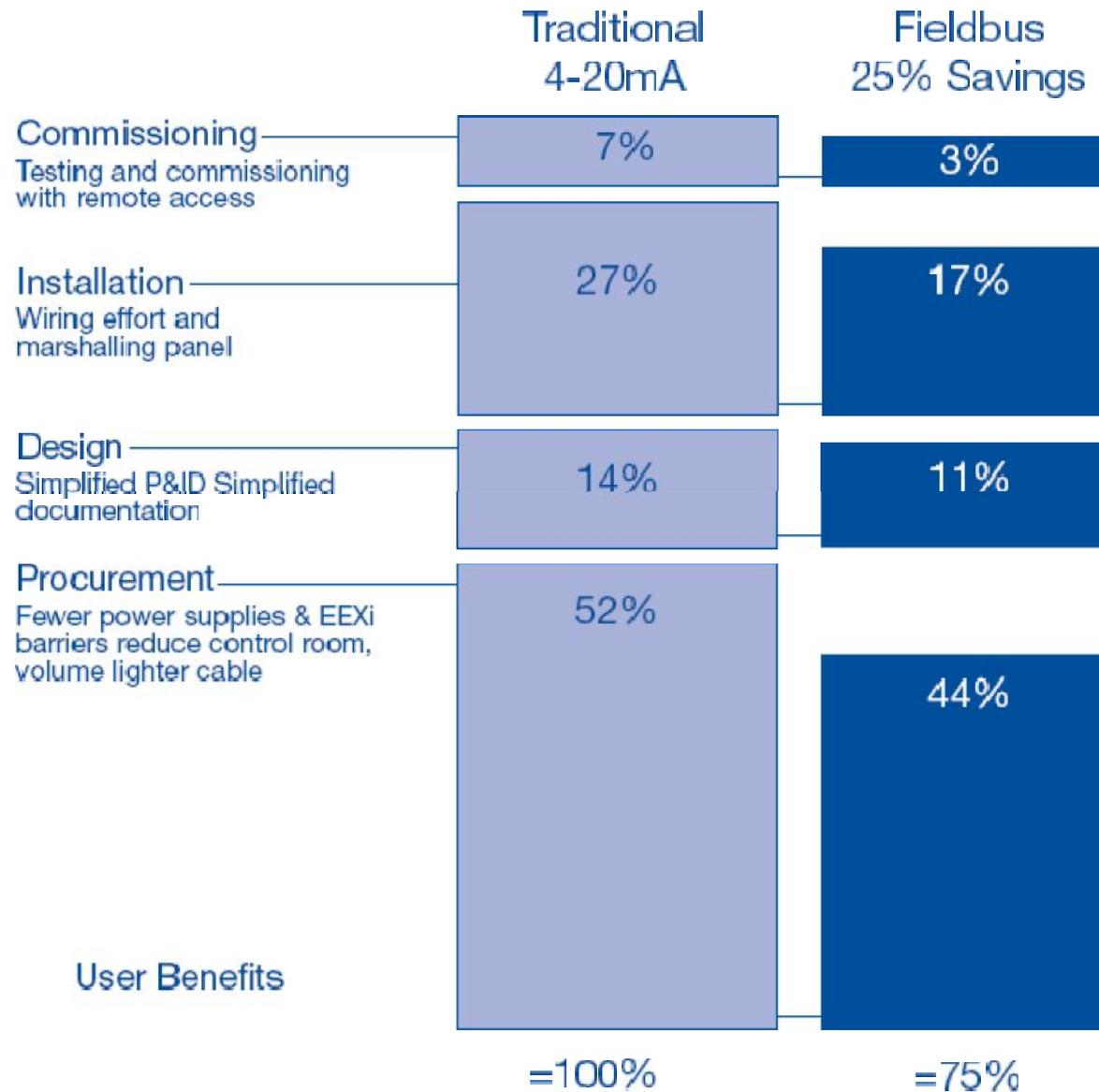


# Beispiel für eine Rangierschiene

Die Rangierschiene ist der Übergabepunkt von der Instrumentierung zum Leitsystem



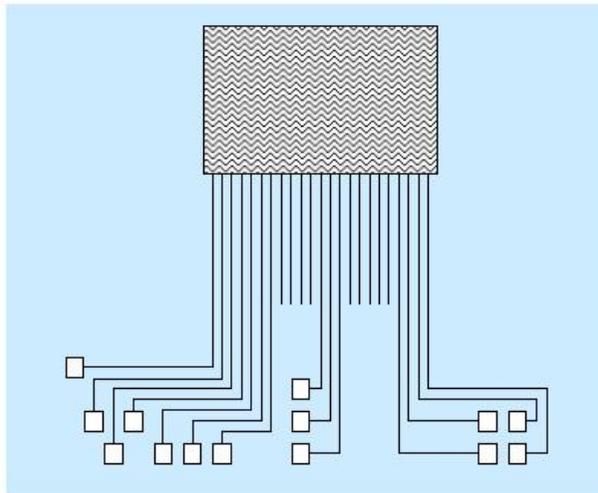
# Vorteile von Feldbussen



# Dezentrale Automatisierung

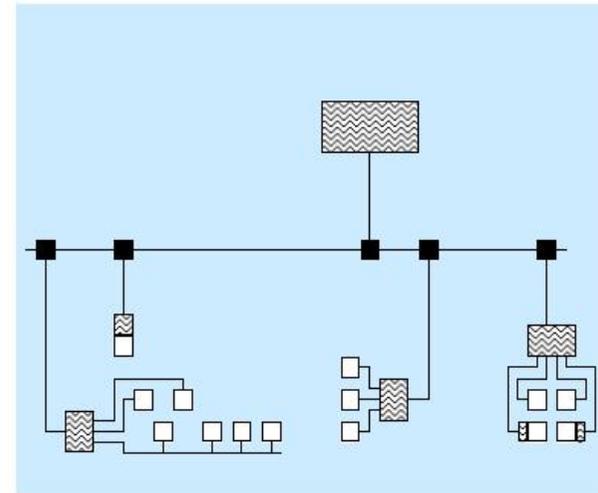
## Dezentralisierung der Intelligenz

früher:



zentrale Steuerungsintelligenz mit  
unterlagerter Peripherie

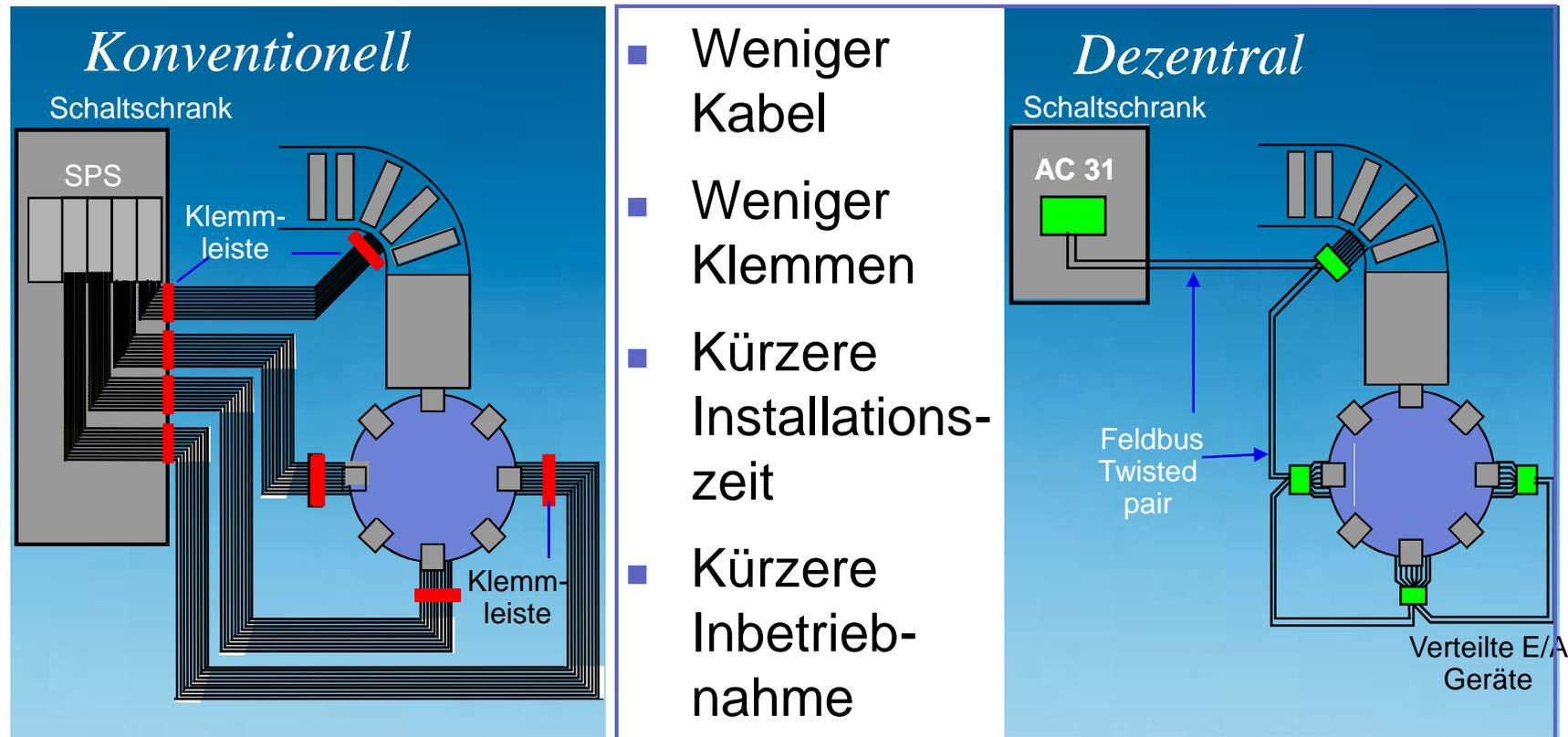
heute:



verteilte Intelligenz in Prozessnähe

# Anschluss von Feldgeräten über Feldbus

## Kostenreduktion



# Zentrale Automation

## ■ Vorteile:

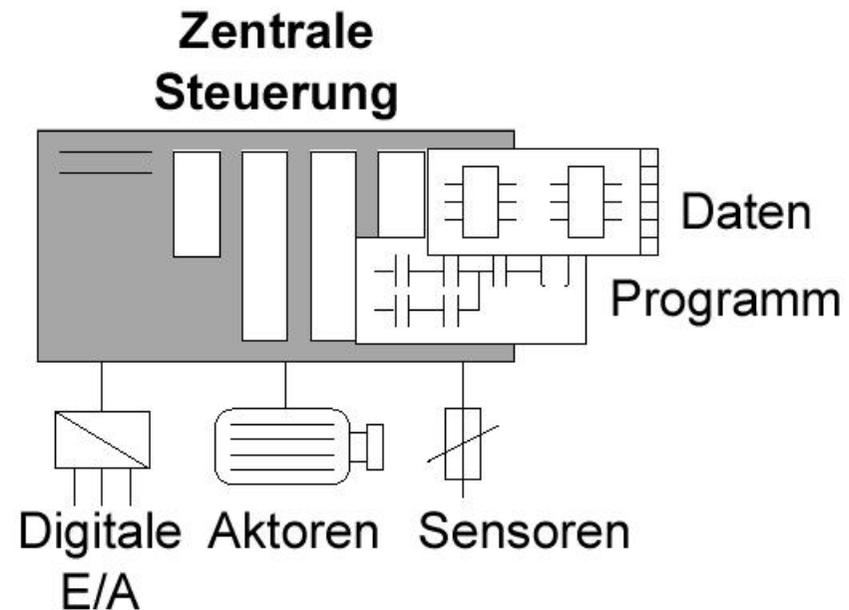
- + Gut strukturierbare Software
- + Kaum Kommunikationsanforderungen

## ■ Nachteile:

- Verdrahtung aufwändig, teuer, unübersichtlich
- Modularisierung sehr schwierig
- Kaum Wiederverwendbarkeit von Software

## ■ Markt:

- Kleine Kompaktsteuerungen: 16/32 E/A
- Mittlere Steuerungen: bis 256 E/A
- Große Steuerungen: bis 4096 E/A



# Dezentrale Automation

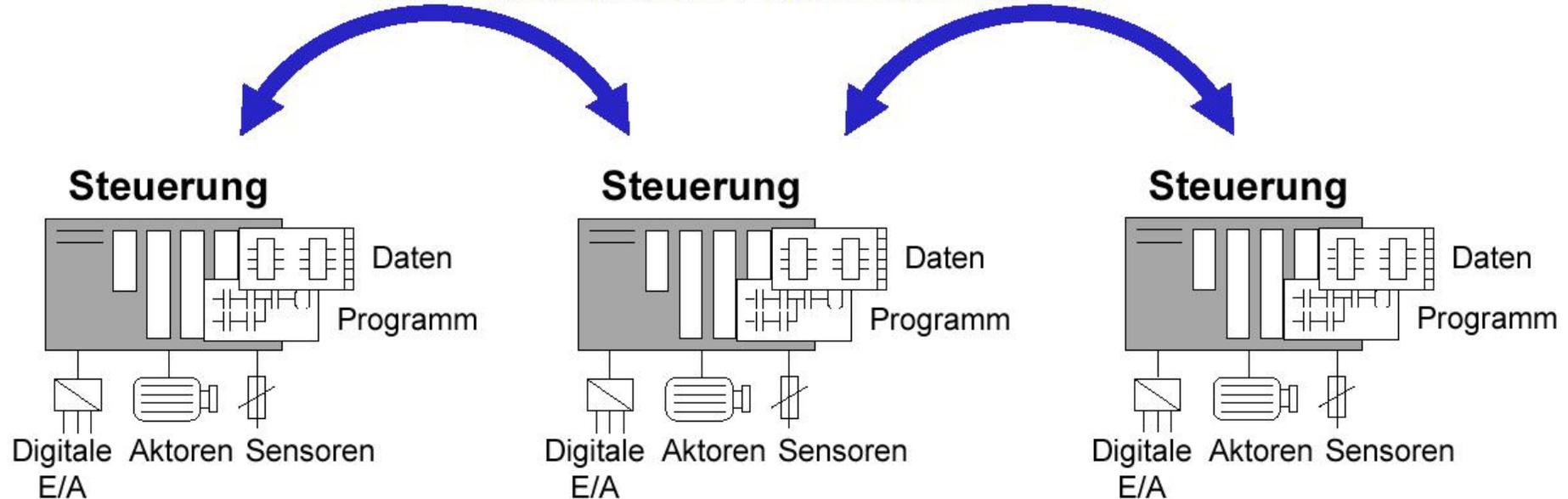
## ■ Vorteile:

- + Einfache, kostengünstige Verdrahtung
- + Möglichkeit der Modularisierung von Anlagen
- + Ansätze zur Wiederverwendbarkeit der Software

## ■ Nachteile:

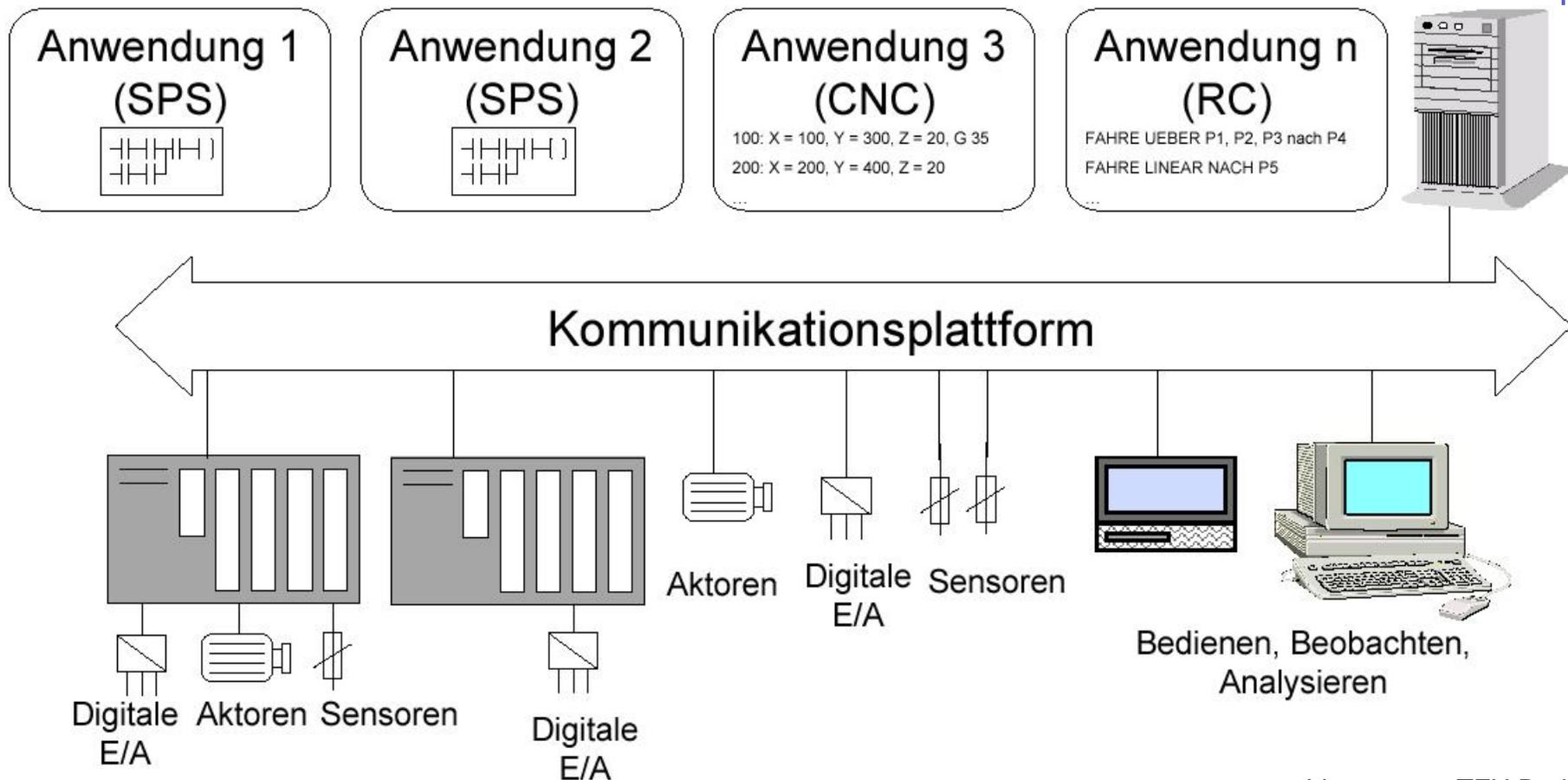
- Aufwändige, kostenintensive Kommunikation
- Aufwändige Synchronisation und Datenabgleich
- Inbetriebnahme, Wartung und Pflege

## Datenaustausch / Kommunikation

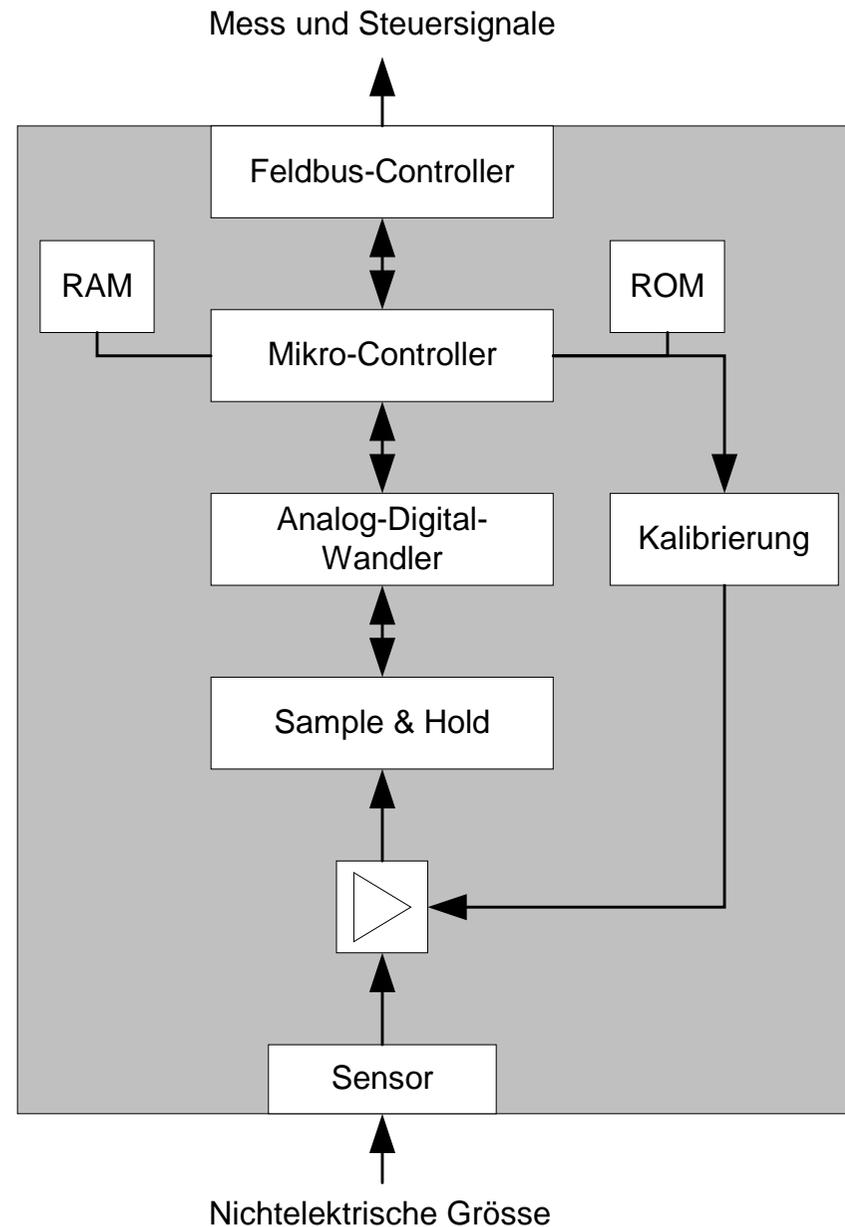


# Verteilte Automation

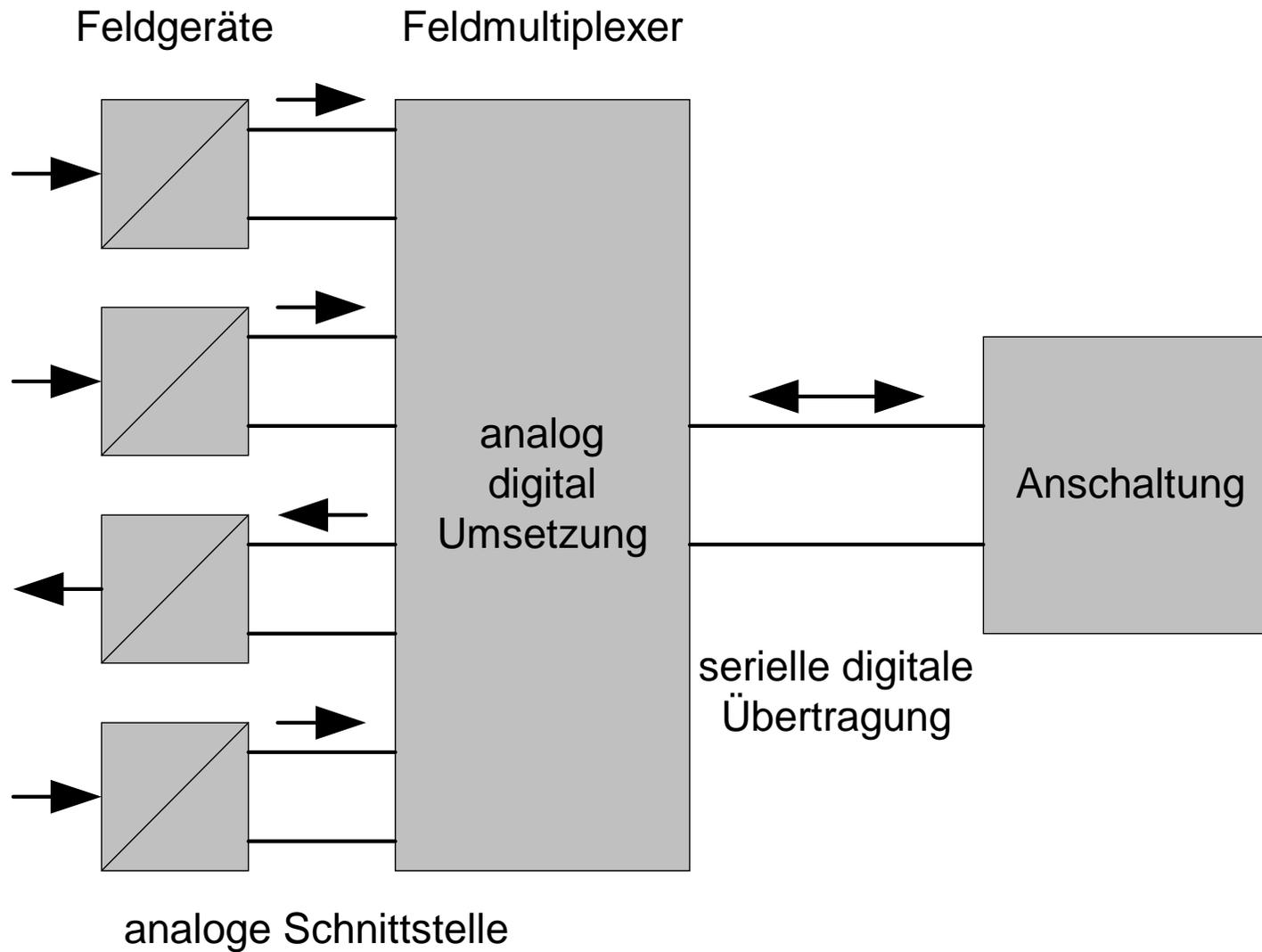
- Vorteile:
  - Gute Strukturierbarkeit der Software
  - Offene Kommunikation, d.h. offene, heterogene Systeme



# Aufbau eines busfähigen Steuergerätes

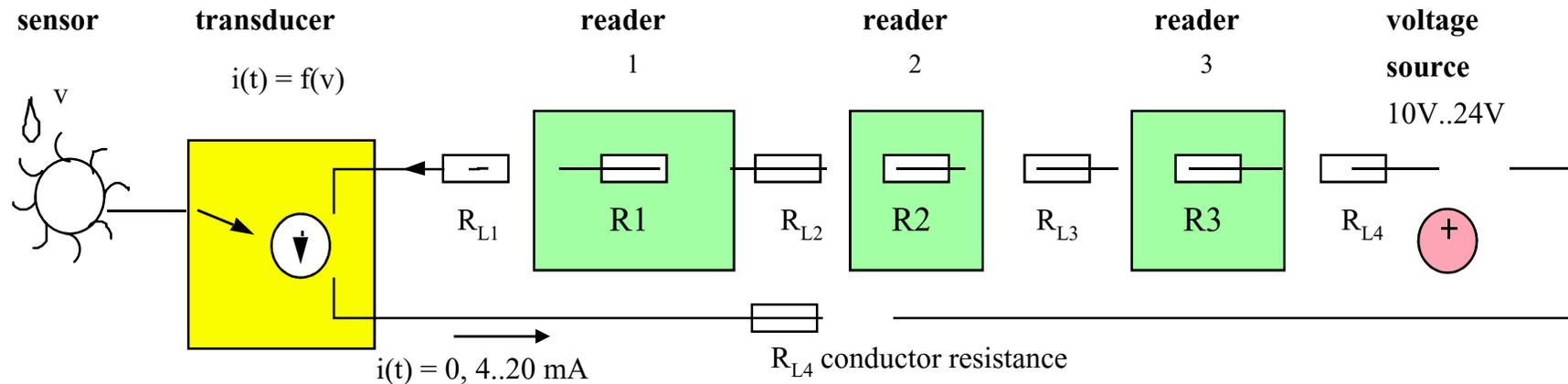


# Feldmultiplexer



## 4-20 mA loop - the conventional, analog standard (recall)

The 4-20 mA is the most common analog transmission standard in industry

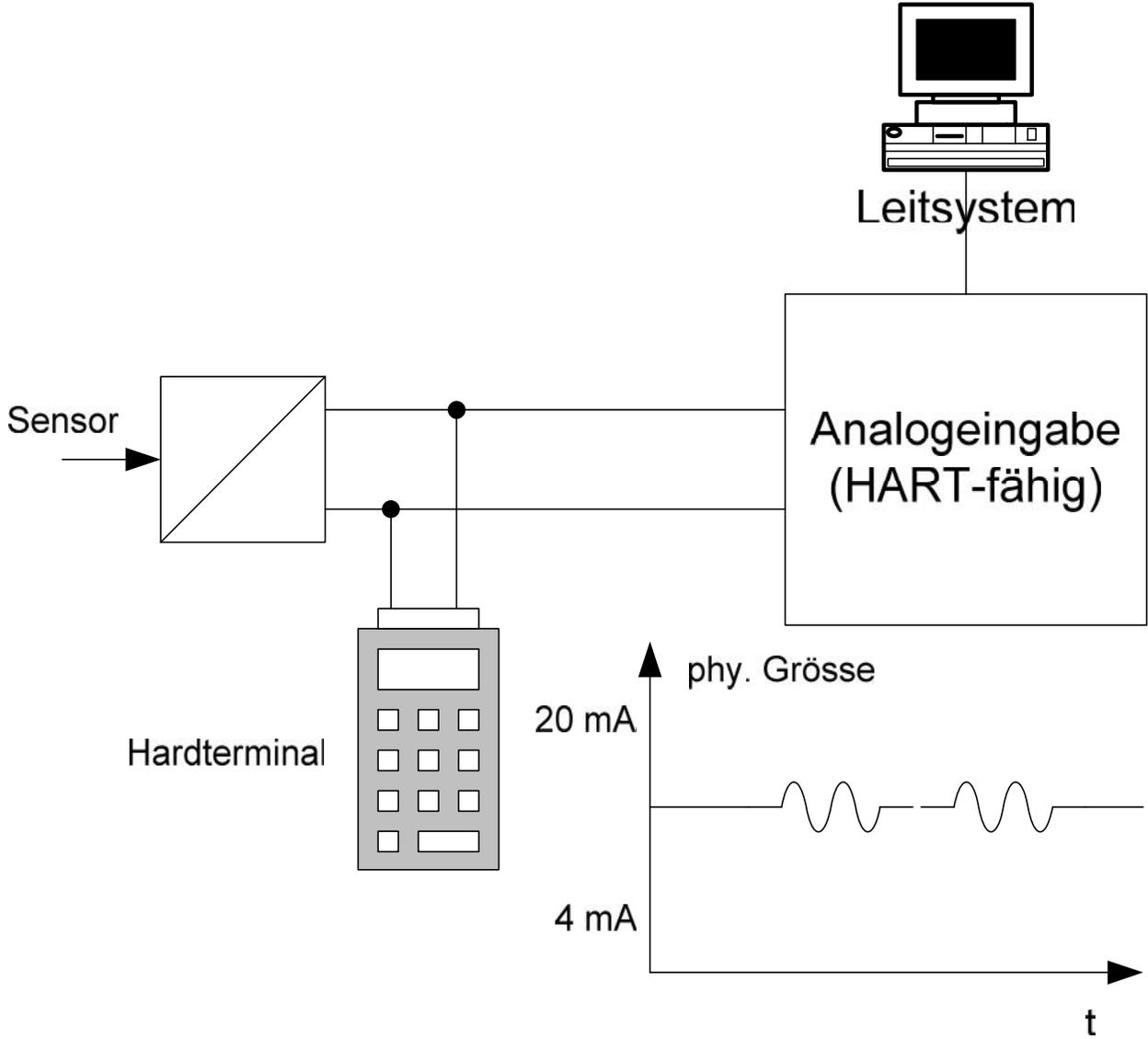


The transducer limits the current to a value between 4 mA and 20 mA, proportional to the measured value, while 0 mA signals an error (wire break)

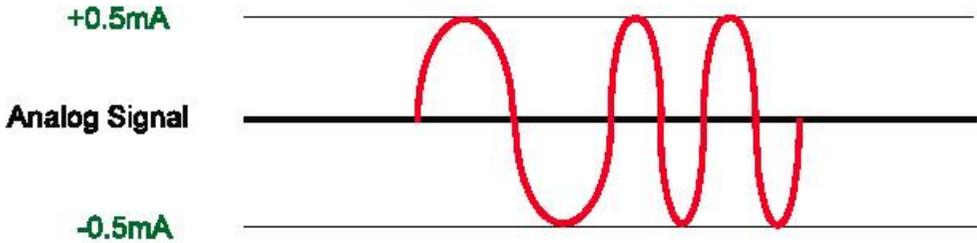
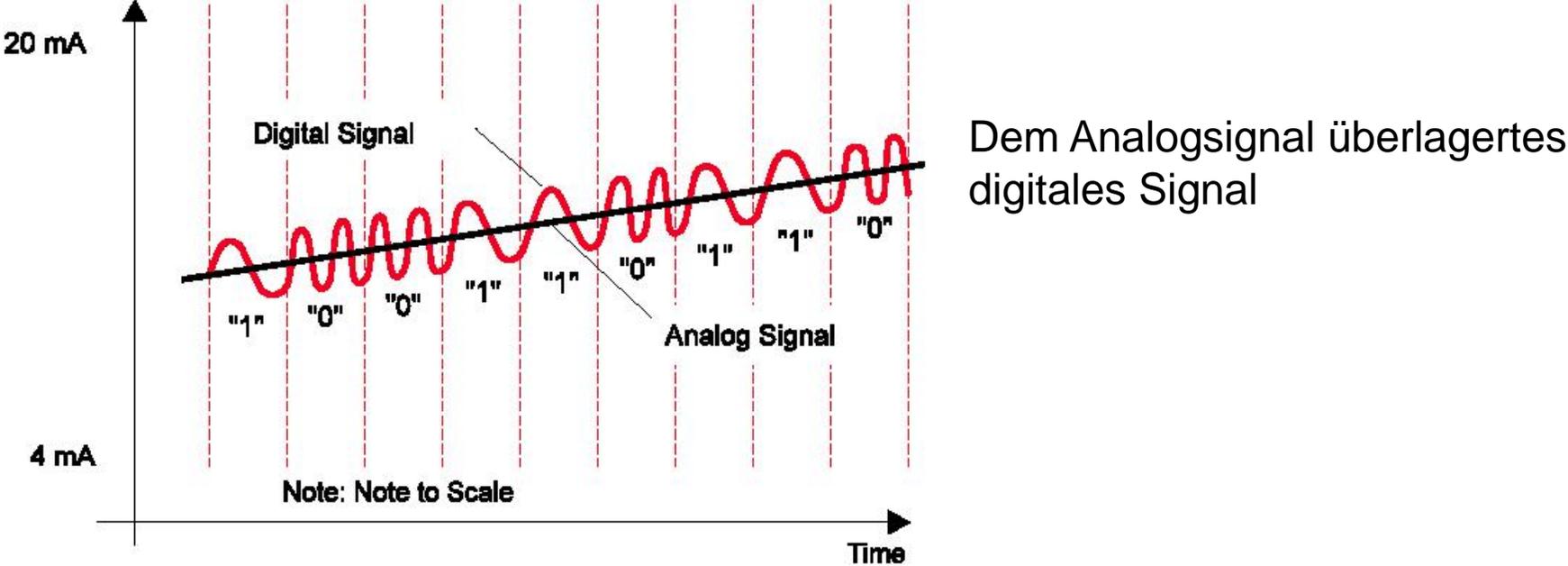
The voltage drop along the cable and the number of readers induces no error.

Simple devices are powered directly by the residual current (4mA) allowing to transmit signal and power through a single pair of wires.

# Feldgerät mit HART-Schnittstelle

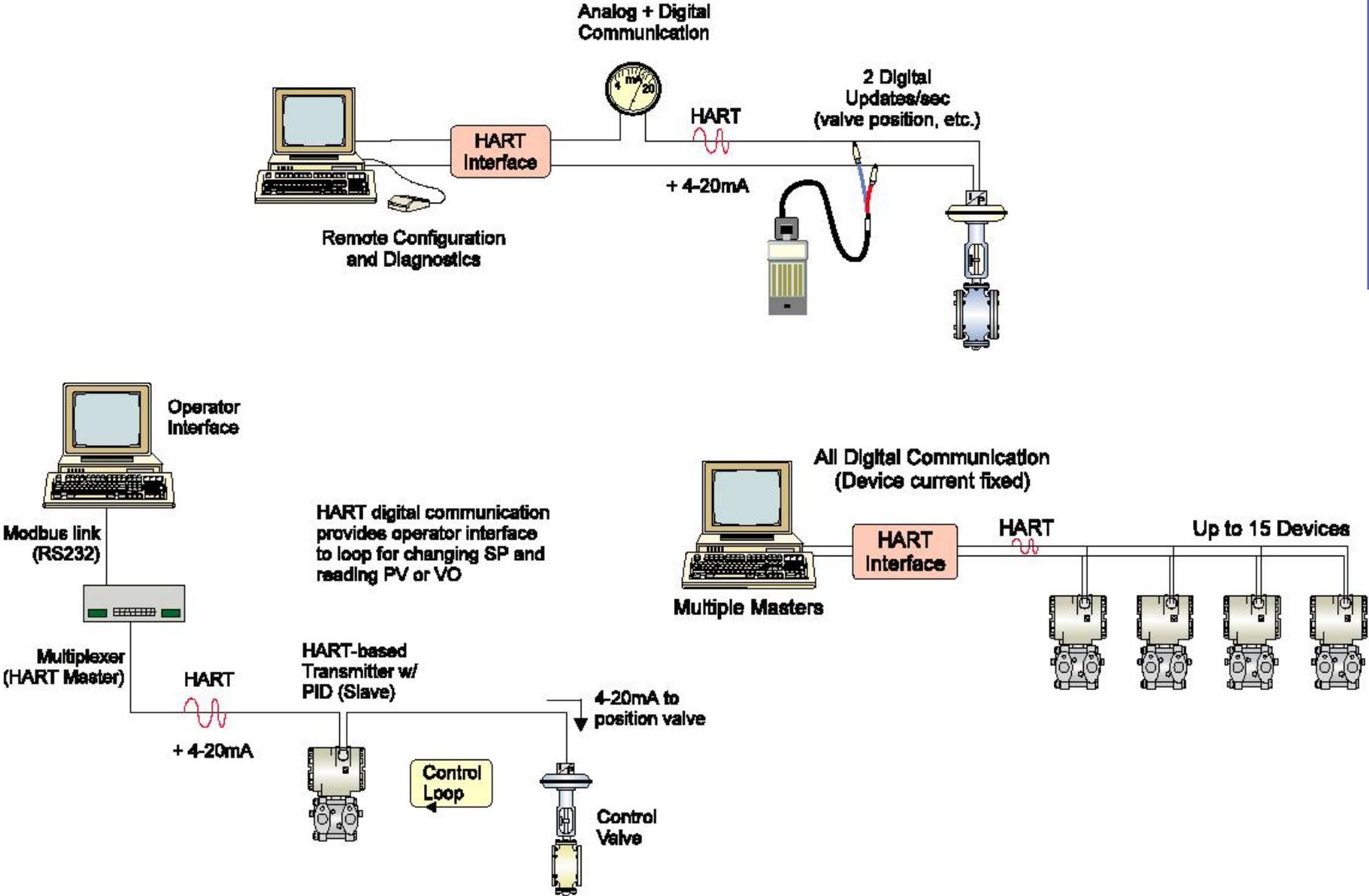


# Feldgerät mit HART-Schnittstelle 2

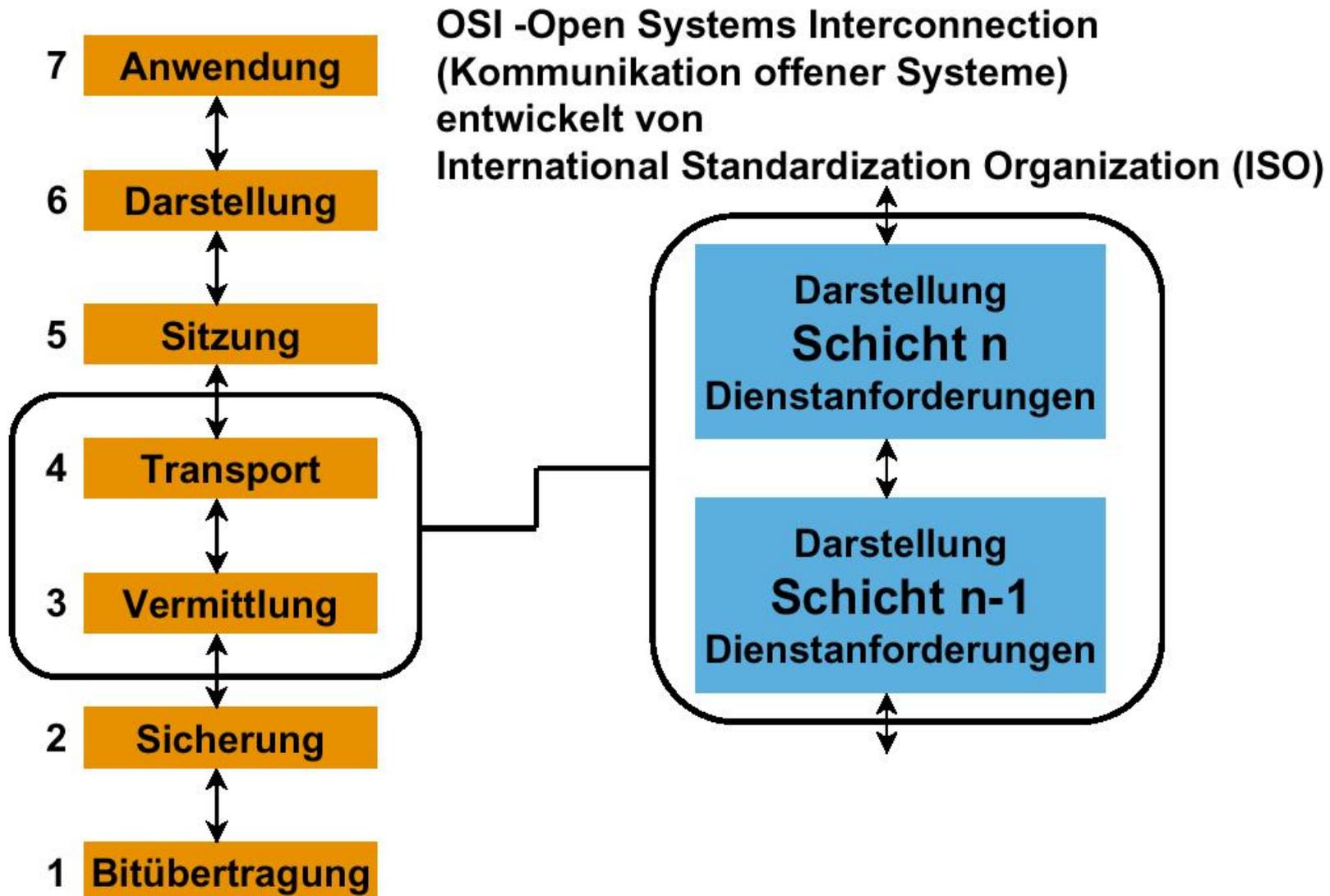


FSK freq:	1200 Hz	2200 Hz
Logical:	"1"	"0"

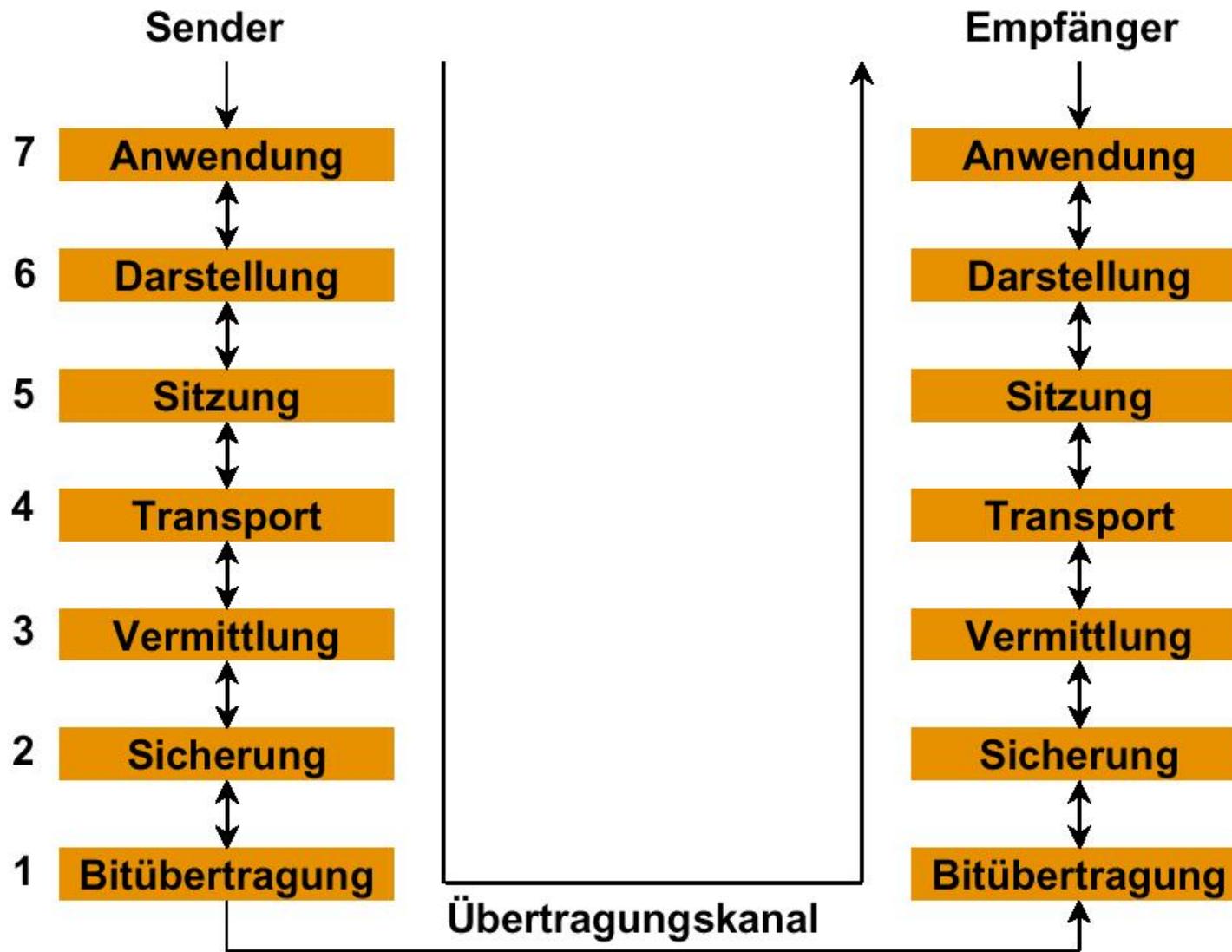
# Feldgerät mit HART-Schnittstelle 3 Beispiele



# ISO – OSI Referenzmodell



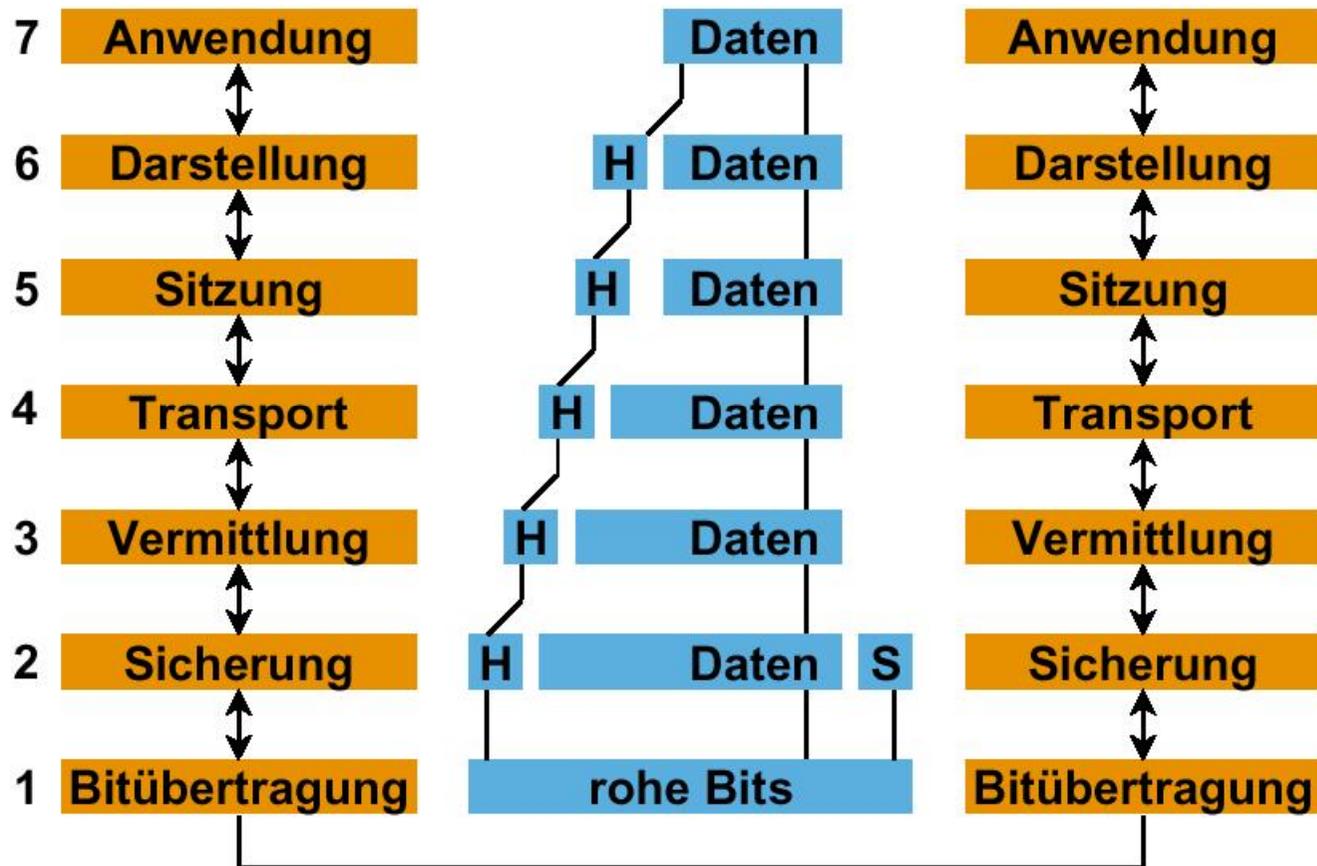
# Übertragungswege im 7-Schichten Modell



# OSI Protokolle

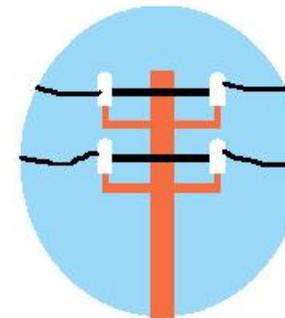


# OSI Datenpakete



# OSI: Bitübertragungsschicht (Physical Layer)

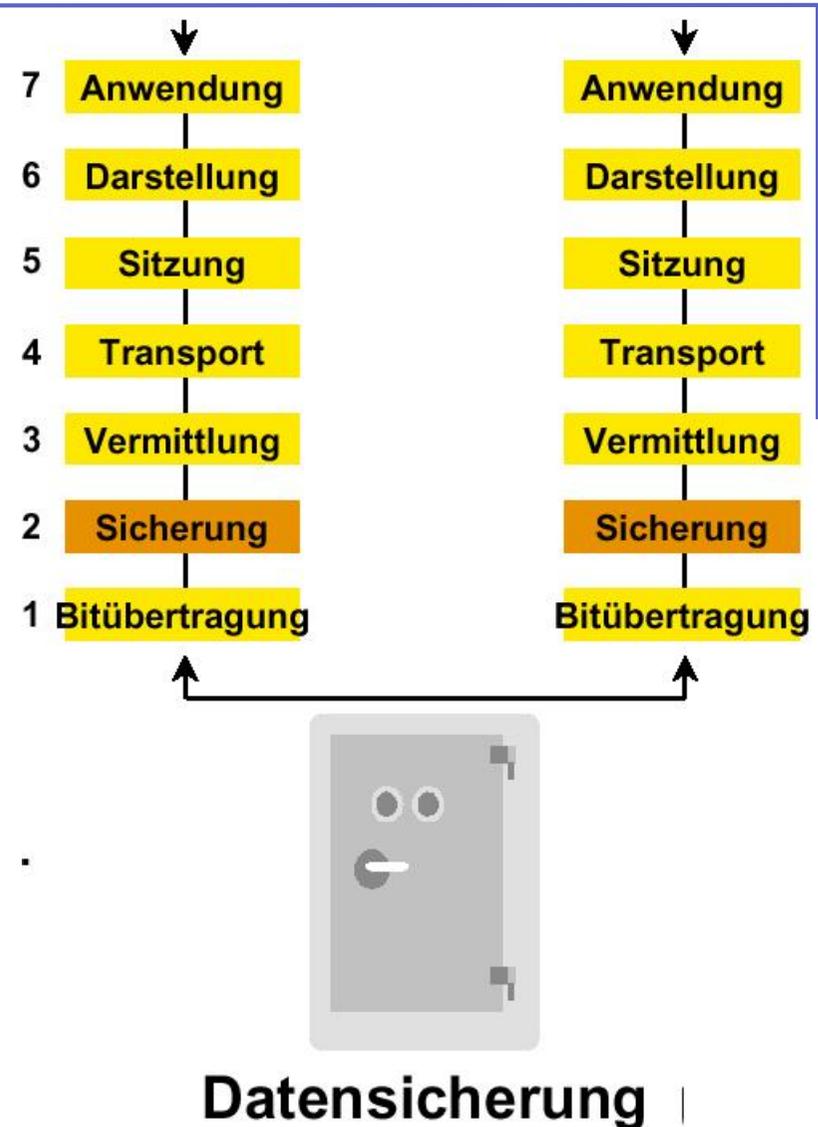
- Aufgabe:
  - Korrekte Übertragung der Binärinformation über den Kanal
- Schwerpunkte:
  - Übertragungsmedium
  - Signalpegel für 0 und 1
  - Übertragungsgeschwindigkeit
  - Bidirektionale Übertragung?
  - Verbindungsaufbau und -abbau
  - Verbindungsstecker



**Signalübertragung**

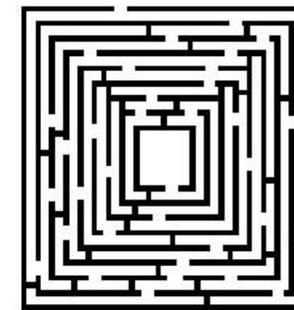
# OSI: Sicherungsschicht (Data Link Layer)

- Aufgabe:
  - Datensicherung durch Code-redundanz und Quittungs-mechanismen bei erkannten Fehlern
- Schwerpunkte:
  - Datenrahmen (Frame)
  - Fehlererkennende Codierung
  - Fehlerkorrigierende Codierung
  - Wiederholung bei Fehlern
  - Quittierung bei korrekter Übertragung
  - Datenflusssteuerung



# OSI: Vermittlungsschicht (Network Layer)

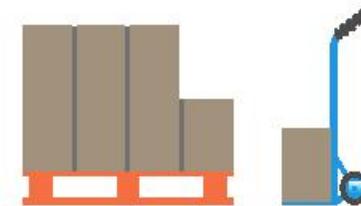
- Aufgabe:
  - Auswahl der Wege von der Quelle zur Senke
- Schwerpunkte:
  - Abhängig von der Netztopologie
  - Punkt-zu-Punkt Kanäle
  - Broadcast Kanäle
  - Adressierung
  - Koordinierung der zu übertragenden Datenpakete
  - Abrechnungsfunktion für die Inanspruchnahme der Übertragungskanäle



**Wegsuche**

# OSI: Transportschicht (Transport Layer)

- Aufgabe:
  - Datenaufbereitung für die Vermittlungsschicht
- Schwerpunkte:
  - Zerlegung der Daten in kleinere Übertragungseinheiten und Zusammensetzung auf der Empfangsseite
  - Übertragung großer Datenmengen über mehrere Kanäle
  - Zusammenlegung mehrere Transportverbindungen auf einer Netzverbindung
  - Aufbau und Abbau der Netzverbindung



**Kombinieren von Datenpaketen**

# OSI: Sitzungsschicht (Session Layer)

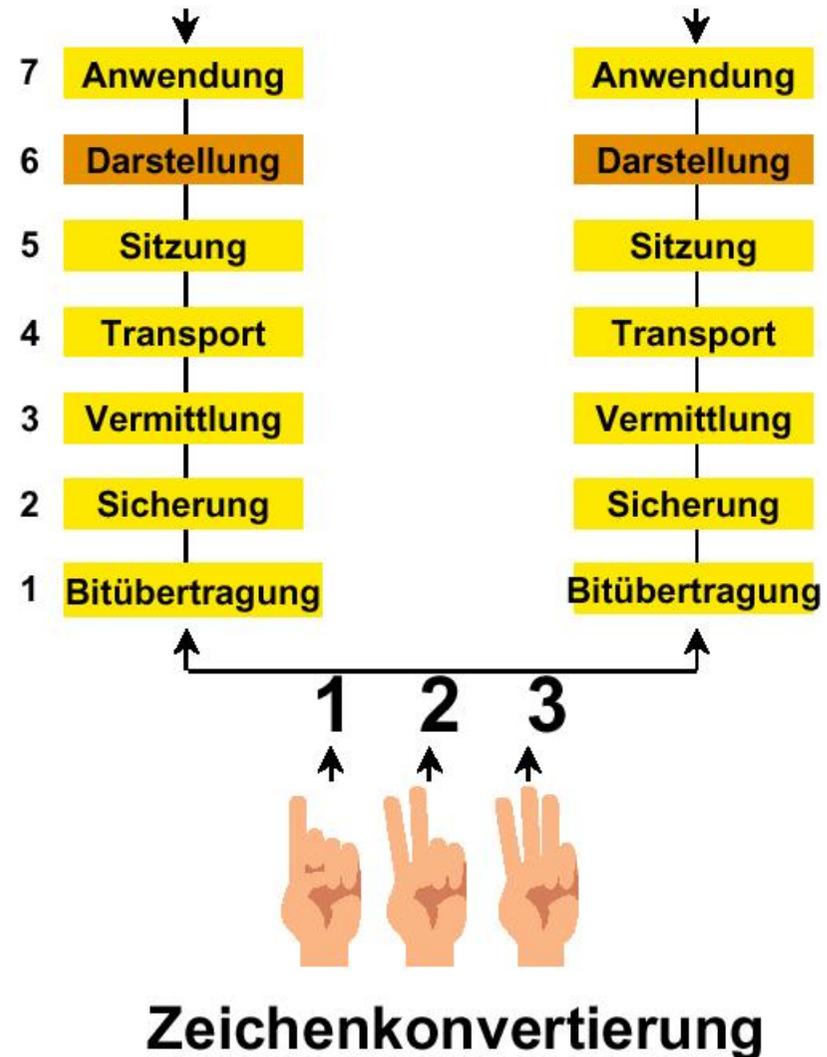
- Aufgabe:
  - Gehobene Dienste für die Datenkommunikation
- Schwerpunkte:
  - Verschaffen des Zugangs zu einem anderen Rechnersystem
  - Steuerung der Richtung beider Kommunikationsteilnehmer
  - Einbau von Synchronisations- und Wiederanlaufpunkten bei langen Übertragungen



**Sitzung**

# OSI: Darstellungsschicht (Presentation Layer)

- Aufgabe:
  - Umwandlung der Datenstruktur
- Schwerpunkte:
  - Konvertierung von Zeichensätzen
  - Konvertierung verschiedener Zahlendarstellungen
  - Konvertierung von Steuerzeichenfolgen für Terminals
  - Datenkompression zur Reduzierung der zu übertragenden Datenmenge
  - Kryptographie für Vertraulichkeit und Authentizität

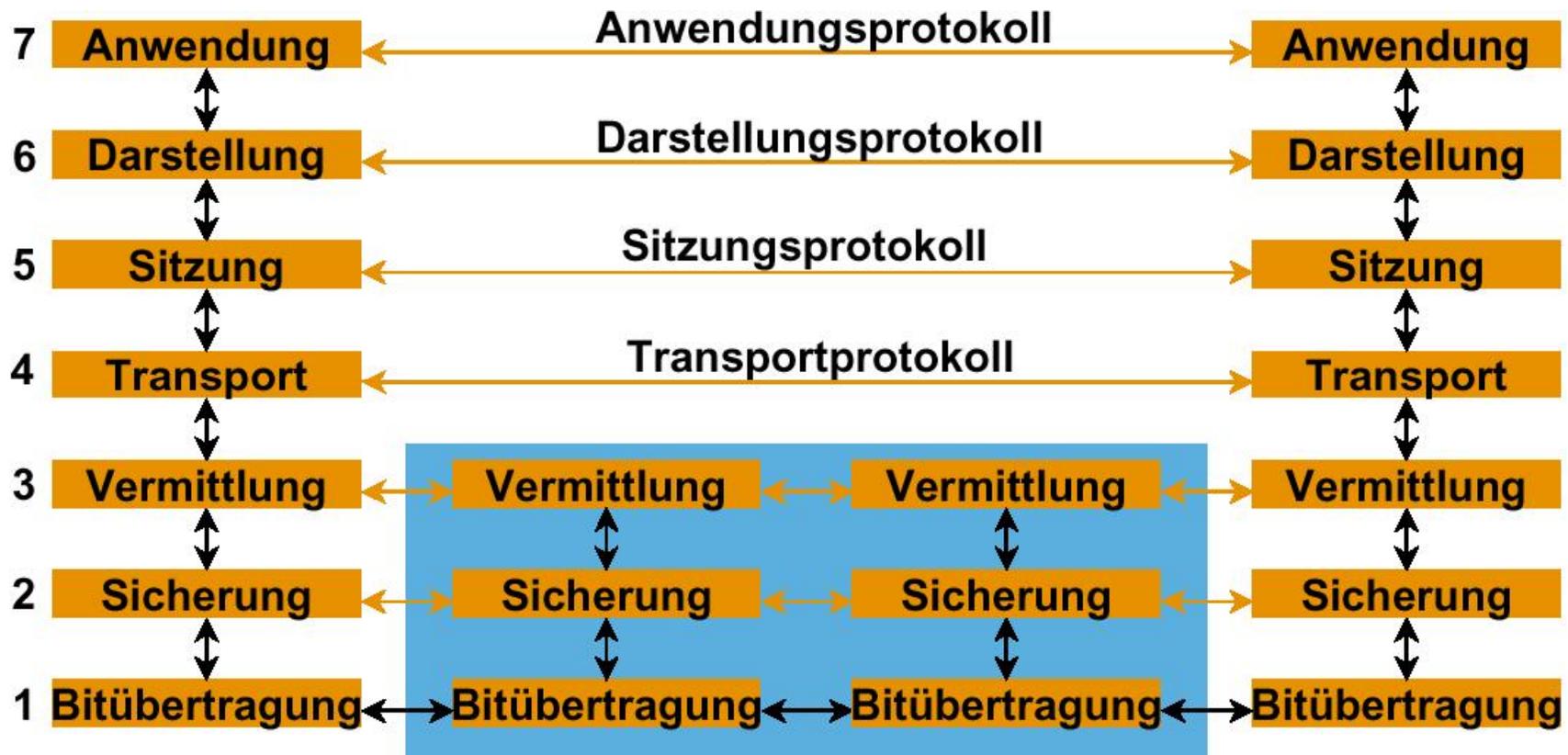


# OSI: Anwendungsschicht (Application Layer)

- Aufgabe:
  - Bereitstellung von Diensten für Endanwender
- Schwerpunkte:
  - Dateiübertragung und Verzeichnisverwaltung (Löschen, Umbenennen, ...)
  - Nachrichtenübertragungsdienste (z.B. email)
  - Auftragsüberwachung und -verwaltung

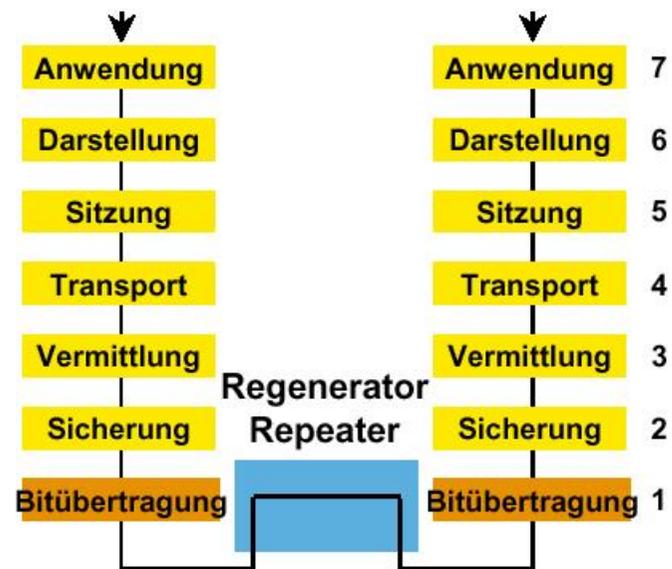


# Übergang zwischen verschiedenen Systemen



# ISO/OSI-Referenzmodell Buskomponenten

- Übersicht
  - Um einen durchgängigen Informationsfluss zwischen verschiedenen Teilsystem zu gewährleisten ist eine Kopplung von diesen Teilsystemen erforderlich.
- Repeater / Hub
  - Kopplung von Bussegmenten zur Busverlängerung oder Bildung besonderer Topologien
  - Repeater Funktionen:
    - Signalgenerierung und Potentialtrennung
    - Abtrennen gestörter Segmente
    - Weiterleiten von Kollisionen über die Segmentgrenze



# ISO/OSI-Referenzmodell Buskomponenten

## ■ Bridge / Switch

- Reichen Daten von der Quell- und Zieladresse gezielt vom Sender zum Empfänger weiter
- Filterung des Datenverkehrs anhand der Adressen
- Lokaler Datenverkehr bleibt lokal
- Es werden nur solche Datenpakete durchgelassen, die ihren Zielort auch auf diesem Wege erreichen können.

## ■ Bridges

- werden zur Verbindung von Subnetzen eingesetzt, die auf der Sicherungsschicht mit denselben Protokollen arbeiten. Die Übertragungsmedien und das Buszugriffsverfahren der zu koppelnden Subnetze können verschieden sein.

# ISO/OSI-Referenzmodell Buskomponenten

---

## ■ Switches

### ■ 2-Ebenen-Netzwerk:

Die unterlagerte Ebene besteht aus mehreren Netzsegmenten, die je eine Kollisionsdomäne bilden. Jedes Netzsegment führt auf einen Port des Switches. Die überlagerte Ebene ist der sog. Backbone, der mehrere Switches verbinden kann.

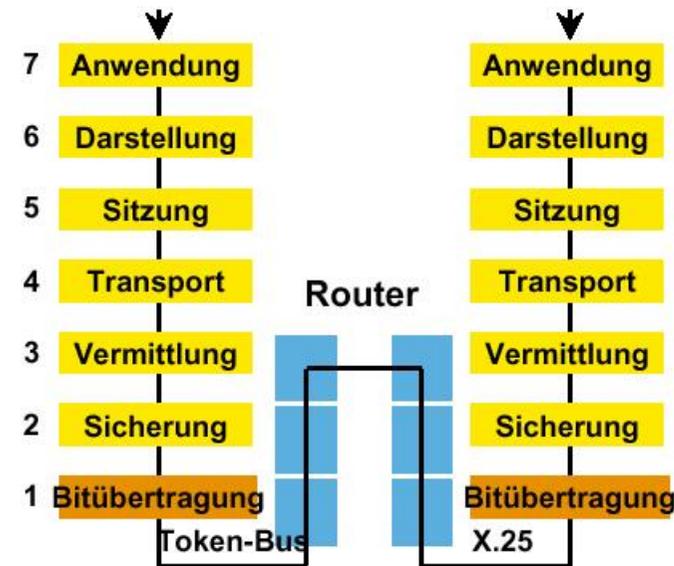
### ■ Kollisionsfreies Ethernet-Netz:

Die Datenendgeräte werden direkt an die Ports eines Switches angeschlossen.

# ISO/OSI-Referenzmodell Buskomponenten

## ■ Router

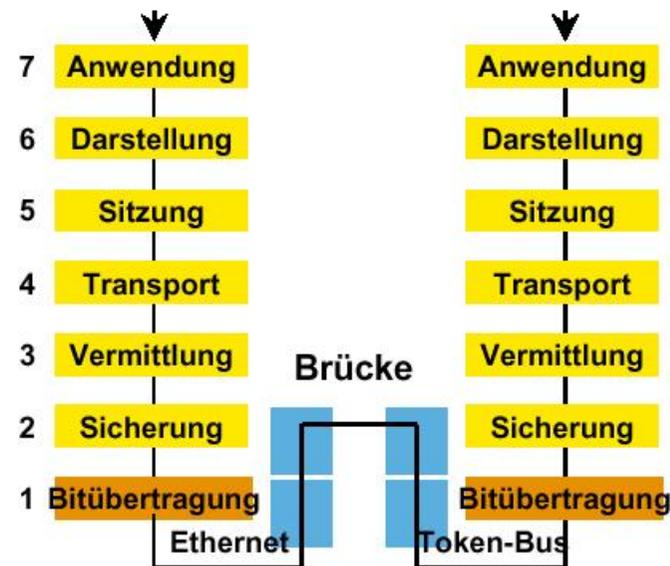
- Dienen zur Verbindung von Subnetzen (LANs, WANs , ...) die sich in den Schichten 1 und 2 unterscheiden
- Routing ist die Wegsteuerung von Nachrichten durch das Netz
- Router arbeiten protokollspezifisch auf der Schicht 3
- Multiprotokoll-Router sind dabei nicht auf ein einziges Schicht 3 Protokoll festgelegt
- Router-Adressen-Tabellen:  
Die Tabelle muss so aufgebaut sein, dass der Router aus der IP-Zieladresse im Datenpaket seine Entscheidung treffen kann. Dazu gehört:
  - IP-Zielsubnetz-Adressen
  - IP-Adresse und zugehörige MAC-Adresse des nächsten Netzknötens
  - Default-Adresse für „unlösbare“ Fälle
- Router übermitteln keine Broadcast-Nachrichten



# ISO/OSI-Referenzmodell Buskomponenten

## ■ Gateway

- Kopplung von Subnetzen mit unterschiedlicher Protokoll-Architektur
- Verbindung von zwei beliebigen, d.h. sich in allen Schichten unterscheidenden Subnetzen wird dadurch möglich



# MAC & IP Adresse

---

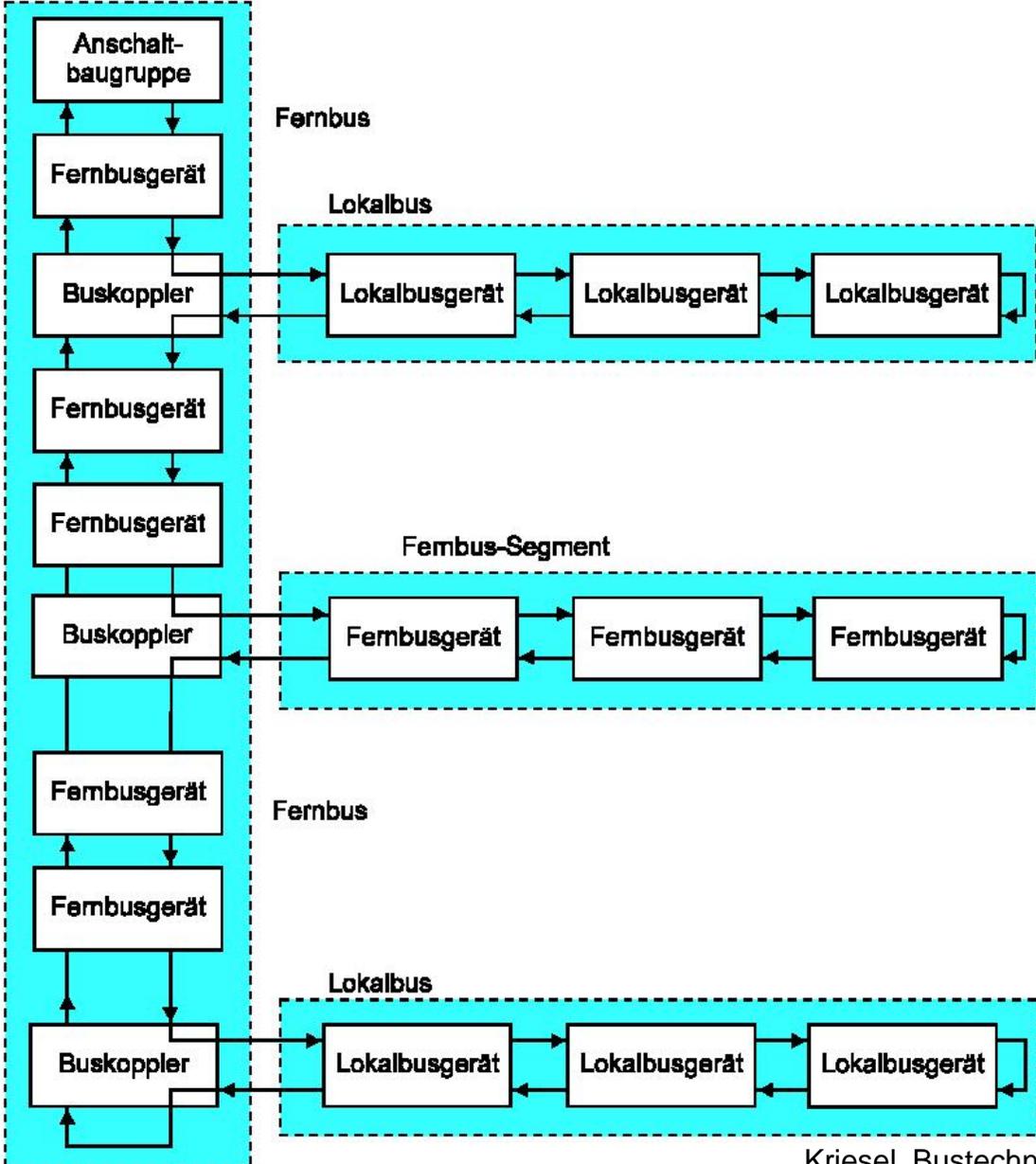
- MAC (Media Access Control)
  - Weltweit eindeutige physikalische Adresse eines Endgerätes
  - Adressformat nach IEEE 802.1 (6-Byte): 08 00 06 11 22 33
  - Unter der Adresse FF FF FF FF FF FF werden alle Netzwerkkarten im lokalen Netz angesprochen (Broadcast)
- IP (Internet Protocoll)
  - Logische Adressen
  - Adressformat 4 Byte: 130.80.45.120
  - Über die Subnetmaske findet eine Unterteilung in Netzwerkteil und Hostteil statt (UND-Verknüpfung)

# Feldbusse

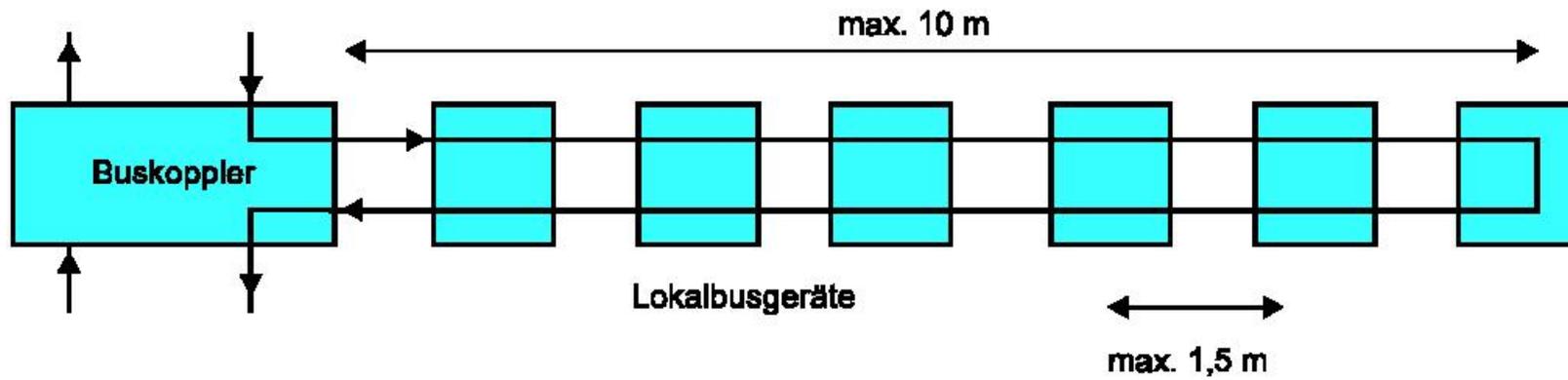
---

- IEC 61158
  - Interbus
  - Profibus
  - Foundation Fieldbus
  - Control-Net
  - P-Net
  - High-Speed Ethernet
  - Swiftnet
  - World-FIP

# Struktur des Interbus

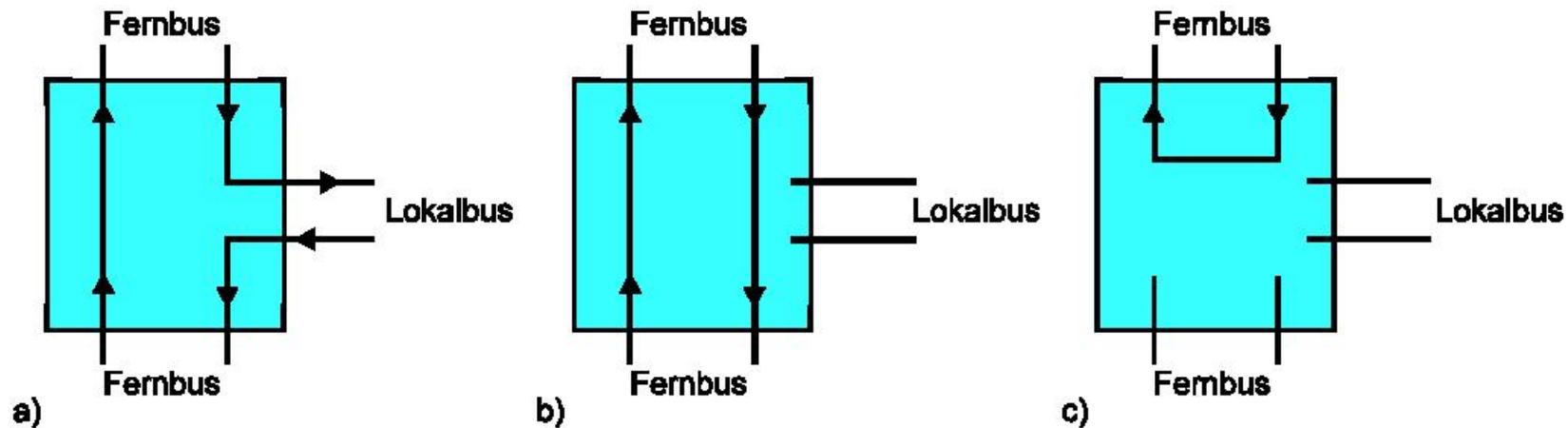


# Ausdehnung eines Lokalbusses

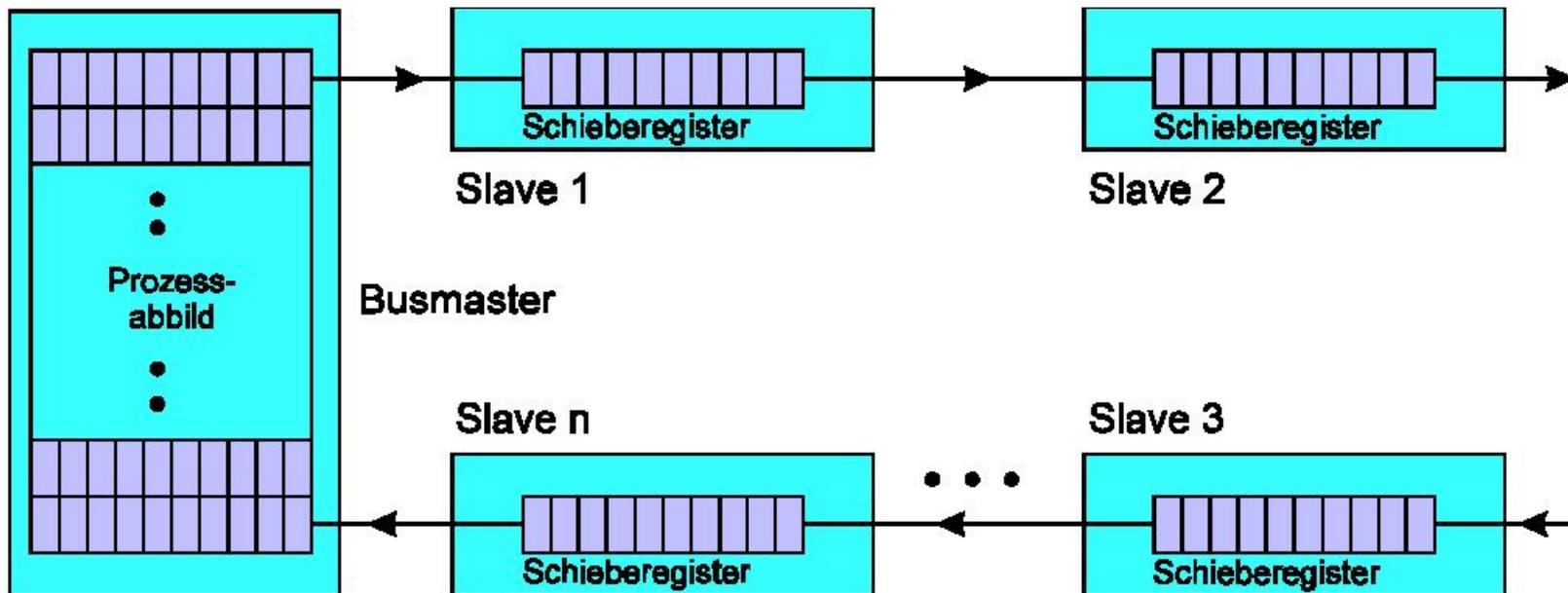


# Konfigurationsmöglichkeiten der Buskoppler

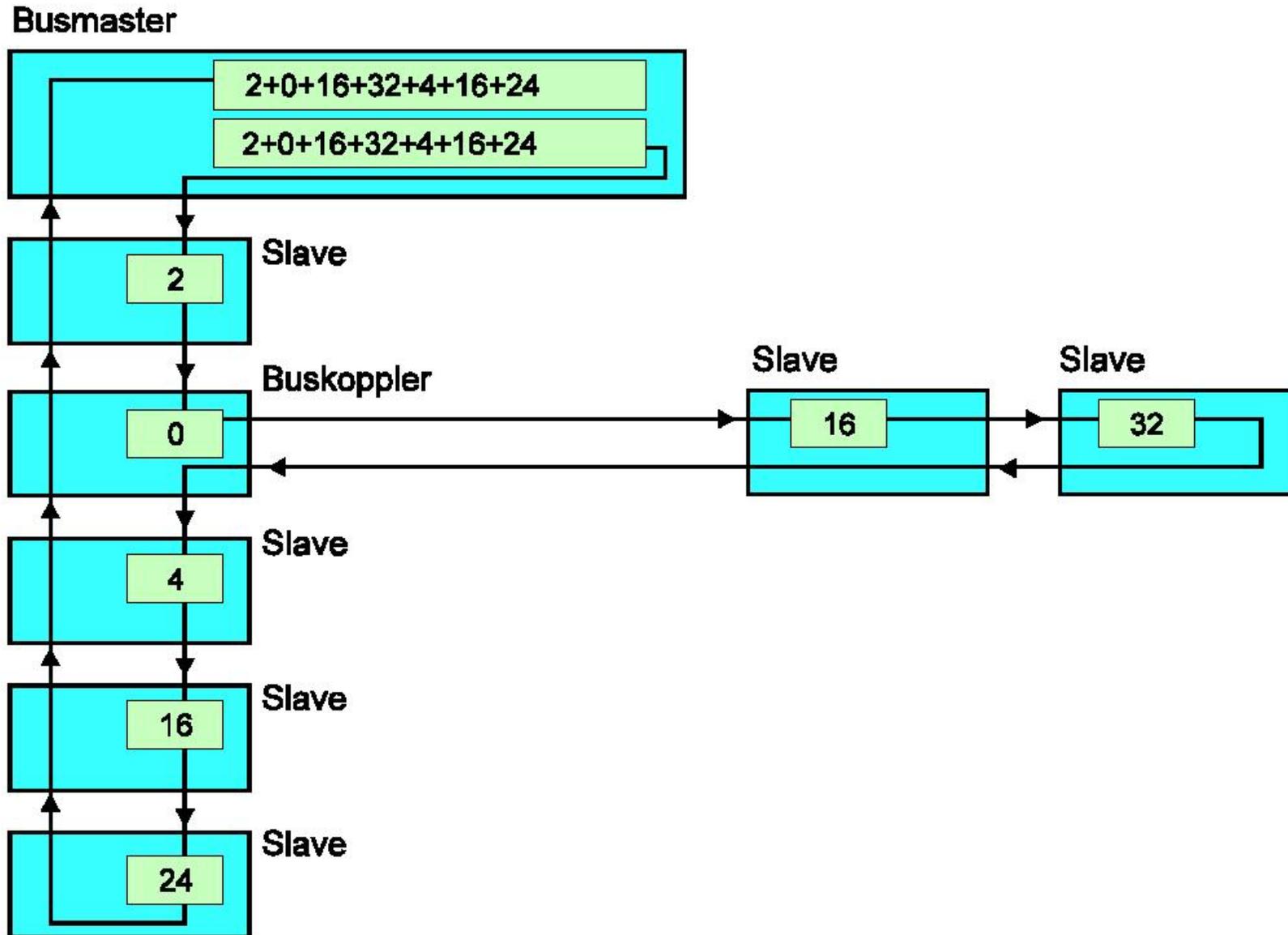
- a) Lokalbus- und Fernbusschnittstelle eingeschaltet
- b) Lokalbusschnittstelle ausgeschaltet
- c) Lokalbus- und Fernbusschnittstelle ausgeschaltet



# Datenfluss beim Interbus

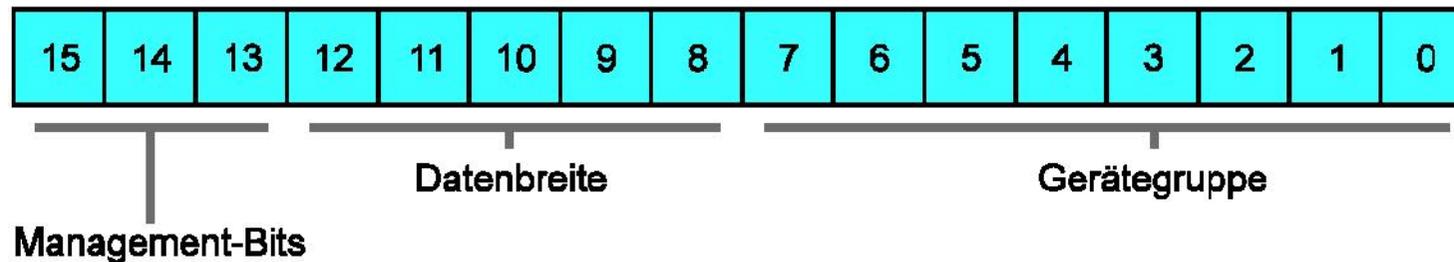


# Datenaustausch beim Interbus



# Identifikationscode und Datenzyklus

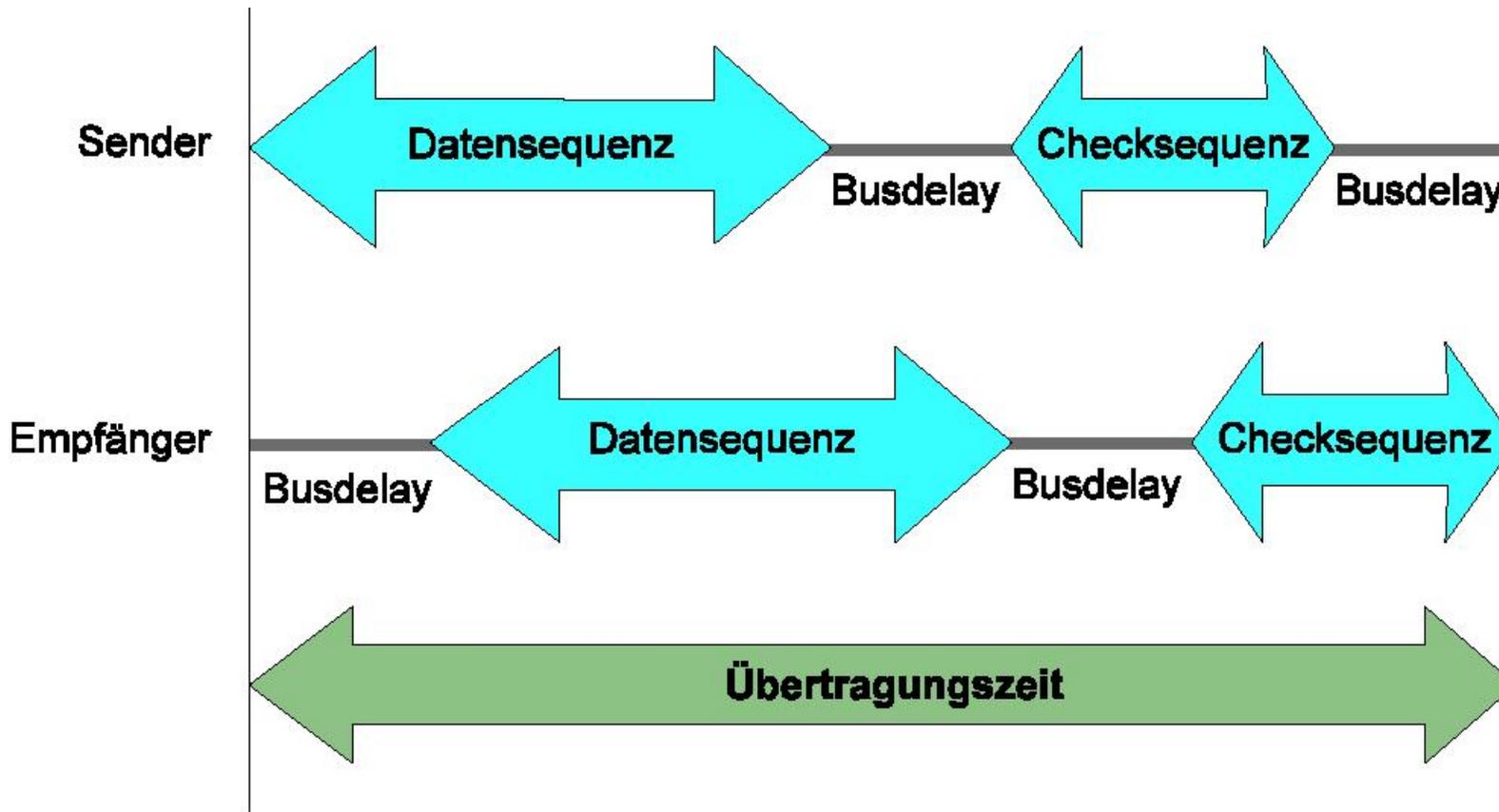
- Aufbau eines Identifikationscodes



- Nachricht im Datenzyklus

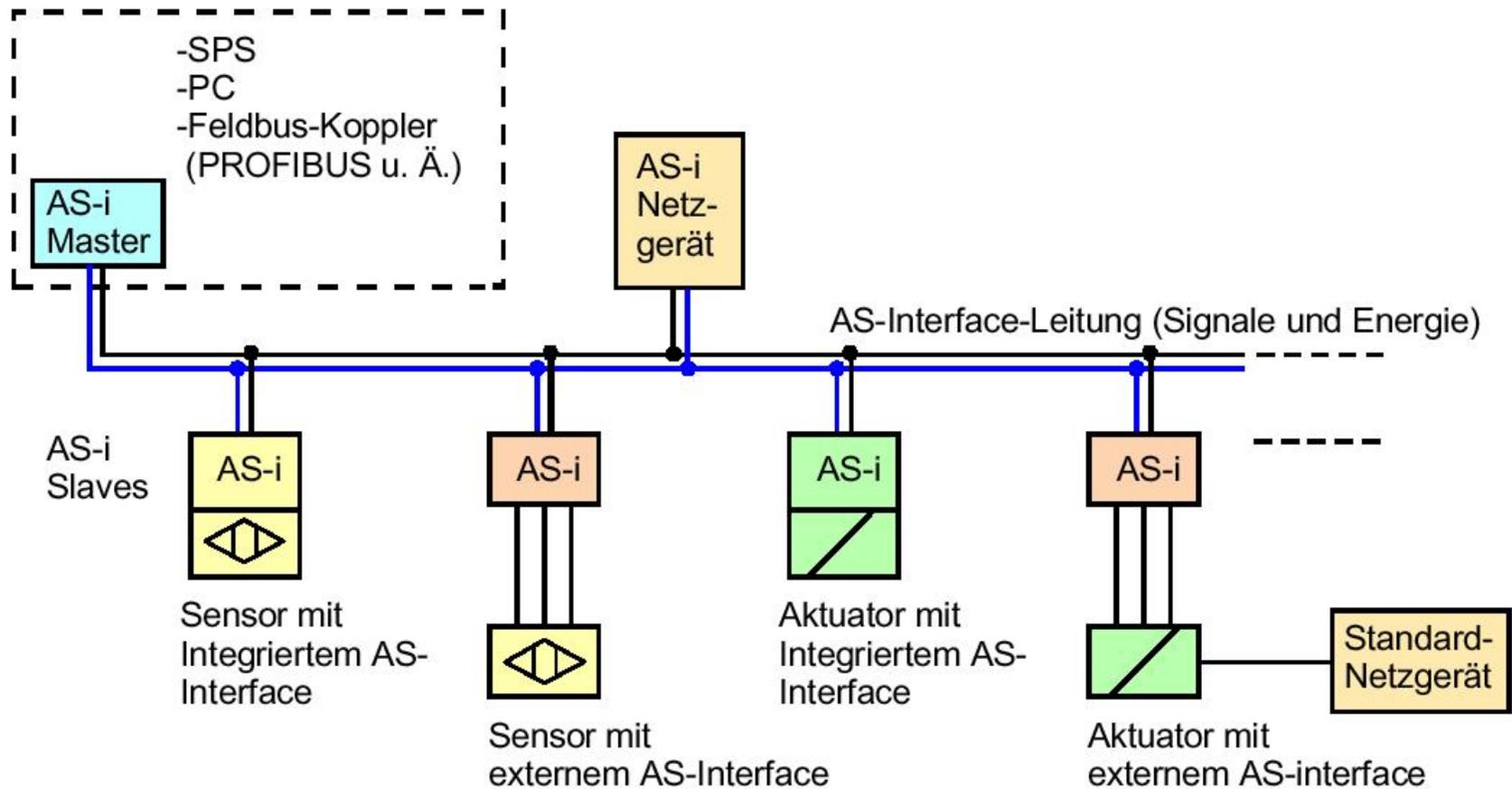


# Übertragungszeiten bei Interbus



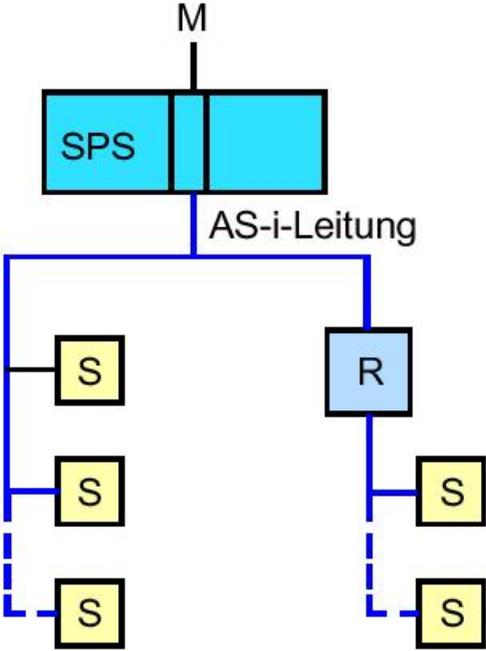
# AS-Interface Systems

## ■ Master mit Slave-Varianten

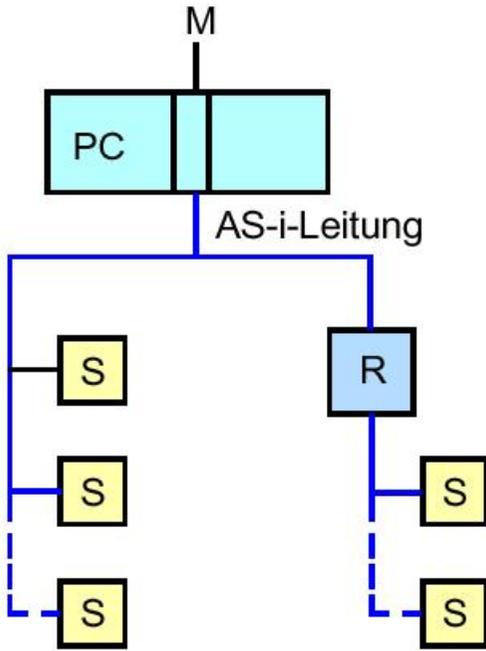


# Grundvarianten des AS-Interface Systems

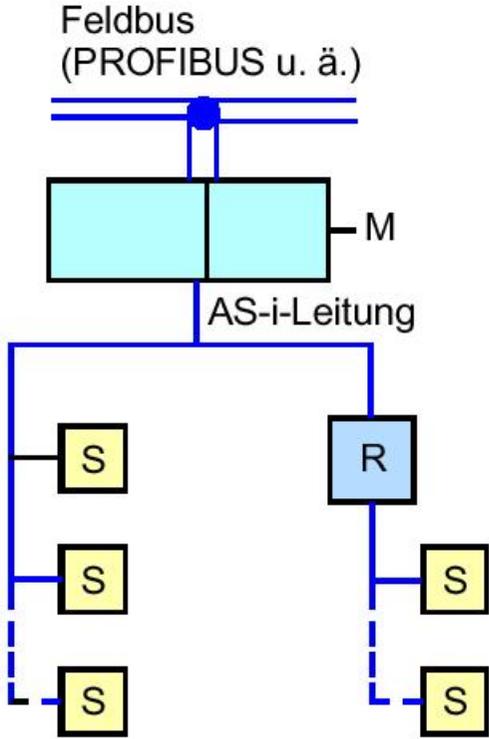
- Kopplung mit SPS



- Kopplung mit Industrie-PC

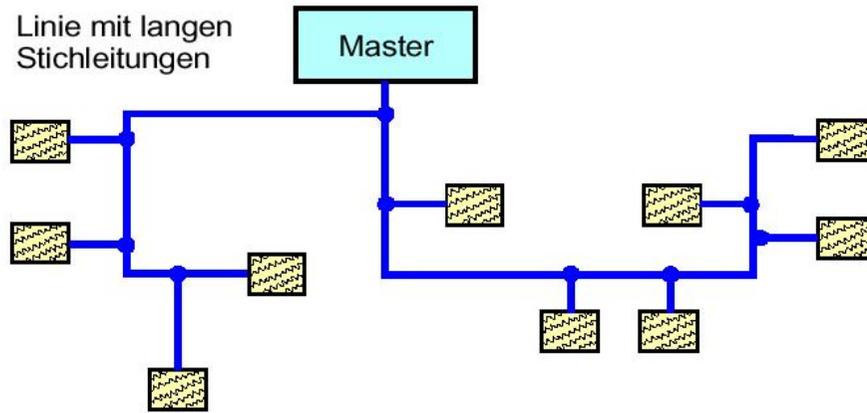


- Kopplung mit Feldbus

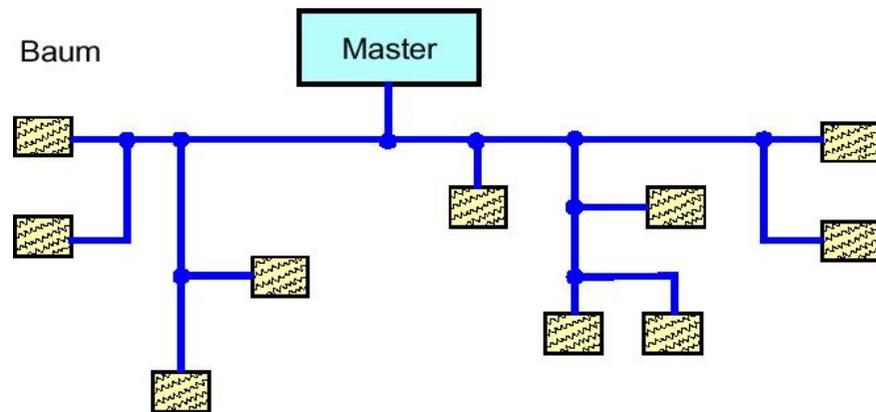


# Topologien des AS-Interface Systems

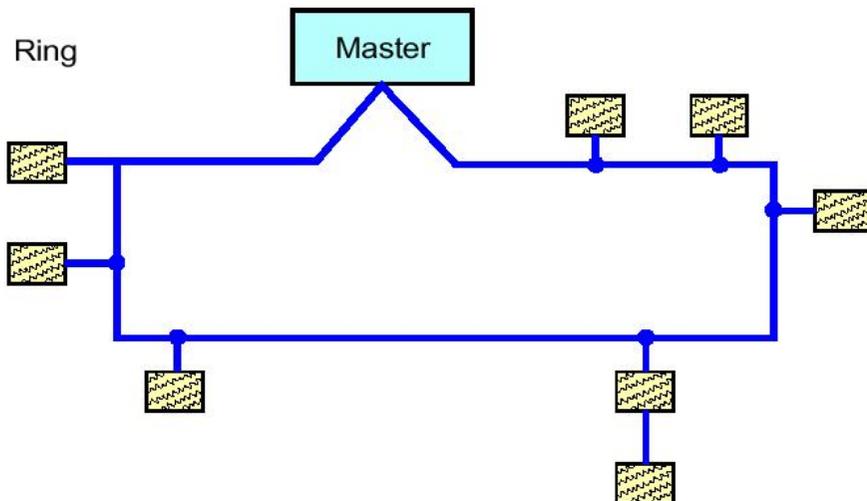
Linie mit langen  
Stichleitungen



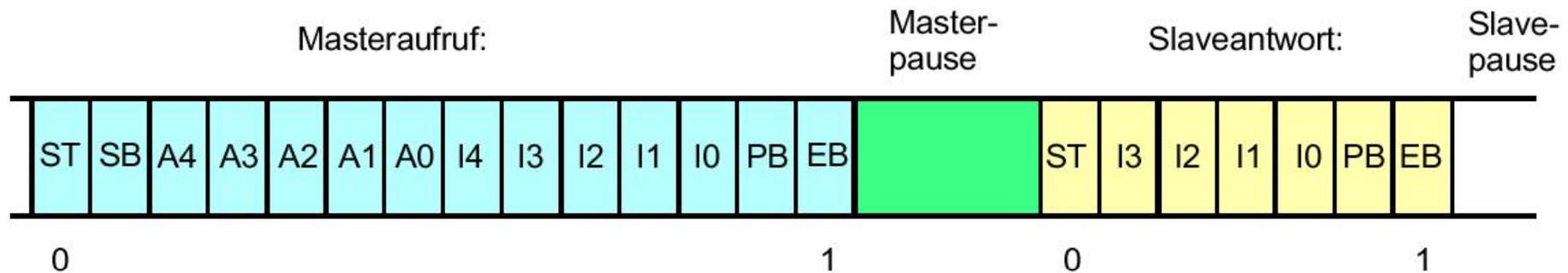
Baum



Ring

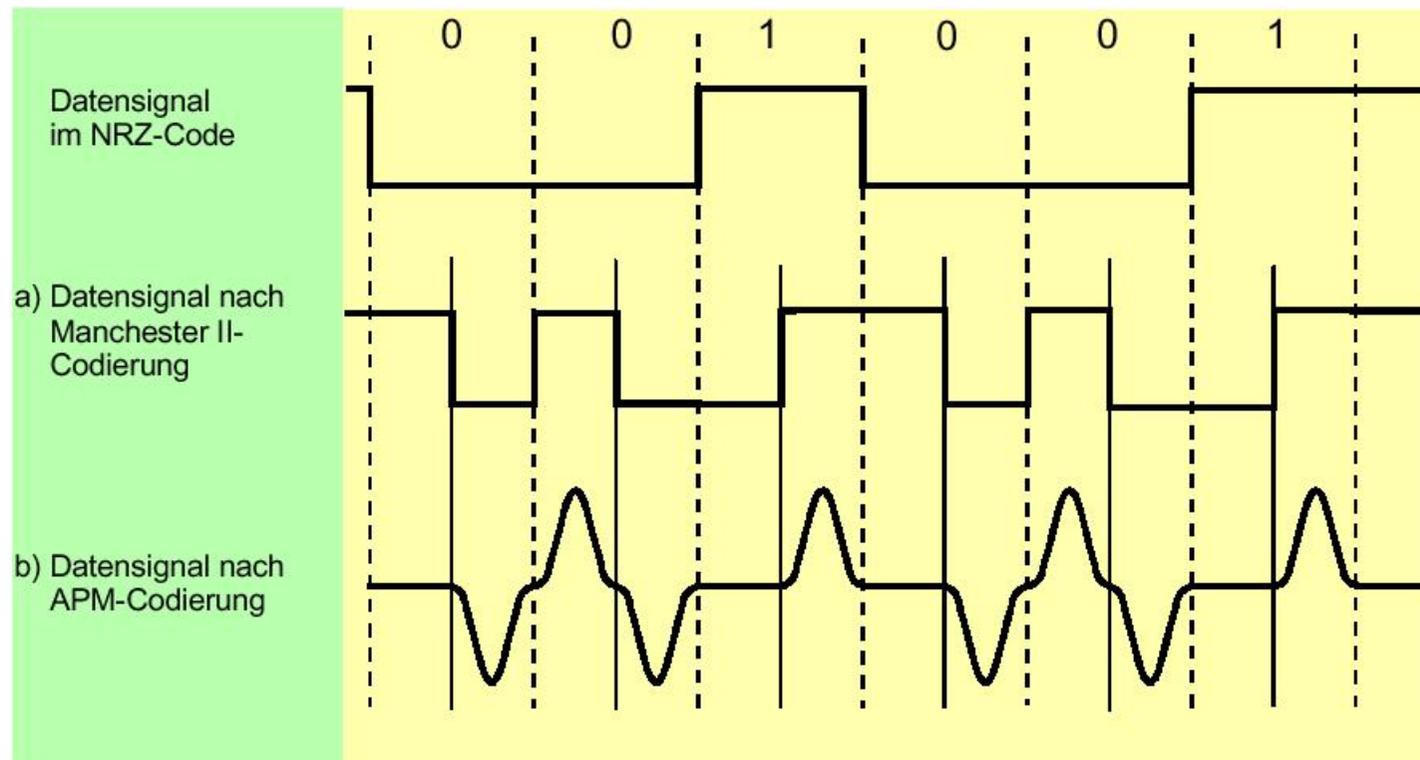


# Struktur AS-Interface Protokoll

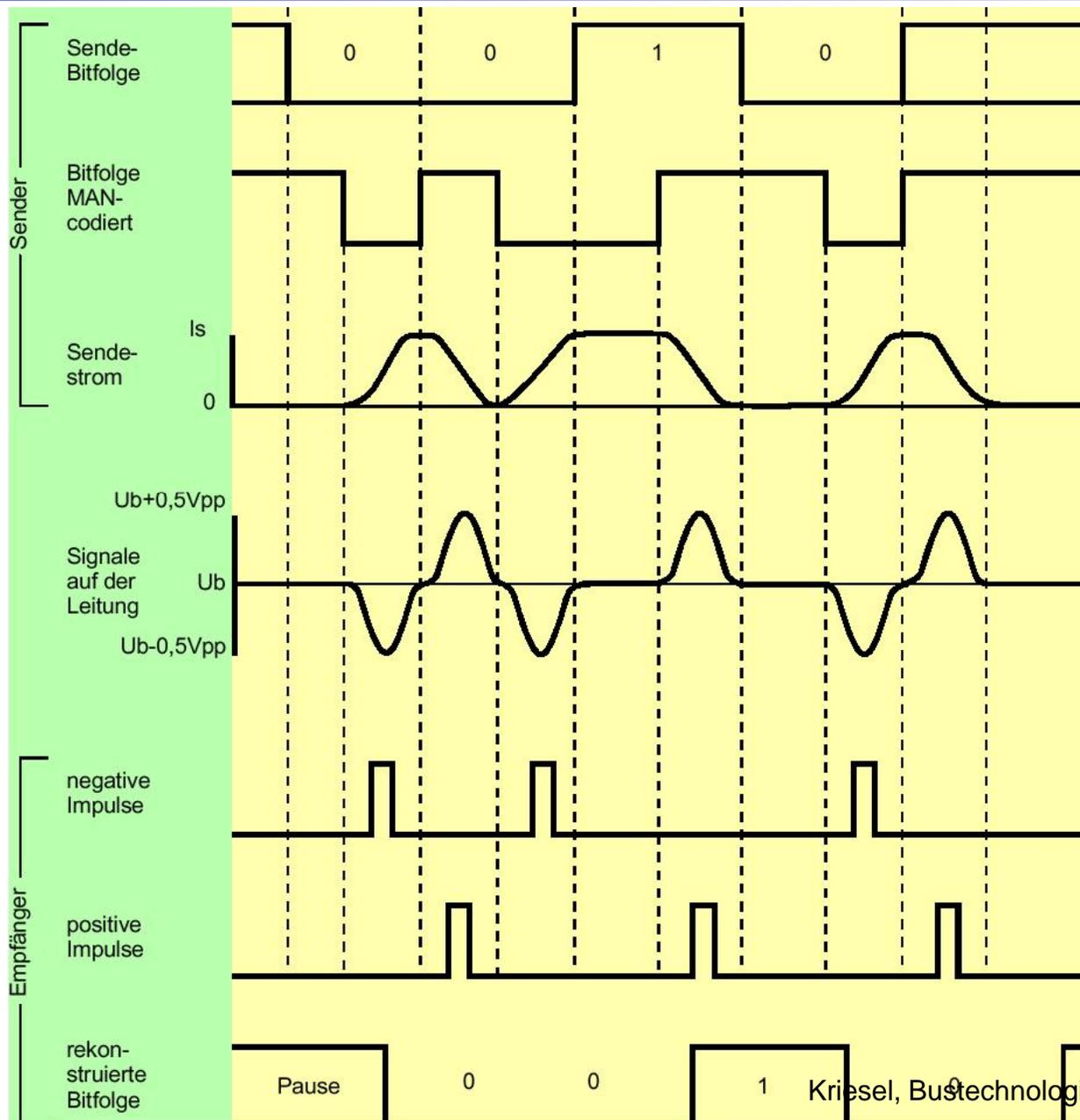


- ST Startbit
- SB Steuerbit
- A4...A0 Adresse des Slaves (5 bit)
- I4...I0 Informationsteil von Master an Slave (5 bit)  
und von Slave an Master (4 bit)
- PB Paritätsbit
- EB Endebit

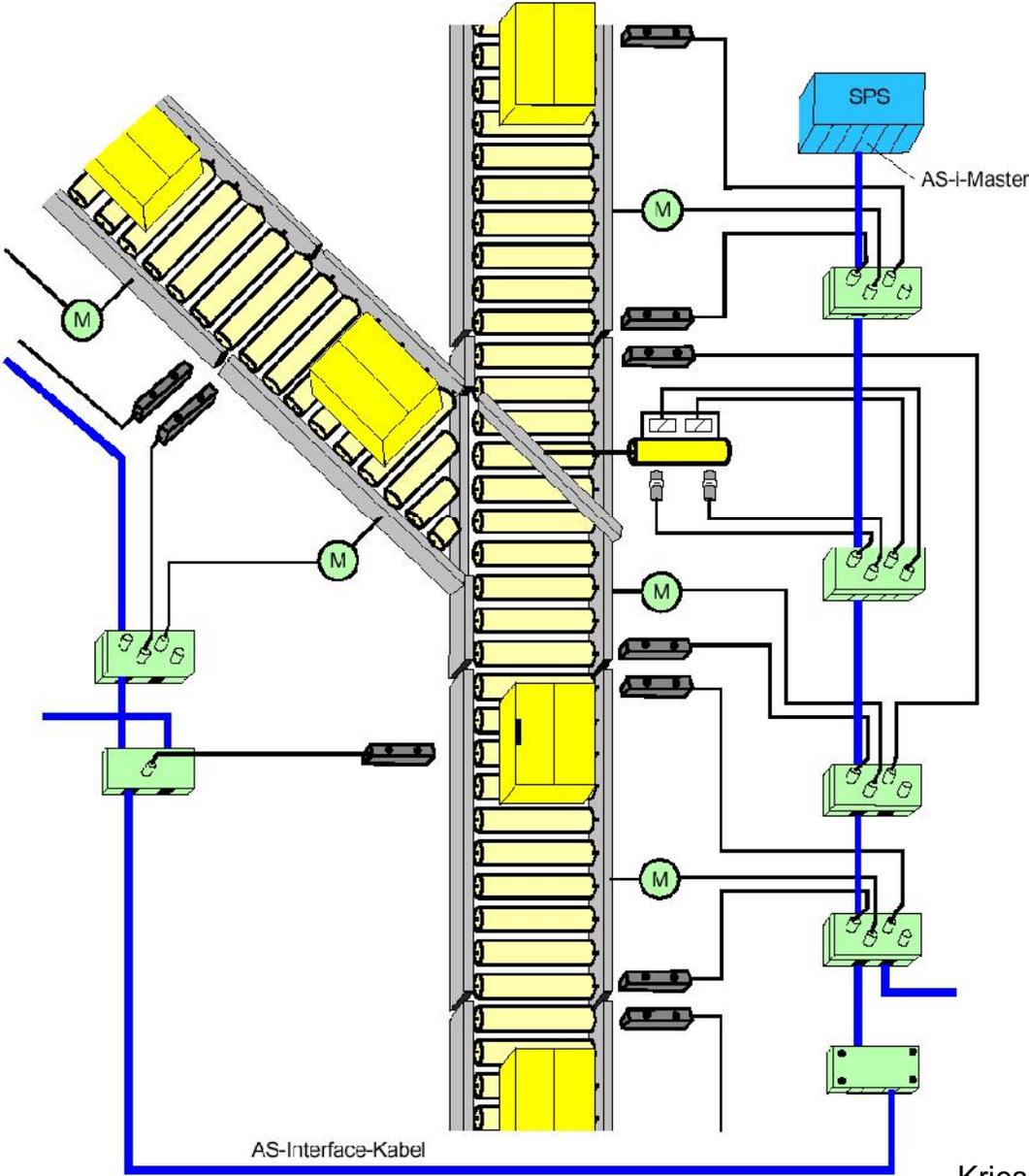
# Spezielle Codierung im AS-Interface



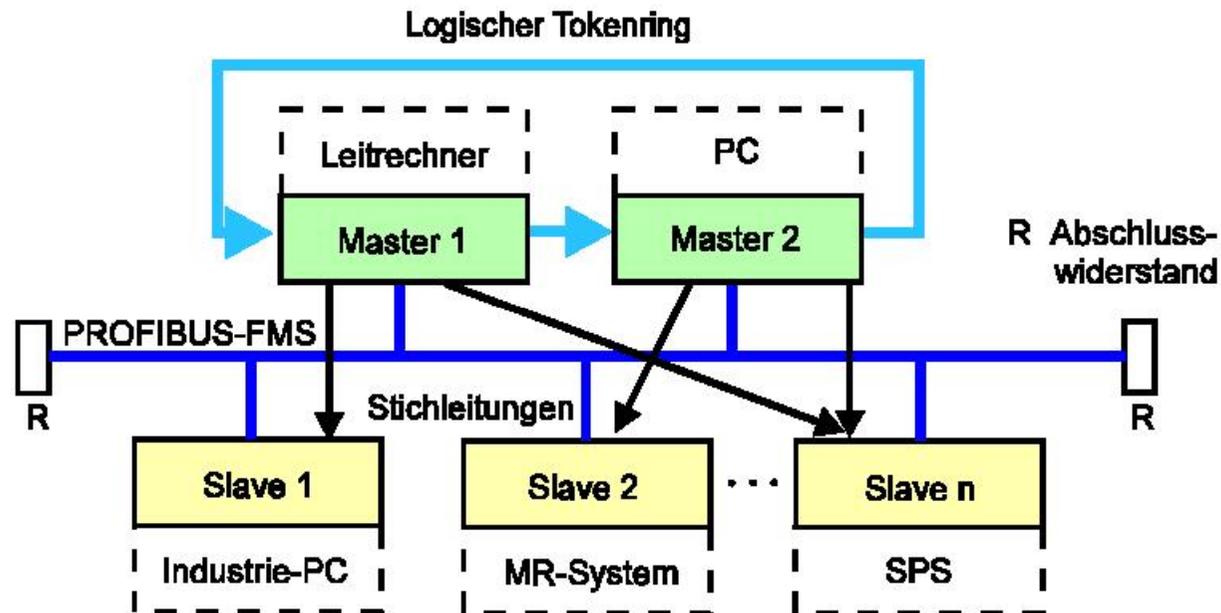
# Alternierende Puls-Modulation (APM)



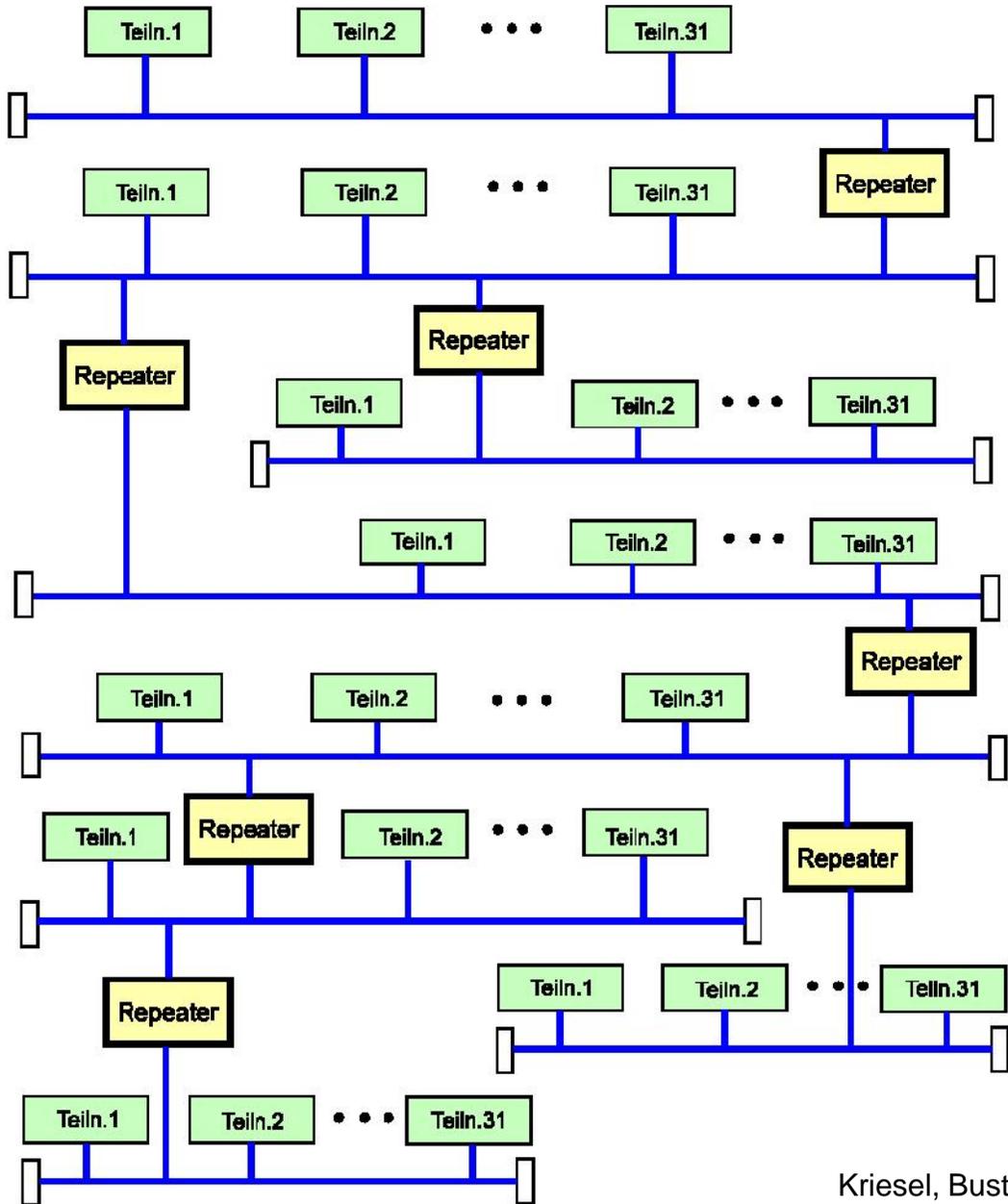
# Beispiel AS-Interface



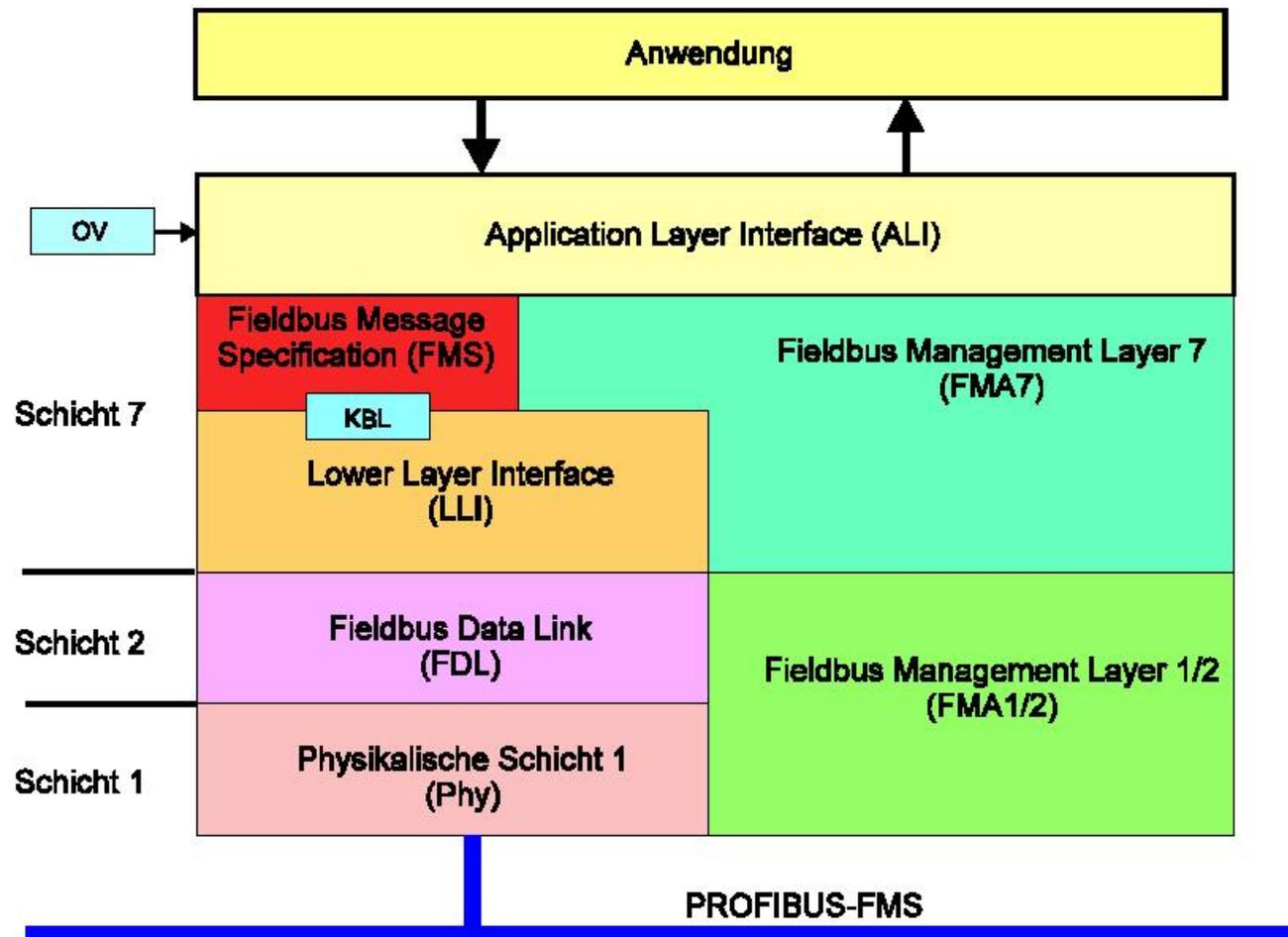
# Topology Profibus-FMS (Field Message Specification)



# Profibus-Baum durch zusätzliche Repeater



# Architektur des Profibus-FMS



# Telegramm Daten für Profibus-FMS

Format mit fester Länge ohne Datenfeld:



Format mit fester Länge und Datenfeld:



Format mit variabler Länge:



Token-Telegramm:



Kurzbestätigung:

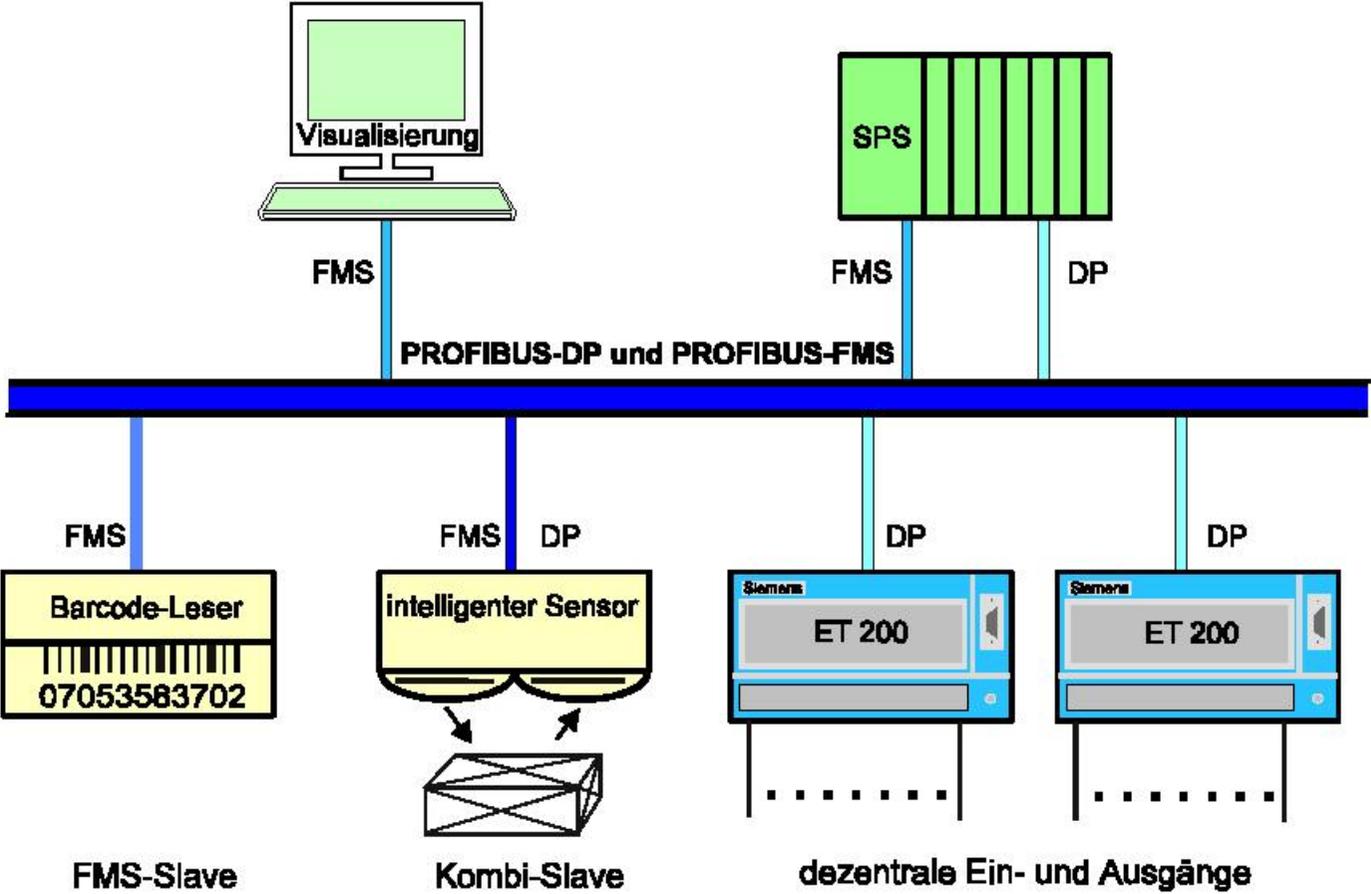


UART-Zeichen:

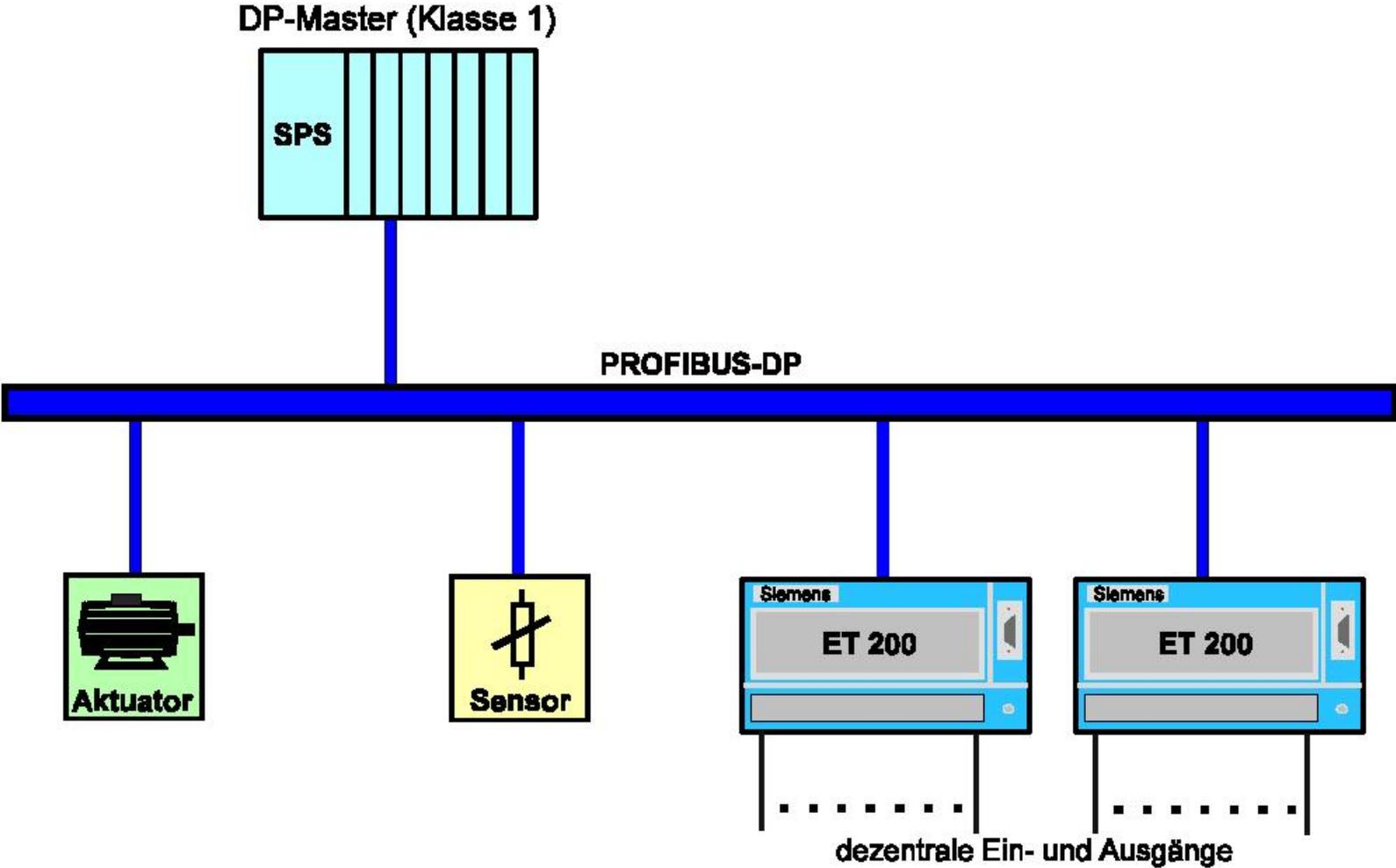


SC	Single Character	FC	Funktionscode	START	Startbit
SD1...4	Start-Delimiter	DATA	Datenbytes	D7...D0	Datenbits
LE	Längenbyte	FCS	Frame Check Sequenz	PAR	Parität
LEr	Längenbyte-Wiederholung	ED	Ende-Delimiter	STOP	Stopbit
DA	Zieladresse	SA	Quelladresse		

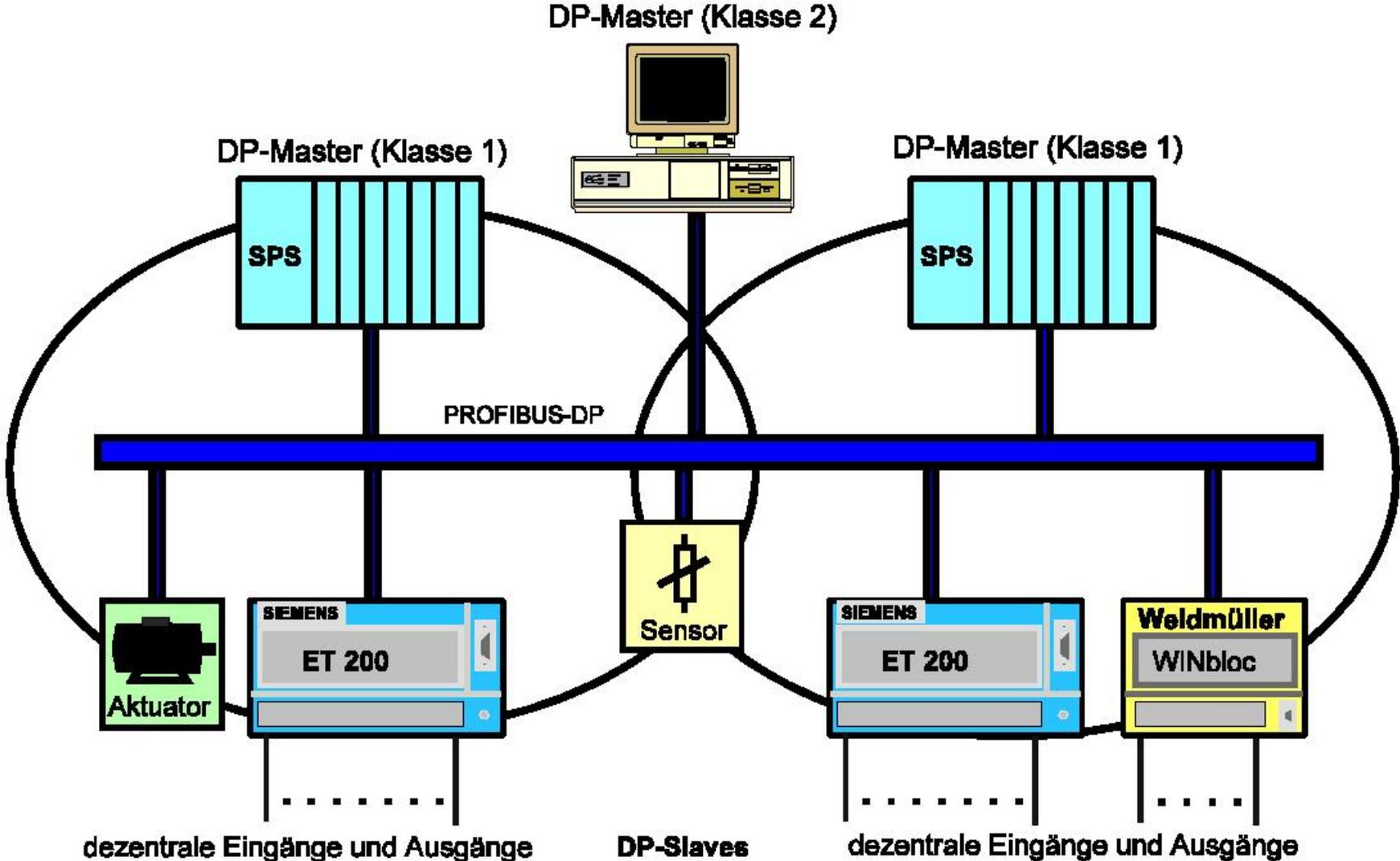
# Profibus-DP (Dezentrale Peripherie) Mischsystem



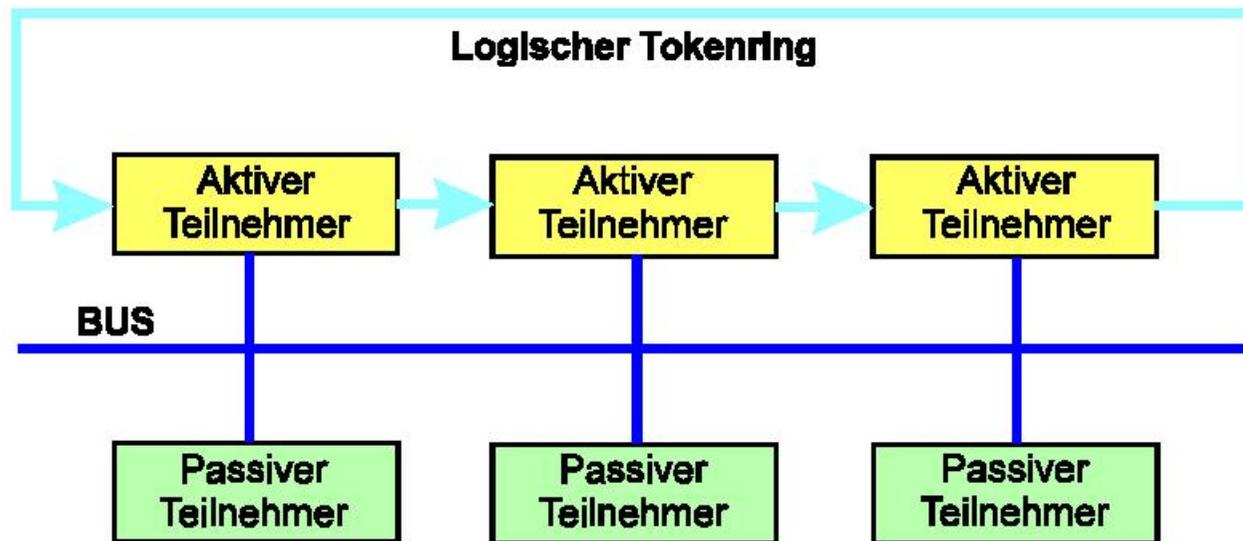
# Profibus DP Mono-Master System



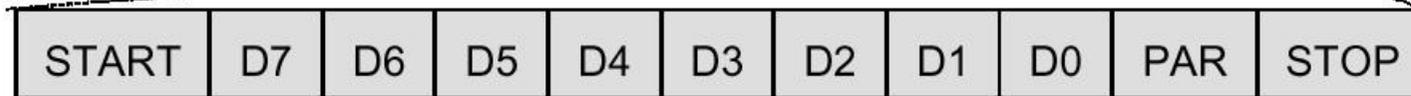
# Profibus DP Mult-Master System



# Buszugriffsverfahren Token Passing

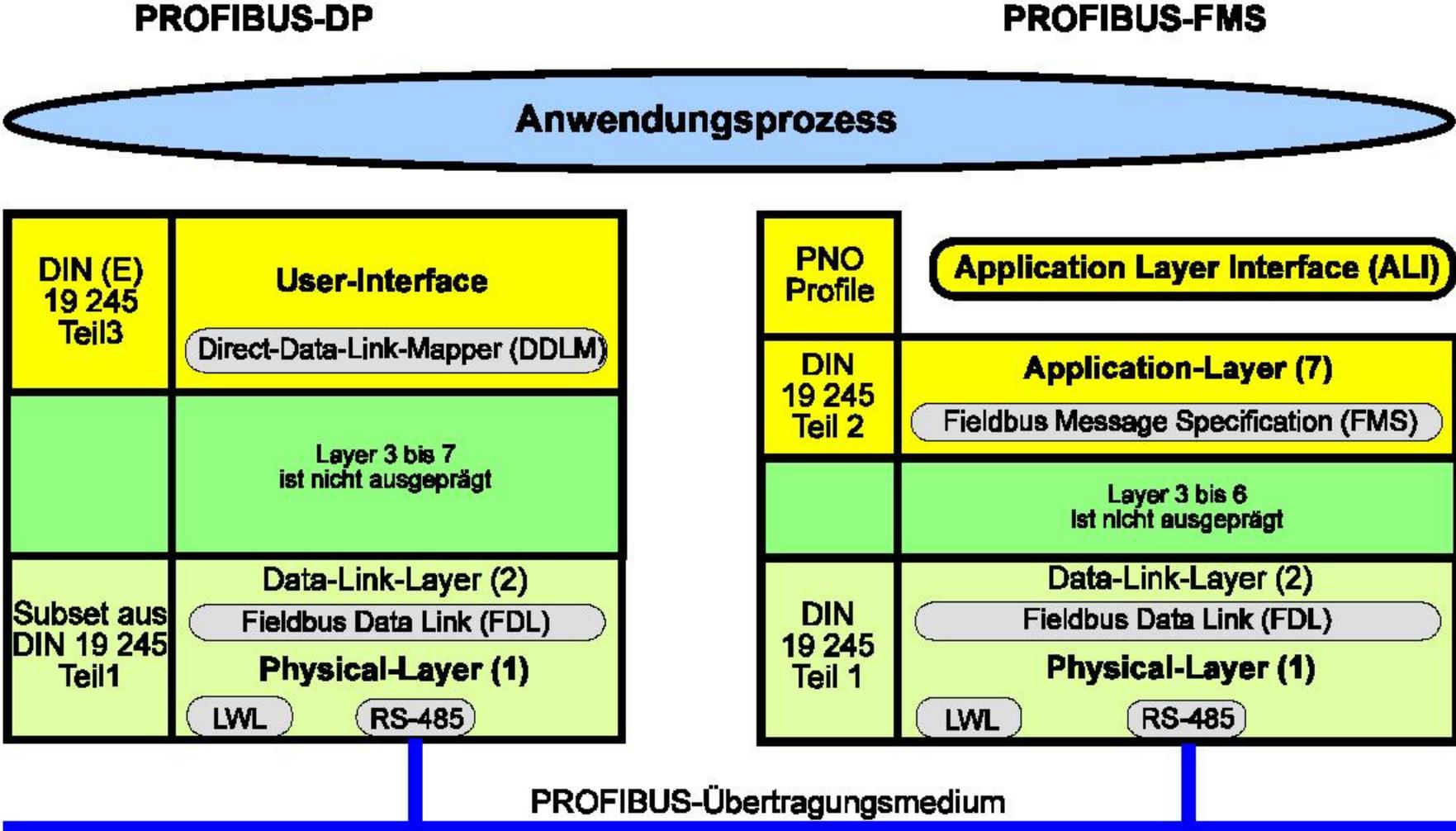


# Datenprotokoll des Profibus DP

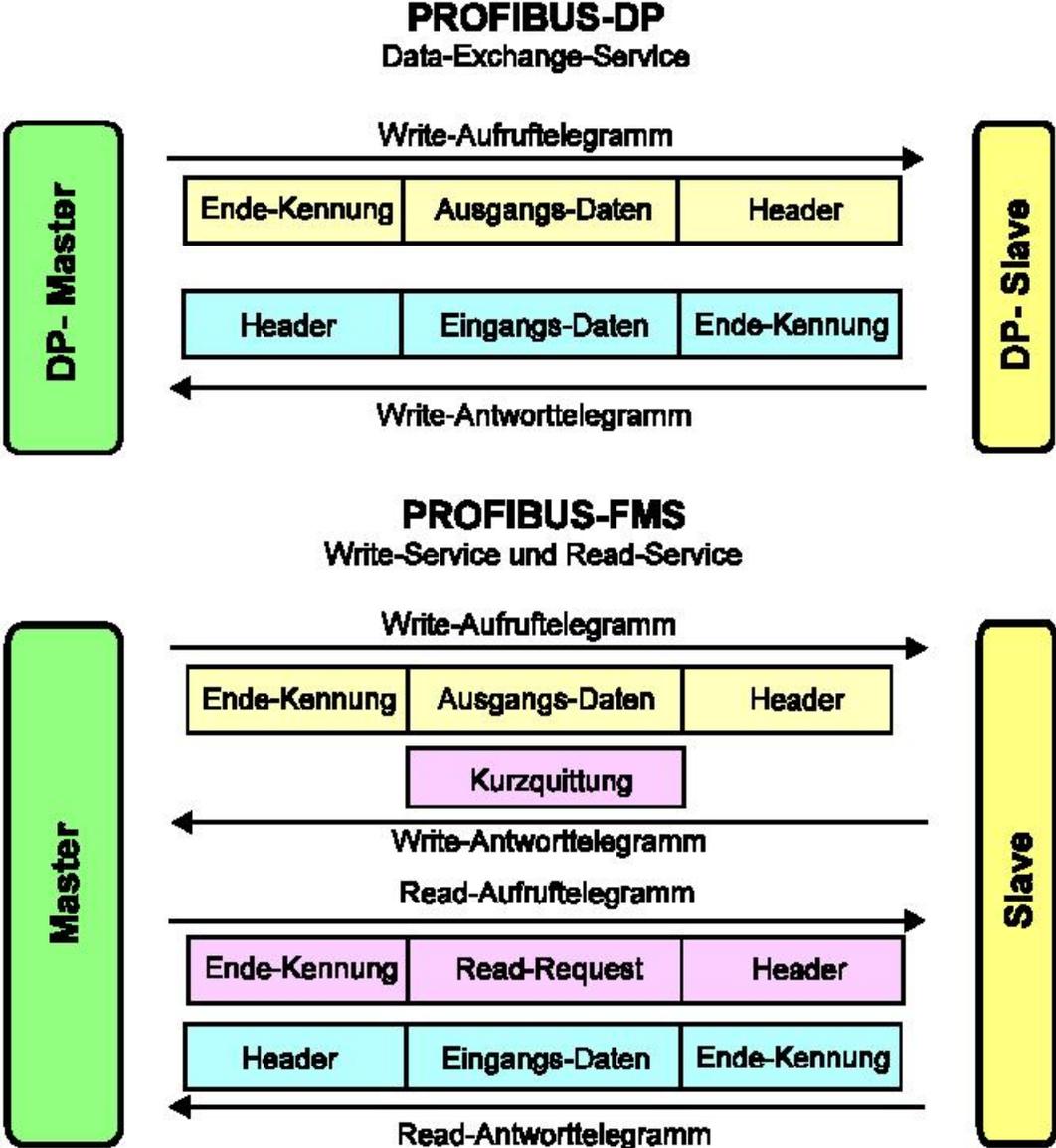


SYN	Busruhe	FC	Funktionscode	START	Startbit
SD2	Start-Delimiter 2	DAT	Datenbits	D7...D0	Datenbits
LE	Längenbyte	FCS	Quersumme	PAR	Parität
LEr	Längenbyte-Wiederholung	ED	Ende-Delimiter	STOP	Stopbit
DA	Zieladresse	TR	Mindestverzögerung	DSAP	Destination Service Access Point
SA	Quelladresse		(8 bit-Zeiten)	SSAP	Source Service Access Point

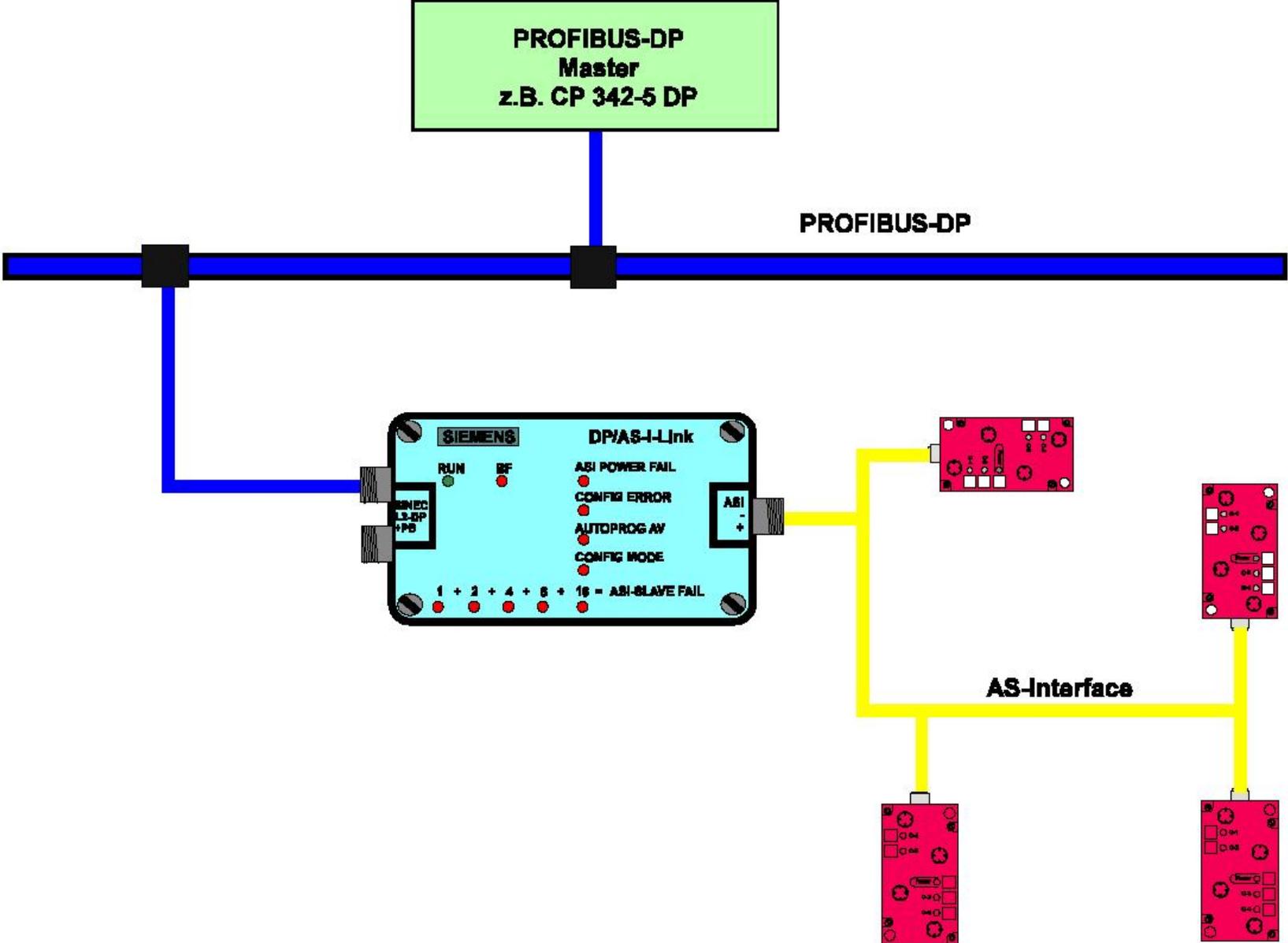
# Protokollarchitektur Profibus DP / FMS



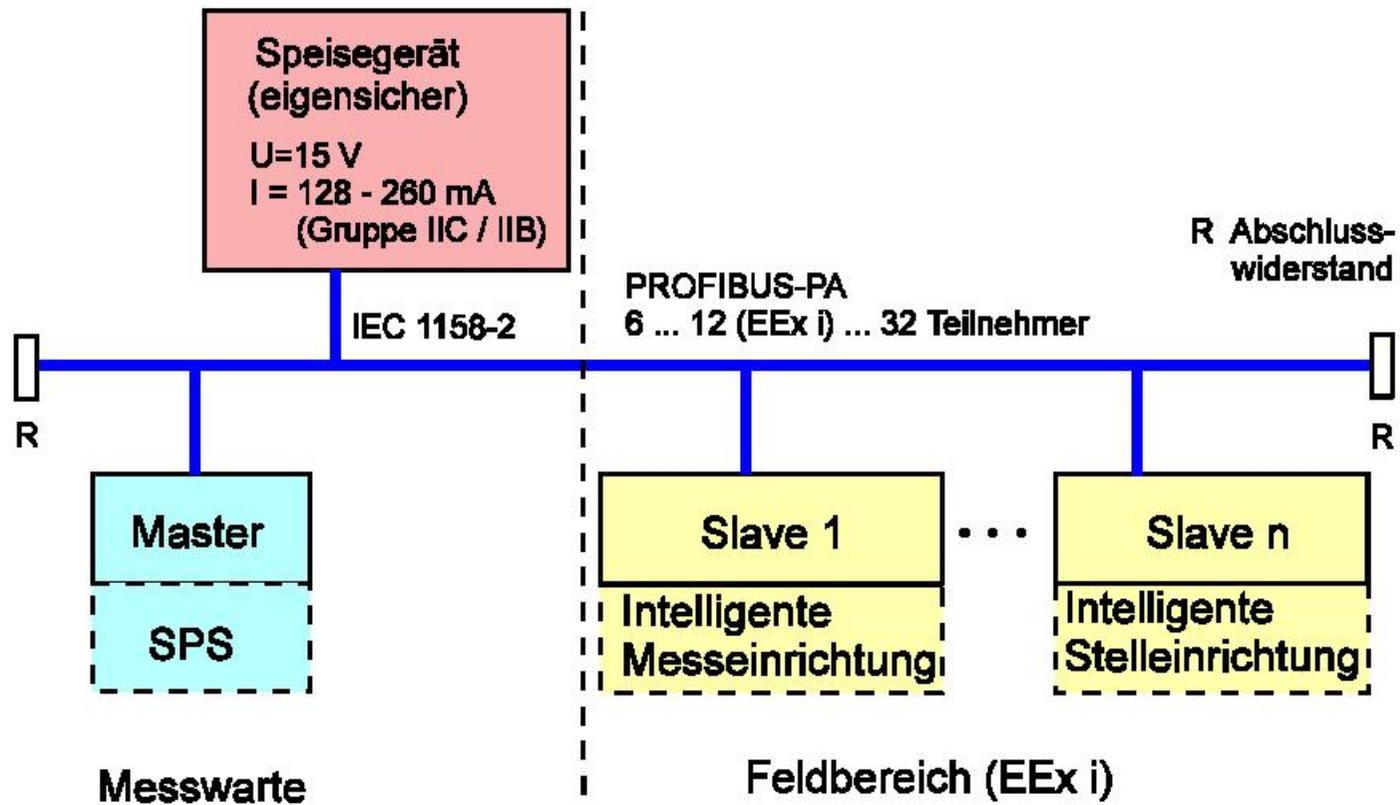
# Nachrichtenzyklen Profibus DP / FMS



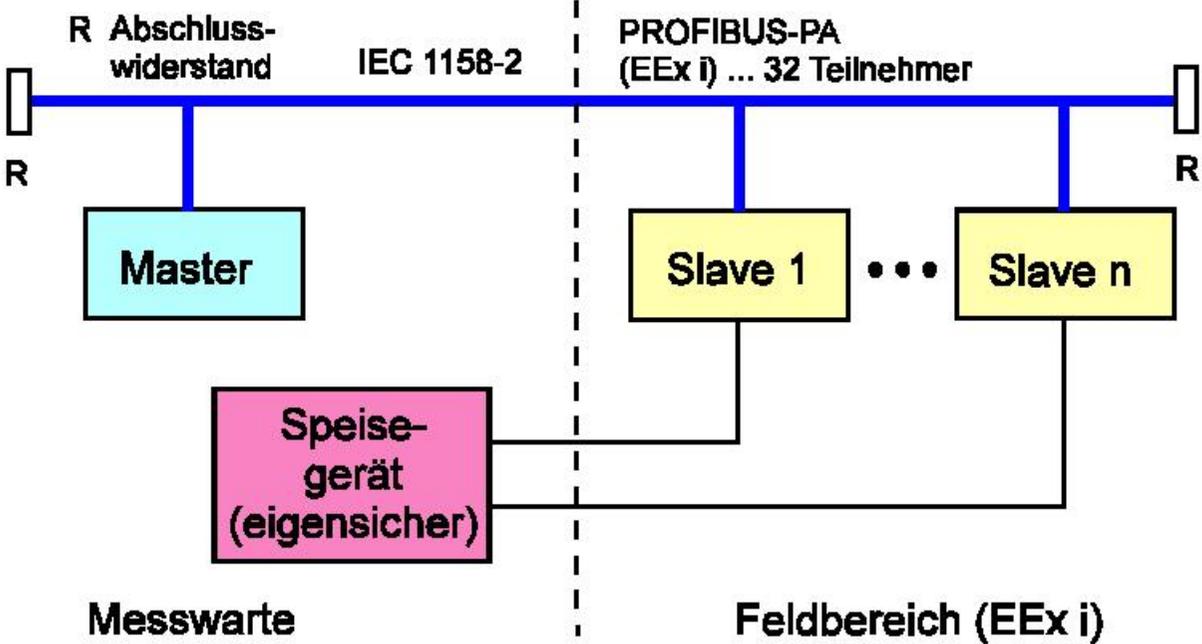
# Profibus-DP/AS-Interface Link (Fa. Siemens)



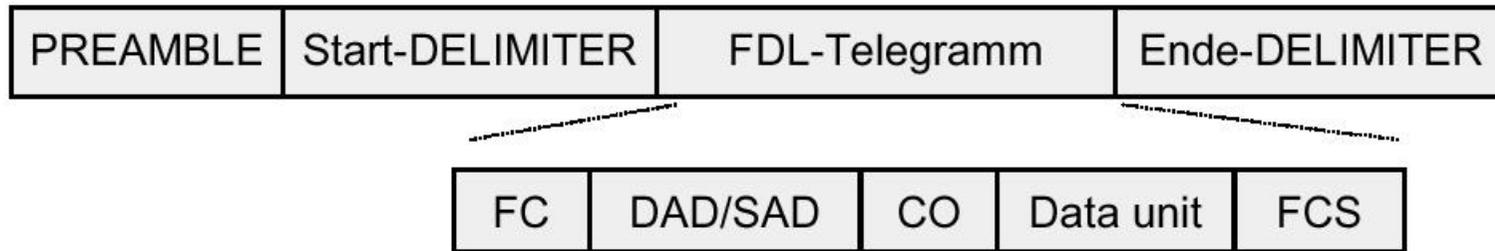
# Topologie Profibus-PA mit Fernspeisung



# Profibus-PA mit separater Fremdspeisung

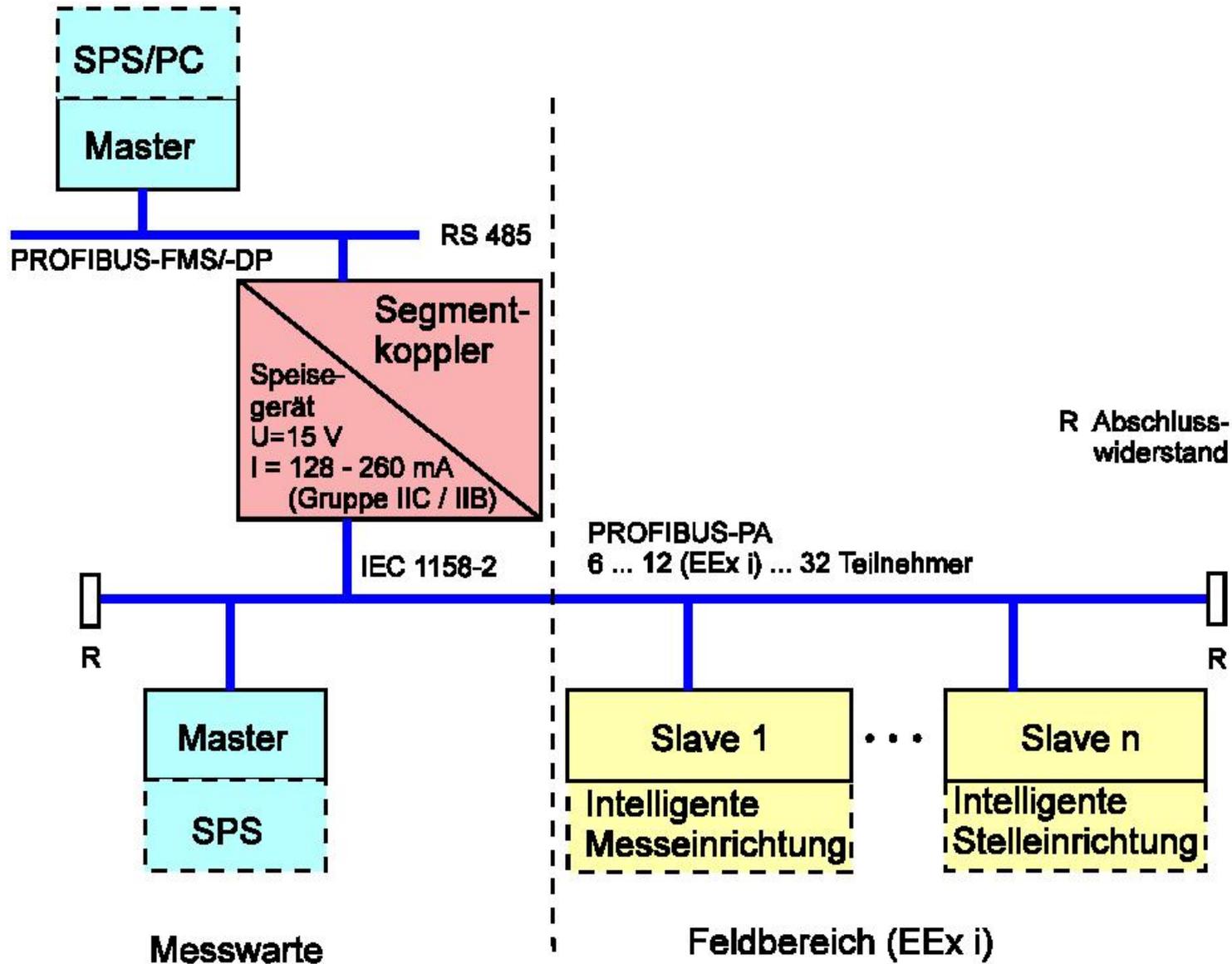


# Datenübertragung bei Profibus-PA

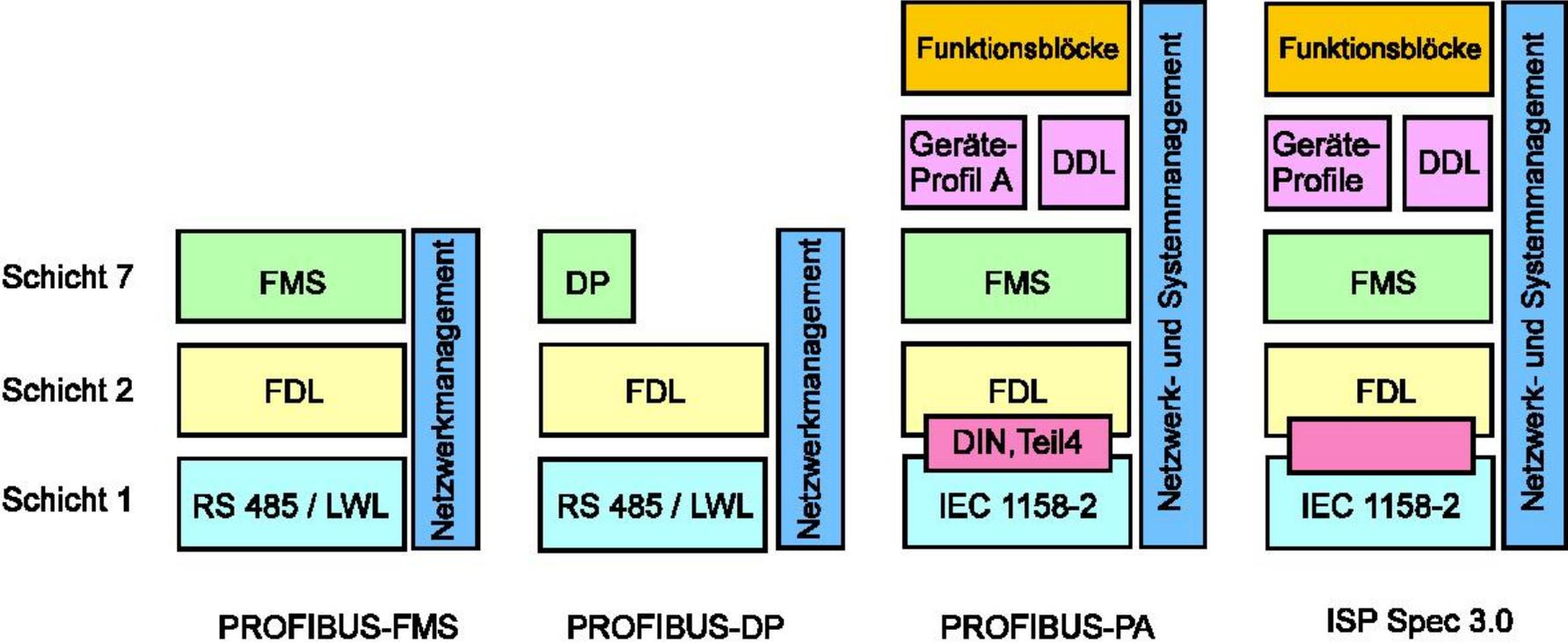


FC	Frame Control (1 ... 4 Byte)	Data unit	Daten (0 ... 246 Byte)
DAD/SAD	Destination/Source Address (2 Byte)	FCS	Frame Check Sequenz (2 Byte)
CO	Control Field (1 Byte)		

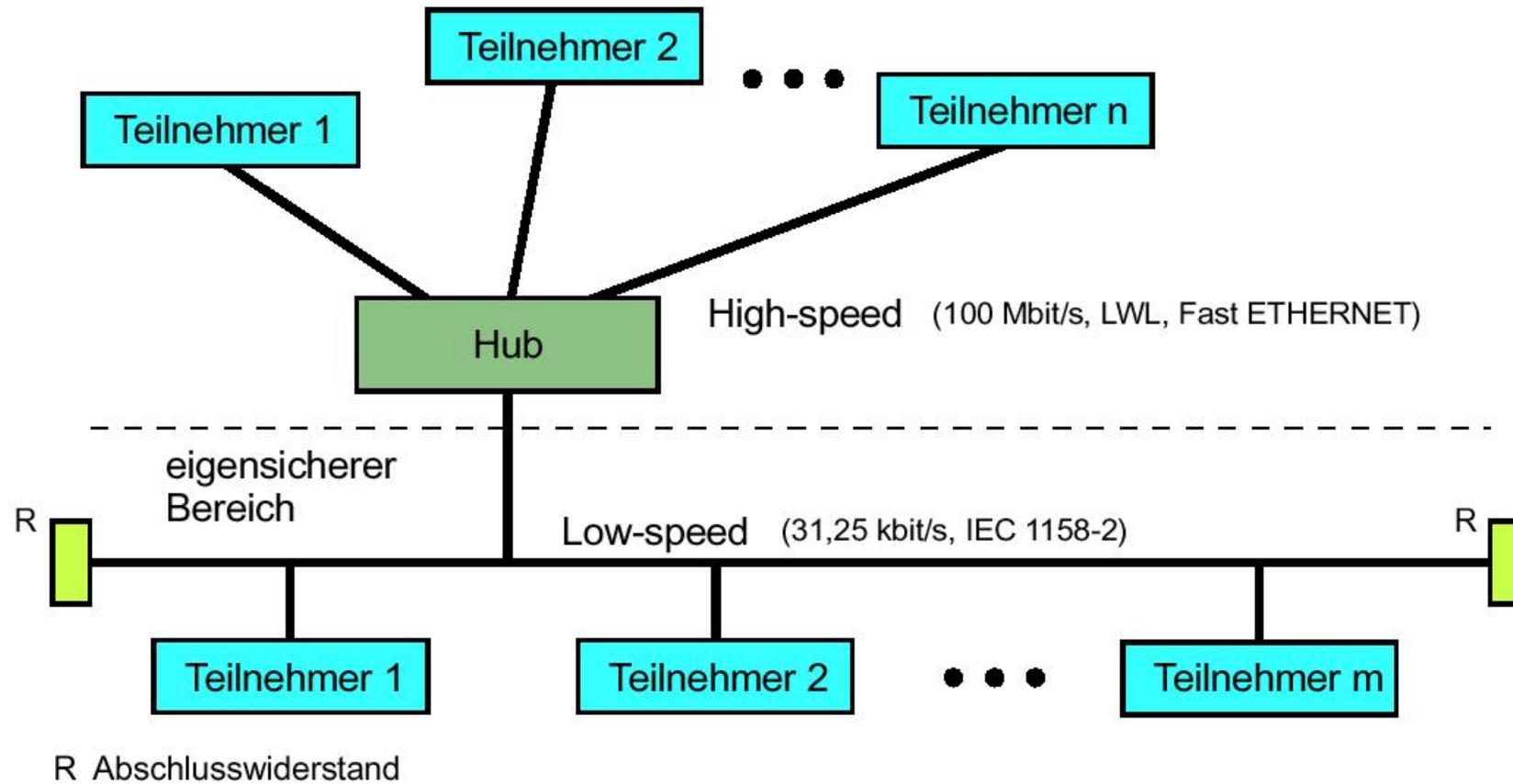
# Kopplung von Profibus-PA an Profibus-DP/FMS



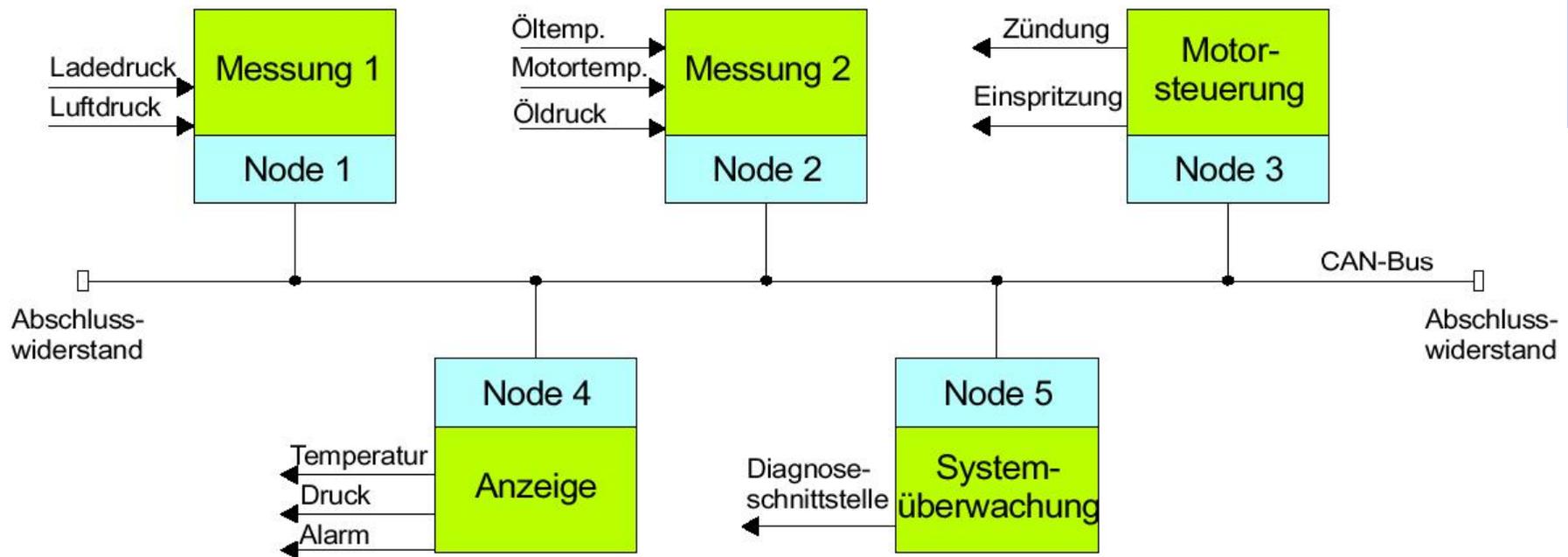
# Schichtenmodell von Profibus und ISP



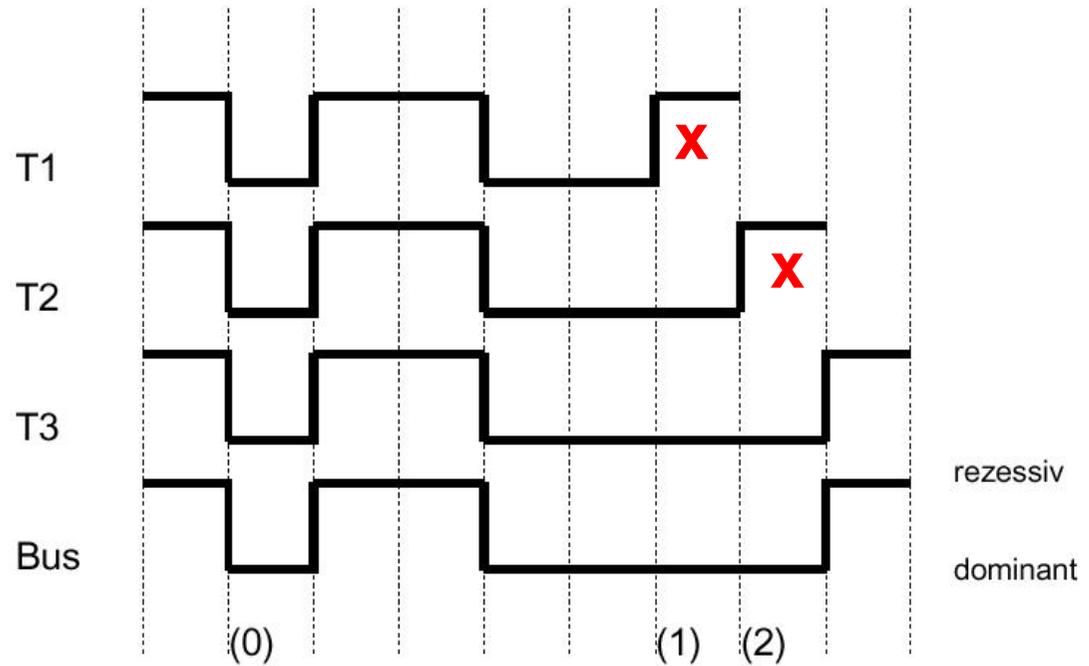
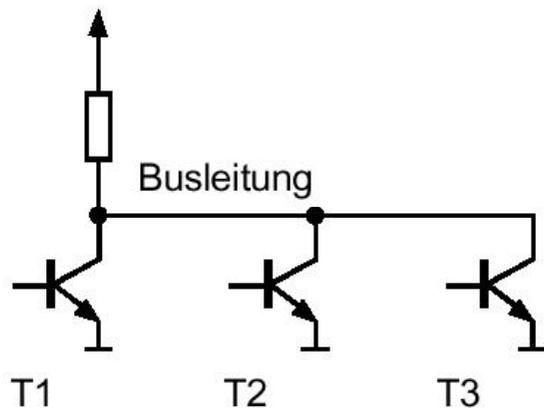
# Busstruktur von Fieldbus-Foundation



# Prinzipielle Struktur eines CAN-Netzes



# Beispiel für einen Arbitrierungsvorgang



# Animation Arbitrierung

~~Frame 1 1344~~

~~10101~~

Frame 2 1306

10100011010

~~Frame 3 1498~~

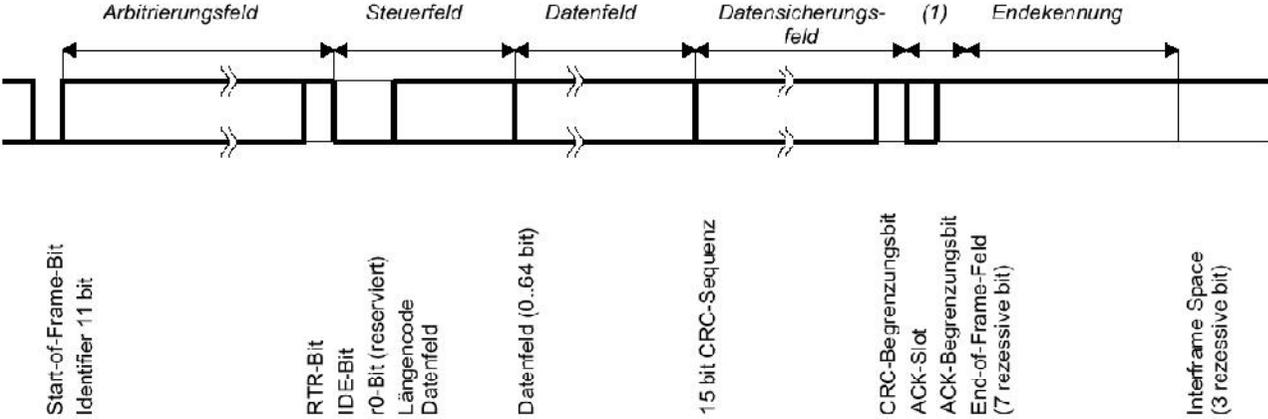
~~1011~~

Bus 1306

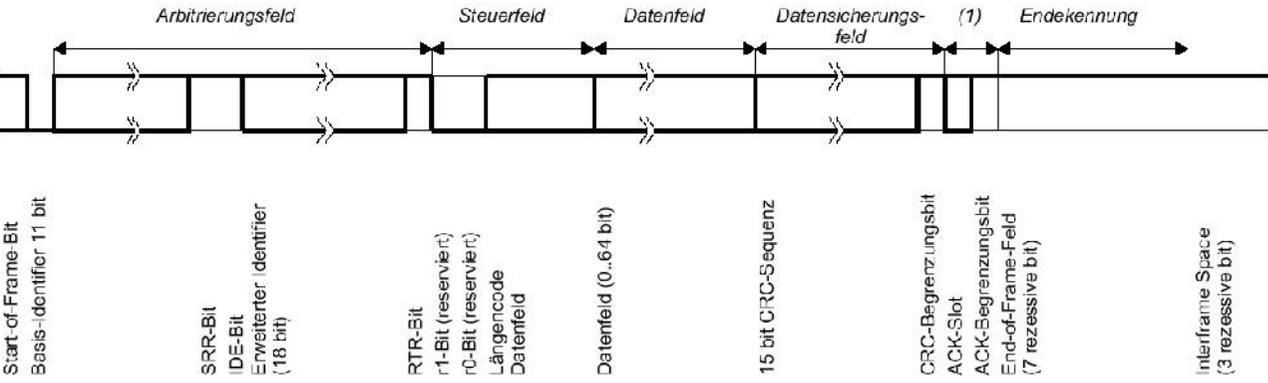
10100011010

# CAN Datentelegramm

## ■ 11-Bit Identifier

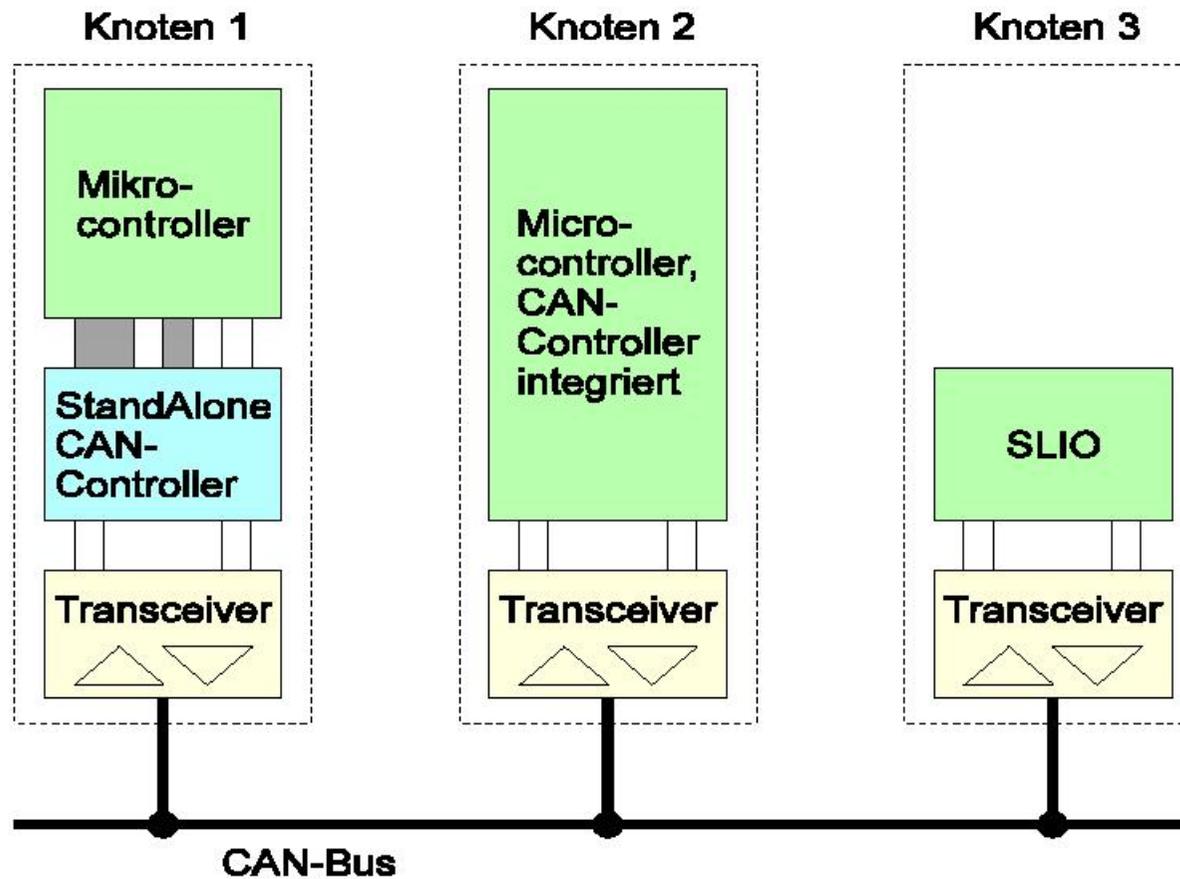


## ■ 29-Bit Identifier

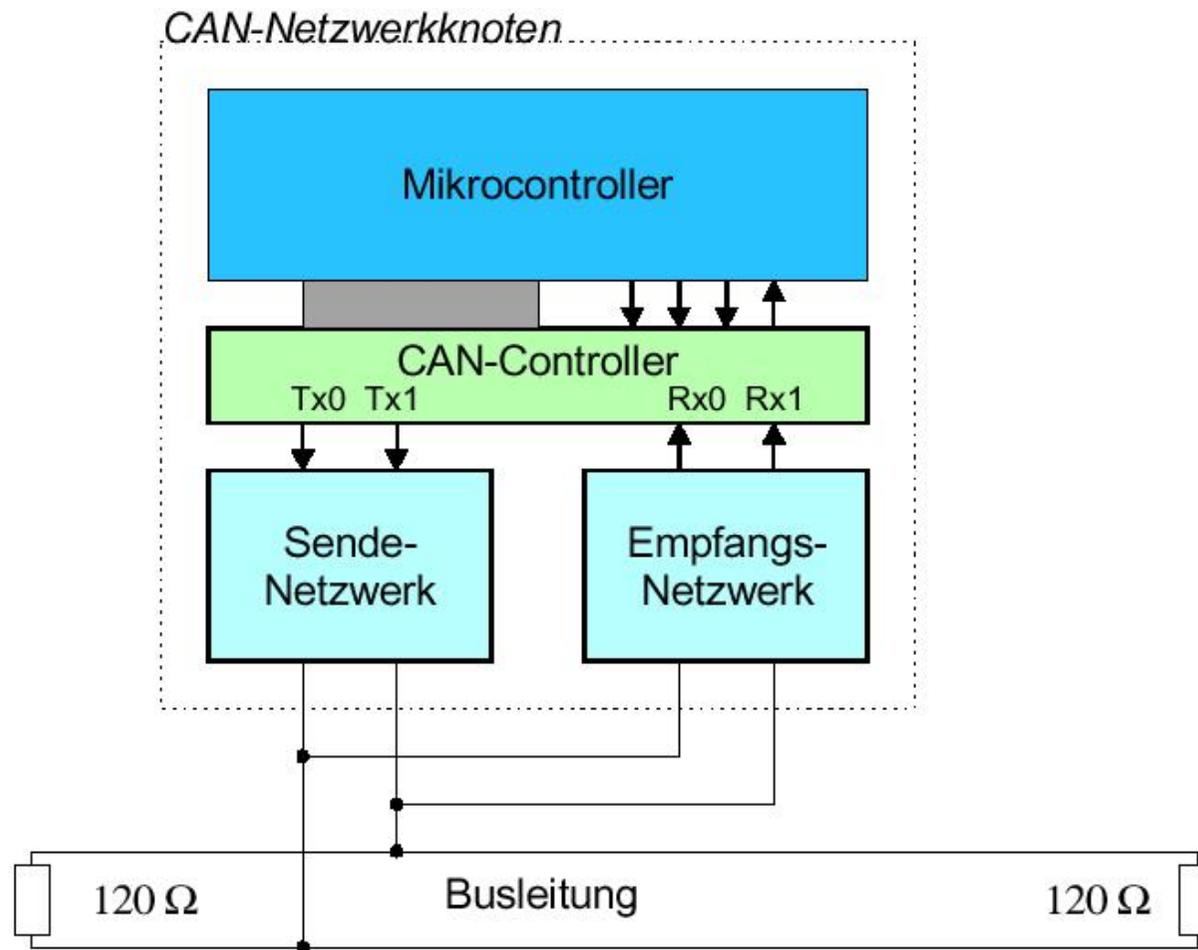


(1) Bestätigungsfeld

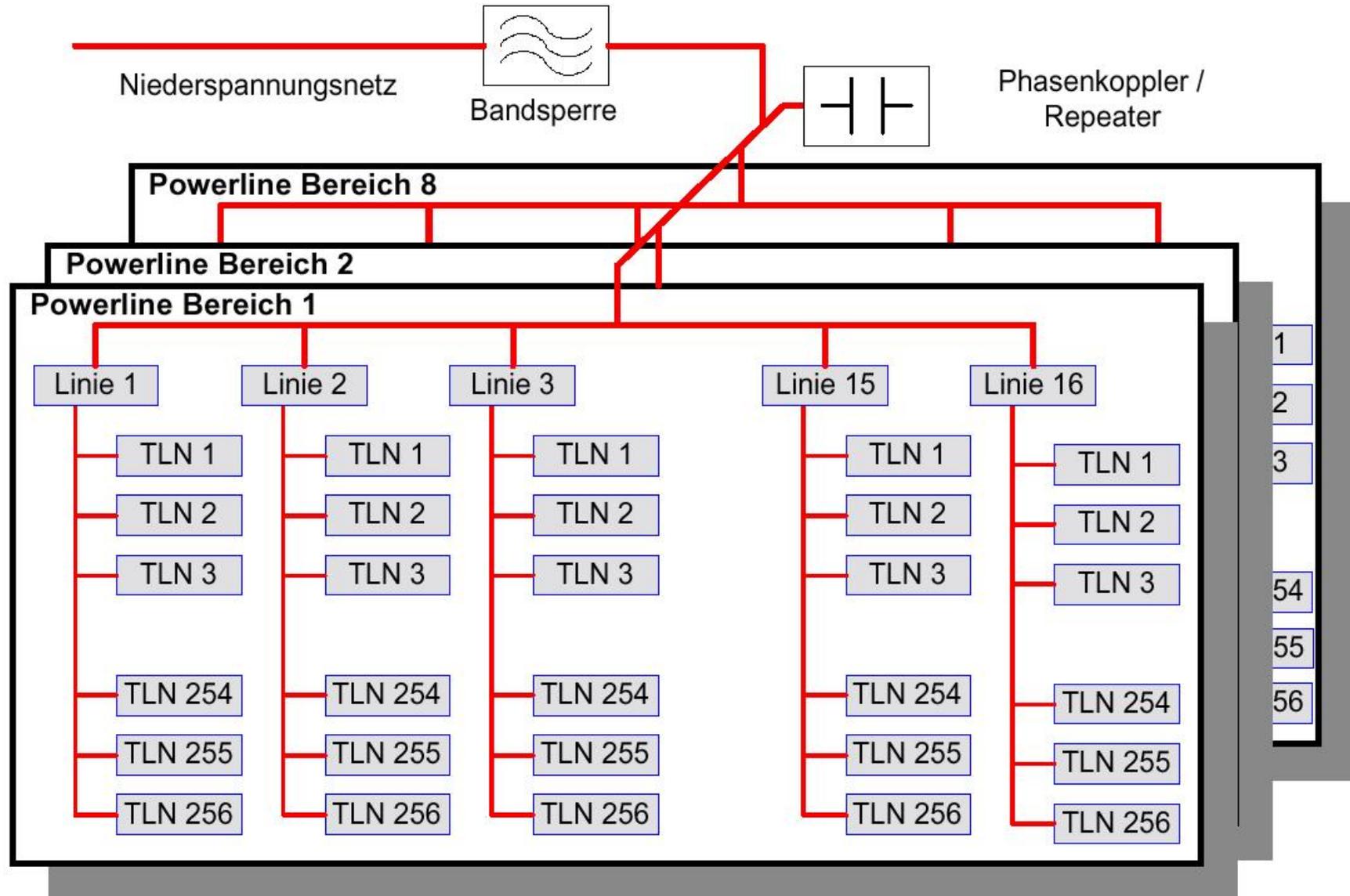
# Systemstruktur eines CAN-Netzwerkes



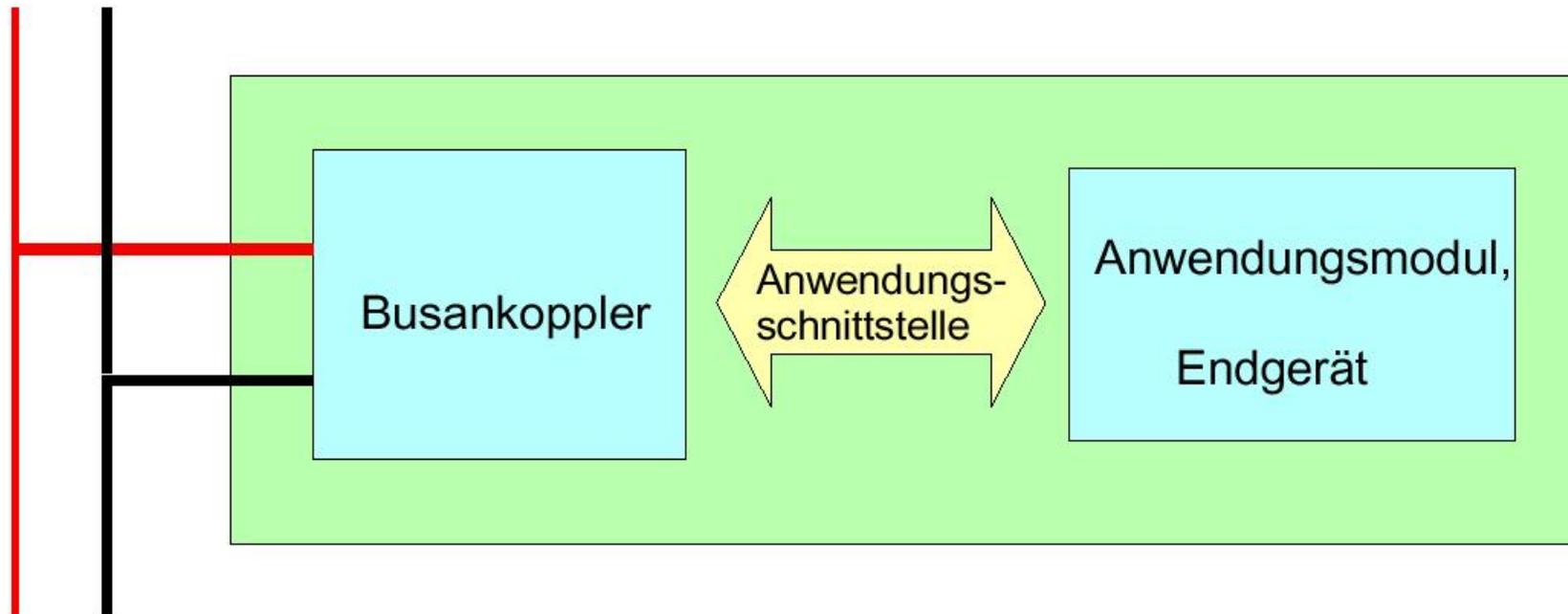
# Struktur Busankopplung CAN High Speed



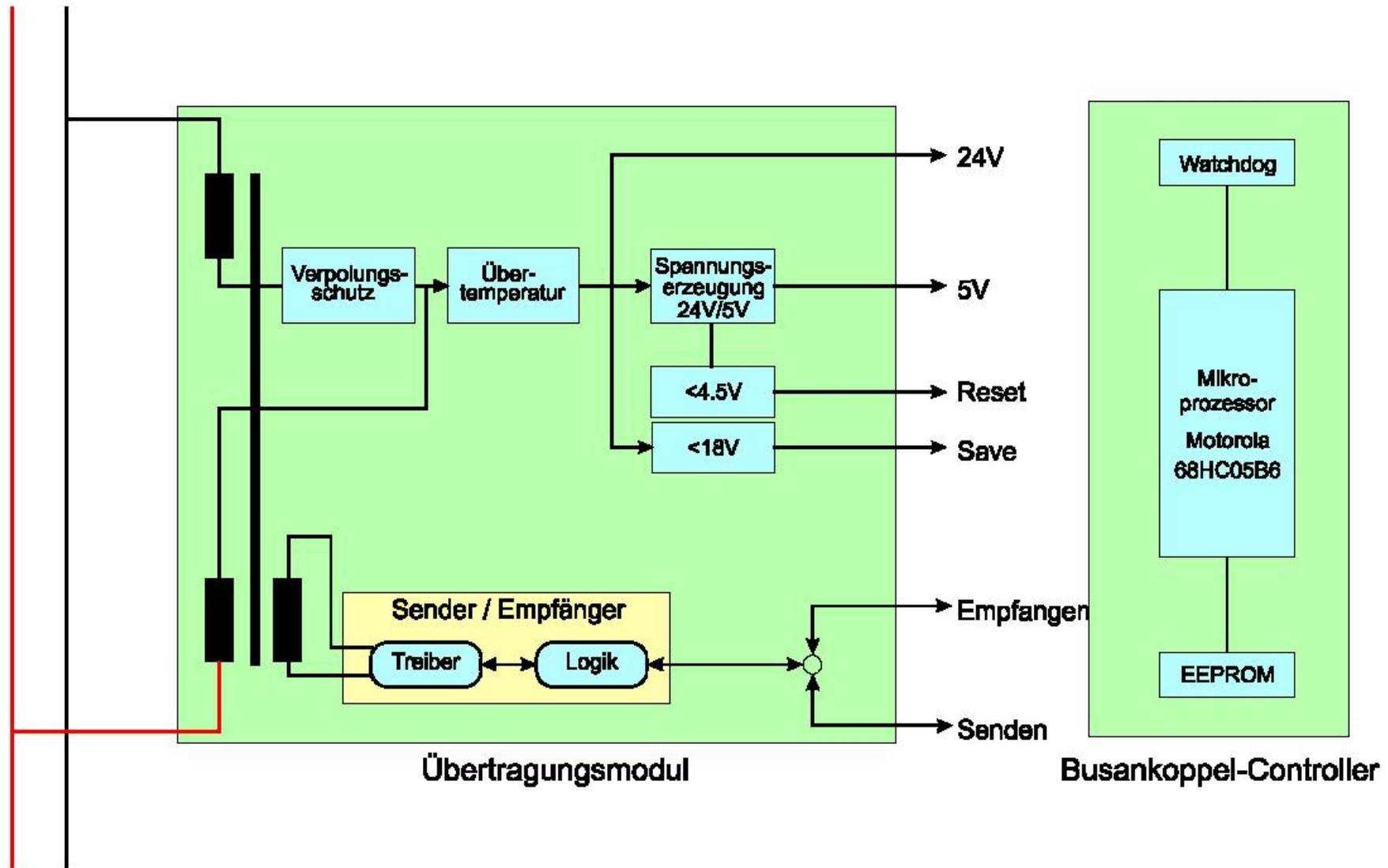
# Aufbau des EIB Powerline



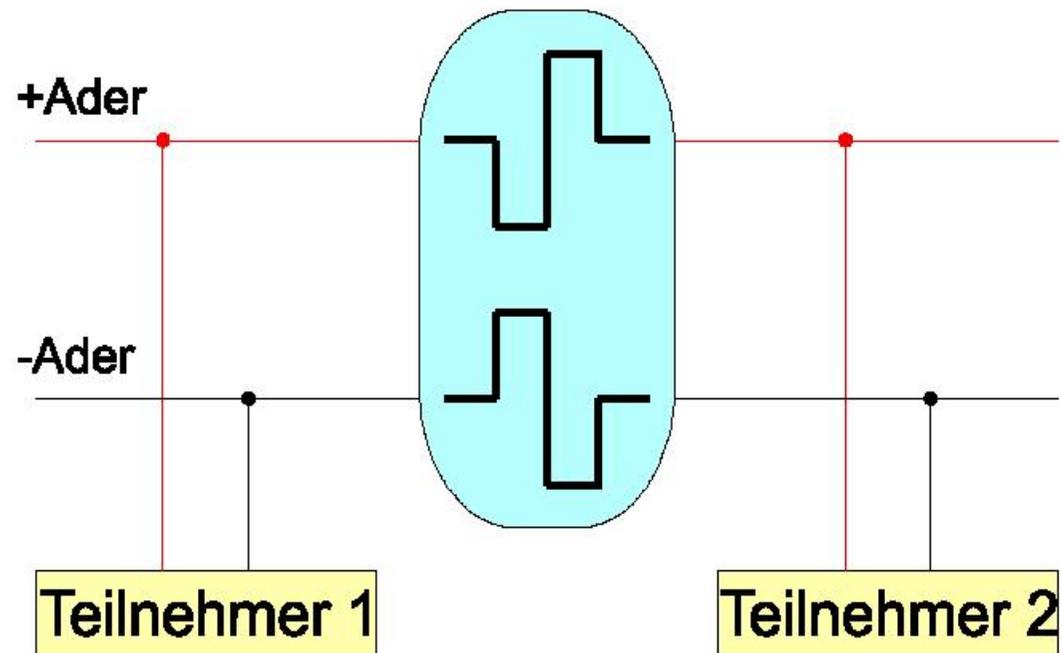
# Aufbau der EIB Busteilnehmer



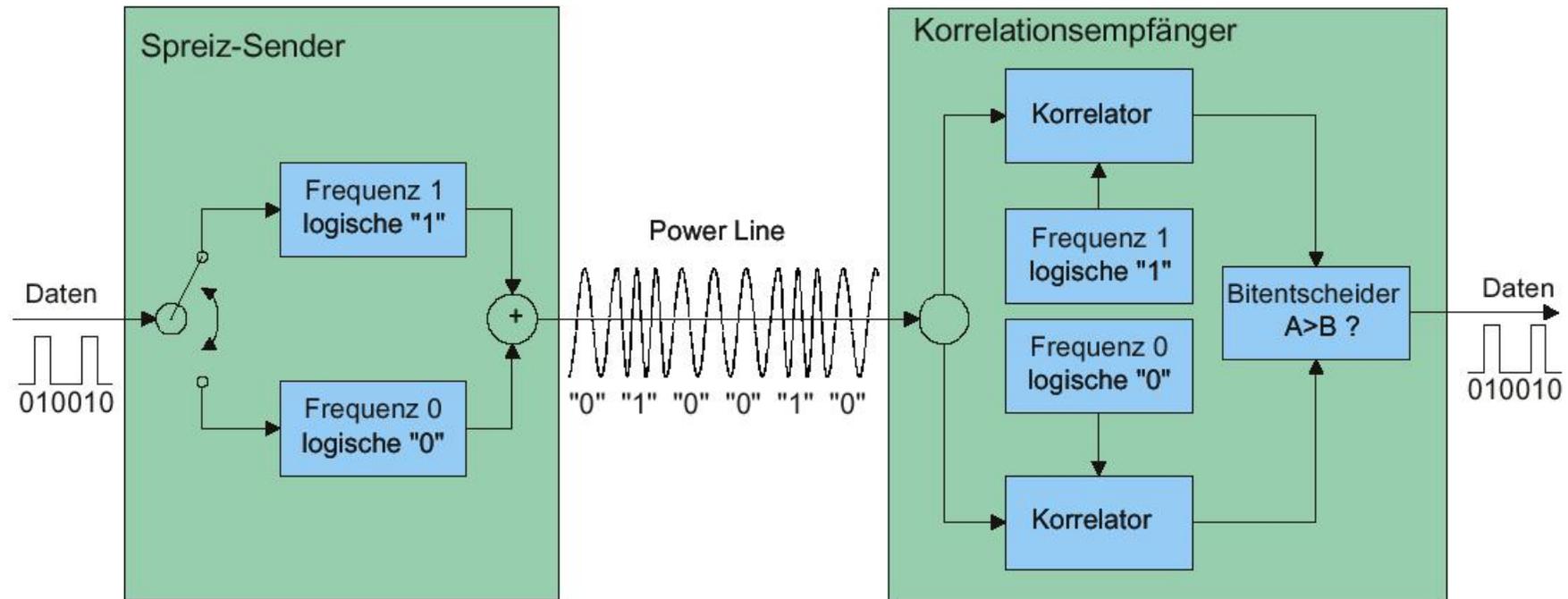
# Aufbau eines EIB Busankopplers



# Signalübertragung auf der EIB Busleitung



# Spread Frequency Shift Keying (SFSK)

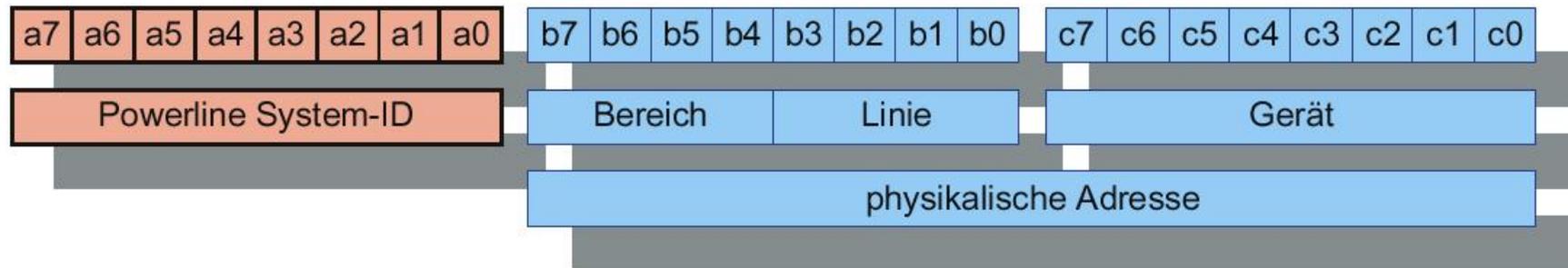


# Aufbau des Protokolls beim EIB

<b>Kontrolle</b> 8 bit	<b>Quelladresse</b> 16 bit	<b>Zieladresse</b> 16 + 1 bit	<b>Länge</b> 3 + 4 bit	<b>Nutzinformationen</b> bis zu 16*8 bit	<b>Kontrolle</b> 8 bit
---------------------------	-------------------------------	----------------------------------	---------------------------	---	---------------------------

# Protokollaufbau und Datenverkehr

- Adressierung eines Teilnehmers



- Telegramme

- Datentelegramm mit variabler Länge
- Bestätigungstelegramm



# Bussystemübersicht

---

- [Vergleich industrieller Bussysteme.doc](#)
- [Auswahlchecklisten für Feldbusse.pdf](#)