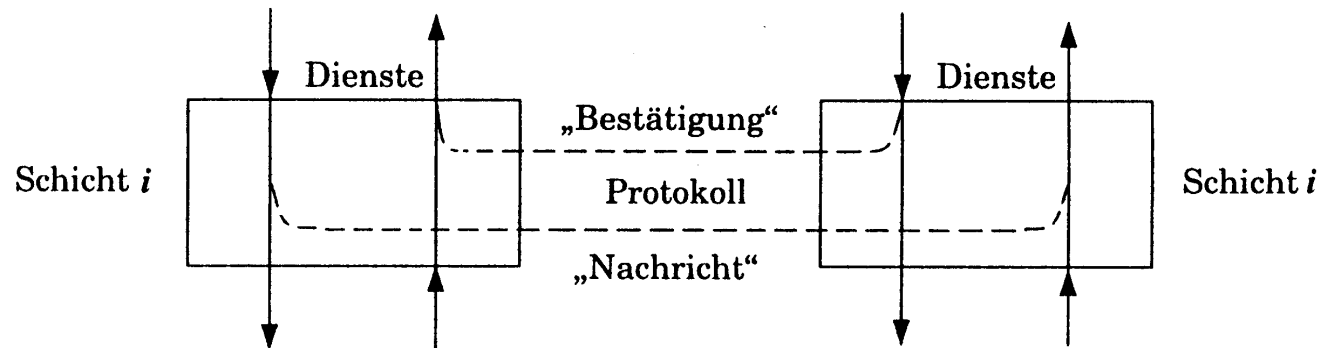

/Zöbel95/

- 1 Einführung
- 2 Grundlagen der Echtzeitplanung
- 3 Rechnerarchitekturen
- 4 Betriebssysteme
- 5 **Rechnernetze**
- 6 Programmierung
- 7 Methoden der Softwaretechnik

/Zöbel95/

- 1 Einführung
- 2 Grundlagen der Echtzeitplanung
- 3 Rechnerarchitekturen
- 4 Betriebssysteme
- 5 Rechnernetze
 - 5.1 Aufbau von Rechnernetzen
 - 5.2 Busse im Feldbereich
 - 5.3 Netze im Bereich Multimedia
- 6 Programmierung
- 7 Methoden der Softwaretechnik

Schichtenmodell



Die Dienste der Schicht i werden auf die Dienste der nächstniedrigeren Schicht abgebildet. Für das abstrakte Verständnis genügt es jedoch, die Abwicklung eines Dienstes durch das Protokoll der Schicht i zu erklären.

Themenbereiche Rechnernetze

- physikalisch technische Möglichkeiten der Übertragungsmedien
- Art und Weise, wie Teilnehmer auf Übertragungsmedium zugreifen darf
- Festlegung von Formaten für Nachrichten, die auf Medium übertragen und von den Teilnehmern verstanden werden
- Auf- und Abbau von Verbindungen zwischen Teilnehmern
- programmiertechnische Möglichkeiten, damit zwei Teilnehmer in einer gemeinsamen Anwendung miteinander kooperieren können

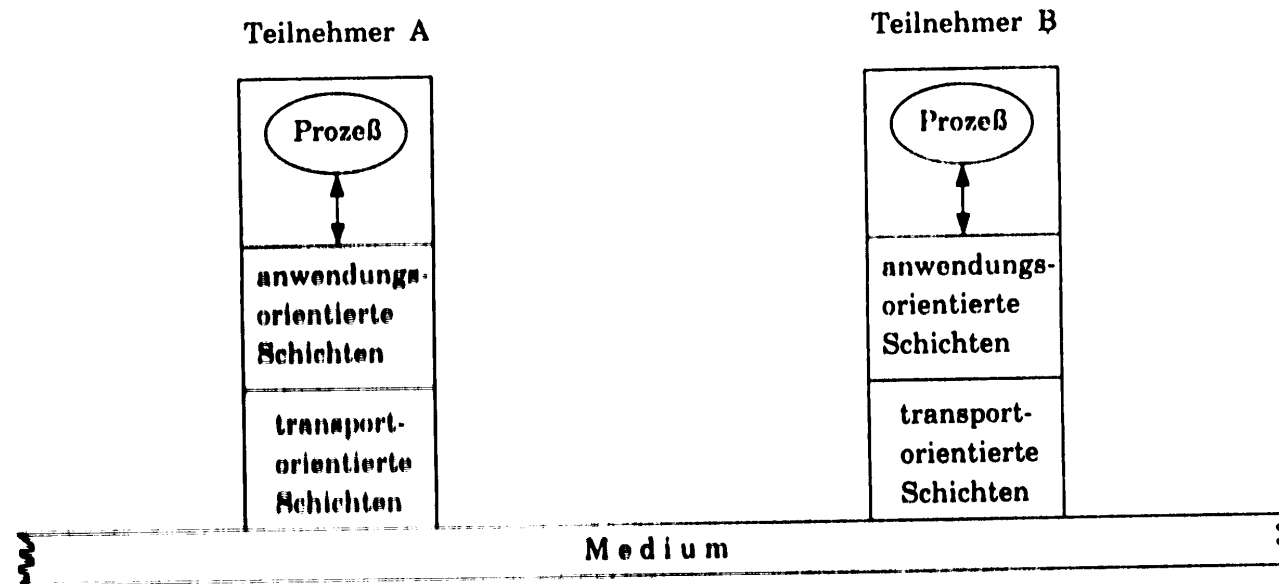
Abgeleitete Eigenschaften

- erlaubte Entfernungen zwischen Teilnehmern
- erwartete Übertragungsleistung
- topologische Struktur
- zu erwartende Kosten für Installation und Betrieb

Für (verteilte) RTS geforderte Merkmale von Rechnernetzen:

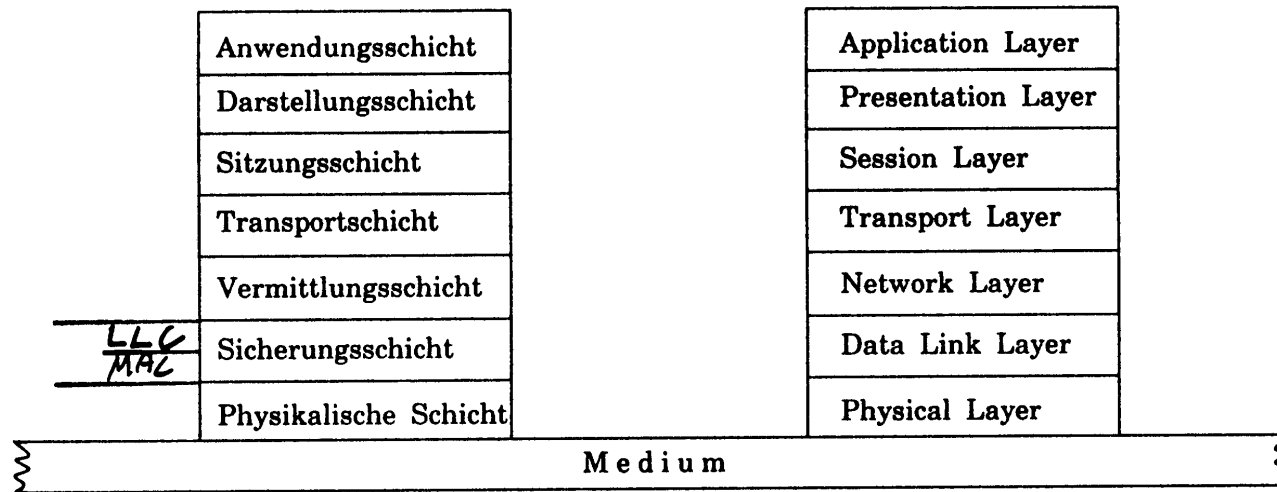
- garantierte Übertragungsleistungen zwischen Teilnehmern
- maximale Reaktionszeiten auf entfernte Ereignisse
- abschätzbare Ausführungszeiten für alle an der Übertragung beteiligten Komponenten der Netzwerk-SW
- geeignete programmiertechnische Operationen zur effektiven Nutzung der Fähigkeiten von Rechnernetzen

Grobunterteilung Schichten



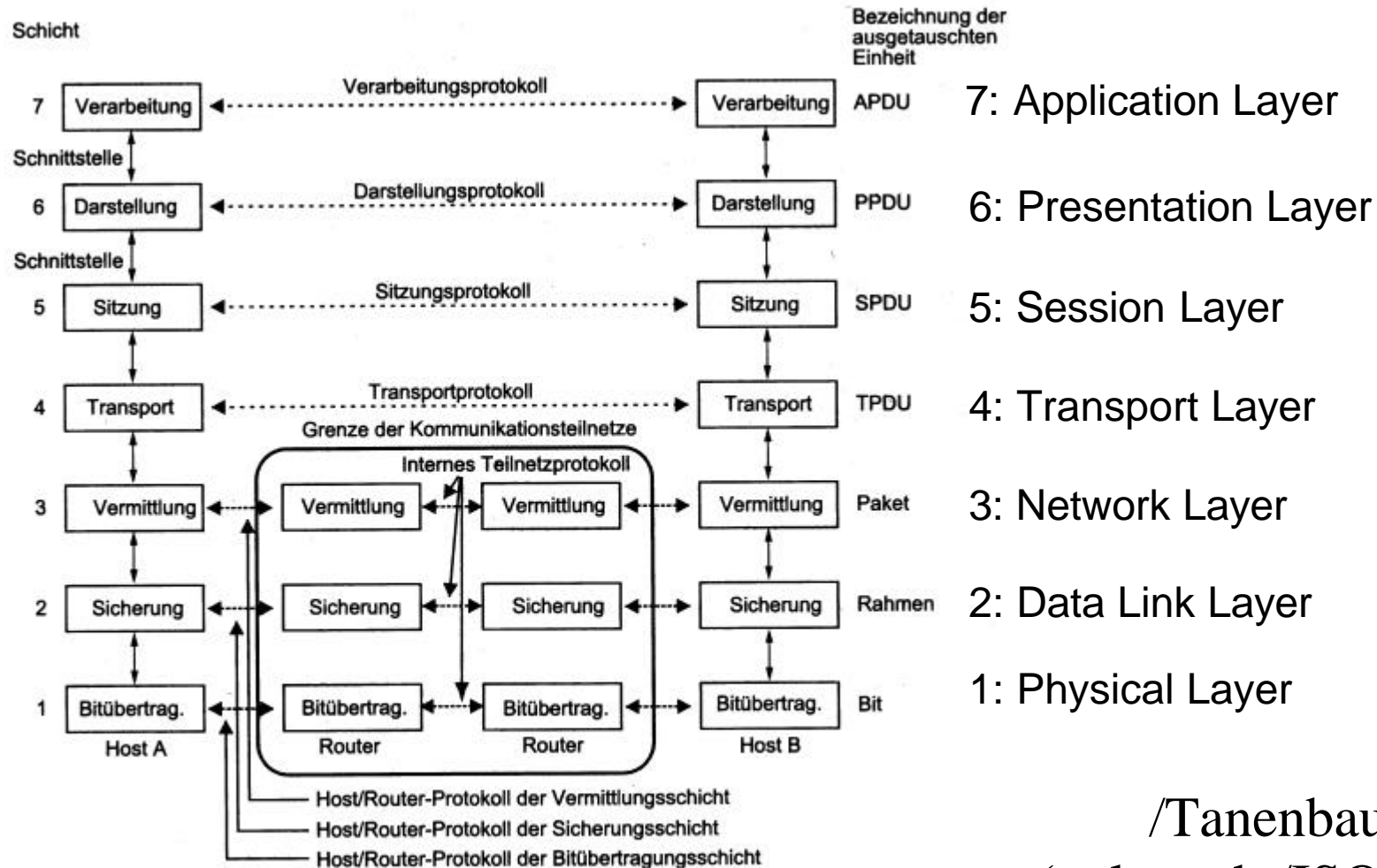
Grundlegende Zweiteilung im Referenzmodell.

Feinunterteilung (\pm)7 Schichten



Deutsche und englische Bezeichnungen der einzelnen Schichten im ISO/OSI-Referenzmodell.

Feinunterteilung (\pm)7 Schichten - kennen Sie natürlich schon



Das OSI-Referenzmodell

/Tanenbaum98/
(vgl. auch /ISO-IS 7498/)

Warum eigentlich genau 7 Schichten?

The principles used to determine the seven layers in the Reference Model

The following principles have been used to determine the seven layers in the Reference Model and are felt to be useful for guiding further decisions in the development of OSI standards, ...

P1: do not create so many layers as to make the system engineering task of describing and integrating the layers more difficult than necessary;

P2: create a boundary at a point where the description of services can be small and the number of interactions across the boundary are minimized;

P3: create separate layers to handle functions that are manifestly different in process performed or the technology involved;

P4: collect similar functions into the same layer;

P5: select boundaries at a point which past experience has demonstrated to be successful;

...

P6: create a layer of easily localized functions so that the layer could be totally redesigned and its protocols changed in a major way to take advantage of advances in architectural, hardware or software technology without changing services expected from and provided to the adjacent layers;

P7: create a boundary where it may be useful at some point in time to have the responding interface standardized;

P8: create a layer where there is a need for a different level of abstraction in handling of data, for example morphology, syntax, semantics;

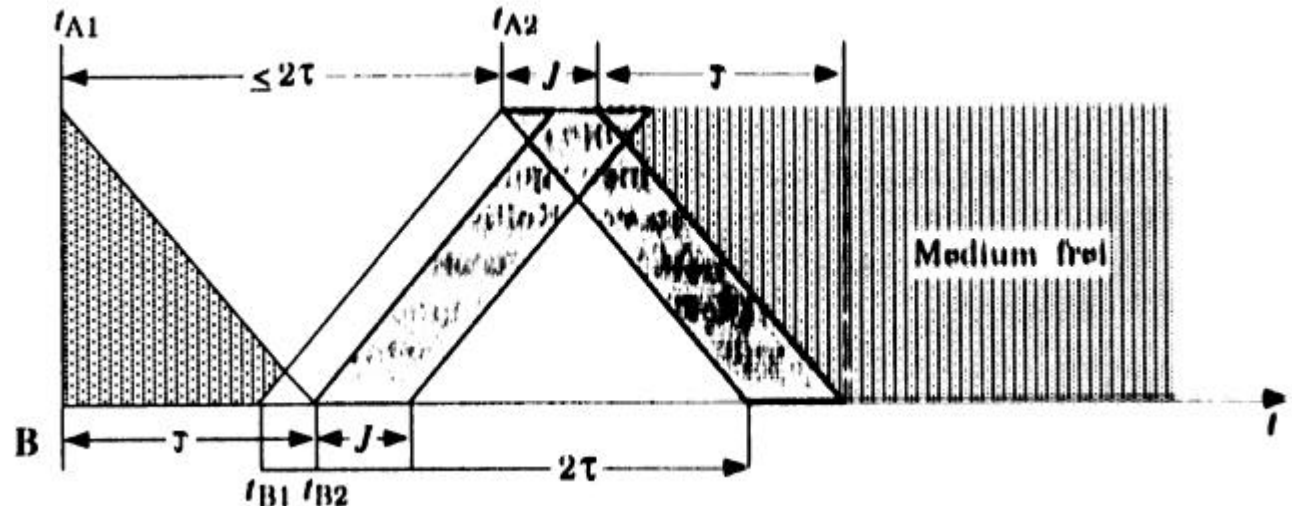
P9: allow changes of functions or protocols to be made within a layer without affecting other layers; and

P10: create for each layer boundaries with its upper and lower layer only.

/Unger99/

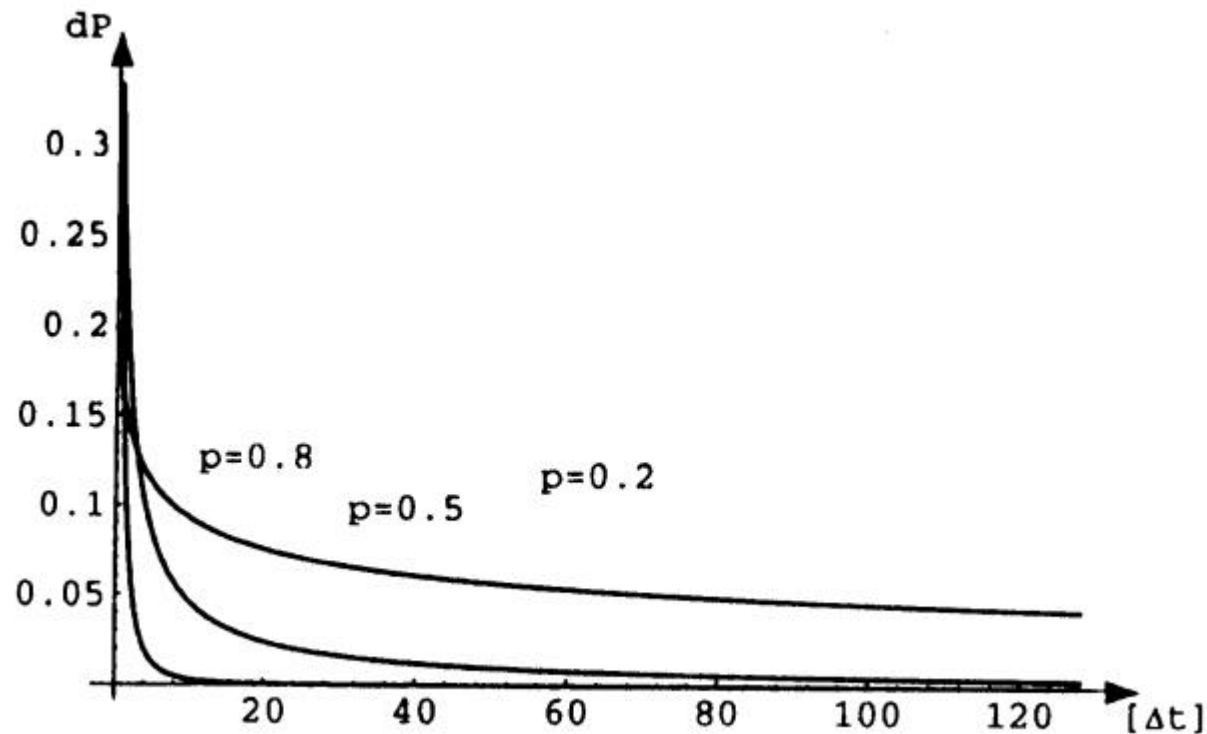
(aus /ISO-IS 7498/)

Fallbeispiel: Das CSMA-Zugriffsprotokoll



Bei t_{A1} bzw. t_{B1} beginnen die Teilnehmer zu senden. Nachdem ein Teilnehmer die Kollision erkennt (t_{A2} bzw. t_{B2}) sendet er eine Signalfolge J , die Kollision anzeigt (jam sequence). Damit ist spätestens nach $3\tau + J$ das Medium wieder frei.

Es kann auch ? lang dauern...



Wahrscheinlichkeitsdichte dP von erfolgreichen Übertragungen in Abhängigkeit von der dafür notwendigen Zeitspanne t

vom Gerätebus zum WAN

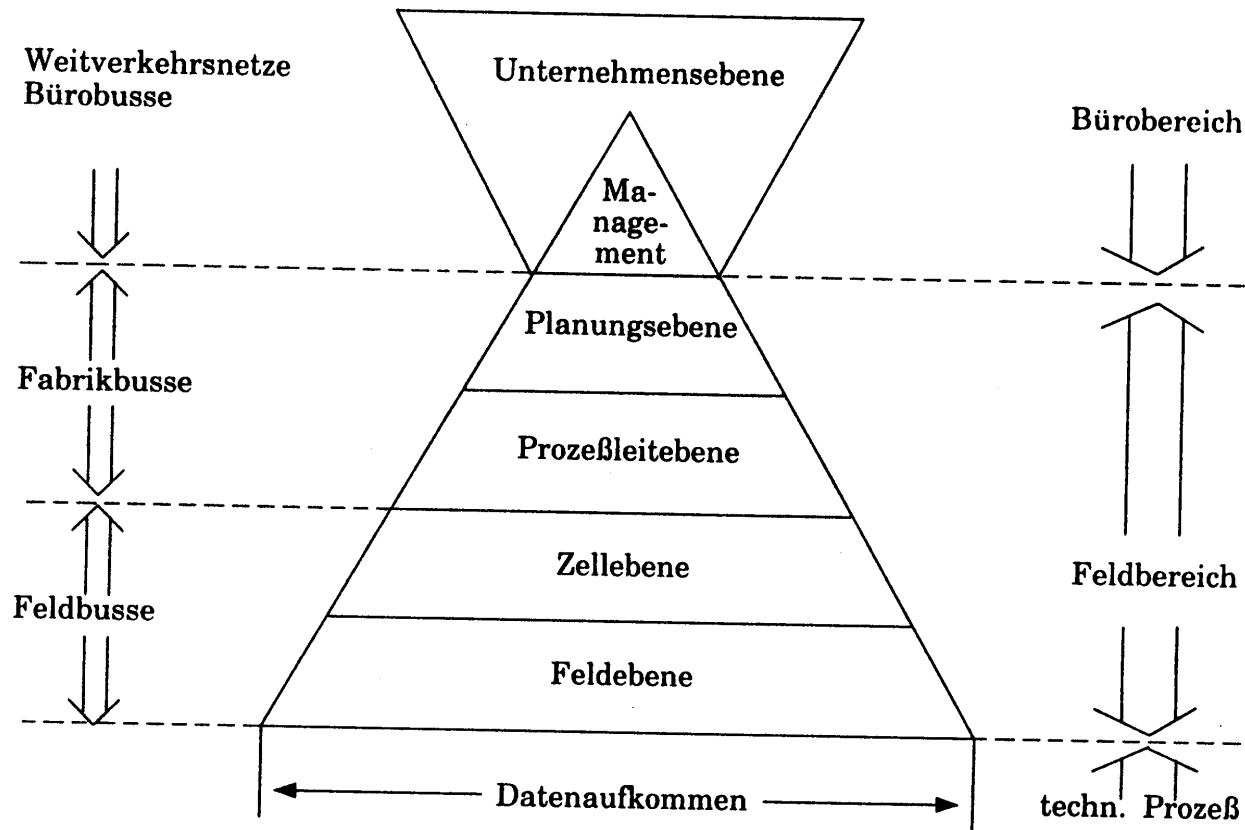
Kategorie	Gerätebus	CAN	LAN	MAN	WAN
zulässige Entfernung in Metern	$\sim 10^0$	$\sim 10^2$	$\sim 10^4$	$\sim 10^6$	$\sim 10^8$
Busbreite in Anz. Leitungen	~ 100	1	1	1	1
Übertragungsleistung pro s	~ 80 MByte	~ 1 MBit	$\sim 4 - 100$ MBit	~ 100 MBit	64 KBit (> 100 MBit)
Typische Zugriffsprotokolle	IEC, VME, Multibus II, Futurebus	CAN-Bus, Profibus, Bitbus	Ethernet, Token Bus, Token Ring	DQDB, FDDI	x.25 (ATM)

Grobe Kategorisierung von Netzwerken in Abhängigkeit von entfernungs-spezifischen Akronymen.

/Zöbel95/

- 1 Einführung
- 2 Grundlagen der Echtzeitplanung
- 3 Rechnerarchitekturen
- 4 Betriebssysteme
- 5 Rechnernetze
 - 5.1 Aufbau von Rechnernetzen
 - 5.2 Busse im Feldbereich
 - 5.3 Netze im Bereich Multimedia
- 6 Programmierung
- 7 Methoden der Softwaretechnik

von der Arbeit bis zum Boss



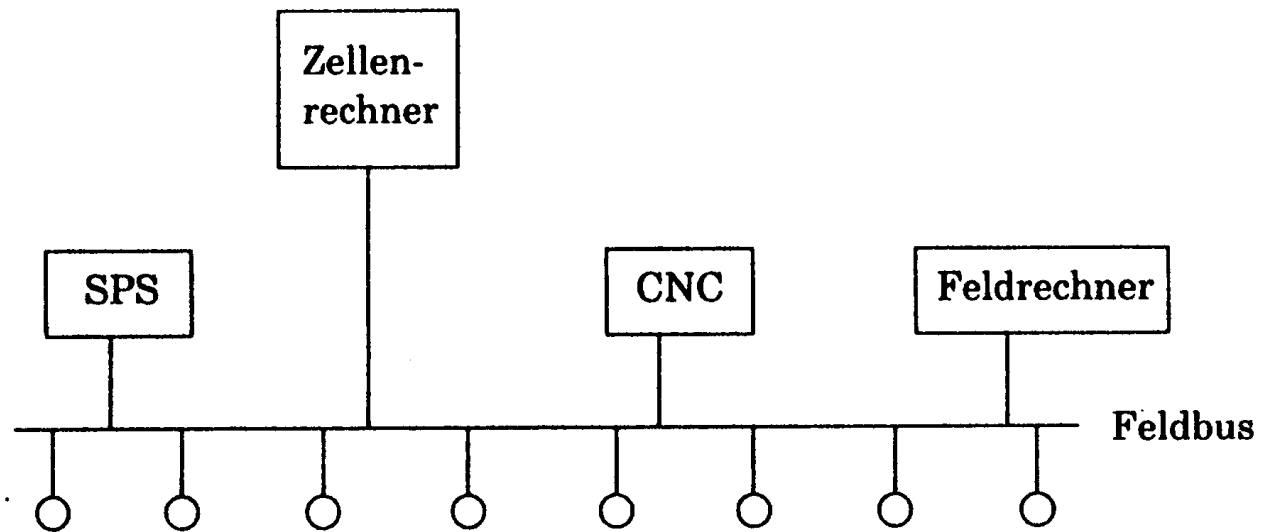
Hierarchie der Netzwerke im Feld- und Bürobereich

Feldbereich: benötigte Dienste L7

- Lesen von Variablenwerten eines Sensors
- Schreiben von Werten in die Variablen eines Aktors
- Herunterladen eines Programms in eine SPS, beispielsweise, wenn ein neuer Chargenprozess angefahren werden soll
- Melden eines eingetretenen Ereignisses durch einen Sensor (vgl. trap, z.B. Überhitzung eines Reaktionsgefäßes)
- Verwalten des Netzwerkes, z.B. zur eindeutigen Identifizierung der Teilnehmer des Netzwerkes

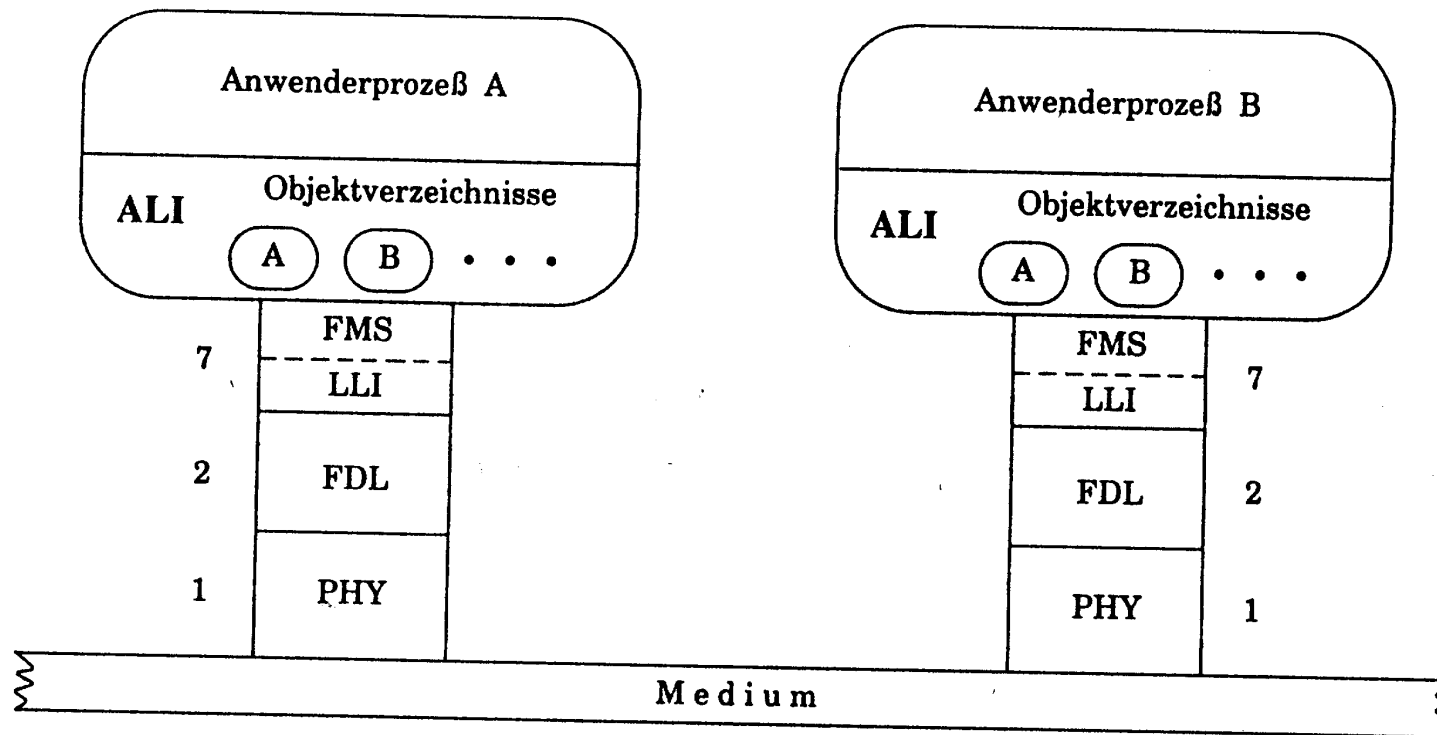
Dienste w/o Bestätigung (confirmed/unconfirmed), an einzelne Teilnehmer, Gruppe, alle (single, multi, broadcast).

Aufbauschema einer Zelle



Sensoren und Aktoren

Fallbeispiel: Profibus



Schichtenmodell des Profibusses:

ALI application layer interface
FMS fieldbus message specification
LLI lower layer interface
FDL fieldbus data link

Charakteristika Profibus

Teilnehmer dargestellt durch virtuelle Feldgeräte (VFD, virtual field device), Verwaltung von "Objekten" in einer ALI mittels Objektverzeichnis.

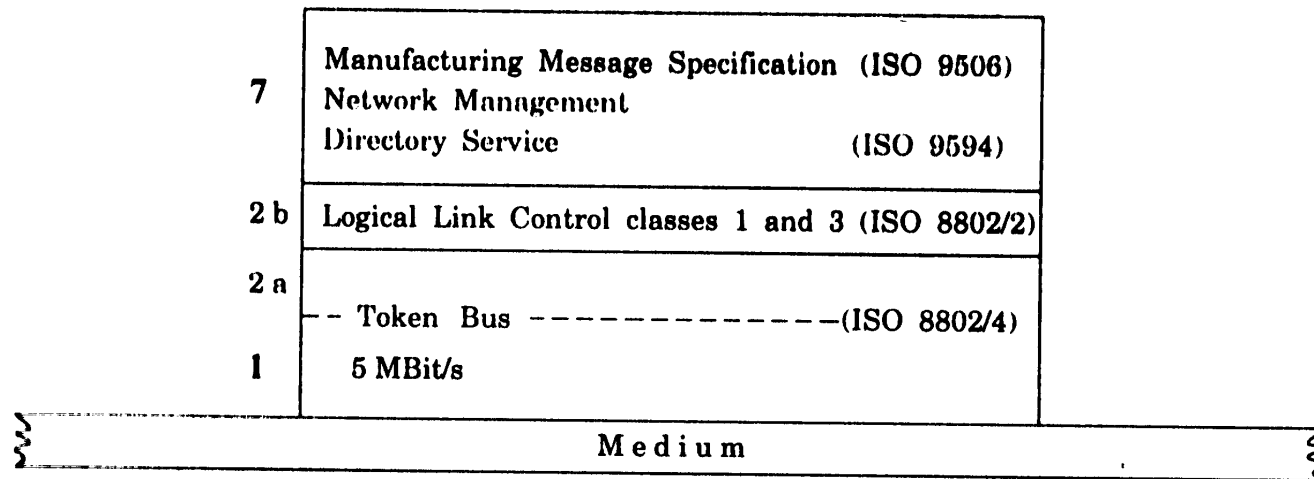
Allgemein bei Feldbussen (z.B. Profibus):

- viele, verhältnismäßig kurze Nachrichten
- in gegebenenfalls sehr engen Zeitspannen
- über relativ kleine Entfernungen

dagegen bei Fabrikbussen (z.B. MAP, TOP):

- weniger, längere Nachrichten (Produktionspläne - CIM(!), Programme für ganze Zellen, Daten für GUIs,...)
 - über größere Entfernungen (Fahrrad, Mofa, Auto)
- d.h. höhere Datenraten, aber
- weiter gefaßte Zeitbedingungen

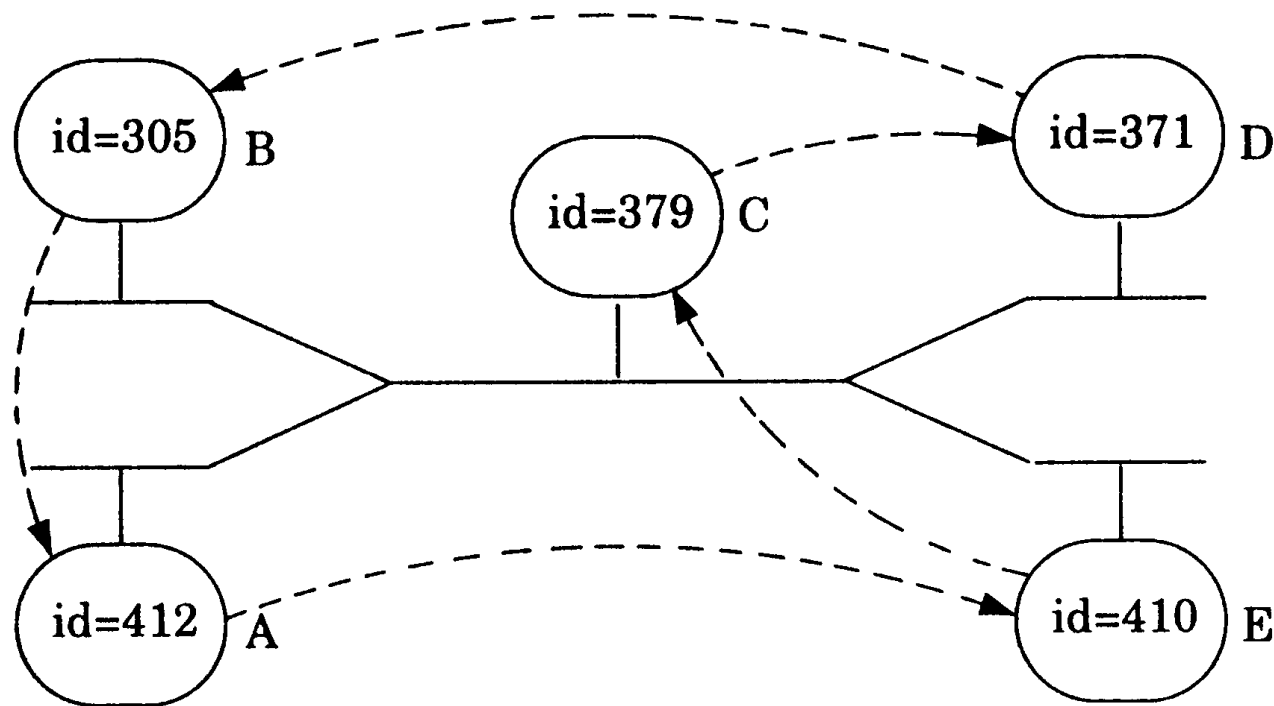
Fallbeispiel: MAP (manufacturing automation protocol)



MiniMAP im ISO/OSI-Referenzmodell

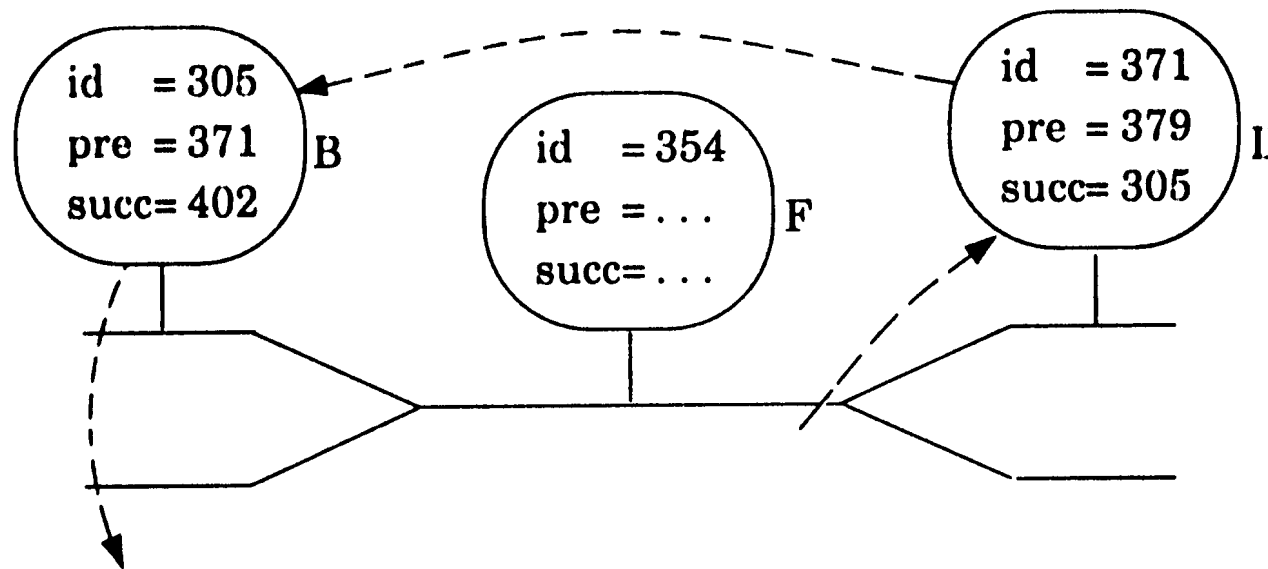
FullMAP hat Dienste aller 7 Schichten ? nicht mehr RT-fähig!

Fallbeispiel: TOP (technical office protocol, Token Bus ISO 8802/4)



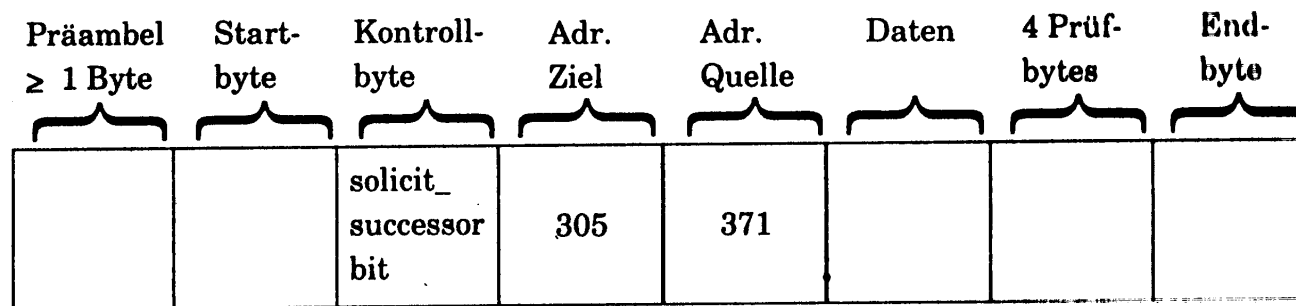
Die Teilnehmer A, B, C, D, E seien Master, die entsprechend der absteigenden Reihenfolge ihrer physikalischen Adressen (in den Kreisen) einen logischen Ring bilden

TOP – logische und physikalische Adressen



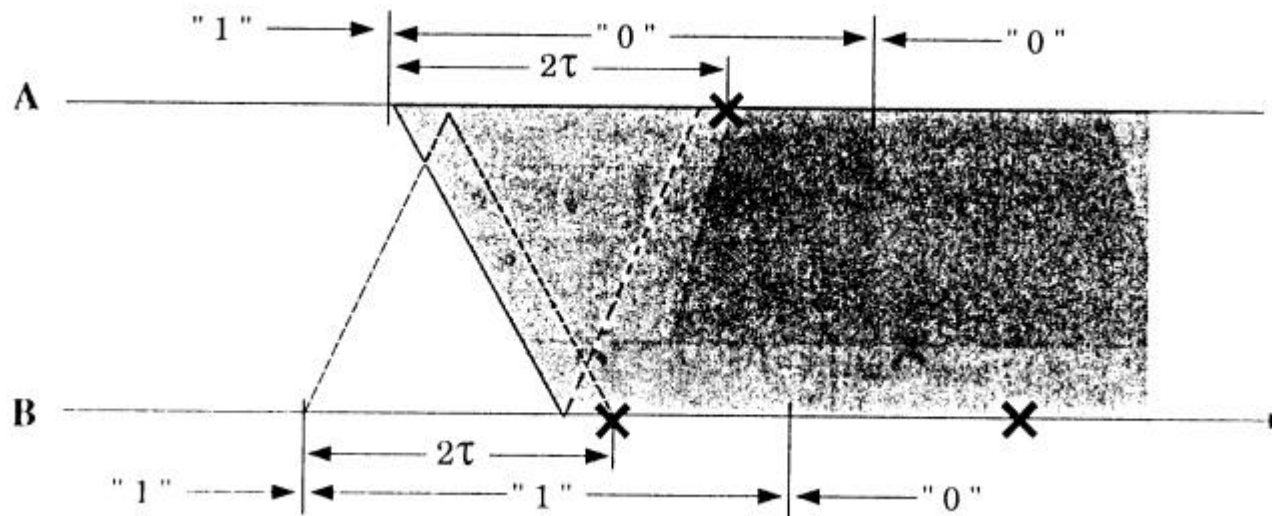
Jeder in den logischen Ring integrierte Teilnehmer verfügt über die physikalischen Adressen der unmittelbaren Vorgänger und Nachfolger

TOP – wer ist neu im Team?



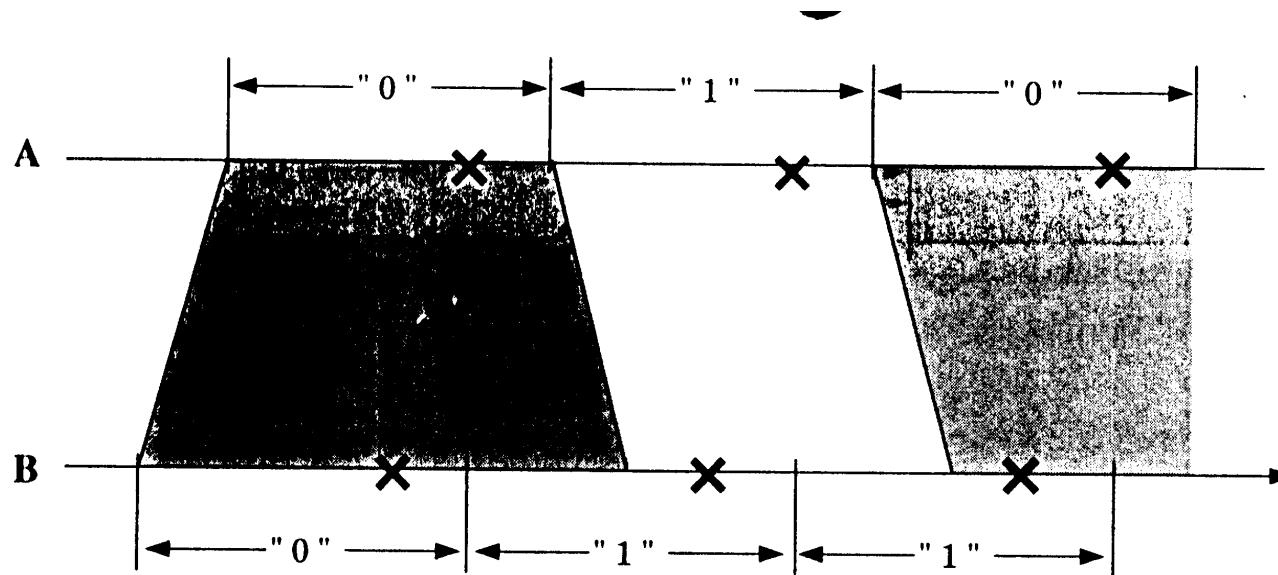
Aufbau des MAC-Rahmens, mit dem Teilnehmer D nach neuen Teilnehmern sucht

CSMA/CA (collision arbitration) - Hackordnung festgelegt



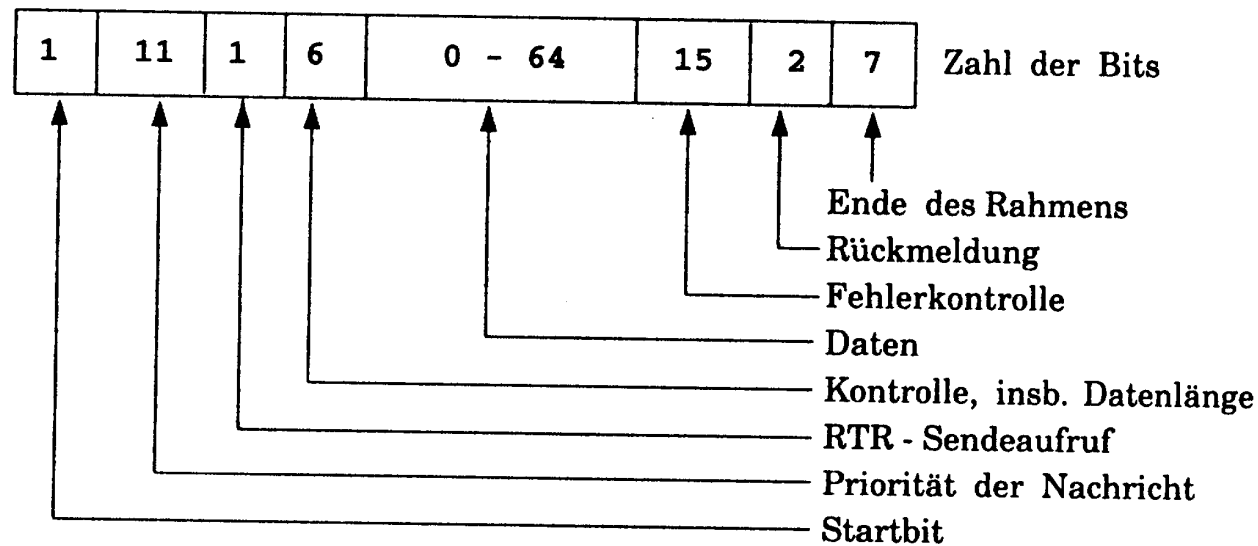
Aussenden und Abhören der Signale. B sendet eine 1 und horcht bei 2τ das Medium ab und stellt fest, dass ein anderer Teilnehmer eine 0 ausgesendet hat (die ist hier dominant!).

CSMA/CA – Sicheres Abgreifen des Signals



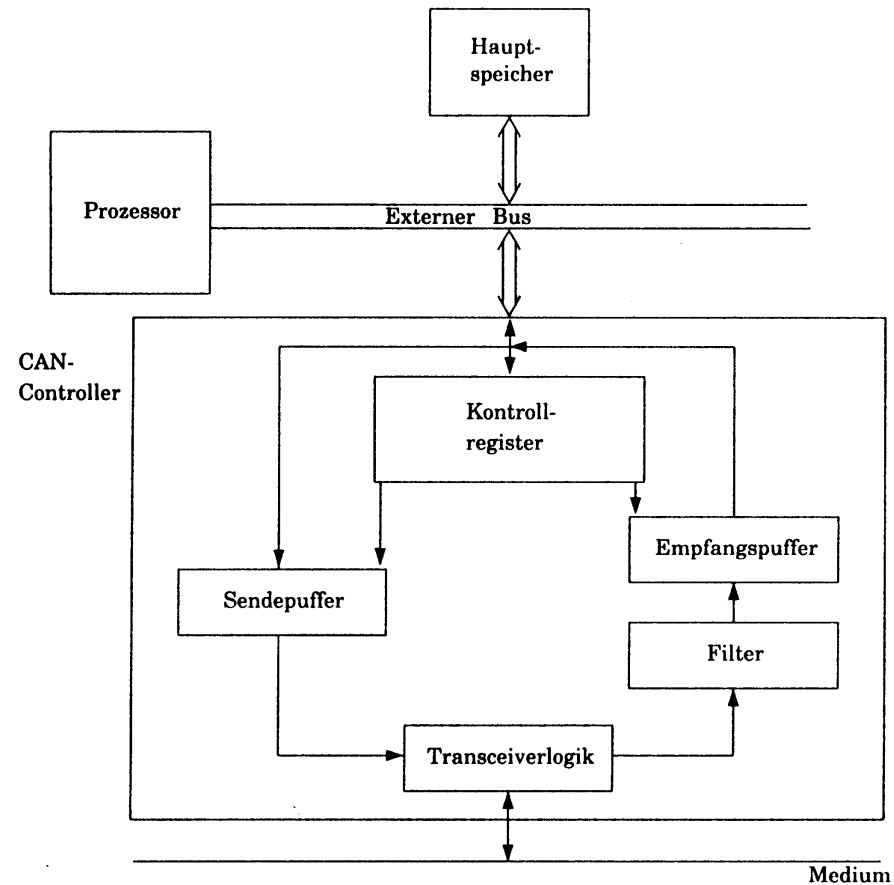
Nach dem Startbit 0 sendet Teilnehmer A mit 10... die höher priorisierte Bitfolge als Teilnehmer B mit 11... . Teilnehmer B sendet eine 1 und findet beim Horchen die 0 von Teilnehmer A vor. Daraufhin bricht B das Senden des Rahmens ab. Die Kreuze markieren sichere Zeitpunkte zum Abgreifen des Signals.

Fallbeispiel: CAN-Bus



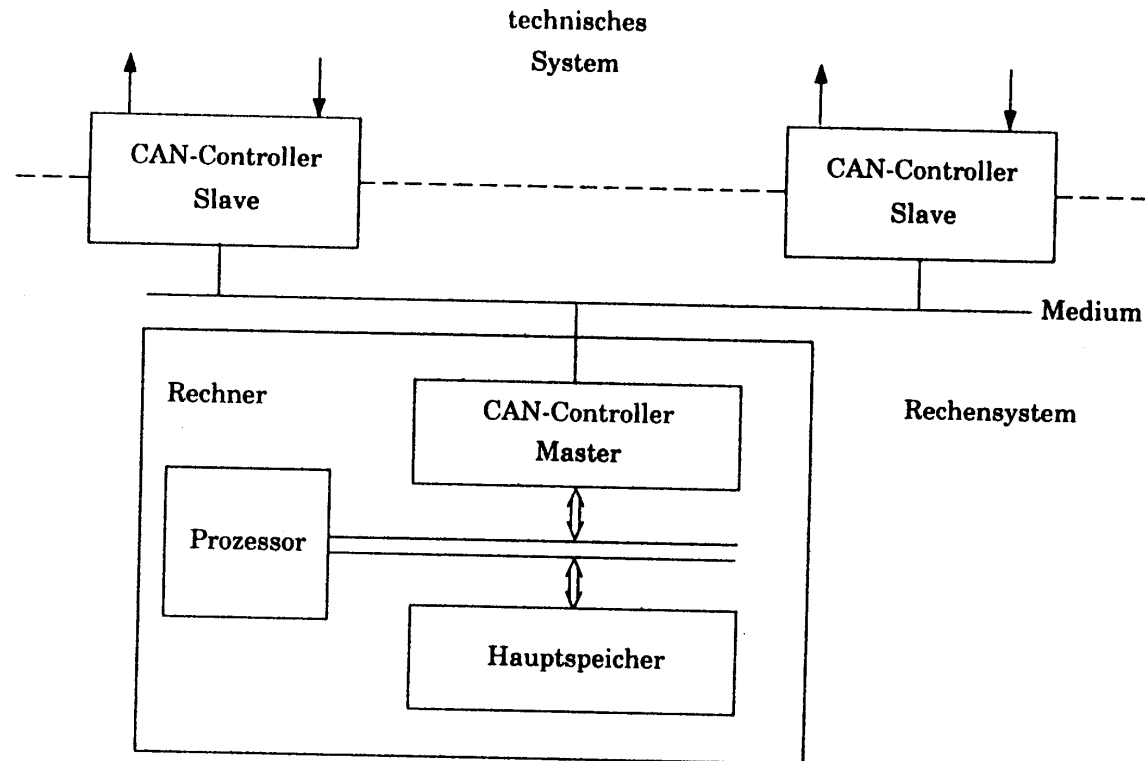
Aufbau des Rahmens bei CAN

CAN – Anbindung



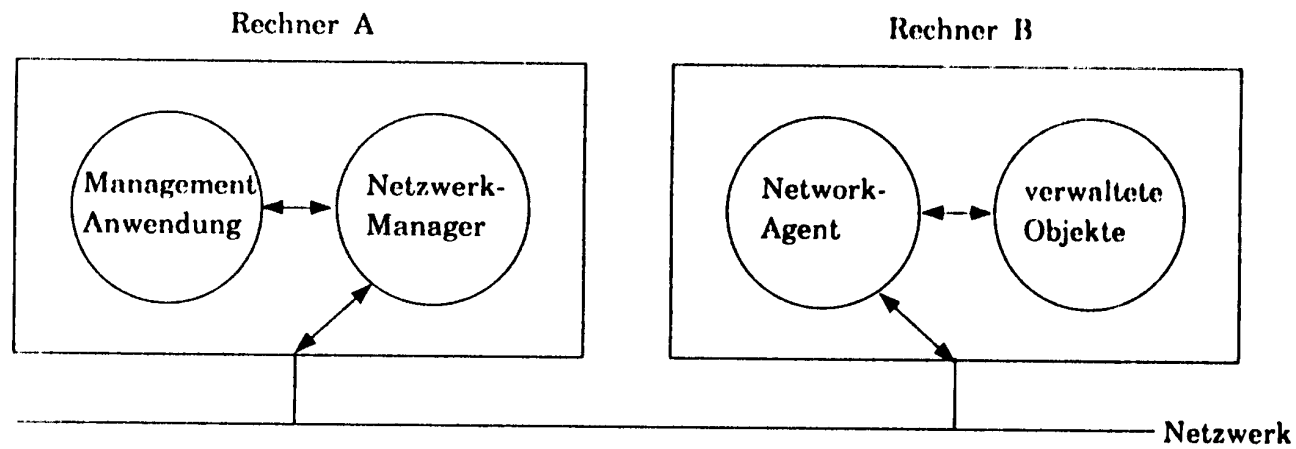
Anbindung des CAN-Controllers

CAN – Controller



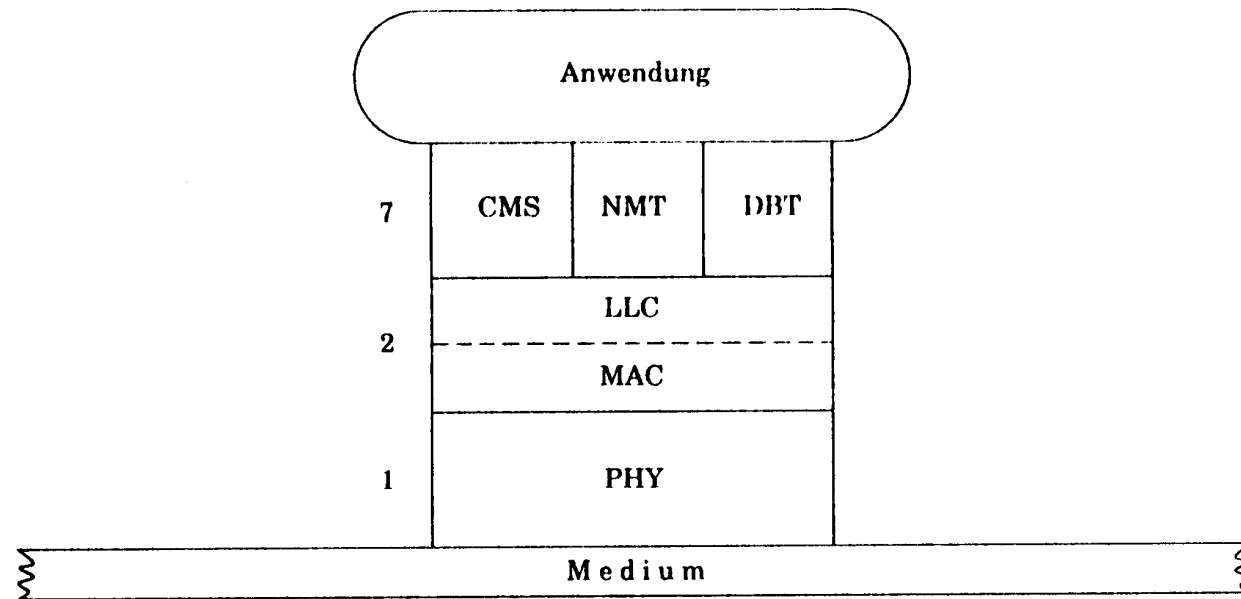
CAN-Controller zur Anbindung an das technische System

Network Management



Software-Architektur des Netzwerk-Managements

Network Management – Fallbeispiel CAN



CAN im ISO/OSI-Referenzmodell

CMS

CAN-based message specifications

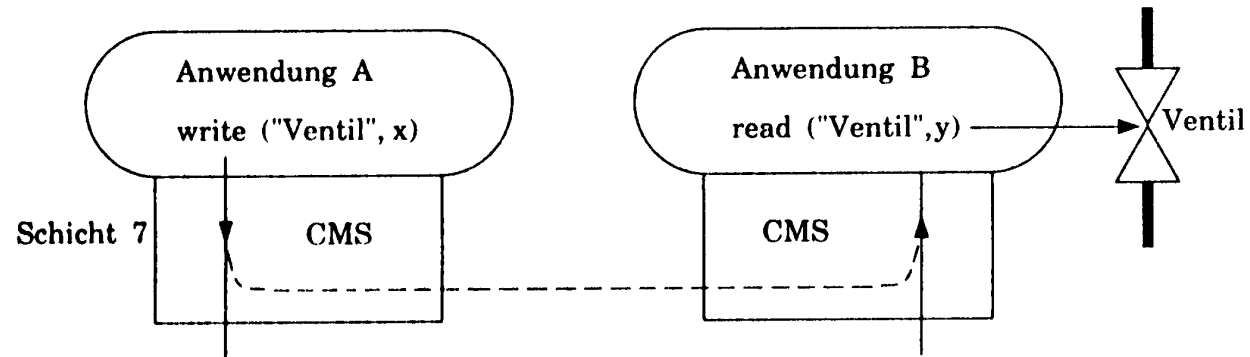
NMT

network management

DBT

identifier distributor

Network Management/Network Transparency – Fallbeispiel CAN



Netzwerktransparenz auf der Ebene der CMS-Schnittstelle

Exkurs "Vergleich Ethernet/CAN" - Was ist eigentlich ein Bus?

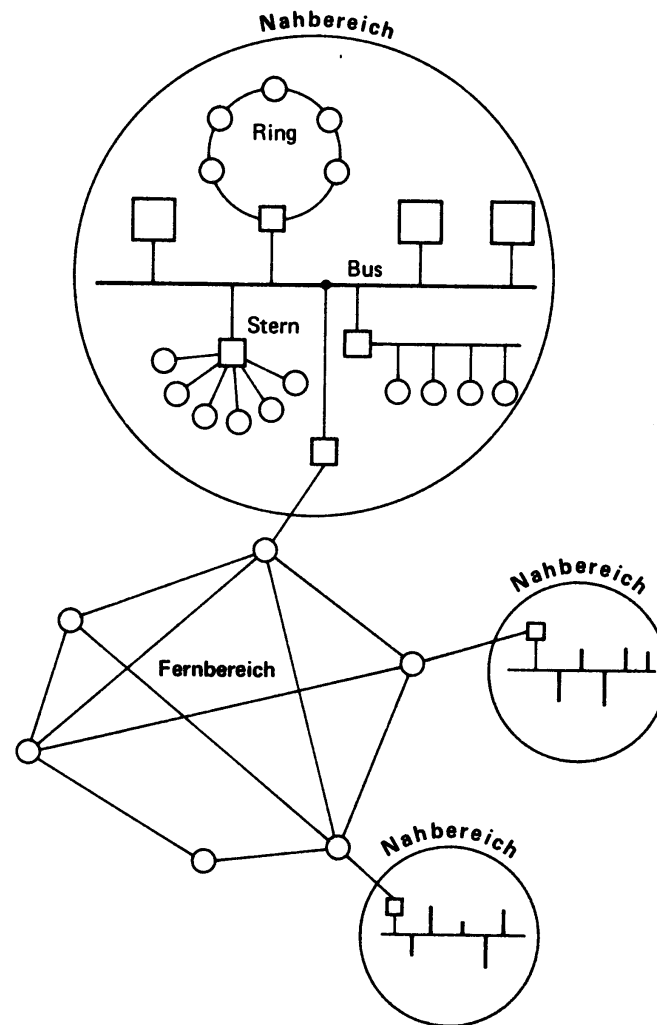
omnis : alle, jeder, jederlei

per omnia : in jeder Hinsicht, gänzlich

omnibus : **für alle** (Dativ oder Ablativ Plural)

/Stowasser94/

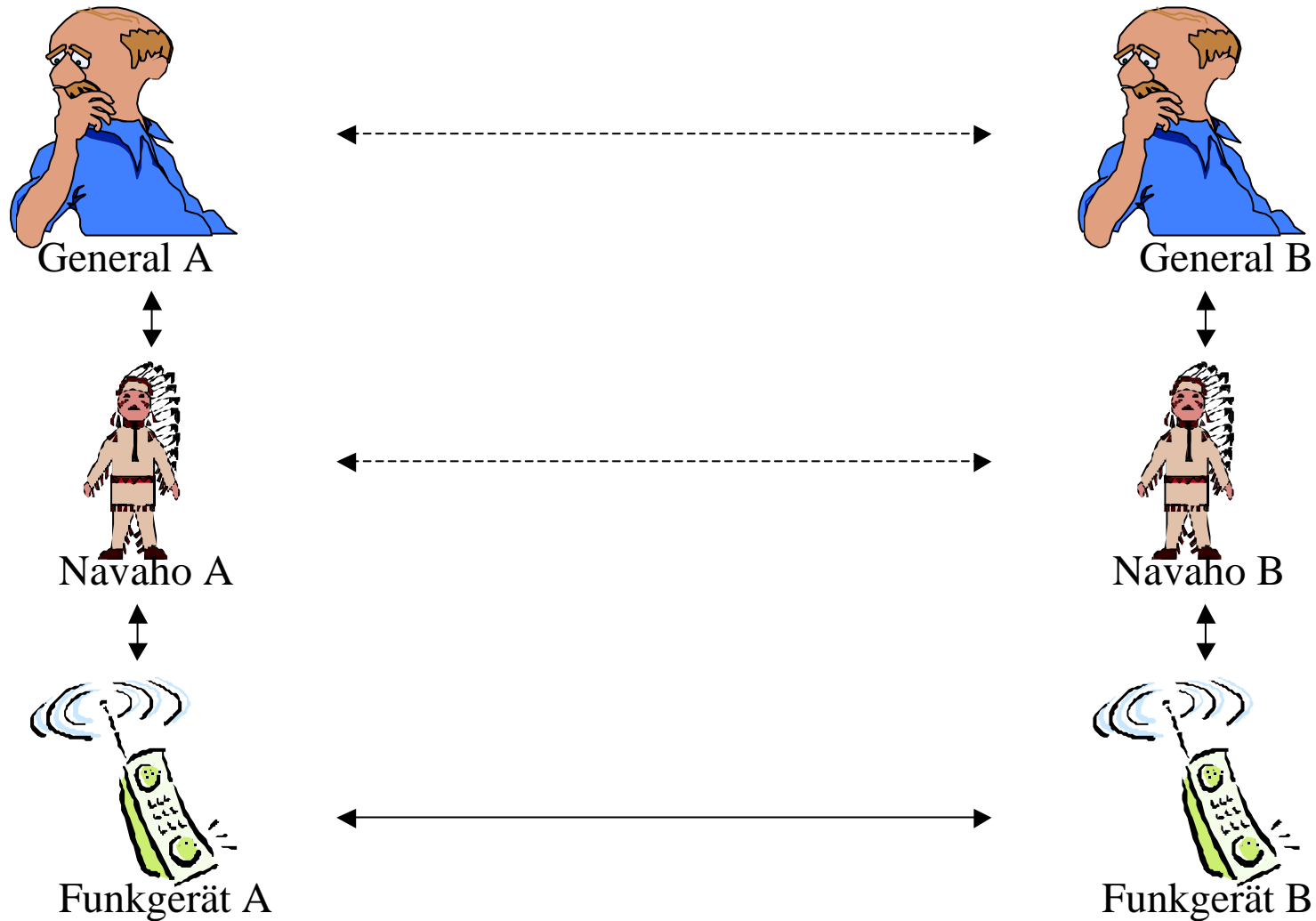
Exkurs "Vergleich Ethernet/CAN" - Mögliche Topologien



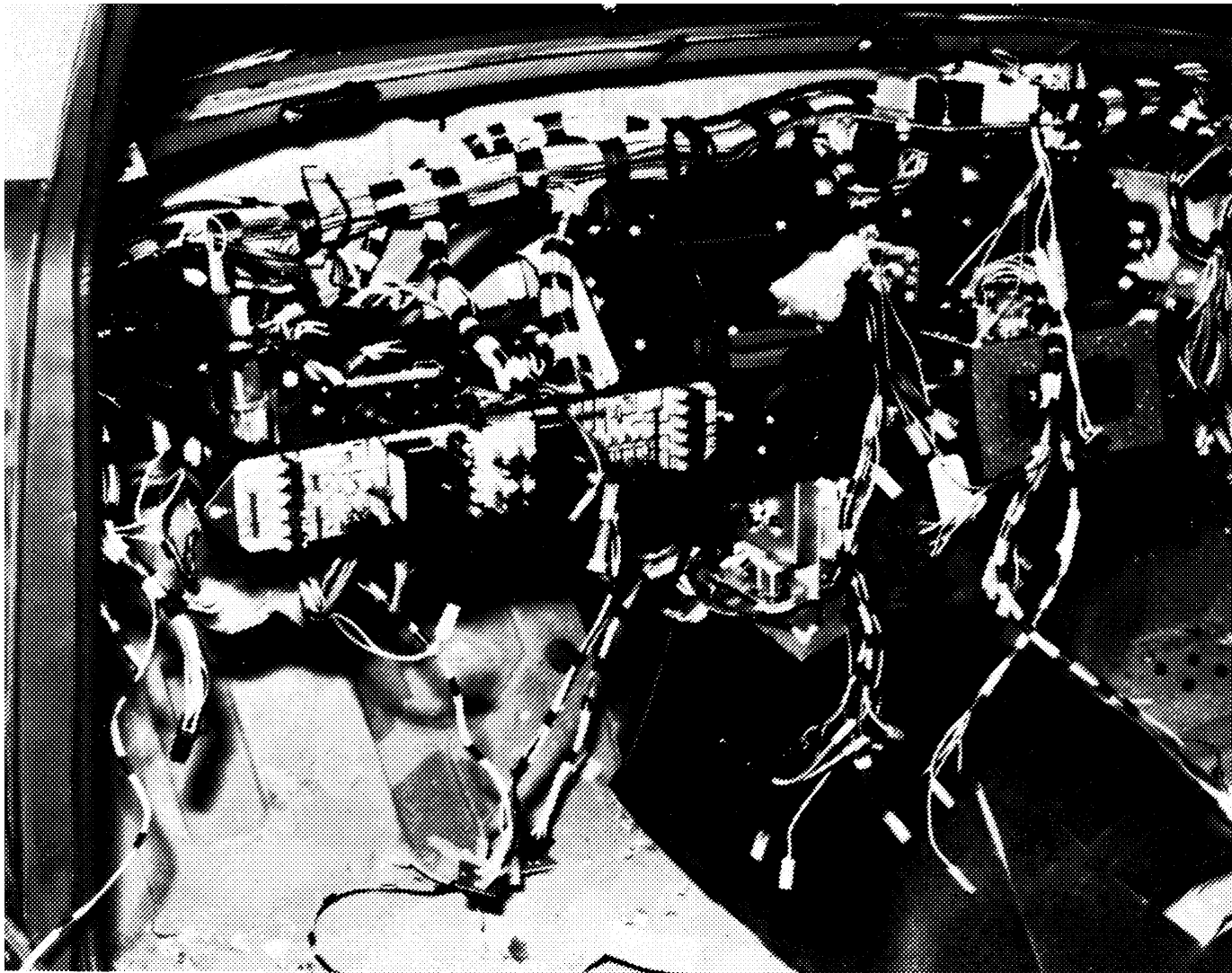
Bereiche der Datenkommunikation.

/Färber87/

Exkurs "Vergleich Ethernet/CAN" - Wie war das mit den Indianern?



Exkurs "Vergleich Ethernet/CAN" - Motivation CAN-Bus



CAN:
(Car)
Controller Area Network

/Kasedorf95/

Kabelsalat im Problembereich Instrumententafel

Exkurs "Vergleich Ethernet/CAN" - Entfernungsabhängige TLA

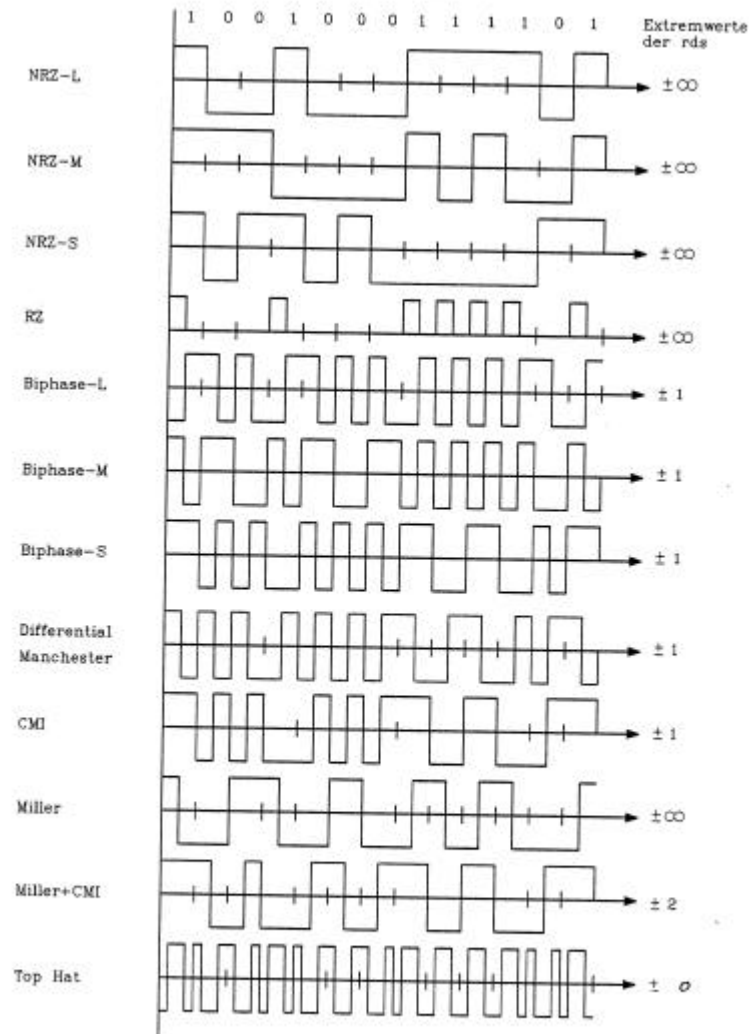
Kategorie	Gerätebus	CAN	LAN	MAN	WAN
zulässige Entfernung in Metern	$\sim 10^0$	$\sim 10^2$	$\sim 10^4$	$\sim 10^6$	$\sim 10^8$
Busbreite in Anz. Leitungen	~ 100	1	1	1	1
Übertragungsleistung pro s	~ 80 MByte	~ 1 MBit	$\sim 4 - 100$ MBit	~ 100 MBit	64 KBit (> 100 MBit)
Typische Zugriffsprotokolle	IEC, VME, Multibus II, Futurebus	CAN-Bus, Profibus, Bitbus	Ethernet, Token Bus, Token Ring	DQDB, FDDI	x.25 (ATM)

/Zöbel95/

Exkurs "Vergleich Ethernet/CAN" - Binäre Leitungscodes

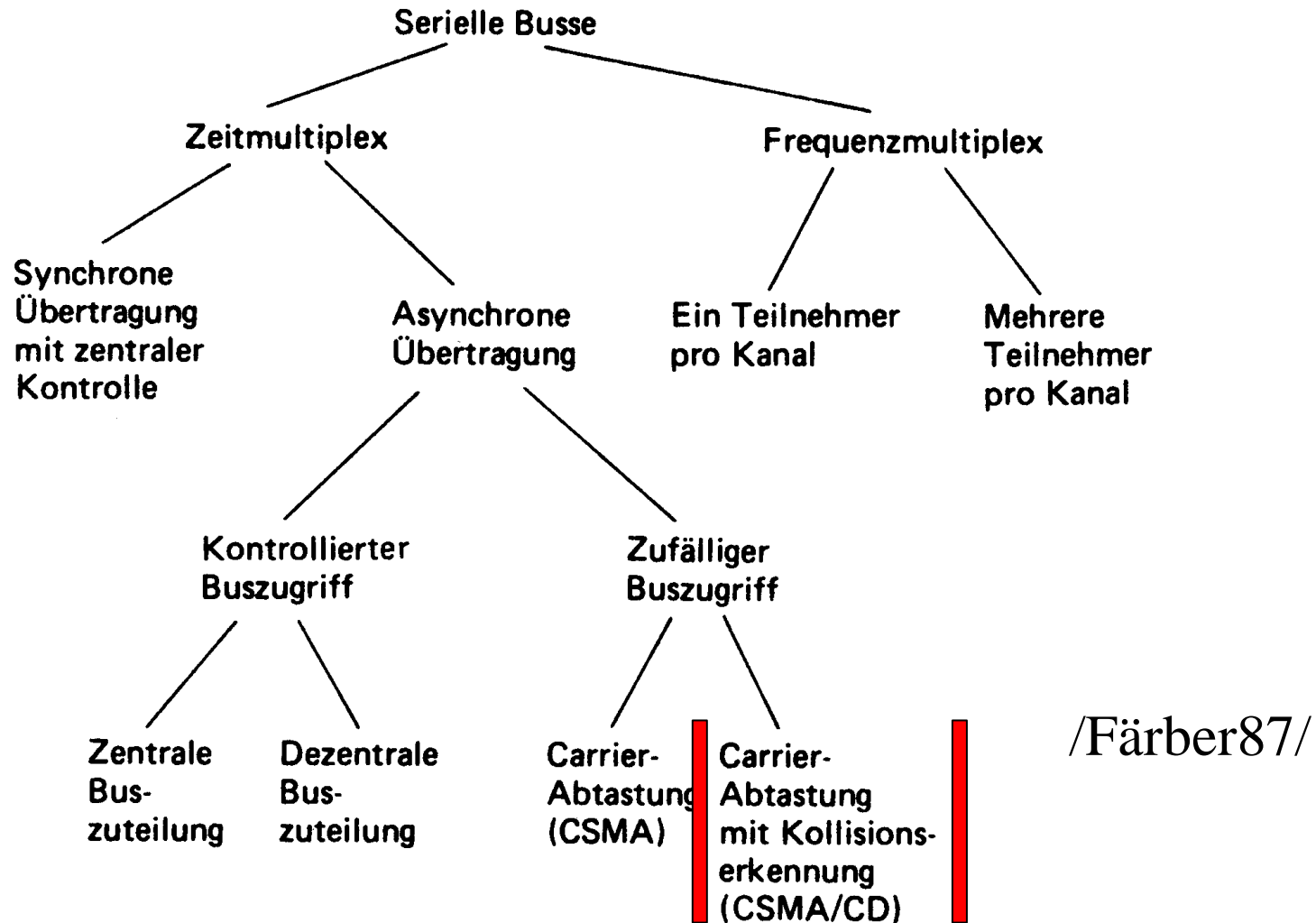
CAN:

Ethernet:



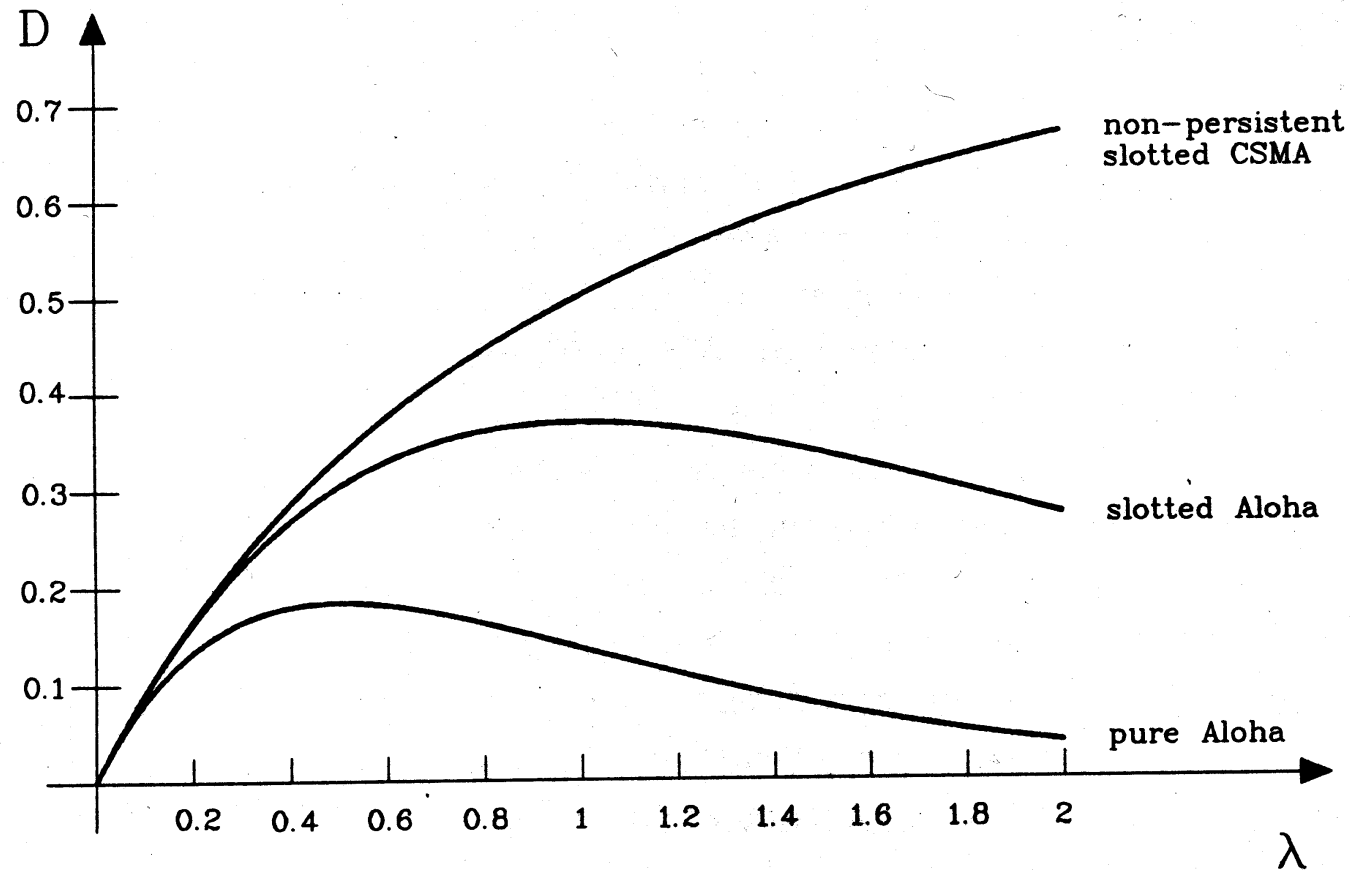
/Kaderali95/

Exkurs "Vergleich Ethernet/CAN" - Klassifizierung von Bussen



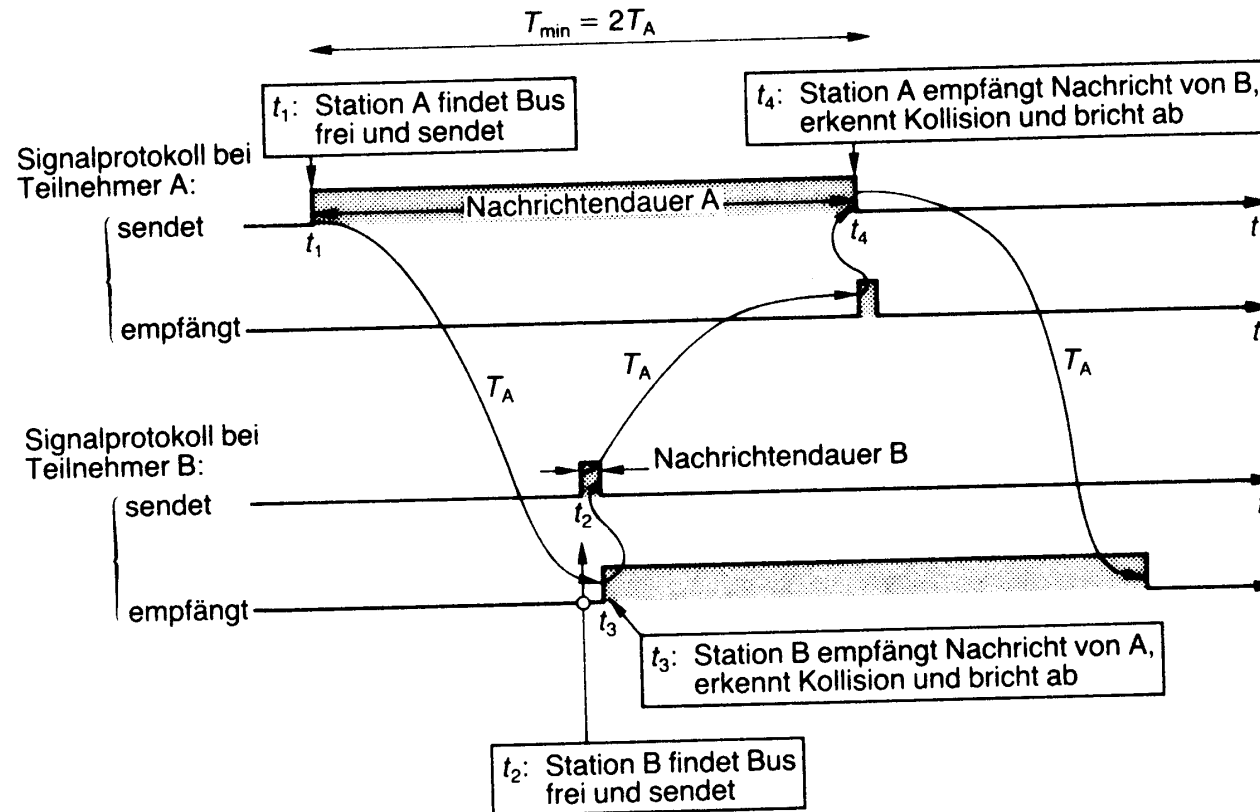
Einteilung der seriellen Busse nach Übertragungs- und Zugriffsverfahren

Exkurs "Vergleich Ethernet/CAN" - MAC-Verfahren



/Kaderali95/

Exkurs "Vergleich Ethernet/CAN" - CSMA/CD, worst case

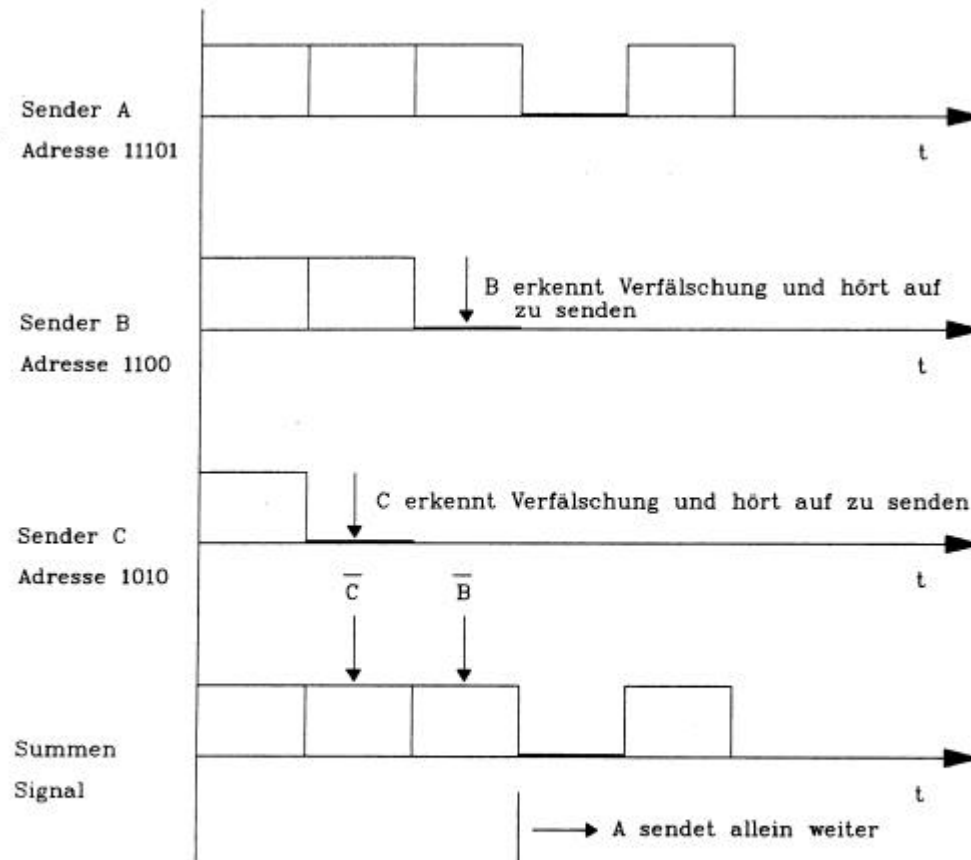


/Färber87/

T_A
 T_{\min}

Signalausbreitungszeit Station A -> B
minimale Nachrichtendauer für Kollisionserkennung

Exkurs "Vergleich Ethernet/CAN" - CSMA/CA: wer setzt sich durch?



/Kaderali95/

Exkurs "Vergleich Ethernet/CAN" - weiterführende Literatur

/Bosch91a/	Anonym(Bosch-AG), 'Kraftfahrtechnisches Taschenbuch', 1991
/Bosch91b/	Anonym(Bosch-AG), 'CAN Spezifikation Version 2.0'
/Crowcroft92/	Crowcroft, Jon, Wakeman, Ian, 'Is Layering Harmful?', 1992
/Färber87/	Färber, Georg, 'Bussysteme', 1987
/Kaderali95/	Kaderali, Firoz, 'Kommunikationstechnik', 1995
/Kasedorf95/	Kasedorf, Jürgen, 'Elektrische Systeme im Kraftfahrzeug', 1995
/Siemens98/	Anonym(Siemens AG), 'Introduction into C167CR/C164CI/...'
/Stowasser94/	Stowasser, 'Lateinische Sprachlehre', 1994
/Tanenbaum98/	Tanenbaum, Andrew S., 'Computernetzwerke', 1998
/Unger99/	Unger, Claus, 'Betriebssysteme und Rechnernetze', 1999
/Zöbel95/	Zöbel, Dieter; Albrecht, Wolfgang, 'Echtzeitsysteme', 1995

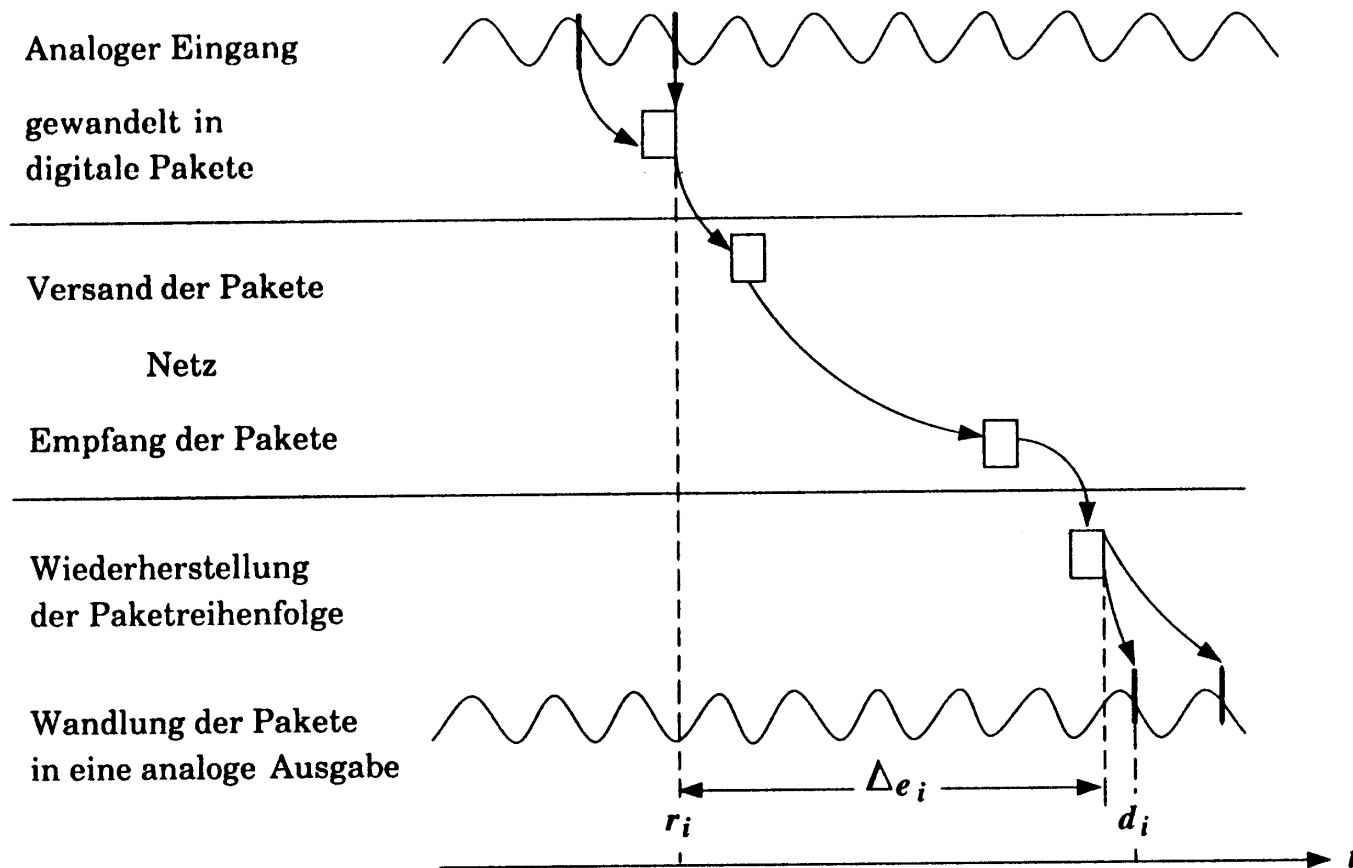
Standards:

ISO/ IS 7498	'Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model (ISO-RM)'
IEEE 802.3	'CSMA/CD'
ISO/IS 11519-2	'CAN Low Speed (?125kbps)'
ISO/IS 11898	'CAN High Speed(? 1Mbps)'

/Zöbel95/

- 1 Einführung
- 2 Grundlagen der Echtzeitplanung
- 3 Rechnerarchitekturen
- 4 Betriebssysteme
- 5 Rechnernetze
 - 5.1 Aufbau von Rechnernetzen
 - 5.2 Busse im Feldbereich
 - 5.3 Netze im Bereich Multimedia
- 6 Programmierung
- 7 Methoden der Softwaretechnik

Delay wohin man schaut



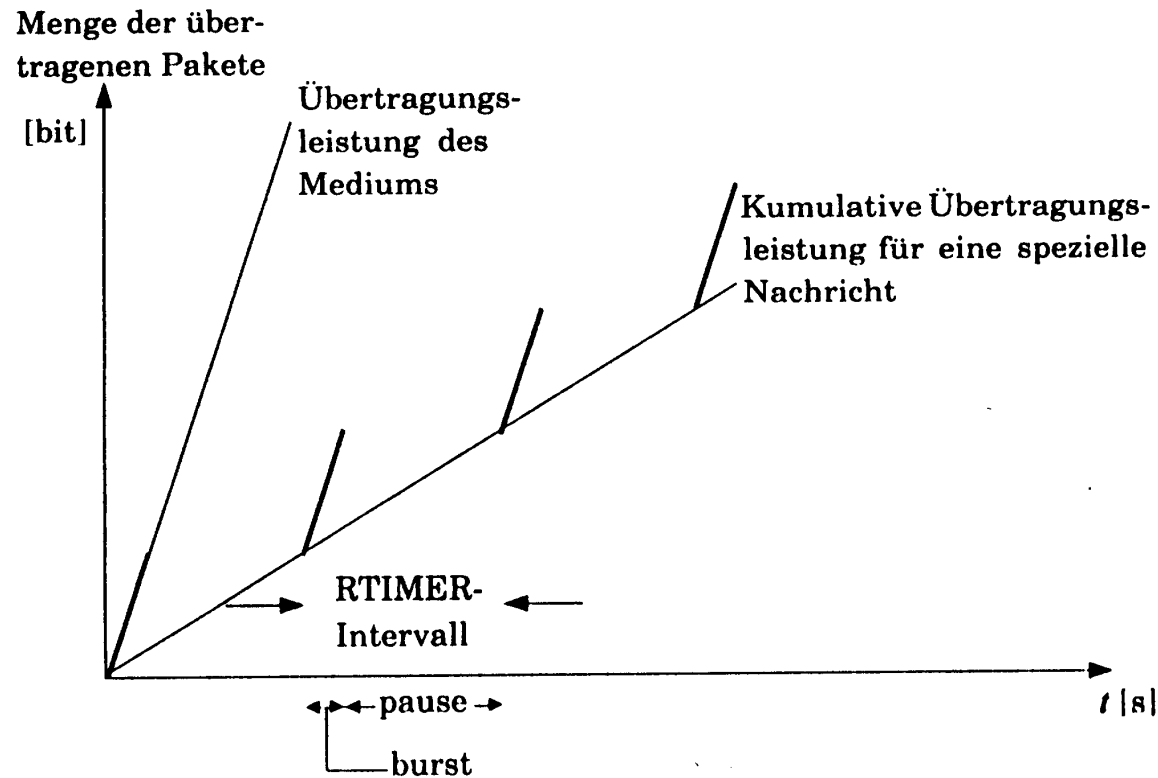
Übertragung von Sprache in einem Rechnernetz

Glücklicherweise entweder(korrekt)/oder(schnell)

		Verlustfreiheit	
		ja	nein
Rechtzeitigkeit	ja	%	Videosignale Audiosignale
	nein	Dateien und Inhalte von Datenbanken textuelle und graphische Dokumente	%

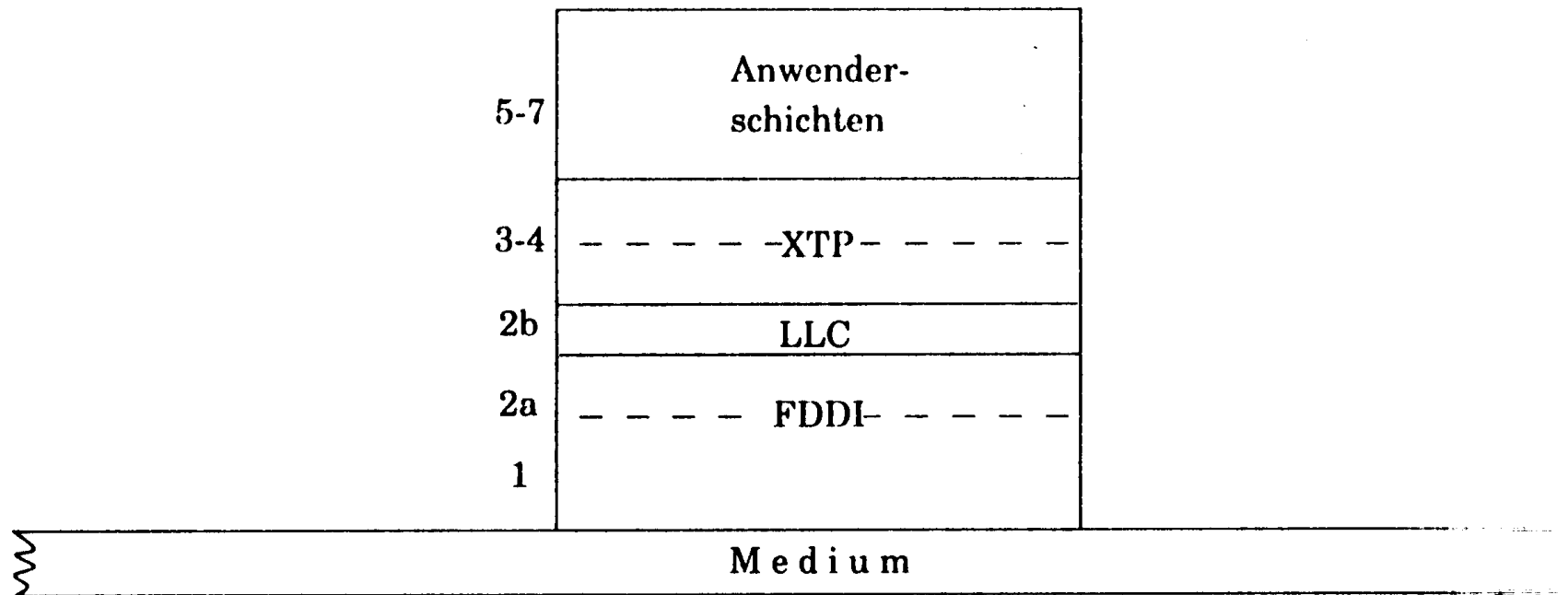
Zuordnung von Rechtzeitigkeit und Verlustfreiheit zu den typischen Formen von Informationen im Bereich Multimedia

Fallbeispiel: das XTP-Protokoll (express transfer p.)



Das XTP-Protokoll hat dafür zu sorgen, dass die kumulative Übertragungsleistung mit der für diese Nachricht erwünschten Übertragungsleistung übereinstimmt. Das RTIMER-Intervall und der Burst sind dementsprechend zu bemessen.

XTP und FDDI (fibre distributed data interface)



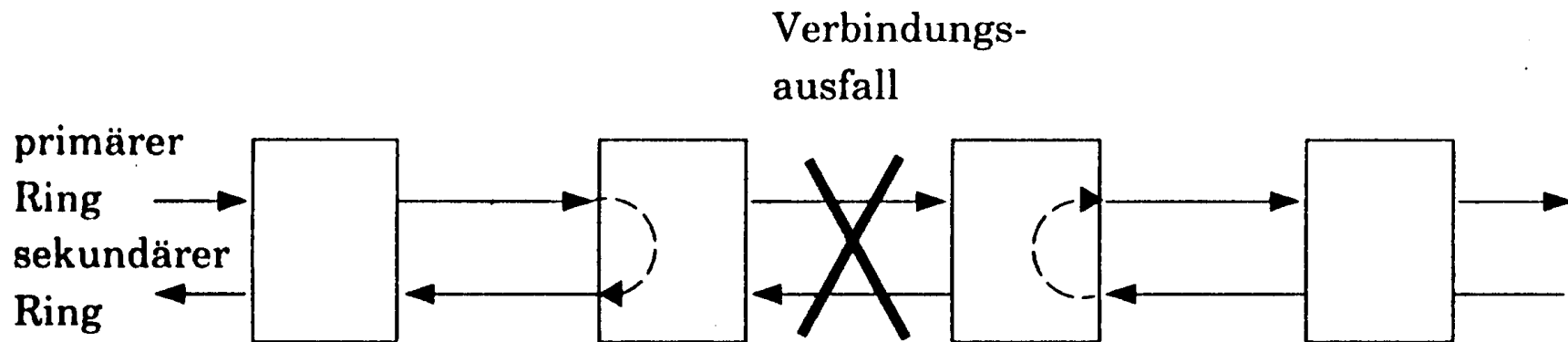
XTP und FDDI im ISO/OSI-Referenzmodell

FDDI L1(!) zweigeteilt:

1b PHY

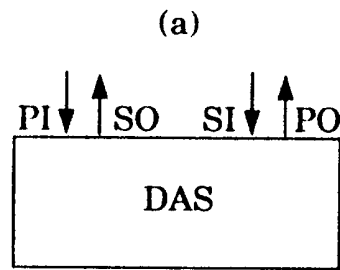
1a PMD (physical medium dependent): Cu oder LWL

FDDI – stabil auch bei Bagger vs. Glasfaser

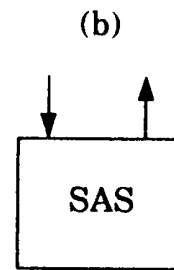


Beim Ausfall eines Teilnehmers oder wie hier beim Ausfall einer Verbindung zwischen zwei Teilnehmern bleibt die Funktionsfähigkeit des Netzwerkes erhalten. Auf einem dann fast doppelt so langen Netzwerk (bis 200km) mit der doppelten Anzahl von Teilnehmern (bis 1000) sind primärer und sekundärer Ring kurzgeschlossen.

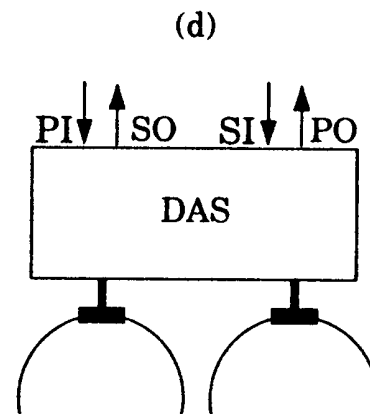
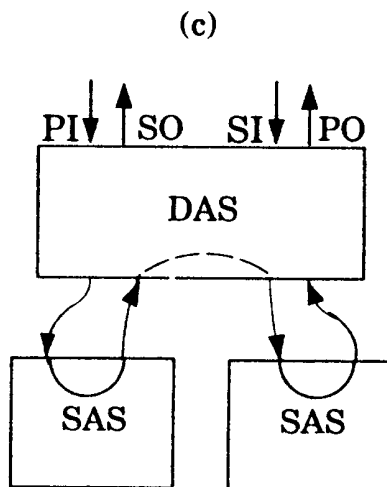
FDDI – Bauformen



PI = Primary In
 PO = Primary Out
 SI = Secondary In
 SO = Secondary Out



Schematische Darstellung der typischen Bauformen. Dabei bedient die DAS (dual attachment station) im Normalfall den primären und im Ausnahmefall den sekundären Ring (a).

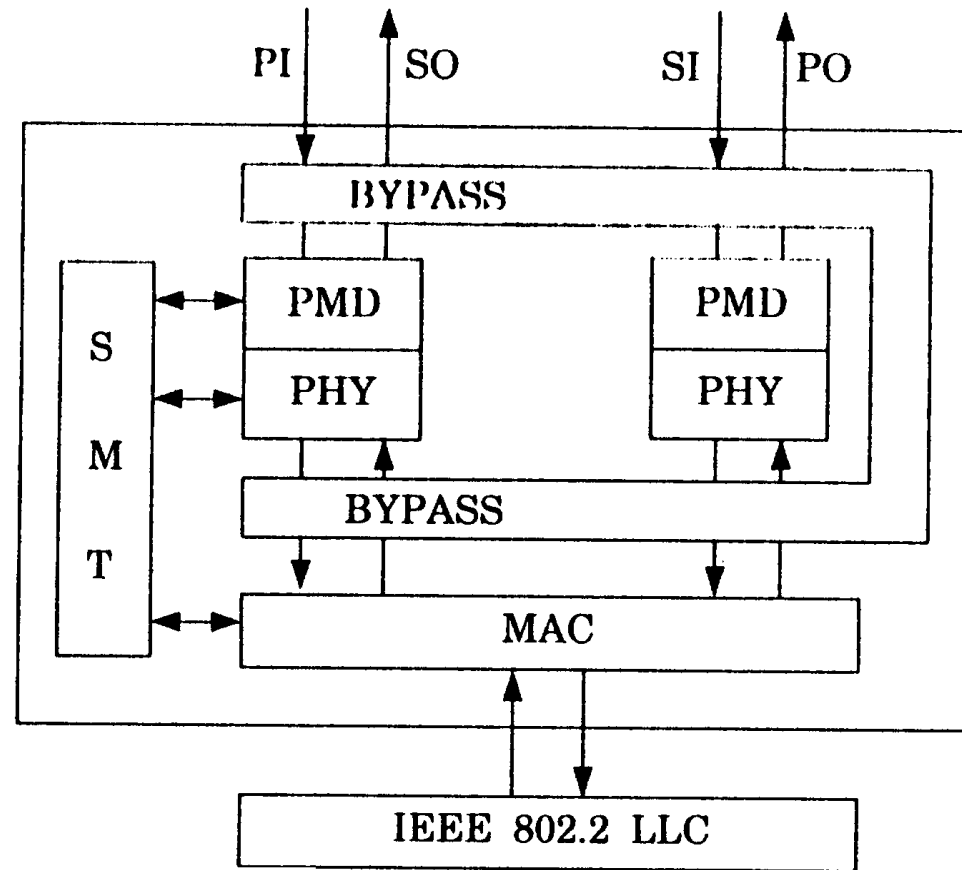


Eine SAS (single a. s.) hat keine Ausweichmöglichkeit (b). Erst in der Anbindung an einen DAS-Konzentrator lässt sich

eine SAS an den primären und im Ausnahmefall an den sekundären Ring anbinden (c).

Ein Gateway sollte aus Sicherheitsgründen immer über einen Doppelanschluss verfügen (d).

FDDI – L1(PMD+PHY)+L2(MAC+LLC)

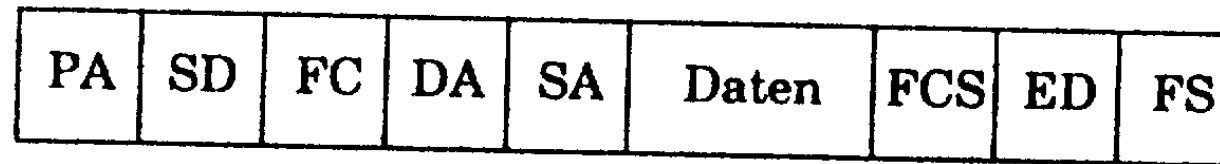


Eine FDDI-Station deckt die Schichten 1 und 2 des ISO/OSI-Referenzmodells ab

FDDI – Frames/Symbols



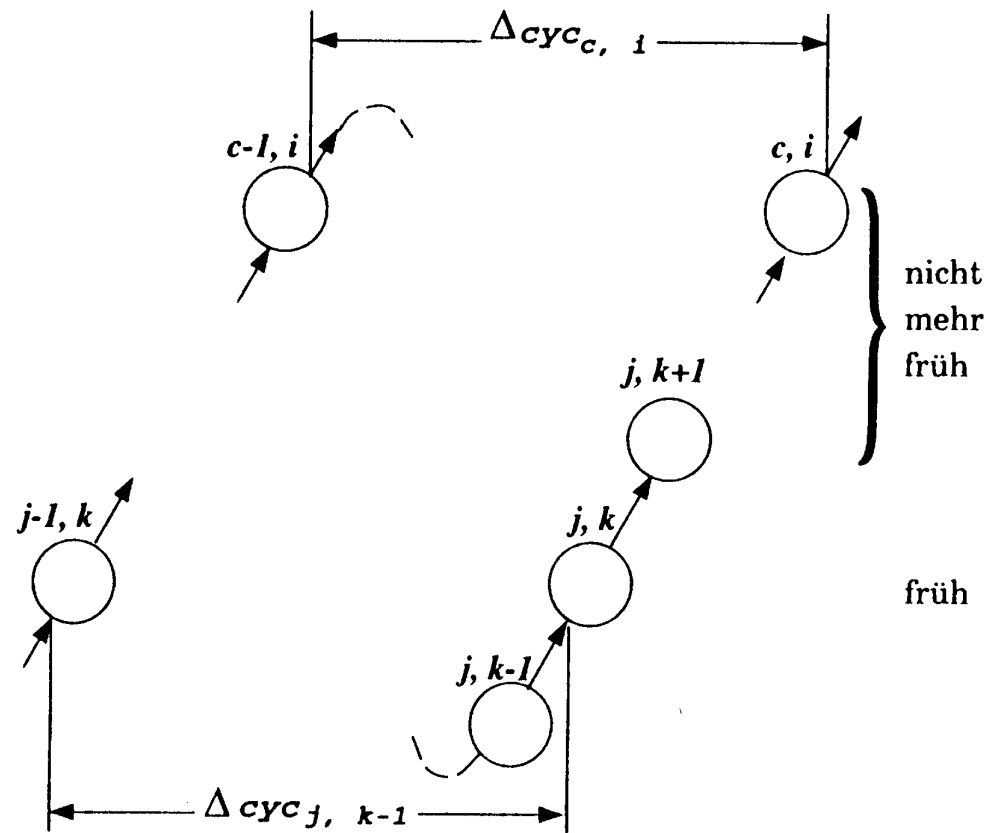
(a) Marke



(b) gewöhnlicher Rahmen

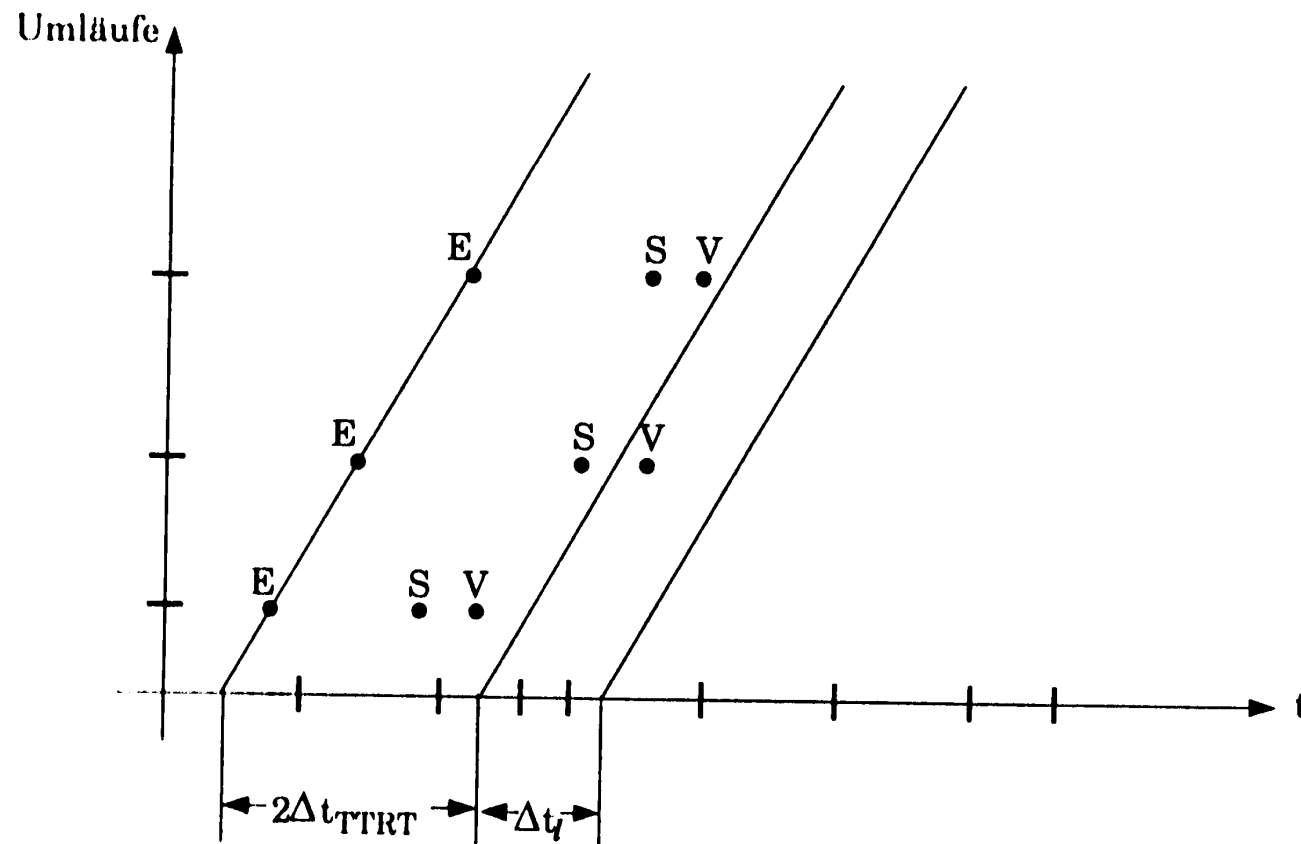
Beim FDDI wird die Information in Einheiten von 4 Bit, die jedoch durch 5 Bit dargestellt werden, gemessen. Diese Einheiten heißen Symbole und sind im Folgenden den Feldern des Rahmens zugeordnet: Präambel (PA? 16), Startbits (SD, 2), Rahmenkennung (FC, 2), Endbits (ED, 2), Zieladresse (DA, 4 oder 12), Quelladresse (SA, 4 oder 12), Prüfsumme (FCS, 8), Status (FS, 3).

FDDI – early or late



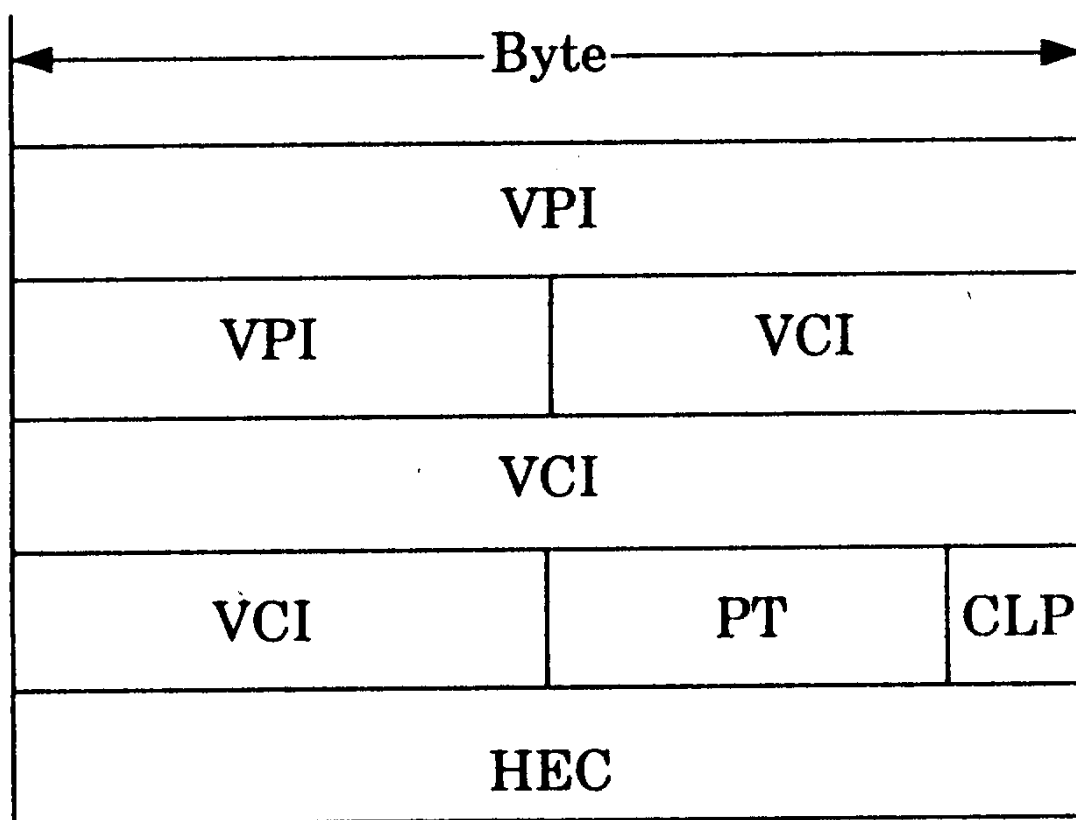
Vom Aufenthalt c, i aus betrachtet ist der Aufenthalt j, k der letzte, bei dem die Marke früh eingetroffen ist

FDDI – guaranteed sending and receiving



Ist ein Rahmen erzeugt (E), so wird er garantiert nach $2 \cdot T_{TRT}$ gesendet (S) und nach der Latenzzeit $2 \cdot t_l$ des Netzes beim Empfänger eintreffen und verbraucht werden (V).

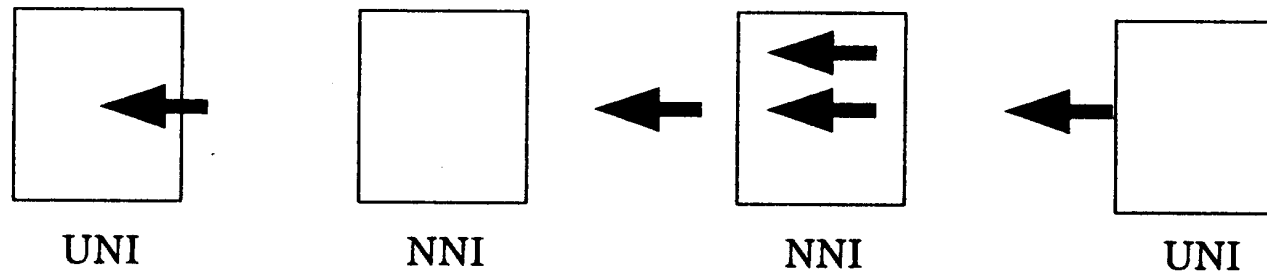
ATM (Asynchronous transfer mode)



Der Header einer ATM-Zelle:

- VPI virtual path identifier
- VCI virtual channel id.
- PT payload type
- CLP cell loss priority
- HEC header error control

ATM – from sender to receiver

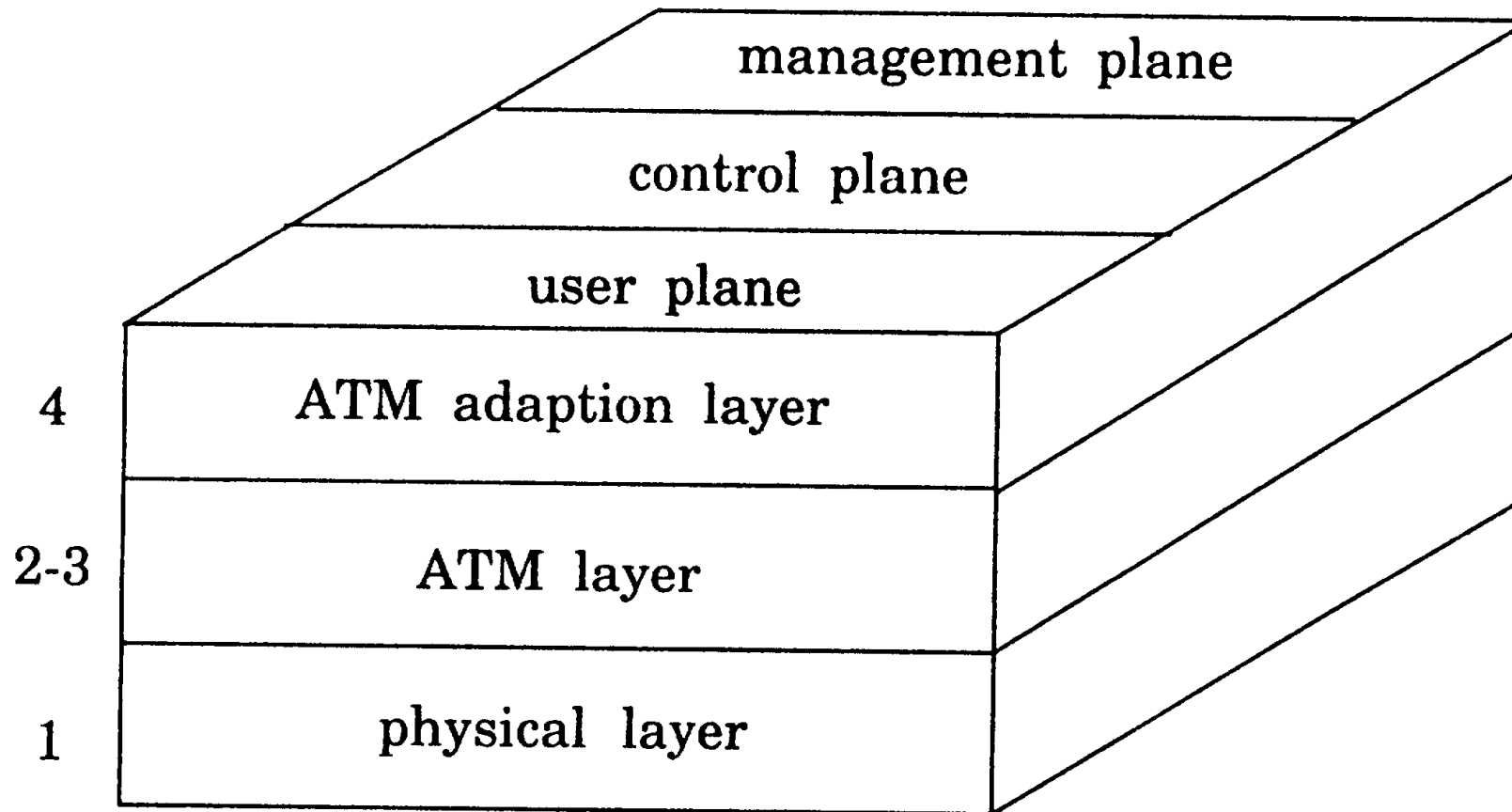


Die Zellen einer Nachricht auf dem Weg vom Sender zum Empfänger:

UNI user node interface (Endteilnehmer)

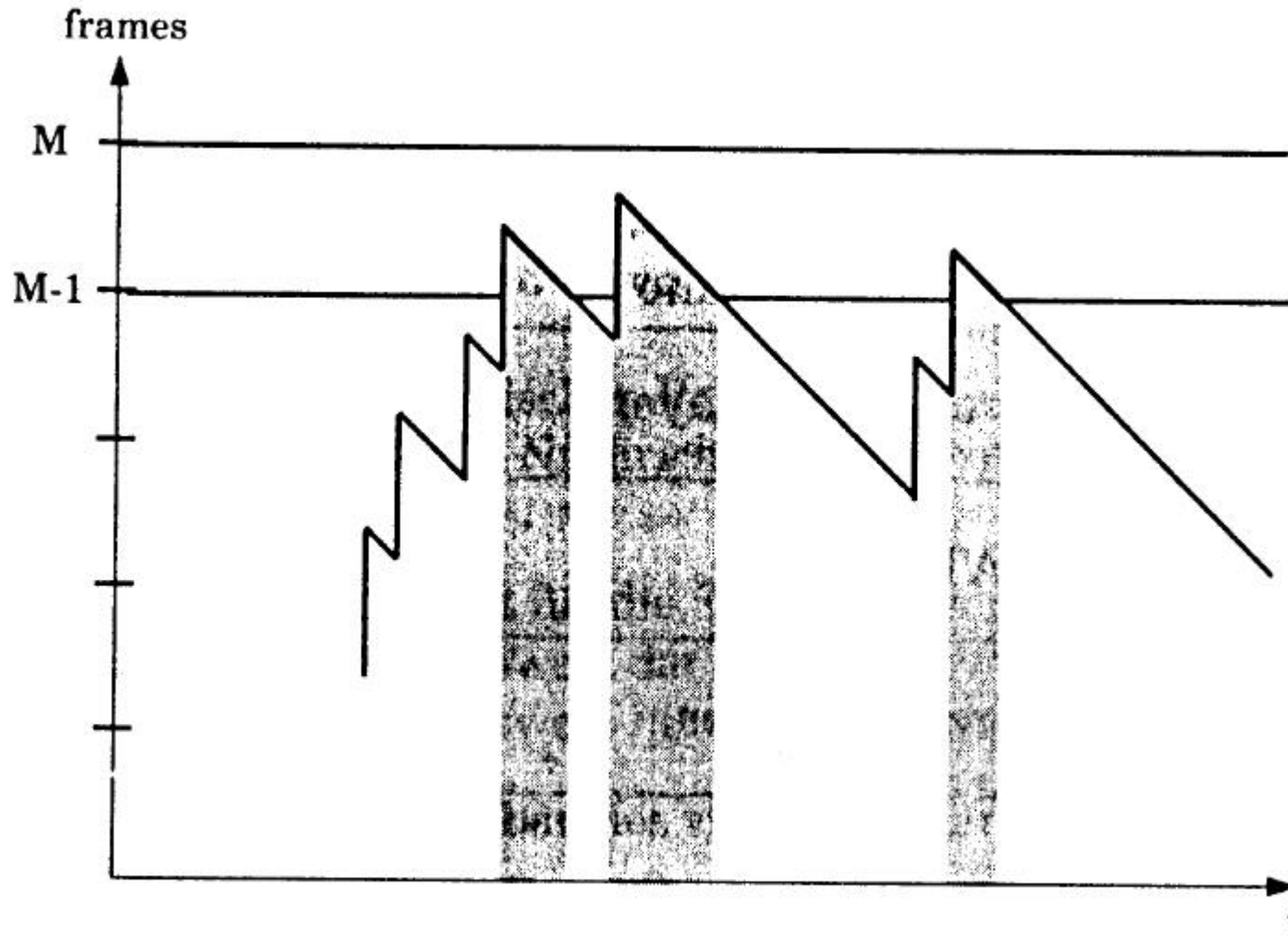
NNI network node interface (Vermittlungsknoten)

ATM – orthogonal user/control/management plane



Die Schichten und Ebenen, die von ATM-Netzwerken abgedeckt werden. Dabei bildet die ATM adaption layer eine definierte Schnittstelle zu anderen Netzwerken.

ATM – congestion control



Innerhalb der markierten Zeitspannen werden einkommende Zellen eliminiert. Aufwärtssprünge haben die Höhe 1 (ein Paket) und der Winkel der abfallenden Gerade entspricht der Übertragungsrates, die ein Netzknoten für die Pakete dieser Nachricht bereitstellt.