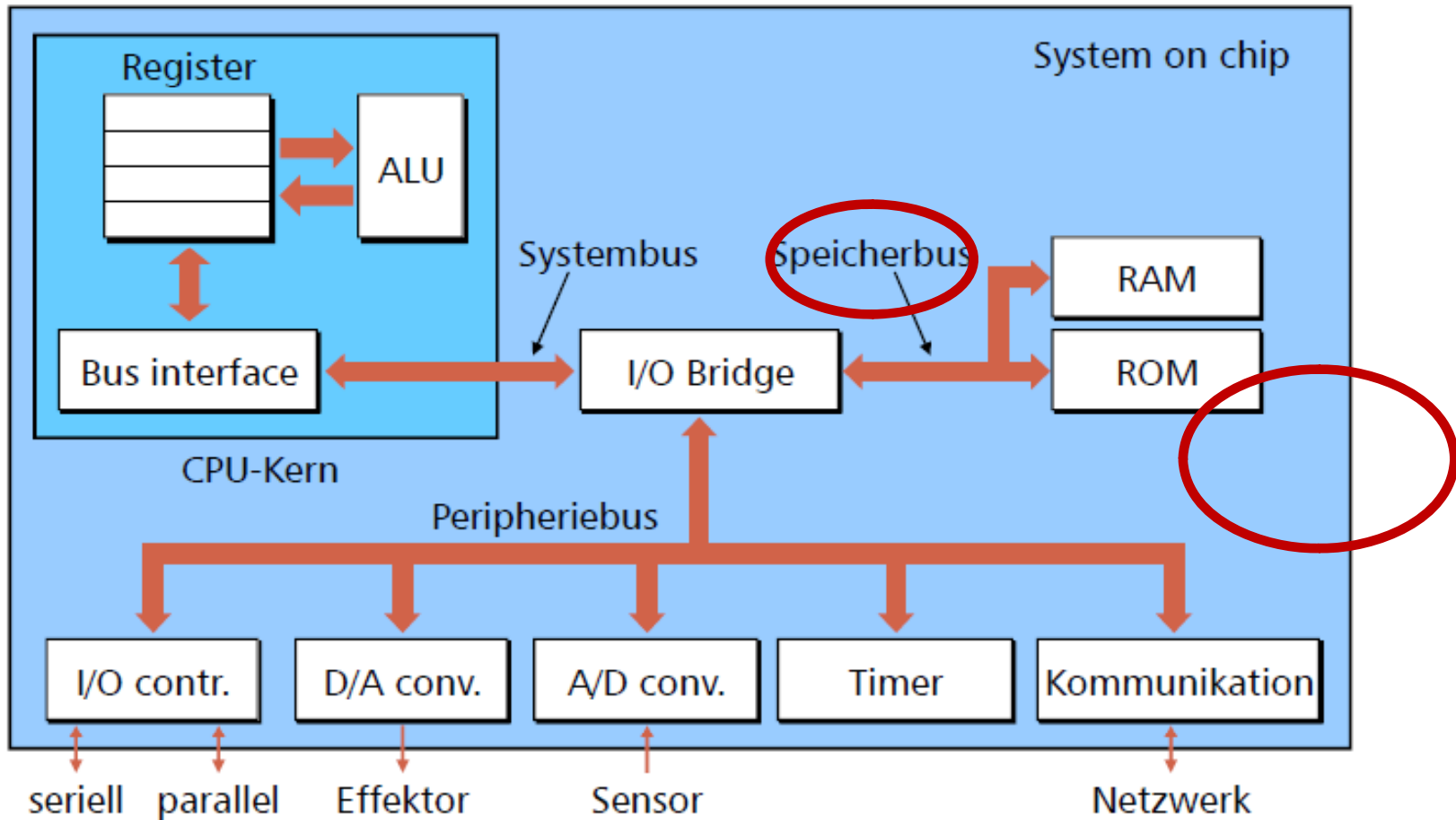


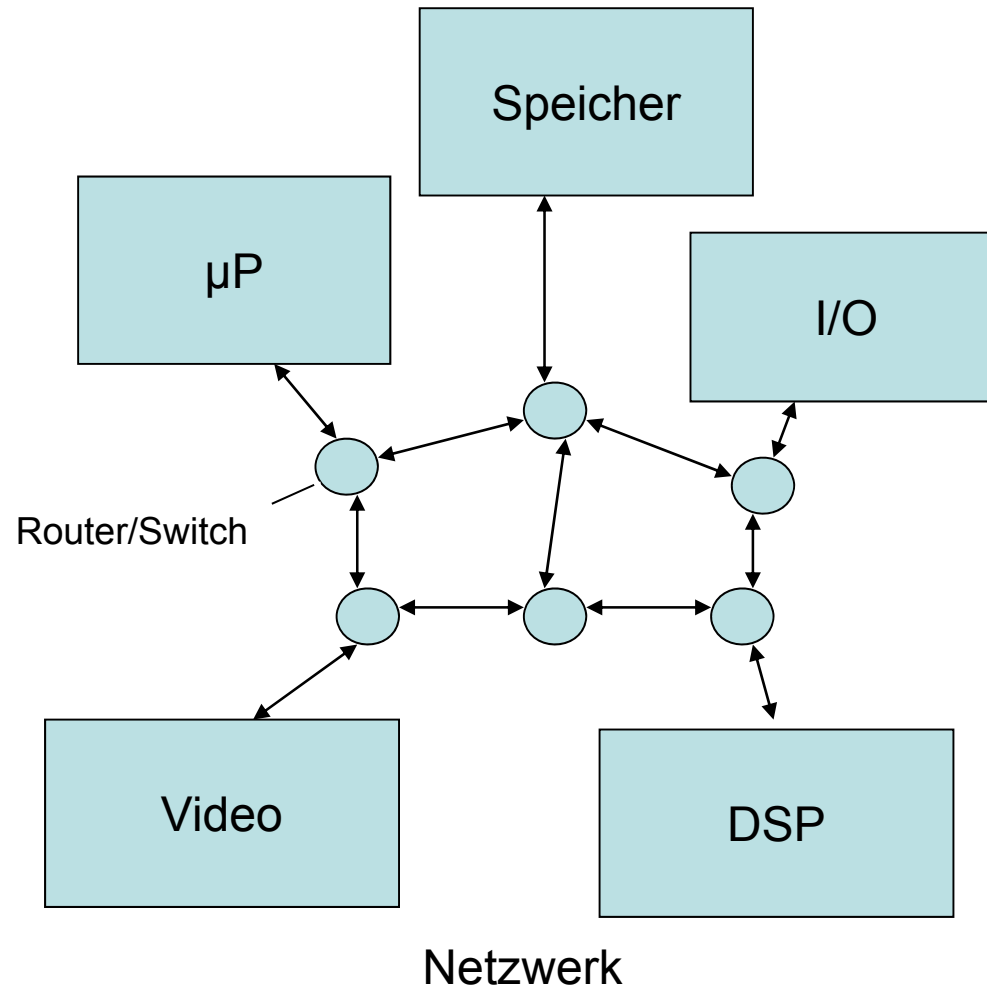


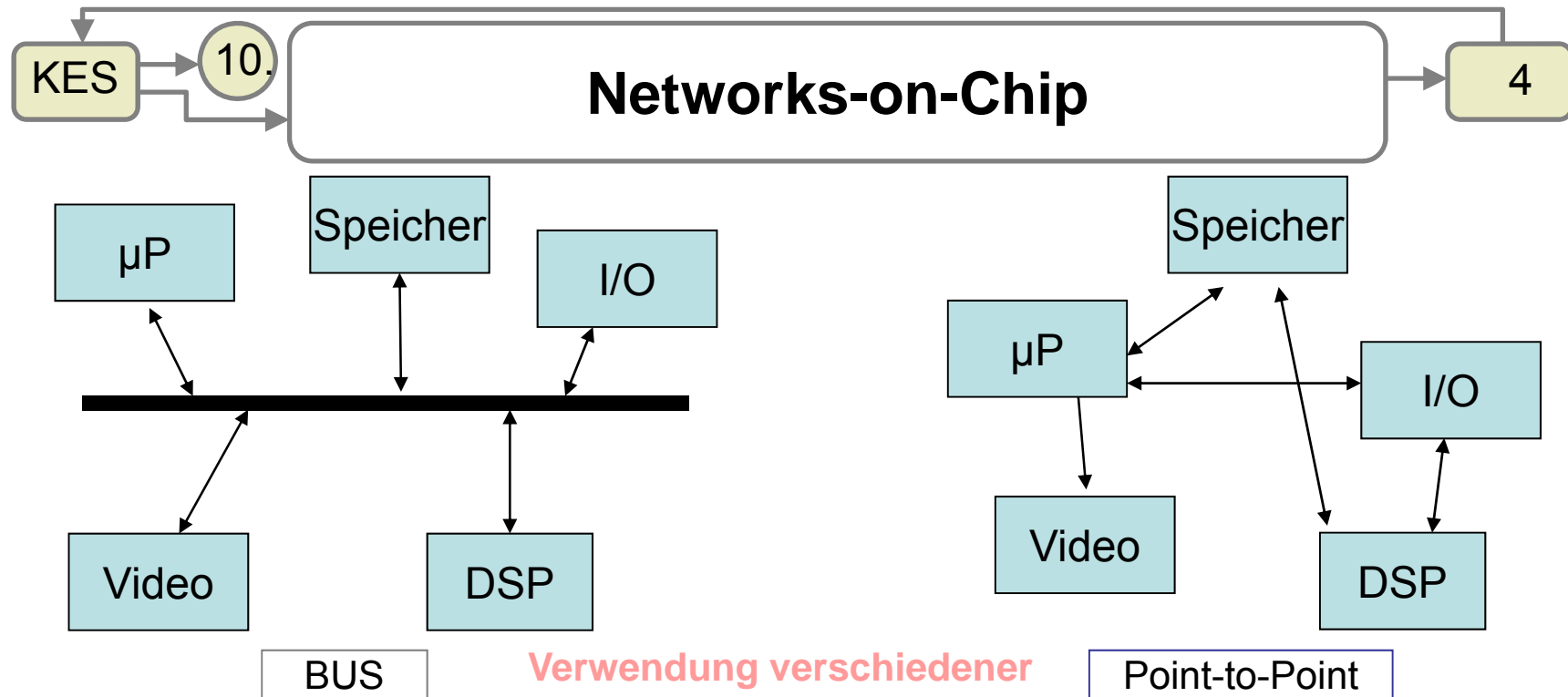
- |     |                                   |                    |
|-----|-----------------------------------|--------------------|
| 1.  | Einführung                        | - Prof. Zimmermann |
| 2.  | Aspekte des Systementwurfs        | - Prof. Zimmermann |
| 3.  | Modellbasierter Entwurf           | - Prof. Zimmermann |
| 4.  | Echtzeitsysteme                   | - Prof. Zimmermann |
| 5.  | Scheduling                        | - Prof. Zimmermann |
| 6.  | Sicherheit und Zuverlässigkeit    | - Prof. Zimmermann |
| 7.  | Softwaretechnische Aspekte        | - Prof. Fengler    |
| 8.  | Hardware-Software-Codesign        | - Prof. Fengler    |
| 9.  | <b>Rechnerarchitektur</b> aspekte | - Prof. Fengler,   |
| 10. | Kommunikation                     | - Prof. Fengler    |
| 11. | Energieeffizienz                  | - Prof. Fengler    |
| 12. | Domäne Automotive                 | - Prof. Fengler    |

Verwendung nur als Lehrmaterial. Nicht zur Veröffentlichung!

KES → 10. → **Klassifikation von Bussystemen** → 2

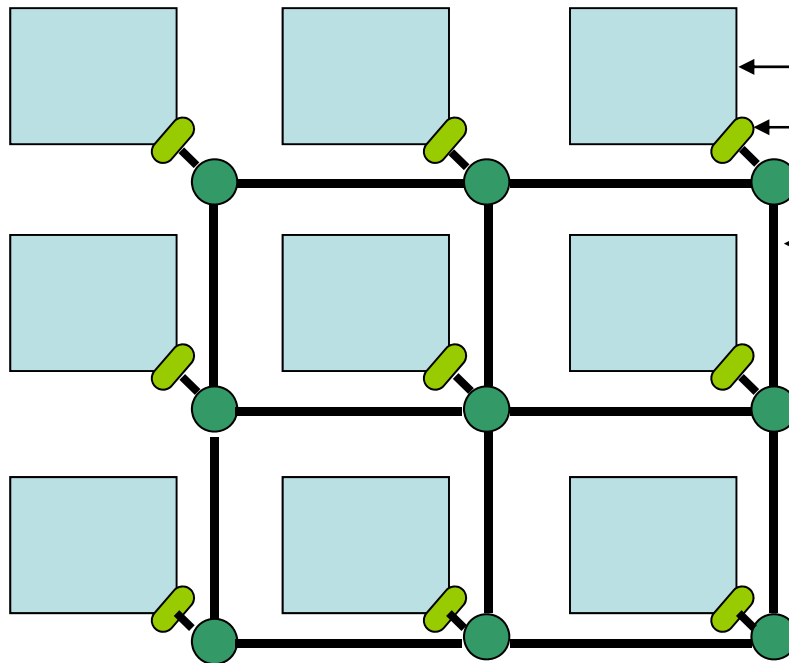






**Verwendung verschiedener Kommunikationsstrukturen:**

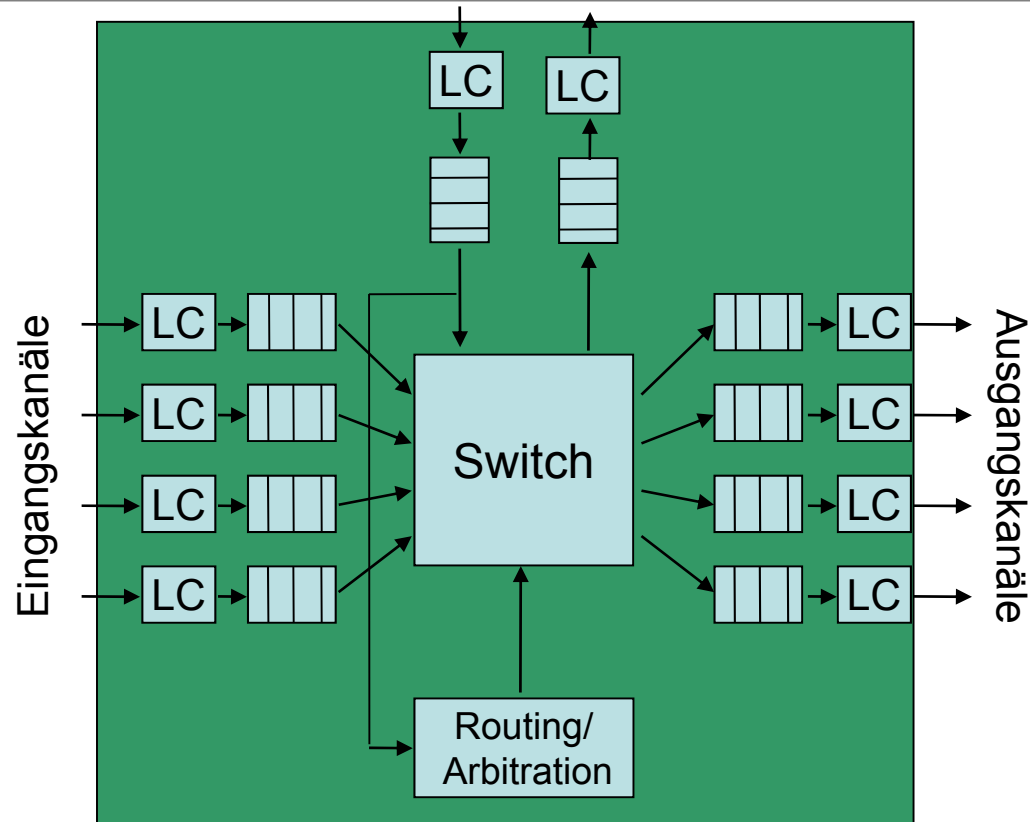
- Mesh (Vermaschtes Netz) – 59%
- Single Shared Bus (Gemeinsamer Bus) – 57%
- Hierarchical Bus (Hierarchischer Bus) – 34%
- Point-to-Point (Punkt-zu-Punkt) – 27%
- Tree (Baum) – 25%
- Crossbar (Koppelnetz) – 18%
- Ring – 11%



3x3 Gitternetztopologie  
(Mesh)

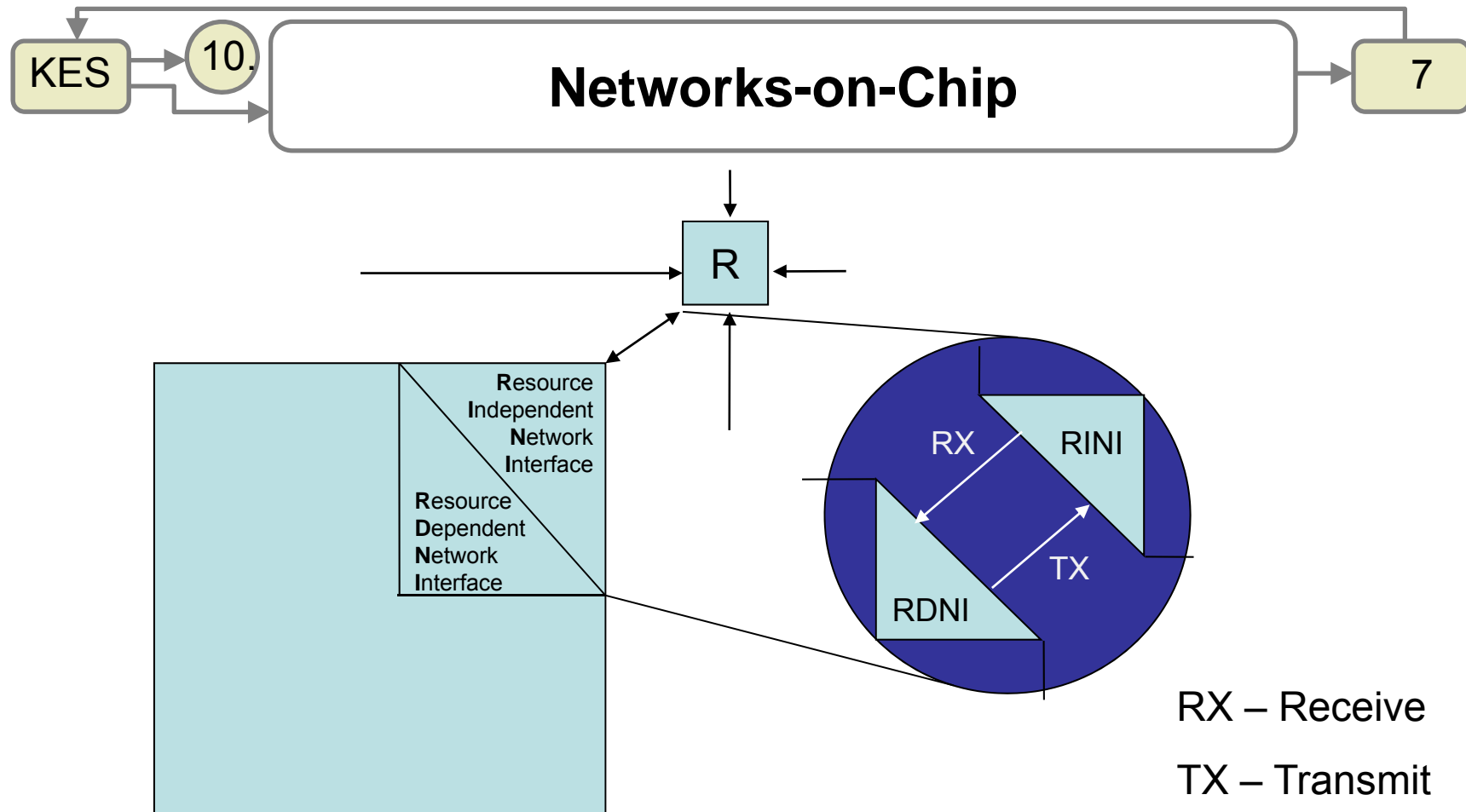
Core  
Network Adapter  
Routing Node  
Link

- **Core**
  - Prozessor, Speicher, IP-Block
- **Routing Node**
  - Routing Strategie/Protokolle
- **Network Adapter**
  - Interface
  - Entkopplung **C**ore und **N**etzwerk
- **Link**
  - Point-to-Point
  - Logische/Physische Kanäle



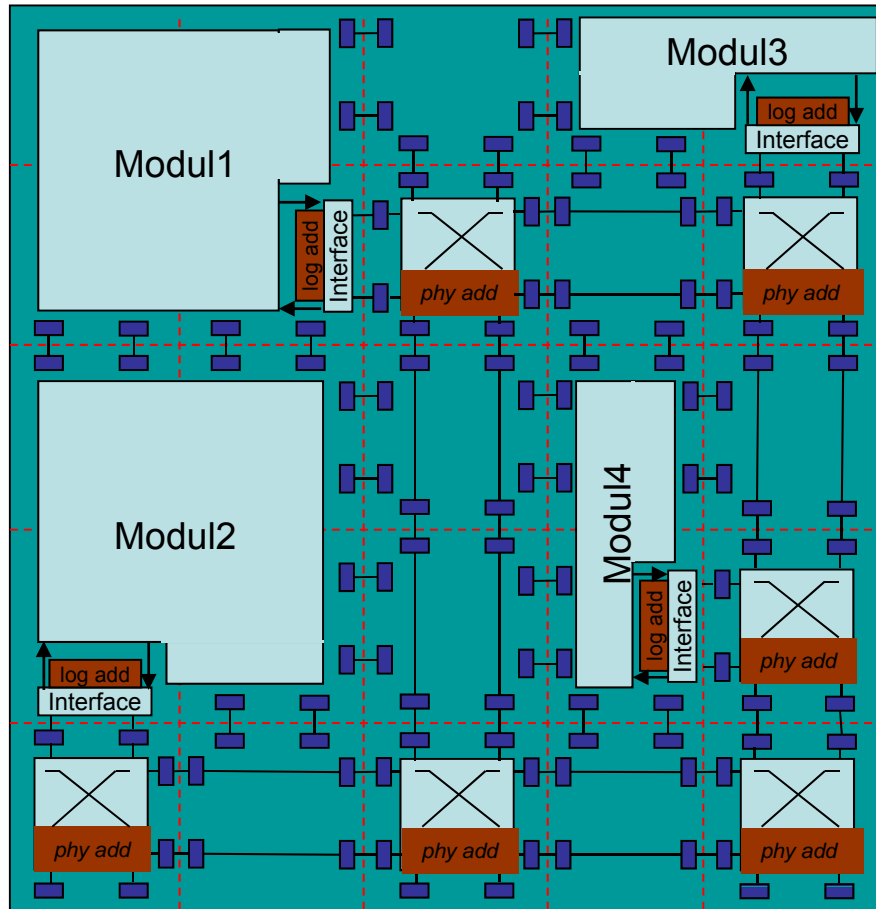
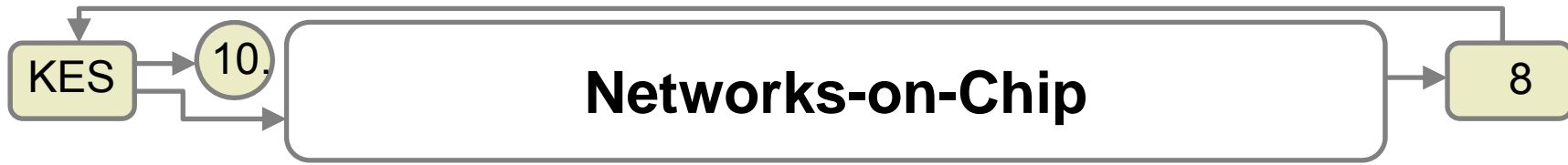
Router Modell

- Router besteht aus folgenden Hauptkomponenten: Buffer, Switch, Routing- und Steuereinheit und Link Controller (LC)
- Switch verbindet die Ein- und Ausgangsbuffer, die Routing- und Steuereinheit führt den Algorithmus aus, der die Verbindung bestimmt

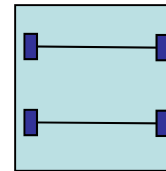


Netzwerkadapter (**R**esource **N**etwork Interface)

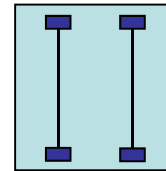
Die Hauptfunktion des RNI ist die Trennung von Kommunikation und Verarbeitung



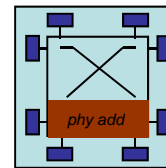
Configurable Network-on-Chip



Type H (horizontale Verbindung)



Type V (vertikale Verbindung)



Type S (Switch)



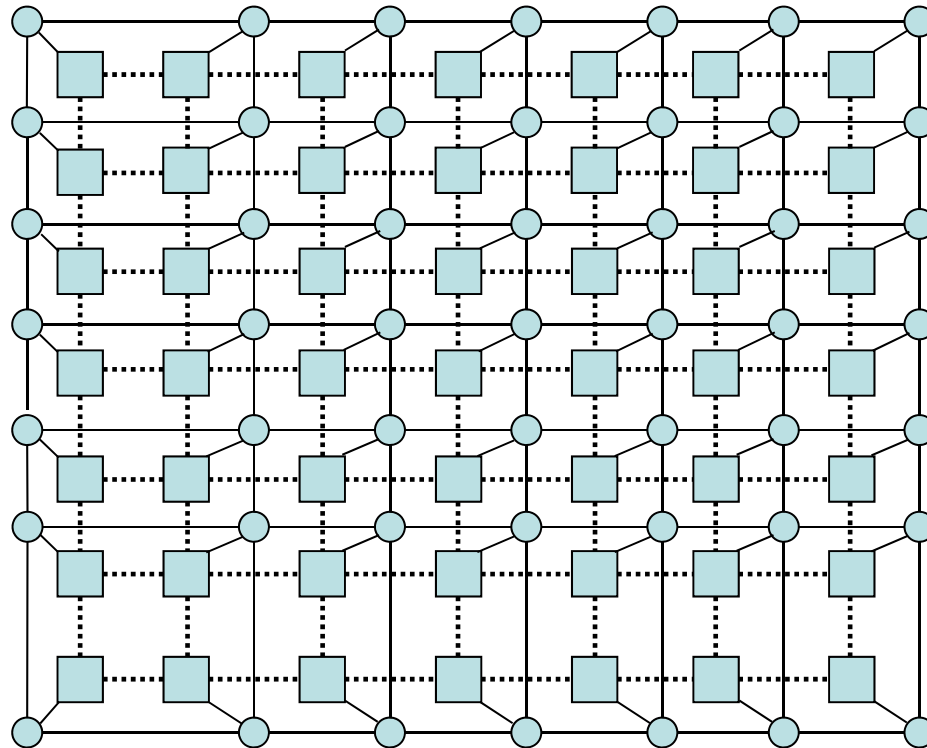
Type 0 (nicht benutzt bei der Netzwerkinfrastruktur)

T.Pionteck, C.Albrecht, R.Koch, E.Maehle, M.Hübner,  
J.Becker „Communication Architectures for Dynamically  
Reconfigurable FPGA Designs“



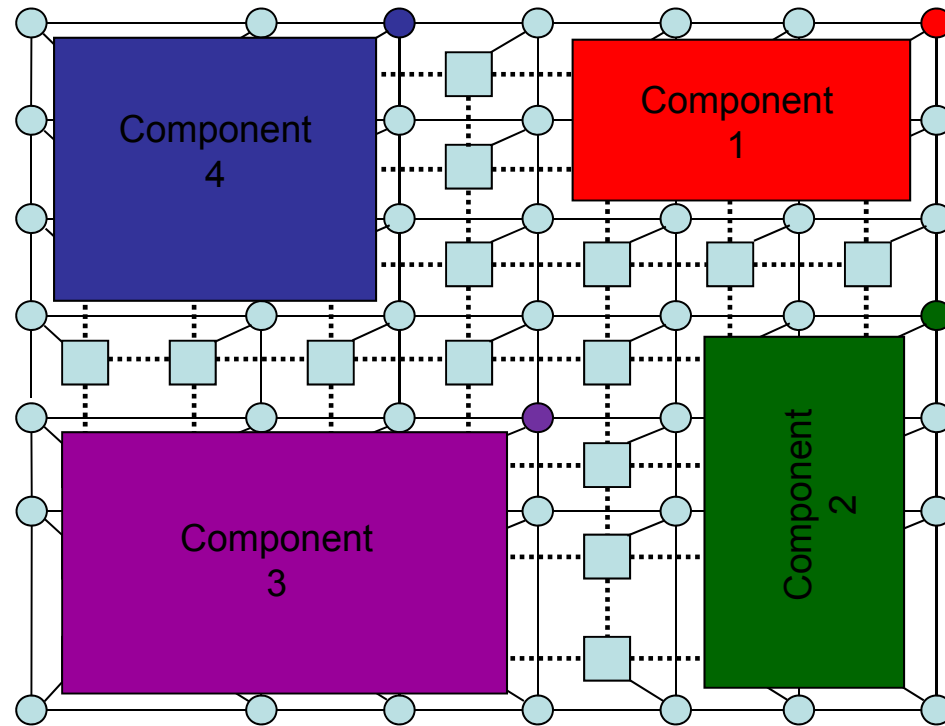


## DynNoC (Dynamic Network-on-Chip)

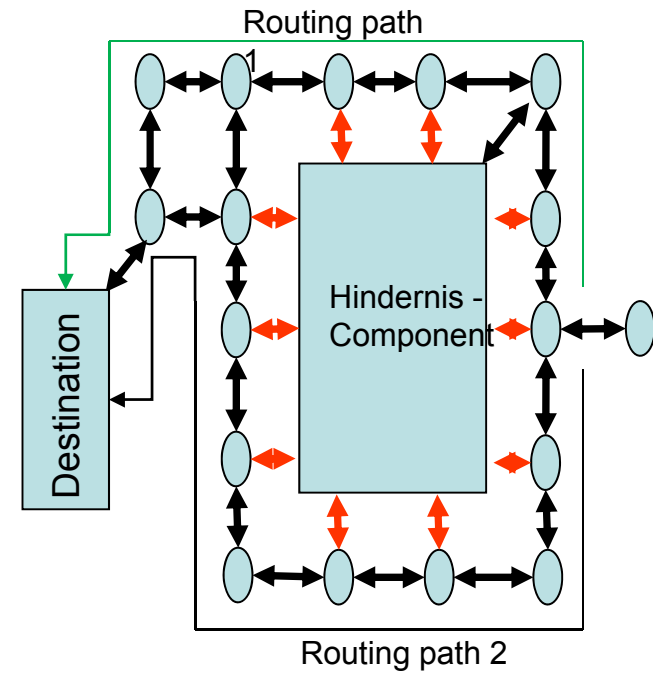


- Processing Element**  
(rekonfigurierbare Logik)
- Network Element (Router)**
- Lokal Link (Direktverbindung  
benachbarter PE's )
- Channel (Punkt-zu-Punkt Verbindung  
benachbarter NE )

C.Bobda, A.Ahmadinia, M.Majer, J.Teich, S.P. Fekete.  
 "DyNoC: A Dynamic Infrastructure for Communication in  
 Dynamically Reconfigurable Devices"



Platzierung der Hardware Module auf DyNoC



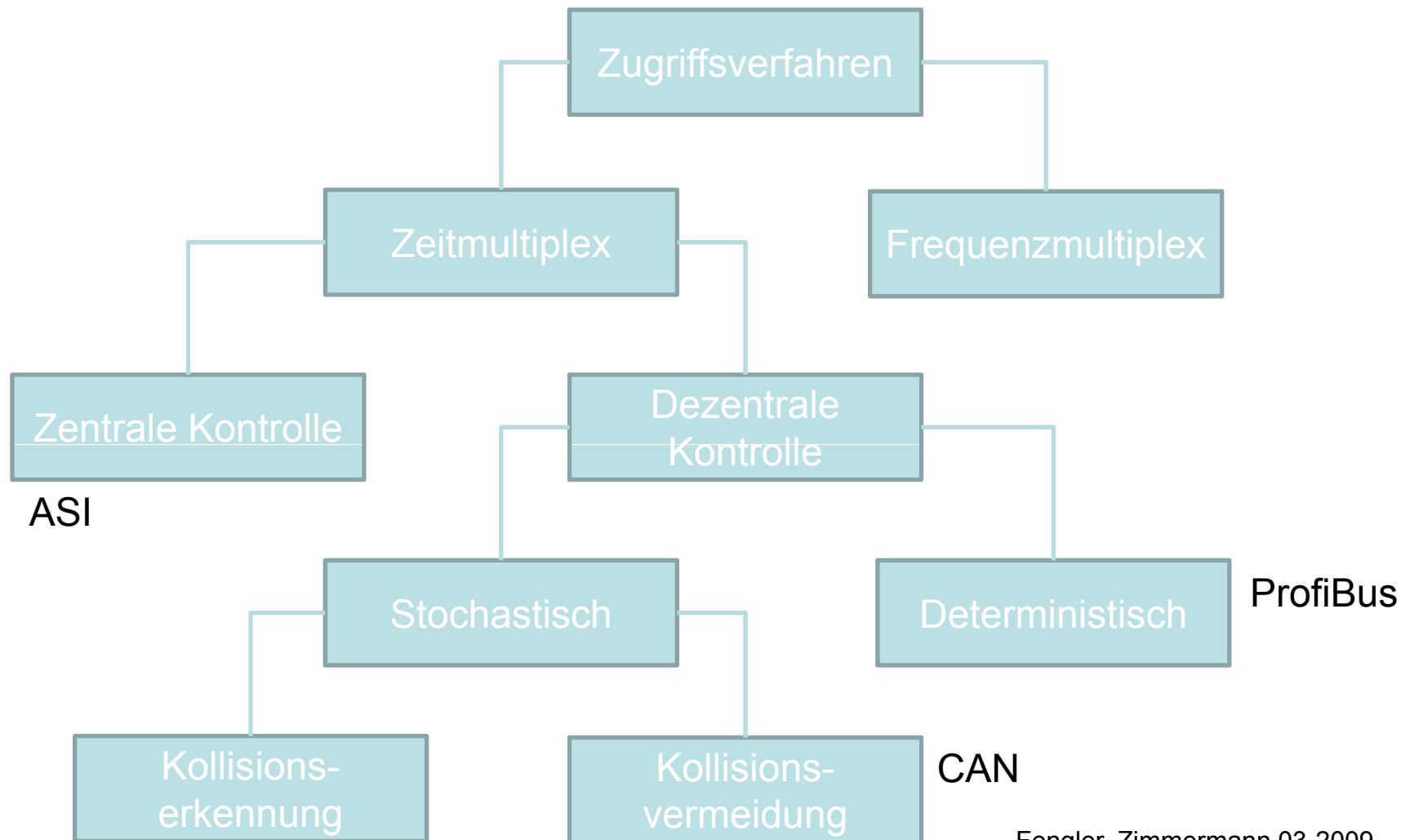
Hindernis Vermeidung  
S-XY-Routing



- **ASI (Aktor Sensor Interface)**  
Verbundprojekt zur Entwicklung einer einfachen Schnittstelle für binäre Feldgeräte
- **Profi-Bus (Process Field Bus)**  
BMBF-Verbundprojekt 'Feldbus, von verschiedenen Firmen und Hochschulen entwickelter Feldbus
- **CAN-Bus (Controller Area Network Bus)**  
von Bosch und Intel für die Zusammenschaltung von Mikroprozessoren, Aktoren und Sensoren in Fahrzeugen entwickelter Feldbus
- **FlexRay**  
Feldbussystem für den Automobilbereich
- *P-NET-Bus*  
*von der dänischen Firma PROCES-DATA entwickelter und für Anwender lizenzfreier Feldbus*
- *Interbus S*  
*von einem Verbund mehrere Firmen(z.B. Phönix Kontakt) entwickelter Aktor/Sensor-Bus*
- *Bitbus*  
*von Intel entwickelter Feldbus*
- *DIN-Meßbus*  
*von einem DIN-Ausschuss unter Mitarbeit von Messgeräteherstellern und der physikalisch technischen Bundesanstalt genormter Bus zur Datenübermittlung im Bereich Mess- und Prüftechnik*
- *FAIS-Bus (Factory Automation Interconnection System Bus)*  
*japanischer Feldbus-Standard*
- *FIP-Bus (Flux Information Processus Bus)*  
*französischer und italienischer Standard für einen Feldbus*

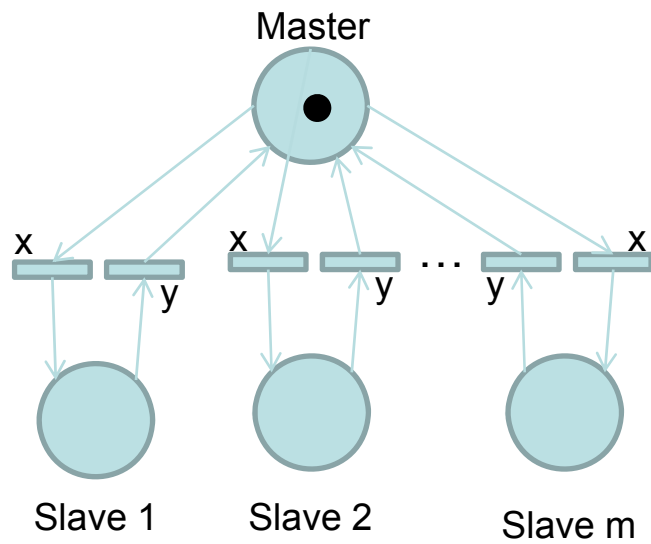


## Zeitverhalten – Zugriffsverfahren





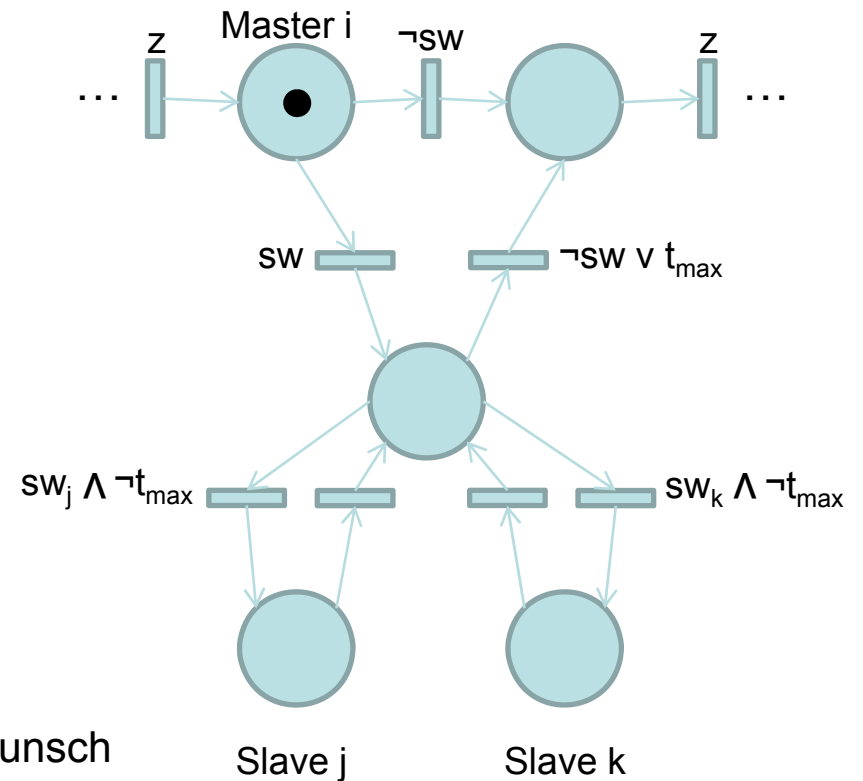
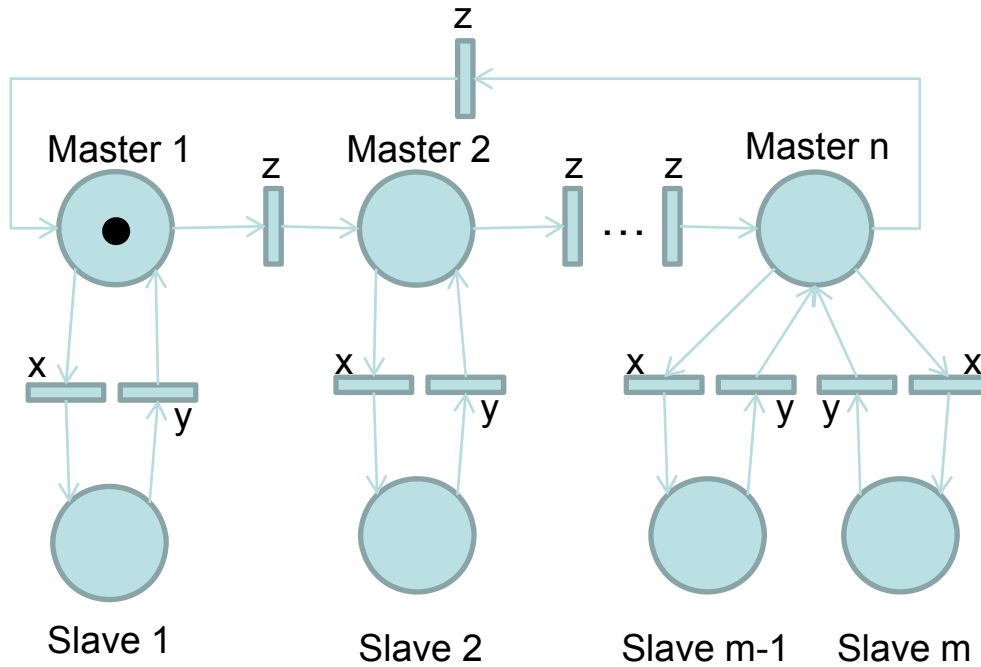
**Zeitmultiplex – Zentral – Deterministisch**



x: Master-Slave Telegramm  
 y: Slave-Antwort



**Zeitmultiplex – Dezentral – Deterministisch**

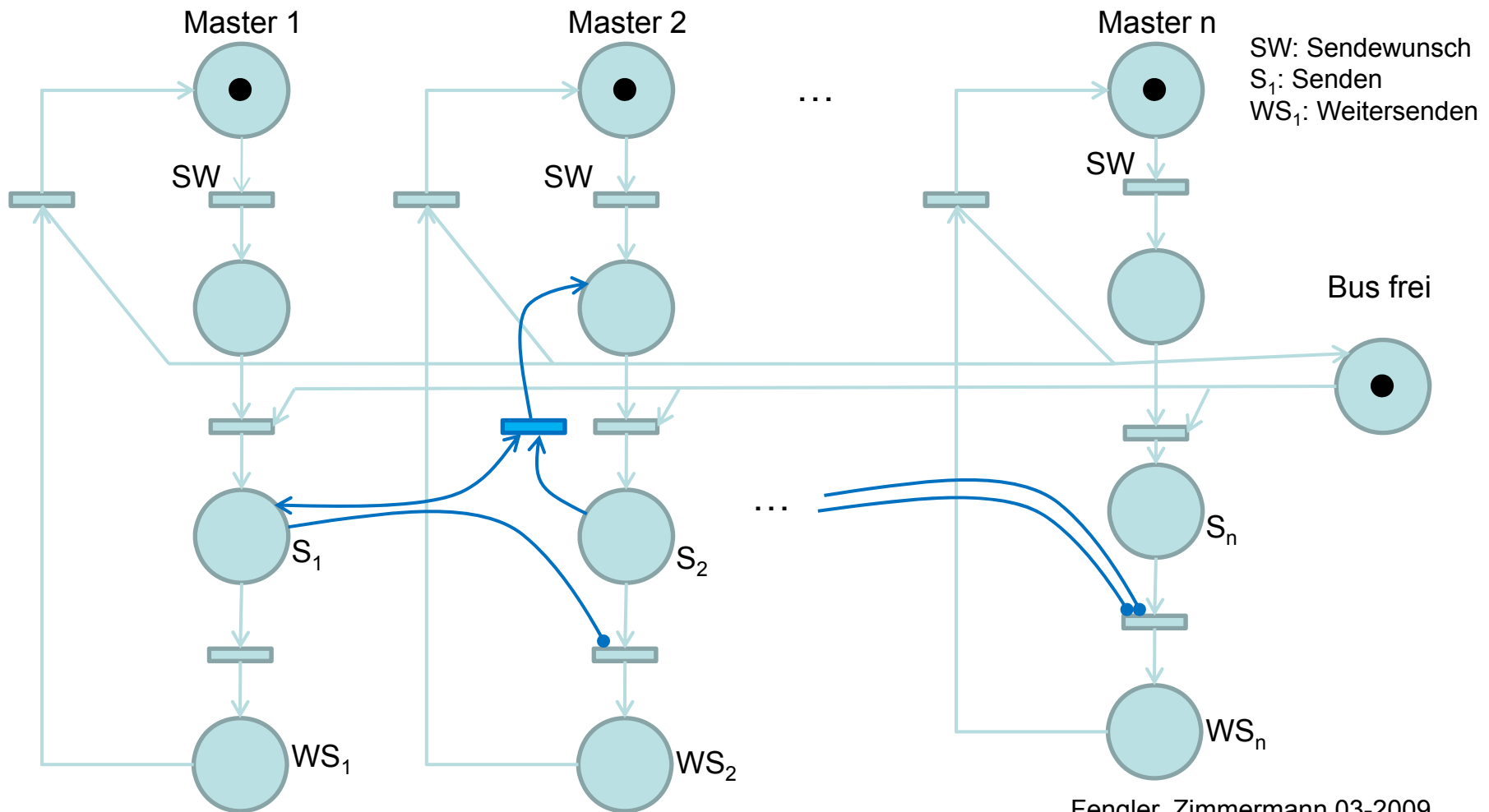


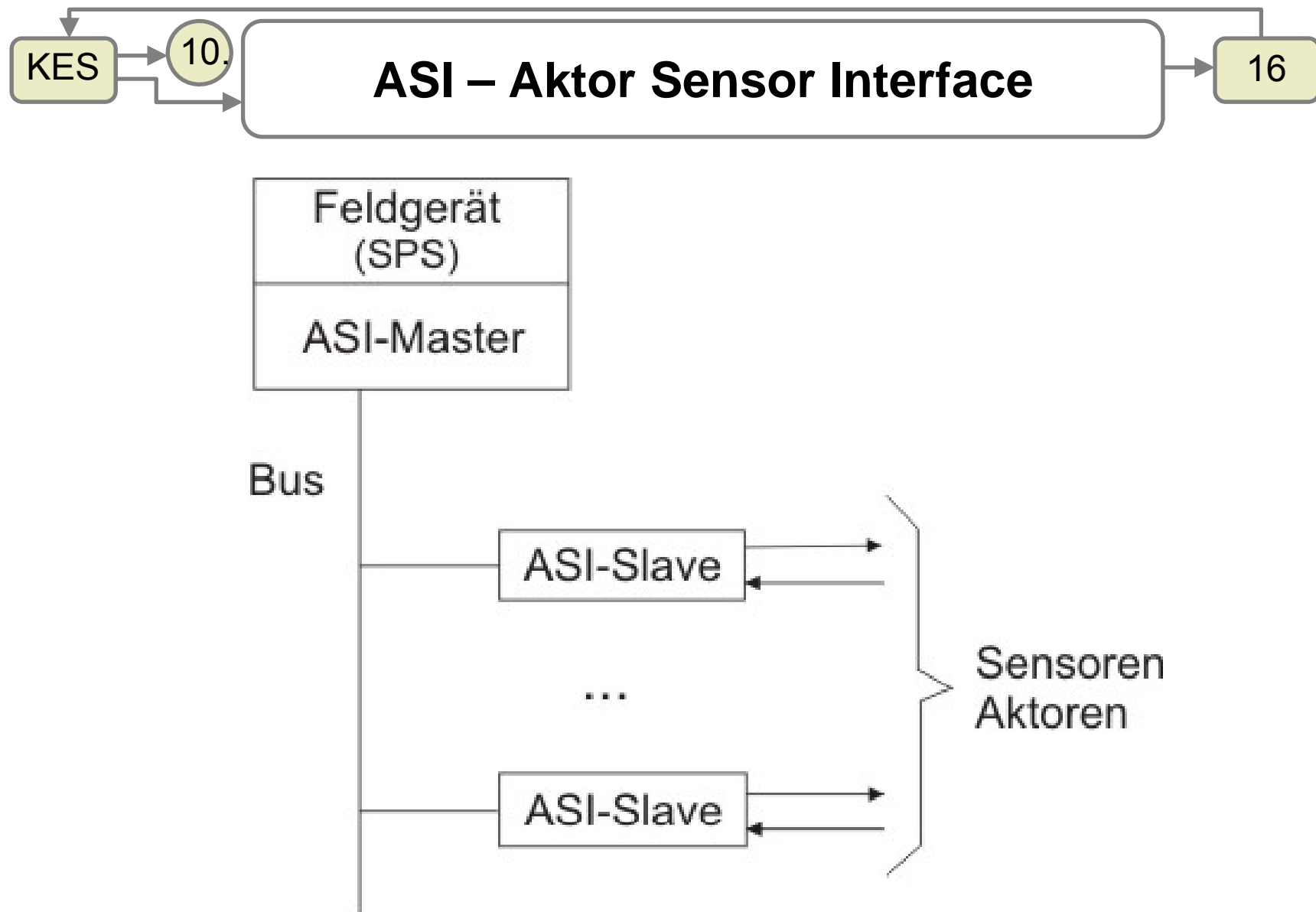
x: Master-Slave Telegramm  
 y: Slave-Antwort  
 z: Tokenweitergabe

sw: Sendewunsch  
 $t_{max}$ : maximale Haltezeit eines Tokens  
 z: Tokenweitergabe

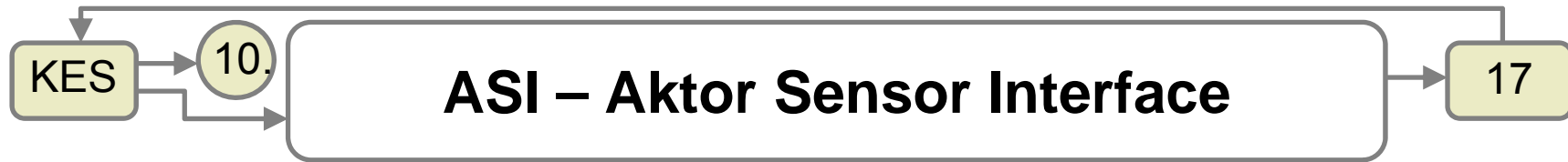


**Zeitmultiplex – Dezentral – Stochastisch – Kollisionsvermeidung**









### Master-Telegramm

Start-bit	Steuer-bit	Slaveadresse					Befehl an Slave					Paritäts-bit	Ende-bit	Master-Pause
		A4	A3	A2	A1	A0	I4	I3	I2	I1	I0			

### Slave-Telegramm

Start-bit	Antwort an Master					Paritäts-bit	Ende-bit
	I4	I3	I2	I1	I0		

### Kommunikationsablauf

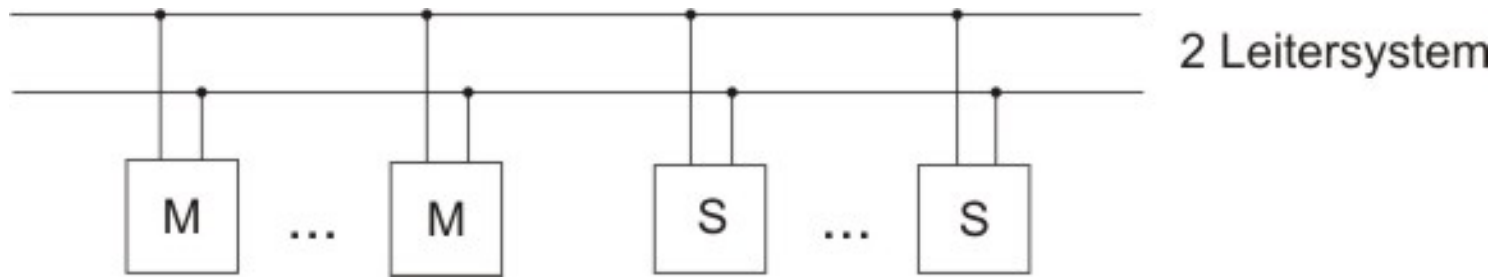


- M an S<sub>i</sub>: Master-Telegramm an Slave
- MP: Master-Pause
- S<sub>i</sub>: Antwort von Slave i
- SP: Slave-Pause (1 Bitzeit)



## Eigenschaften

Topologie	Linie, Baum, Stern
Buslänge	max. 100m (300m mit Repeater)
Übertragungsmedium	ungeschirmte 2-Drahtleitung für Daten und Energie
Anzahl Nutzdaten pro Telegramm	5 Bit (Master → Slave) 4 Bit (Slave → Master)
Anzahl Stationen	max. 62
Anzahl Eingänge pro Station	max. 4 ( => insgesamt max. 248)
Anzahl Ausgänge pro Station	max. 3 ( => insgesamt max. 186)
Bitkodierung	Modifizierte Manchester-Codierung
Übertragungsrate	150 kBit/s
Übertragungssicherheit	Identifikation und Wiederholung gestörter Telegramme
Buszugriffsverfahren	Polling
Busverwaltung	Monomaster





## Telegramme

- **Steuertelegramm**
  - Tokenweitergabe



- **Datenaustausch**
  - Steuercode (ohne Daten)



- Daten mit fester Länge



- Daten mit variabler Länge



- **Basis-Dienste Schicht 2**
  - Send Data with Acknowledge (SDA)
  - Send Data with no Acknowledge (SDN)
  - Send Request Data with Reply (SRD)
  - Cyclic SRD (CSRd)

**SD4:** Send Delimiter Token

**DA<sub>j</sub>:** Destination Address j

**SA<sub>i</sub>:** Source Address i

**FC:** Frame Control (Steuercode)

**FCS:** Frame Check Sequence

**ED:** End Delimiter

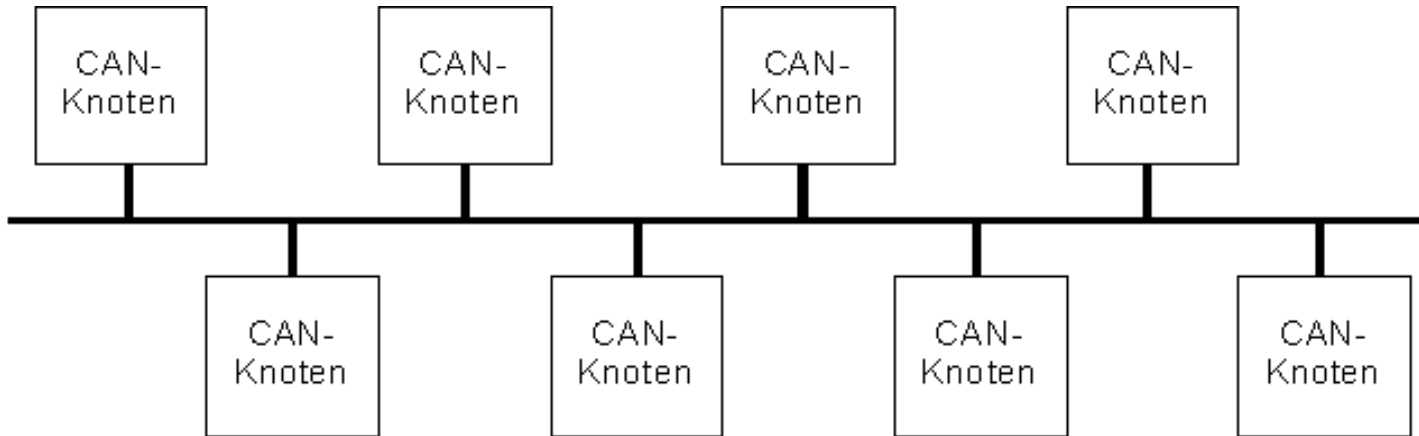
**DU:** Data Unit

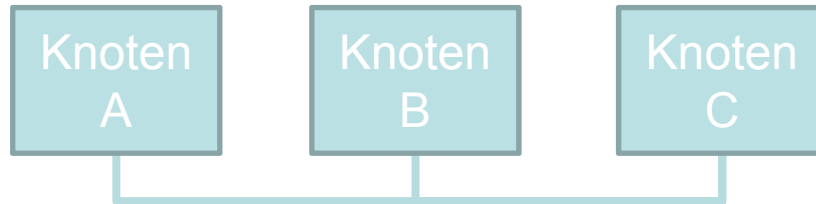
**LE:** Length

**LE<sub>r</sub>:** LE Repeat



Topologie	Linie – Stichleitung zum Teilnehmer
Buslänge	max. 1200m (ohne Verstärker)
Übertragung	elektrisch, optisch
Übertragungsmedium	geschirmte, verdrillte 2-Drahtleitung
Anzahl Busteilnehmer (Segment)	32
Anzahl Busteilnehmer (Gesamt)	127
Übertragungsrate	9,6 bis 500 kBit/s
Buszugriffsverfahren	Token Passing
Busverwaltung	Multimaster





Bit-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A: Sendewunsch mit Identifier = 0x19A	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0
B: Sendewunsch mit Identifier = 0x196	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
C: kein Sendewunsch (Buszustand)	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0

### Arbitrierung

- Knoten A und Knoten B versuchen zu senden
- Knoten B hat höhere Priorität (niedriger Identifier)
- A erkennt höhere Priorität zum Zeitpunkt t=8
- A bricht Senden ab



## Nachrichtenformat

- Standard-Frame (CAN 2.0a)

Startbit (1 Bit)	Identifizier (11 Bit)	RTR (1 Bit)	Kontrollfeld (6 Bit)	Datenfeld (0-8 Byte)	CRC (15 Bit)	CRC-DEL (1 Bit)	ACK (1 Bit)	ACK-DEL (1 Bit)
---------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------------	-----------------	--------------------	----------------	--------------------

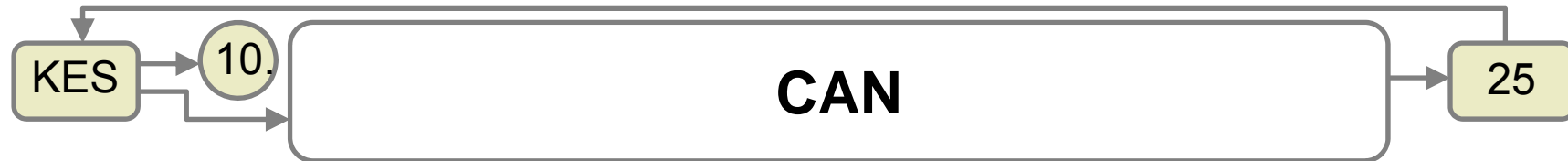
- Extended-Frame (CAN 2.0b)

Startbit (1 Bit)	ID (11 Bit)	SRR (1 Bit)	IDE (1 Bit)	ID (18 Bit)	RTR (1 Bit)	Kontrollfeld (6 Bit)	Datenfeld (0-8 Byte)	CRC (15 Bit)	CRC-DEL (1 Bit)	ACK (1 Bit)	ACK-DEL (1 Bit)
---------------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-------------------------	-------------------------	-----------------	--------------------	----------------	--------------------

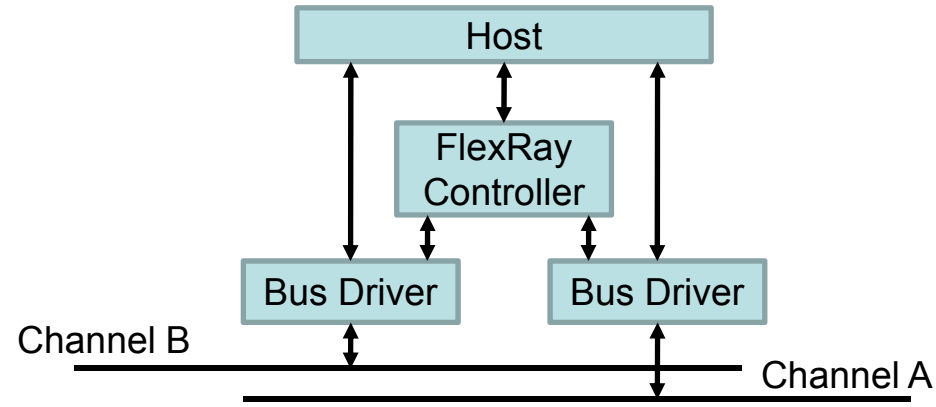
## Telegrammtypen

- Data-Frame  
Datenübertragung
- Remote-Frame  
Sendeaufforderung an andere Teilnehmer
- Error-Frame  
Fehlermeldung an andere Teilnehmer
- Overload-Frame  
Signalisierung Nicht-Bereitschaft



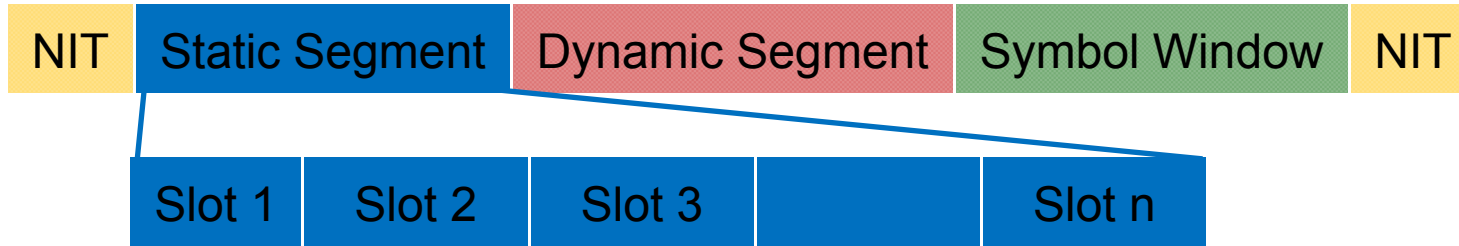


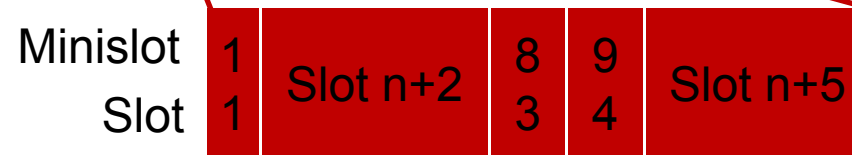
Topologie	Linie – Stichleitung zum Teilnehmer
Buslänge	5km (10kBit/s) – 25 (1MBit/s)
Übertragung	elektrisch, optisch
Übertragungsmedium	geschirmte, verdrillte 2-Drahtleitung
Nutzdaten pro Telegramm	0 – 8 Byte
Anzahl Stationen	30 (abhängig von Repeatern)
Übertragungsrate	10kBit/s – 1MBit/s
Bitkodierung	NRZ- Kodierung (dominant/rezessiv)
Übertragungssicherheit	CRC-Check
Buszugriffsverfahren	CSMA/CA
Busverwaltung	Multimaster – Prioritätssteuerung

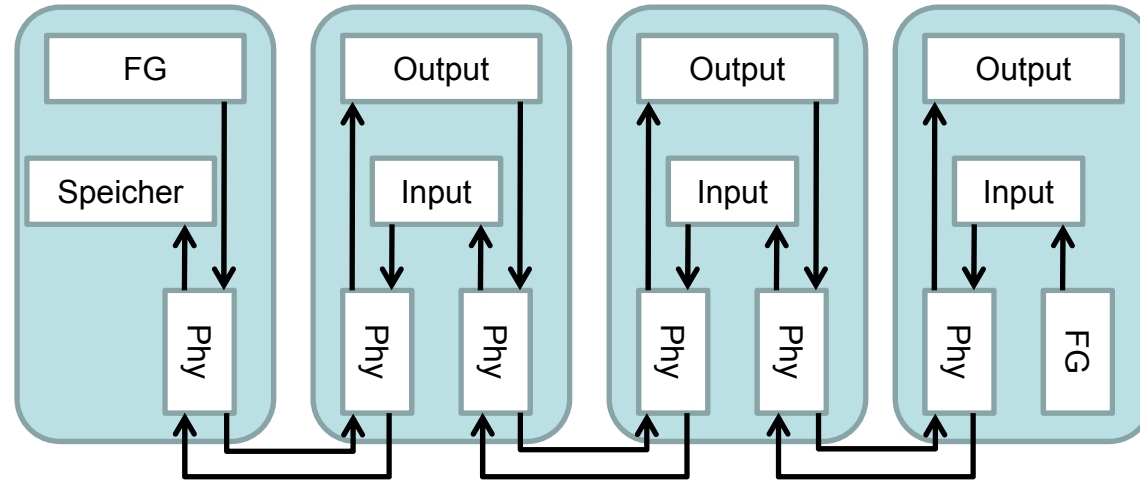


### Kommunikationszyklus









FG – Frame Generator

Beispiel:  
Voll duplex – Input/Output (Sensor/Aktor)