



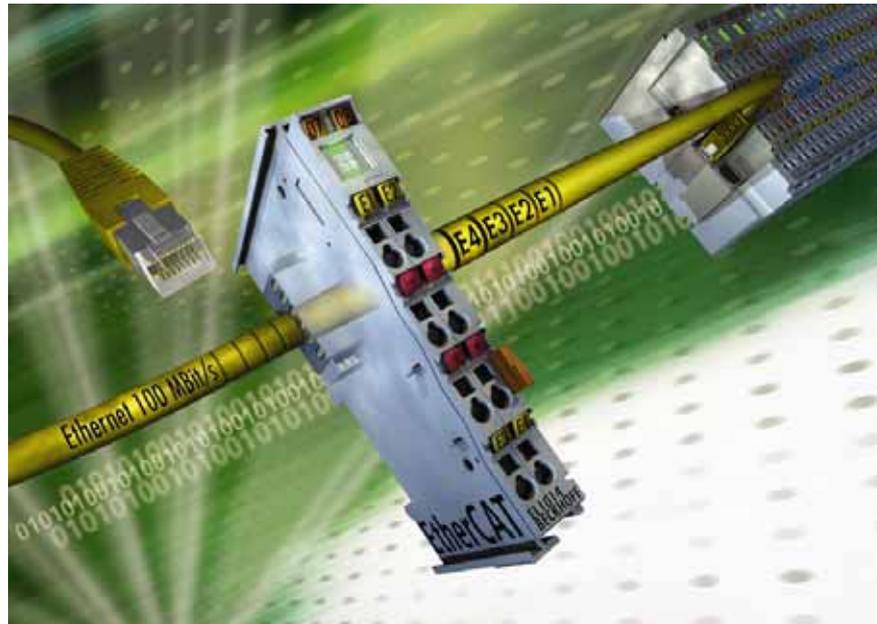
# Ether**CAT**<sup>®</sup>

Der Ethernet Feldbus.

## EtherCAT ist:

- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- EtherCAT ist Echtzeit-Ethernet bis zur E/A-Ebene
- ohne unterlagerten lokalen Erweiterungs-Bus

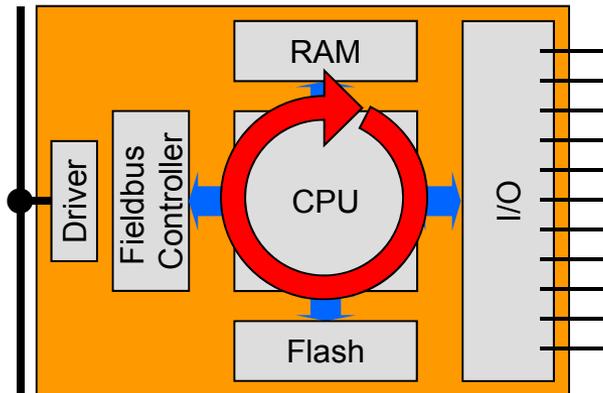
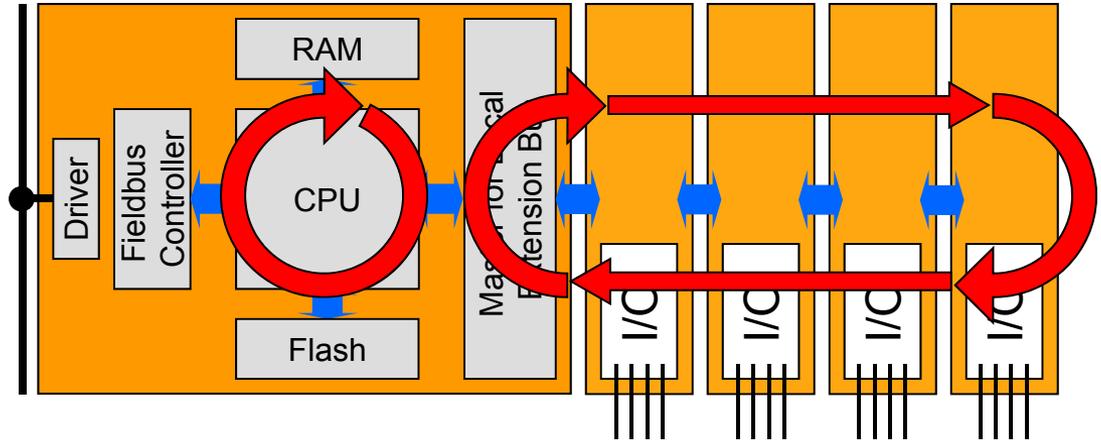


# EtherCAT - Der Ethernet Feldbus.

**EtherCAT ist:**

- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

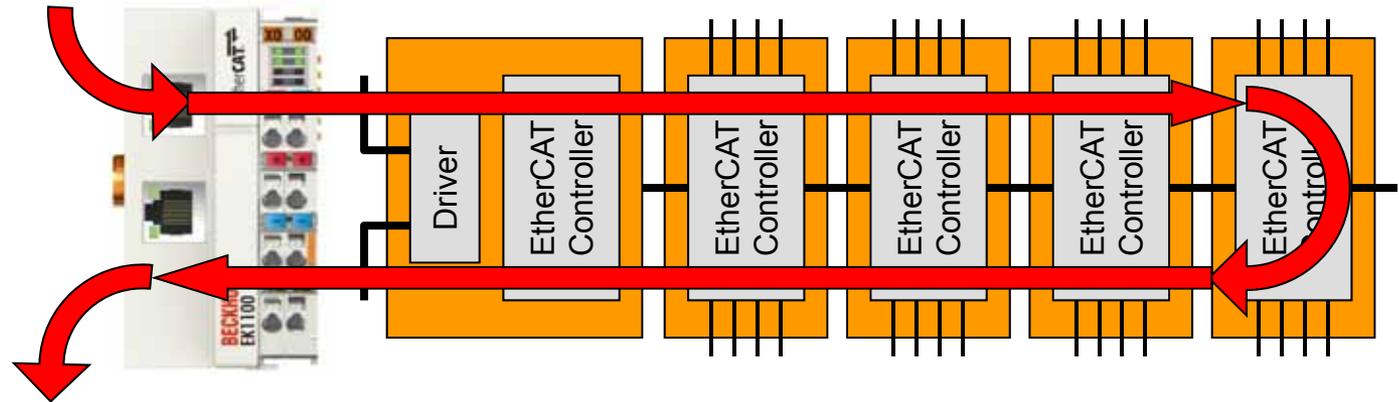
- Andere Technologien erfordern lokale E/A Zyklen und Gateways bzw. aktive Buskoppler



## EtherCAT ist:

- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

EtherCAT: verzögerungsfreie Echtzeit bis in die E/A Ebene



## EtherCAT ist:

- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- EtherCAT ist Echtzeit-Ethernet bis zur E/A-Ebene
- ohne unterlagerten lokalen Erweiterungs-Bus
- keine Verzögerung in Gateways
- Ein- und Ausgänge, Sensoren, Antriebe, Displays:  
**Alles an einem System!**



## EtherCAT ist:

- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

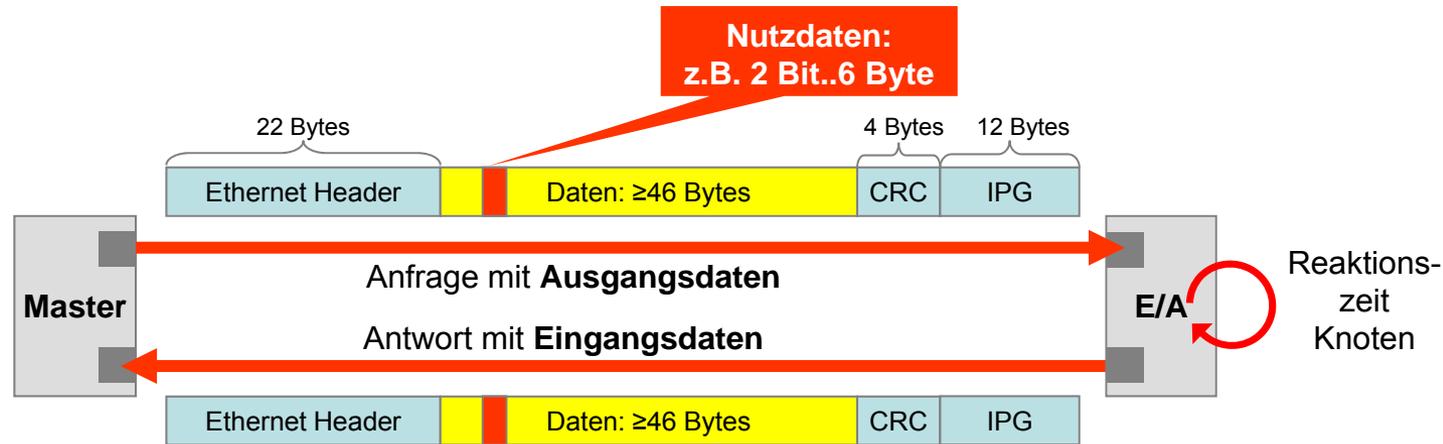
- Übertragungsrate:
  - 2 x 100 Mbit/s (Fast Ethernet, Voll-Duplex)
- Update Zeiten:
  - 256 digitale E/A in 11  $\mu$ s
  - **1000 digitale I/O verteilt auf 100 Knoten in 30  $\mu$ s = 0.03 ms**
  - 200 analoge E/A (16 Bit) in 50  $\mu$ s = entspricht 20 kHz Sampling Rate
  - **100 Servo-Achsen (je 8 Byte In + Out) alle 100  $\mu$ s = 0.1 ms**
  - 12000 digitale E/A in 350  $\mu$ s

# EtherCAT ist schneller

**EtherCAT ist:**

- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Bandbreiten-Nutzung herkömmlicher Ethernet-Lösungen:
  - Ethernet Frame:  $\geq 84$  Bytes inkl. Preamble + IPG (interpacket gap)

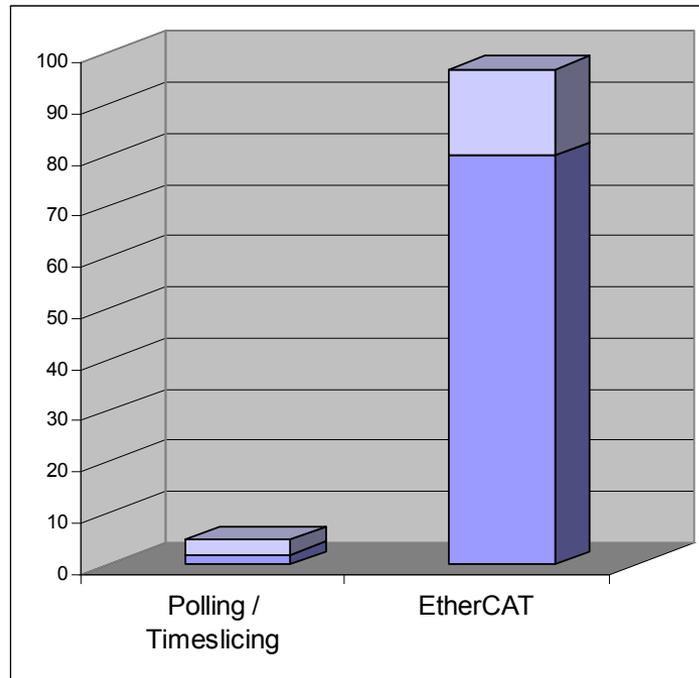


- Für 4 Byte Eingabe + 4 Byte Ausgabe pro Knoten:
  - **4,75%** Nutzdatenrate bei **0 µs** Reaktionszeit per Knoten
  - **1,9%** Nutzdatenrate bei **10 µs** Reaktionszeit per Knoten

## EtherCAT ist:

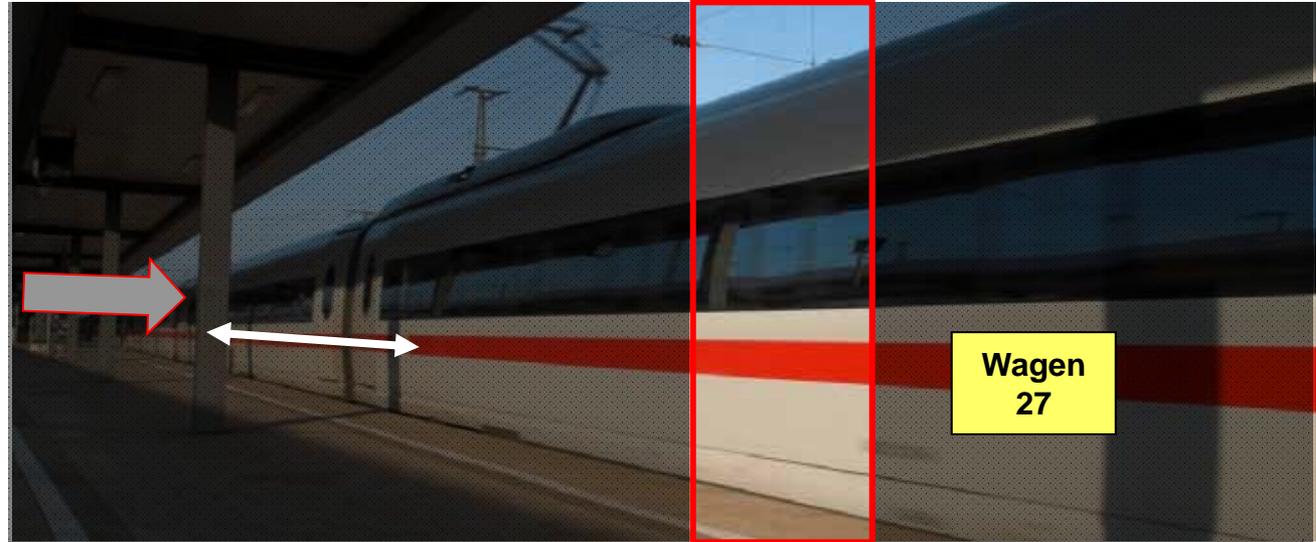
- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Bandbreiten-Nutzung im Vergleich:
  - Bei 4 Byte Nutzdaten je Knoten:
    - Polling / Timeslicing: ca. 2..5%
  - Ab 2 Bit Nutzdaten je Knoten:
    - **EtherCAT: 80...97% (2 x 100 MBit/s, Voll-Duplex)**



## EtherCAT ist:

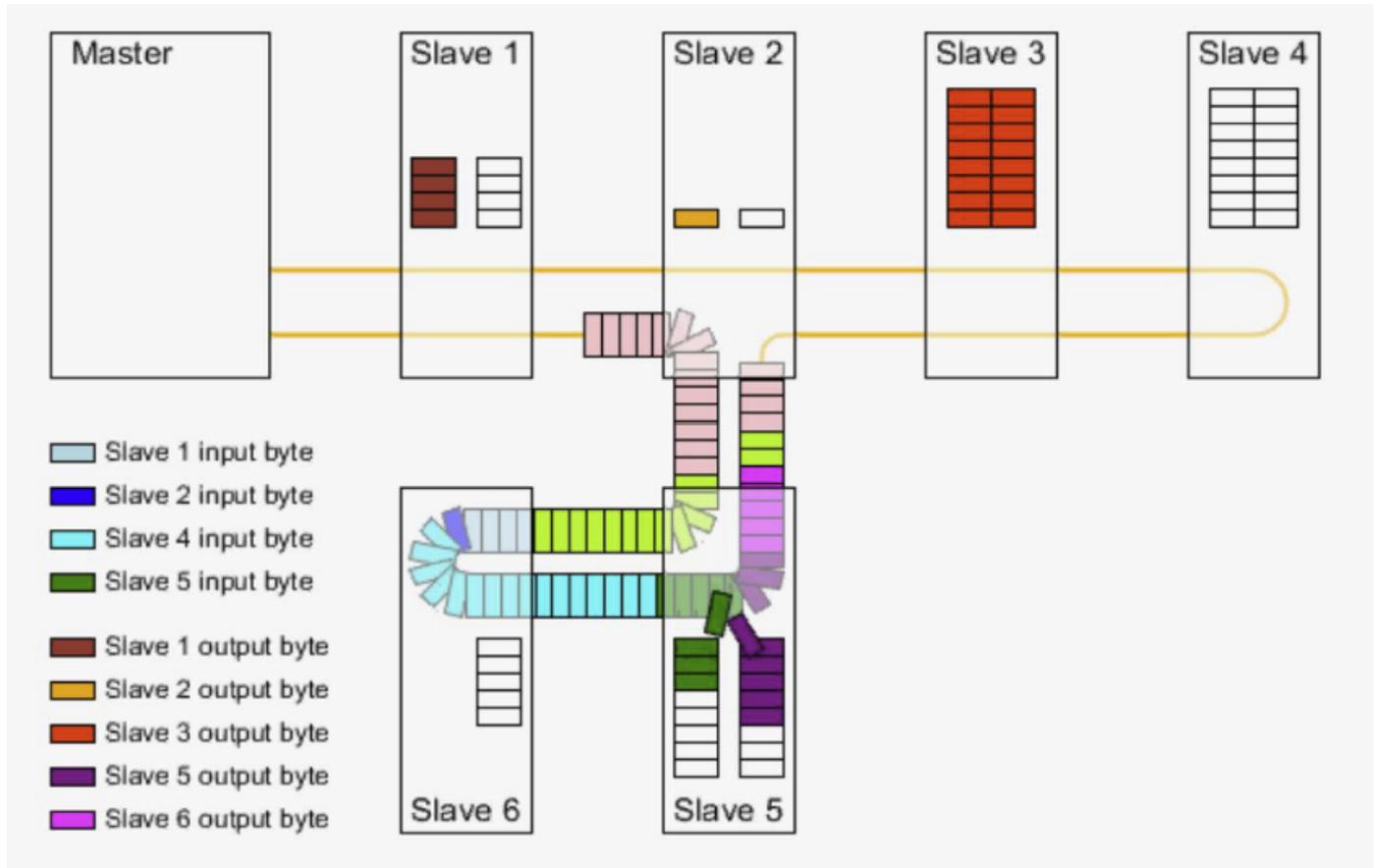
- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig



- Analogie ICE:
  - „Zug“ (Ethernet Frame) hält nicht an
  - auch wer den „Zug“ durch ein schmales Fenster sieht, sieht den gesamten „Zug“
  - „Wagen“ (Sub-Telegramme) haben eine variable Länge
  - Es können einzelne „Personen“ (Bits) oder ganze „Reisegruppen“ (Bytes) „entnommen“ und/oder „eingefügt“ werden

**EtherCAT ist:**

- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig



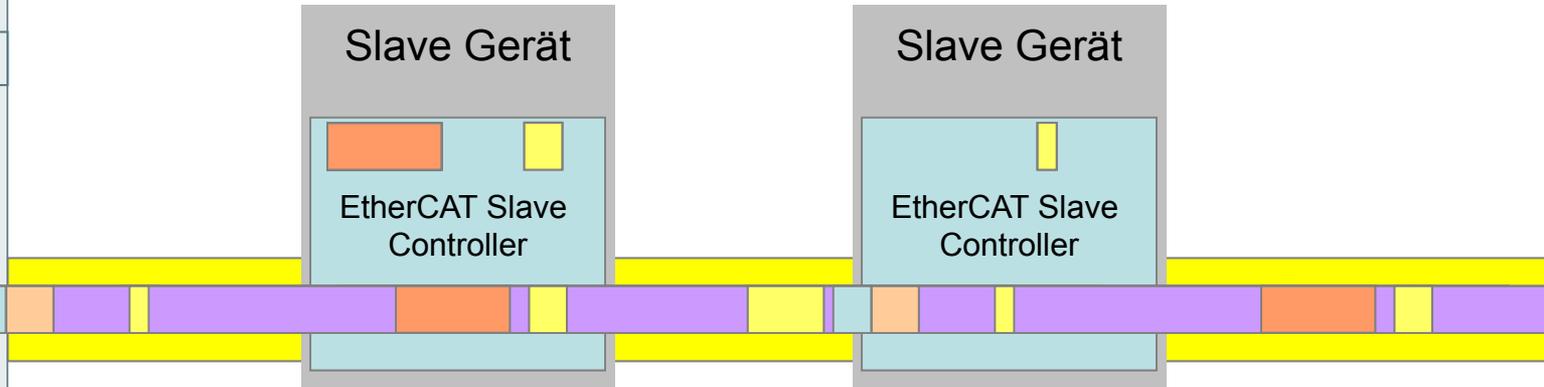
- Effizient: Im Normalfall ein Frame pro Zyklus
- Ideale Bandbreitennutzung für maximale Leistung

## EtherCAT ist:

- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten

## EtherCAT zu konfigurieren

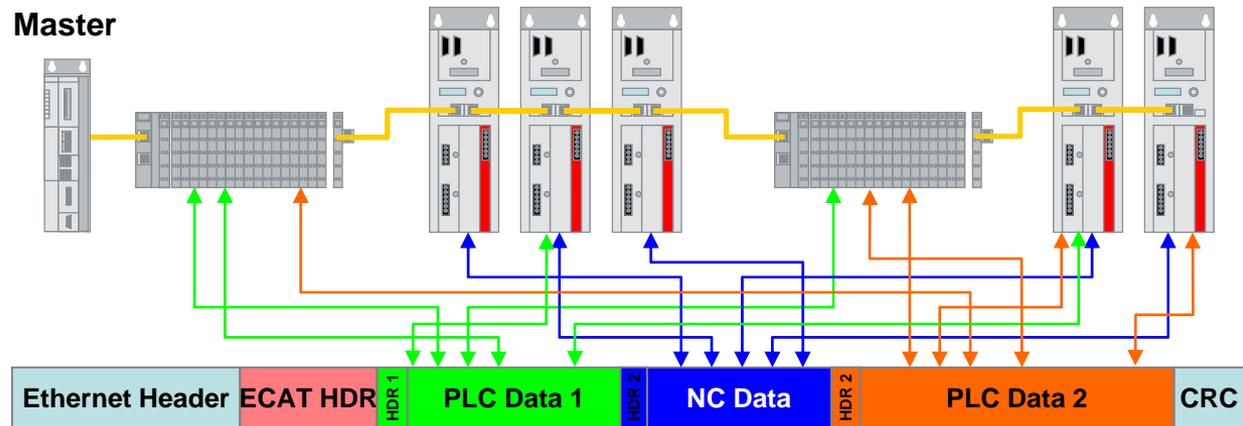
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig



- Daten werden im Durchlauf entnommen und eingefügt
  - Prozessdatengröße pro Slave nahezu beliebig groß (1 Bit...60 KByte, ggf. auf mehrere Frames verteilt)
  - Zusammensetzung der Prozessdaten kann sich in jedem Zyklus ändern, z.B. kürzeste Zykluszeit für Antriebe, gleichzeitig längere Zykluszeit für E/A möglich
  - Zusätzlich asynchrone, bedarfsgesteuerte Kommunikation

## EtherCAT ist:

- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig



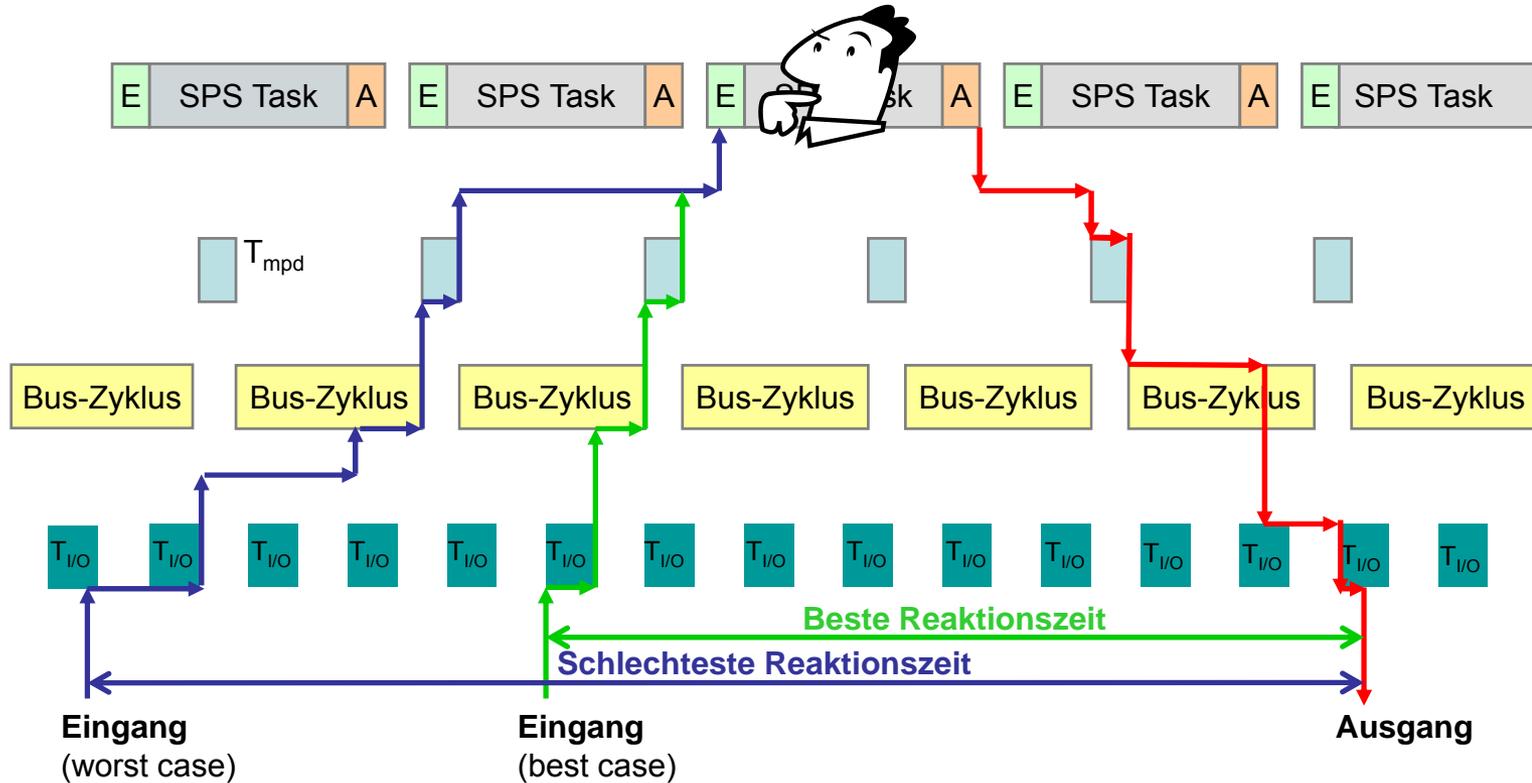
- Geringster Overhead durch implizite Adressierung
- Optimierte Telegrammstruktur für dezentrale E/A
- Kommunikation vollständig in Hardware: maximale (+ vorhersagbare) Performance
- Wenn nur EtherCAT Teilnehmer: kein Switch erforderlich
- Hervorragende Diagnose-Eigenschaften
- Ethernet-Kompatibilität bleibt erhalten

# Auch „langsame“ Steuerungen profitieren

**EtherCAT ist:**

- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Reaktionszeit mit herkömmlichem Feldbus-E/A:



$T_{mpd}$ : Verzögerung im Master durch Verarbeitung der Daten

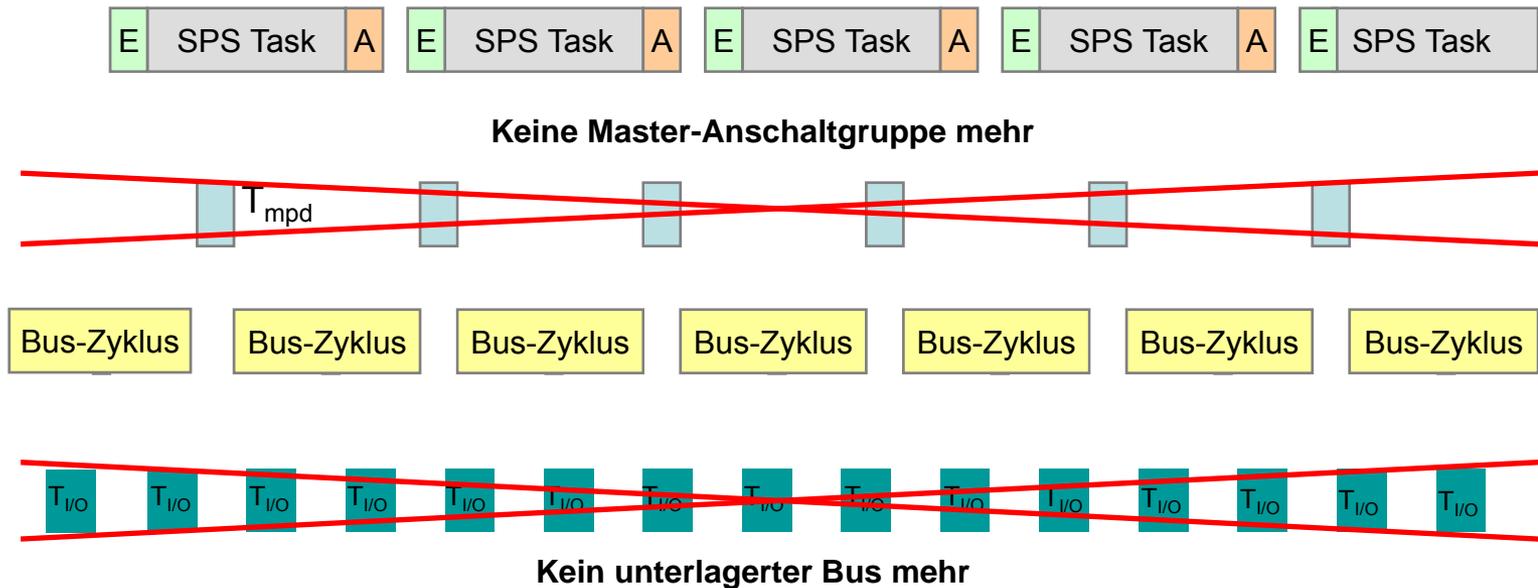
$T_{I/O}$ : Lokale I/O Update-Zeit (Lokaler Erweiterungsbus + Firmware)

# Auch „langsame“ Steuerungen profitieren

**EtherCAT ist:**

- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

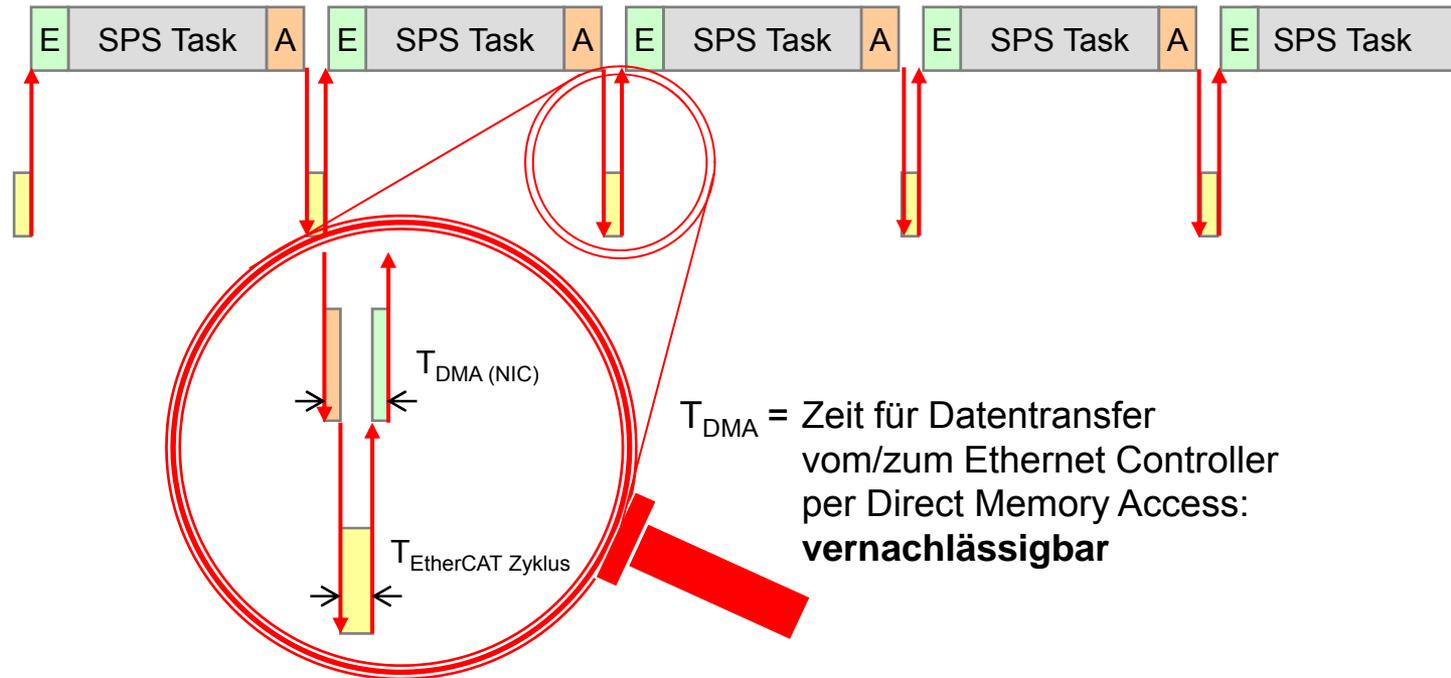
• Systemaufbau mit EtherCAT:



**EtherCAT ist:**

- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

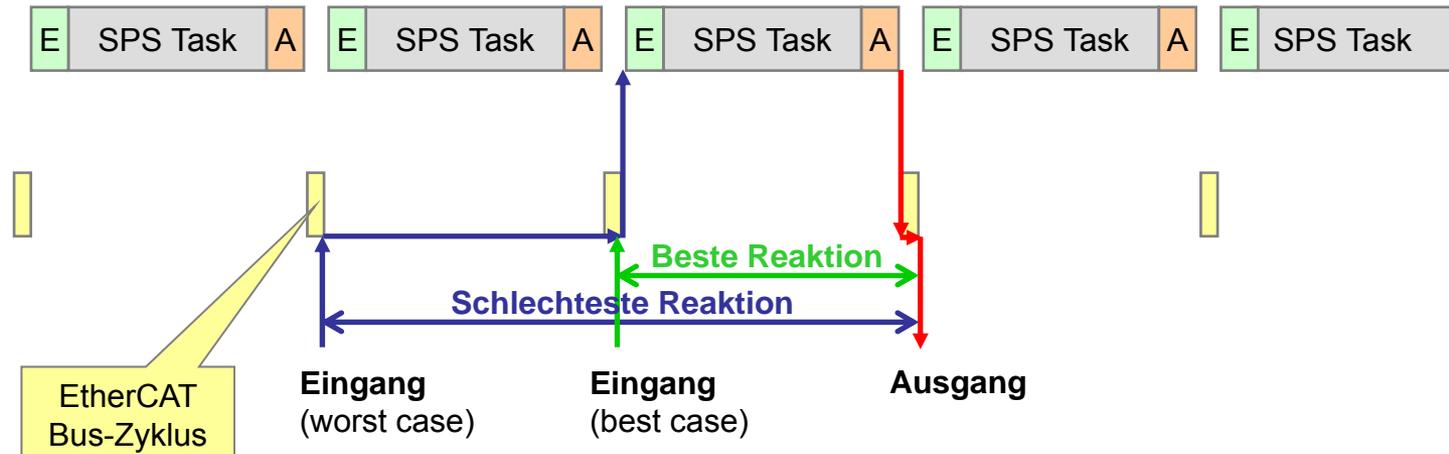
• Systemaufbau mit EtherCAT:



**EtherCAT ist:**

- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

• Reaktionszeit mit EtherCAT:



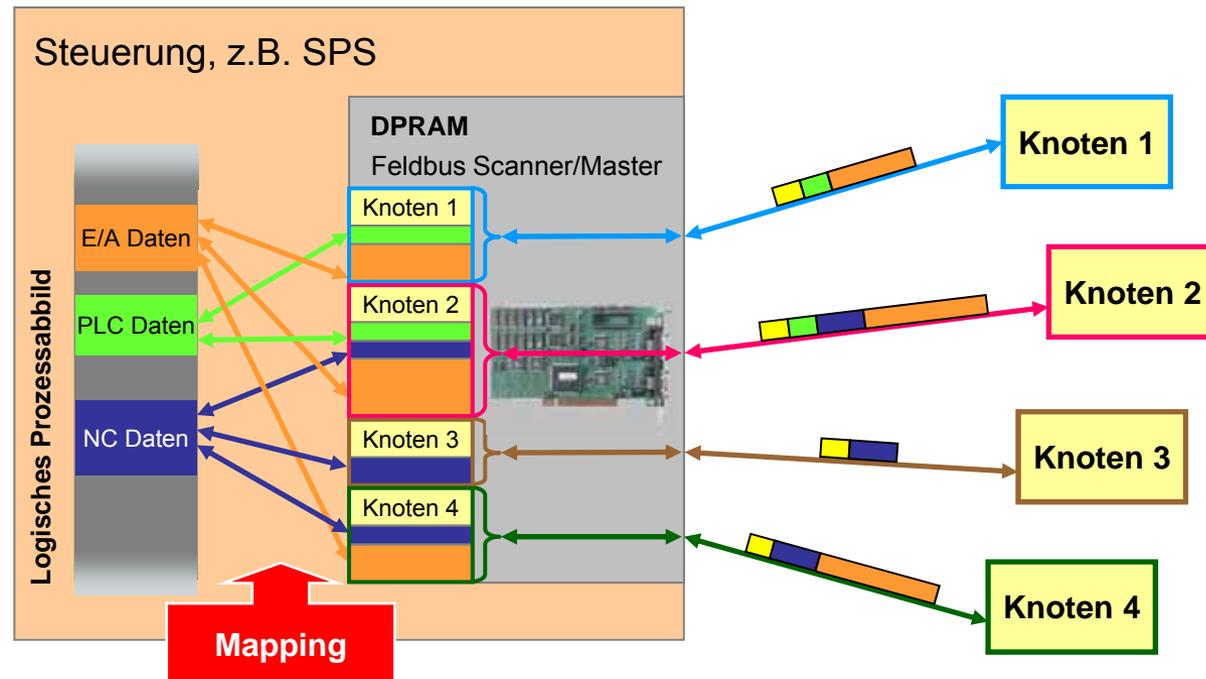
- Reaktionszeit deutlich verkürzt – mit der gleichen Steuerungsleistung
- keine unterlagerten lokalen E/A-Zyklen oder Erweiterungsbusse mehr
- Wegen des sehr einfachen Protokolls keine speziellen Master-Systeme (z.B. Einsteckkarten) erforderlich

# Feldbus: erfordert Mapping in der Steuerung

**EtherCAT ist:**

- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

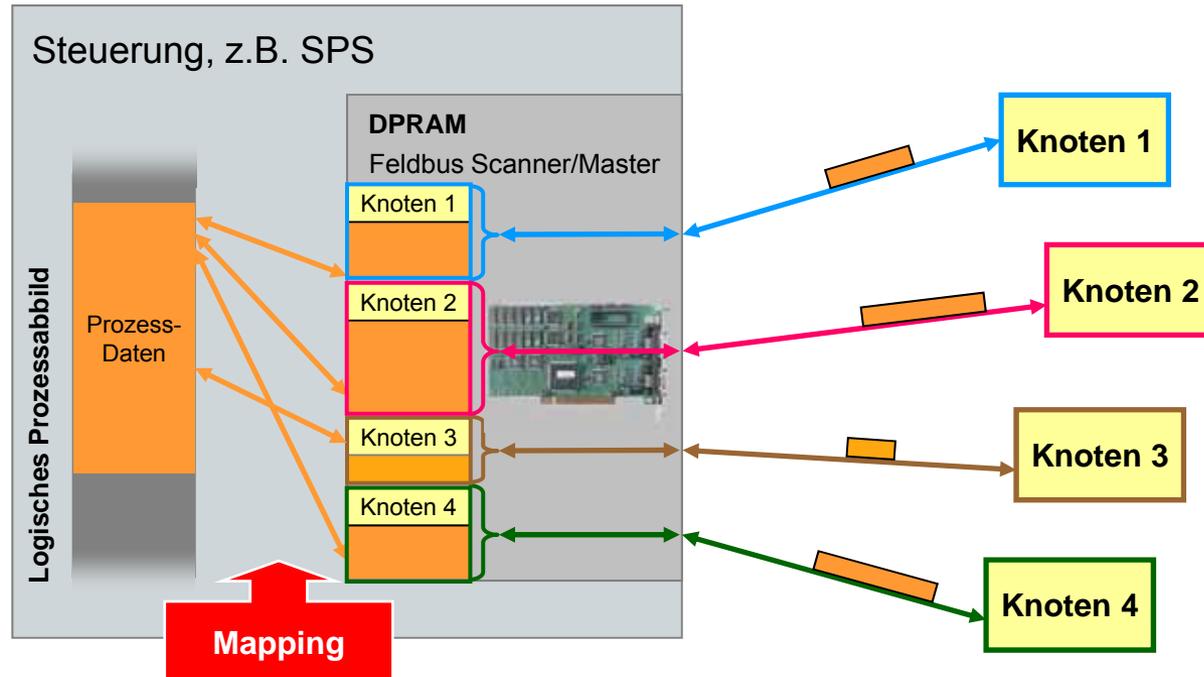
- Herkömmliche Feldbussysteme erzeugen physikalisches Prozessabbild
- „Mapping“ bildet dieses auf logische Prozessabbild(er) ab



**EtherCAT ist:**

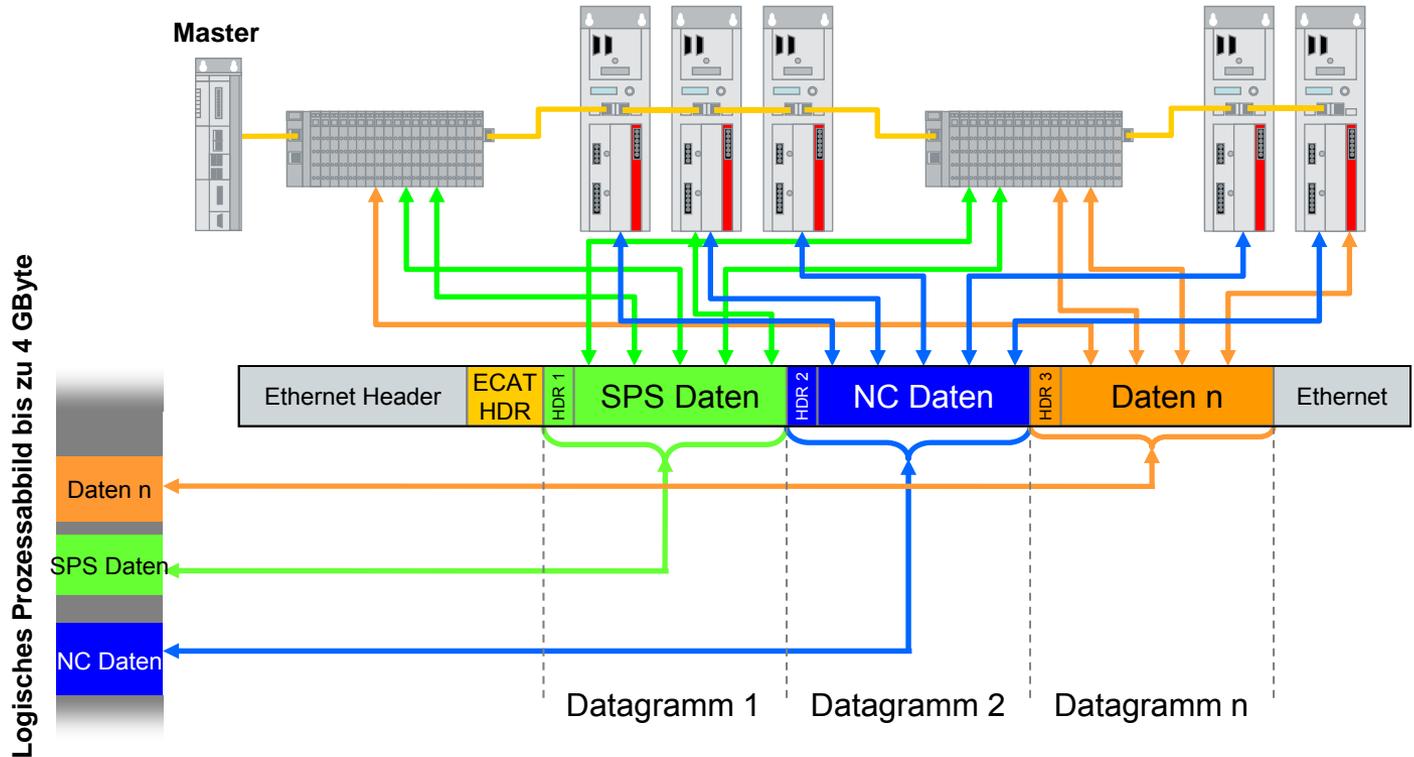
- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Das gleiche gilt auch für Steuerungen mit nur einem Prozessabbild !
- Umsortieren der Prozessdaten („Mapping“) ebenfalls erforderlich



**EtherCAT ist:**

- Schneller
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig



- Steuerung wird entlastet, Master wird sehr einfach
- Daten werden je nach Applikationsanforderung übertragen: extrem schnell, flexibel und effizient

# EtherCAT Laufzeitmessung (1)

**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓

- Genau

- Industrial Ethernet

- Flexibler zu verdrahten

- Einfacher zu konfigurieren

- Kostengünstiger

- Einfacher zu implementieren

- Bewährt

- Offen

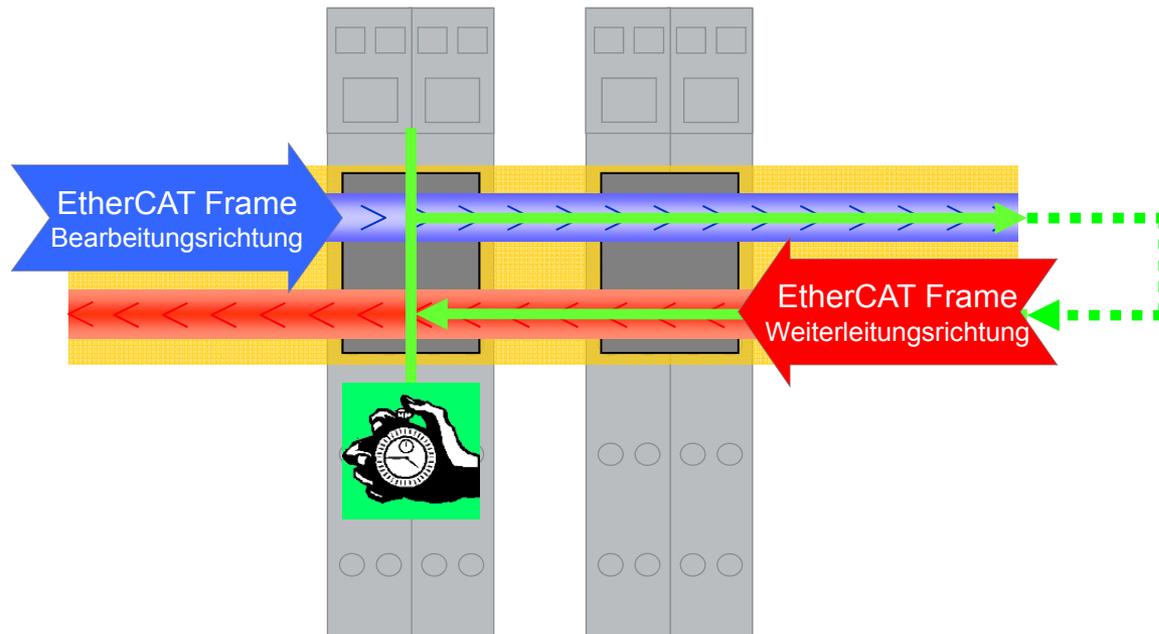
- Konform

- Sicher

- Hoch verfügbar

- Vielseitig

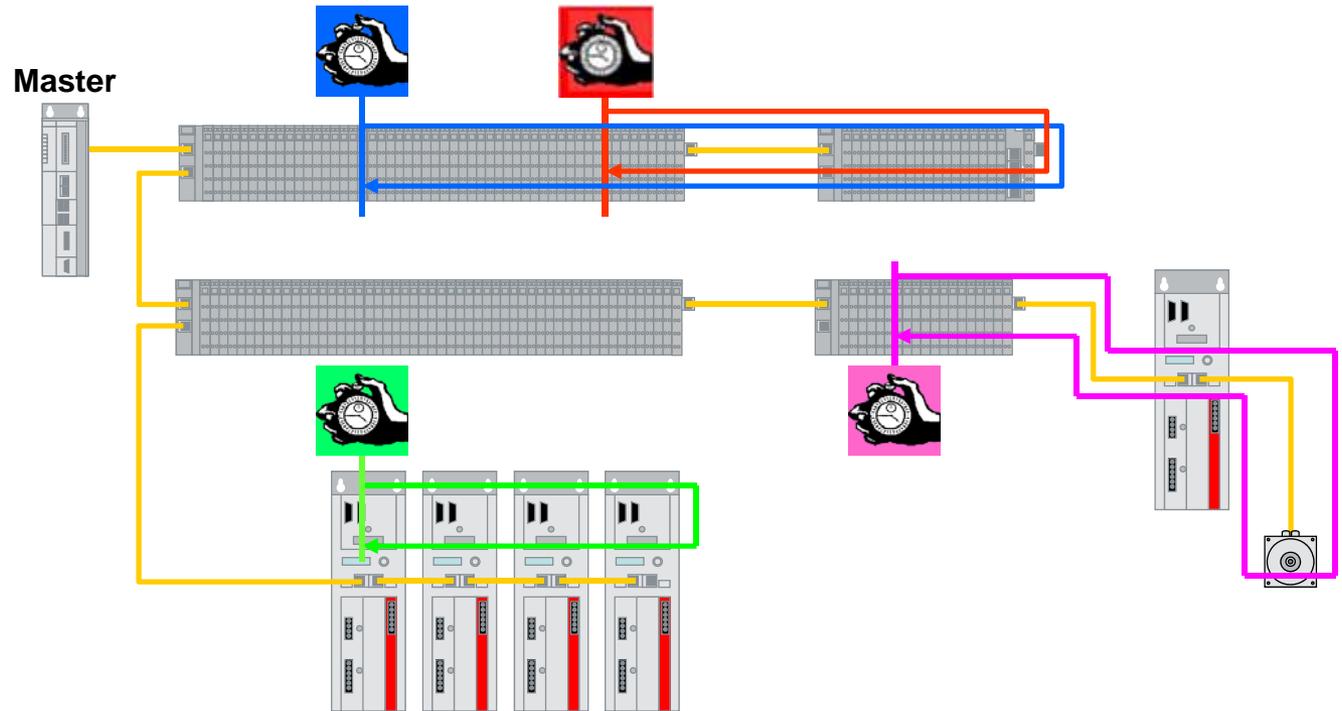
- EtherCAT Knoten misst Zeitdifferenz zwischen abgehendem und zurückkehrendem Frame



**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Laufzeiten zwischen beliebigen Teilnehmern werden berechnet



# Verteilte Uhren (Distributed Clocks)

**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓

- Genau

- Industrial Ethernet

- Flexibler zu verdrahten

- Einfacher zu konfigurieren

- Kostengünstiger

- Einfacher zu implementieren

- Bewährt

- Offen

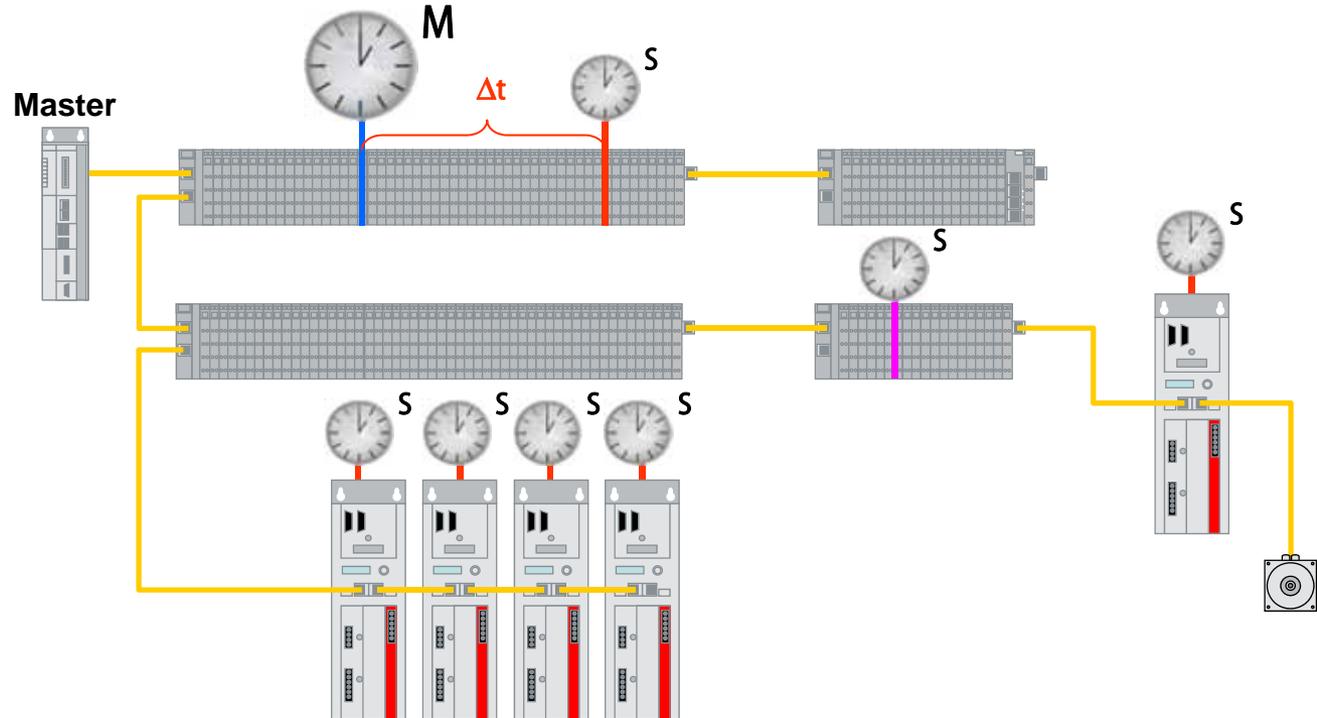
- Konform

- Sicher

- Hoch verfügbar

- Vielseitig

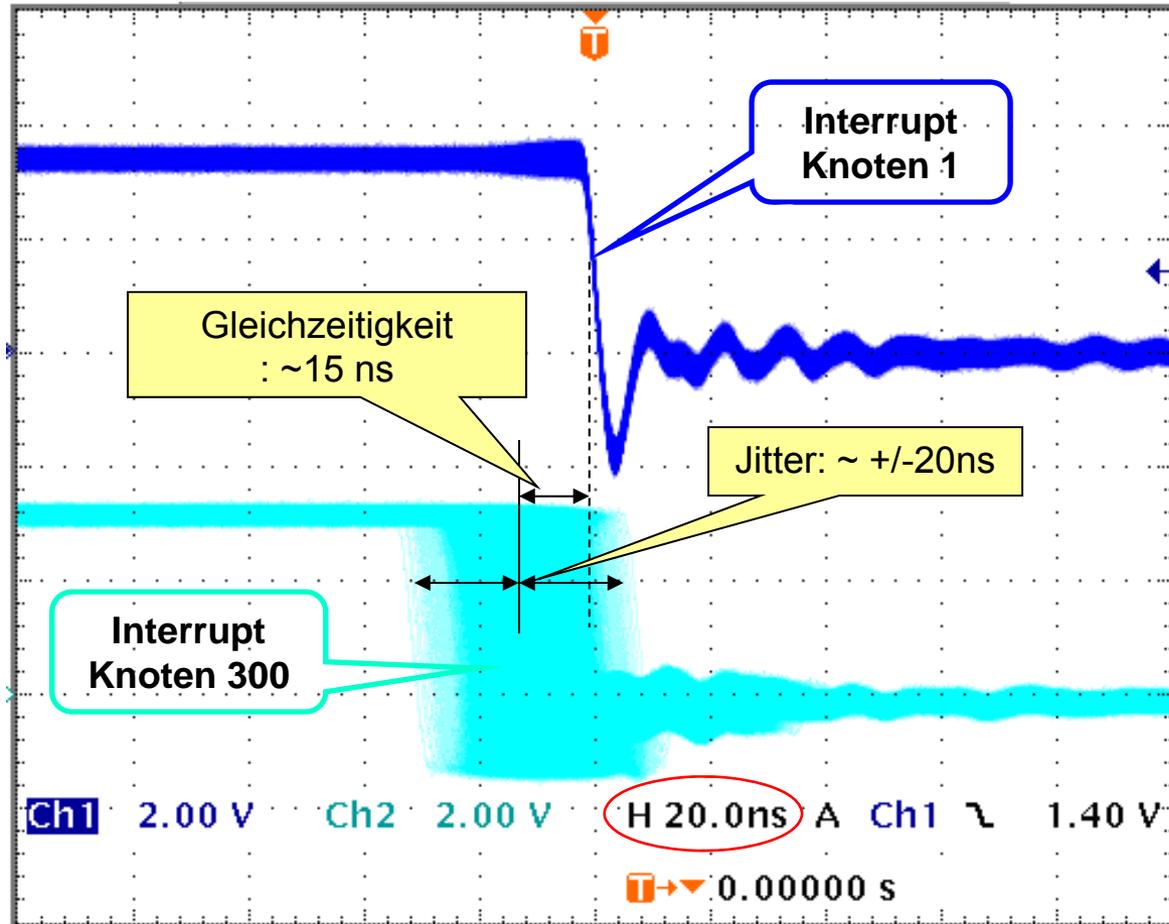
- Präzise Synchronisation ( $\ll 1 \mu\text{s}$ !) durch genauen Abgleich verteilter Uhren (Distributed Clocks)



**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Langzeit Scope-Aufnahme von zwei Geräten
- dazwischen 300 Knoten + 120 m Netzwerk



**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓

- Genau

- Industrial Ethernet

- Flexibler zu verdrahten

- Einfacher zu konfigurieren

- Kostengünstiger

- Einfacher zu implementieren

- Bewährt

- Offen

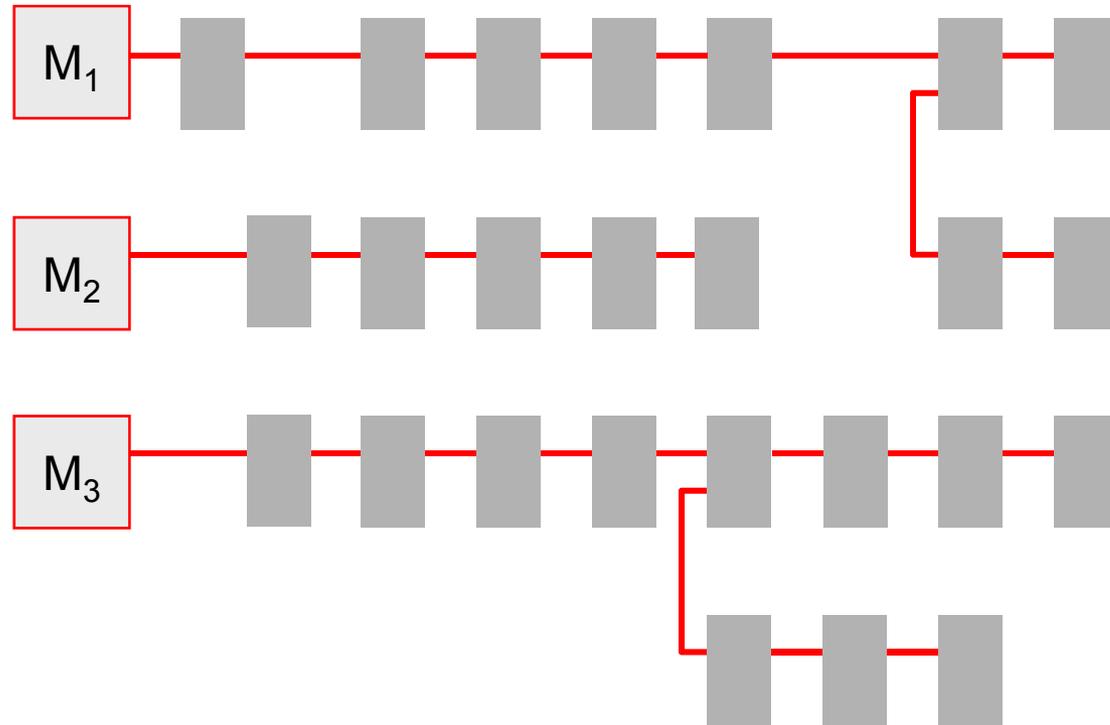
- Konform

- Sicher

- Hoch verfügbar

- Vielseitig

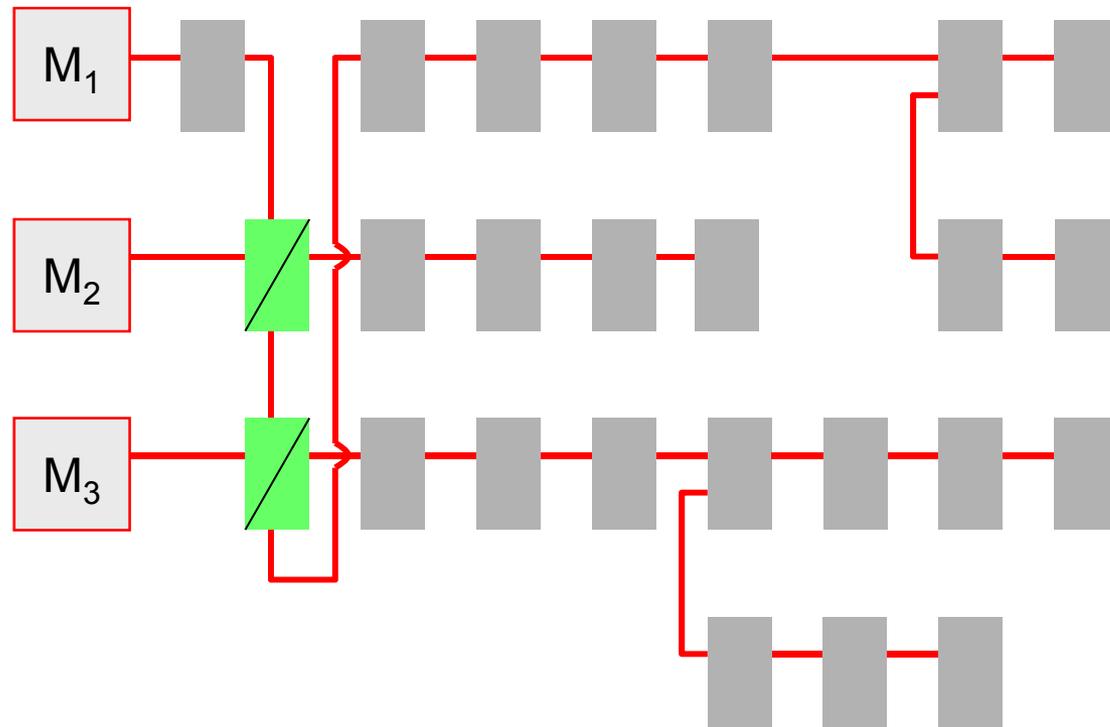
- Mehrere Möglichkeiten, z.B. Kopplung via EtherCAT-Bridge
- Bridge reicht Hardware-Sync-Signal durch



**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

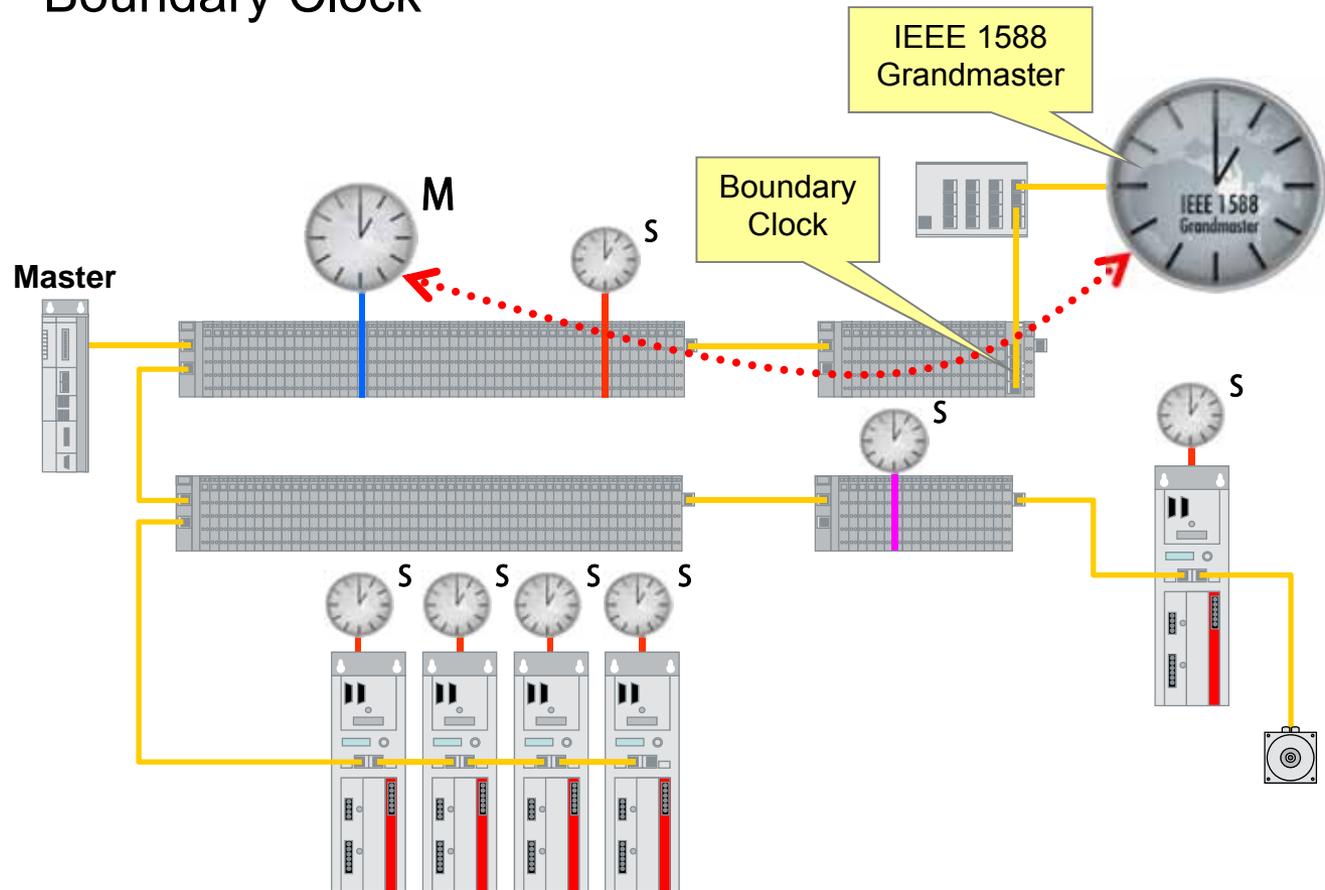
- Mehrere Möglichkeiten, z.B. Kopplung via EtherCAT-Bridge
- Bridge reicht Hardware-Sync-Signal durch



**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- z.B. durch Switchport mit integrierter IEEE 1588 Boundary Clock



# EtherCAT ist Industrial Ethernet!

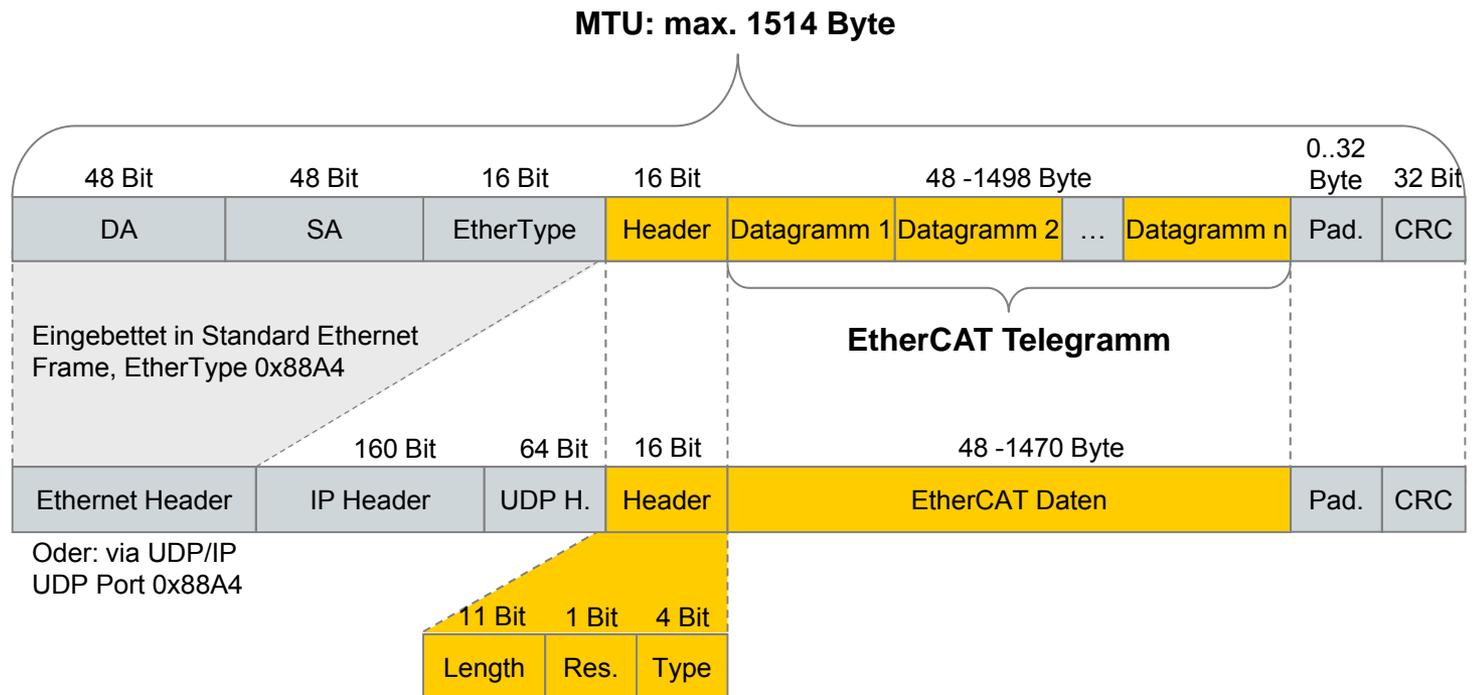
## EtherCAT ist:

- Schneller ✓
- Genau ✓

## - Industrial Ethernet

- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- EtherCAT verwendet Standard Frames nach IEEE 802.3
- Wahlweise auch über UDP/IP (wenn IP Routing gefragt)
- keine verkürzten Frames



# EtherCAT ist Industrial Ethernet!

**EtherCAT ist:**

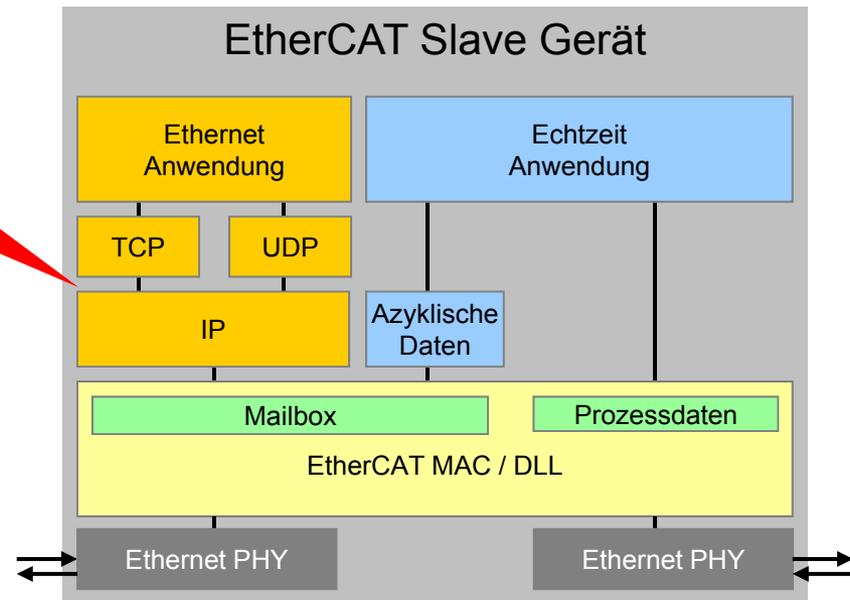
- Schneller ✓
- Genau ✓

- Industrial Ethernet

- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- volle Durchgängigkeit für TCP/IP
- alle Internet Technologien verfügbar: HTTP, FTP, ... ohne Einschränkung der Echtzeiteigenschaften!

**Standard TCP/IP Stack**



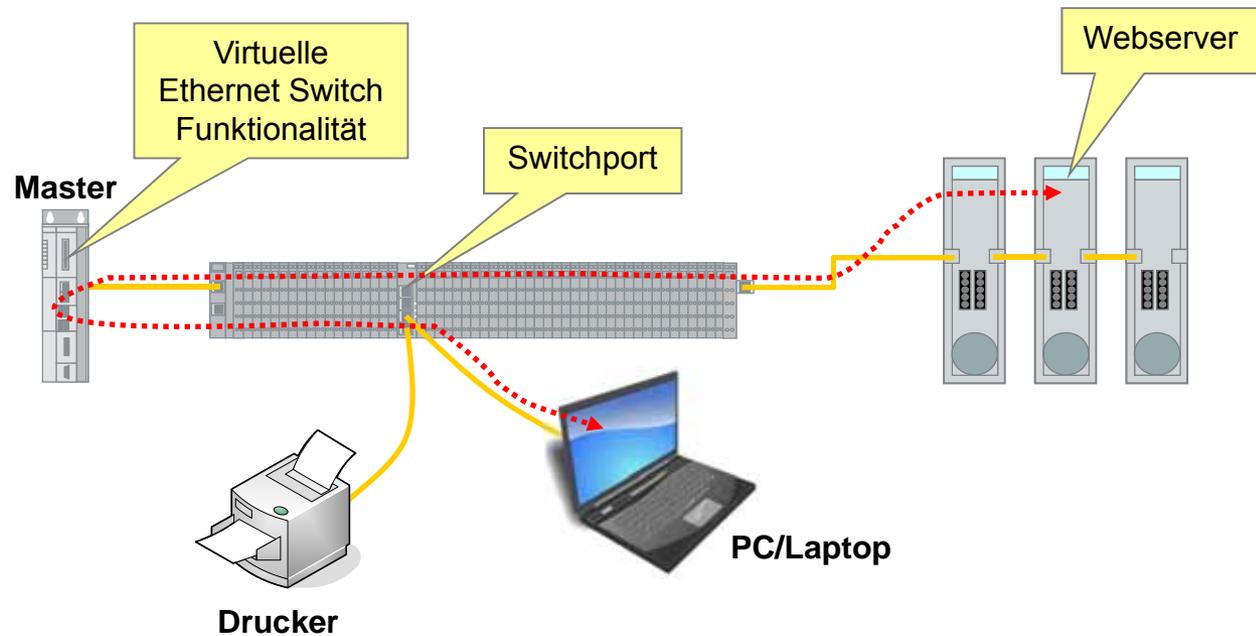
**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓

- Industrial Ethernet

- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Beliebige Ethernet Geräte können an den Switchport angeschlossen werden
- Zugriff auf Webserver mit Standard-Browser



# EtherCAT ist Industrial Ethernet!

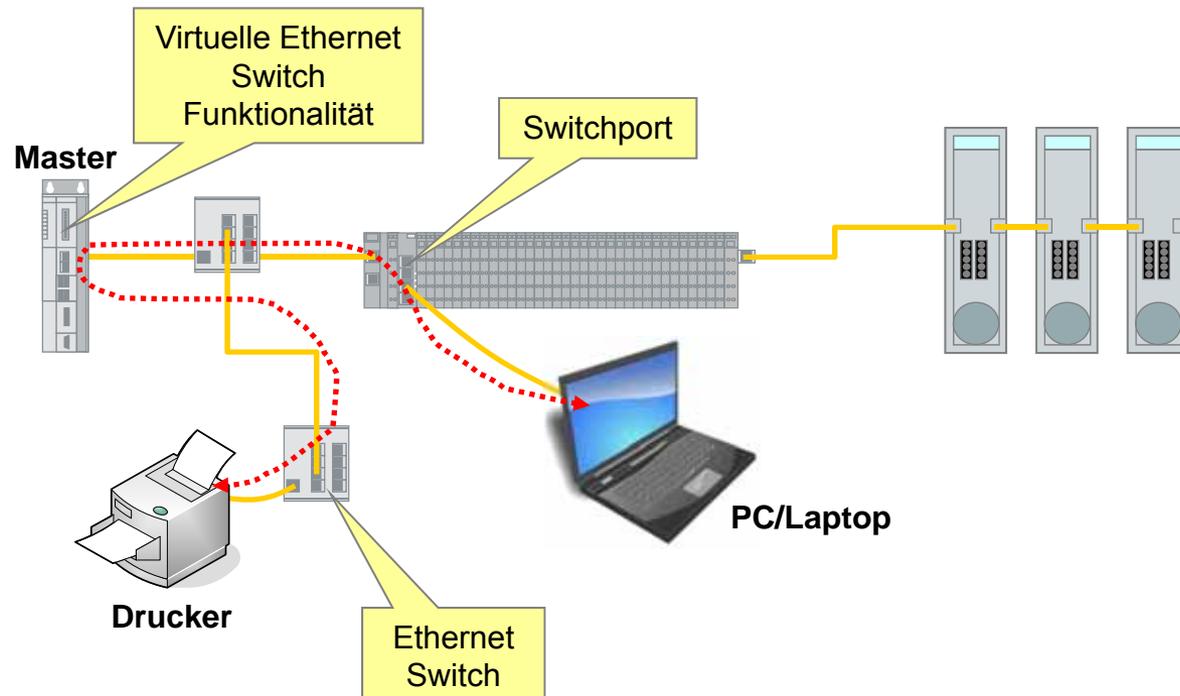
**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓

- Industrial Ethernet

- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

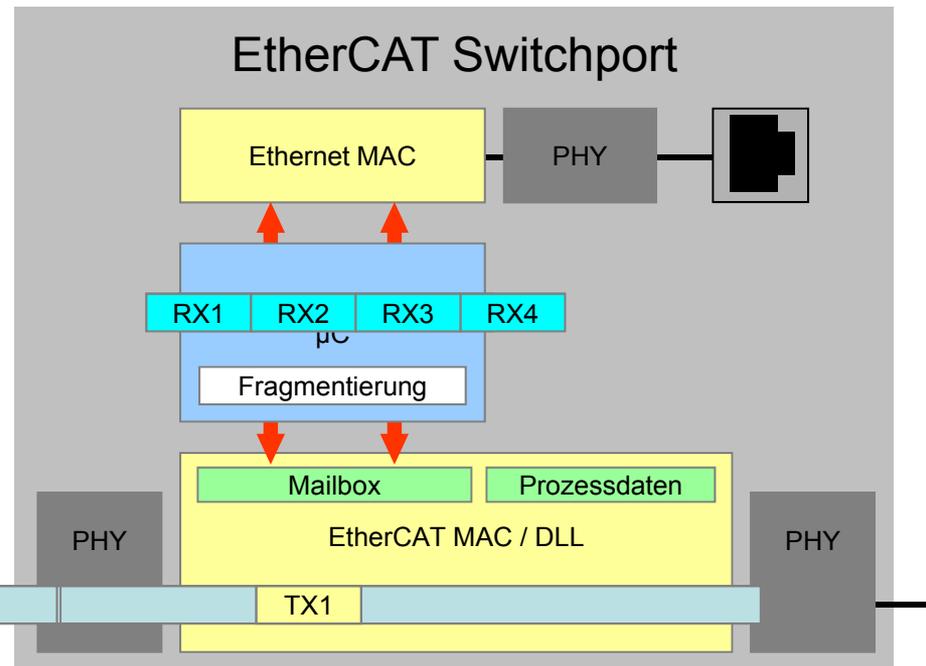
- Software Ethernet Switch routet Ethernet Frame
- Zugriff von innerhalb und außerhalb des EtherCAT-Segmentes



**EtherCAT ist:**

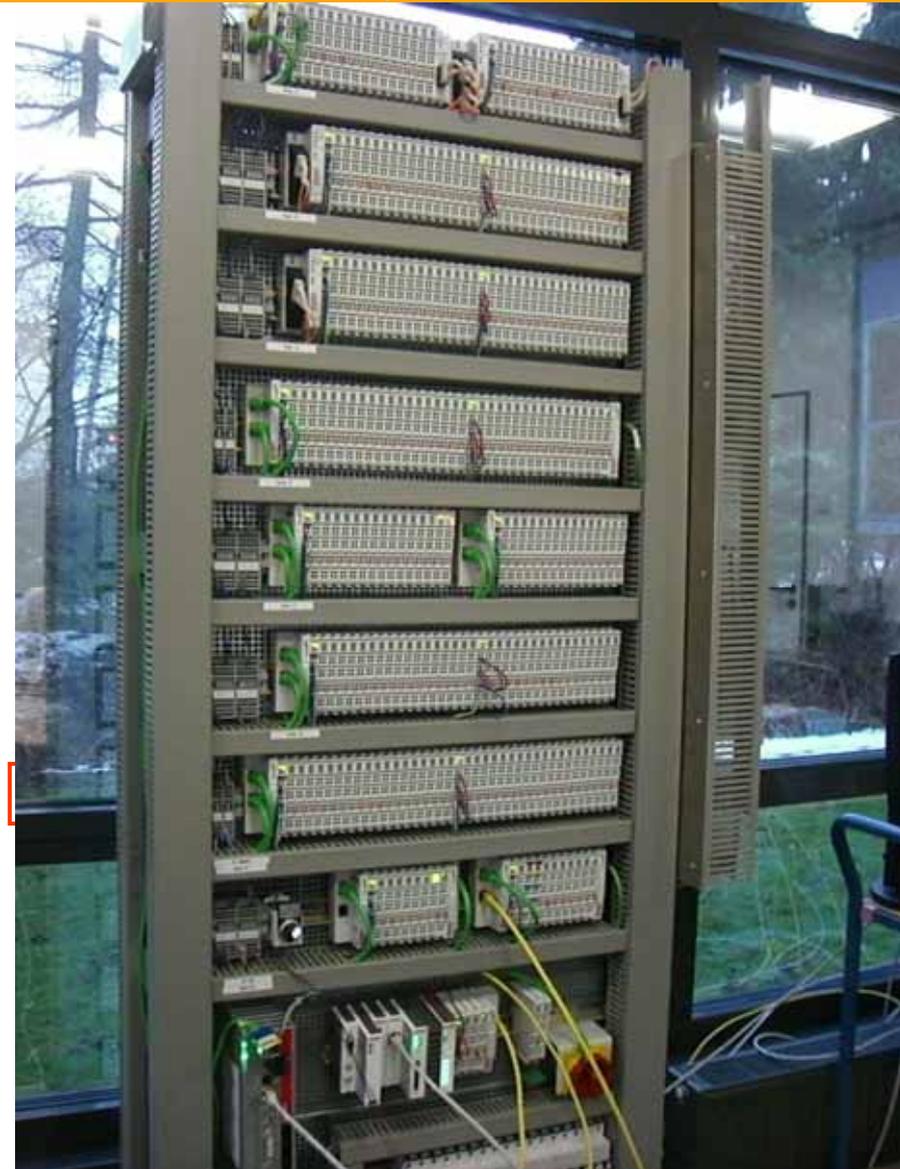
- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar

- Schnittstelle zu beliebigen Ethernet Geräten oder Netzen
- Ethernet Frame werden in das EtherCAT-Protokoll eingefügt: „Ethernet over EtherCAT“ (EoE)



# Ethernet over EtherCAT Durchsatz-Test

- Ethernet over EtherCAT (EoE) Durchsatz-Test mit 291 Slave-Geräten
- Max EoE Durchsatz bei 1ms Zykluszeit:  
M  $\leftrightarrow$  S: 10,5 MBit/s full duplex,  
auch mit 2 Slaves gleichzeitig



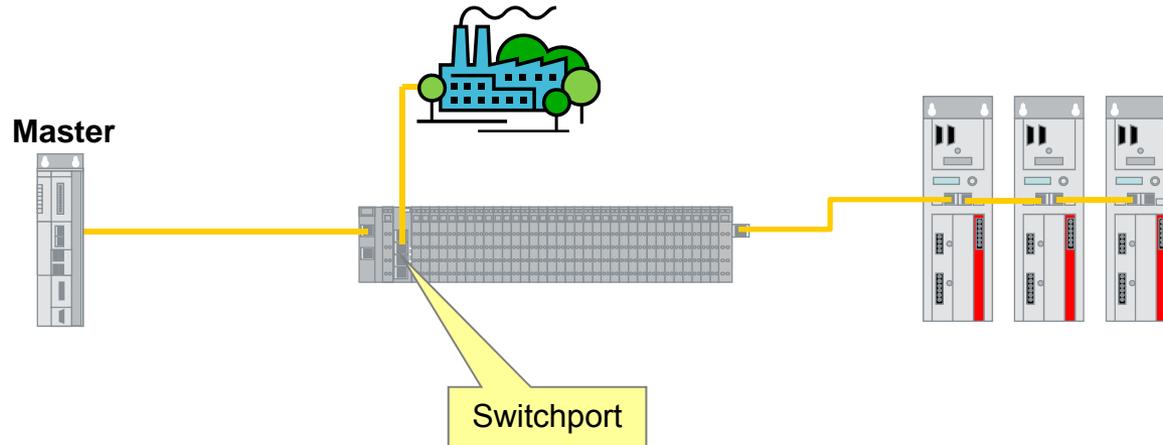
**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓

- Industrial Ethernet

- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- ...mittels Switchport



- + beliebige Ethernet Protokolle können verwendet werden
- + erfordert nur einen Ethernet Port (auf Master/IPC/SPS)
- + EtherCAT Performance wird nicht eingeschränkt

# Vertikale Integration (2)

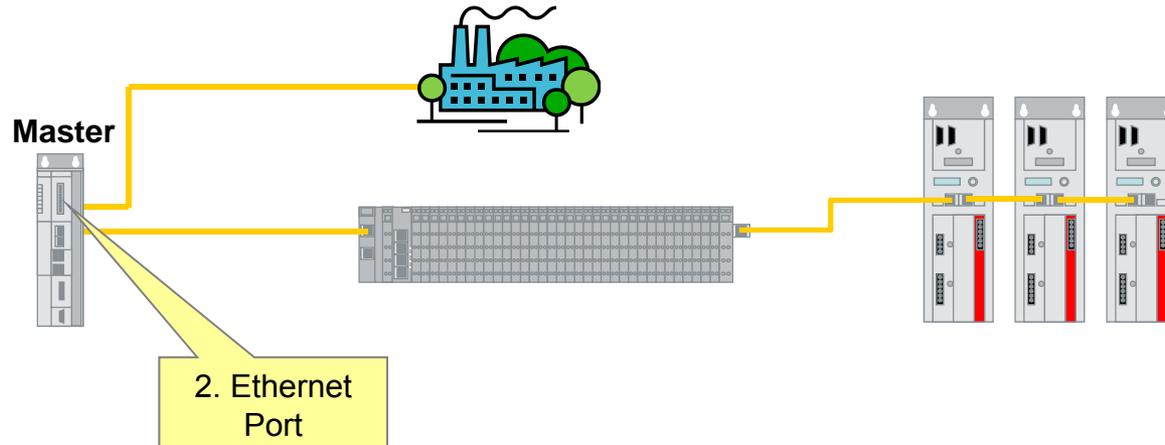
**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓

- Industrial Ethernet

- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- ...mittels 2. Ethernet Port



- + beliebige Ethernet Protokolle können verwendet werden
- + EtherCAT Performance wird nicht eingeschränkt
- aber: erfordert zweiten Ethernet Port (auf Master/IPC/Steuerung)

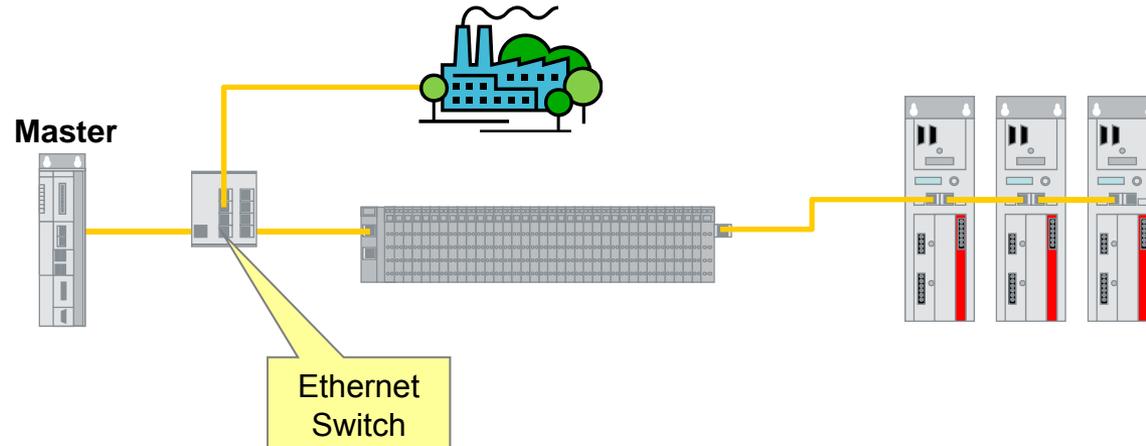
**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓

- Industrial Ethernet

- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- ...mittels Switch



- + beliebige Ethernet Protokolle können verwendet werden
- + erfordert nur einen Ethernet Port (auf Master/IPC/Steuerung)
- aber: Performance durch Verzögerung im Switch eingeschränkt (und durch allgemeine Ethernet Frames)

**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓

- Flexibler zu verdrahten

- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Standard Ethernet Topologie: Stern

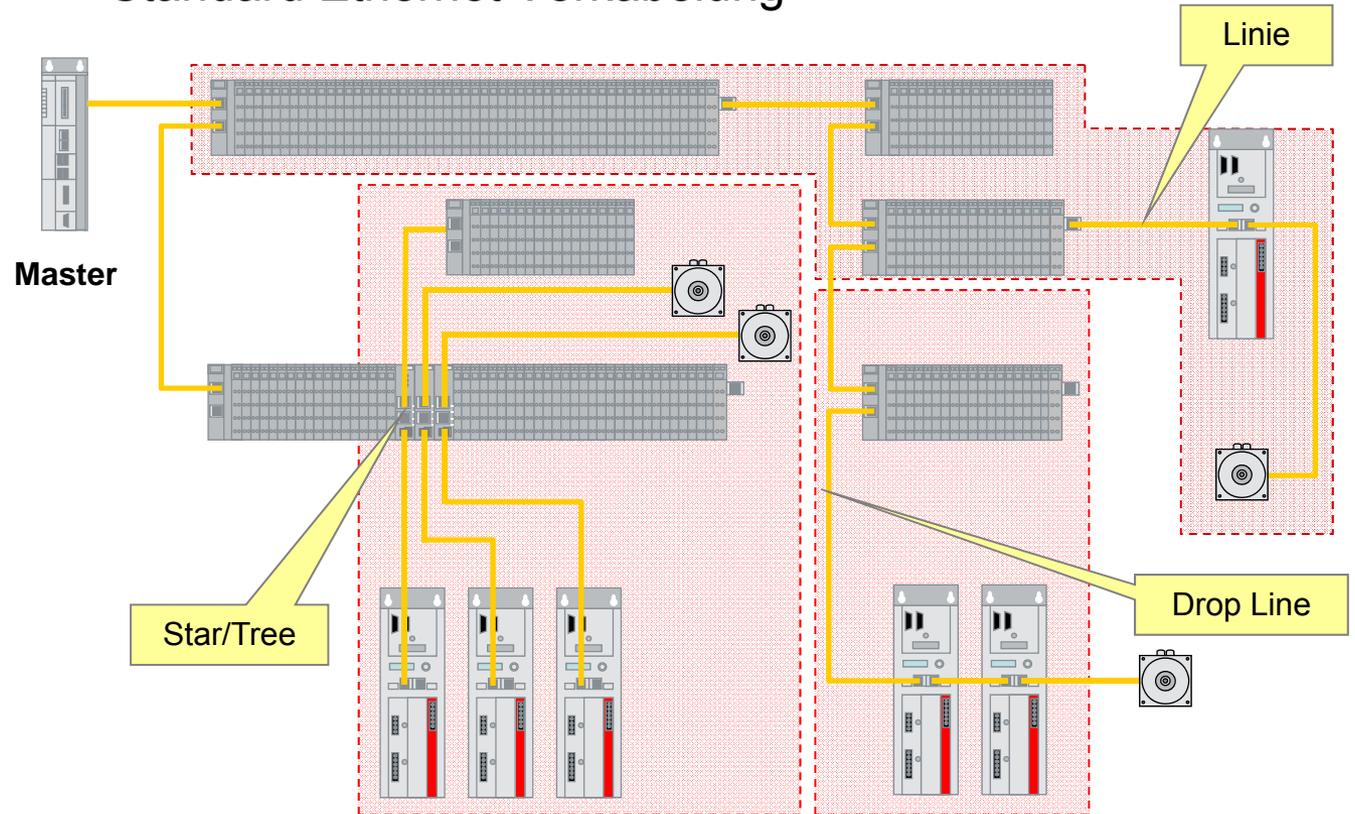


**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten

- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Flexible Topologien – beliebig erweiterbar
  - Topologie-Varianten wie Linie, Stern, Baum, Daisy Chain + Stichleitungen möglich und beliebig kombinierbar!
  - Bis zu 65.535 Knoten in jedem EtherCAT-Segment
  - Standard Ethernet Verkabelung



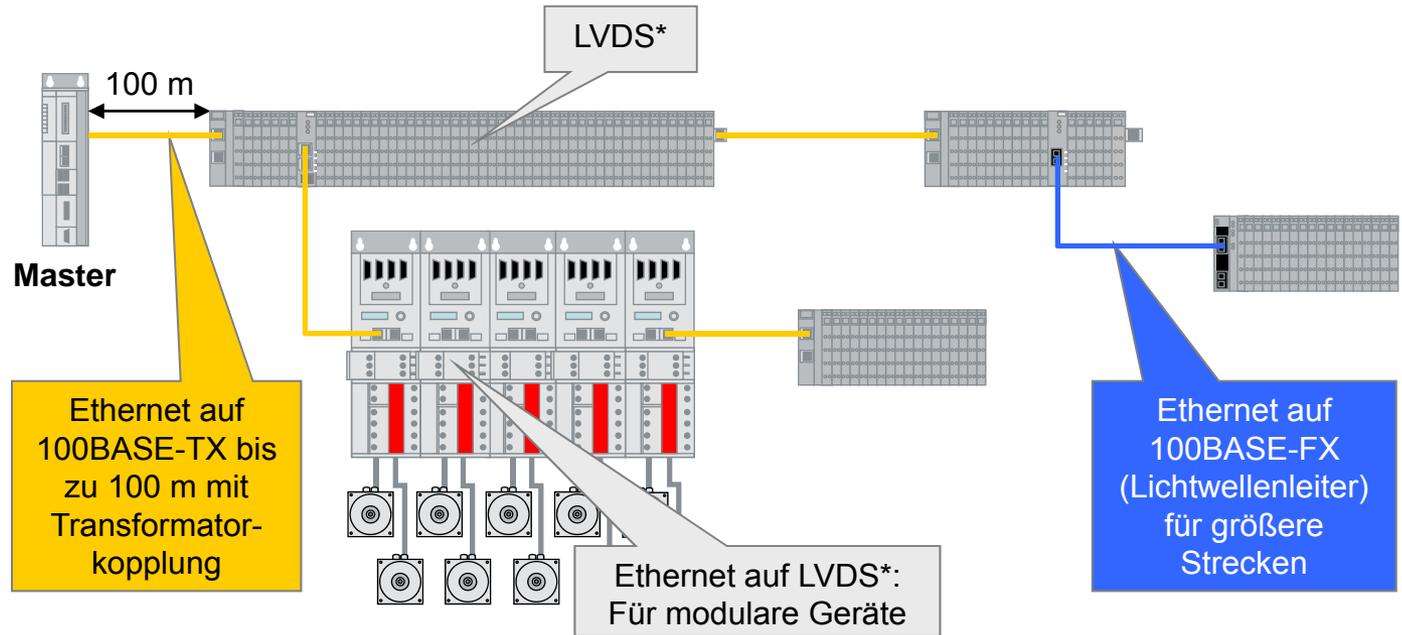
# EtherCAT ist flexibler zu verdrahten

**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten

- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Elektrische Signalvarianten für EtherCAT:
  - 100BASE-TX (bis zu 100 m zwischen 2 Knoten/Geräten)
  - 100BASE-FX (größere Strecken zwischen 2 Knoten/Geräten)
  - LVDS (für modulare Geräte)



- **Beliebig viele Wechsel erlaubt!**

\*LVDS: Low Voltage Differential Signaling nach ANSI/TIA/EIA-644, ebenfalls genutzt in IEEE 802.3ae (10Gigabit Ethernet)

## EtherCAT ist:

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig



**10.056  
EtherCAT-Geräte  
in einem Netzwerk**

# EtherCAT statt PCI

**EtherCAT ist:**

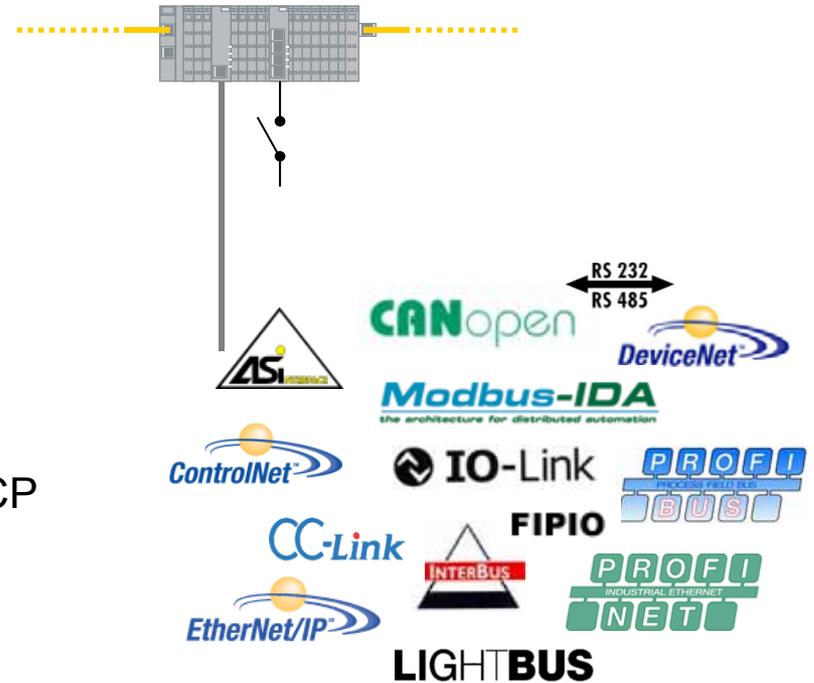
- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓

- Flexibler zu verdrahten

- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Investitionsschutz
- Problemloser Übergang von vorhandenem Feldbus zu EtherCAT
- Nahtlose Integration des Systems zu vorhandenen Feldbusgeräten, wie z.B.:

- AS-Interface
- CANopen
- CC-Link
- ControlNet
- DeviceNet
- Ethernet/IP
- FIPIO
- Interbus
- IO-Link
- Lightbus
- LonWorks
- Modbus Plus, RTU, TCP
- MPI
- PROFIBUS
- PROFINET IO
- ...

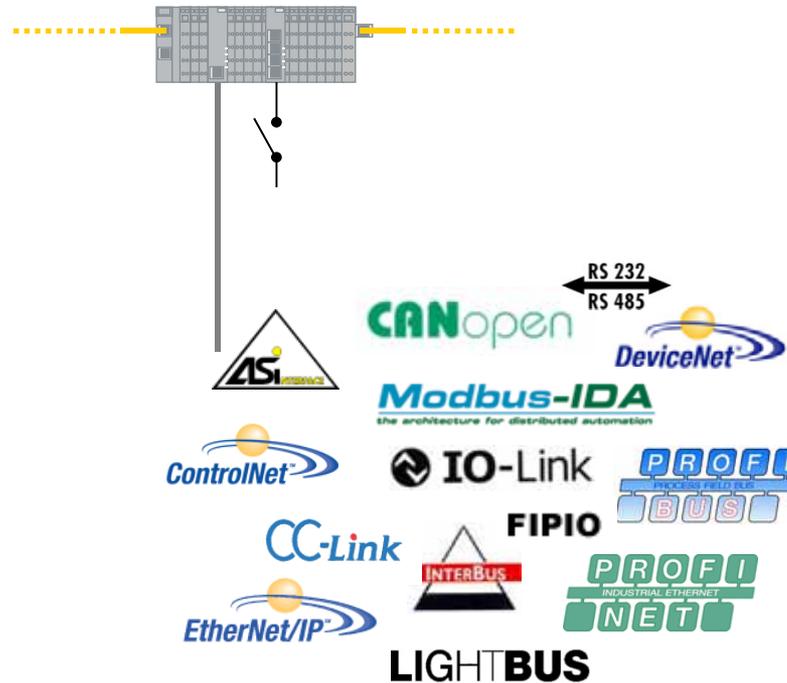


- Maximale Ausbaufähigkeit mit kostengünstigen Feldbussen

**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten
- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Update-Zeiten im Vergleich:
  - Prozessabbild über PCI  
(je **500 Byte** E/A Daten): **400µs**
  - **Prozessabbild über EtherCAT**  
(je **1500 Byte** E/A Daten): **150µs**



# EtherCAT statt PCI

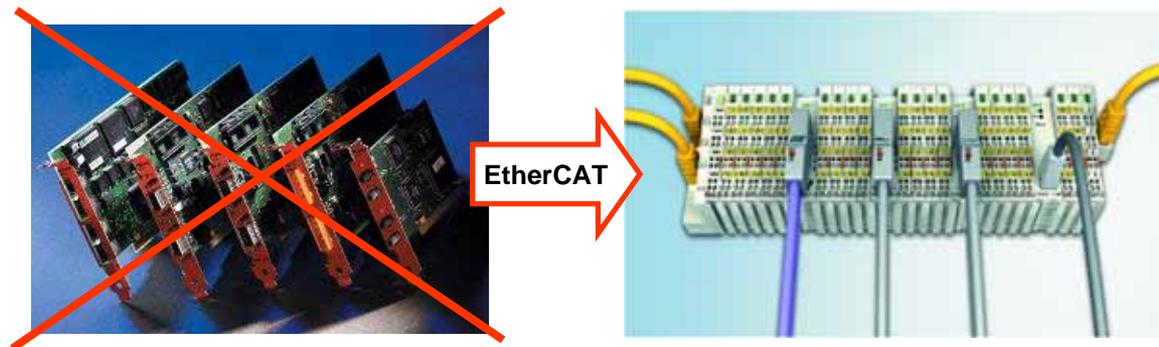
**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓

- Flexibler zu verdrahten

- Einfacher zu konfigurieren
- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Keine Steckplätze mehr in der Steuerung (IPC oder SPS) erforderlich
- Trotzdem maximale Erweiterbarkeit





## EtherCAT ist:

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓

- Einfacher zu konfigurieren

- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

## • Adressierung:

- Keine manuelle Adresseinstellung erforderlich
- Adressen können automatisch zugeteilt werden
- Adressen können auch bei nachträglichen Erweiterungen erhalten bleiben > keine Neu-Adressierung





**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓

- Einfacher zu konfigurieren

- Kostengünstiger
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- **Topologie:**
  - Automatischer Topologie Soll/Ist-Vergleich
- **Diagnose:**
  - Diagnose mit exakter Lokalisierung
- **Netzwerkplanung:**
  - Performance unabhängig von:
    - Slave-Implementierung
    - Topologie (keine Switches/Hubs)
  - Performance mehr als ausreichend
    - Daher kein "Tuning" erforderlich



## EtherCAT ist:

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓

## - Kostengünstiger

- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Implementierung / Tools:
  - Standard Netzwerk Monitoring Tools, z.B. MS Network Monitor oder Wireshark: Kostenlos
  - Parser Software: Kostenlos
- Weniger Aufwand bei der Netzwerkplanung:
  - Einfache Konfiguration
  - Standardeinstellungen sind ausreichend, kein “Feintuning” notwendig
- Erweiterte Diagnosemöglichkeiten:
  - Schnellere Fehlersuche führt zu geringeren Ausfallzeiten
- Schnelleres Setup:
  - Keine manuelle Adressierung notwendig



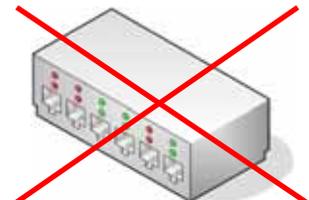
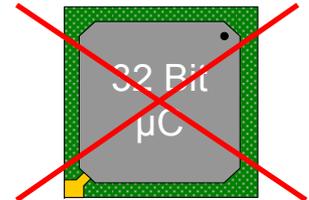
**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓

**- Kostengünstiger**

- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- **Master:**
  - keine spezielle Einsteckkarte
  - on-board Ethernet Port genügt
- **Slave:**
  - kostengünstiger Slave Controller als FPGA oder ASIC
  - kein leistungsstarker  $\mu$ C erforderlich
- **Infrastruktur:**
  - keine Switches / Hubs erforderlich
  - Standard Ethernet Kabel und Stecker ausreichend



## EtherCAT ist:

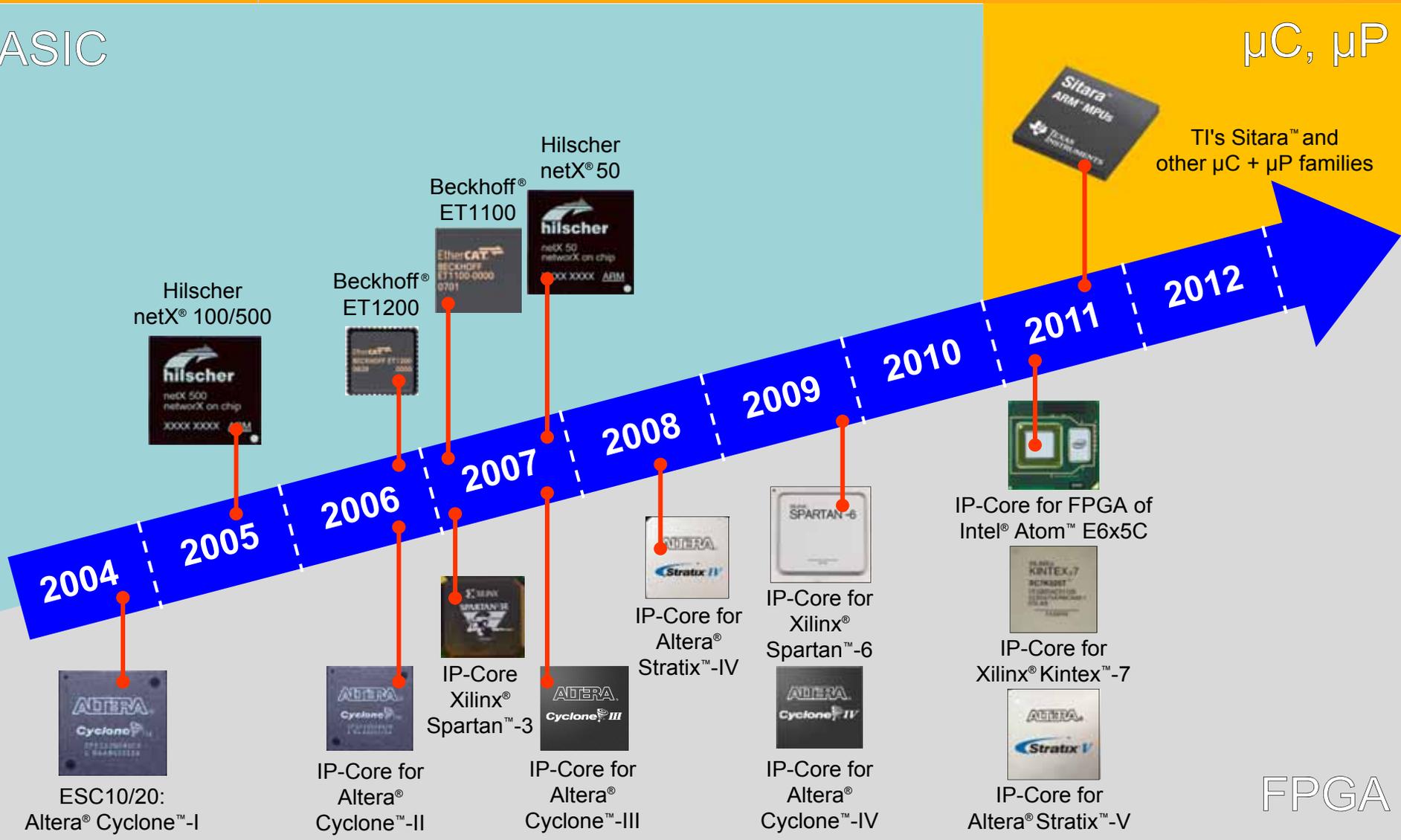
- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- **Slave Implementierung:**
  - Alle zeitkritischen Funktionen sind als ASIC oder FPGA implementiert:
    - ESC bearbeitet das Echtzeitprotokoll in Hardware
  - Integrierte Kommunikations-Zustandsmaschine
  - Netzwerk-Leistung ist unabhängig von:
    - Slave-Mikrocontroller
    - Protocol Stack
  - Mit oder ohne Mikrocontroller (Host CPU)
  - Integriertes DPRAM (1...8kByte)
  - Integrierte Funktionalität der verteilten Uhren (DC)
  - Hochgenaue Interrupts zum Mikrocontroller

# Vielfalt an EtherCAT Slave Controllern

ASIC

μC, μP

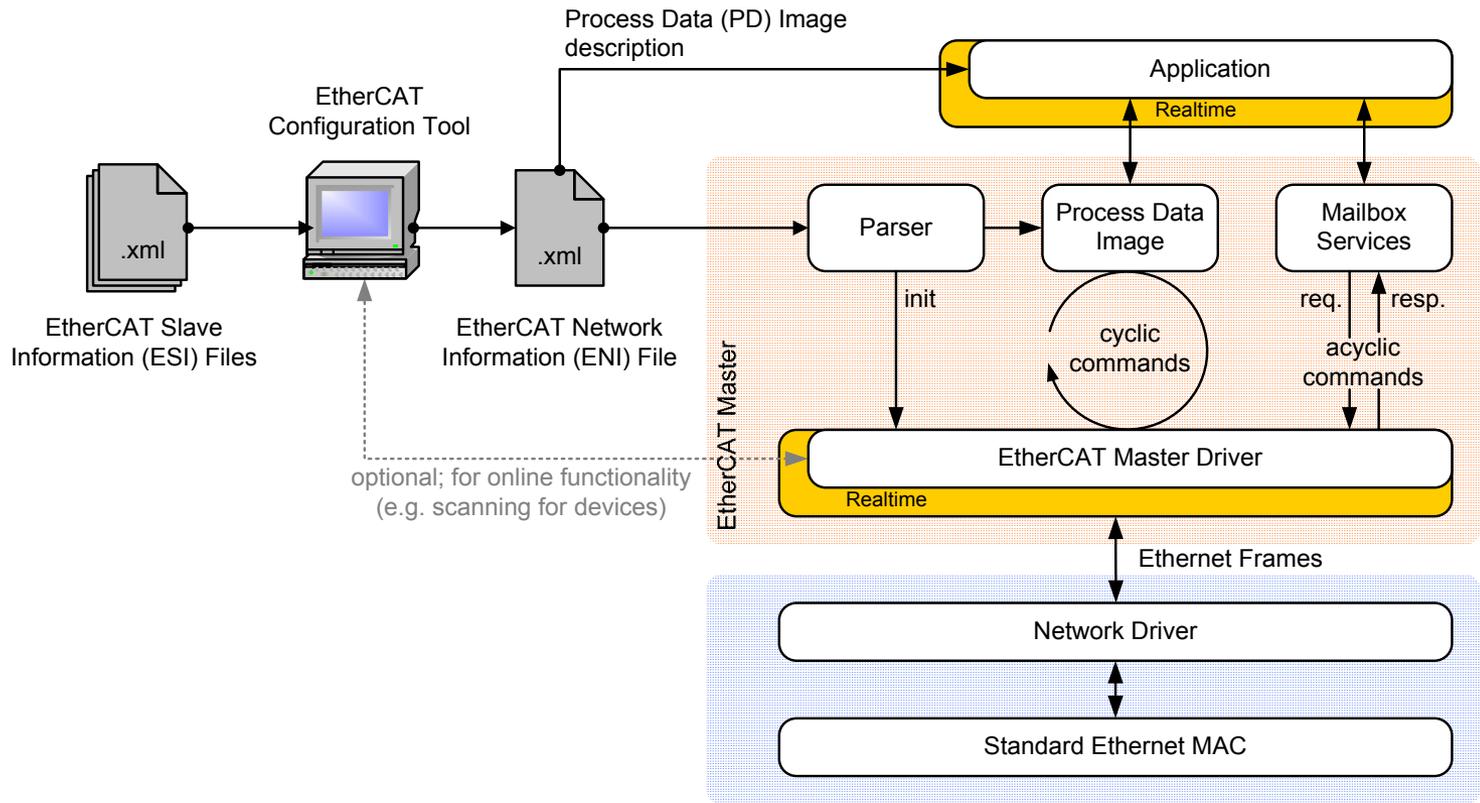


FPGA

**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
  - Genau ✓
  - Industrial Ethernet ✓
  - Flexibler zu verdrahten ✓
  - Einfacher zu konfigurieren ✓
  - Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
  - Offen
  - Konform
  - Sicher
  - Hoch verfügbar
  - Vielseitig

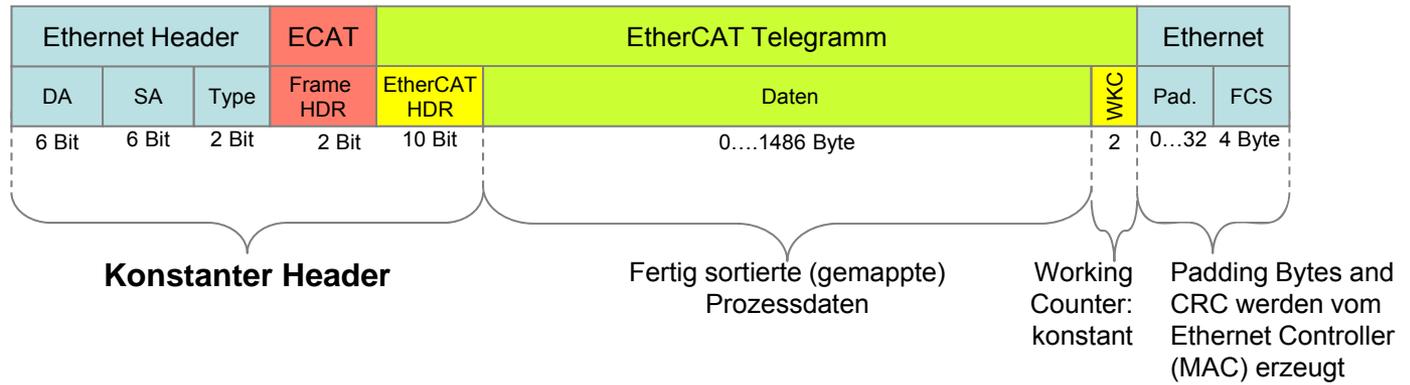
- Master-Implementierung:
  - z.B. mit Master Sample Code (Quellcode)
  - EtherCAT Konfigurationstool
  - Gerätebeschreibungen in XML-Dateiformat



**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
  - Genau ✓
  - Industrial Ethernet ✓
  - Flexibler zu verdrahten ✓
  - Einfacher zu konfigurieren ✓
  - Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren
- Bewährt
  - Offen
  - Konform
  - Sicher
  - Hoch verfügbar
  - Vielseitig

- Einfache Master-Implementierung:
  - Typisch z.B. für Kleinsteuerungen mit einer Steuerungstask
  - Bis 1488 Byte Prozessdatengröße
  - Header für Prozessdatenkommunikation bleibt konstant



- Master mit minimalem Aufwand realisierbar
- Kein separater Kommunikationsprozessor (z.B. auf Einsteckkarte) erforderlich
- Viel einfacher als herkömmliche Feldbussysteme
- Sehr viel einfacher als andere Industrial Ethernet Lösungen...

**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓

**- Bewährt**

- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Seit 2003 im Serieneinsatz
- Viele Applikationen
- Große Produktvielfalt von verfügbaren EtherCAT Geräten



**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Das Protokoll ist vollständig offengelegt:
  - EtherCAT ist IEC, ISO und SEMI Standard (IEC 61158, IEC 61784, ISO 15745, SEMI E54.20)



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия



- Slave Controller von verschiedenen Herstellern verfügbar
- Slave Controller gewährleistet Interoperabilität
- ETG organisiert Interoperabilitäts-Tests („Plug Fests“), Workshops und Seminare, Konformitäts-Tests und stellt Zertifikate aus

**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Management Board der IEC hat Liaison der EtherCAT Technology Group mit IEC SC65C WG 11/12/13 + JWG10 bestätigt (SC65C: Digital Communication)

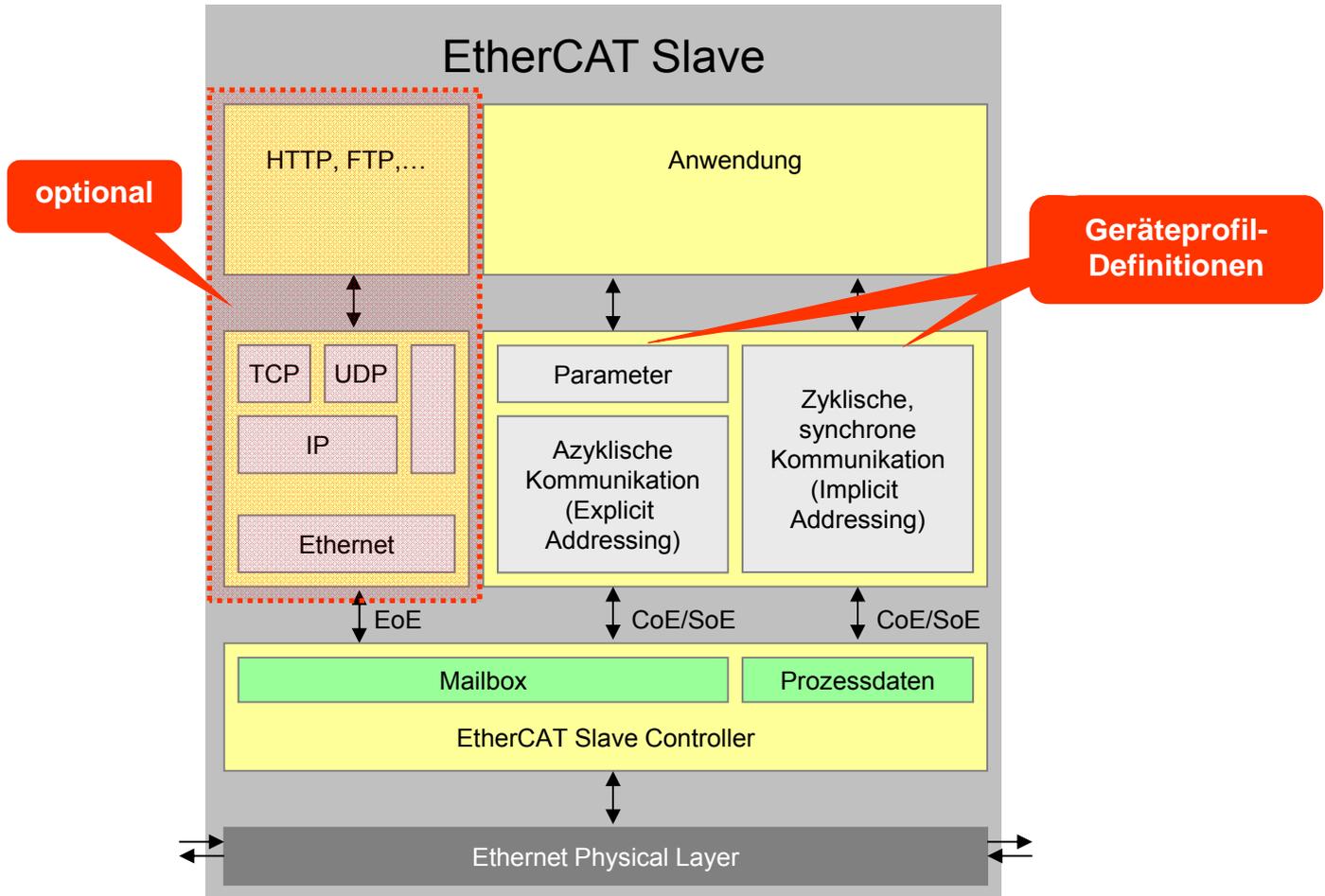


Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

- ETG ist somit offizieller Normungspartner der IEC

**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
  - Genau ✓
  - Industrial Ethernet ✓
  - Flexibler zu verdrahten ✓
  - Einfacher zu konfigurieren ✓
  - Kostengünstiger ✓
  - Einfacher zu implementieren ✓
  - Bewährt ✓
- 
- Offen
  - Konform
  - Sicher
  - Hoch verfügbar
  - Vielseitig



## EtherCAT ist:

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Master Stacks für verschiedene Echtzeitbetriebssysteme verfügbar\*, inklusive Open / Shared Source!

- eCos
- Integrity
- Intime
- Linux with RT-Preempt
- MQX
- On Time RTOS-32
- OS-9
- PikeOS
- Proconos OS
- QNX
- Real-Time Java
- RMOS
- RT Kernel
- RT-Linux
- RTX
- RTXC
- RTAI Linux
- VxWin + CeWin+ RTOS32Win+LxWin
- VxWorks
- Windows CE
- Windows XP/XPE with CoDeSys SP RTE
- Windows XP/XPE with TwinCAT RT-Extension
- Windows Vista, 7
- XENOMAI Linux



\*Stand: Oktober 2012

## EtherCAT ist:

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig



- Gründung: November 2003
- Aufgaben: Unterstützung, Weiterentwicklung und Verbreitung der EtherCAT Technologie
- Die mittlerweile größte Feldbus-Vereinigung
- Mehr als 2100\* Mitgliedsfirmen aus 55 Ländern und 6 Kontinenten:
  - Gerätehersteller
  - Anwender
  - Technologie-Anbieter
- Mitgliedschaft ist offen für jeden

**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓

- Offen

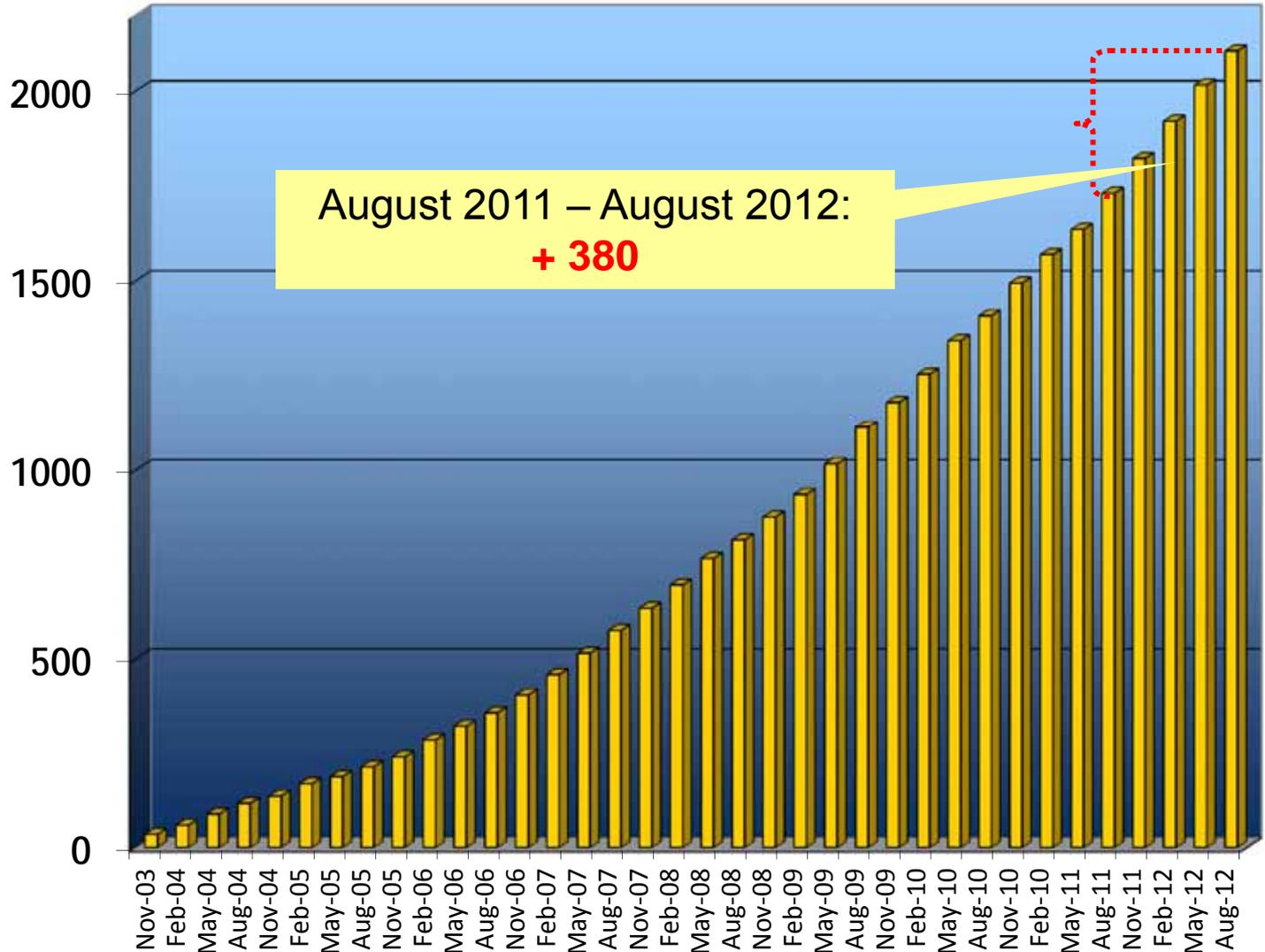
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig



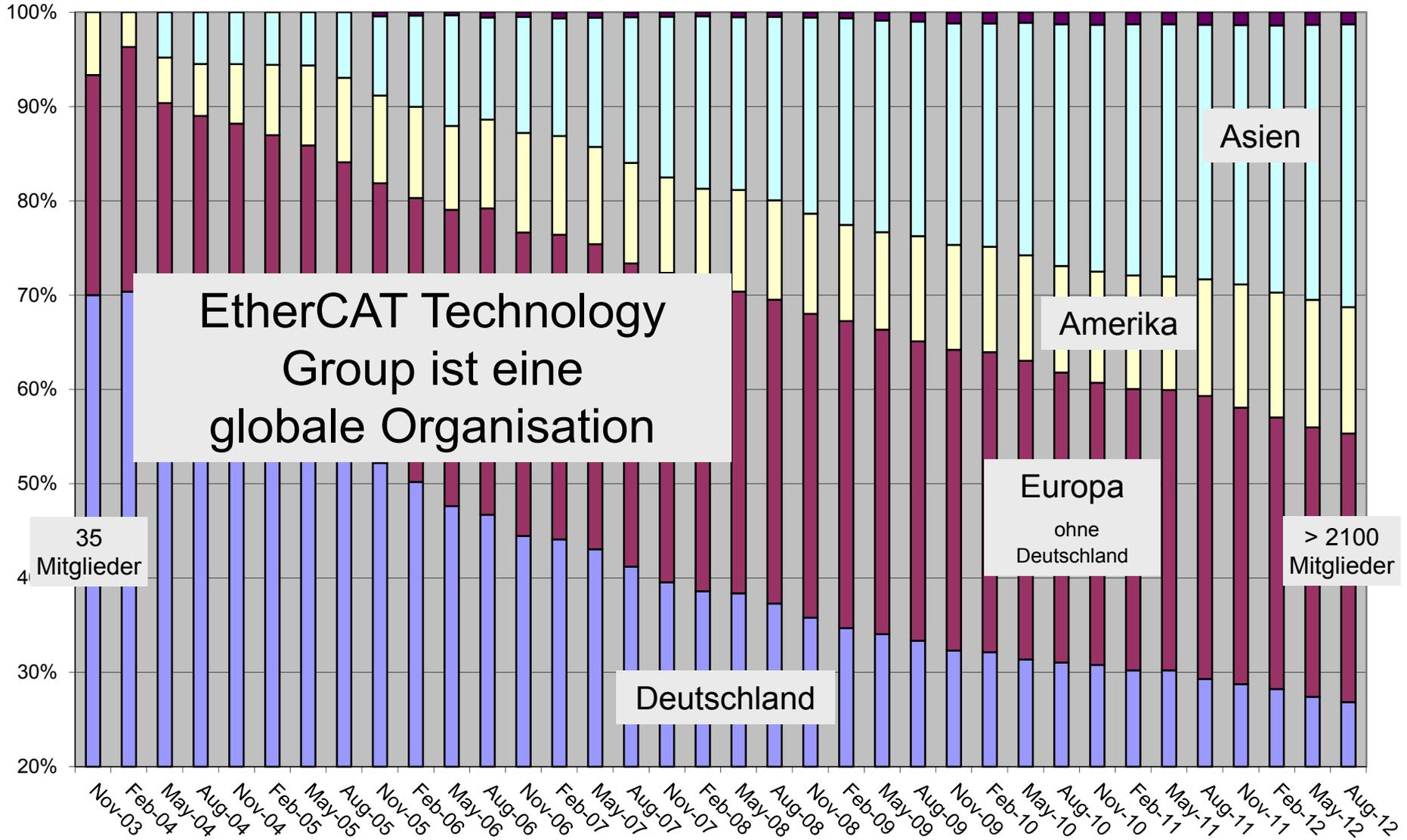
**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

Stand 31. August 2012: 2105 Mitglieder



# ETG Mitglieder-Verteilung



# Mitglieder aus 55\* Ländern, 6 Kontinenten

**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
  - Genau ✓
  - Industrial Ethernet ✓
  - Flexibler zu verdrahten ✓
  - Einfacher zu konfigurieren ✓
  - Kostengünstiger ✓
  - Einfacher zu implementieren ✓
  - Bewährt ✓
- Offen
- Konform
  - Sicher
  - Hoch verfügbar
  - Vielseitig



\*Stand Oktober 2012

**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

E/A, Steuerungen, HMI, Servo-Antriebe, Frequenzumrichter  
Sensoren, Slave + Master Entwicklungs-Kits  
Gateways, Hydraulikventile  
und Pneumatikventile,  
...



## EtherCAT ist:

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen ✓
- Konform
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig



- Konformität und Interoperabilität sind wichtige Faktoren für den Erfolg einer Kommunikations-Technologie
  - Konformität zur Spezifikation ist eine Pflicht gegenüber allen Nutzer der Technologie
  - Hierzu wird das **EtherCAT Conformance Test Tool (CTT)** verwendet
  - Test-Szenarios für das CTT werden von der Working Group „Conformance“ innerhalb der ETG Gemeinschaft entwickelt
  - Der **EtherCAT Conformance Test** prüft offiziell die Konformität bei einem akkreditierten **EtherCAT Test Center** (ETC in Nürnberg, Deutschland oder Kyoto, Japan)
  - Bei erfolgreichem Conformance Test stellt die ETG ein Zertifikat aus, welches die Konformität bestätigt

**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen ✓
- Konform ✓
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

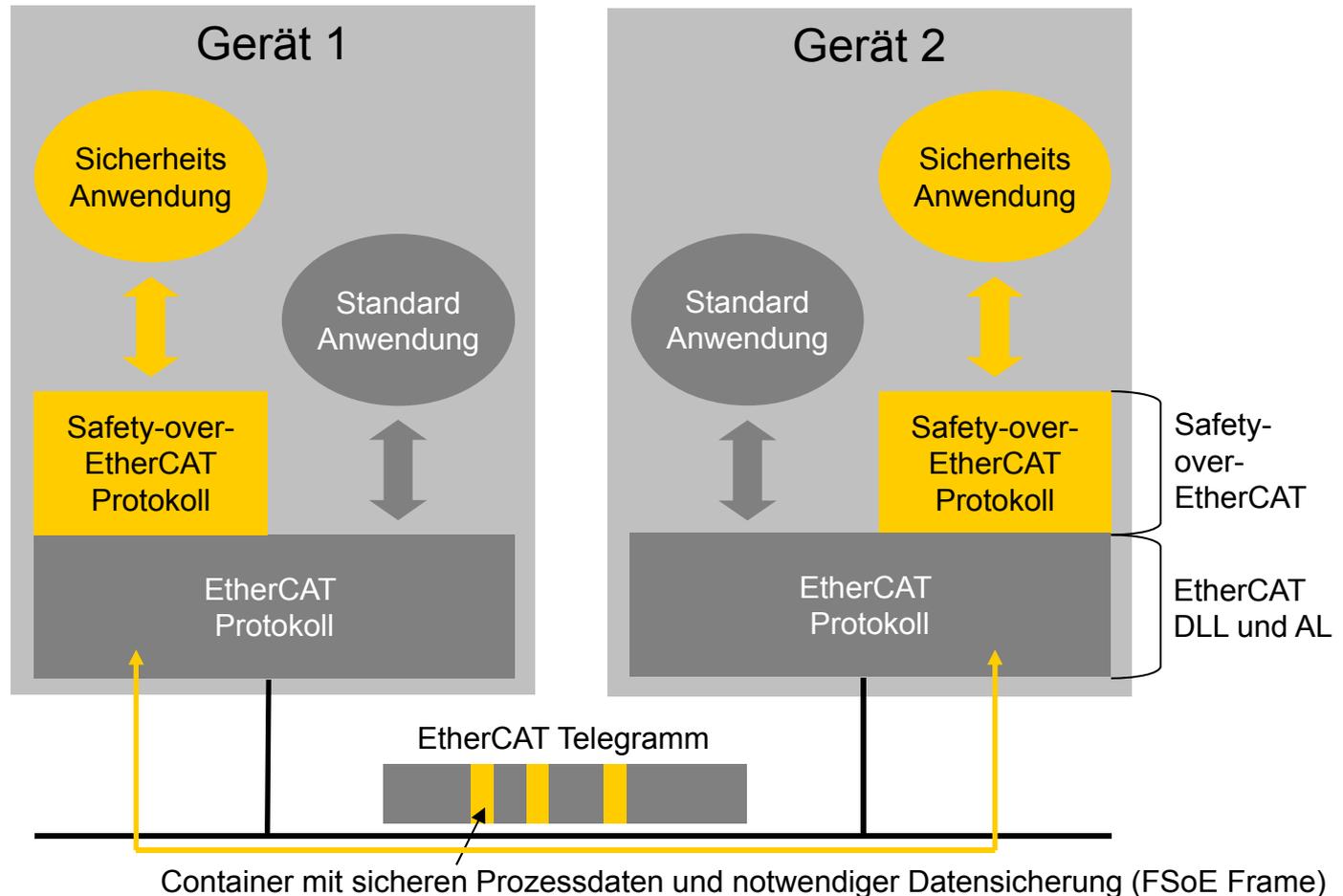


- Safety-over-EtherCAT (FSoE) definiert einen sicheren Kommunikationslayer für die Übertragung von sicheren Prozessdaten zwischen Safety-over-EtherCAT Geräten
- FSoE ist eine offene Technology + internationaler Standard: IEC 61784-3
- Das Protokoll ist gemäß der IEC 61508 entwickelt
  - Geeignet bis Safety Integrity Level (SIL) 3
  - Restfehlerwahrscheinlichkeit  $R(p) < 10^{-9} / h$
- Protokoll-Spezifikation durch den TÜV geprüft und bestätigt
- Zertifizierte Produkte mit Safety-over-EtherCAT sind seit 2005 verfügbar

**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen ✓
- Konform ✓
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

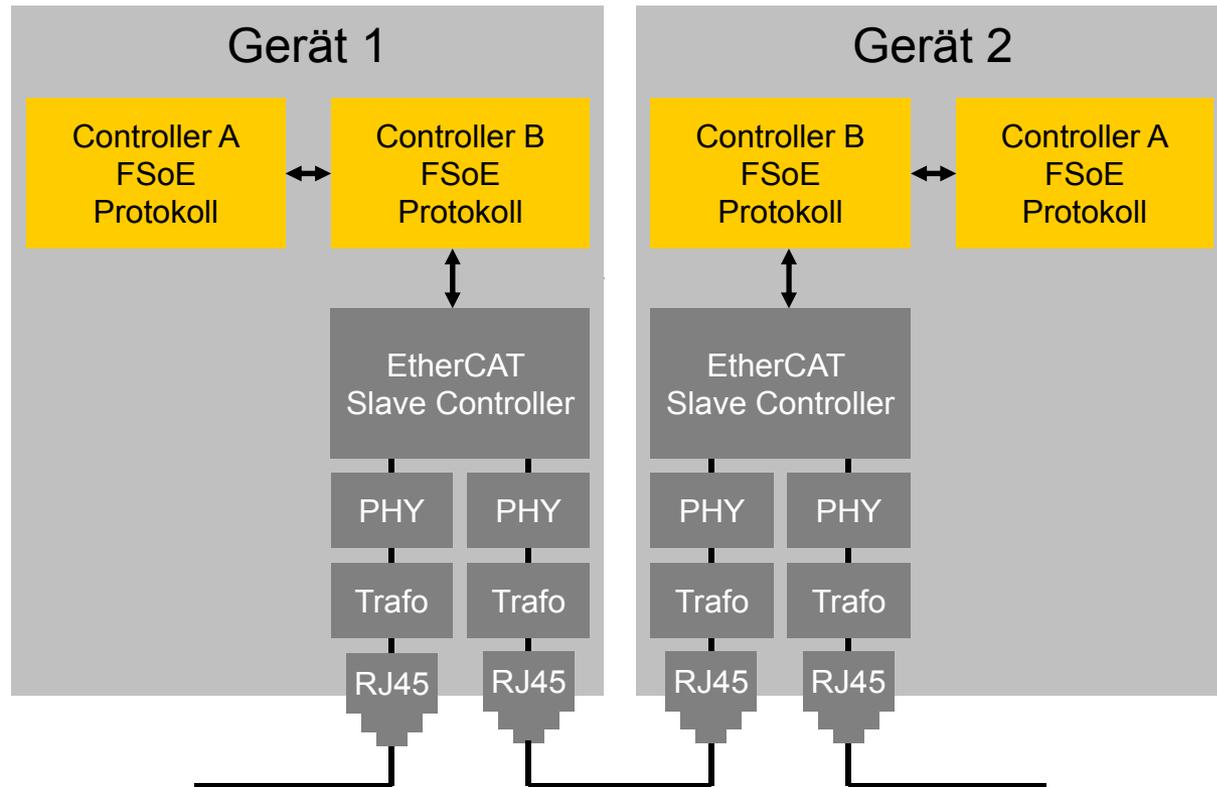
- Ansatz: EtherCAT wird als “Schwarzer Kanal” betrachtet
  - Sichere und “unsichere” Daten auf einer Leitung



**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen ✓
- Konform ✓
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

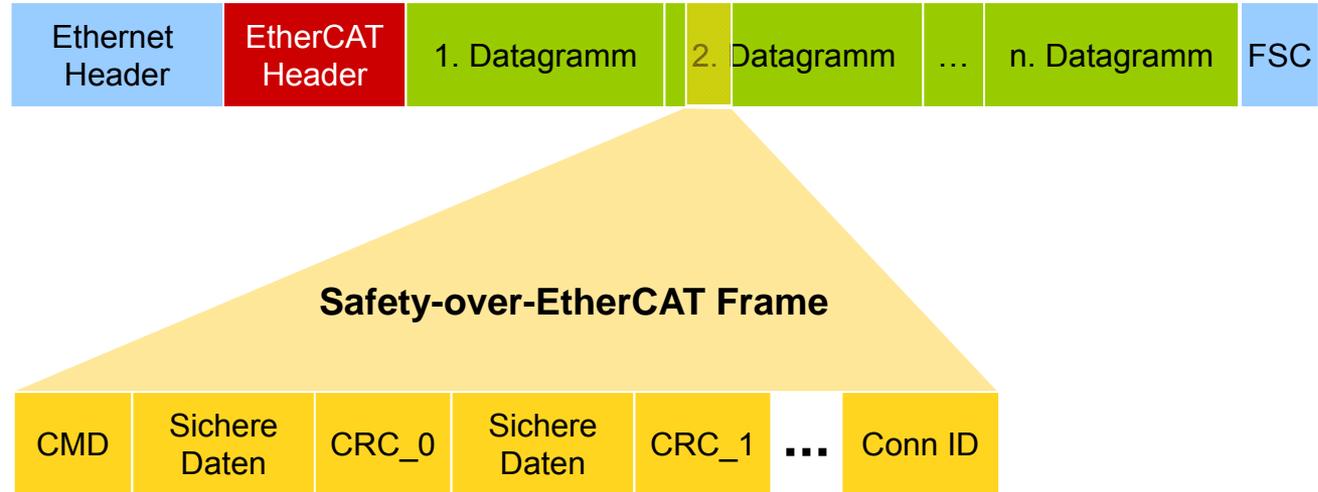
- Einkanalige Übertragung
  - Modell A entsprechend der IEC 61784-3 Anhang A



**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen ✓
- Konform ✓
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

• EtherCAT Telegramm



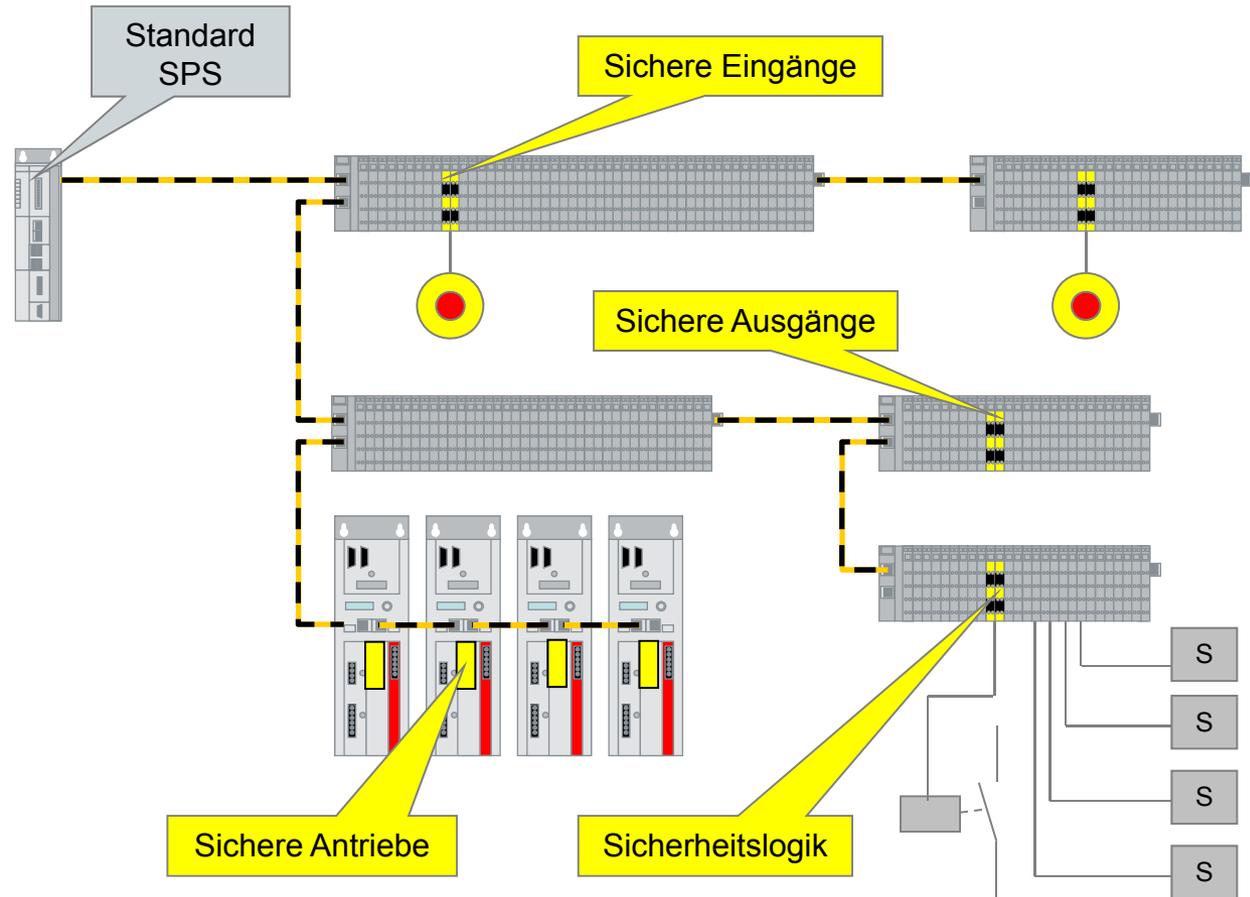
– Safety-over-EtherCAT Frame

- Der FSoE-Frame ist ein Datencontainer, welcher in die Prozessdaten des Gerätes gemappt wird
- Ein neuer FSoE-Frame wird erkannt, wenn sich mindestens ein Bit im Vergleich zum letzten Frame geändert hat
- Für jeweils 2 Byte sichere Daten wird eine Checksumme (CRC) von 2 Byte berechnet
- Es können beliebig viele sichere Daten übertragen werden

**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen ✓
- Konform ✓
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Dezentrale Sicherheitslogik
- Standard SPS sorgt für den Datenaustausch



## EtherCAT ist:

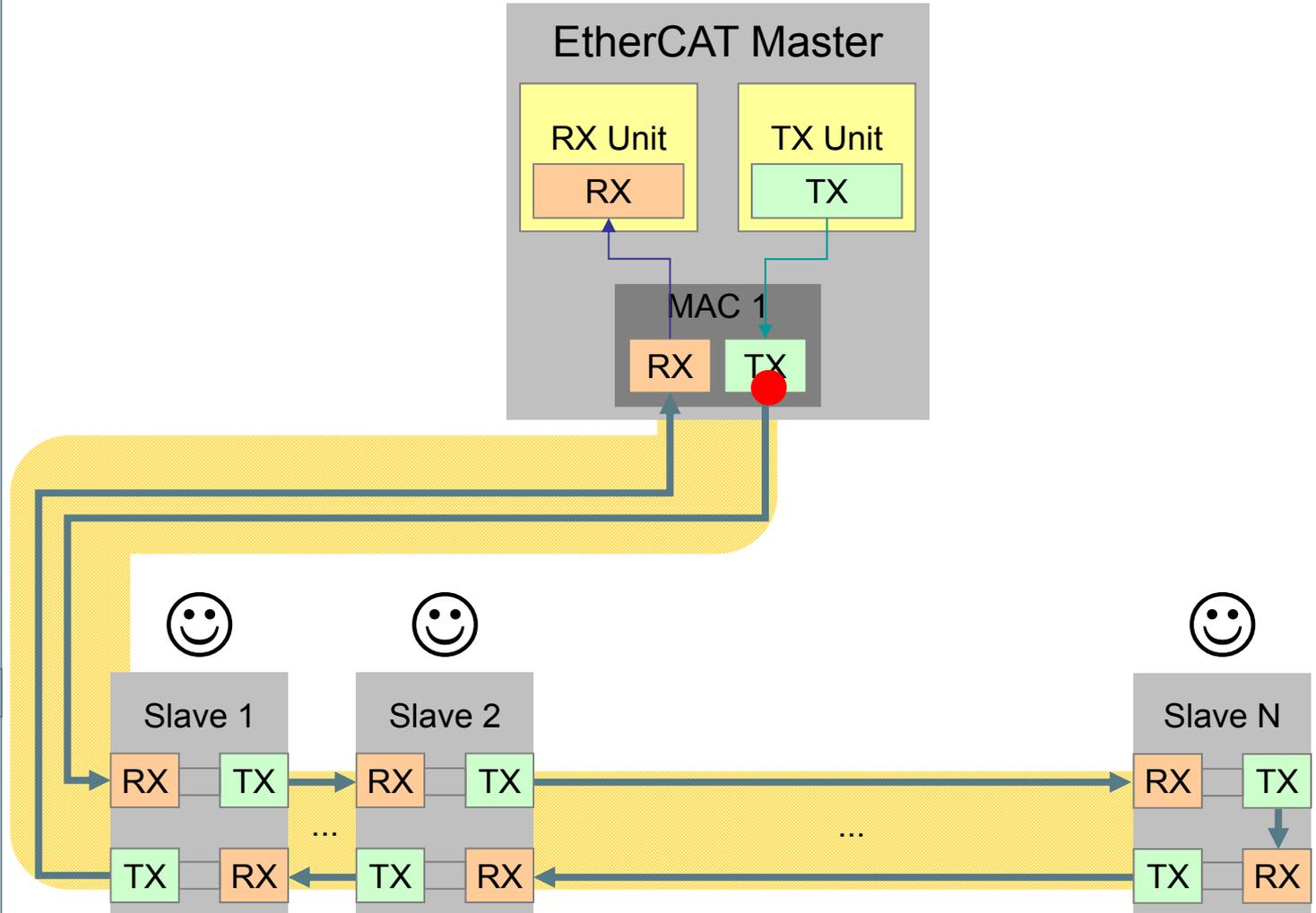
- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen ✓
- Konform ✓
- Sicher
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

- Integrierte Lösung:
  - Sichere und Standard-Kommunikation auf einer Leitung
- Weniger Schnittstellen und Feldbus-Systeme
- Zentrale Konfiguration, Diagnose und Wartung für sichere und “unsichere” E/A in einem Tool
- Keine Einschränkung der Datenlänge
- Sicherheits-Applikationen nutzt die Vorteile von EtherCAT:
  - Hohe Performance und kurze Reaktionszeiten
  - Annähernd unbeschränkte Anzahl von Teilnehmern
  - Große Netzwerkausdehnung
  - Optionale Leitungsredundanz
  - Große Flexibilität durch Hot-Connect Funktionalität

# Ohne Redundanz: Normalbetrieb

**EtherCAT ist:**

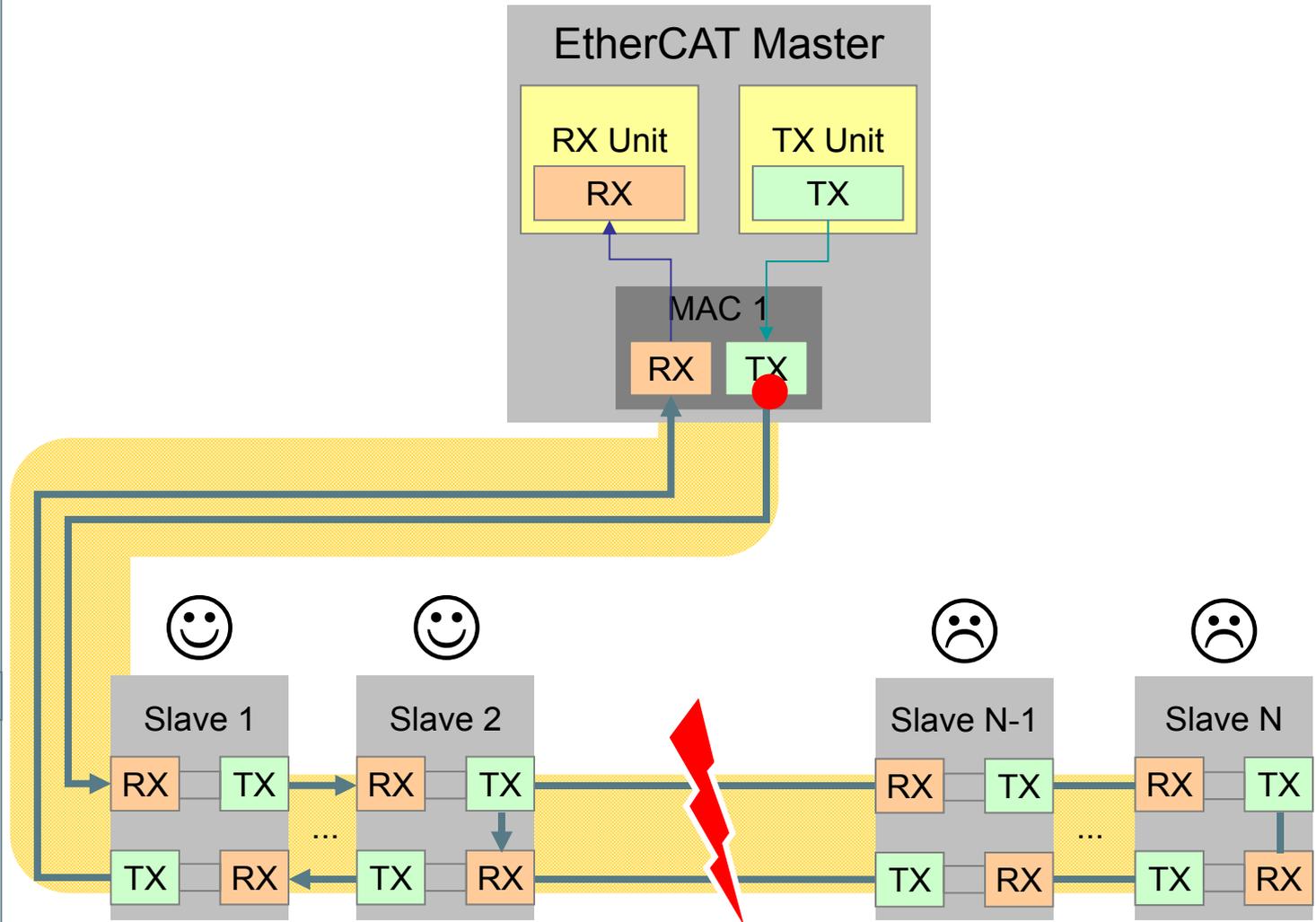
- Schneller ✓
  - Genau ✓
  - Industrial Ethernet ✓
  - Flexibler zu verdrahten ✓
  - Einfacher zu konfigurieren ✓
  - Kostengünstiger ✓
  - Einfacher zu implementieren ✓
  - Bewährt ✓
  - Offen ✓
  - Konform ✓
  - Sicher ✓
- Hoch verfügbar
- Vielseitig



# Ohne Redundanz: Kabelbruch

## EtherCAT ist:

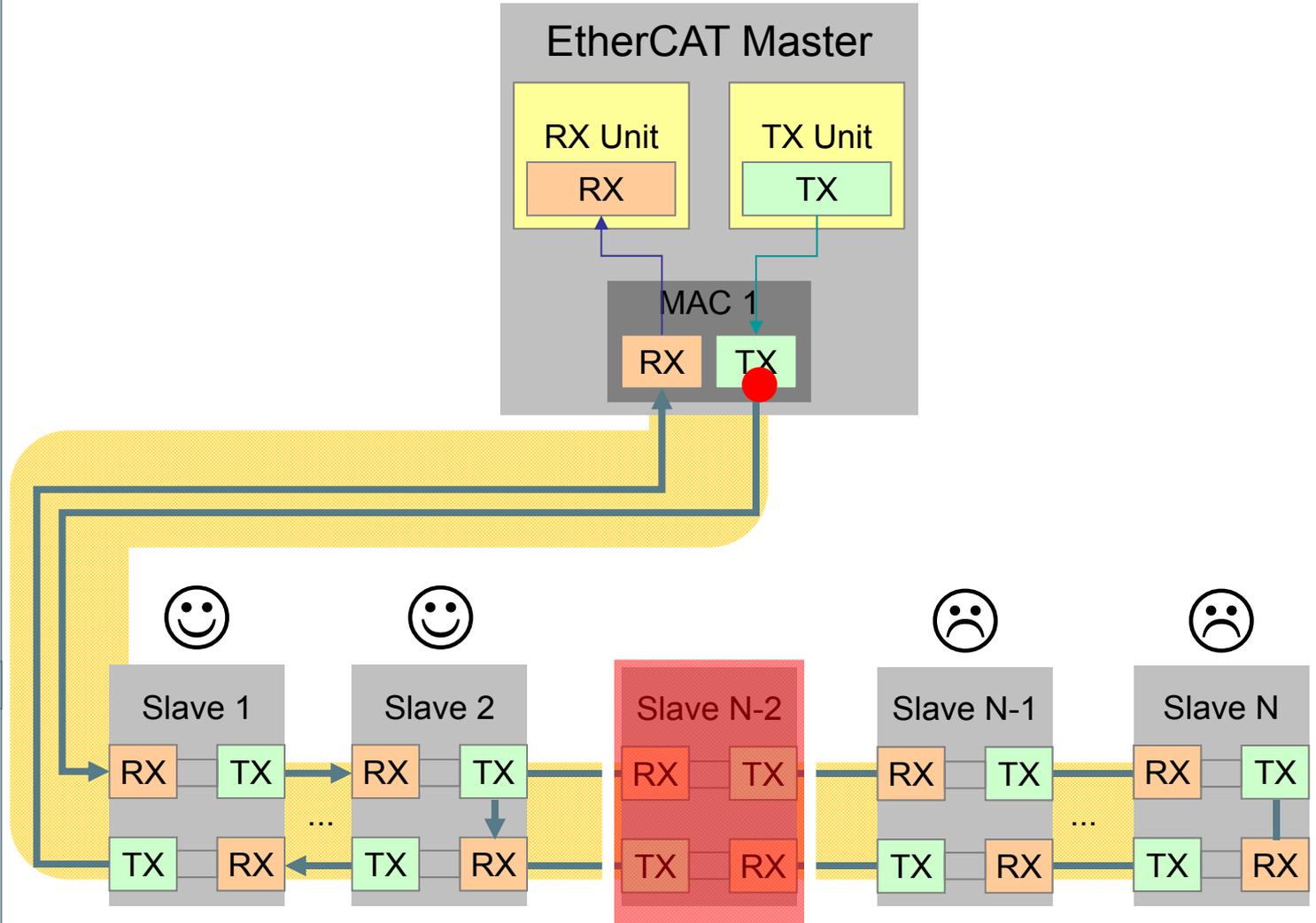
- Schneller ✓
  - Genau ✓
  - Industrial Ethernet ✓
  - Flexibler zu verdrahten ✓
  - Einfacher zu konfigurieren ✓
  - Kostengünstiger ✓
  - Einfacher zu implementieren ✓
  - Bewährt ✓
  - Offen ✓
  - Konform ✓
  - Sicher ✓
- Hoch verfügbar
- Vielseitig



# Ohne Redundanz: Teilnehmerausfall

**EtherCAT ist:**

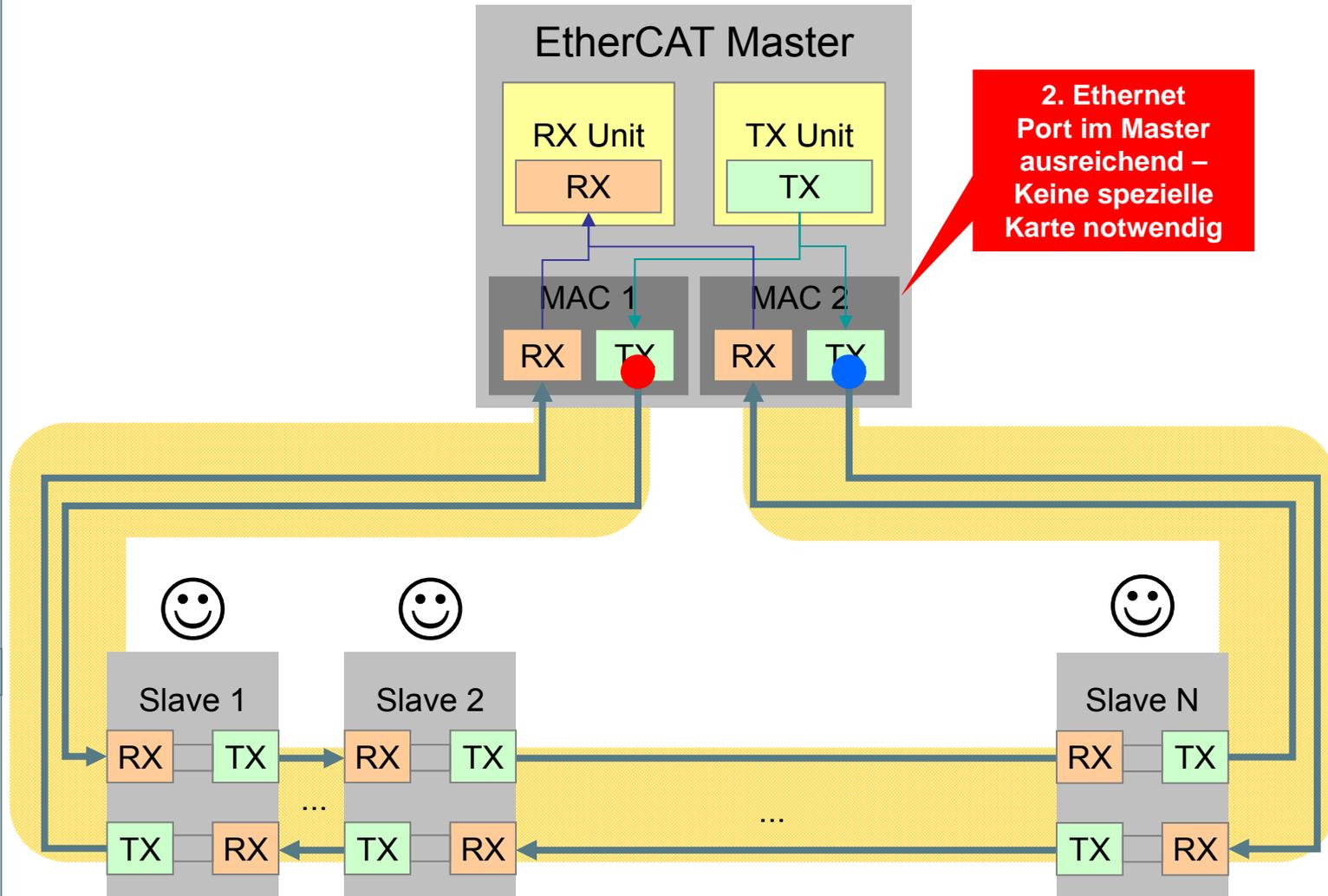
- Schneller ✓
  - Genau ✓
  - Industrial Ethernet ✓
  - Flexibler zu verdrahten ✓
  - Einfacher zu konfigurieren ✓
  - Kostengünstiger ✓
  - Einfacher zu implementieren ✓
  - Bewährt ✓
  - Offen ✓
  - Konform ✓
  - Sicher ✓
- Hoch verfügbar
- Vielseitig



# Mit Redundanz: Normalbetrieb

**EtherCAT ist:**

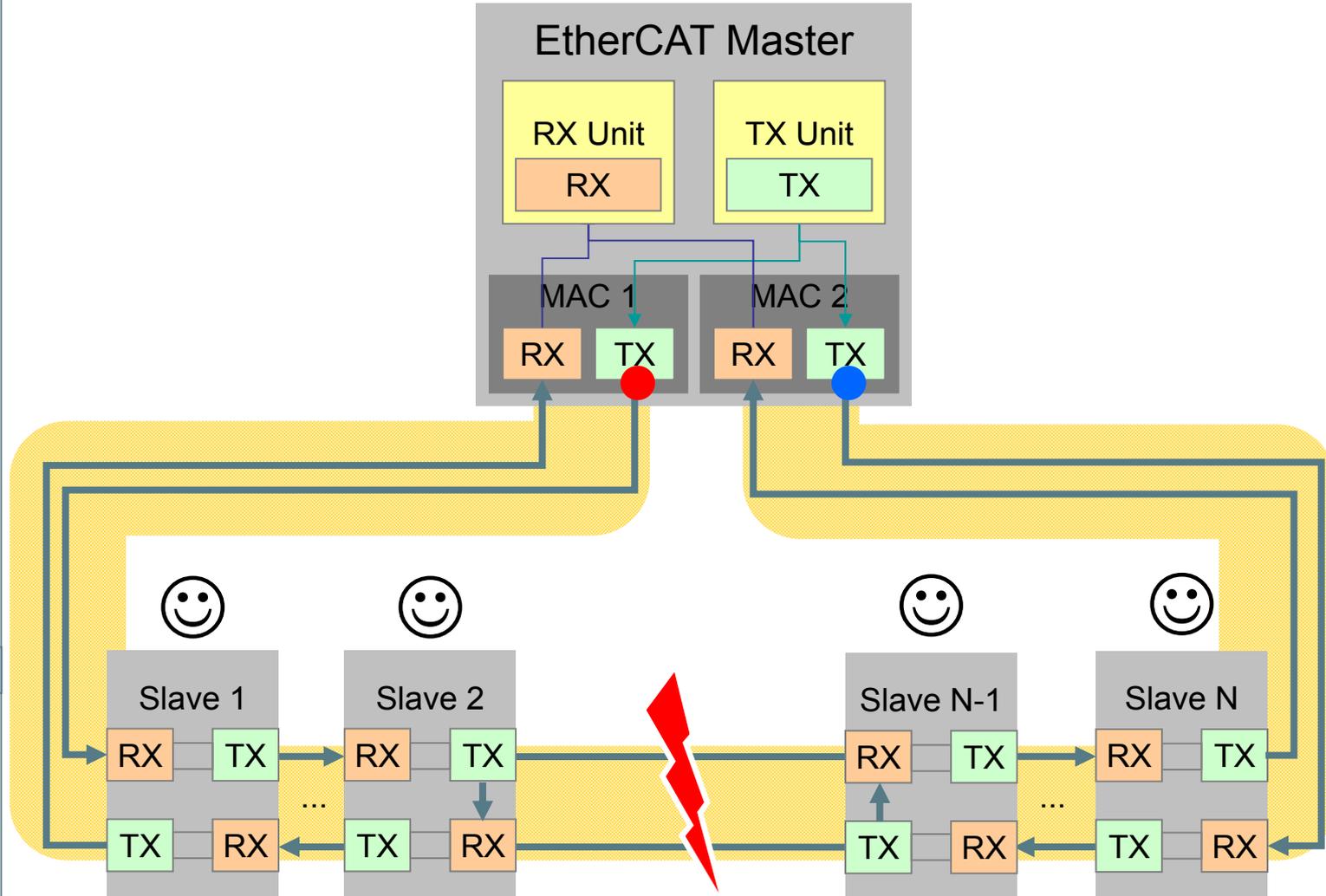
- Schneller ✓
  - Genau ✓
  - Industrial Ethernet ✓
  - Flexibler zu verdrahten ✓
  - Einfacher zu konfigurieren ✓
  - Kostengünstiger ✓
  - Einfacher zu implementieren ✓
  - Bewährt ✓
  - Offen ✓
  - Konform ✓
  - Sicher ✓
- Hoch verfügbar
- Vielseitig



# Mit Redundanz: Kabelbruch

**EtherCAT ist:**

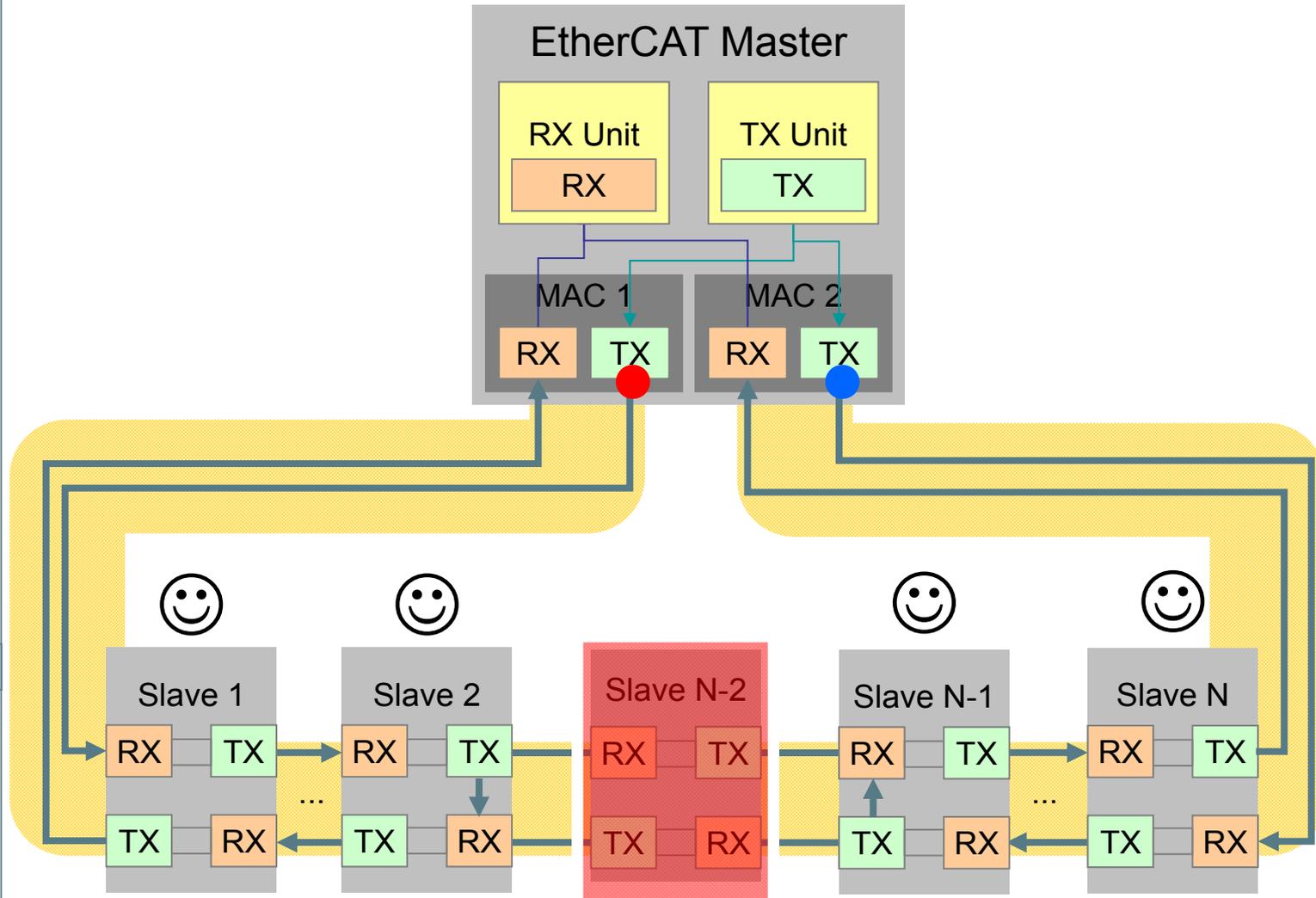
- Schneller ✓
  - Genau ✓
  - Industrial Ethernet ✓
  - Flexibler zu verdrahten ✓
  - Einfacher zu konfigurieren ✓
  - Kostengünstiger ✓
  - Einfacher zu implementieren ✓
  - Bewährt ✓
  - Offen ✓
  - Konform ✓
  - Sicher ✓
- Hoch verfügbar
- Vielseitig



# Mit Redundanz: Teilnehmerausfall

**EtherCAT ist:**

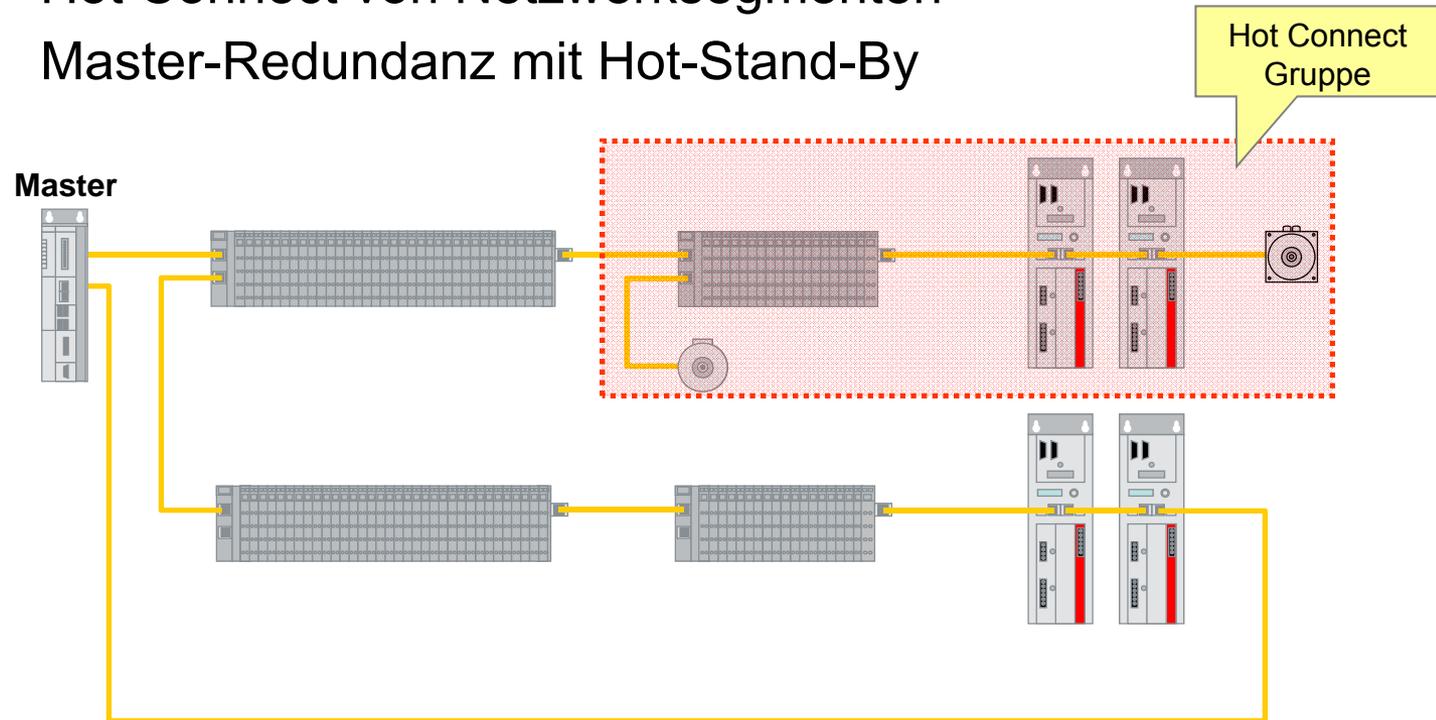
- Schneller ✓
  - Genau ✓
  - Industrial Ethernet ✓
  - Flexibler zu verdrahten ✓
  - Einfacher zu konfigurieren ✓
  - Kostengünstiger ✓
  - Einfacher zu implementieren ✓
  - Bewährt ✓
  - Offen ✓
  - Konform ✓
  - Sicher ✓
- Hoch verfügbar
- Vielseitig



**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen ✓
- Konform ✓
- Sicher ✓
- Hoch verfügbar
- Vielseitig

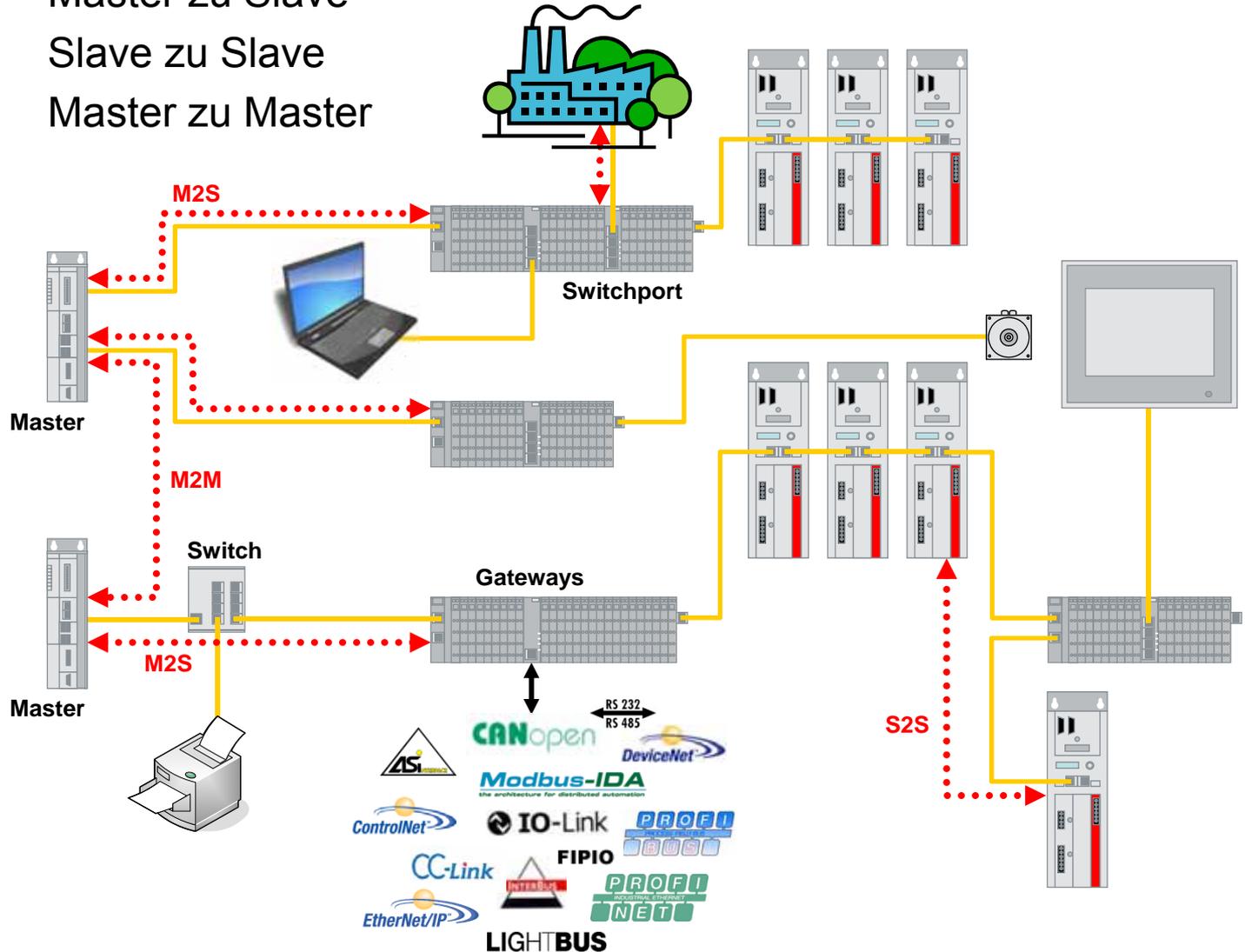
- Kabel- bzw. Leitungsredundanz
  - 2ter Ethernet Port im Master ausreichend
- Gerätetausch bei laufendem Netzwerk
- Hot Connect von Netzwerksegmenten
- Master-Redundanz mit Hot-Stand-By



**EtherCAT ist:**

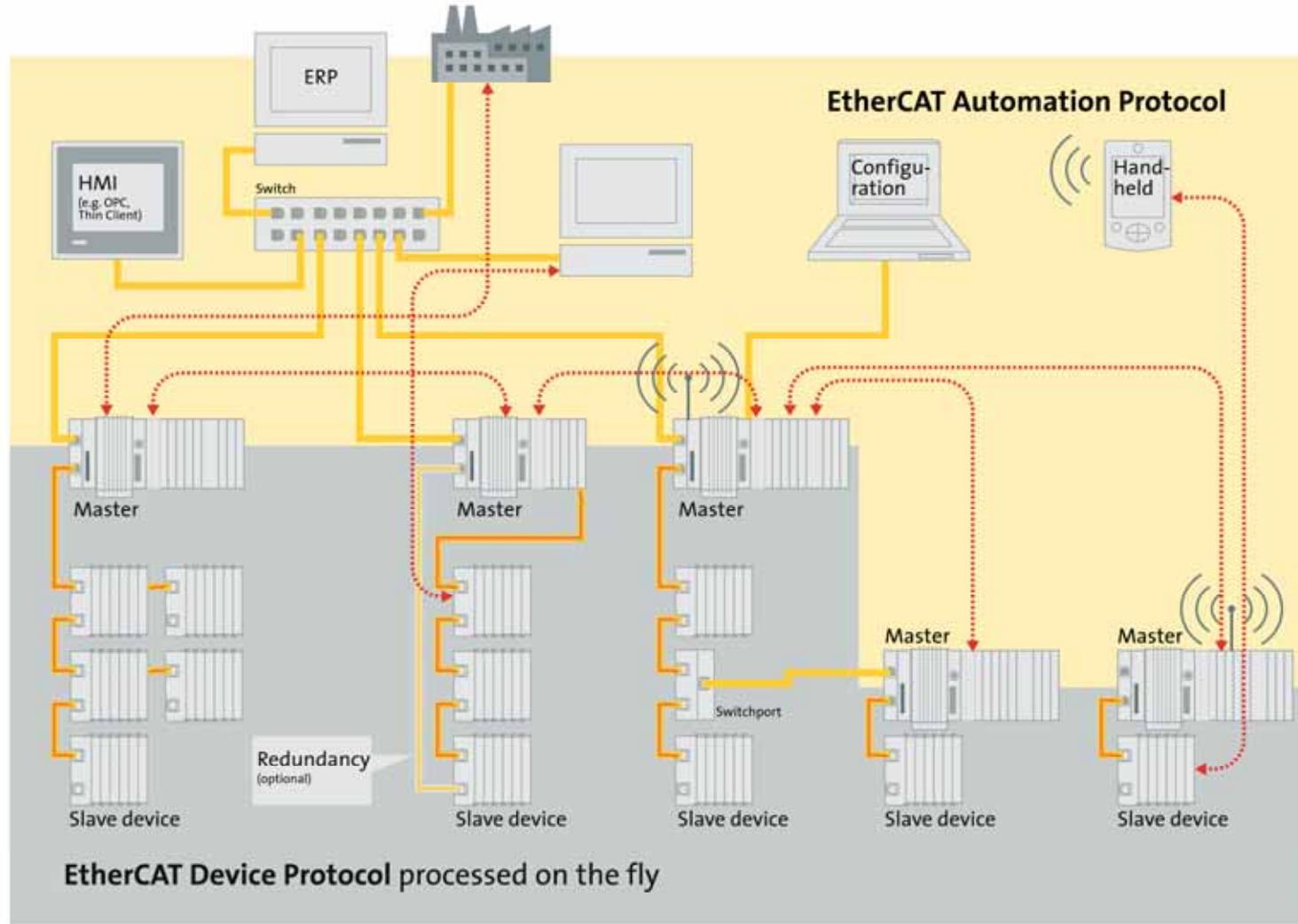
- Schneller ✓
  - Genau ✓
  - Industrial Ethernet ✓
  - Flexibler zu verdrahten ✓
  - Einfacher zu konfigurieren ✓
  - Kostengünstiger ✓
  - Einfacher zu implementieren ✓
  - Bewährt ✓
  - Offen ✓
  - Konform ✓
  - Sicher ✓
  - Hoch verfügbar ✓
- Vielseitig

- Master zu Slave
- Slave zu Slave
- Master zu Master



**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
  - Genau ✓
  - Industrial Ethernet ✓
  - Flexibler zu verdrahten ✓
  - Einfacher zu konfigurieren ✓
  - Kostengünstiger ✓
  - Einfacher zu implementieren ✓
  - Bewährt ✓
  - Offen ✓
  - Konform ✓
  - Sicher ✓
  - Hoch verfügbar ✓
- Vielseitig





**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen ✓
- Konform ✓
- Sicher ✓
- Hoch verfügbar ✓
- Vielseitig

- **Überragende Performance**
  - EtherCAT ist die schnellste Industrial Ethernet Technologie
- **Niedrige Kosten**
  - Günstige Implementierung und Infrastruktur-Komponenten
- **Flexible Topologie**
  - Vorteile nicht nur für weit verteilte Anwendungen
- **Einfache Handhabung**
  - Einfache Konfiguration, Wartung und Diagnose
- **Funktionale Sicherheit**
  - Sichere Datenübertragung integrierbar
- **Produktvielfalt**
  - Große Vielfalt von verfügbaren EtherCAT Geräten

## EtherCAT ist:

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen ✓
- Konform ✓
- Sicher ✓
- Hoch verfügbar ✓
- Vielseitig ✓

## Das ist EtherCAT

*...warum ein langsames System wählen, nur weil es teurer ist?*

**EtherCAT ist:**

- Schneller ✓
- Genau ✓
- Industrial Ethernet ✓
- Flexibler zu verdrahten ✓
- Einfacher zu konfigurieren ✓
- Kostengünstiger ✓
- Einfacher zu implementieren ✓
- Bewährt ✓
- Offen ✓
- Konform ✓
- Sicher ✓
- Hoch verfügbar ✓
- Vielseitig ✓

Bitte besuchen Sie  
[www.ethercat.org](http://www.ethercat.org)  
für weitere Informationen



**EtherCAT Technology Group**  
Ostendstr. 196  
90482 Nürnberg, Deutschland  
Telefon: +49 (0)911 54056 20  
[info@ethercat.org](mailto:info@ethercat.org)