

Industrielle Bussysteme : EtherNet/IP

Dr. Leonhard Stiegler
Automation

www.dhbw-stuttgart.de

EtherNet/IP (Industrial Protocol)

- Grundsätze und Entwicklung
- CIP und Protokollbeschreibung
- Objekt-Modell und Formate
- Anwendung und Implementierung

Grundlegende Merkmale des EtherNet/IP

- Messaging-Protokoll auf der Grundlage des Ethernet
- Implementierung des “Common Industrial Protocol (CIP)”
- Medienunabhängige Kommunikations-Architektur
- Umfassendes Dienste-Spektrum für die industrielle Automation
- Einsatz seit 2000

Erste Definition:

- Rockwell Automation (Ende der 90-iger Jahre)

Weiterentwicklung und Pflege:

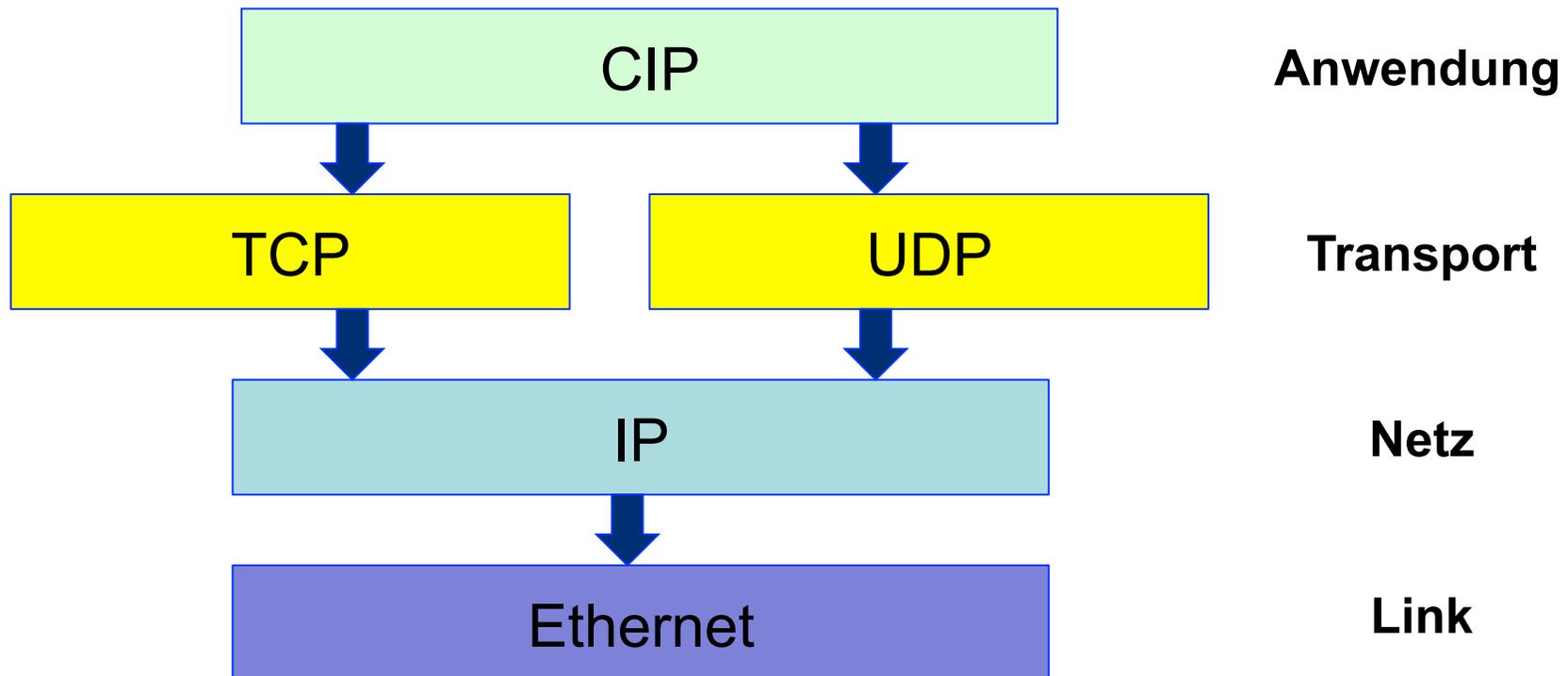
- Open DeviceNet Vendor Association (ODVA)
- Unterstützung durch mehr als 150 Hersteller

Weitere relevante ODVA-Standards:

- ControlNet ; DeviceNet ; CompoNet
- CIP Motion ; CIP Safety ; CIP Sync

Einsatz des medien-unabhängigen Anwendungsprotokolls

CIP über TCP oder UDP und IP und Ethernet:



Zwei wesentliche Alternativen der EtherNet/IP-Topologie
- auch in Kombination einsetzbar

Sternnetz:

Switched Ethernet

Anschluss der Stationen an
Switches

Ringnetz:

Device Level Ring (DLR)

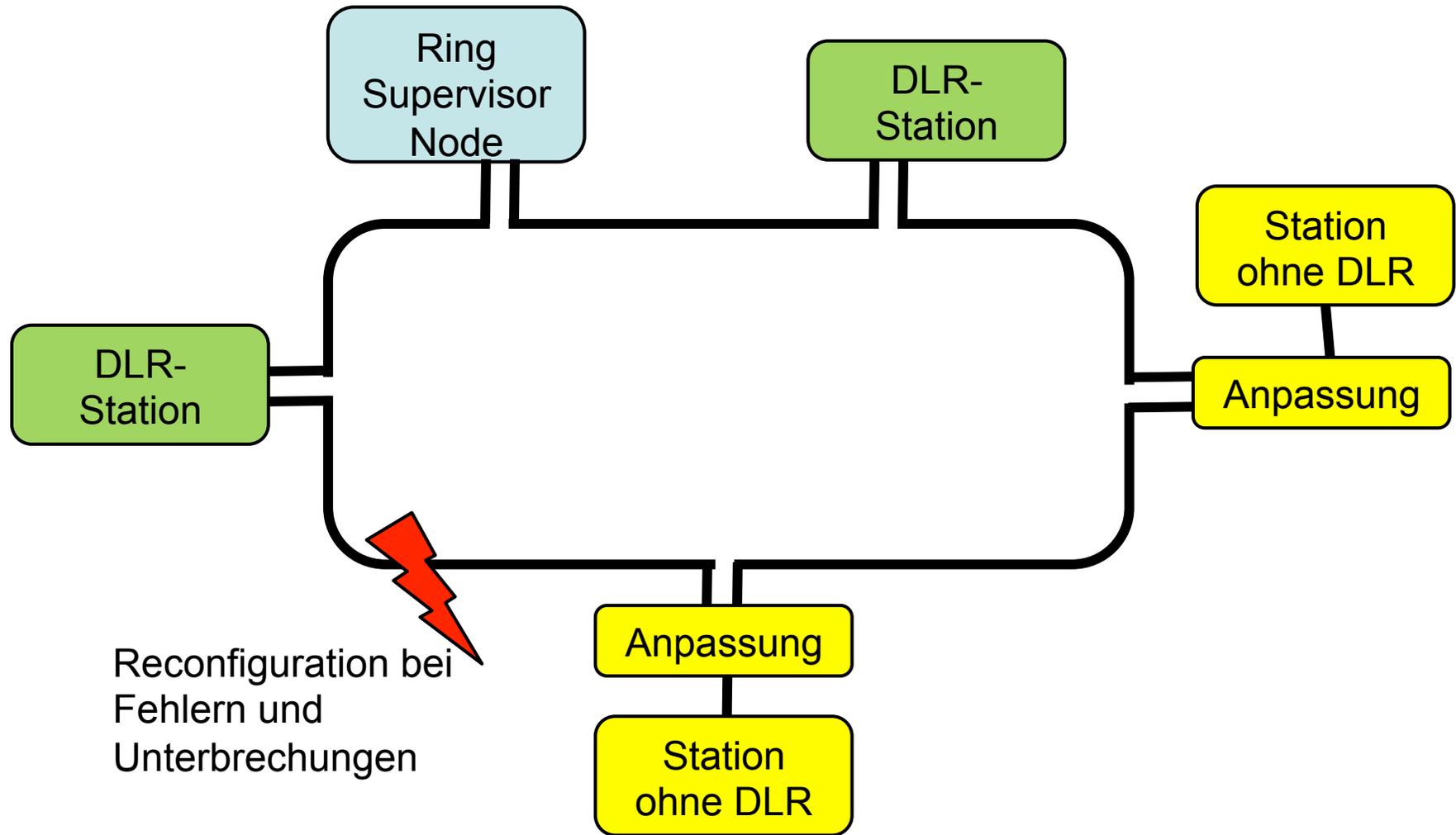
Anschluss der Stationen an
rekonfigurierbaren Ring

Sterntopologie als Standard bei EtherNet/IP:

- Anschluss der Stationen an Ethernet-Switches
- Leistungsfähige Switches mit Management-Schnittstelle (SNMP) für industrielle Anwendungen erforderlich
- Verzögerungen durch Switches nicht vorhersehbar: begrenzte Eignung bei hohen Echtzeit-Anforderungen
- Trennung von Netzabschnitten und Begrenzung des Broadcast-und Multicast-Verkehrs durch Router mit IGMP Snooping

Device Level Ring (DLR) als Topologie-Option:

- Ringnetz mit Rekonfigurierbarkeit im Fall von Fehlern
- Überwachung des Netzes und Steuerung der Konfiguration durch den „Ring Supervisor Node“
- Monitoring des Netzzustands durch spezielle „Beacon Frames“
- Stationen mit Unterstützung des DLR-Protokolls erforderlich
- Anpassung von Stationen ohne DLR über spezielle Switches
- Kombination mehrerer Ringnetze möglich
- Zusammenarbeit mit Ethernet-Sterntopologien



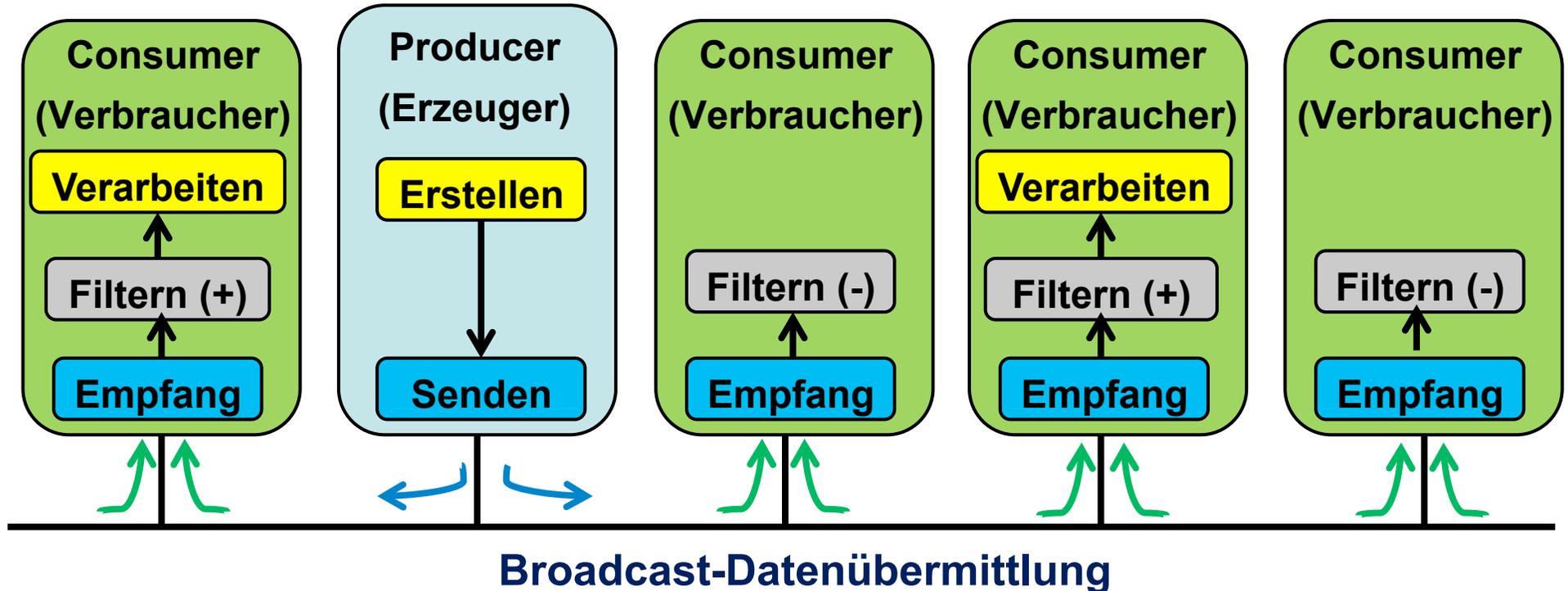
EtherNet/IP (Industrial Protocol)

- Grundsätze und Entwicklung
- CIP und Protokollbeschreibung
- Objekt-Modell und Formate
- Anwendung und Implementierung

Common Industrial Protocol (CIP)

- Anwendungs-Protokoll zur Automatisierung industrieller Prozesse
- Breites Spektrum an Diensten und Transaktionen
- Nutzung unterschiedlicher Kommunikationsoptionen für Transport, Netz und Link, insbesondere EtherNet/IP
- CIP Safety zur Gewährleistung der Sicherheit
- CIP Sync für die zeitliche Synchronisation zwischen Geräten
- CIP Motion für komplexe Bewegungssteuerung in Echtzeit

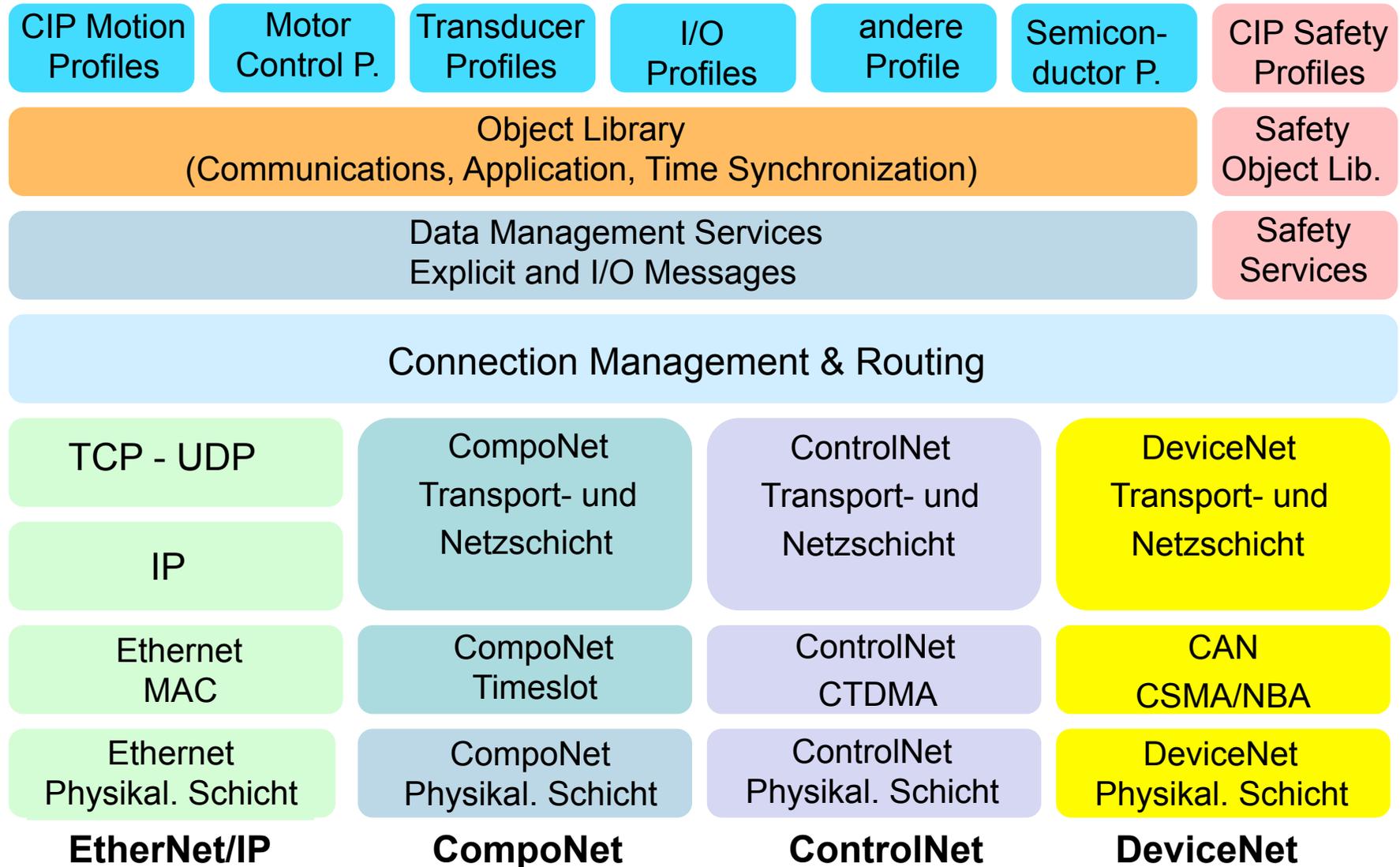
Modell zur Datenübermittlung : Producer-Consumer (Erzeuger-Verbraucher)

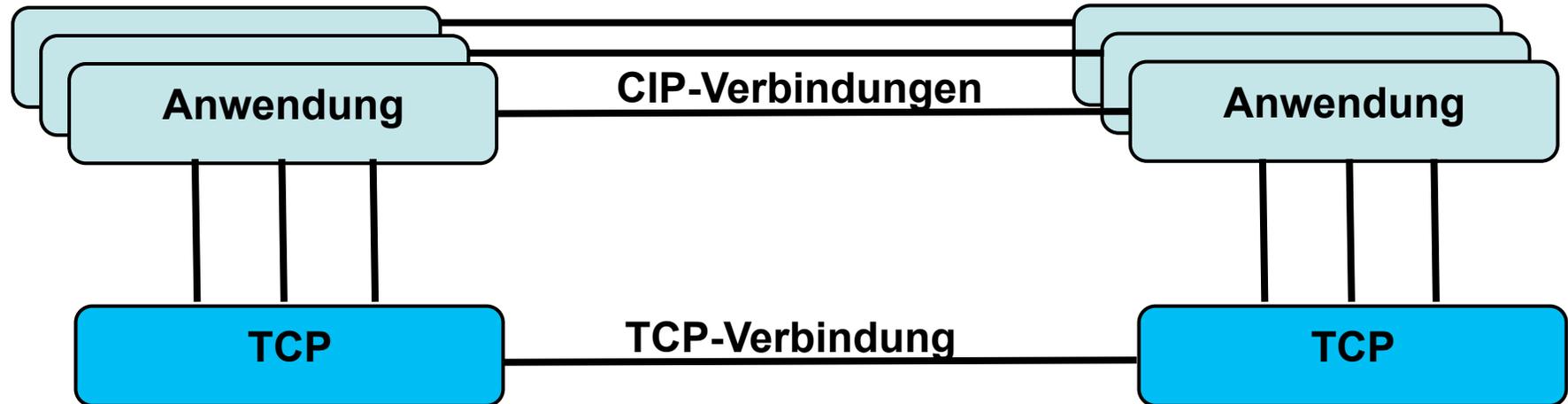


Schnelle Übermittlung zwischen Unterstationen (slave-to-slave)
Verteilen (broadcast) mit Notwendigkeit der Filterung

CIP-Mode	Beschreibung	Antwortzeit	Schicht 4
Unconnected	Phase des Erstellens der CIP-Verbindung zu anderem Gerät	Sekunden	TCP
Connected – Explicit Messages	Austausch nicht zeitkritischer Daten, z.B. mit Systemen oberhalb der Feldebene	etwa 0,5 sec bis einige Sekunden	TCP
Connected – Implicit I/O	zeitkritische Daten der Feldebene, insbesondere periodische Übertragung im “Producer-Consumer-Multicast”-Modell	<1 ms bis etwa 40 ms	UDP unicast/multicast

CIP-Schichtenmodell





Mehrere CIP-Verbindungen über eine TCP-Verbindung
Mehrere TCP-Verbindungen pro Station zu anderen Stationen

CIP-Sync zur Verbesserung des Echtzeit-Verhaltens

- Zeitsynchronisation auf der Grundlage des Standards IEEE 1588
- Precision Time Protocol (PTP) definiert in IEEE 1588-2008
- Taktsynchronisation im Sub-Mikrosekunden-Bereich
- Eignung für Steuerungs- und Automatisierungssysteme
- Taktverteilung in Master-Slave-Konfiguration
- Synchronisation auch über mehrere Netzsegmente hinweg

EtherNet/IP (Industrial Protocol)

- Grundsätze und Entwicklung
- CIP und Protokollbeschreibung
- **Objekt-Modell und Formate**
- Anwendung und Implementierung

CIP als objekt-orientiertes Protokoll

- CIP Object Library : Bereitstellung umfassender Funktionen
- Implementierung der Geräte mit spezifischen Objekt-Modellen
- Kommunikationsmodell: Producer-Consumer
- Übermittlung von einem Sender (Producer) an mehrere Empfänger (Consumer)
- Device Profiles: standardisierte Geräteprofile mit einheitlichem Konfiguration und gleichem Verhalten

Anpassung von CIP an vier Typen von Netzen

- **EtherNet/IP**: Nutzung der Ethernet-Infrastruktur in unterschiedlichen Topologien, incl. Stern und Device Level Ring (DLR)
- **DeviceNet**: CIP über CAN-Technik mit Trunkline-Dropline-Topologie und Stromversorgung über Verbindungskabel
- **ControlNet**: CIP über CTDMA-Technik für schnelle Übertragung bei zeitkritischen Anwendungen in unterschiedlichen Topologien
- **CompoNet**: CIP über TDMA-Technik zur schnellen Verbindung von Steuerungen mit Sensoren und Aktoren

Zwei spezielle Objekte in CIP zur Nutzung über EtherNet/IP

TCP/IP Object

Class ID: 0xF5

Konfiguration von:

- **IP-Adresse**
- **Netzmaske**
- **Gateway-Adresse**
- **usw.**

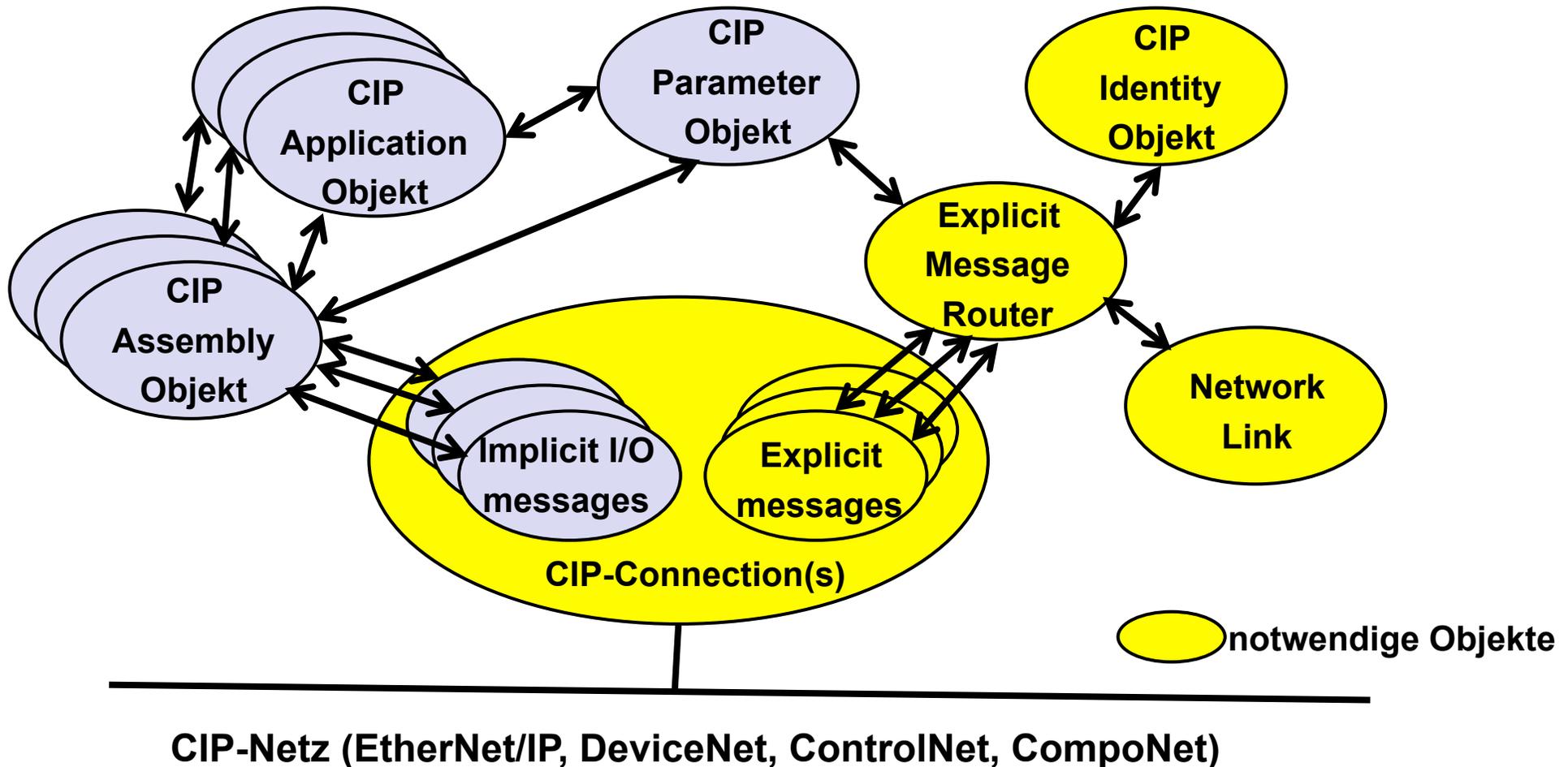
Ethernet Link Object

Class ID: 0xF6

Konfiguration der

Ethernet-Schnittstelle

- **Status-Information**
- **Zähler**
- **usw.**



EtherNet/IP (Industrial Protocol)

- Grundsätze und Entwicklung
- CIP und Protokollbeschreibung
- Objekt-Modell und Formate
- Anwendung und Implementierung

CIP Motion als Ergänzung von CIP

- Verbesserung der Anwendungen zur Bewegungsregelung („Motion Control“) mit CIP über EtherNet/IP
- Beschreibung im „Motion Control Device Profile“ mit Implementierungen seit 2009
- IEEE 1588 Synchronisation mit CIP Sync vorausgesetzt
- Spezielle Schnittstellen-Schaltungen empfohlen

- Zusammenarbeit von Rockwell Automation und Cisco Systems
- Architektur für integrierte Netze der industriellen Automatisierung auf Basis des Ethernet
- Einsatz von CIP über Ethernet/IP
- CPwE als Kombination von Ethernet-to-the-Factory (EttF) von Cisco und Integrated Architecture von Rockwell
- Beschreibung und Anleitung im “Converged Plantwide Ethernet (CPwE) Design and Implementation Guide”