

**Basic  
Slide Set  
PROFdrive (Antriebstechnik)**

**Technologie**  
**PROFdrive  
an PROFIBUS**  
**PROFdrive  
an PROFINET**  
**Implementierung**

## ■ Der **Basic Slide Set PROFIdrive**

vermittelt Informationen über die Antriebstechnik in Verbindung mit dem Geräteprofil PROFIdrive: Technologie, Betrieb, Anwendung und Anwendernutzen.

■ Der Slide Set sollte im Präsentationsmodus (F5) betrachtet werden

■ Zu einigen Folien sind Detailinformationen verfügbar, welche - in der PDF-Version – mit Klick auf  (jeweils oben links) erreicht werden.

■ Zur einfachen Handhabung ist der Foliensatz in Themen gegliedert

**Hier klicken**

**um zur Inhaltsübersicht zu gelangen**

## PROFIdrive auf einen Blick

- PROFIdrive ist die führende, von PROFIBUS & PROFINET International (PI) entwickelte und unterstützte, herstellerneutrale und in der IEC standardisierte Technologie für Antriebe und Motion Control.
- PROFIdrive verbindet Antriebe verschiedener Hersteller mit dem Kommunikationssystem von Anlagen oder Maschinen.
- PROFIdrive ermöglicht auf Grund seiner eigenen hohen Leistungsfähigkeit und unter Nutzung anderer PI-Technologien wie PROFIBUS, PROFINET, PROFIsafe und PROFlenergy, bestmögliche Lösungen für die anspruchsvollen Forderungen der Automatisierungstechnik.
- Der “Basic SlideSet PROFIdrive” gibt einen Überblick über den Einsatz der PI-Technologien.

## Antriebstechnik

Einführung Slide Set

Grundlagen

Technische Entwicklung

## Geräteprofile PROFdrive und Encoder

Geräteprofile

Geräteprofil PROFdrive

Geräteprofil Encoder

## PROFIBUS (Fieldbus) als Antriebsbus

PROFIBUS  
Grundlagen

PROFdrive  
an PROFIBUS

## PROFINET (Ind. Ethernet ) als Antriebsbus

PROFINET  
Grundlagen

PROFdrive  
an PROFINET

## Anwendungen und Lösungen

Antriebe und Sicherheit

Antriebe und Energieeffizienz

## Implementierung

PROFdrive-Implementierung  
Community Project

## Organisation und Support

PROFIBUS & PROFINET  
International (PI)

Zertifizierung

## Case Studies

# **Antriebstechnik mit PROFIdrive (1)**

**Grundlagen**

**Applikation**

**Zurück  
zu Inhalt**

## Antriebstechnik

- Die Antriebstechnik ist Voraussetzung zur Lösung vieler Aufgaben in der Fabrik- und Prozessautomatisierung.
- Die Einsatzbereiche erstrecken sich
  - von Antrieben mit fester und variabler Drehzahl wie bei Pumpen, Kompressoren, Lüftern oder Transporteinrichtungen,
  - über Einachs-Positioniersteuerungen für Anwendungen wie Bewegen, Verstellen und Positionieren,
  - bis zu Anwendungen mit Mehrachs-Interpolation für z. B. Verpacken, Drucken oder Fräsen.
- Elektrische Antriebe sind äußerst relevant hinsichtlich Energieeinsparung in der Industrie, da sie für nahezu 2/3 des industriellen Energiebedarfs stehen.

## Wichtige Fakten

- Die elektrische Antriebstechnik hat eine intensive Innovationsphase durchlaufen und damit zu deutlichen Fortschritten in der Fertigungs- und Prozessautomatisierung geführt.
- Elektrische Antriebe sind für bis zu 70 % des industriellen Energiebedarfs verantwortlich. Daher tragen Innovation bei Antrieben auch zu spürbaren Energieeinsparungen bei.
- Die Leistung der Antriebstechnik steht in engem Zusammenhang mit modernen Kommunikationstechnologien wie Feldbus (PROFIBUS) und Industrial Ethernet (PROFINET).
- Besondere Fortschritte der Antriebstechnik wurde durch Entwicklung standardisierter, hersteller-neutraler “Geräteprofile” für Antriebsgeräte bewirkt.

## Applikation „Pumpen“



- Flexible Prozesskontrolle durch schnelle und genaue Anpassung von Fördermengen.
- Sicherheitsgerichtete Abschaltung bei Störfällen oder während der Wartung.
- Energieeinsparung durch hohe Wirkungsgrade von Motoren und drehzahl geregelter Antriebe.
- Hohe Anlagenverfügbarkeit und lange Geräte-Lebensdauer.

## Applikation „Kompressoren und Lüfter“



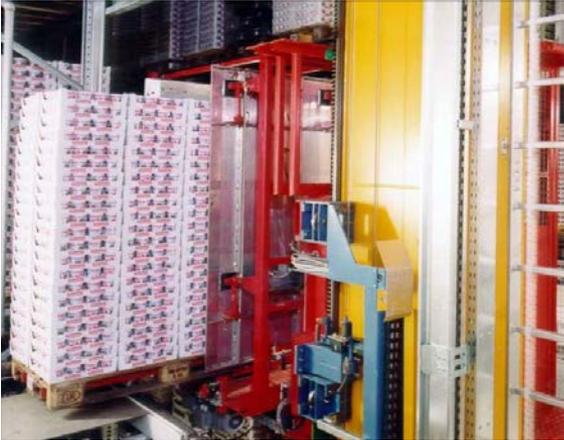
- Zentrale Steuerung von verteilten Systemen unter Einsatz von Feldbus-Schnittstellen.
- Wartungsfreundlich durch Vernetzung mit zentralen Überwachungseinheiten.
- Energiesparpotenziale durch flexible Einstellung und Überwachung von Motordrehzahl.

## Applikation „Fördern“



- Hohe Verfügbarkeit (minimierte Stand- und Umbauzeiten) durch leichte System-Erweiterbarkeit und schnellen Geräteaustausch.
- Gesteigerte Produktivität durch integrierte Sicherheitsfunktionen.
- Ausgezeichnete Verfügbarkeit durch hohe Qualität und umfangreiche Diagnosemöglichkeiten für vorbeugende Wartung.

## Applikation „Motion Control“



- Unterstützung flexibler Maschinenkonzepte für schnell realisierbare Anwender-Anforderungen.
- Gute Skalierbarkeit und hohe Flexibilität von Anlagen und Maschinen.
- Synchronisierte Bewegungen durch Kommunikation mit Zeitstempelung.
- Erfüllung wachsender Anforderungen an Achsenzahl und kurze Zykluszeiten (durch PROFINET).

## „Drahtlos“ - Applikationen

- Antriebe können – wie andere Feldgeräte – durch Nutzung industrietauglicher WLAN-Gateways auch drahtlos (über Funk) betrieben werden.
- Beispiele sind
  - Hängebahnen
  - Führerlose Transportsysteme etc.



## Antriebstechnik (2)

**Technische  
Entwicklung**

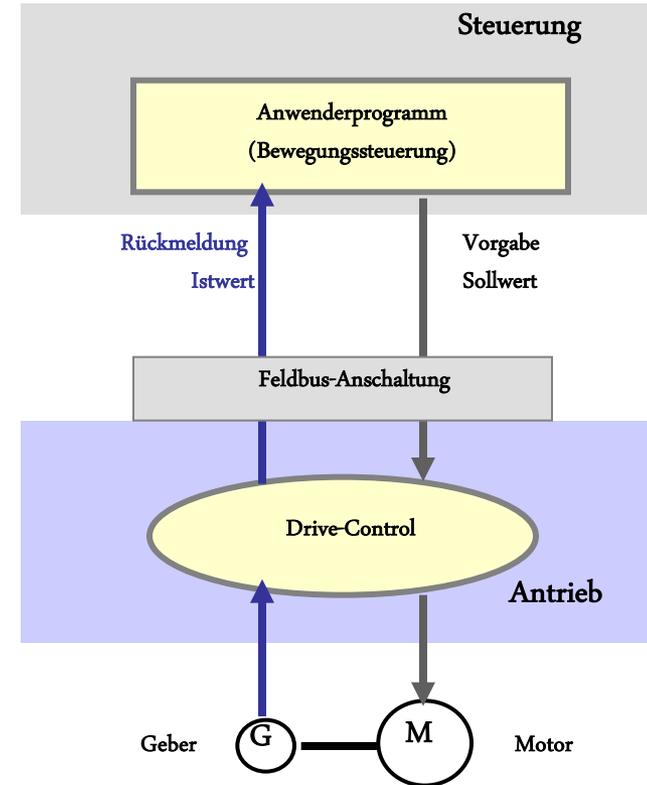
**Zurück  
zu Inhalt**

## Antriebstechnik vor der Feldbus-Zeit

- Unter Antriebstechnik wurden allgemein Frequenzumrichter und Servoverstärker verstanden, die einen Motor gemäß einer vorgegebenen Sollwertdrehzahl steuerten.
- Die frühesten Antriebssysteme nutzten diskrete Anlogschnittstellen zur Übertragung von Befehlen und Signalen.
- In den 1980er Jahren wurden serielle Schnittstellen wie RS422 und RS232 eingeführt, um einen PC für Parametrierung oder zur Inbetriebnahme anschließen zu können.
- Eine zweite Schnittstelle wurde zum Anschluss des Antriebs an eine Steuerung und eine dritte Schnittstelle zur Weitergabe einer Prozessvariablen an einen nachgelagerten Antrieb benötigt.

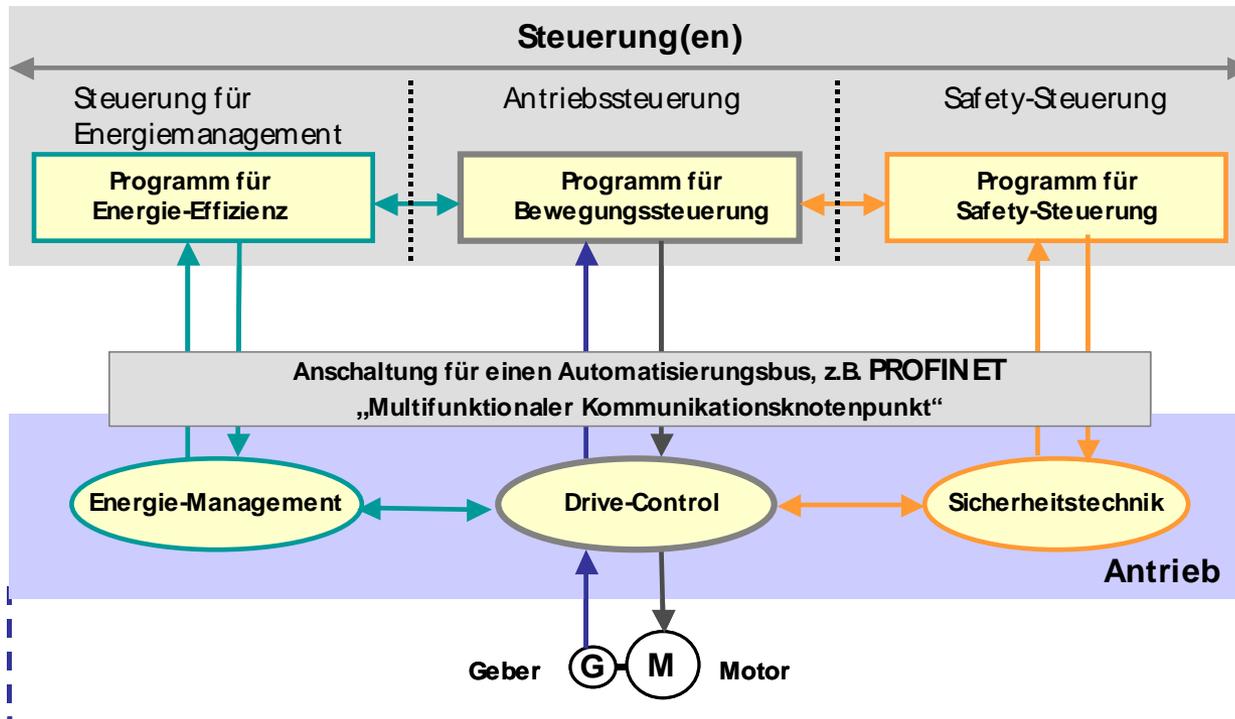
## Antriebstechnik während der Feldbus-Zeit

- Die neue Feldbustechnologie wirkte sich als erstes auf die Schnittstelle zum Automatisierungssystem aus. Mittels zyklischer Kommunikation wurden Signale in die Steuerung eingelesen und von dort ausgegeben.
- Später ersetzte die azyklische Kommunikation die bisherige zweite Schnittstelle für Parametrierung und Inbetriebnahme.
- Mit Einführung des “Querverkehrs” bei PROFIBUS wurde auch die dritte Schnittstelle (zwischen den Antrieben) ersetzt.
- Schließlich wurde die Übertragungsrate von 1,5 auf 12 Mbit/s erhöht und takt-synchrone Kommunikation für Motion Control- Applikationen eingeführt.



## Antriebstechnik in der Ethernet-Ära

- Industrietauglicher Ethernetsysteme fanden schnell Eingang in die Antriebstechnik. Hohe Bedeutung hat hier PROFINET erlangt: Die Antriebstechnik (PROFIdrive) wird mit Applikationen für Energiemanagement (Profil PROFIenergy) und Sicherheitstechnik (Profil PROFI-safe) in einem System vereint.



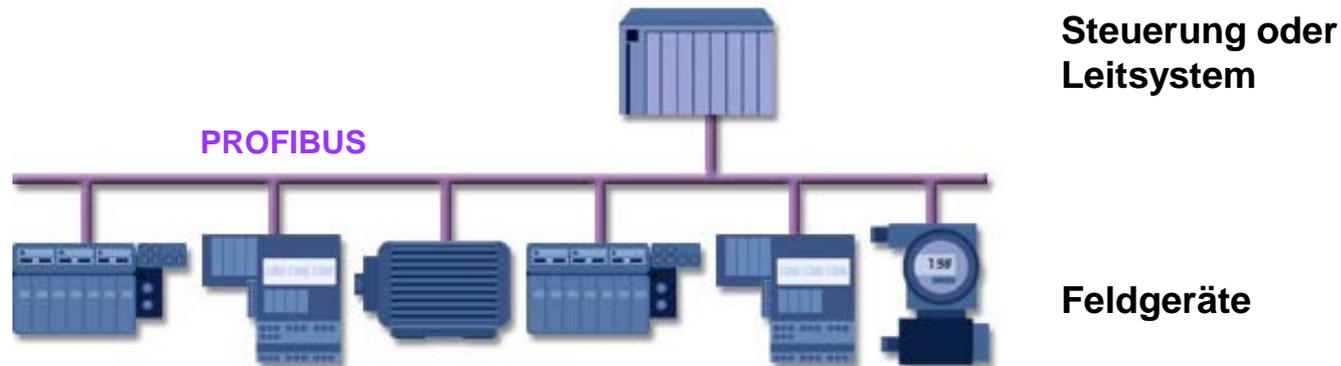
# PROFIBUS

Grundlagen

Zurück  
zu Inhalt

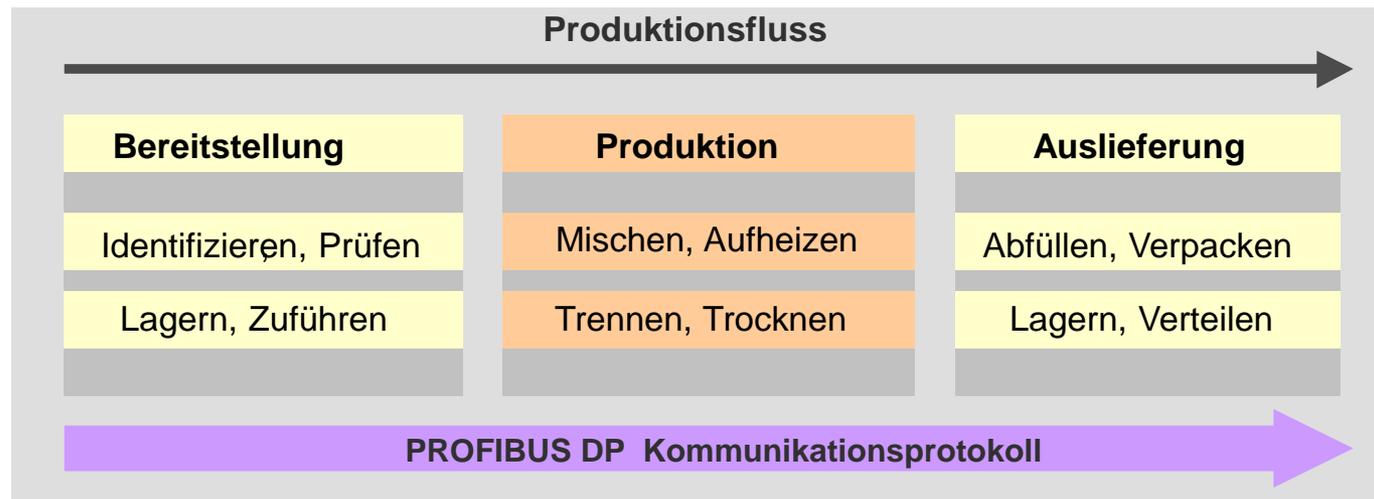
## Feldbus-basierter Automatisierungs-Standard

- PROFIBUS ist der feldbus-basierte Automatisierungsstandard von PROFIBUS & PROFINET International (PI).
- PROFIBUS ist ein Kommunikationssystem, welches Steuerungen oder Leitsysteme mit verteilten Feldgeräten wie Sensoren, Aktoren oder Antriebe über ein einziges Kabel verbindet.



## Ein einziges Protokoll

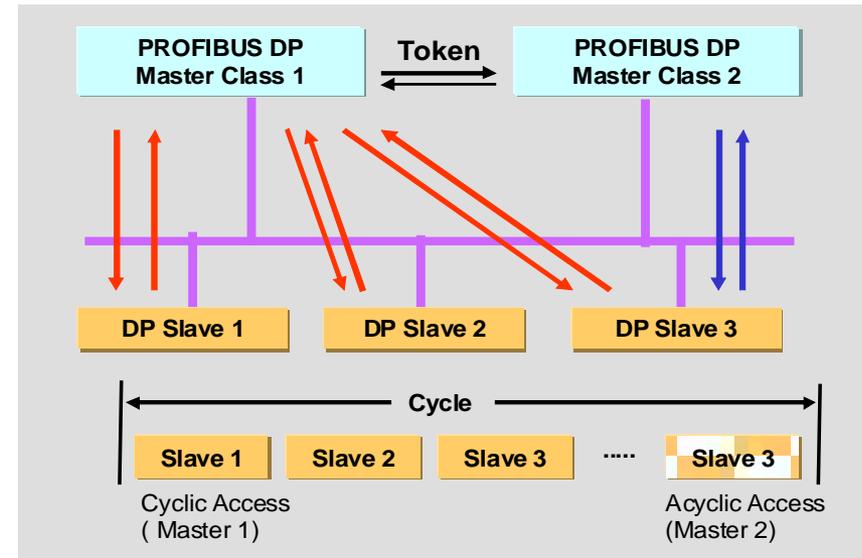
- PROFIBUS unterstützt Fertigungs- und Prozessautomatisierung sowie die Antriebstechnik mit einem einzigen, durchgängigen Kommunikationsprotokoll: PROFIBUS DP.
- Das ermöglicht gemischte (hybride) Anwendungen in Anlagen, in denen kontinuierliche Prozesse wie Trocknen oder Mischen mit diskret ablaufenden Vorgängen wie Abfüllen, Verpacken oder Identifizieren kombiniert werden.



## PROFIBUS DP (Decentralized Periphery)

■ PROFIBUS nutzt ein einziges, offenes Kommunikationsprotokoll (PROFIBUS DP, **D**ecentralized **P**eriphery) für alle Anwendungen.

- PROFIBUS DP verwendet das "Master-Slave"-Verfahren: Ein Gerät (Master) steuert ein oder mehrere andere Geräte (Slaves).
- PROFIBUS DP verwendet das "Token Passing"-Verfahren: Der "Token" wird über das Netzwerk weitergereicht, die Station im Besitz des "Tokens" steuert den Zugang zum Netzwerk.



## PROFIBUS DP bietet drei Ausbaustufen

### ■ DP-V0

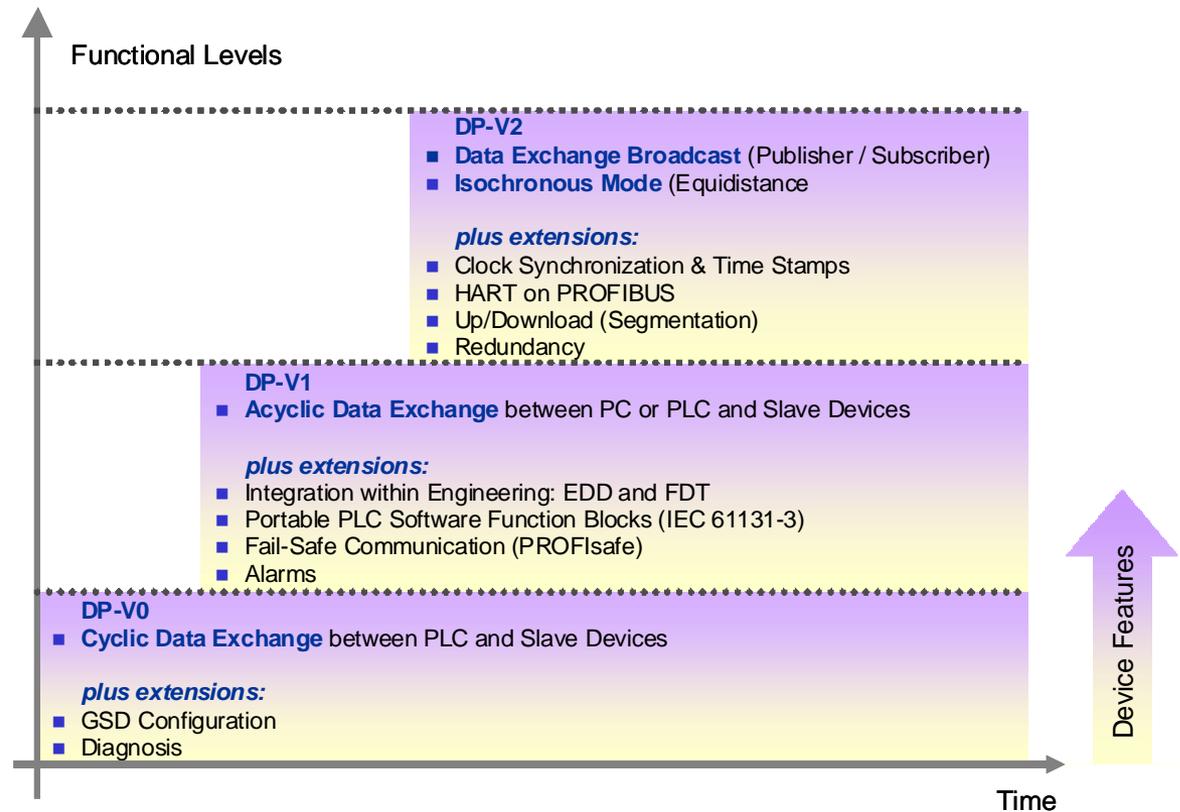
Grundfunktionen;  
zyklischer Daten-  
verkehr u.a.

### ■ DP-V1

Erweiterung durch  
azyklischen Daten-  
verkehr u.a.

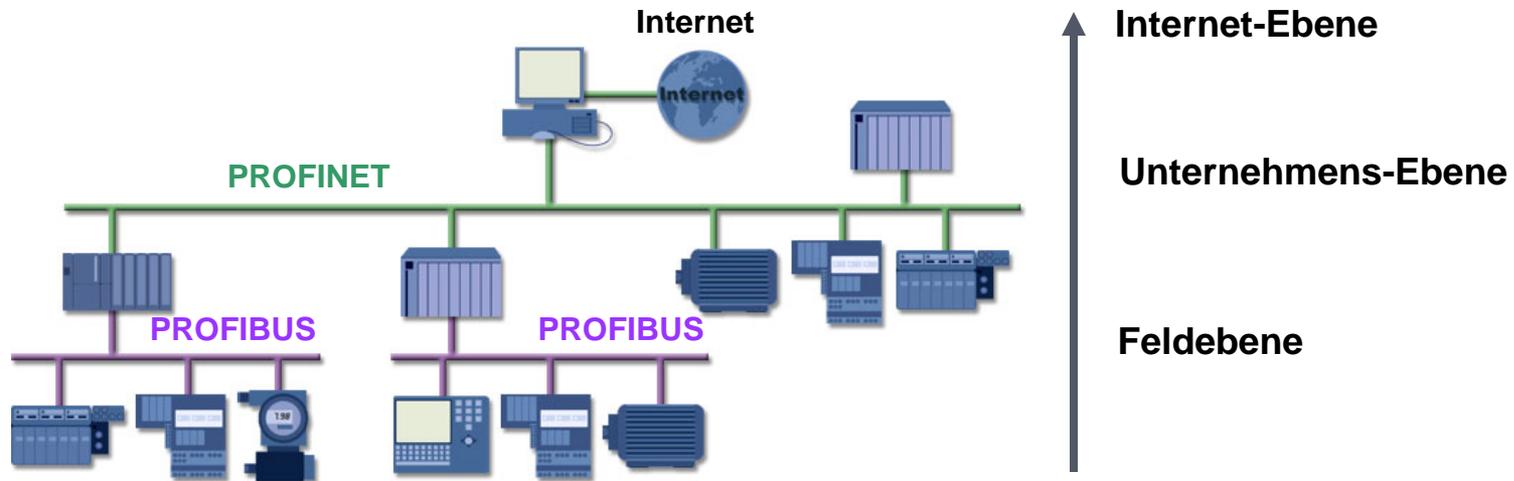
### ■ DP-V2

Nochmalige  
Erweiterung durch  
Zeitstempelung, Zeit-  
Synchronisation u.a.  
Nutzung vor allem für  
Motion Control.



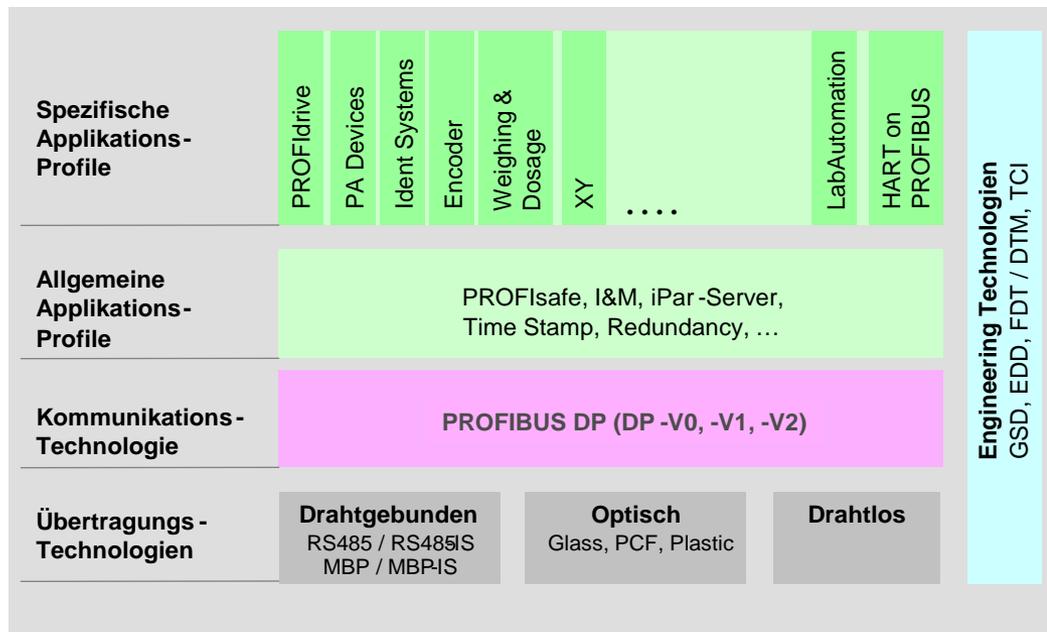
## Teil eines Netzwerkes über mehrere Ebenen

- PROFIBUS ermöglicht einen konsistenten Datenaustausch mit höher gelagerten Kommunikationsebenen.
- PROFIBUS ist damit Teil eines Kommunikationsnetzwerkes zwischen der Feld- und Unternehmensebenen bis hin zum Internet.



## PROFIBUS ist ein modular aufgebautes System

- PROFIBUS besteht aus verschiedenen Modulen, die entsprechend ihrer Funktion aufeinander aufgebaut sein: Übertragung, Kommunikation, Anwendung (Applikation) und Geräteintegration.



## Auf bestimmte Branchen ausgerichtete Lösungen

- Die PROFIBUS-Lösung für ein bestimmtes Marktsegment entsteht durch Kombination geeigneter Module.

Markt Segment	Prozess-Automation Ex / non-Ex areas	Fabrik-Automation	Motion Control	Sicherheits-Anwendung
<b>PROFIBUS Lösung</b>	<b>PROFIBUS PA</b>	<b>PROFIBUS DP</b>	<b>PROFIdrive</b>	<b>Safety</b>
Applikations-Profil	PA Devices (und andere)	z.B.. Ident Systems	PROFIdrive	PROFIsafe
Kommunikations-Technologie	PROFIBUS DP	PROFIBUS DP	PROFIBUS DP	PROFIBUS DP
Transmissions-Technologie	MBP / MBP-IS RS 485 / 485-IS	RS 485	RS 485	RS 485 MBP-IS

## Schlüsselanwendungen in verschiedenen Branchen

### Fabrik Automation

- Automobil-Fertigung
- Abfüllanlagen
- Transportsysteme in Lagerhäusern
- Getriebe
- Hohlglas-Fertigung



### Prozess Automation

- Chemische Industrie
- Petrochemische Industrie
- Papier- und Textilindustrie
- Nahrungsmittel
- Kraftwerke
- Klärwerke



### Antriebs-technik

- Verpackungsmaschinen
- Druckmaschinen
- Papierherstellung



### Sicherheits-technik

- Fahrzeugmontage
- Maschinenbau



# PROFdrive an PROFIBUS

Grundlagen

Zurück  
zu Inhalt

## PROFIdrive auf einen Blick

- PROFIdrive ist das modulare Geräteprofil für Antriebsgeräte von PROFIBUS & PROFINET International (PI).
- PROFIdrive hat seit den 1990er Jahren feldbus-basierte Antriebslösungen unter Nutzung von PROFIBUS DP als Kommunikationssystem ermöglicht.
- Um den wachsenden Anforderungen der Anwender zu genügen, wurde PROFIdrive von einer PI-Arbeitsgruppe aus mehreren Antriebsherstellern kontinuierlich weiterentwickelt.
- Seit 2005 kann PROFIdrive auch an dem ethernet-basiertem Kommunikationssystem PROFINET betrieben werden. (Siehe gesonderten Folienbereich).

## Meilensteine der PROFIdrive-Entwicklung

- 1991 Beginn der Profilarbeit
- 1997 Profil-Version 2.0
  
- 2002 Profil-Version 3.1 für Betrieb an PROFIBUS DP-V2
- 2005 Einsatz auch an PROFINET
- 2005 Einsatz auch bei Sicherheitsanwendungen
  
- 2007 Internationaler Standard in der IEC 61800-7

Weitere Entwicklungsschritte:  
Abschnitt "PROFIdrive an PROFINET" 

## Lösung für Antriebe und Motion Control

- PROFIdrive, zusammen mit der RS 485-Übertragungstechnik und der PROFIBUS DP-Kommunikationstechnik, bildet die PROFIBUS-Lösung für das Marktsegment “Motion Control”.

Markt Segment	Prozess-Automation Ex / nonEx areas	Fabrik-Automation	Antriebe und Motion Control	Sicherheits-Anwendung
PROFIBUS Lösung	PROFIBUS PA	PROFIBUS DP	PROFIdrive	Safety
Applikations-Profil	PA Devices (und andere)	z.B.. IdentSystems	PROFIdrive	PROFIsafe
Kommunikations-Technologie	PROFIBUS DP	PROFIBUS DP	PROFIBUS DP	PROFIBUS DP
Transmissions-Technologie	MBP / MBRS RS 485 / 485S	RS 485	RS 485	RS 485 MBP-IS

## Geräteprofile

Grundlagen

Digitale  
Schnittstelle

Zurück  
zu Inhalt

## Einheitliche Eigenschaften, einheitliches Verhalten

- Geräteprofile beschreiben für eine bestimmte Geräteklasse die Eigenschaften, die von einer Gruppe von Herstellern zur gleichartigen Implementierung in ihre Geräte festgelegt wurden.
- Geräte mit gleichem Profil verhalten sich am Bus bezüglich der festgelegten Parameter gleichartig, unabhängig vom Hersteller.
- Anwendernutzen entsteht durch eine größere Geräteauswahl, Erleichterungen bei Geräte austausch, Inbetriebnahme u.a.
- Geräteprofile definieren nicht nur den Datenaustausch, sondern spezifizieren auch die Bedeutung antriebs-spezifischer Daten und Parameter. Damit können Programmteile einer SPS bei Verwendung anderer Profil-Geräte unverändert bleiben, was die Engineeringkosten reduziert.

## Eine andere Sicht auf Geräteprofile

- Ein Geräteprofil kann auch als hersteller-übergreifende, digitale Schnittstelle zur Kommunikation zwischen einem Automatisierungssystem und der Geräteebene gesehen werden.
- Das wird durch eindeutige Festlegungen über Funktionalität und Parameter der jeweiligen Geräte bzw. Geräteklasse bewirkt.
- Die Bedeutung dieser Schnittstelle nimmt stetig zu angesichts der enormen Datenmenge, die bei fortschreitendem Automatisierungsgrad ausgetauscht wird.

# Geräteprofile

## „PROFIdrive“ und „Encoder“

Profil PROFIdrive  
Applikationsklassen  
Interface-Funktionen  
Profile Encoder

Zurück  
zu Inhalt

## PROFIdrive auf einen Blick

- PROFIdrive ist das modulare Geräteprofil für Antriebsgeräte von PROFIBUS & PROFINET International (PI).
- PROFIdrive hat seit den 1990er Jahren feldbus-basierte Antriebslösungen unter Nutzung von PROFIBUS DP als Kommunikationssystem ermöglicht.
- Um den wachsenden Anforderungen der Anwender zu genügen, wurde PROFIdrive von einer PI-Arbeitsgruppe aus mehreren Antriebsherstellern kontinuierlich weiterentwickelt.
- Seit 2005 kann PROFIdrive auch an dem ethernet-basiertem Kommunikationssystem PROFINET betrieben werden. (Siehe gesonderten Folienbereich).

## Meilensteine der PROFIdrive-Entwicklung

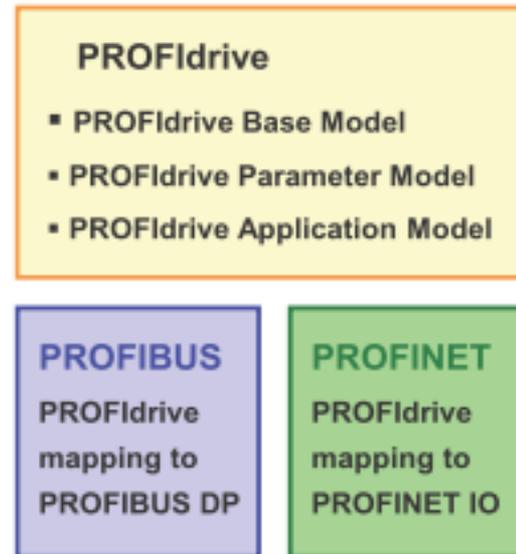
- 1991 Beginn der Profilarbeit
- 1997 Profil-Version 2.0
  
- 2002 Profil-Version 3.1 für Betrieb an PROFIBUS DP-V2
- 2005 Einsatz auch an PROFINET
- 2005 Einsatz auch bei Sicherheitsanwendungen
  
- 2007 Internationaler Standard in der IEC 61800-7

Weitere Entwicklungsschritte:  
Abschnitt "PROFIdrive an PROFINET" 

## Struktur von PROFIdrive

- Die Grund-Spezifikation von PROFIdrive umfasst:
  - Definition des Basismodells
  - Definition des Parametermodells
  - Definition des Applikationsmodells
  - Abbildung auf PROFIBUS
  - Abbildung auf PROFINET

- Der Hauptteil des Profils (gelb) beschreibt die vom Kommunikationssystem unabhängigen Funktionen. Dieser Teil bleibt unverändert bei Betrieb von PROFIdrive an PROFIBUS oder PROFINET.



## Applikationsklassen (AK1 - AK 6)

- PROFIdrive deckt alle, bekanntlich sehr unterschiedlichen Applikationen der Antriebstechnik ab.
- Zur Vermeidung von unnötigem “Ballast” bei einfachen Anwendungen ist PROFIdrive in 6 Applikationsklassen (AK 1-6) gegliedert
- Ein Antriebsgerät kann eine oder mehrere Applikationsklassen abdecken, je nach Marktsegment und Geräteausprägung.
- Mit Ausnahme von AK1 sind die Technologiefunktionen auf Steuerung und Antriebsgeräte verteilt.
  
- Die AK sind bestimmten Funktionen zugeordnet, siehe Folgefolie:
  - Nicht-taktsynchronem bzw. taktsynchronem Betrieb (2. Zeile von oben)
  - Betrieb mit oder ohne Servomotor (3. Zeile von oben)
  - Den Anteil der Automatisierungsfunktionen im Antrieb zeigt die vertikale Position

## Applikationsklassen

- Die Aufteilung von PROFIdrive auf Applikationsklassen ermöglicht die flexible und kostengünstige Entwicklung von Antrieben

Leistungsmerkmale der PROFIdrive-Applikationsklassen (AK1 - AK6)			
		Nicht-taktsynchroner Betrieb	Taktsynchroner Betrieb
		Umrichter <u>ohne</u> Servomotor	Antriebe <u>mit</u> Servomotor
<b>hoch</b>  <b>Automatisierungsanteil im Antrieb</b>  <b>niedrig</b>	Wie AK 1, jedoch zusätzlich Verteilung der Automatisierung auf mehrere Antriebe <b>AK 2</b>	Antriebsregelung mit Ein-Achs-Positionier-Steuerung <b>AK 3</b>	Wie AK 4/5, jedoch für dezentrale Automatisierung bei z.B. getakteten Prozessen und elektronischer Welle <b>AK 6</b>
	<b>Standardantrieb</b> mit Drehzahlregelung <b>AK 1</b>		<b>Servoantrieb</b> mit taktsynchrone Drehzahl- und Lageregelung mit zentraler Bewegungsführung <b>AK 4/5</b>
	<b>Anwendungen</b> Pumpen, Lüfter, Kompressoren Förderbänder, Aufzüge, ...	Ein-Achs-Positionierung Verstellantriebe PTP-Bewegungsführung Hochregallager	Werkzeugmaschinen, Roboter Papiermaschinen Verpackungsmaschinen

Zurück zu Inhalt

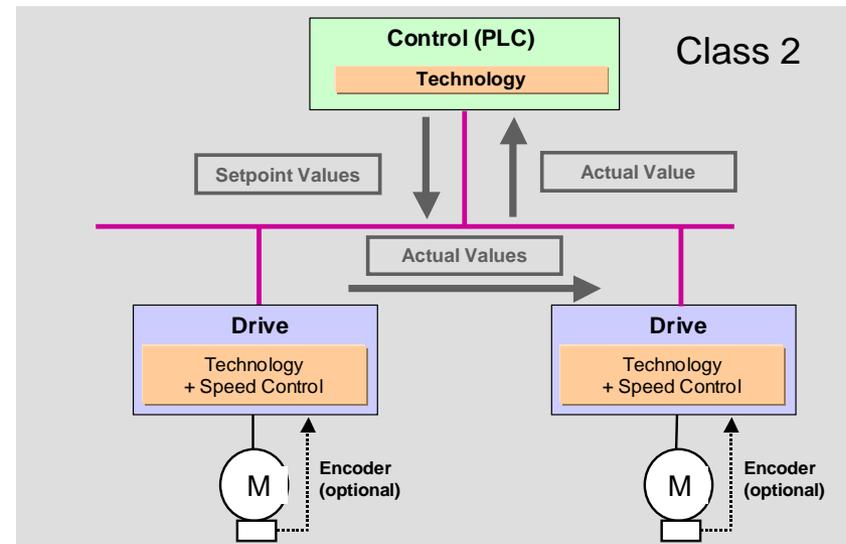
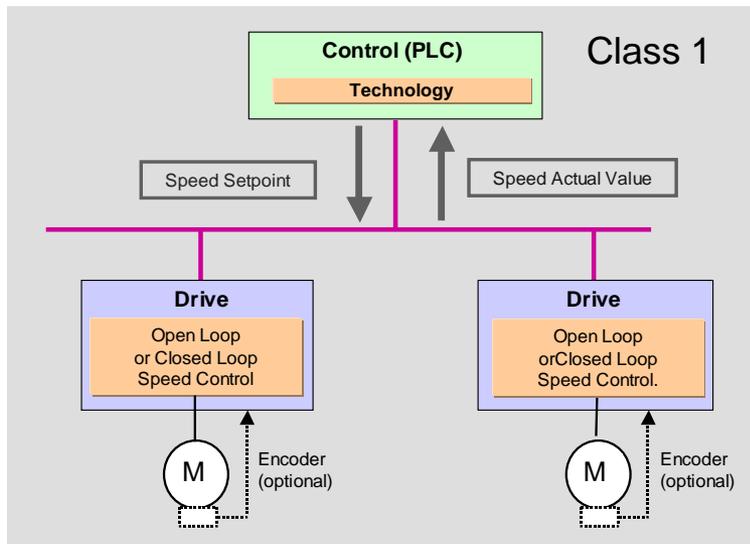
## Applikationsklassen

### ■ Applikationsklasse 1

Standardantriebe mit Drehzahlregelung (Pumpen, Kompressoren, ..)

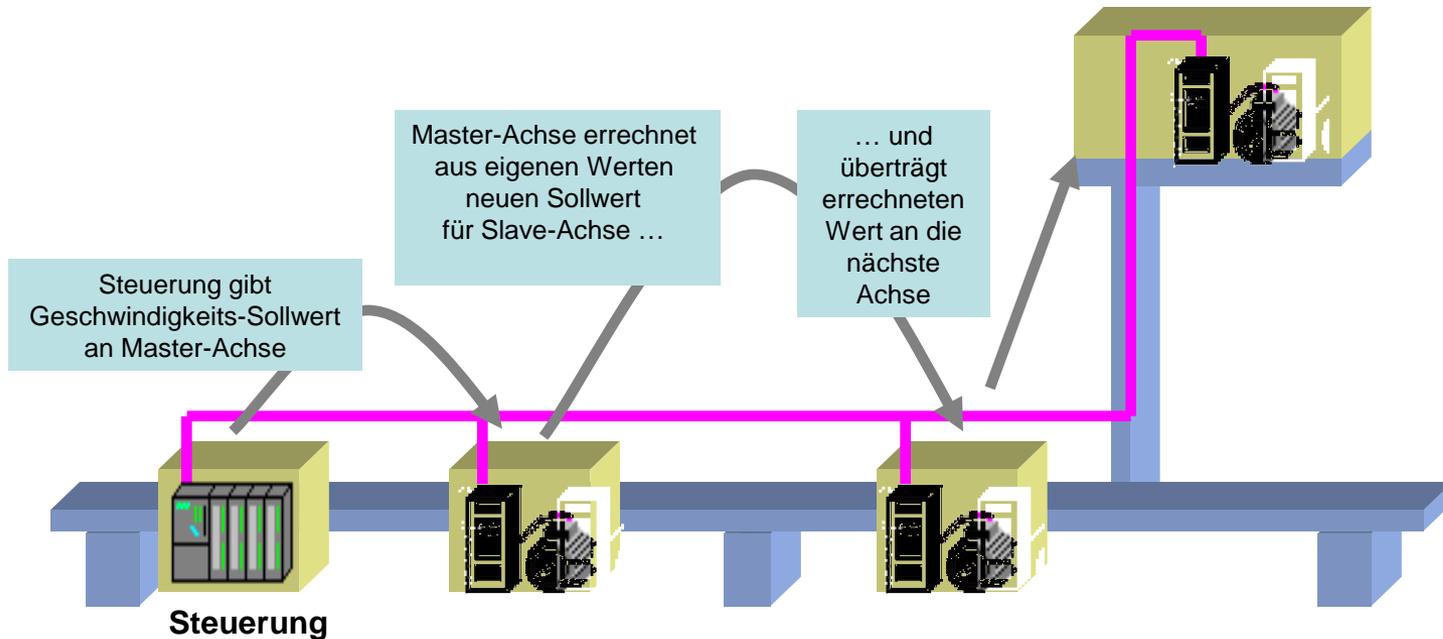
### ■ Applikationsklasse 2

Wie Klasse 1, jedoch mit zusätzlicher Technologiefunktion im Antrieb für z.B. Druck- oder Durchflussregelung und für auf Steuerung und mehrere Antriebe verteilte Funktionen (Sollwert-Kaskade)



## Beispiel für Applikationsklasse 2

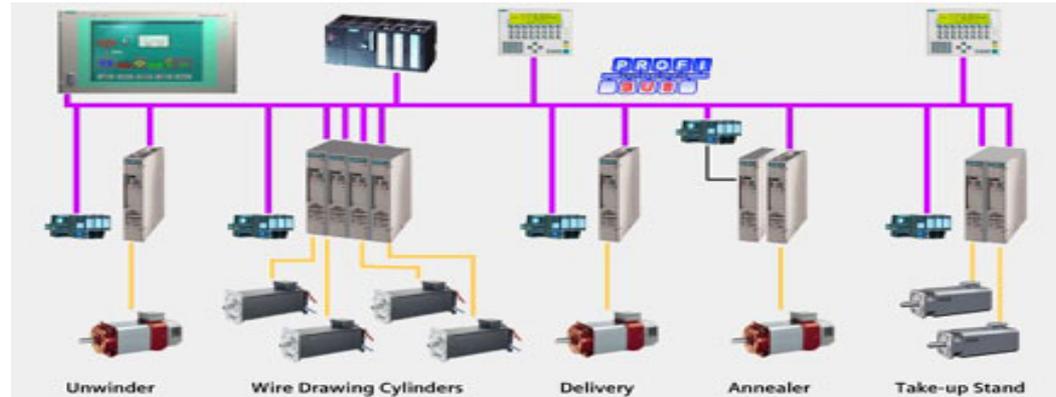
### ■ Kommunikation zwischen Antrieben (Sollwertkaskade)



## Beispiel für Applikationsklasse 2

### ■ Ein einziges Bussystem für

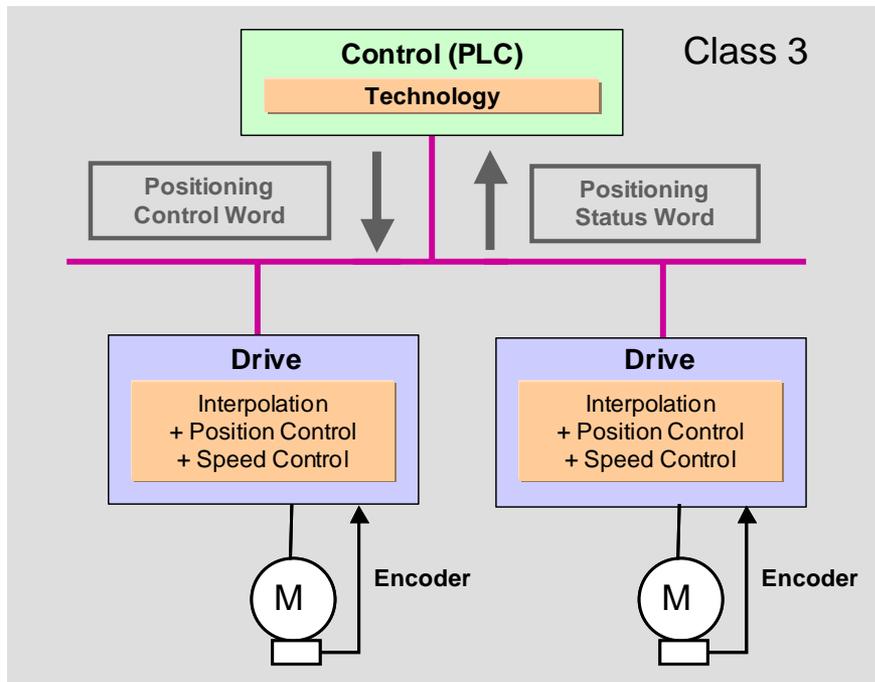
- Betrieb und Überwachung
- Darstellung und Diagnose von Prozessdaten
- Sollwert-Kaskade für mehrere Antriebe



## Applikationsklassen

### ■ Applikationsklasse 3

Antriebe mit Antriebs- und Lageregelung und zusätzlicher Positioniersteuerung für z. B. das Auf- und Zudrehen von Flaschenverschlüssen (Autonomer Einachs-Positionierantrieb).



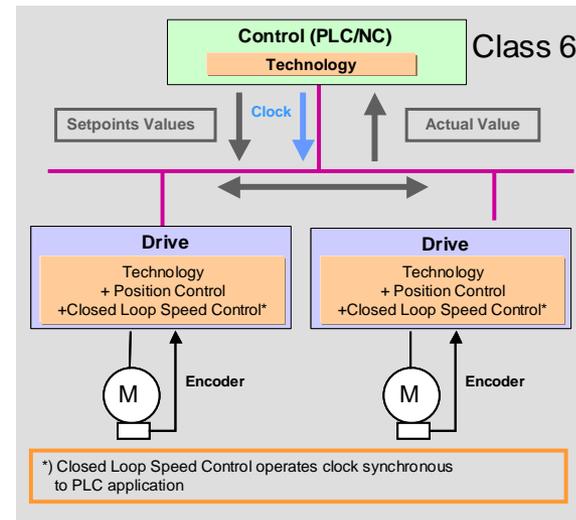
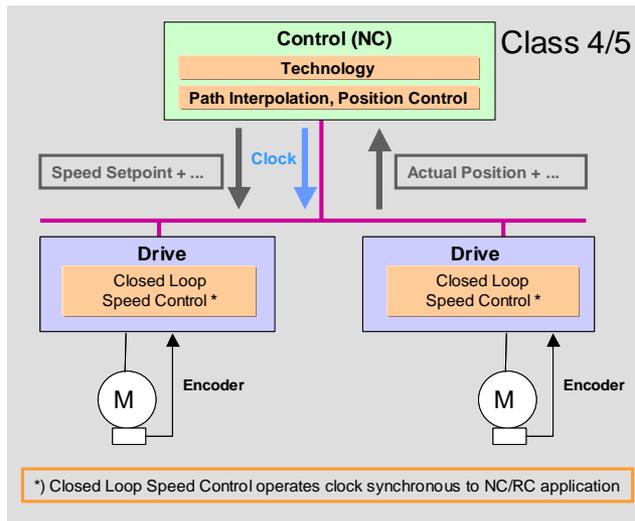
## Applikationsklassen

### ■ Applikationsklassen 4/5

Für Servoantriebe mit zentraler Bewegungsführung in mehreren Achsen für z. B. Werkzeugmaschinen oder Roboter mit Drehzahlregelung im Antrieb und Lageregelung in der Steuerung.

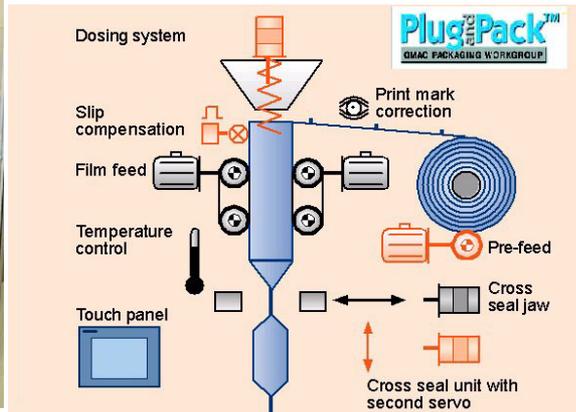
### Applikationsklasse 6

Für Servoantriebe zur dezentralen Automatisierung z. B. bei elektronischen Wellen oder getakteten Maschinen mit synchronisierten Master- und Slave-Antrieben.



## Applikationsklasse 4 (Beispiel)

■ Zentrale Motion Control Steuerung mit dezentralen Servoantrieben

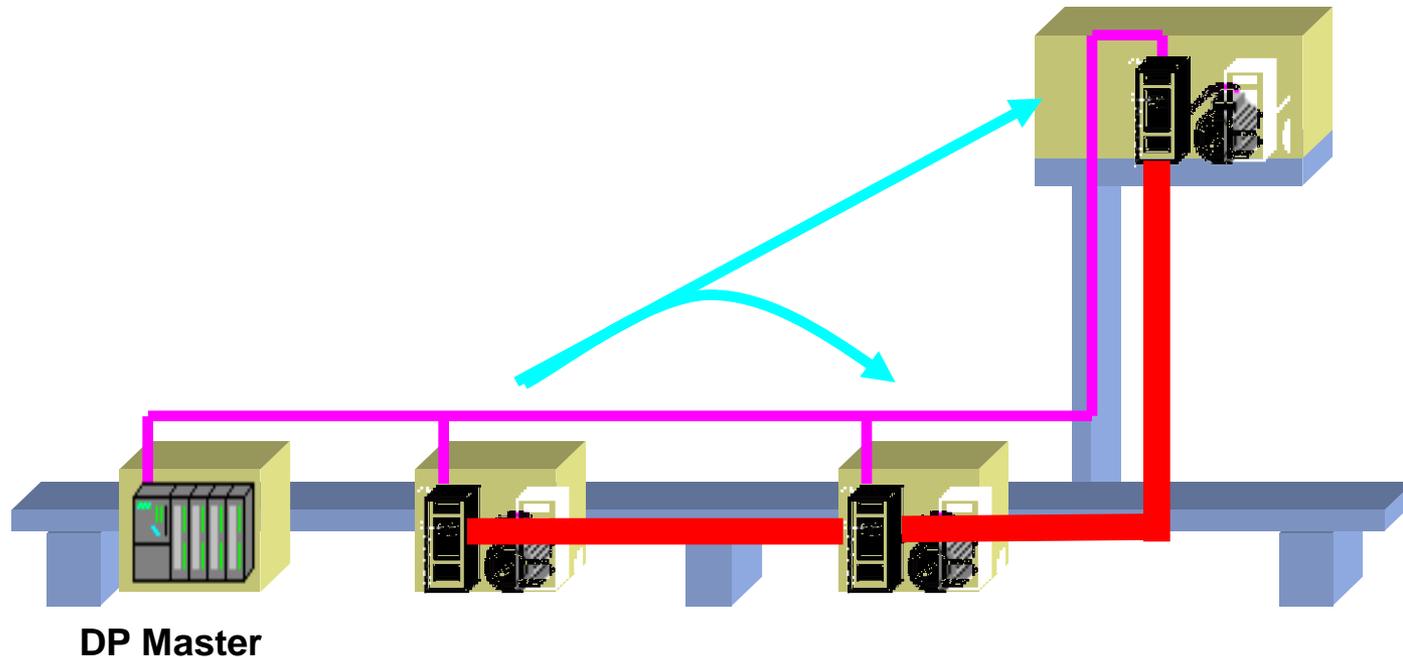


Maschine mit isochronen Antrieben

Elektronisches Getriebe

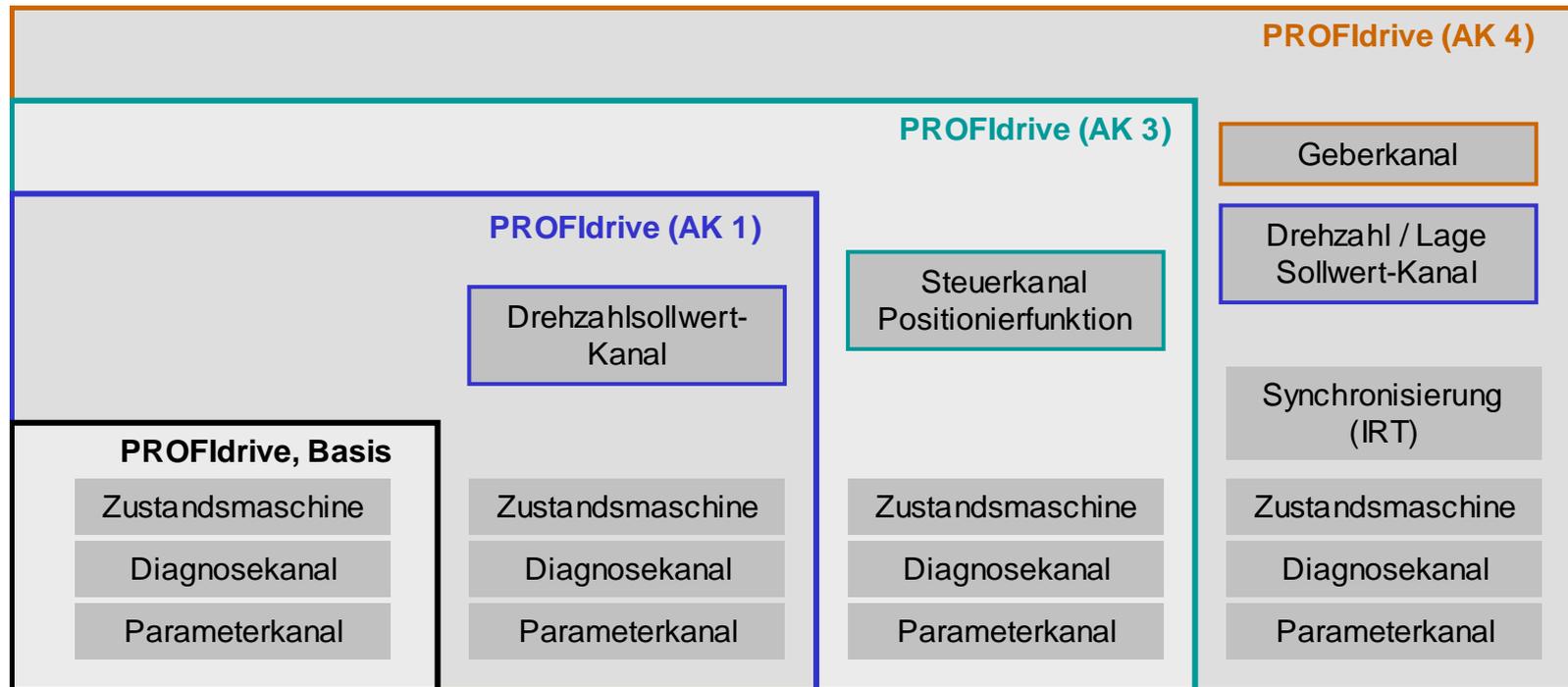
## Applikationsklasse 6

- Dezentrale Automatisierung bei elektronisch geregelten Antrieben, die sich mit hoher Geschwindigkeit synchron zu einem Masterantrieb bewegen.



## Modulare Schnittstellen-Funktionen

- Die Realisierung bestimmter Applikationsklassen erfordert die Implementierung der entsprechenden Schnittstellen-Funktionen.
- Die Schnittstellen-Funktionen haben einen modularen Aufbau.



## Harmonisierung

■ **PROFdrive** sichert hersteller-neutrale und interoperable Antriebsgeräte durch eine konsistente Antriebs-Schnittstelle:

- Zustandsmaschine
- Applikationsklassen
- Telegramme zur Datenübertragung
- Diagnose-Routinen

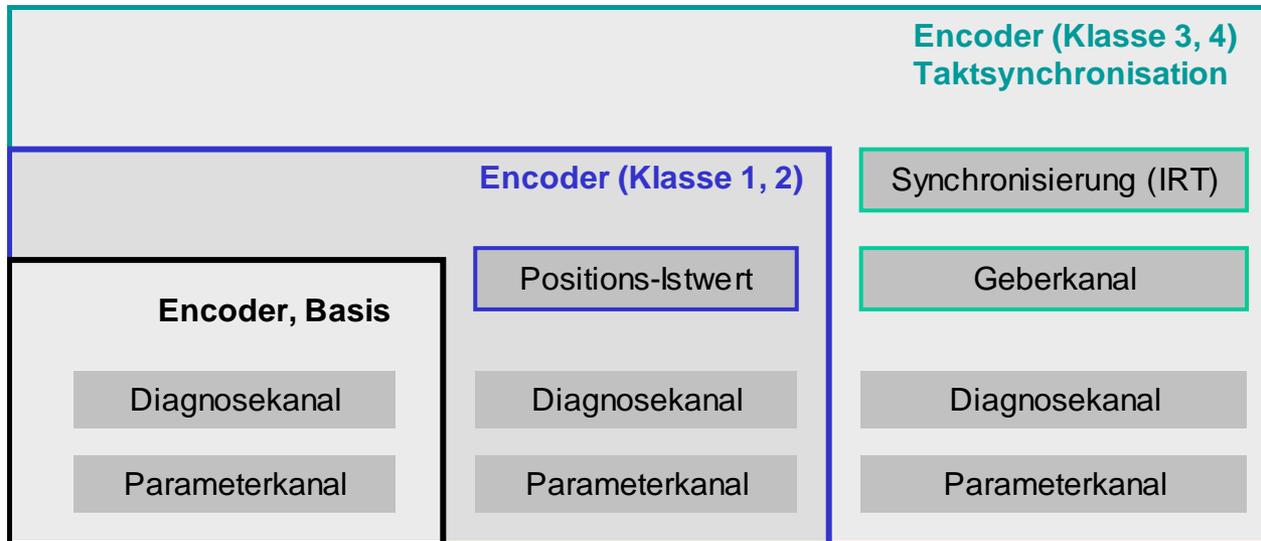


■ **PROFdrive** sichert bereits getätigtes Investment durch

- Identische Schnittstellen (seitens der Applikation) zu PROFIBUS und PROFINET
- Hersteller-neutrale Gerätefunktion
- International standardisierte Spezifikation



- Das Encoder-Geräteprofil definiert eine einheitliche Schnittstelle mit applikations-spezifischen Klassen
  - Klassen 1 und 2 betreffen einfachere Encoder ohne isochrone Lage- oder Drehzahl-Signale an die Steuerung.
  - Klassen 3 und 4 betreffen isochrone Encoder mit einem PROFIdrive-Encoderkanal; diese können auch mit Standard-Motion-Controllern für schnelle, digitale Regelungen verwendet werden.



# PROFINET

**Industrial Ethernet  
(Grundlagen)**

[Zurück  
zu Inhalt](#)

## Ethernet

- Die Ethernet-Technologie spezifiziert Protokolle und Hardware für kabelgebundene Daten-Netzwerke zum Austausch von Datenpaketen zwischen Geräten.
- Übertragungsraten reichen von 10 Mbit/s, 100 Mbit/s (Fast Ethernet) bis 1000 Mbit/s (Gigabit Ethernet) und 10 Gbit/s.
- Die Spezifikationen umfassen Kabeltypen und Stecker sowie Übertragungsformen wie Paketformate u.a.m.
- Ethernet entspricht der IEEE-Norm 802.3 und umfasst Schicht 1 und Teile von Schicht 2 im OSI-Modell.
- Ethernet dient häufig als Basis für Netzwerkprotokolle wie TCP/IP die in höheren Schichten des OSI-Modells liegen.

## Industrial Ethernet

- Industrial Ethernet ist der Oberbegriff für alle Bemühungen, den Ethernet-Standard für die Nutzung im industriellen Umfeld zu ertüchtigen
  - Industrietaugliche Switches; Hutschienen-Technik
  - EMV-Störsicherheit
  - Schutzarten gegen Staub und Spritzwasser
  - Erhöhte Verfügbarkeit
  
- Besonders wichtig sind
  - Kurze und kürzeste Zykluszeiten bei gleichzeitig hohem Determinismus und Synchronverhalten
  - Leistungsfähige Diagnosemechanismen

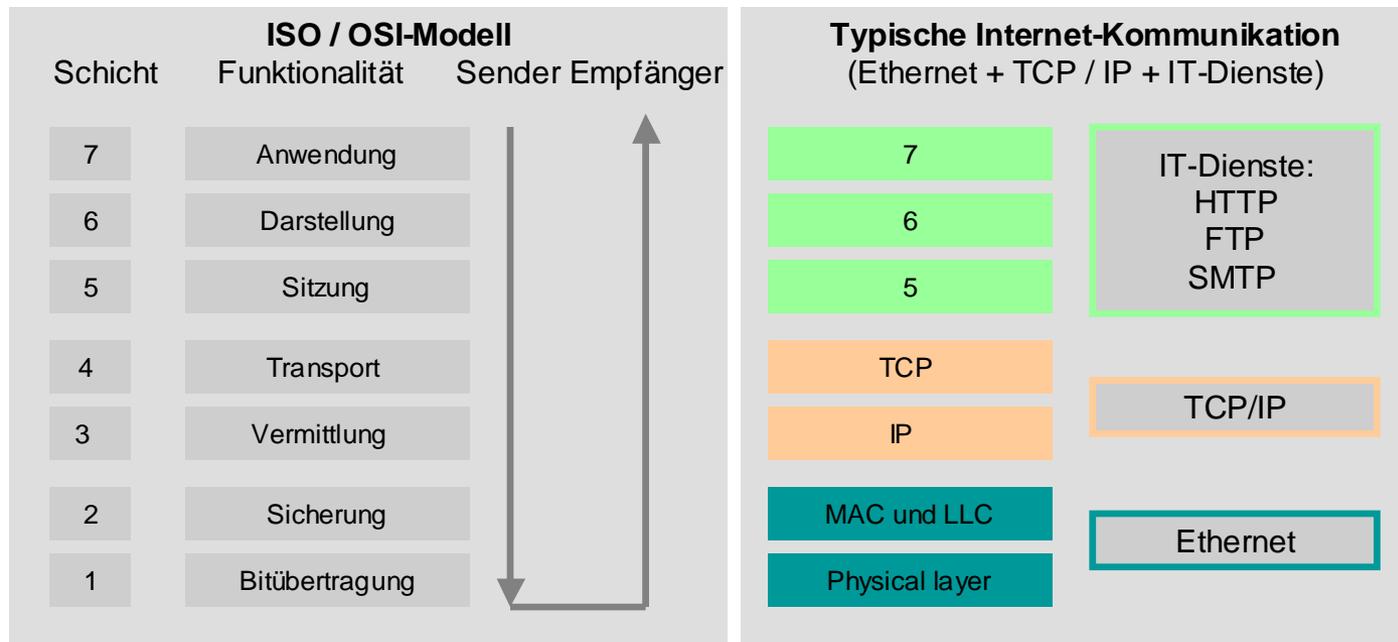
## IEEE 802.3

- Die Standards für Ethernet wurden ursprünglich von der Arbeitsgruppe 802.3 der IEEE entwickelt und setzt auf IEEE 802.1 (Internet Working) und IEEE 802.2 (Logical Link Control, LLC) auf.

Seither ist der Name Ethernet das Synonym für alle von dieser Gruppe erstellten Spezifikationen.

## Internet Kommunikation im ISO/OSI Modell

- Das ISO/OSI Modell trennt die Gesamt-Kommunikation in 7 logische Schichten, die jeweils eine Teilfunktion übernehmen. Jede Schicht nutzt eigene Prozesse zur Erzeugung eines schichtspezifischen Outputs, welcher der nächsten Schicht als Input dient.



**PROFdrive  
an PROFINET**

**PROFINET**

**PROFINET  
als Antriebsbus**

**Zurück  
zu Inhalt**

## PROFINET Grundlagen

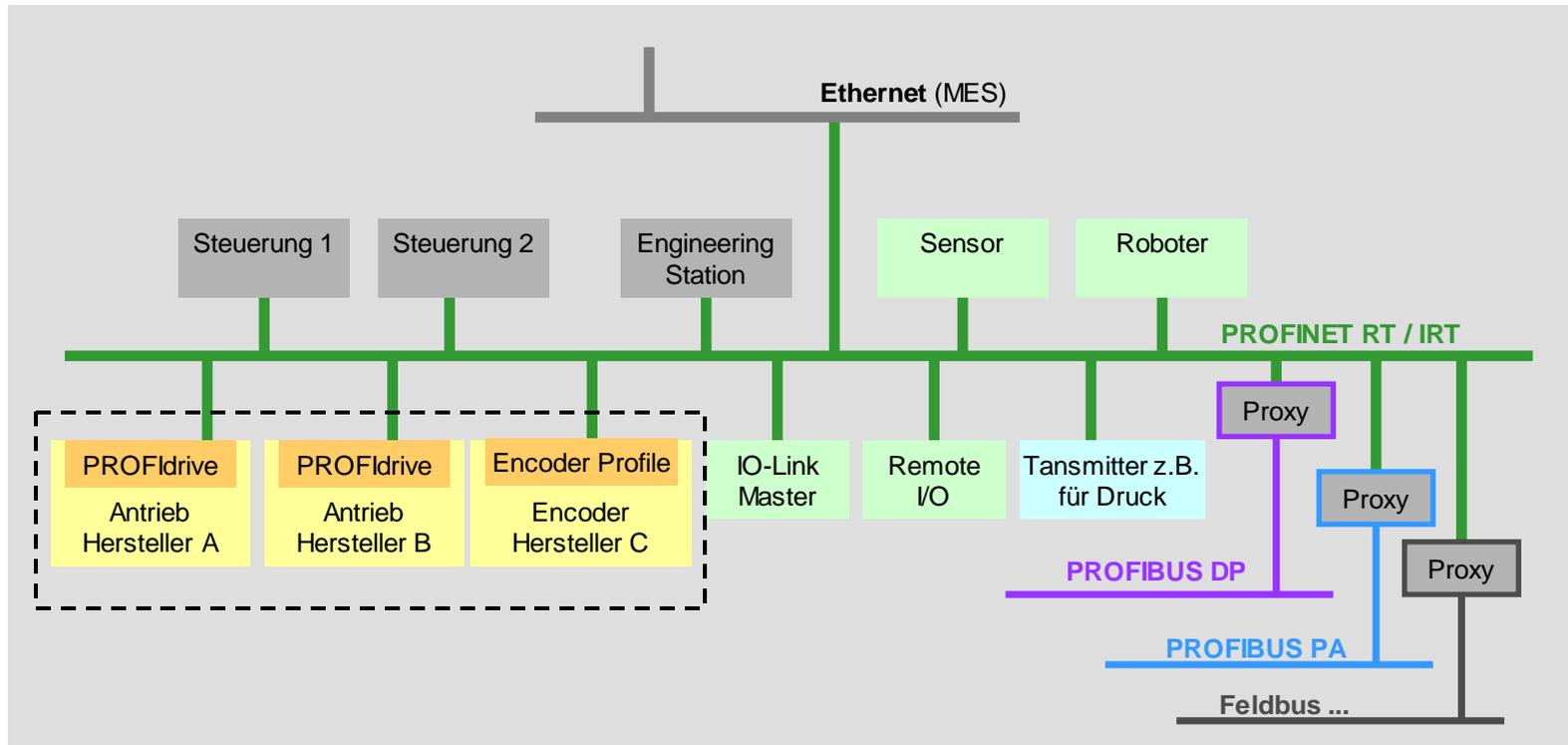
- PROFINET ist am Markt zum führenden “Industrial Ethernet”-Standard geworden. Es wird von sehr vielen Geräteherstellern unterstützt, was langfristige Verfügbarkeit und Investitionsschutz absichert.
- PROFINET nutzt die gleiche Ethernet-Technologie wie Büro- und IT-Anwendungen, jedoch mit erweiterten Fähigkeiten, um den wesentlich härteren Anforderungen des industriellen Umfelds zu genügen.
- Als Standardtechnologie im Automobilbau, mit hoher Akzeptanz im Maschinenbau und bewährt in Branchen wie Lebensmittel, Verpackung und Logistik hat PROFINET seinen Weg in alle Bereiche gefunden, einschließlich Antriebstechnik und Motion Control.

## PROFINET Grundlagen

- PROFINET ist die “Industrial Ethernet”-Lösung von PROFIBUS & PROFINET International (PI).
- PROFINET nutzt alle Erfahrungen, welche PI über Jahrzehnte mit PROFIBUS als Feldbus im industriellen Bereich sammeln konnte
- PROFINET ermöglicht den schnellen vertikalen und horizontalen Datenaustausch auf allen Ebenen und ist damit Basis für effiziente Maschinen- und Anlagenautomatisierung einschließlich Einbindung in höherer Ebenen eines Unternehmens.
- PROFINET ist in der IEC 61158 standardisiert
- PROFINET ist im Zusammenspiel mit PROFIdrive bzw. damit ausgerüsteten Antriebsgeräten ein leistungsfähiger “Antriebsbus”.

## PROFINET ist umfassend einsetzbar

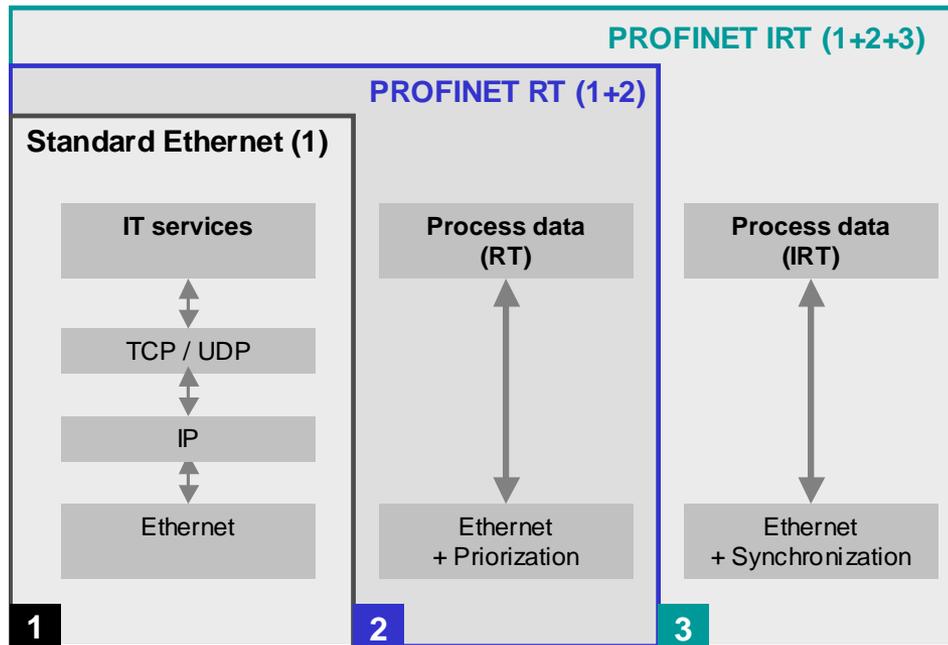
- PROFINET fasst alle Automatisierungsaufgaben einer Anlage einschließlich der Antriebstechnik in einem System zusammen.



## PROFINET mit skalierbaren Zykluszeiten

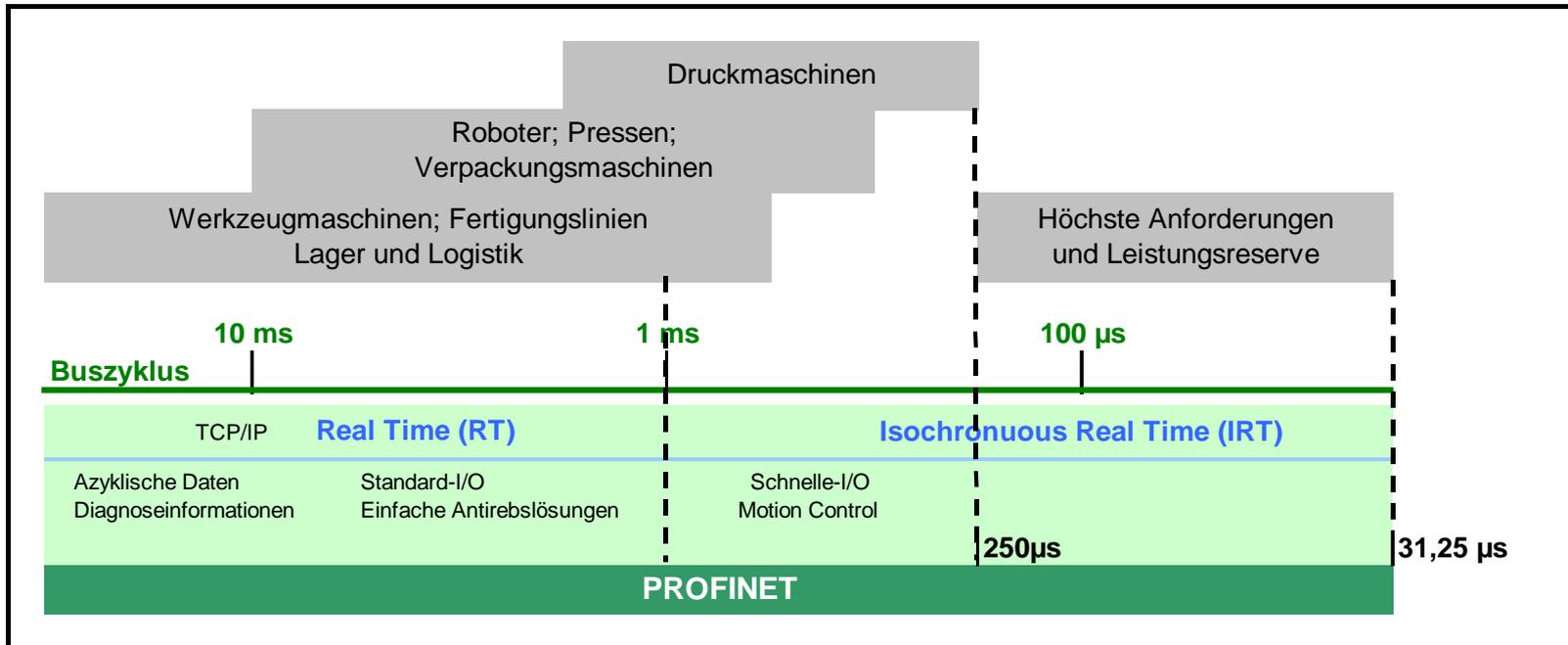
PROFINET unterstützt

- Schnelle Kommunikation von I/O-Daten mit hohem Determinismus: Real Time (RT) und Isochroneous Real Time (IRT)
- und – gleichzeitig sowie auf dem gleichen Kabel - standard TCP/IP-Kommunikation für Nutzung von IT-Diensten und Web-Tools.



## PROFINET Zykluszeiten und Antriebs-Applikationen

- Die PROFINET-Zykluszeit reicht von TCP/IP, über IRT bis zu einem Grenzwert von 31,25  $\mu$ s. Sie deckt alle Antriebs-Applikationen einschließlich Motion Control ab und verfügt zusätzlich noch über eine Leistungsreserve.



## PROFINET hat einen skalierbaren Leistungsumfang

- Der Funktionsumfang von PROFINET ist in drei Klassen (Conformance Classes, CC) und einigen zusätzlichen Optionen skalierbar.

	Conformance Classes			Optionen (für alle CC)
	CC - A	CC - B	CC - C	
Zyklischer Datenaustausch, Real-Time (RT),				
Azyklischer Datenaustausch, Non-Real-Time über Standard-TCP/UDP				
Zugriff auf IT-Dienste über Standard-TCP/UDP				
Auslesen von Identifikationsinformationen der Geräte (I&M-Funktion)				
Diagnose von Gerätezuständen (Abgestuftes Alarmmodell)				
Gerätemodell wie bei PROFIBUS DP erleichtert Technologiewechsel				
Modell zur Integration von PROFIBUS und anderen Feldbussen				
Netzwerkd Diagnose für Überwachung und Wartung der Netzkomponenten				
Topologieerkennung für u.a. einfachen Gerätetausch				
Topologiedarstellung für einfache Anlagendokumentation				
Isochrone Real-Time Kommunikation (IRT)				
Weiter optimierte IRT-Kommunikation für höchste Anforderungen				
Einsatz von Profil PROFIdrive für Antriebstechnik und Motion Control				
Einsatz von Profil PROFIsafe für sicherheitsgerichtete Kommunikation				
Einsatz von Profil PROFInergy für Energieeffizienzoptimierung				
Zugriff von mehreren Steuerungen auf einen Geräteeingang (Shared Input)				
Aufteilung von Gerätefunktionen auf versch. Steuerungen (Shared Devices)				
Zugriff auf Geräte ohne Anlagenstillstand (Configuration in Run)				
Zeitstempelung für Alarmer und Zustandsmeldungen				
Redundanzmechanismen für hohe Anlagenverfügbarkeit				
Erweiterte I&M-Funktionen (siehe Punkt 4)				
Industrial Wireless-Kommunikation über WLAN und Bluetooth				
Aufruf eines speziellen Engineeringwerkzeuges (eines Gerätes)				

### Anwendungsbereiche der Conformance Classes von PROFINET

Gebäudeautomation, Prozessautomation			
Antriebstechnik, Maschinensteuerung			
Isochrone Anwendungen, Motion Control			

Zurück  
zu Inhalt

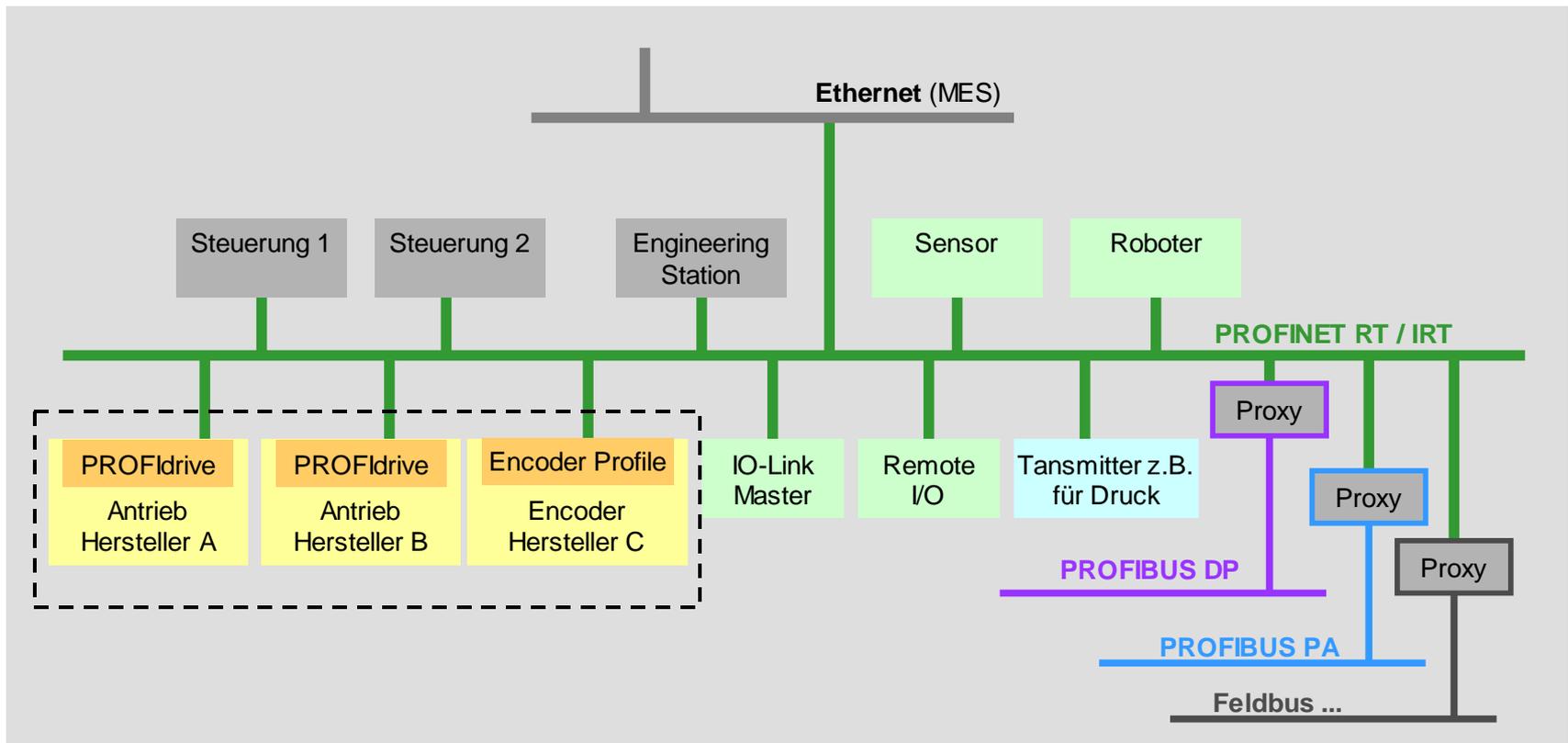
## PROFINET erfasst auch die Antriebstechnik

- Ethernet ist – in seiner Industrial Ethernet-Ausprägung – in der Industrie seit langem akzeptiert für
  - die Verbindung von Steuerungen und Visualisierungsstationen
  - Einbindung der Leittechnik in Unternehmensebenen
- In der Feldebene mit Antrieben und Transmittern ist noch die Feldbustechnik im Einsatz.
- Die Zeiten ändern sich:  
In der Antriebstechnik finden Industrial Ethernet-Lösungen starkes Interesse mit PROFINET an führender Stelle. Anwendernutzen entsteht aus der wesentlich höheren Leistung sowie der Vereinheitlichung der anlagenweiten Kommunikationsstruktur.

## PROFIdrive an PROFINET

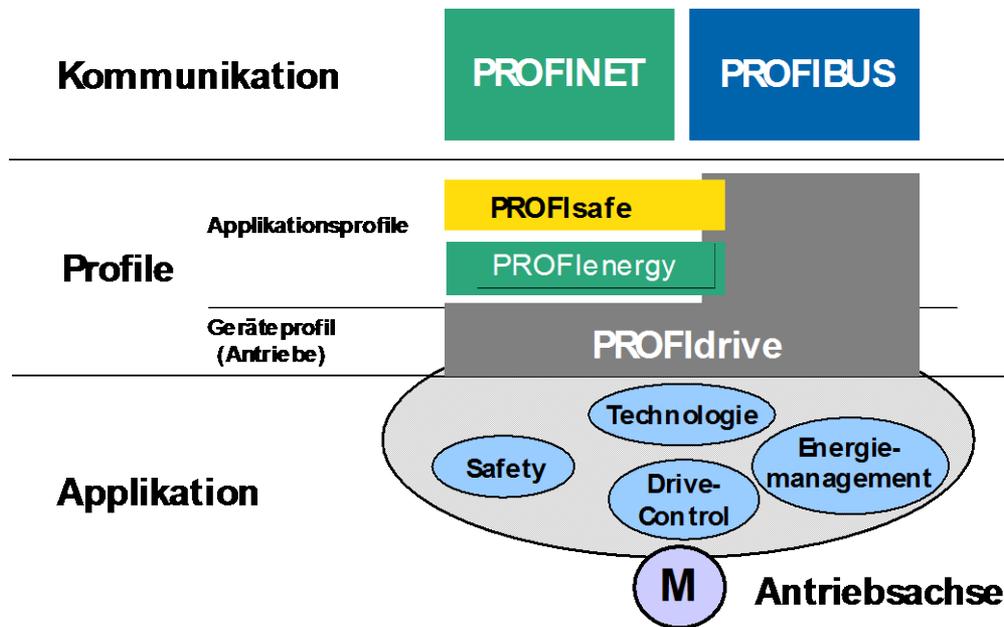
- Im Zusammenwirken mit PROFINET wandelt sich PROFIdrive vom Antriebsprofil zu einer leistungsfähigen, ethernet-basierten Technologie für umfassende Antriebslösungen.
- Umgekehrt wird PROFINET im Zusammenwirken mit PROFIdrive zu einem Antriebsbus für höchste Anforderungen mit gleichzeitig uneingeschränkter Eignung auch für alle anderen Steuerungsaufgaben.

## PROFINET ist einheitlich für alle Automatisierungsaufgaben einschließlich Antriebstechnik einsetzbar



## PROFIdrive-Profil an PROFIBUS und PROFINET

- PROFIdrive kann ab Version 4.0 (2005) ohne Änderung an der Applikationsprogrammierung auch an PROFINET genutzt werden.
- Das erfüllt eine Forderung des Maschinenbaus nach einer einfachen und kostengünstigen “Doppel-Lösung” für PB und PN.



## PROFdrive-Profil an PROFIBUS und PROFINET

- Die Doppel-Nutzung von PROFdrive wird ermöglicht durch die strikte Trennung von
  - Kommunikationssystem und
  - kommunikations-unabhängigen Funktionen, in erster Linie die Applikation
  
- Die Tabelle zeigt die Entsprechungen (P-Device und Supervisors sind Bezeichnungen aus dem Objektmodell von PROFdrive)

PROFdrive	PROFIBUS	PROFINET
<b>PROFdrive Controller</b>	PROFIBUS DP-Master Klasse 1	PROFINET Controller
<b>PROFdrive P-Device</b>	PROFIBUS DP-Slave	PROFINET Device
<b>PROFdrive Supervisor</b>	PROFIBUS DP-Master Klasse 2	PROFINET Supervisor

## Nutzen 1 - Mehr Flexibilität

- Die Offenheit von PROFINET bietet ein durchgängiges und einheitliches Automatisierungsnetzwerk in Maschinen und Anlagen und erlaubt den Anschluss auch von Standard-Ethernet-Geräten.
- Die Topologiemöglichkeiten (Linie, Stern, Baum, Ring) bieten alle Freiheiten für neue oder anzupassende Strukturen.
- PROFINET ist 100% Ethernet und unterstützt TCP/IP und damit die ungehinderte Nutzung von Webtechnologien.
- Zusätzlich zu Antriebsgeräten mit PROFIdrive können auch andere Geräte mit PROFINET-Schnittstellen (z. B. Transmitter) im gleichen Netzwerk betrieben werden.

## Nutzen 2 - Mehr Performance

- Die skalierbare Zykluszeit von PROFINET öffnet den Weg zu allen Antriebslösungen einschließlich Motion Control. Damit wird die Produktivität von Maschinen und Anlagen gesteigert.
- Ab der Version 2.3 bietet PROFINET Zykluszeiten bis zu 31,35  $\mu$ s mit exakt deterministischem Verhalten und ohne jede Einschränkung der TCP/IP-Kommunikation.
- Die PROFINET-Kommunikation ist deterministisch mit einem Jitter von  $< 1 \mu$ s und gewährleistet damit höchste Präzision der ausgeführten Funktionen.
- PROFINET sorgt für eine bestmögliche Verfügbarkeit durch seine Medienredundanz über integrierte Schnittstellen und oder externe Switches.

## Nutzen 3 - Mehr Effizienz

- PROFINET benötigt nur ein einziges Kabel für Übertragung von Maschinendaten und gleichzeitiger IT-Kommunikation.
- PROFINET benötigt keine zeitraubenden Eingaben von IP-Adressen. Die Adressierung erfolgt automatisch.
- Hohe Maschinenverfügbarkeit wird durch leistungsfähige Diagnosemechanismen für Geräte und Netzwerk sowie den Einsatz von Switches in den Geräten erreicht.
- Ein Gerätetausch benötigt kein Engineeringtool. Das neue Gerät erhält automatisch den Namen seines Vorgängers.
- Mit PROFIenergy können einzelne Verbraucher oder ganze Anlagenteile in Pausenzeiten gezielt ab- und wieder eingeschaltet werden.

# Antriebe und Sicherheit

## PROFIdrive auf PROFIsafe

**Sicherheitskanal**

**Mehr-Profil-Antrieb**

**Sicherheits-  
Kommunikations-  
modell**

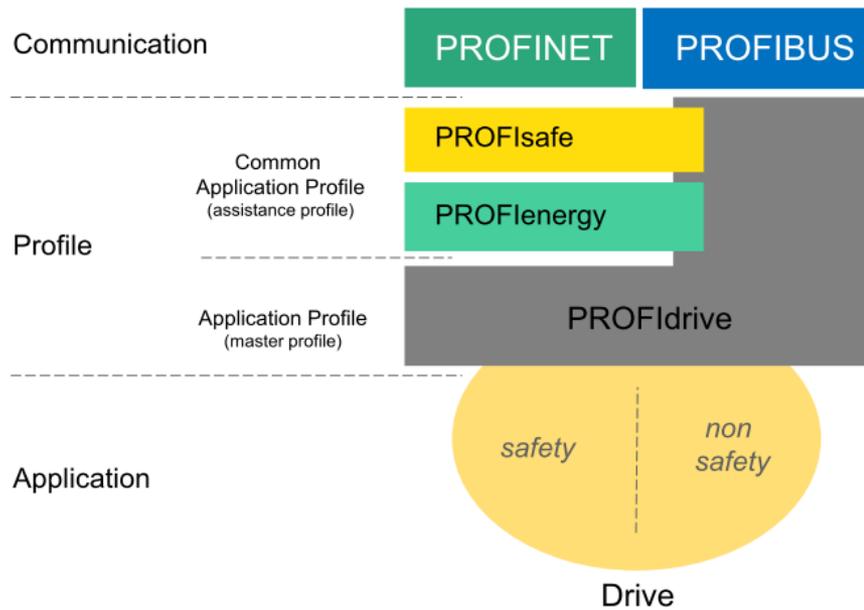
**Zurück  
zu Inhalt**

## Safety – Kanal

- Antriebe werden heute zunehmend mit eigenständigen Sicherheitsfunktionen ausgestattet (Drive-based safety).
- Die Sicherheitsfunktionen müssen von Sicherheitssteuerungen (Safety PLC) als Teil der Automatisierung gesteuert werden.
- Für diese Applikationsanforderung definiert PROFIdrive einen Sicherheitskanal „PROFIdrive on PROFI-safe“
- **„PROFIdrive on PROFI-safe“** beschreibt die Wechselwirkung von eigenständigen Sicherheitsfunktionen mit einer Sicherheitssteuerung und definiert mögliche Sicherheitsfunktionen und ihr generelles Verhalten.

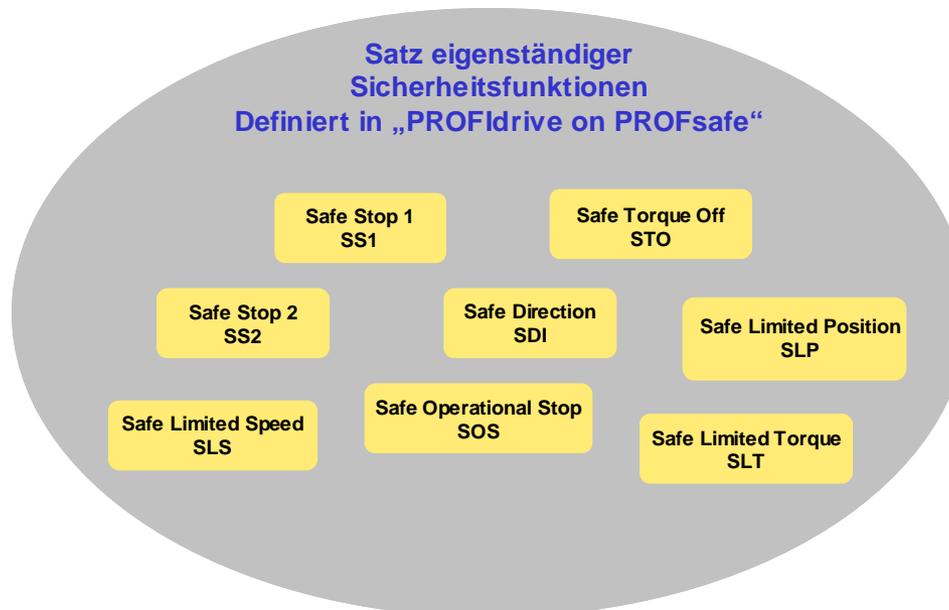
## Mehr-Profil-Antrieb

- Ein „Mehr-Profil-Antrieb“ beinhaltet neben PROFIdrive noch weitere Profile wie PROFIsafe und/oder PROFInergy.
- Bei Bestückung mit z.B. PROFIsafe bietet der Antrieb einen sicheren und einen normalen (nicht-sicheren) Kommunikationskanal.



## Eigenständige Sicherheitsfunktionen bei Antrieben

- „PROFIdrive on PROFI-safe“ definiert eine offene Liste von möglichen antriebs-basierten Sicherheitsfunktionen (IEC 81800-5-2) Die Liste kann mit hersteller-spezifischen Funktionen ergänzt werden.
- Die Implementierung der Sicherheitsfunktionen liegt in der Verantwortung des Antriebsherstellers.



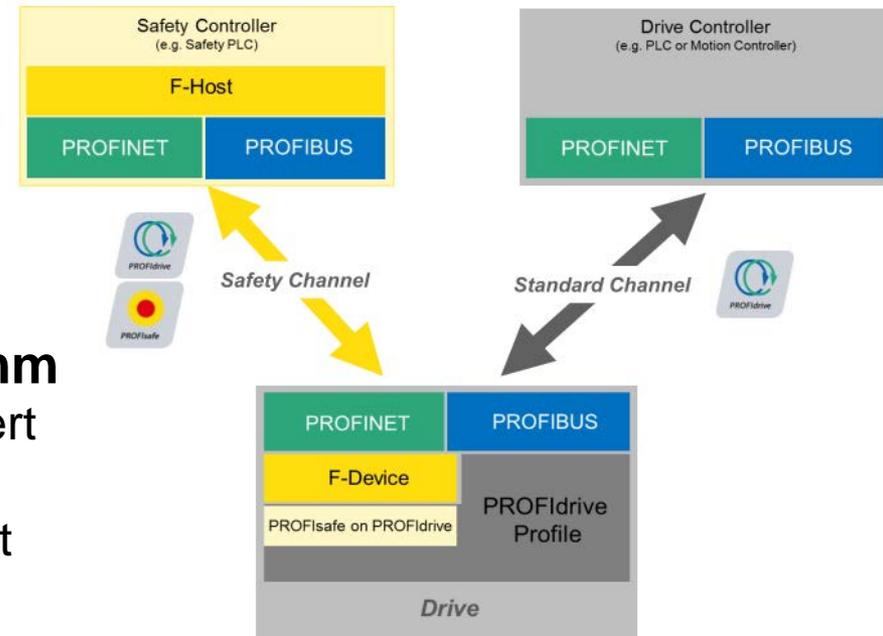
## PROFIdrive Sicherheits-Kommunikationsmodell

### PROFIdrive Sicherheits-Kanal

- Standard-Kommunikation gemäß PROFIsafe-Spezifikation.
- F-Host/F-Device-Schicht gemäß PROFIsafe-Spezifikation.

### PROFIdrive Sicherheits-Telegramm

- PROFIdrive-Telegramme spezifiziert als F-Input/Output data.
- Telegramme sind zu einem Subslot im Drive Object verlinkt analog zu PROFIdrive Standardtelegramme.
- Der Sicherheitsprozess im Antrieb wird über “Safety Control Word” und “Safety Status Word” gesteuert.



# Energieeffizienz bei Antrieben

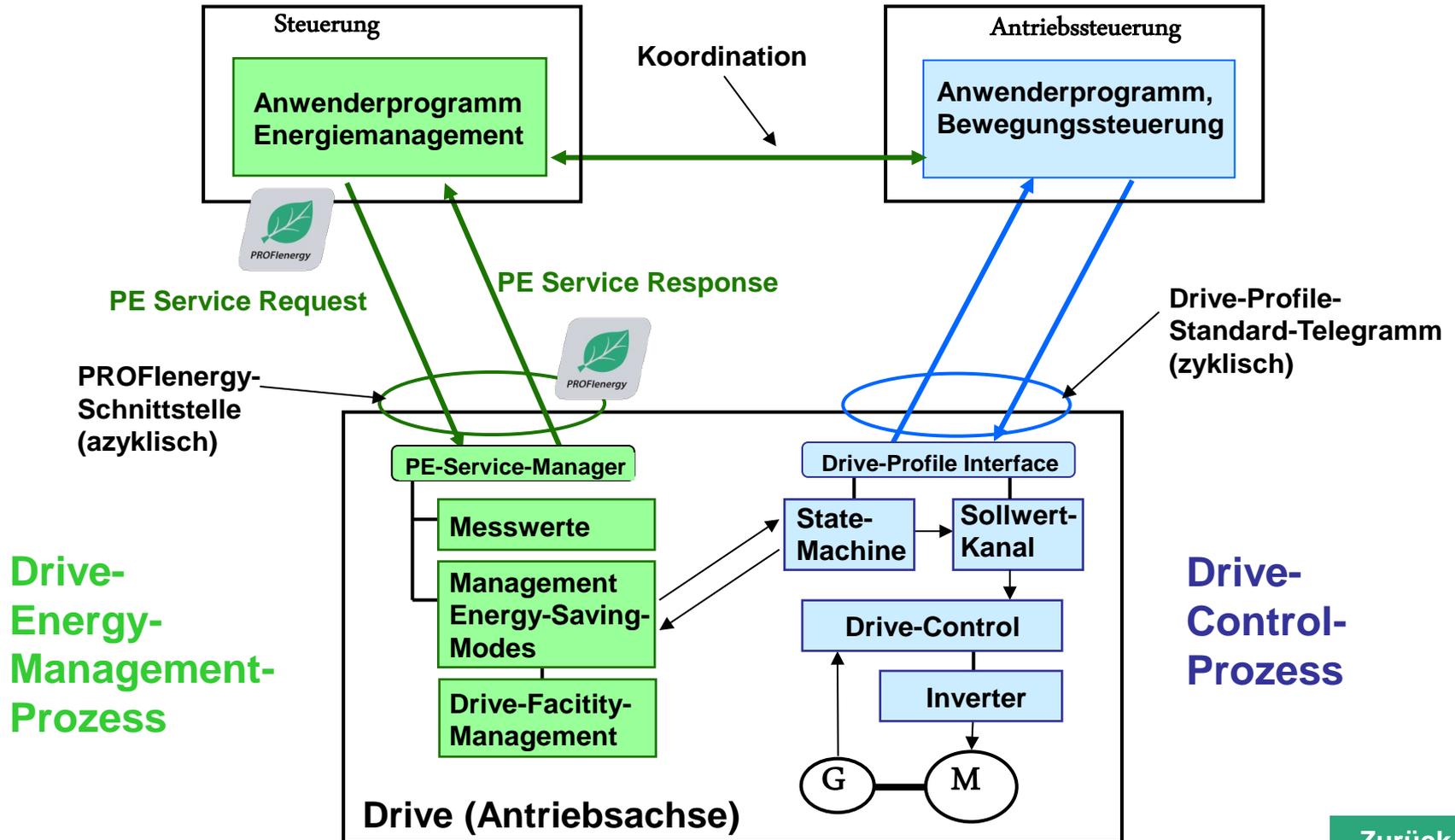
**PROFlenergy**

[Zurück  
zu Inhalt](#)

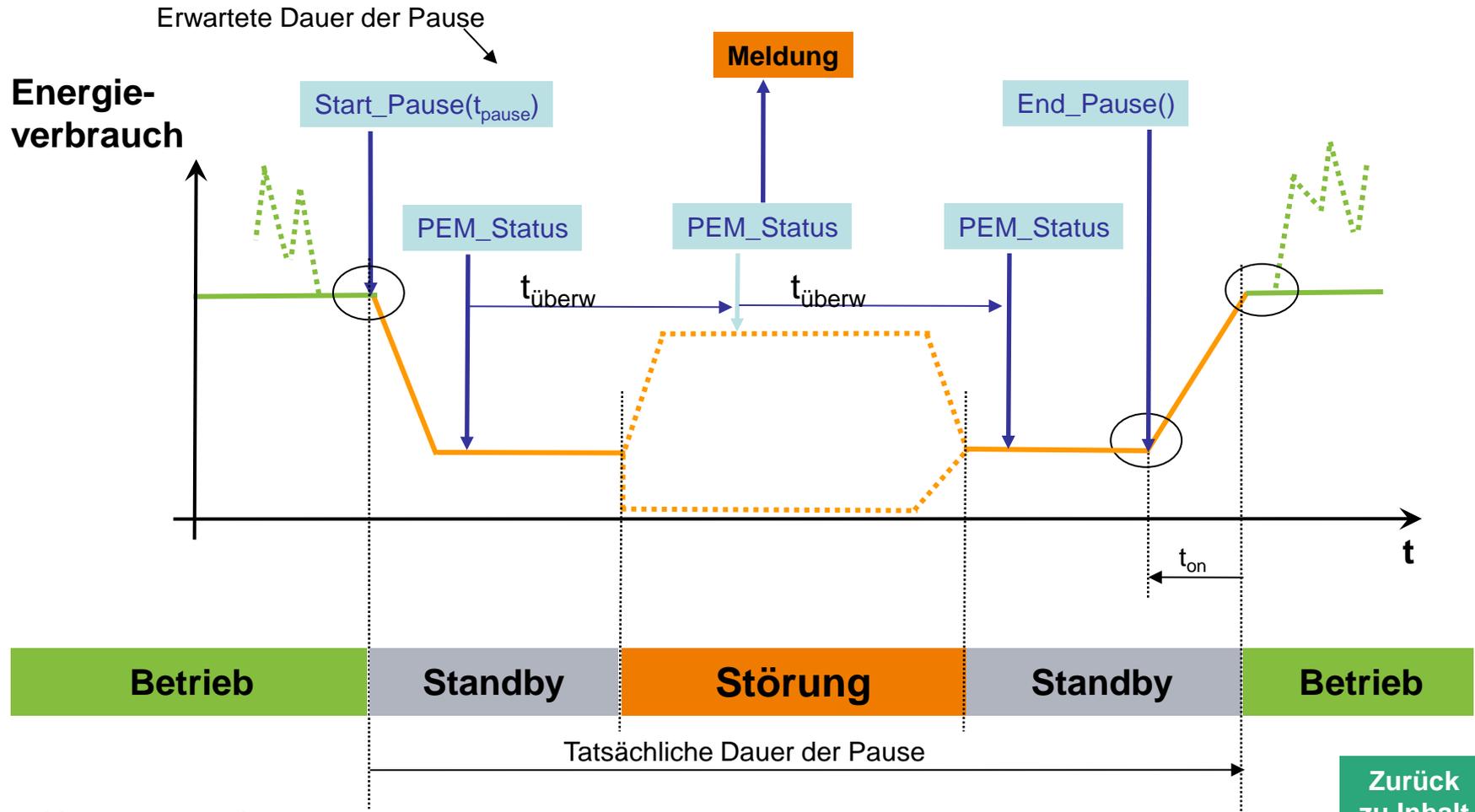
## PROFenergy-Applikationsprofil

- PROFenergy ist ein Profil des Real Time PROFINET-Protokolls und ermöglicht ein intelligentes Energie-Management. PROFenergy kann zusammen mit PROFdrive in Antrieben genutzt werden.
- PROFenergy implementiert Energiespar-Konzepte: Energieintensive Geräte (Roboter, Transporteinrichtungen, ...) werden während ihrer Betriebspausen in einen “Schlafmodus” versetzt.
- Das Profil benötigt eine im Gerät integrierte Firmware zur Reaktion auf PROFenergy-Kommandos und Statusanfragen.
- Für typische Fälle wurde eine Energieeinsparung bis zu 30% errechnet.

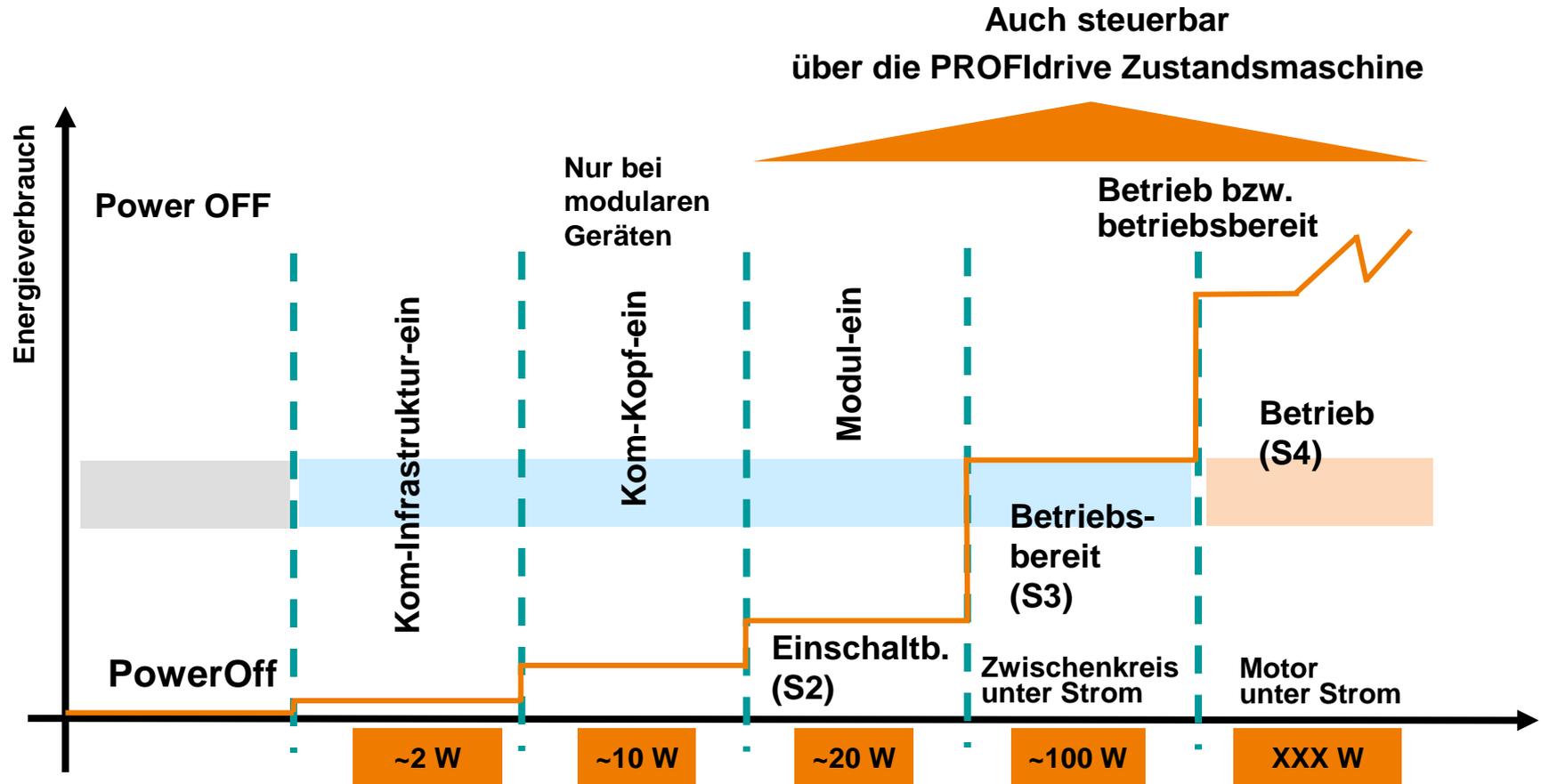
## Realisierung von PROFenergy in einem Antrieb



## PROFenergy - Ablaufzyklus



## Gestufter Energieverbrauch von Antrieben



## Schlussfolgerung

- PROFIenergy unterstützt Energie-Sparkonzepte in der Antriebstechnik
  - Nutzung eines zusätzlichen Sparpotenzials durch ein optimiertes Stand-by-Management
  - Vereinfachung bestehender Stand-by-Lösungen
  
- PROFIenergy bietet eine einfach handhabbare Schnittstelle
  - Geräte- und hersteller-unabhängig
  - Prozessabhängigkeiten werden auf der Anlage gelöst
  - Hierarchische Strukturen werden unterstützt
  
- PROFIenergy ist nachhaltig
  - Auf zusätzliche Anwendungen und Anforderungen erweiterbar
  - Fortschrittliche Kommunikationsdetails bereits integriert

# Implementierung und Community Project

**Konzepte  
Technologien  
Community Project**

**Zurück  
zu Inhalt**

## Verschiedene Konzepte zur Implementierung

- Die Methode der Schnittstellenimplementierung hängt ab von
  - Bauform und Leistungsumfang des Gerätes
  - den erwarteten Stückzahlen und
  - dem Geschäftsmodell (Time to market u.ä.).
- Wichtige Alternativen zur Durchführung
  - Entwicklung im eigenen Hause oder bei einem Dienstleister
  - Verwendung fertiger Bausteine oder individuelles Design
  - Fixes Design (ASIC) oder rekonfigurierbar (FPGA)
- Mitgliedsunternehmen von PI bieten den Geräteherstellern hierfür ein umfangreiches Sortiment an Hard- und Software sowie Dienstleistungen.
- Das “Community Project” *Reference implementation of PROFIdrive profile* stellt eine besonders kosten- und zeiteffektive Lösung dar, siehe spätere Folien.

## Wahl der Technologie

### ■ Externer Protokollkonverter

über ein serielles Interface des Gerätes, falls die Anbindung nicht im Gerät integriert werden soll oder kann.

### ■ Einbaufertige Kommunikationsmodule

erlauben die Implementierung in ein Gerät mit geringem Eigenaufwand. Das gesamte Protokoll läuft auf dem Modul; der Eigenaufwand ist beschränkt auf die Verbindung des Moduls mit der Elektronik des Gerätes.

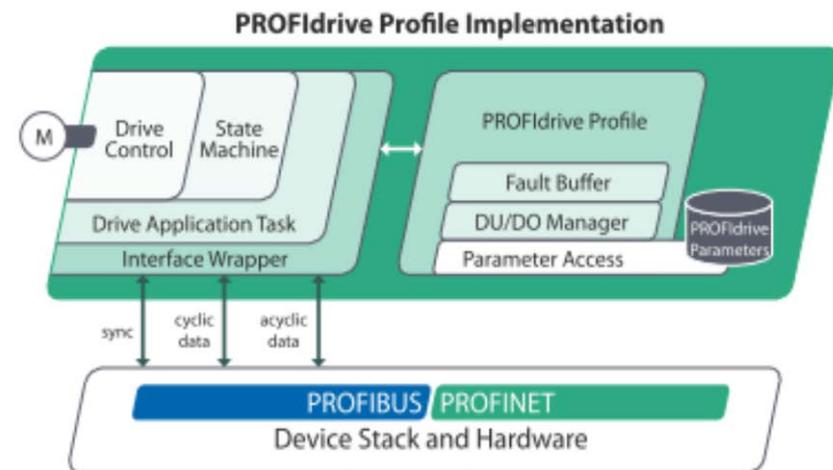
### ■ Single-Chip-Schnittstellen mit Standard Ethernet Controller

für Kompaktgeräte und erwartete hohe Stückzahlen

- ASICs (ERTEC, TPS 1., ...)
- FPGA-Technologie (Field Programmable Gate Array)

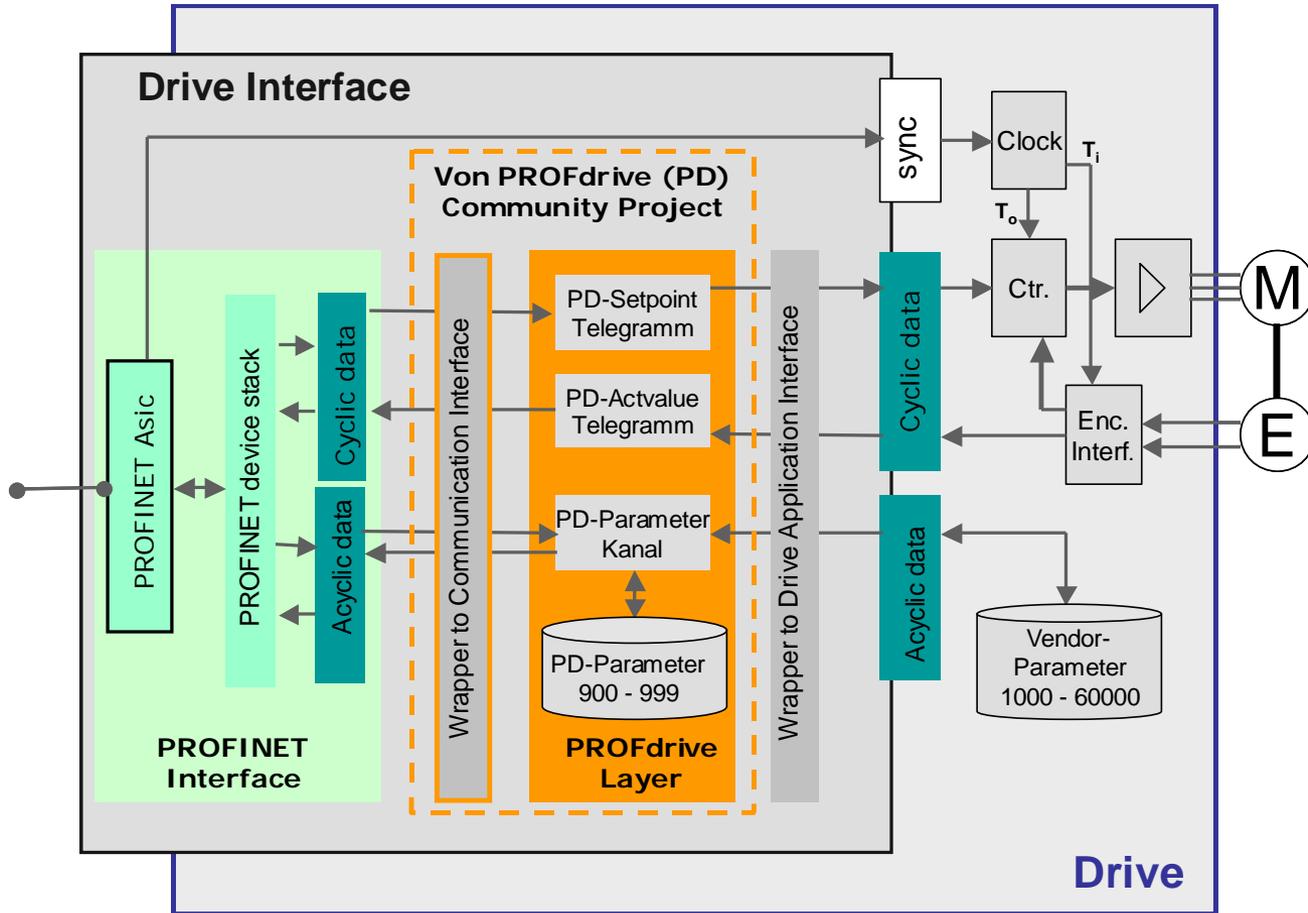
## Community Project ([www.industrialnetworkx.com/profidrive-profile](http://www.industrialnetworkx.com/profidrive-profile))

- Das “Community Project” (*Reference Implementation of PROFdrive profile*) ermöglicht ein äußerst kostengünstige und zeiteffektive Implementierung.
- Die “Community” unterstützt Antriebshersteller durch kostenlose Bereitstellung des Quellcodes einer Standardimplementierung. Weiterhin bietet die Community den Herstellern Unterstützung von der Implementierung bis zur Gerätezertifizierung.
- Diese Entwicklung bildet eine de facto Standard-Referenz-Implementierung der Antriebstechnik



- Einzelheiten:  
[www.industrialnetworkx.com/profidrive-profile](http://www.industrialnetworkx.com/profidrive-profile)

## Beitrag des „Community Project“ zur Antriebsschnittstelle



# **PROFIBUS & PROFINET International (PI)**

**Zwei Technologien**

**Weltweite  
Unterstützung**

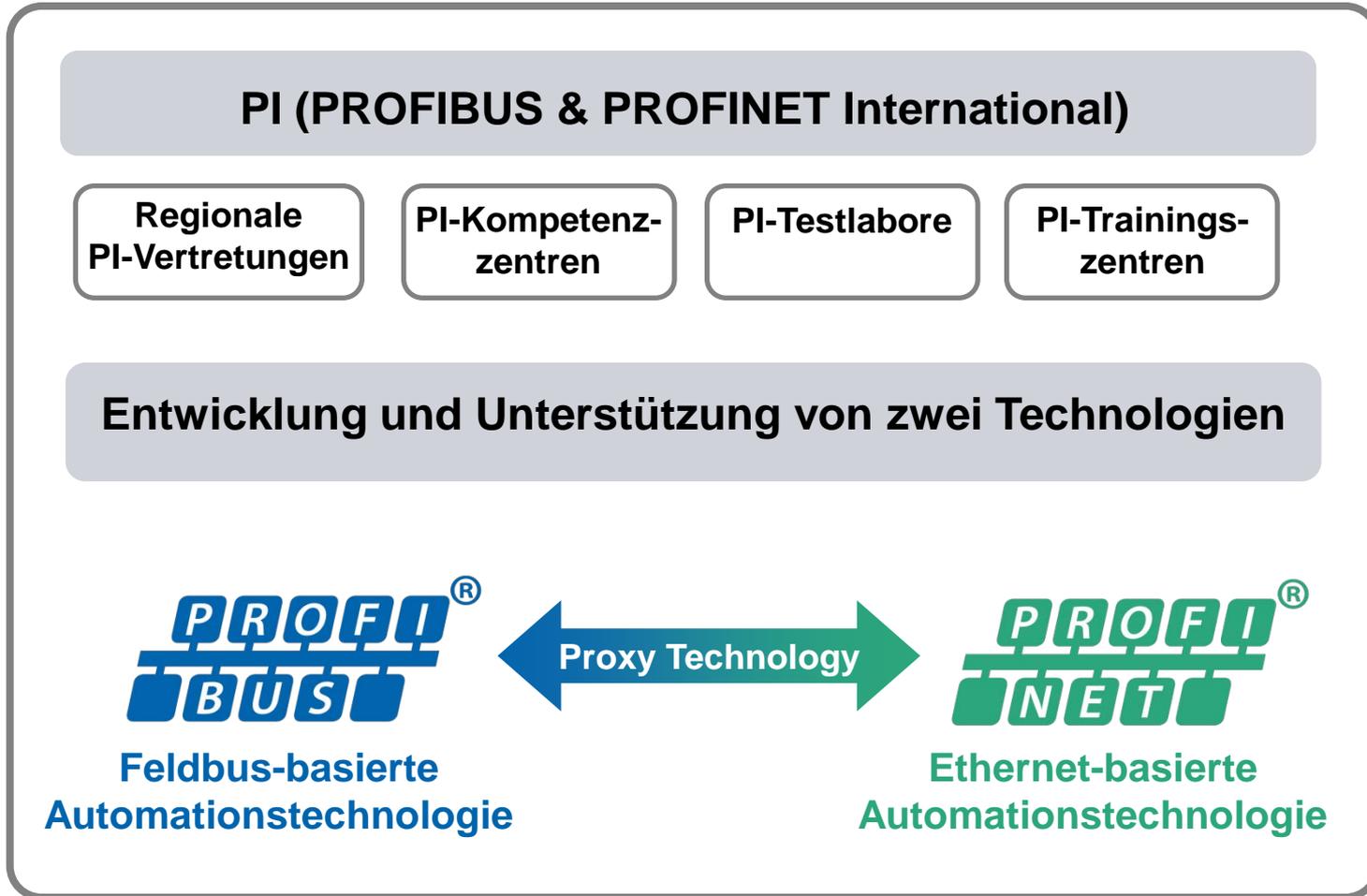
**Nutzen aus  
Mitgliedschaft**

**Zurück  
zu Inhalt**

## Weltmarktführer der industriellen Kommunikationssysteme

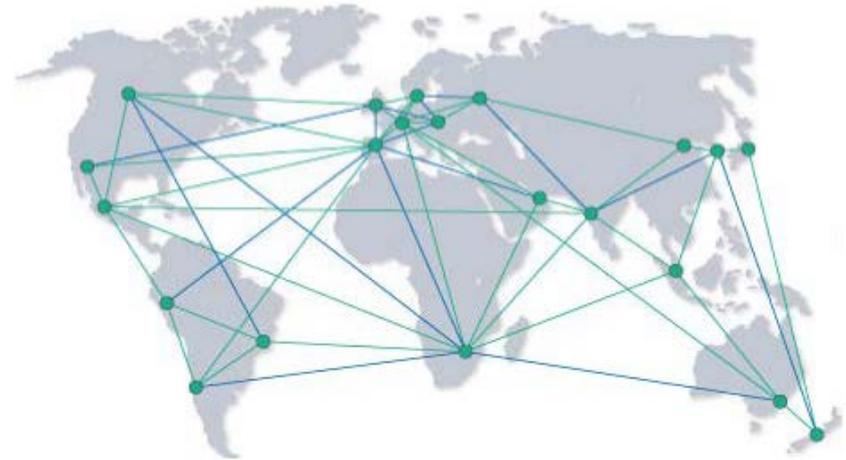
- PROFIBUS & PROFINET International (PI) ist die einflussreichste Interessengruppe in der Industriellen Kommunikation.
- PI's industrielle Netzwerklösungen gründen sich auf zwei Technologien: PROFIBUS (basierend auf Feldbustechnologie) und PROFINET (basierend auf Ethernet).
- PI betreibt eine große Anzahl an aktiven Arbeitskreisen, die für die Entwicklung, Standardisierung und Verbreitung von PROFIBUS und PROFINET verantwortlich sind.
- PI verfügt über ein weltweites Netzwerk an Anbietern, Endanwendern, Entwicklern und Systemintegratoren, die ein gemeinsames Interesse an der Vermarktung, dem Support und dem Einsatz von PROFIBUS und PROFINET haben.

## Zwei Technologien in einer Organisation



## Weltweite Präsenz und Unterstützung

- **Regionale PI-Vertretungen (27)**  
für den lokalen Kontakt.
- **PI-Kompetenzzentren (50)**  
zur Unterstützung in allen technischen Fragen.
- **PI-Trainingszentren (27)**  
zur intensiven, fachlichen Ausbildung und Erfahrungsaustausch aus der Praxis.
- **PI-Testlabore (11)**  
als erfahrene Partner für die Gerätezertifizierung.



Alle Zahlen aus dem Jahr 2012.

BSS\_Drive\_201401\_GER\_V1.0

Zurück  
zu Inhalt

## Nutzen aus einer PI - Mitgliedschaft

- Das internationale Netzwerk sowie die Erfahrung von PI verschaffen den Mitgliedern signifikante Wettbewerbsvorteile.
- PI-Mitglieder profitieren von der professionellen nationalen und internationalen Vermarktung von PROFIBUS und PROFINET.
- PI-Mitglieder haben Zugang zu allen technischen Dokumentationen und können an der Entwicklung neuer Technologien mitwirken.
- Die regionalen PI-Vertretungen bieten weltweit Unterstützung bei Entwicklungsvorhaben, Training und Zertifizierung.

# PROFdrive Zertifizierung

Zurück  
zu Inhalt

## Konformität der Geräte mit Profilspezifikation

- Geräte unterscheiden sich nach Hersteller und Leistungsklasse
- Konformität der Geräte mit Profilspezifikation wird durch Zertifizierungstest in einem Prüflabor sichergestellt.
- Dieser Test ist Teil der PI-Qualitätssicherung.
  
- Zur Durchführung des Tests dient der “PROFIdrive Profiltester” (siehe nächste Folie), der eine weitgehend automatischen Prüfablauf ermöglicht.
- Der Test umfasst auch des Zusammenspiel mit anderen, bereits zertifizierten Geräten
- Nach positivem Prüfbericht erteilt PI dem Hersteller/Gerät ein Zertifikat
  
- Der Profiltester steht den Herstellern auch für Entwicklungsunterstützung und Vortest zur Verfügung

- Antrieb (“Test sample”) wird an Tester angeschlossen
- Test läuft auf Basis von Script-Beschreibungen weitgehend automatisch ab
- Ergebnisse der Prüfschritte werden automatisch in einem Protokoll festgehalten
- Abschließend wird ein Prüfbericht erstellt

