

### 3 PROFINET im Überblick

PROFINET ist der offene Industrial-Ethernet-Standard der PROFIBUS Nutzerorganisation für die Automatisierung. Er deckt alle Anforderungen der Automatisierung ab. Für die Kommunikation werden die international etablierten und akzeptierten IT-Standards wie beispielsweise TCP/IP genutzt. Alle Ethernet-basierten Kommunikations-Standards wurden ohne Änderung übernommen. Nur die Bereiche, für die es keine oder keine befriedigenden technischen Lösungen im Bereich der Ethernet-Kommunikation gibt, wurden gemäß den Anforderungen der Endanwender erweitert und in die entsprechenden Normen zurückgeführt. Die wesentlichen Neuerungen betreffen deshalb das Real-Time-Konzept für die zyklische Datenübertragung und dem Melden von hochprioritären Ereignissen, die Taktsynchronisation und die Medienredundanz.

Ein Kommunikationssystem lässt sich am einfachsten beurteilen, wenn man es im ISO/OSI-Modell näher betrachtet (siehe Tabelle 3.1).

**Tabelle 3.1:** Die Einordnung von PROFINET im ISO/OSI-Modell

ISO OSI			
7b	PROFINET IO Services PROFINET IO Protocol (IEC 61158/61784)		PROFINET CBA nach IEC 61158 Type 10
7a		Connectionless RPC	DCOM Connection oriented RPC
6		leer	leer
5			
4		UDP (RFC 768)	TCP (RFC 793)
3		IP (RFC 791)	
2	Real-Time Enhancements nach IEC 61784-2 IEEE 802.3 Full Duplex, IEEE 802.1Q Priority Tagging		
1	IEEE 802.3 100 BASE-TX, 100 BASE-FX		

#### 3.1 Die Einordnung von PROFINET im ISO-/OSI-Modell

PROFINET ist in der IEC 61158 mit weiteren 22 Feldbussen standardisiert. Die IEC 61158 trägt den Titel *Digital data communication for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems* und ist in 6 Teile gegliedert, die mit 61158-1 bis 61158-6 bezeichnet sind. Tabelle 3.2 gibt eine Übersicht über die einzelnen Teile der IEC 61158.

**Tabelle 3.2:** Die Gliederung der Feldbus-Systeme in der IEC 61158

IEC 61158 Document	IEC Document Content	OSI-Layer
IEC 61158-1	Introduction (hier nicht relevant)	
IEC 61158-2	Physical Layer Specification and Service Definition (hier nicht relevant)	1
IEC 61158-3	Data Link Service Definition (hier nicht relevant)	2
IEC 61158-4	Data Link Protocol Specification (hier nicht relevant)	2
IEC 61158-5	Application Layer Service Definition	7
IEC 61158-6	Application Layer Protocol Specification	7

Die zehn meist verbreiteten Ethernet-basierten Feldbus-Systeme finden sich in der IEC 61158 durch die Definition von zehn *Fieldbus Protocol Types* mit der Bezeichnung Type 1 bis Type 10 wieder. Tabelle 3.2 zeigt die Zuordnung dieser zehn Typen zu den Feldbus-Systemen.

PROFINET folgt zu 100 % dem Ethernet-Standard (nach IEEE 802.3), arbeitet voll duplex und unterstützt switched Ethernet mit einer Übertragungsrate von 100 Mb/s.

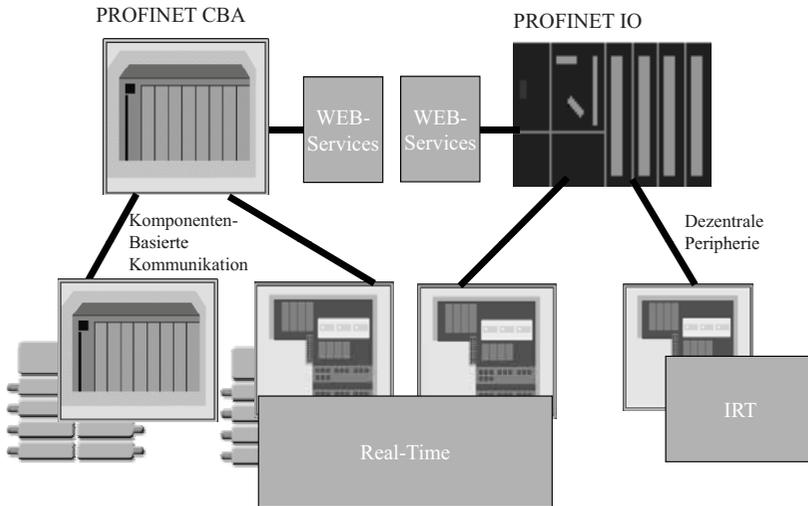
PROFINET kann in der Bürowelt als auch in der Automatisierungstechnik ohne Einschränkungen hinsichtlich Kommunikation und Nutzung von etablierten IT-Standards eingesetzt werden. Sowohl die bestehende Stecker-Technologie als auch die existierenden Ethernet-Kabel und die verfügbaren Netzwerk-Komponenten finden bei PROFINET ihre Anwendung. Aufgrund der 100 Mb/s-Technologie sind die Kabeltypen 100 Base TX (für Kupfer-Übertragung) und 100 Base FX (für Lichtwellenleiter-Übertragung) vorgeschrieben. Bestehende Ethernet-Anlagen können mit PROFINET erweitert werden. Neben dem bewährten RJ45-Stecker sind industrietaugliche Steckertypen verfügbar.

Um den modernen Anforderungen in der Automatisierungstechnik gerecht zu werden, setzt das PROFINET-Konzept auf internationale Standards mit ein paar notwendigen Erweiterungen, um den Forderungen der Endanwender gerecht zu werden. Diese sind jedem Anwender zugänglich und können somit auch in künftige PROFINET-Netzwerk-Komponenten von den Herstellern integriert werden. PROFINET IO-Feldgeräte werden anhand einer Ethernet- und IP-Adresse identifiziert. Die Datenkommunikation erfolgt sowohl drahtgebunden über Standardkabel als auch *wireless*. Für den verbindungslosen Datenverkehr nutzt PROFINET IO den internationalen Standard über UDP/IP. PROFINET CBA hingegen setzt TCP/IP für die Adressierung und die Datensicherung bei der sogenannten Non-Real-Time-Kommunikation (nicht zeitkritisch) ein.

Das PROFINET-Konzept ist modular aufgebaut, sodass der Anwender die benötigte Funktionalität selbst wählen kann. PROFINET kennt nur die beiden Sichtweisen

- **PROFINET IO** für die Integration der dezentral angeordneten Peripherie und
- **PROFINET CBA** für den modularen Anlagenbau auf Basis vorgefertigter Komponenten.

PROFINET arbeitet nach dem Provider-Consumer-Modell, wobei der Provider der Sender und der Consumer der Verarbeiter der Daten ist. PROFINET IO und PROFINET CBA können zur



**Bild 3.1:** PROFINET gibt es in den Ausprägungen PROFINET CBA und PROFINET IO.

gleichen Zeit am selben Bussystem Daten austauschen und können sogar im selben Feldgerät implementiert sein. Dies ist allerdings nur in einem Controller sinnvoll. Ein Controller, der sowohl die Komponenten-basierte Kommunikation als auch die PROFINET IO-Kommunikation beinhaltet, wird als PROFINET-Controller bezeichnet.

Im Kontext von PROFINET bezeichnen RT und IRT die Echtzeit-Eigenschaften innerhalb von PROFINET. Die Tabelle 3.2 zeigt die Gliederung der IEC 61158-x-Dokumente.

PROFINET CBA nutzt beim Datenaustausch zwischen den Komponenten den TCP/IP-Kanal für nicht zeitkritische Daten (Update-Rate ca. 50 ... 100 ms). Zeitkritische Daten (kleiner 10 ms) werden über den Real-Time-Kanal (RT-Kanal) übertragen.

Damit Sie einen schnellen Überblick über das PROFINET-Konzept bekommen und in den nachfolgenden Kapiteln den Zusammenhang leichter verstehen können, erhalten Sie hier einen Kurzüberblick zur Einordnung der definierten PROFINET-Funktionalität.

## 3.2 PROFINET und das Komponenten-Modell (PROFINET CBA)

PROFINET CBA definiert eine funktionsorientierte Sichtweise auf eine Automatisierungsanlage. Der Grundgedanke ist dabei, dass man in vielen Fällen eine gesamte Automatisierungsanlage in autonom arbeitende Teilanlagen (Funktionen) gliedern kann. Es ist nicht der Sinn, sich auf Bits und Bytes zu konzentrieren. Vielmehr besteht der Ansatz darin, eine bestimmte Funktionalität in einem Feldgerät oder einem Anlagenteil zu definieren. Eine ursprünglich komplex erscheinende Automatisierungsanlage kann dadurch in zusammengehörige, überschaubare Teileinheiten gegliedert werden. Jeder Anlagenteil übernimmt eigenständige, in sich abgeschlossene Arbeitsschritte. Diese logischen Funktionseinheiten bilden jeweils ein sogenanntes technologisches Anlagenmodul. Eine PROFINET-Komponente ist deshalb nichts anderes als ein standardisierter

Teil einer Automatisierungsanlage. In dieser Form aufgebaute Anlagen lassen sich wesentlich einfacher handhaben und fördern die Wiederverwendbarkeit. PROFINET-Komponenten sind normalerweise durch eine geringe Anzahl von Eingangssignalen gesteuert. Innerhalb der Komponente führt ein Anwenderprogramm die definierte Funktionalität durch und steuert mit den Ausgangssignalen eine weitere Komponente. Das damit verbundene Engineering ist herstellerrunabhängig. Die Kommunikation eines Komponenten-basierten Systems wird nur projektiert und nicht programmiert. Im Mittelpunkt stehen deshalb beim Komponentenmodell

- die Strukturierung von logischen Anlagenteilen in leicht überschaubare Teileinheiten und deren Wiederverwendbarkeit,
- das übersichtliche Engineering einer Anlage,
- die nahtlose Integration von bestehenden Feldbussen und
- die Ethernet-basierte Kommunikation.

Neben dem TCP/IP-Kanal nutzt PROFINET CBA für den schnellen Datenaustausch zwischen PROFINET-Komponenten den RT-Kanal (RT = Real Time). Dies wird bereits beim Projektieren festgelegt und überprüft.

#### **3.2.1 PROFINET CBA und die Gerätebeschreibung**

Die PROFINET Component Description (PCD-Datei) erfolgt als XML-Datei. In der PCD-Datei sind alle für die Kommunikation zwischen den Feldgeräten relevanten Daten enthalten. Ein Komponenten-Editor sowie die benötigten Schemata werden von der PNO bereitgestellt.

### **3.3 PROFINET und die dezentrale Peripherie (PROFINET IO)**

Innerhalb des PROFINET-Konzepts bezeichnet man die Anbindung der dezentralen Peripherie als PROFINET IO. Die Basis hierfür ist das Real-Time-Konzept. PROFINET IO bewerkstelligt den Datenaustausch im zyklischen Betrieb über den Real-Time-Kanal. Für höchste Ansprüche an Performance und Determinismus z. B. im Bereich Motion Control nutzt PROFINET IO die Isochronous-Real-Time-Kommunikation (IRT). Damit sind Bus-Zykluszeiten von ein paar Hundert Mikrosekunden erreichbar.

PROFINET IO beschreibt den gesamten Datenaustausch zwischen Controllern (Steuerungen) und Devices (Feldgeräte). Es eignet sich gut bei geforderten Buszyklus-Zeiten von ein paar Millisekunden. Die weit verbreitete PROFIBUS-Peripherie kann bei modularen Feldgeräten unverändert eingesetzt werden (Investmentschutz). Nur der Busanschluss ist auszutauschen. Aufgrund des geforderten schnellen Datenaustauschs verwendet PROFINET IO als Netzwerk-Komponenten nur Switches. Hubs eignen sich hierfür nicht. Bestehende, Hub-basierte Ethernet-Anlagen können auf einfache Weise erweitert werden. Es ist nur sicherzustellen, dass die PROFINET-Teilnehmer jeweils über einen Switch angeschlossen sind. PROFIBUS-Feldgeräte können nahtlos über einen IO-Proxy in das PROFINET IO-System eingebunden werden. Das Engineering ist bei PROFINET IO vom *look and feel* nahezu identisch wie bei PROFIBUS.

### 3.3.1 Der Funktionsumfang von PROFINET IO

- **Die zyklische Daten-Übertragung:** Prozessorientierte I/O-Daten werden in einem parametrierbaren Takt zwischen Provider und Consumer übertragen. Der Anlagenbetreiber kann das Sendeintervall unterschiedlich zum Empfangsintervall einstellen (im RT-Kanal).
- **Alarmbehandlung:** Sämtliche Prozess- und Diagnose-Ereignisse sind in einer PROFINET-Anlage per Alarm zu übertragen. Die Alarme überträgt das IO-Feldgerät als hochprioritäre RT-Nachrichten. Diese müssen quittiert werden (RT-Kanal).
- **Die azyklische Übertragung:** Bedarfsorientierte Daten wie beispielsweise das Schreiben und Lesen von Parametern oder das Lesen von Diagnoseinformationen können azyklisch über den UDP/IP-Kanal ausgetauscht werden.
- **Der Daten-Querverkehr:** Prozessdaten können auch ohne Beteiligung der übergeordneten Steuerung zwischen mehreren Feldgeräten direkt ausgetauscht werden.
- **Die Taktsynchronität:** Bei einer Standard-Ethernet-Kommunikation unterliegt der Datenverkehr einer gewissen Streuung. Der geplante Buszyklus kann um bis zu 100 % abweichen. Die Taktsynchronität sorgt dafür, dass der Buszyklus immer genau eingehalten wird. Abweichungen vom Beginn eines Buszyklus von  $< 1 \mu\text{s}$  werden garantiert (IRT-Kanal).
- **Die automatische Adressvergabe:** In einem bei PROFINET standardmäßig integrierten Protokoll erfolgt die Adressvergabe automatisch.

#### *Das Gerätemodell bei PROFINET IO*

Die Strukturierung eines PROFINET IO-Devices orientiert sich an einem modular aufgebauten Feldgerät. Dabei bilden die einzelnen Module die Schnittstelle zum Prozess.

#### *PROFINET IO und Real-Time (RT)*

Die RT-Kommunikation stellt die Basis für den Datenaustausch bei PROFINET IO dar. Da der Systemhochlauf und die azyklische Kommunikation über den UDP/IP-Kanal erfolgen, muss jedes PROFINET IO-Feldgerät die Kommunikation über UDP/IP parallel zum Real-Time-Betrieb unterstützen. Zeitkritische Dienste, wie beispielsweise der zyklische Datenaustausch, die Adressierung der Feldgeräte und das Übertragen von Alarmen werden über den RT-Kanal abgewickelt. Die Unterscheidung zwischen UDP/IP-Frames und RT-Frames sind anhand der unterschiedlichen Ethertypes im Datenframe sichergestellt.

Die zyklischen Daten überträgt der Provider ungesichert und ohne Quittierung zum Consumer in einem parametrierbaren Raster. Das Ausbleiben von zyklischen Daten überwacht der Consumer durch eine projektierte Überwachungszeit. Die sequenzgerechte Übertragung und die Gültigkeit der I/O-Daten sind bereits durch Statusinformationen beim Datenaustausch gekennzeichnet. Die Realisierung des RT-Kanals in einem Feldgerät kann mit Standard-Ethernet-Controllern erfolgen.

#### *PROFINET IO und die Taktsynchronität (IRT)*

Unter Taktsynchronität versteht man bei PROFINET die deterministische Datenübertragung mit einer garantierten maximalen Abweichung der Datenübertragung vom eingestellten Buszyklus.