



PROFINET Systembeschreibung

Technologie und Anwendung

Inhaltsverzeichnis

1. PROFINET im Überblick.....	1	6. Optionale Funktionen.....	11
1.1 Conformance Classes	2	6.1 Mehrfachzugriff auf Feldgeräte	12
1.2 Normung	2	6.2 Erweiterte Geräteidentifizierung.....	12
2. Modellierung und Engineering.....	2	6.3 Individual-Parameter-Server	12
2.1 Systemmodell eines PROFINET IO-Systems	3	6.4 Configuration in Run	13
2.2 Gerätemodell eines IO-Devices.....	3	6.5 Zeitstempelung	13
2.3 Gerätebeschreibungen	4	6.6 Schneller Wiederanlauf.....	13
2.4 Kommunikationsbeziehungen	4	6.7 Höhere Verfügbarkeit.....	13
2.5 Adressierung.....	4	6.8 Aufruf eines Engineeringwerkzeuges .	14
2.6 Engineering eines IO-Systems	5	7. Integration von Feldbussystemen ..	14
2.7 Webintegration.....	5	8. Applikationsprofile	15
3. Grundfunktionen.....	6	8.1 PROFIsafe.....	15
3.1 Zyklischer Datenaustausch	6	8.2 PROFIdrive	15
3.2 Azyklische Daten.....	7	8.3 PROFInergy	16
3.3 Geräte- / Netzwerkdiagnose	7	9. PROFINET für die Prozessautomatisierung	16
4. Netzwerkdiagnose und -management.....	8	10. Netzwerkinstallation.....	16
4.1 Network Management Protokoll.....	8	10.1 Netzaufbau	17
4.2 Nachbarschaftserkennung	8	10.2 Kabel für PROFINET	17
4.3 Darstellung der Topologie.....	8	10.3 Steckverbinder.....	18
4.4 Gerätetausch.....	8	10.4 Security	18
4.5 Integration der Netzwerk-Diagnose in die IO-System-Diagnose	9	11. PROFINET Technologie und Zertifizierung	19
5. Synchroner Echtzeit	9	11.1 Technologiesupport	19
5.1 Synchronisierte Kommunikation	9	11.2 Werkzeuge für die Produktentwicklung.....	19
5.2 Mischbetrieb.....	10	11.3 Zertifizierungstest.....	19
5.3 Optimierte IRT Betriebsart	11	12. PROFIBUS & PROFINET International (PI).....	20
		12.1 Aufgaben von PI.....	20
		12.2 Literatur von PI.....	21

Hinweise zum Inhalt

Dieses Dokument beschreibt alle wesentlichen Aspekte der PROFINET-Technologie.

Kapitel 1 führt in PROFINET ein und vermittelt einen Überblick über Marktstellung und den modularen Aufbau.

Kapitel 2 beschreibt die zugrunde liegenden Modelle und das Engineering eines PROFINET-Systems.

Kapitel 3 bis 5 behandeln die Grundfunktionen der PROFINET-Kommunikation aus Sicht der Conformance Classes.

Kapitel 6 enthält eine kurze Beschreibung von optionalen Funktionen, die in unterschiedlichen Applikationen angewendet werden.

Kapitel 7 bis 9 widmen sich der Integration anderer Technologien wie Feldbusse, Profile sowie spezifischer Themen der Prozessautomatisierung in PROFINET und beschreiben den zusätzlichen Nutzen für PROFINET-Systeme.

Kapitel 10 beschreibt relevante Aspekte von PROFINET-Netzen wie Topologien, Kabel, Stecker, Webintegration und Security.

Kapitel 11 wendet sich an Produktverantwortliche mit Hinweisen zur Produktimplementierung und Zertifizierung.

Kapitel 12 informiert über PROFIBUS & PROFINET International als weltweit größte Interessensgemeinschaft für die industrielle Automation.

1 PROFINET im Überblick

PROFINET ist der Kommunikationsstandard für die Automatisierung von PROFIBUS & PROFINET International (PI).

Das modulare Funktionsspektrum macht PROFINET zu einer flexiblen Lösung für alle Anwendungen und Märkte. Mit PROFINET können Anwendungen für die Fertigungs- sowie Prozessautomatisierung, für Safety Applikationen und das gesamte Spektrum der Antriebstechnik bis hin zu isochronen Motion-Control Anwendungen realisiert werden. Unter Nutzung von Applikationsprofilen kann PROFINET in allen Branchen der Automatisierungstechnik optimal eingesetzt werden.

Die folgenden 10 Gründe sprechen für PROFINET:

1. Benutzerfreundlichkeit

Für Anlagen- bzw. Maschinenbauer minimiert der Einsatz von PROFINET die Kosten bei Installation, Engineering und Inbetriebnahme.

Der Anlagenbetreiber profitiert von der einfachen Anlagenerweiterbarkeit, einer hohen Anlagenverfügbarkeit und der schnellen und effizienten Automatisierung.

2. Flexible Netztopologie

PROFINET ist 100%-Ethernet-kompatibel gemäß IEEE-Standards und folgt mit seiner flexiblen Linien-, Ring- und Sternstruktur, mit Kupfer- und Lichtwellenleiterlösungen den Gegebenheiten der bestehenden Anlage. PROFINET erspart aufwändige Sonderlösungen und ermöglicht drahtlose Kommunikation mit WLAN und Bluetooth.

3. Eingebaute Diagnose

PROFINET umfasst intelligente Diagnosekonzepte für Feldgeräte und Netzwerke. Azyklisch übertragene Diagnosedaten liefern wichtige Informationen über den Zustand von Geräten und Netzwerk inklusive der Darstellung der Topologie des Netzwerkes.

4. Integrierte Sicherheit

Die bei PROFIBUS bewährte Safety-Technologie PROFIsafe ist auch für PROFINET verfügbar. Durch Standard- und sicherheitsgerichtete Kommunikation über ein und dasselbe Kabel ergeben sich Einsparungen in Geräten, im Engineering und im Aufbau.

5. Hohe Verfügbarkeit

PROFINET integriert automatisch reagierende Redundanzlösungen. Die definierten Konzepte für Medien- und System-Redundanz erhöhen die Anlagenverfügbarkeit deutlich.

6. Skalierbare Echtzeit

In allen Applikationen von einfachen Steuerungsaufgaben bis hin zu anspruchsvollen Motion-Control Anwendungen erfolgt die Kommunikation über ein und dasselbe Kabel. Für hochgenaue Regelungsaufgaben können zeitkritische Prozessdaten deterministisch und isochron mit einem Jitter von weniger als einer μs übertragen werden.

7. Erweiterte Systemstrukturen

Neben der klassischen Automatisierungsstruktur mit einer Steuerung mit Ihren Feldgeräten können auch hierarchische Strukturen mit intelligenten Feldgeräten und die gemeinsame Nutzung von Feldgeräten und Eingangsbaugruppen durch mehrere Steuerungen realisiert werden.

8. Alles auf einem Kabel

PROFINET erfüllt die unterschiedlichsten Anforderungen mit seiner durchgängigen, Ethernet-basierten Kommunikation, vom datenintensiven Parametrieren bis zur extrem schnellen I/O-Datenübertragung. PROFINET ermöglicht damit Automatisierung in Real-Time. Zusätzlich bietet PROFINET eine direkte Schnittstelle zur IT-Ebene.

9. Unterstützung für Energieoptimierung

Mit dem in den PROFINET Geräten integrierten Profil PROFIenergy kann der Energieverbrauch in einer Automatisierungsanlage nach einem einheitlichen Verfahren gemessen durch gezieltes Ein- und Ausschalten der Funktionen ohne zusätzliche Hardware gesteuert werden.

10. Weltweite Unterstützung

In der weltweiten Organisation PROFIBUS & PROFINET International (PI) werden Spezifikationen und Dokumentationen zusammengestellt. Ausbildung und Beratung wird durch ein weltweites Netz von Kompetenzzentren sichergestellt. Durch die Etablierung des bewährten Zertifizierungsprozesses wird ein hoher Qualitätsstandard von PROFINET Produkten und Interoperabilität in den Anlagen gewährleistet.

1.1 Conformance Classes

Der Funktionsumfang von PROFINET IO ist übersichtlich in „Conformance Classes“ (abgekürzt: „CC“) eingeteilt. Sie bieten eine praktische Zusammenfassung verschiedener Mindesteigenschaften.

Es gibt drei aufeinander aufbauende Conformance Classes, die an typischen Applikationen ausgerichtet sind (Bild 2).

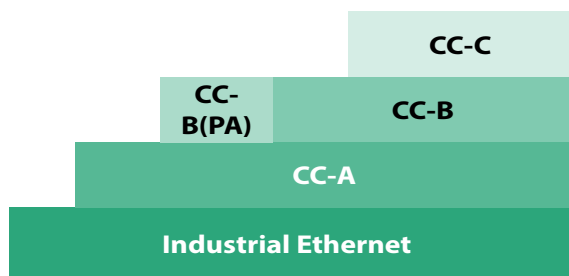


Bild 2: Aufbau der Conformance Classes

Die CC-A bietet Grundfunktionen für PROFINET IO mit RT-Kommunikation. Alle IT-Services können uneingeschränkt eingesetzt werden. Typische Anwendungen findet man beispielsweise in der Gebäudeautomation. Wireless-Kommunikation ist für diese Klasse spezifiziert.

Die CC-B erweitert das Konzept um Netzwerkdiagnose über IT-Mechanismen sowie Topologieinformationen. Die für die Prozessautomatisierung wichtige Funktion Systemredundanz ist in einer Erweiterung der CC-B zur CC-B(PA) enthalten.

Die CC-C beschreibt die Basisfunktionen für Geräte mit hardwareunterstützter Bandbreitenreservierung

und Synchronisation (IRT-Kommunikation) und ist damit die Basis für taktische Applikationen.

Die Conformance Classes sind außerdem Grundlage für die Zertifizierung und für die Verkabelungsrichtlinien.

Eine ausführliche Beschreibung der CC's finden Sie in dem Dokument „Die PROFINET IO Conformance Classes“ [7.041].

1.2 Normung

Das PROFINET-Konzept wurde in enger Verbindung mit den Endanwendern auf der Basis von Standard-Ethernet nach IEEE 802 in den Normen IEC 61158 und 61784 normiert. Im Bild 3 sind weitere Festlegungen der Funktionalitäten als unterschiedliche gemeinsame Profile aufgeführt. Diese bilden die Basis für Geräte- oder Anwendungsspezifische Profile. Für die notwendigen Schritte der Planung, des Engineerings und der Inbetriebnahme sind Anleitungen erstellt. Die Grundlagen dazu bilden die Richtlinien für das Engineering der PROFINET Systeme.

2 Modellierung und Engineering

In diesem Abschnitt werden die Modelle eines PROFINET IO-Systems vorgestellt und am Beispiel eines Planungsvorgangs die Möglichkeiten der Adressierung erläutert.

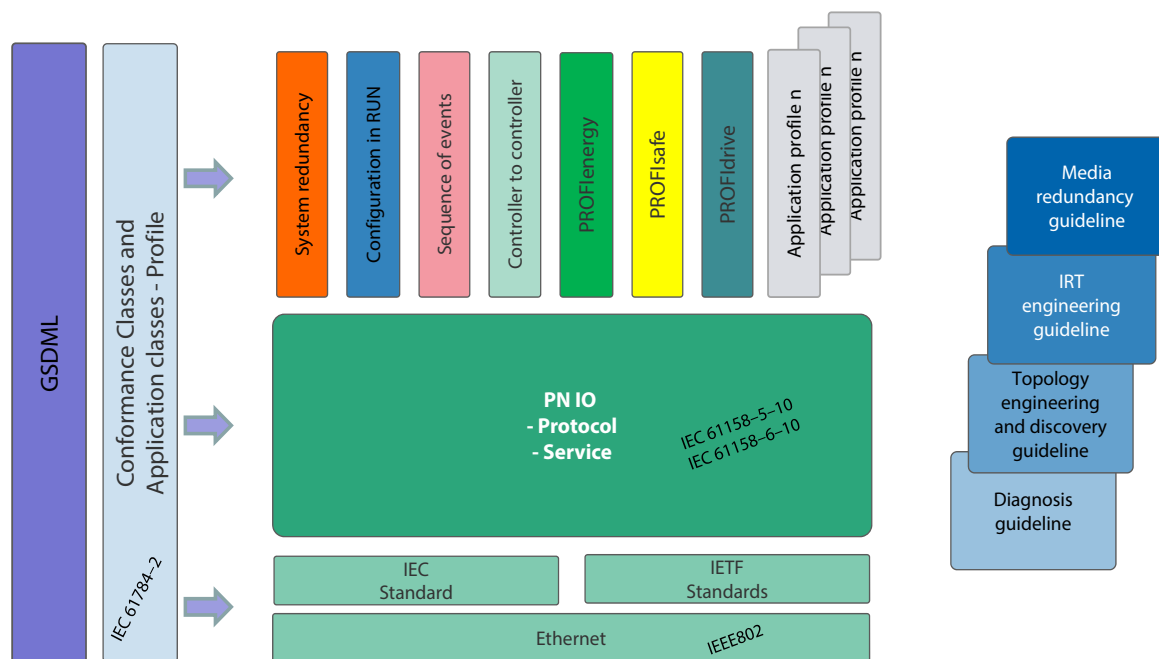


Bild 3: Struktur der Normen

2.1 Systemmodell eines PROFINET IO-Systems

PROFINET IO folgt beim Datenaustausch dem Provider-Consumer-Modell. Das Projektieren eines PROFINET IO-Systems ist im „look and feel“ wie bei PROFIBUS gehalten. Bei PROFINET IO sind folgende Geräteklassen definiert (Bild 4):

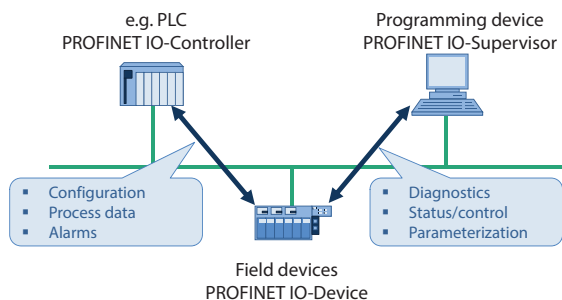


Bild 4: Kommunikationspfade bei PROFINET IO

IO-Controller: Dies ist typischerweise die Speicher-Programmierbare-Steuerung (SPS), in der das Automatisierungsprogramm abläuft. Verglichen mit PROFIBUS wäre das die Funktionalität eines Klasse-1-Masters. Der IO-Controller stellt den projektierten IO-Devices die Ausgangsdaten als Provider zur Verfügung und ist der Consumer der Eingangsdaten der IO-Devices.

IO-Device: Ein IO-Device ist ein dezentral angeordnetes I/O-Feldgerät, das über PROFINET IO an einen oder mehrere IO-Controller angekoppelt wird. Verglichen mit PROFIBUS entspricht das der Funktion eines Slaves. Das IO-Device ist der Provider der Eingangsdaten und der Consumer der Ausgangsdaten.

IO-Supervisor: Dies kann ein Programmiergerät (PG), Personal Computer (PC) oder Human Machine Interface-Gerät (HMI) zu Inbetriebsetzungs- oder Diagnosezwecken sein und entspricht dem Master der Klasse 2 bei PROFIBUS.

In einer Teilanlage gibt es mindestens einen IO-Controller und ein oder mehrere IO-Devices. IO-Supervisors sind für Inbetriebnahmezwecke und Fehlersuche meist nur temporär eingebunden.

2.2 Gerätemodell eines IO-Devices

Alle Feldgeräte sind in ihren technischen und funktionellen Möglichkeiten durch das Gerätemodell beschrieben, das durch das DAP (**Device Access Point**) und die definierten Module für eine bestimmte Gerätefamilie festgelegt ist. Ein DAP ist der Zugangspunkt für die Kommunikation mit der Ethernet-Schnittstelle und dem Verarbeitungsprogramm. Ihm

kann eine Vielzahl von Peripheriebaugruppen zugeordnet werden, um den eigentlichen Prozessdatenverkehr zu bewerkstelligen.

Folgende Strukturen sind für ein IO-Device standardisiert:

- Der **Slot** kennzeichnet den Steckplatz einer Peripherie-Baugruppe oder eines Moduls in einem modularen I/O-Feldgerät. Anhand der unterschiedlichen Slots werden die projektierten Module adressiert, die einen oder mehrere Subslots für den Datenaustausch enthalten.
- Innerhalb eines Slots bilden die **Subslots** die eigentliche Schnittstelle zum Prozess (Ein-/Ausgänge). Die Granularität eines Subslots (Bit-, Byte-, wortweise Aufteilung der I/O-Daten) bestimmt der Hersteller. Der Dateninhalt eines Subslots wird immer durch eine Statusinformation begleitet, aus der die Gültigkeit der Daten abgeleitet werden kann.

Der **Index** spezifiziert die Daten innerhalb eines Slots/Subslots, die azyklisch über Read-/Write-Services gelesen oder geschrieben werden können. Anhand eines Index können beispielsweise Parameter an eine Baugruppe geschrieben oder herstellerspezifische Baugruppendaten ausgelesen werden. Dabei sind in der Norm bestimmte Indexe festgelegt und weitere können durch den Hersteller frei definiert werden.

Die Adressierung der zyklischen I/O-Daten erfolgt durch die Angabe der Slot/Subslot-Kombination. Diese können vom Hersteller frei definiert werden. Beim azyklischen Datenverkehr über Read-, Write-Services kann eine Anwendung die zu adressierenden Daten mit **Slot**, **Subslot** und **Index** spezifizieren (Bild 5).

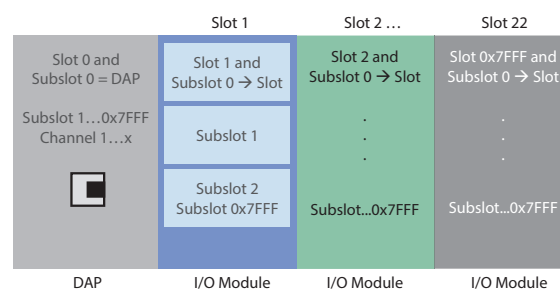


Bild 5: Adressierung der IO-Daten bei PROFINET anhand von Slots und Subslots

Damit es bei der Definition von Anwenderprofilen (wie z.B. bei PROFIdrive, Wiegen und Dosieren...) nicht zu konkurrierenden Zugriffen kommen kann, ist das **API** (**Application Process Identifier/Instance**) als weitere Adressierungsebene definiert.

PROFINET unterscheidet **kompakte Feldgeräte**, in denen der Ausbaugrad im Auslieferungszustand bereits festgelegt und durch den Anwender nicht verändert werden kann, von den **modularen Feldgeräten**, wo der Ausbaugrad für unterschiedliche Anwendungen beim Projektieren der Anlage individuell an den Einsatzfall angepasst werden kann.

2.3 Gerätebeschreibungen

Um ein Anlagen-Engineering durchführen zu können, sind die GSDML-Dateien (General Station Description) der zu projektierenden Feldgeräte erforderlich. Diese auf XML-basierte GSDML beschreibt die Eigenschaften und Funktionen der PROFINET IO-Feldgeräte. Sie enthält alle relevanten Daten, die sowohl für das Engineering als auch für den Datenaustausch mit dem Feldgerät von Bedeutung sind. Diese hat der Feldgerätehersteller gemäß GSDML-Spezifikation auf Basis von XML zu liefern.

2.4 Kommunikationsbeziehungen

Um die Kommunikation zwischen der übergeordneten Steuerung und einem IO-Device aufzubauen, müssen die Kommunikationswege etabliert werden. Diese werden im Systemanlauf vom IO-Controller aufgrund der vom Engineering-System erhaltenen Projektierungsdaten eingerichtet. Damit ist der Datenaustausch eindeutig spezifiziert.

Jeder Datenaustausch ist in eine AR (**A**pplication **R**elation) eingebettet (Bild 6). Innerhalb der AR spezifizieren CR (**C**ommunication **R**elations) die Daten eindeutig. Dadurch werden neben allgemeinen Kommunikationsparametern alle Daten für die Gerätemodellierung in das IO-Device geladen. Zu einem IO-Device können z.B. für Chared-Device mehrere ARs von unterschiedlichen IO-Controllern aufgebaut werden.

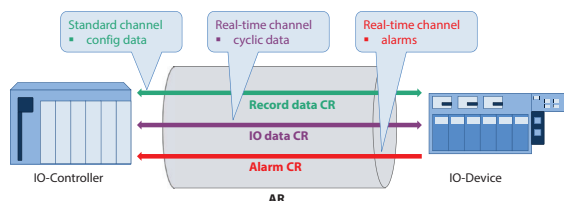


Bild 6: Application- und Communication Relations

Gleichzeitig werden die Kommunikationskanäle für den zyklischen Datenaustausch (IO Data CR), azyklischen Datenaustausch (Record Data CR) und die Alarme (Alarm CR) eingerichtet.

In einem PROFINET-System können mehrere IO-Controller eingesetzt werden (Bild 7). Sollen diese IO-Controller auf dieselben Daten in den IO-Devices zugreifen können, so ist das bereits beim Projektieren anzugeben (Shared Devices, Shared Inputs).

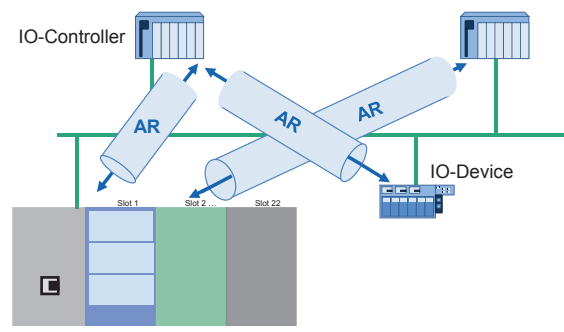


Bild 7: Zugriff mehrerer Application Relations auf ein Feldgerät möglich

Ein IO-Controller kann zu mehreren IO-Devices jeweils eine AR aufbauen. Innerhalb einer AR können mehrere IOCRs auf unterschiedliche API's für den Datenaustausch genutzt werden. Dies kann beispielsweise sinnvoll sein, wenn mehrere Anwenderprofile (PROFIdrive, Encoder, etc.) an der Kommunikation beteiligt sind, die unterschiedliche Subslots benötigen. Für einer IOCR erfolgt die Unterscheidung durch die angegebenen APIs.

2.5 Adressierung

Ethernet-Geräte kommunizieren immer mit ihrer eindeutigen MAC-Adresse (siehe Kasten).

MAC-Adresse und OUI (Organizationally Unique Identifier)

Jedes PROFINET Gerät wird anhand seiner weltweit einmaligen MAC-Adresse adressiert. Diese MAC-Adresse besteht aus einer Firmenkennung (Bits 24 ... 47) als OUI (Organizationally Unique Identifier) und einer laufenden Nummer (Bits 0 ... 23). Mit einer OUI lassen sich somit von einem Hersteller bis zu 16.777.214 Produkte identifizieren.

Bitwertigkeit 47 ... 24			Bitwertigkeit 23 ... 0		
00	0E	CF	XX	XX	XX
Firmenkennung -> OUI			Laufende Nummer		

Die OUI ist über das IEEE-Standards Department kostenpflichtig erhältlich.

PI bietet allen Geräteherstellern, die keinen eigenen OUI beantragen wollen, 4 K-Bereiche der PI OUI an. Durch diesen Service können Firmen MAC-Adressen direkt beim PI Support Center erwerben. Die OUI von PI ist 00-0E-CF.

In einem PROFINET IO-System erhält jedes Feldgerät einen symbolischen Namen, der das Feldgerät in diesem IO-System eindeutig identifiziert. Dieser Name wird für die Zuordnung der IP-Adresse zur MAC-Adresse des Feldgerätes verwendet. Dazu wird das DCP-Protokoll (Discovery and basic Configuration Protocol) eingesetzt.

Dieser Name wird bei der Inbetriebnahme von einem Engineering-Werkzeug mit dem DCP-Protokoll den einzelnen IO-Devices und somit seiner MAC-Adresse zugewiesen (Gerätetaufe). Optional kann der Name dem IO-Device auch über eine festgelegte Topologie auf Grund der Nachbarschaftserkennung vom IO-Controller automatisch zugeteilt werden.

Das Zuweisen der IP-Adresse erfolgt auf Grund des Gerätenamens mit dem DCP-Protokoll. Da DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) international große Verbreitung gefunden hat, sieht PROFINET die Adresseinstellung optional über DHCP oder über herstellerspezifische Mechanismen vor.

Welche Möglichkeiten ein Feldgerät unterstützt, ist in der GSDML-Datei für das jeweilige Feldgerät definiert.

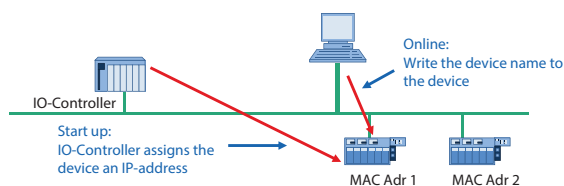


Bild 8: Namensvergabe

2.6 Engineering eines IO-Systems

Jeder Hersteller eines IO-Controllers stellt auch ein Engineering-Tool zur Projektierung einer PROFINET Anlage zur Verfügung.

Bei der Projektierung werden die in einem PROFINET IO-System der oder die IO-Controller und die zu kontrollierenden IO-Devices definiert. Dazu werden die gewünschten Eigenschaften des zyklischen Datenaustausches in den Kommunikationsbeziehungen festgelegt.

Ebenso muss für jedes IO-Device auf Grund der in der GSDML-Datei festgelegten Module und Submodule die vorgesehene Bestückung der Slots und Subslots des IO-Devices festgelegt werden. Gleichzeitig können das Verhalten und die Eigenschaften der Geräte und Module mit Parametern präzisiert werden. Die reale Anlage baut sich der Projektteur sozusagen symbolisch im Engineering-Tool auf. Bild 9 zeigt den Zusammenhang zwischen GSDML-Definitionen, Projektierung und realer Anlagensicht.

Bei der Inbetriebnahme wird die Konfiguration des PROFINET IO-Systems in den IO-Controller geladen. Damit hat ein IO-Controller alle Informationen für die Adressierung der IO-Devices und des Datenaustauschs.

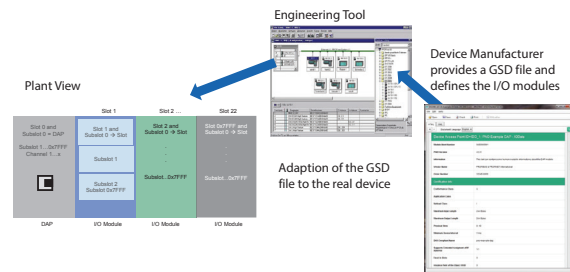


Bild 9: Zuordnung der Definitionen in der GSD-Datei zu den IO-Devices beim Projektieren der Anlage

Entweder werden nun die Geräte des PROFINET IO-Systems mit dem Engineering-Tool getauft oder der IO-Controller bekommt die geplante Topologie mitgeteilt und kann diese Namen beim Systemhochlauf auf Grund dieser Angaben selber zuteilen. Mit den zugeteilten Namen kann der IO-Controller allen geplanten IO-Devices ihre IP Adressen beim Systemhochlauf zuteilen. Der Systemhochlauf wird nach dem Anlauf oder Wiederanlauf immer von einem IO-Controller anhand der Projektierungsdaten angestoßen und läuft aus Sicht des Anwenders selbständig ab. Im Systemhochlauf baut jeder IO-Controller eine eindeutig spezifizierte Applikationsbeziehung (AR) mit den dazugehörigen Kommunikationsbeziehungen (CR) zu jedem projektierten IO-Device auf. Dabei werden die zyklischen I/O-Daten, die Alarmer, der Austausch der azyklischen Read-/Write-Dienste und die erwarteten Module/Submodule festgelegt. Nach erfolgreichem Systemhochlauf können der Austausch von zyklischen Prozessdaten, Alarmer und der azyklische Datenverkehr durchgeführt werden.

2.7 Webintegration

PROFINET basiert auf Ethernet und unterstützt TCP/IP. Dies ermöglicht unter anderen auch die Nutzung von Webtechnologien wie den Zugriff auf einen integrierten Webserver der Feldgeräte. Je nach Umsetzung in den Geräten sind zum Beispiel Diagnose- und weitere Informationen so über übliche Standard-Webbrowser einfach und auch über Netzwerkgrenzen hinweg abrufbar. PROFINET selber definiert keine spezifischen Inhalte oder Formate sondern ermöglicht eine offene und freie Implementierung.

3 Grundfunktionen

Die Grundfunktionen der Conformance-Class A umfassen den zyklischen Austausch von I/O-Daten mit Real Time-Eigenschaften, den azyklischen Datenverkehr zum Lesen und Schreiben von bedarfsorientierten Daten (Parameter, Diagnose) inklusive der Identification & Maintenance-Funktion (I&M) zum Auslesen von Geräteinformationen und ein flexibles Alarmmodell zur Signalisierung von Geräte- und Netzwerkfehlern mit drei Alarmstufen (Wartungsanforderung, dringende Wartungsanforderung und Diagnose) -> siehe Tabelle 1.

Anforderung	Technische Funktion/ Lösung
Zyklischer Datenaustausch	PROFINET mit RT Kommunikation
Azyklische Parameterdaten/ Geräteidentifizierung (HW/ FW)	Read Record/ Write Record I&M0
Geräte/ Netzwerkd Diagnose (Alarme)	Diagnose und Maintenance

Tabelle 1: Liste der Grundfunktionen

3.1 Zyklischer Datenaustausch

Die zyklischen I/O-Daten werden in einem parametrierbaren Raster zwischen Provider und Consumer als Real-Time-Daten unquittiert über die „IO Data CR“ übertragen. Die Zykluszeit kann

für die Verbindungen zu den einzelnen Geräten individuell festgelegt und somit an die Bedürfnisse der Anwendung angepasst werden. Ebenso kann die Zykluszeit der Ein- und Ausgabedaten im Bereich von 250 µs bis 512 ms unterschiedlich gewählt werden.

Die Verbindungsüberwachung erfolgt anhand einer Zeitüberwachung, die aus einem mehrfachen der Zykluszeit abgeleitet wird. Bei der Datenübertragung im Frame sind die Daten eines Subslots im Anschluss von einem Providerstatus begleitet. Diese Status-Informationen werden vom jeweiligen Consumer der I/O-Daten ausgewertet. Damit kann er die Gültigkeit der Daten allein aus dem zyklischen Datenaustausch beurteilen. Zusätzlich werden die Consumer-Status für die Gegenrichtung übertragen.

Die Telegramme enthalten im Anschluss an die Daten Begleitinformationen, die Aussagen über deren Gültigkeit treffen, Informationen zur Redundanz tragen und den Diagnosezustand bewerten (Data Status, Transfer Status). Auch die Zyklusinformation (Cycle Counter) des Providers ist angegeben, so dass man dessen Aktualisierungsrate auf einfache Weise ermitteln kann. Das Ausbleiben der zyklischen Daten wird vom jeweiligen Consumer der Kommunikationsbeziehung überwacht. Bleibt der Empfang der projektierten Daten innerhalb der Überwachungszeit aus, schickt der Consumer eine Fehlermeldung an die Applikation (Bild 10).

Der zyklische Datenaustausch kann mit Standard-Ethernet-Controllern realisiert werden und erfolgt ohne TCP/IP-Informationen direkt auf Layer 2 mit dem Ethertype 0x8892.

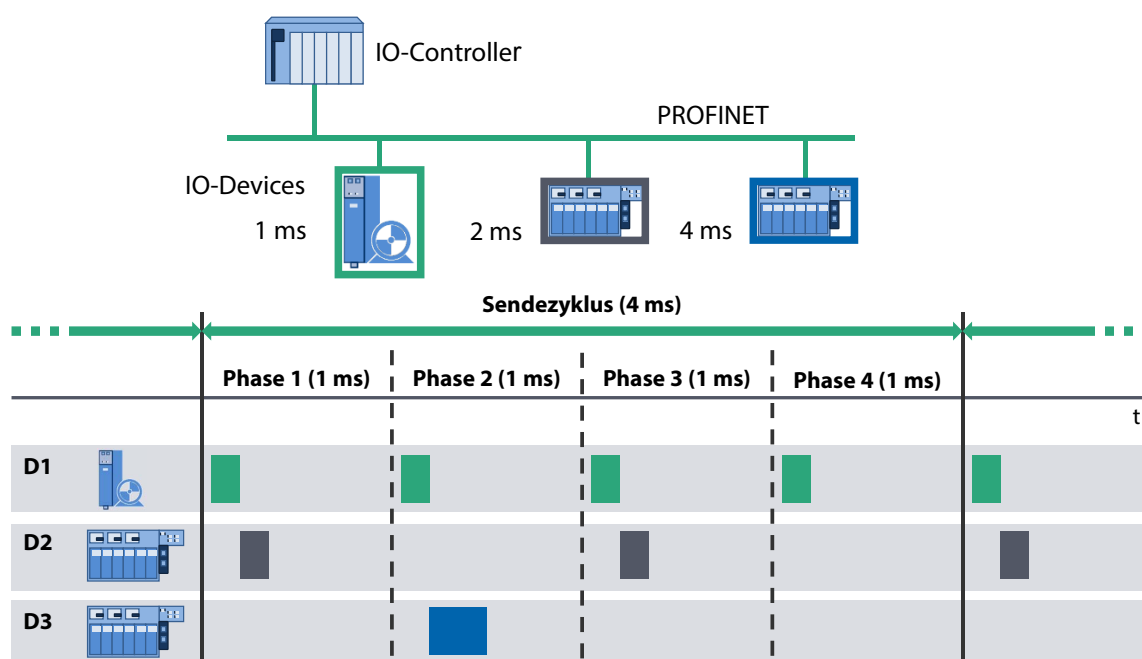


Bild 10: Real-time Kommunikation mit Überwachung der Zykluszeit

Für die Netzwerkinfrastruktur bei CC-A können handelsübliche Switches verwendet werden, die mindestens die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Unterstützung von 100Mb/s Full duplex mit auto crossover und auto negotiation gemäß IEEE 802.1D.
- Priorisierung der zyklischen Daten mit VLAN-Tag Priorität 6 nach IEEE 802.1Q.
- Nachbarschaftserkennung mit Link Layer Discovery Protokoll (LLDP) unterstützen nach IEEE 802.1AB, d.h. diese Meldungen mit dem speziellen Ethertype dürfen vom Switch nicht weitergeleitet werden.

3.2 Azyklischer Datenaustausch

Mit dem azyklischen Datenaustausch über die „Record Data CR“ können IO-Devices parametrieren, konfiguriert oder Statusinformationen ausgelesen werden. Dies wird mit den Read-/Write-Frames über die Standard IT-Dienste mittels TCP/IP¹ bewerkstelligt, wobei die unterschiedlichen Datensätze mit dem Index unterschieden werden. Neben den für den Gerätehersteller frei definierbaren Datensätzen sind auch nachfolgende Systemdatensätze speziell definiert:

Diagnoseinformationen über das Netzwerk und die Geräte kann der Anwender von jedem Gerät aus zu jedem Zeitpunkt auslesen.

Identifikations- und Unterhaltsinformationen (I&M) zur eindeutigen Identifikation der Geräte und Module und deren Versionen.

Für den Unterhalt ist es sehr hilfreich, Identifikationsinformationen aus einem Feldgerät auslesen zu können. Damit können beispielsweise Rückschlüsse auf ein eventuelles Fehlverhalten oder einer nicht unterstützten Funktionalität in einem Feldgerät gezogen werden. Diese Informationen sind in den Datenstrukturen von I&M festgelegt.

Die I&M-Funktionen sind in 5 unterschiedliche Blöcke unterteilt (IM0 ... IM4) und können getrennt über ihren Index adressiert werden. Die IM0-Funktion mit den Informationen über Versionen von Hardware und Firmware muss jedes IO-Device unterstützen.

Die I&M Spezifikation mit dem Titel „Identification & Maintenance Functions“ [3.502] gibt zu diesem Konzept weitere Informationen.

¹ In dieser Broschüre wird TCP/IP als Begriff für die Internetdienste verwendet. Grundsätzlich wird bei PROFINET IO immer UDP als Protokoll verwendet.

3.3 Geräte- / Netzwerkdiagnose

Beim Betrieb und Unterhalt gewinnt heute die Vorgehensweise der zustandsbasierten Instandhaltung an Bedeutung. Basis dafür ist die Fähigkeit von Geräten und Komponenten ihren Zustand zu ermitteln und diesen über abgestimmte Mechanismen zu kommunizieren. Dazu wurde bei PROFINET IO ein System zur zuverlässigen Signalisierung von Alar-men und Zustandsmeldungen durch die IO-Devices an den IO-Controller definiert.

Dieses Alarmkonzept deckt sowohl systemdefinierte Ereignisse (wie Ziehen und Stecken von Baugrup-pen) als auch die Signalisierung von Störungen ab, die in der eingesetzten Steuerungstechnik erkannt wurden (z.B. Lastspannung defekt oder Drahtbruch). Dafür liegt ein Zustandsmodell zu Grunde, welches neben den Zuständen „gut“ und „fehlerhaft“ aber auch optional die zwei Vorwarnstufen „Wartungsbe-darf“ und „Wartungsanforderung“ definiert. Ein typi-sches Beispiel für Wartungsbedarf ist der Verlust der Medienredundanz. Beim Verlust einer redundanten Verbindung wird ein Wartungsbedarf signalisiert, dabei können aber noch alle Teilnehmer erreicht werden.

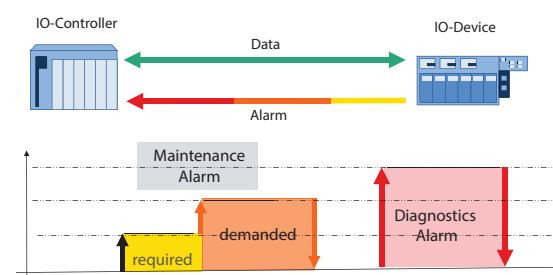


Bild 11: Diagnosemodell zur Signalisierung von Störungen mit unterschiedlicher Priorität

Diagnose-Alarme sind dann anzuwenden, wenn der Fehler oder das Ereignis innerhalb eines IO-Devices oder in Zusammenhang mit den verbundenen Komponenten auftritt. Sie können einen kommenden oder gehenden Störungszustand signalisieren (Bild 11).

Zusätzlich kann der Anwender für Meldungen aus dem Prozess, z.B. Überschreiten einer Grenztemperatur, auch entsprechende **Prozess-Alarme** definieren. In diesem Fall kann das IO-Device noch funktionsfähig sein. Diese Prozess-Alarme können unterschiedlich zu den Diagnose-Alarmen priorisiert werden.

Die Dokumentation „Diagnosis for PROFINET IO“ [7.142] gibt zu diesen Konzepten weitere Informationen.

4 Netzwerkdiagnose und -management

In der Conformance-Class B wird die Netzwerkdiagnose aller PROFINET Geräte erweitert und die Topologieerkennung eingeführt. Diese Informationen werden in der Management Information Base (MIB) und den Erweiterungen zum Link Layer Discovery Protocol (LLDP-EXT MIB) zusammengetragen und können über das Simple Network Management Protocol (SNMP) oder die azyklischen PROFINET Dienst zum Physical Device-Object (PDEV) aus jedem PROFINET Gerät ausgelesen werden.

4.1 Network Management Protokoll

In bestehenden IT-Netzen hat sich für die Wartung und Überwachung der Netzkomponenten und ihrer Funktionen das SNMP als „De-facto-Standard“ durchgesetzt. SNMP kann für Diagnose lesend auf Netzkomponenten zugreifen, um Statistikdaten, die das Netzwerk betreffen sowie portspezifische Daten und Informationen zur Nachbarschaftserkennung auszulesen. Um PROFINET Geräte auch mit etablierten Managementsystemen überwachen zu können, ist die Implementierung von SNMP für Geräte der Conformance Classes B und C obligatorisch.

4.2 Nachbarschaftserkennung

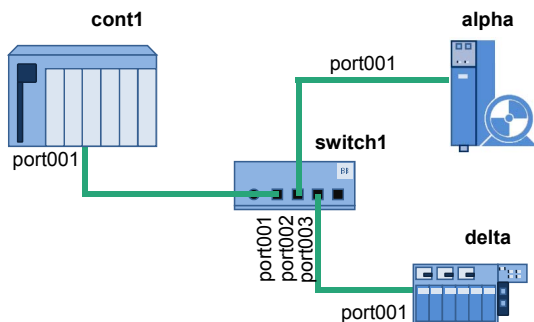


Bild 12: PROFINET-Feldgeräte kennen ihren Nachbarn

Automatisierungsanlagen können flexibel in Form einer sternförmigen oder baumförmigen Linienstruktur aufgebaut sein.

PROFINET-Feldgeräte tauschen mit dem LLDP Protokoll nach IEEE 802.1AB über jeden Port die vorhandenen Adressierungs-Informationen aus. Damit kann der jeweilige Port-Nachbar eindeutig identifiziert und der physikalische Aufbau des Netzwerkes bestimmt werden. Im Bild 12 – als Beispiel – ist das Gerät „delta“ über den „port001“ mit „port003“ vom „switch1“ verbunden.

Mit dieser Nachbarschaftserkennung wird ein Soll-/Istvergleich der Topologie möglich und Veränderungen der Topologie während dem Betrieb können sofort erkannt werden. Dies ist auch die Basis für den automatische Namensgebung beim Gerätetausch.

4.3 Darstellung der Topologie

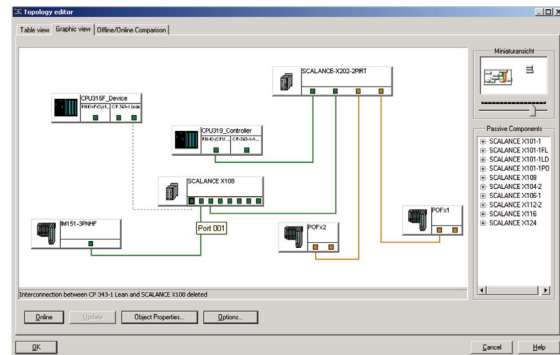
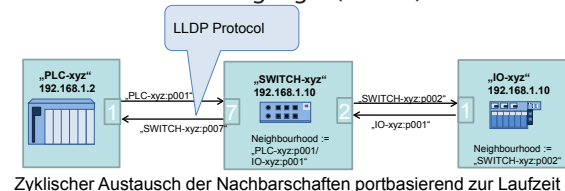


Bild 13: Anlagentopologie

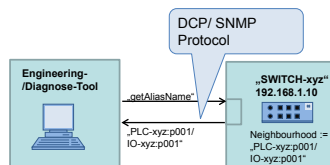
Mit einem geeigneten Tool kann ein Anlagenbetreiber eine Anlagentopologie und eine portgranulare Diagnose grafisch darstellen (Bild 13). Dazu werden mit der Hilfe des SNMP Protokolls die von der Nachbarschaftserkennung gefundenen Information eingesammelt. Damit hat der Anlagenbetreiber einen schnellen Überblick über den Anlagenzustand.

4.4 Gerätetausch

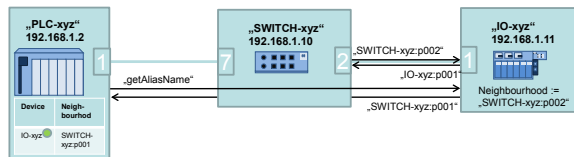
Bei einer bekannten Topologie ist es möglich, beim Ausfall eines Feldgerätes zu überprüfen, ob das Ersatzgerät auch wieder an der richtigen Position angeschlossen wurde. Auch der Gerätetausch ohne den Einsatz eines Engineering Tools ist möglich: Das ersetzte Gerät erhält an einer gewissen Position in der Topologie wieder denselben Namen und Parameter wie sein Vorgänger (Bild 14).



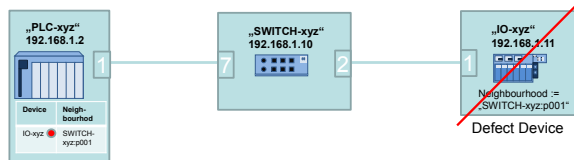
Zyklischer Austausch der Nachbarschaften portbasierend zur Laufzeit



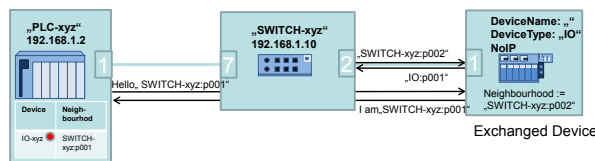
Auslesen der Nachbarschaft aus dem Engineeringsystem



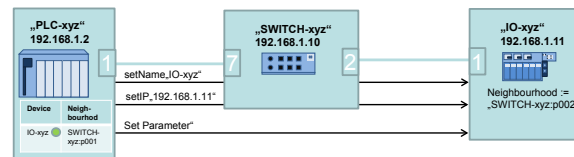
Auslesen der Nachbarschaften portbasierend zur Laufzeit oder über das Engineeringprojekt



Gerät fällt aus



Gerät ohne Name wird eingesetzt, parallel sucht die Steuerung Gerät mit gleicher Nachbarschaft



Steuerung schreibt Name, IP-Adresse und Anlaufparameter auf das Gerät

Bild 14: PROFINET IO unterstützt den komfortablen Gerätetausch und das Anzeigen der Anlagentopologie

4.5 Integration der Netzwerk-Diagnose in die IO-System-Diagnose

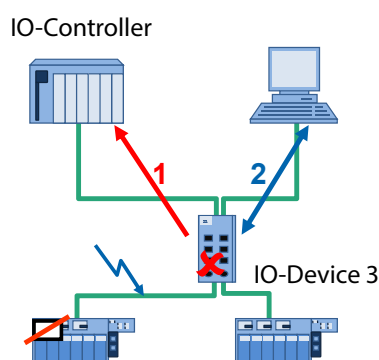


Bild 15: Integration der Netzwerkdiagnose in die IO-Systemdiagnose

Für die Integration der Netzwerkdiagnose in die IO-System-Diagnose muss ein Switch auch als PROFINET IO-Device eingesetzt werden können. Entdeckte Netzwerkfehler eines unterlagerten Ethernet-Strangs und spezielle Betriebszustände kann ein solcher Switch als IO-Device mit der

Übertragung von azyklischen Alarmen über die „Alarm CR“ an seinen IO-Controller melden (Nummer 1 in Bild 15). Damit kann die Netzwerkd Diagnose in die IO-Systemdiagnose integriert werden. Zugriffe aus einem Networkmanager (Nummer 2 in Bild 15) bleiben immer noch möglich.

5 Synchrone Echtzeit

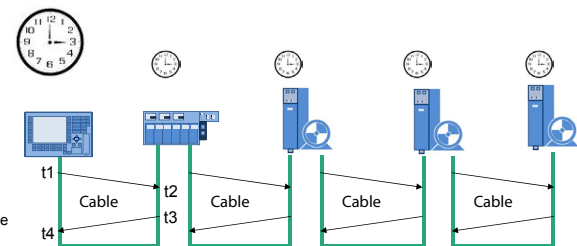


Bild 16: Synchronisation der Taktgeneratoren in einer IRT-Domain durch den Clock-Master

Die Conformance Class C enthält alle notwendigen netzwerkweiten Synchronisierungsfunktionen für Anwendungen mit höchsten Determinismus-Anforderungen. Netzwerke nach Conformance Class C ermöglichen Applikationen mit einem Jitter kleiner einer Mikrosekunde. Die zyklischen Datenpakete werden synchronisiert auf einer reservierten Bandbreite übertragen. Alle anderen Pakete wie zum Beispiel für die Diagnose oder TCP/IP teilen sich den Rest der Ethernet-Bandbreite.

Standardmäßig ist in der Conformance Class C die minimale Updaterate auf 250 µsec definiert. Für höchste Regelgüte kann diese je nach eingesetzter Hardware bis auf 31,25 µs reduziert werden. Um bei Taktzeiten kleiner 250 µsec die Mengengerüste zu erweitern ist eine Optimierung der Telegramme eingebaut (Dynamic Frame Packing, DFP). Mit diesem Verfahren werden in einer Linie verkabelte Teilnehmer mit einem Telegramm angesprochen. Zusätzlich wird bei Taktzeiten kleiner 250 µsec die TCP/IP-Kommunikation fragmentiert und in kleineren Paketen übertragen.

Diese Konzepte und das Vorgehen bei der Planung werden im Dokument „PROFINET IRT Engineering“ [7.172] ausführlich erläutert. Hier folgt eine Zusammenfassung der wichtigsten Elemente.

5.1 Synchronisierte Kommunikation

Damit die Buszyklen synchron (zur gleichen Zeit) mit einer maximalen Abweichung von 1 µs ausgeführt werden können, müssen alle an der synchronen Kommunikation beteiligten Geräte einen gemeinsamen Takt (Clock) aufweisen. Ein Clock-Master synchronisiert alle lokalen

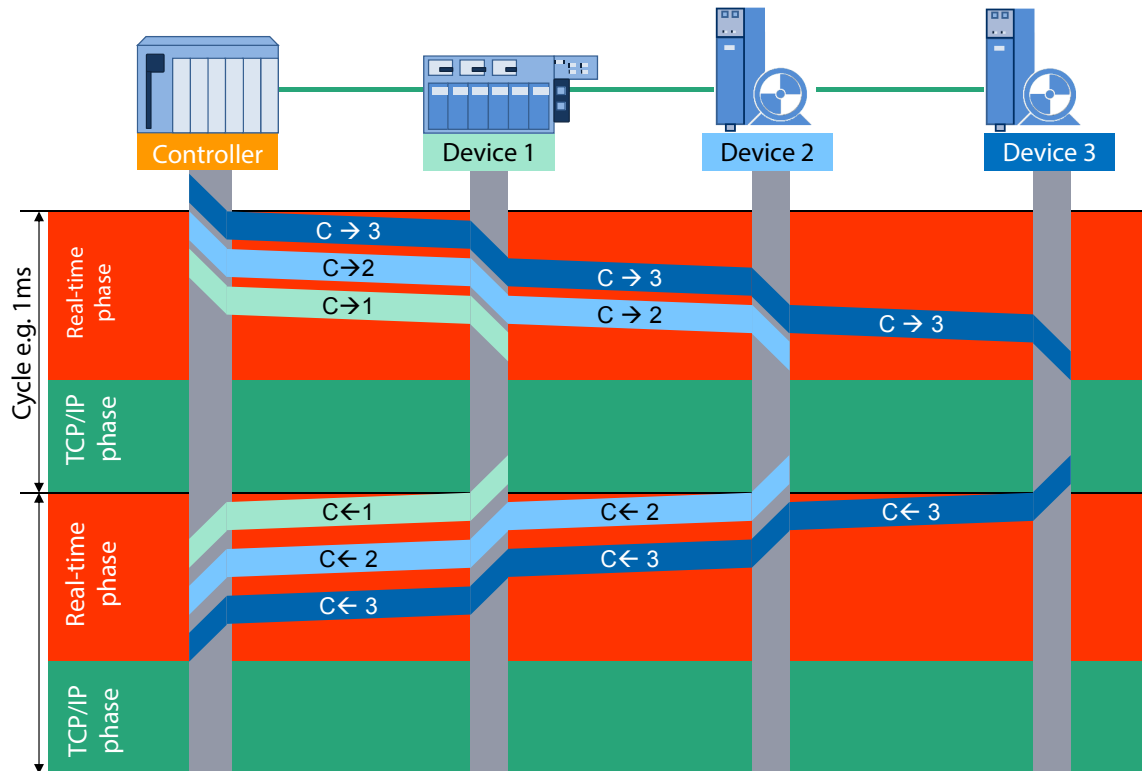


Bild 17: IRT-Kommunikation teilt den Buszyklus in ein reserviertes rotes und ein offenes grünes Intervall auf

Taktgeneratoren der Geräte in einem Taktsystem (IRT Domain) auf denselben Takt mit der Hilfe von Synchronisationstelegrammen (Bild 16). Zu diesem Zweck müssen in einem solchen Taktsystem alle beteiligten Geräte untereinander direkt, ohne Übergang durch nicht synchrone Geräte, verbunden sein. In einem Netzwerk können mehrere unabhängige Taktsysteme definiert werden.

Um die gewünschte Genauigkeit der Synchronisation und des Gleichlauf zu erhalten, wird mit definierten Ethernet-Telegrammen die Laufzeit auf jeder Verbindungsleitung messtechnisch bestimmt und bei der Synchronisation mit eingerechnet. Für die Implementierung dieser Taktsynchronisation sind spezielle Hardware-Vorkehrungen zu treffen.

Der Buszyklus wird bei einer synchronisierten Kommunikation in unterschiedliche Intervalle eingeteilt (Bild 17). Zuerst werden in dem roten Intervall die synchronen Daten übertragen. Dieses rote Intervall ist somit vor Verzögerungen durch andere Daten geschützt und erlaubt ein hohes Maß an Determinismus. Im nachfolgenden offenen, grünen Intervall werden alle anderen Daten nach IEEE 802 und der angegebenen Prioritäten übertragen. Die Aufteilung der einzelnen Intervalle kann variieren. Ist die Weiterleitung dieser Aufträge vor dem Beginn des nächsten reservierten Intervalls nicht sichergestellt, werden diese Frames zwischengespeichert und erst im nächsten grünen Intervall gesendet.

5.2 Mischbetrieb

In einer Automatisierungsanlage können synchrone und nicht synchrone Kommunikation unter bestimmten Voraussetzungen gemischt werden. Ein Mischbetrieb ist in Bild 18 dargestellt. Die

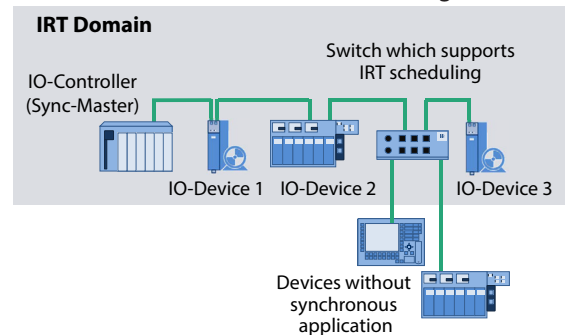


Bild 18: Mischbetrieb von synchronisierten und unsynchronisierten Applikationen

Devices 1 bis 3 haben in diesem Beispiel einen synchronisierbaren Switch im Feldgerät integriert. Die beiden anderen Devices sind über einen Standard Ethernet Port angeschlossen und kommunizieren somit unsynchronisiert. Der Switch stellt sicher, dass dies nur im grünen Intervall erfolgt.

5.3 Optimierte IRT Betriebsart

Bei hohen Anforderungen an die Zeitverhältnisse kann die Effizienz der Topologie-orientierten synchronisierten Kommunikation durch Dynamic Frame Packing (DFP) optimiert werden (Bild 19).

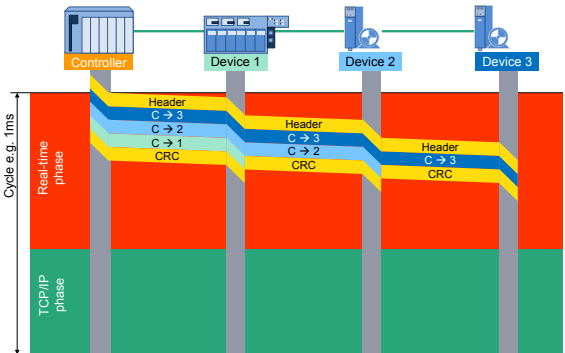


Bild 19: Verpacken von Einzeltelegrammen in ein Summentelegramm

Bei einem Aufbau in Linie werden optional die synchronen Daten von mehreren Geräten in ein Ethernet Frame zusammengefasst. Es können bei jedem Teilnehmer die einzelnen zyklischen Echtzeitdaten dynamisch herausgenommen werden. Da die Daten von den Feldgeräten zum Controller auch strikt synchronisiert sind, können diese vom Switch in ein einziges Ethernet Frame zusammengesetzt werden. Im roten Intervall wird somit im Idealfall nur noch ein Frame für alle bedienten Feldgeräte übertragen, das bei Bedarf im entsprechenden Switch auseinandergenommen oder zusammengesetzt wird. Die Summe dieser Telegramme wird kürzer, da der Header nur einmal übertragen werden muss.

DFP ist optional für Systeme mit hohen Anforderungen. Die Funktionalitäten der anderen Intervalle bleiben erhalten, d.h. auch hier ist ein Mischbetrieb möglich. Um kurze Buszyklen bis zu 31,25 µs zu erreichen, muss man aber auch die grüne Phase stark reduzieren. Dazu werden die Standard Ethernet-Frames für die Anwendung transparent in kleinere Fragmente zerlegt, in kleinen Stücken übertragen und wieder zusammengesetzt.

6 Optionale Funktionen

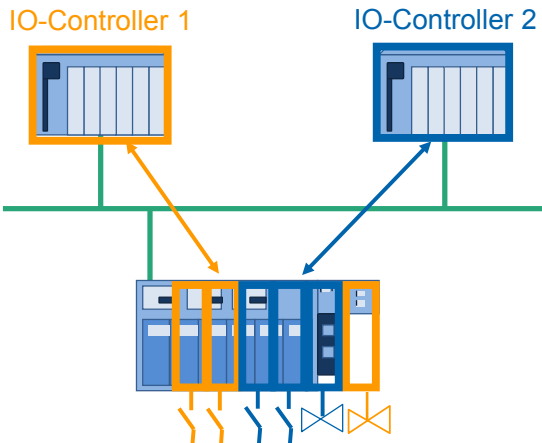


Bild 20: Shared-Device: Zugriff von mehreren Controllern auf unterschiedliche Module in einem Device

Zusätzlich bietet PROFINET eine Vielzahl optionaler Funktionen, die nicht über die Conformance Classes standardmäßig in den Geräten enthalten sind (Tabelle 2). Sollen zusätzliche Funktionen genutzt werden, ist dies im Einzelfall anhand der Geräteeigenschaften (Datenblatt, Handbücher, GSDML-Datei) zu kontrollieren.

Anforderung	Technische Funktion/ Lösung
Mehrfachzugriff von verschiedenen Steuerungen auf Eingänge	Shared Input
Aufteilung von Gerätefunktionen auf verschiedenen Steuerungen	Shared Device
Erweiterte Geräteidentifizierung	Identification & Maintenance IM1-4
Automatische Parametrierung von Geräten über Parametersätze	individual Parameter-Server
Konfigurationsänderung im laufendem Betrieb	Configuration in Run (CiR)
Zeitstempelung von EA-Daten	Zeitsync
Schneller Wiederanlauf nach Spannungswiederkehr	Fast Start-up (FSU)
Höhere Verfügbarkeit durch Ringredundanz	MRP / MRPD
Aufruf eines gerätespezifischen Engineeringwerkzeugs	Tool Calling Interface (TCI)

Tabelle 2: Liste möglicher optionaler Funktionen

6.1 Mehrfachzugriff auf Feldgeräte

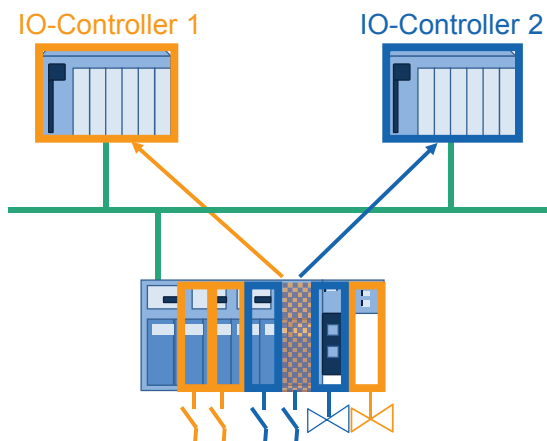


Bild 21: Shared-Input: Mehrere Controller lesen die gleichen Eingänge auf einem Device

Der innovative Ansatzpunkt von **Shared-Devices** ist der parallele und unabhängige Zugriff von zwei verschiedenen Controllern auf das gleiche Device (Bild 20). Dafür projiziert ein Anwender bei einem Shared-Device eine feste Zuordnung der verschiedenen I/O-Module, die in einem Device verwendet werden, zu einem ausgewählten Controller. Eine mögliche Anwendung von Shared-Devices liegt bei fehlersicheren Applikationen, bei denen eine fehlersichere CPU den sicheren Anteil des Devices und ein Standard-Controller die Standard-I/Os in der gleichen Station ansteuert. Im Sicherheitsfall schaltet die F-CPU über den F-Anteil die Versorgungsspannung der Ausgänge sicher ab.

Bei einem Shared-Input findet der parallele Zugriff von zwei verschiedenen Controllern auf den gleichen Eingang statt (Bild 21). Ein Eingangssignal, das in zwei verschiedenen Steuerungen einer Anlage verarbeitet werden muss, muss also nicht doppelt verdrahtet oder über eine CPU-CPU-Kommunikation transferiert werden.

6.2 Erweiterte Geräteidentifizierung

In weiteren I&M Datensätzen sind weitere Informationen für eine standardisierte und vereinfachte Identifikation und Wartung definiert. Die I&M1-4 Daten sind anlagenabhängige Informationen, wie z.B. Einbauport und Einbaudatum, und werden während der Projektierung erstellt und auf das Gerät geschrieben (Tabelle 3).

IM1	TAG_FUNCTION TAG_LOCATION	Anlagenkennzeichen Ortskennzeichen
IM2	INSTALLATION_DATE	Einbaudatum
IM3	DESCRIPTOR	Kommentar
IM4	SIGNATURE	Signatur

Tabelle 3: Erweiterte Geräteidentifizierung

6.3 Individual-Parameter-Server

Für das Sichern und Nachladen von weiteren optionalen individuellen Parametern eines Feldgerätes steht die Funktionalität eines Individual-Parameter-Servers zur Verfügung (Bild 22).

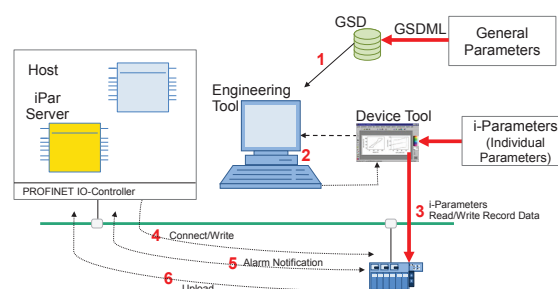


Bild 22: Mit Hilfe eines Parameter-Servers können gesicherte Daten beim Gerätetausch automatisch nachgeladen werden

Die Grundparametrierung eines Feldgerätes erfolgt anhand der definierten Parameter in einer zum Feldgerät zugehörigen GSDML-Datei. Eine GSDML-Datei enthält unter anderem Baugruppenparameter für Peripheriebaugruppen. Diese sind statisch hinterlegt und können beim Systemhochlauf vom IO-Controller an ein IO-Device geladen werden. Bei manchen Feldgeräten ist die Parameterversorgung über den GSDML-Weg wegen der Mengen, der Benutzerführung oder der Sicherheitsanforderungen nicht möglich bzw. nicht sinnvoll. Solche geräte- bzw. technologiespezifisch anfallenden Daten bezeichnet man als individuelle Parameter (iPar). Sie können oftmals erst bei der Inbetriebnahme festgelegt werden. Bei Ausfall eines solchen Feldgerätes oder nach dem Gerätetausch ist es erforderlich, diese Parameter wieder in das neue Feldgerät zu laden. Hierbei muss kein zusätzliches Tool verwendet werden. Der Individual-Parameter-Server bietet den Anlagenbetreibern hierfür eine komfortable und einheitliche Lösung.

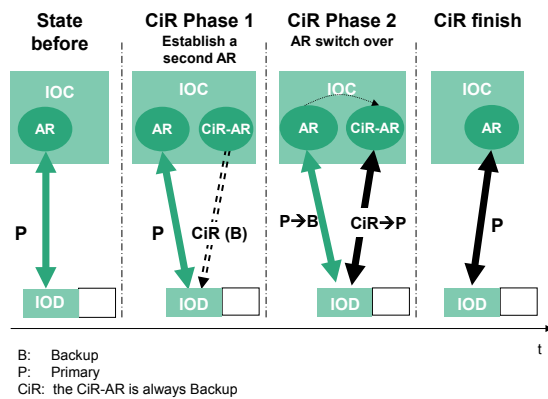


Bild 23: Konfigurationsänderungen dank einer redundanten Verbindung ohne Betriebsunterbruch

6.4 Configuration in Run

Ähnlich wie bei der Redundanz spielt der unterbrechungsfreie Anlagenbetrieb auch bei Konfigurationsänderungen an Geräten und Netzwerk oder beim Hinzufügen, Entfernen oder Tauschen von Geräten oder einzelnen Modulen eine entscheidende Rolle in der Prozessautomation (Bild 23).

Alle diese „Configuration in Run“-Maßnahmen (CiR) erfolgen bei PROFINET stoßfrei und beeinträchtigen die Kommunikation im Netzwerk nicht. Damit ist sichergestellt, dass Reparaturen, Änderungen oder Erweiterungen an der Anlage auch bei kontinuierlichen Produktionsprozessen ohne Anlagenstillstand durchgeführt werden können.

Dieses Konzept wird im Dokument „Configure in Run“ [7.112] ausführlich beschrieben.

6.5 Zeitstempelung

Bei umfangreichen Anlagen ist es oftmals erforderlich, dass die aufgetretenen Alarme und Zustandsmeldungen in eine zeitliche Abfolge gebracht werden können („Sequence of Events“). Zu diesem Zweck ist bei PROFINET IO eine optionale Zeitstempelung dieser Meldungen möglich. Um diese Zeitstempelung der Daten und Alarme durchführen zu können, müssen die betroffenen Feldgeräte über dieselbe Uhrzeit verfügen. Zu diesem Zweck werden die Uhren nach einer Master-Uhr mit der Hilfe des Zeitsynchronisationsprotokolls auf dieselbe Zeit gestellt.

6.6 Schneller Wiederanlauf

Mit einem **Fast Start Up (FSU)** ist ein optimierter Systemhochlauf definiert, um ab dem zweiten Hochlauf wesentlich schneller in den Datenaustausch zu ge-

langen, da viele Parameter bereits in den Feldgeräten schon gespeichert sind. Dieser optionale Weg kann parallel zum Standardhochlauf (der nach „Power On“, beim ersten Hochlauf oder „Reset“ weiterhin seine Anwendung findet) eingesetzt werden. Die Kommunikationsparameter müssen dazu permanent gespeichert werden können.

6.7 Höhere Verfügbarkeit

Durch eine Verkettung von Mehrport-Switches konnte die bei Ethernet weit verbreitete Sterntopologie mit einer Linienstruktur gut kombiniert werden. Gerade im Bereich der Schaltschrank-Aufbautechnologie bietet sich diese Kombination aus Linie (zwischen den Schaltschränken) und Stern (zum prozessnahen Feldgerät) an. Wird bei einer Linie die Verbindung zwischen zwei Feldgeräten unterbrochen, sind die dahinter liegenden Feldgeräte nicht mehr erreichbar. Wird eine erhöhte Verfügbarkeit gefordert, dann sind bereits bei der Anlagenplanung redundante Kommunikationswege vorzusehen und Feldgeräte/ Switches einzusetzen, die das Redundanzkonzept von PROFINET unterstützen.

Die Bildung eines redundanten Kommunikationswegs kann durch das Schließen einer Linie zu einem Ring effizient erfolgen. Im Fehlerfall wird die Verbindung zu allen Teilnehmern über die alternative Verbindung sichergestellt. Damit wird eine Toleranz für einen Fehler erreicht. Durch organisatorische Maßnahmen muss die Reparatur dieses Fehlers sichergestellt werden, bevor ein zweiter Fehler auftritt.

Bei PROFINET werden je nach den Anforderungen zwei unterschiedliche Mechanismen für ringförmige Medienredundanz eingesetzt:

Media Redundancy Protocol (MRP)

Das MRP-Protokoll nach IEC 62439 beschreibt die PROFINET-Redundanz mit einer typischen Rekonfigurationszeit der Kommunikationswege bei TCP/IP- und RT-Frames im Fehlerfall von < 200 ms. Zum fehlerfreien Betrieb einer Automatisierungsanlage gehören ein Media-Redundanz-Manager (MRM) und mehrere Media-Redundanz-Clients (MRC), die, wie in Bild 24 gezeigt, in einem Ring angeordnet werden.

Die Aufgabe eines Media Redundanz Managers (MRM) ist es, die durch die Projektierung vorgegebene Ringstruktur auf Funktionstüchtigkeit zu überprüfen. Dies erfolgt durch das Aussenden von zyklischen Testframes. Solange die Testframes von ihm selbst wieder empfangen werden, ist die Ringstruktur intakt. Durch dieses Verhalten führt ein MRM eine Ringstruktur in eine Linienstruktur über und verhindert damit das Zirkulieren von Frames.

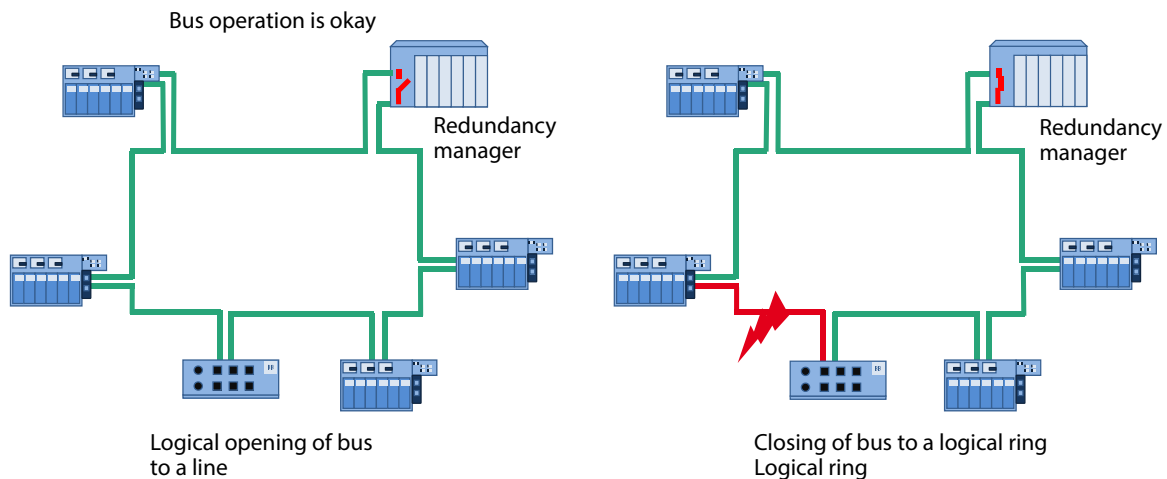


Bild 24: Verhindern von zirkulierenden Frames durch das logische Auftrennen des Busses

Ein Media Redundanz Client (MRC) ist ein Switch, der nur als sogenannter „Durchreicher“ von Frames fungiert und normalerweise keine aktive Rolle übernimmt. Damit er in einen Ring integriert werden kann muss er über mindestens zwei Switchports verfügen.

Media Redundancy for Planned Duplication (MRPD)

Die IEC 61158 beschreibt das Redundanz-Konzept MRPD (**M**edia **R**edundancy for **P**lanned **D**uplication) für die Topologie optimierte IRT-Kommunikation, die eine stoßfreie Umschaltung der Kommunikationswege im Fehlerfall ermöglicht. Der IO-Controller lädt im Systemhochlauf die Daten der Kommunikationswege für beide Kommunikationskanäle (Richtungen) in einem Kommunikationsring in die einzelnen Teilnehmer. Somit ist es unerheblich, welcher Teilnehmer ausfällt, da der geladene „Fahrplan“ für beide Wege in den Feldgeräten vorhanden ist und in jedem Fall überwacht und eingehalten wird. Alleine durch das Laden des „Fahrplans“ ist das Kreisen von Frames in dieser Variante ausgeschlossen: der Empfänger verwirft das zweite Telegramm.

6.8 Aufruf eines Engineering-Werkzeuges

Komplexe Geräte wie z.B. Antriebe, Laser-Scanner etc. haben oftmals eigene Werkzeuge (Engineering Software, Tools), um Einstellungen an diesen IO-Devices vorzunehmen. Mit dem Tool Calling Interface (TCI) können nun diese Geräte-Tools direkt aus dem Anlagen-Engineering für die Parametrierung und die Diagnose aufgerufen werden. Dabei wird die Kommunikation von PROFINET direkt für die Einstellungen im Feldgerät genutzt. Neben direkt eingebundenen Geräte-Tools können auch Technologien wie EDDL und FDT über entsprechende Adaptionsoftware verwendet werden. TCI besteht aus den Hauptbestandteilen:

Aufrufschnittstelle: Der Anwender kann aus dem Engineering System (ES) verschiedene Feldgeräteeoberflächen (Device Tools = DT) aufrufen. Die Funktionen werden primär in den Device Tools durch Anwenderinteraktion ausgelöst.

Kommunikationsschnittstelle: Über den TCI-Communication Server kann die Feldgeräteeoberfläche (DT) mit dem Feldgerät kommunizieren.

7 Integration von Feldbussystemen

PROFINET spezifiziert ein Modell zur Einbindung existierender PROFIBUS- und anderer Feldbussysteme wie INTERBUS, DeviceNet oder IO-Link (Bild 25). Damit lassen sich beliebige Mischsysteme aus Feldbus- und PROFINET-basierten Teilsystemen aufbauen. So wird ein kontinuierlicher Technologieübergang von Feldbus-basierten Systemen zu PROFINET möglich. Dabei werden folgende Anforderungen berücksichtigt:

- Der Anlagenbetreiber möchte seine vorhandenen Installationen leicht in ein neu zu installierendes PROFINET-System integrieren können.
- Der Anlagen- und Maschinenbauer möchte sein bewährtes und bekanntes Gerätespektrum unverändert auch für PROFINET-Automatisierungsprojekte nutzen können.
- Der Gerätehersteller möchte seine existierenden Feldgeräte ohne Änderungsaufwand in PROFINET-Anlagen integrieren können.

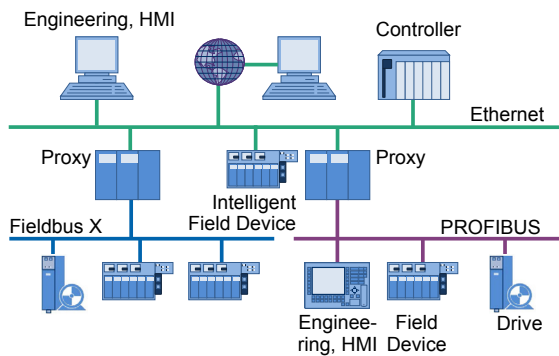


Bild 25: Integration von Feldbussystemen ist bei PROFINET leicht möglich

Feldbus-Lösungen lassen sich bei PROFINET über Proxies bzw. Gateways einfach und nahtlos in ein PROFINET-System einbinden. Der Proxy fungiert hierbei als Repräsentant der Feldbus-Geräte am Ethernet. Er integriert die an ein unterlagertes Feldbussystem angeschlossenen Teilnehmer in das übergeordnete PROFINET-System. Damit können die Vorteile der Feldbusse wie hohe Dynamik, ortsgenaue Diagnose und die automatische Konfiguration des Systems ohne Einstellungen an den Geräten auch in der PROFINET-Welt genutzt werden. Diese Vorteile vereinfachen die Planung durch bekannte Abläufe sowie die Inbetriebnahme und den Betrieb durch die umfassenden Diagnose-Eigenschaften des Feldbus-Systems. Die Geräte und Software-Tools werden ebenfalls in der gewohnten Weise unterstützt und in die Handhabung des PROFINET-Systems integriert.

8 Applikationsprofile

PROFINET überträgt standardmäßig die spezifizierten Daten transparent. Es ist Anwendersache, die gesendeten oder empfangenen Daten im Anwenderprogramm einer PC-basierten Lösung oder einer speicherprogrammierbaren Steuerung individuell zu interpretieren.

Applikationsprofile sind von Herstellern und Anwendern getroffene, gemeinsame Festlegungen (Spezifikationen) über bestimmte Eigenschaften, Leistungsmerkmale und Verhaltensweisen von Geräten und Systemen. Der Profilbegriff erstreckt sich von wenigen Festlegungen für eine bestimmte Geräteklasse bis hin zu umfassenden Festlegungen für Anwendungen in einer bestimmten Branche.

Generell werden zwei Gruppen von Applikationsprofilen unterschieden:

Allgemeine Applikationsprofile mit Einsatzmöglichkeit bei unterschiedlichen Anwendungen (hierzu gehören beispielsweise die Profile PROFIsafe und PROFIenergy).

Spezifische Applikationsprofile, die jeweils nur für eine ganz bestimmte Art der Anwendung entwickelt wurden, wie z.B. PROFIdrive oder Geräte für die Prozessautomation.

Diese Applikationsprofile werden von PI auf Grund der Nachfrage im Markt festgelegt und können auf der PI-Website bezogen werden.

8.1 PROFIsafe

Unter der Bezeichnung PROFIsafe ist in der IEC 61784-3-3 das Protokoll für die Implementierung der funktionalen Sicherheit (fail-safe, ausfallsicher) definiert und von IFA und von TÜV anerkannt. PROFIsafe kann über PROFIBUS und PROFINET gleichermaßen eingesetzt werden.

Mit dem Einsatz vom PROFIsafe können Elemente einer ausfallsicheren Steuerung direkt mit der Prozesskontrolle auf demselben Netzwerk übertragen werden. Eine zusätzliche Verdrahtung entfällt.

Eine Einführung in PROFIsafe findet man in der „PROFIsafe Systembeschreibung“ [4.341] und die Spezifikation ist unter [3.192] verfügbar.

8.2 PROFIdrive

Unter der Bezeichnung PROFIdrive ist eine standardisierte Antriebsschnittstelle für PROFIBUS und PROFINET spezifiziert worden. Das außerdem nach IEC 61800-7 normierte anwendungsorientierte Profil enthält standardisierte Festlegungen (Syntax und Semantik) für die Kommunikation zwischen Antrieben und Automatisierungssystemen und sichert dadurch Herstellerunabhängigkeit, Interoperabilität und Investitionsschutz.

Das Applikationsprofil PROFIdrive bildet das Fundament für so gut wie alle Antriebsaufgaben in der industriellen Automatisierungstechnik. Es definiert das Geräteverhalten und das Zugriffsverfahren auf Antriebsdaten elektrischer Antriebe und integriert auch optimal die Zusatzprofile PROFIsafe und PROFIenergy.

Eine Einführung in PROFIdrive findet man in der „PROFIdrive Systembeschreibung“ [4.321] und die Spezifikation ist unter [3.172] verfügbar.

8.3 PROFlenergy

Hohe Energiekosten sowie die Erfüllung gesetzlicher Auflagen zwingen die Industrie im Bereich der Energieeinsparung zu handeln. Die Entwicklungen der letzten Jahre haben erhebliche Energieeinsparungen durch effiziente Antriebe und optimierte Anwendungsprozesse in der Produktion mit sich gebracht. Aus heutiger Sicht laufen in Anlagen und Betrieben aber zahlreiche Verbraucher in den Pausen vielfach weiter. Hier setzt PROFlenergy an.

PROFlenergy ermöglicht ein aktives und effektives Energiemanagement. Durch zielgerichtetes Abschalten von nicht benötigten Verbrauchern lassen sich der Energiebedarf und damit die Kosten deutlich senken. Wobei der Stromverbrauch von Automatisierungskomponenten wie Robotern, Laserschneideanlagen oder anderen Teilsystemen in der Fertigungsindustrie mit Hilfe von PROFlenergy-Kommandos gesteuert wird. PROFINET-Teilnehmer mit implementierter PROFlenergy-Funktionalität können mit Hilfe der Kommandos flexibel auf Pausenzeiten reagieren. In kurzen Pausen können auf diese Weise einzelne Geräte oder nicht benötigte Teile einer Maschine, in langen dagegen eine ganze Anlage, geordnet abgeschaltet werden. Unter Zuhilfenahme von PROFlenergy kann zudem die Produktion auf den Energieverbrauch ausgemessen (Rücklesen der Energiewerte) und optimiert werden.

Die Spezifikation von PROFlenergy ist unter [3.802] verfügbar.

9 PROFINET für die Prozessautomatisierung

Die Prozessautomatisierung weist verglichen mit der Fertigungsautomatisierung einige Besonderheiten auf, die den Einsatz der Automatisierung weitgehend mitbestimmen. Zum einen kann die Lebensdauer von Anlagen mehrere Jahrzehnte umfassen. Daraus resultiert die Forderung der Anlagenbetreiber nach einer funktionsfähigen Koexistenz älterer und neuerer Technologien. Zum anderen sind Anforderungen an die Zuverlässigkeit prozesstechnischer Anlagen, insbesondere bei kontinuierlichen Prozessen, häufig deutlich höher. Beide Aspekte führen dazu, dass Investitionsentscheidungen über den Einsatz neuer Technologien in der Prozessautomation wesentlich konservativer als in der Fertigungsautomation getroffen werden.

Für einen optimalen Einsatz von PROFINET in allen Branchen der Prozessautomatisierung hat PI einen Anforderungskatalog erstellt und mit Anwen-

dern abgestimmt. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass die Betreiber von Anlagen bereits heute mit PROFIBUS auf ein zukunftssicheres System setzen und ein Wechsel zu PROFINET zu jedem Zeitpunkt möglich ist. Das Ziel ist es den heutigen Einsatz von PROFIBUS DP durch PROFINET ersetzen zu können.

Die Anforderungen umfassen im Wesentlichen die Funktionen Austausch zyklischer und azyklischer Daten, Integration von Feldbussen (PROFIBUS PA, HART und FF), Einbindung und Parametrierung von Geräten inkl. Configuration in Run, Diagnose und Wartung, Redundanz sowie Zeitstempelung. Diese Anforderungen sind in der CC-B (PA) zusammengefasst.

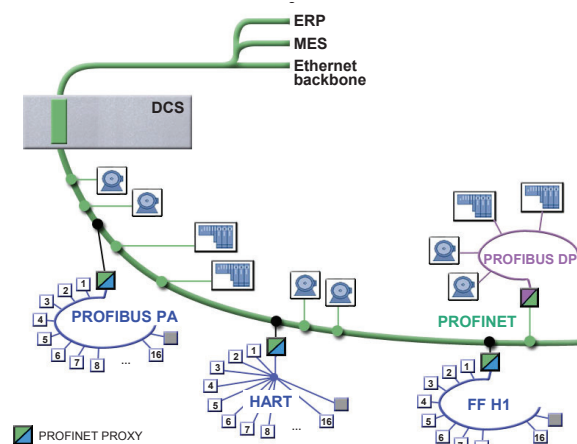


Bild 26: Beispiel einer Architektur für den Einsatz von PROFINET in der Prozessautomatisierung

Die energiebegrenzte Busspeisung von Geräten in explosionsgefährdeten Bereichen auf Ethernet ist nicht als Anforderung formuliert worden, denn hierfür gibt es mit PROFIBUS PA bereits eine bestens bewährte Lösung. Darüber hinaus existieren hierzu derzeit keine bewährten und in der Praxis einsetzbaren auf Ethernet basierenden Lösungen.

10 Netzwerkinstallation

PROFINET basiert auf einem 100 MBit/s, Full-Duplex Ethernet Netzwerk. Auf allen Strecken (zum Beispiel zwischen Switchen, PC- oder Kamerasystemen) ist auch eine schnellere Kommunikation möglich.

PROFINET definiert neben der Funktionalität auch die passiven Infrastrukturkomponenten (Verkabelung, Stecker). Die Kommunikation darf über Kupfer und Lichtwellenleiter erfolgen. In einem Conformance-Class A (CC-A) Netzwerk ist die Kommunikation ebenfalls über Wireless-Strecken (Bluetooth, WLAN)

Netzwerkverkabelung und Infrastrukturkomponenten	Lösung	Conformance Class
Passive Netzwerkkomponenten (Stecker, Kabel)	RJ45, M12	A, B, C
Kupfer und LWL-Strecken	TX, FX, LX,	A, B, C
Wireless Verbindungen	WLAN, Bluetooth	A
IT-Switch	Mit VLAN-Tag nach IEEE 802.x	A
Switch mit Device Funktion	PROFINET mit RT	B
Switch mit Device Funktion und Bandbreitenreservierung	PROFINET mit IRT	C

Tabelle 4: Netzwerkinstallation für unterschiedliche Conformance Classes

erlaubt (Tabelle 4). Die Verkabelungsrichtlinie definiert für alle Conformance-Classes eine 2-paarige Verkabelung nach IEC61784-5-3. Für die Strecken mit Gigabit-Verkabelungsanforderungen darf auch 4-paarige Verkabelung genutzt werden.

Bei einem CC-A Netzwerk darf unter der Berücksichtigung des CC-A Cabling Guides die komplette Vernetzung mit aktiven und passiven Komponenten nach ISO/IEC-24702 durchgeführt werden. Ebenso dürfen aktive Infrastrukturkomponenten (z.B. Switche) nach IEEE 801.x eingesetzt werden, wenn sie das VLAN Tag mit Priorisierung unterstützen.

Für die problemlose Planung, Installation und die Inbetriebnahme von PROFINET IO sind leicht verständliche, systematisch aufgebaute Anleitungen erstellt worden [8.061], [8.071], [8.081]. Diese stehen allen Interessierten auf der PI-Website zur Verfügung. Es wird empfohlen, diese Handbücher für weitergehende Information zu konsultieren.

10.1 Netzaufbau

Der Anschluss der PROFINET IO-Feldgeräte erfolgt ausschließlich über Switches als Netzwerk-Komponenten. Dies erfolgt typischerweise mit im Feldgerät integrierten Switches (2 Ports belegt). PROFINET-taugliche Switches müssen „Auto negotiation“ (das Aushandeln der Übertragungsparameter) und „Auto crossover“ (das selbständige Kreuzen der Send- und Empfangsleitung) unterstützen. Dadurch kann die Kommunikation selbständig aufgebaut werden und die Konfektionierung der Übertragungskabel ist einheitlich: Es können nur 1:1-verdrahtete Kabel verwendet werden.

PROFINET unterstützt für die Ethernet Kommunikation die folgenden Topologien:

Die Linientopologie, die vorrangig Endgeräten mit integrierten Switchen im Feld verbindet (Bild 27).

Die Sterntopologie, die einen zentralen Switch voraussetzt, der sich vorrangig im Schaltschrank befindet.

Die Ringtopologie, in der eine Line für die Erreichung der Medienredundanz zu einem Ring geschlossen wird.

Die Baumtopologie als Mischung der oben genannten Topologien.

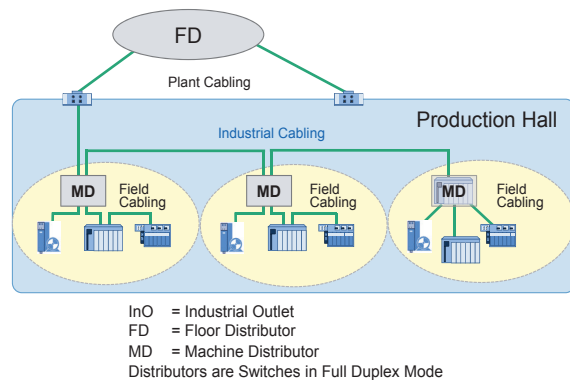


Bild 27: Ethernet-Netzwerke im industriellen Umfeld sind meist linienförmig

10.2 Kabel für PROFINET

Die maximale Segmentlänge bei **elektrischer Datenübertragung** mit Kupfer-Leitungen zwischen zwei Teilnehmern (Feldgeräte oder Switches) beträgt 100 m. Die Kupfer-Kabel sind einheitlich in AWG 22 ausgeführt. Die Installations-Richtlinie definiert unterschiedliche Kabeltypen, die in ihrem Spektrum optimal an die jeweiligen Industrie-Randbedingungen angepasst sind. Durch ausreichende Systemreserven kann ohne Einschränkung der Übertragungslänge eine industrietaugliche Installation erstellt werden.

Die PROFINET-Kabel entsprechen den in der Industrie verwendeten Kabeltypen:

- **PROFINET Typ A:** Standard fest verlegt, keine Bewegung nach der Installation

- **PROFINET Typ B:** Standard flexibel, gelegentlich Bewegung oder Vibration
- **PROFINET Typ C:** Sonderanwendungen: Beispielsweise hochflexibel, permanente Bewegung (Schleppkette oder Torsion)

Faseroptische Datenübertragung mit Lichtwellenleiter (LWL) hat gegenüber Kupfer verschiedene Vorteile:

- Galvanische Trennung, wenn ein Potentialausgleich schwierig zu erreichen ist
- Immunität gegen extreme Anforderungen von EMV.
- Übertragen über Distanzen bis zu mehreren Kilometern ohne Verstärker.

Bei kurzen Distanzen werden 1 mm polymeroptische Fasern (POF) unterstützt, die in der Handhabung optimal den industriellen Anforderungen entsprechen.

10.3 Steckverbinder

PROFINET hat die Umgebungsbedingungen in nur zwei Klassen eingeteilt. Damit wird auf unnötige Komplexität verzichtet und den spezifischen Anforderungen der Automatisierung Rechnung getragen. Die PROFINET Umgebungsklassen für die Automatisierungsapplikation wurden in eine Klasse innerhalb geschützter Umgebungen wie z.B. in einem Schaltschrank und eine Klasse außerhalb von Schaltschränken bei Anwendungen direkt im Feld unterteilt (Bild 28).

	Copper	Fiber Optic
IP 20 Inside	RJ 45	SC-RJ
IP 65/67 Outside	RJ 45, M12	SC-RJ, M12

Bild 28: PROFINET bietet ein Spektrum an industriellen Steckern

Die Auswahl von geeigneten PROFINET Steckverbindern richtet sich nach der Applikation. Steht ein universelles Netzwerk im Vordergrund, dass zum Office kompatibel sein soll, kommt für die elektrische Datenübertragung der RJ 45 zum Einsatz, der universell für „Inside“ Umgebungsbedingungen vor-

geschrieben ist. Für die „Outside“ Umgebung wurde ein Push-Pull Steckverbinder entwickelt, der für die elektrische Datenübertragung ebenfalls mit dem RJ 45 bestückt wird. Der M12 ist ebenfalls für PROFINET spezifiziert.

Für die **optische Datenübertragung** mit polymeroptischen Fasern wird der SCRJ Steckverbinder spezifiziert, der auf dem SC Steckverbinder basiert. Der SCRJ findet sowohl in der „Inside“ Umgebung als auch in Verbindung mit dem Push-Pull Gehäuse in der „Outside“ Umgebung Verwendung. Für die M12 Familie steht ein optischer Steckverbinder zur Verfügung, der ebenfalls für PROFINET und die 1 mm polymeroptische Faser (POF) eingesetzt werden kann.

Gleichzeitig werden auch die Steckverbinder für die **Energieversorgung** abhängig von der Topologie und der Versorgungsspannung festgelegt. Neben dem Push-Pull Steckverbinder kann auch ein 7/8“ Steckverbinder, ein hybrider Steckverbinder oder ein M12 Steckverbinder eingesetzt werden. Diese Stecker unterscheiden sich durch die anschließbaren Querschnitte und somit maximalen Stromstärken.

10.4 Security

Für die Vernetzung innerhalb einer größeren Fabrikanlage oder über das Internet setzt PROFINET auf ein gestuftes Sicherheitskonzept. Dieses empfiehlt ein für den konkreten Anwendungsfall optimiertes Sicherheitskonzept mit einer oder mehreren vorgelegten Sicherheitszonen. Da-durch werden zum einen die PROFINET-Geräte entlastet, zum anderen kann bei einer konstanten automatisierungstechnischen Lösung das Sicherheitskonzept an die sich ändernden Sicherheitsanforderungen optimal angepasst werden.

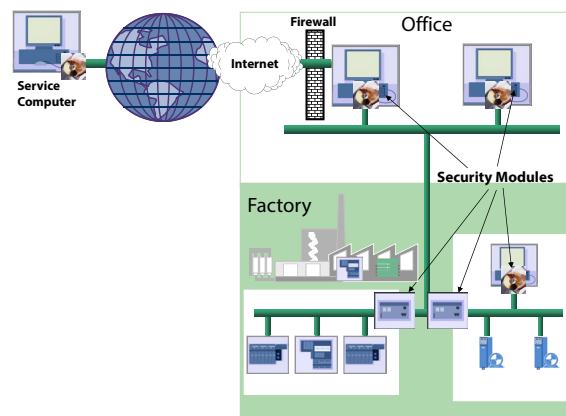


Bild 29: Zugriff auf Maschinen und Anlagen über gesicherte Verbindungen

Das Security-Konzept sieht vor, dass sowohl einzelne Geräte als auch ganze Netzwerke vor unerlaubtem Zugriff geschützt werden. Hierzu gibt es Security-

Module, mit denen Netzwerke segmentiert und damit auch sicherheitstechnisch getrennt und geschützt werden können. Nur eindeutig identifizierte und berechnete Nachrichten gelangen von Außen in die innerhalb solcher Segmente liegenden Geräte (Bild 29). Weitere Informationen zur Security findet man in der „PROFINET Security Guideline“ [7.002].

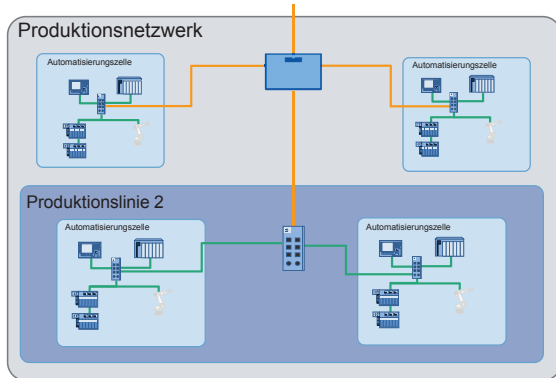


Bild 30: Segmentierung des Automatisierungsnetzwerks

11 PROFINET Technologie und Zertifizierung

PROFINET ist in der IEC 61158 genormt. Sie ist die Basis dafür, dass Geräte in industriellen Anlagen miteinander vernetzt werden können und ihre Daten fehlerfrei miteinander austauschen können. Die Sicherstellung von Interoperabilität in Automatisierungsanlagen erfordert entsprechende Qualitätssicherungsmaßnahmen. Aus diesem Grund hat PI ein Zertifizierungsverfahren etabliert, bei dem auf der Basis von Prüfberichten von akkreditierten Prüflaboren Zertifikate für PROFINET-Geräte ausgestellt werden. Während bei PROFIBUS die Zertifizierung eines Feldgerätes von PI noch nicht vorgeschrieben ist, wurden die Richtlinien bei PROFINET geändert und die Zertifizierung aller Feldgeräte, die den Namen PROFINET tragen, zur Pflicht erhoben. Die Praxis der letzten 20 Jahre mit PROFIBUS hat gezeigt, dass sowohl die Automatisierungsanlage als auch der Anlagenbetreiber und die Feldgerätehersteller durch einen sehr hohen Qualitätsstandard zu schützen sind.

11.1 Technologiesupport

Gerätehersteller, die eine Schnittstelle für PROFINET IO entwickeln möchten, haben die Wahl auf Basis von existierenden Ethernet-Controllern Feldgeräte zu entwickeln. Andererseits bieten Mitgliedsfirmen von PI vielfältige Möglichkeiten für eine effiziente Realisierung einer PROFINET IO-Schnittstelle.

Um die Entwicklung einer PROFINET IO-Schnittstelle für Gerätehersteller zu erleichtern, bieten die PI Competence Center und Mitgliedsfirmen PROFINET IO-Basistechnologie (Enabling Technology) an. Dies wird durch Beratungsdienstleistungen sowie spezielle Entwicklerschulungen abgerundet. Gerätehersteller sollten vor dem Beginn einer PROFINET IO-Entwicklung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zunächst immer prüfen, ob sich die Eigenentwicklung einer PROFINET IO-Geräteschnittstelle rechnet oder ob nicht der Einsatz eines einbaufertigen Kommunikationsmoduls die Anforderungen ebenfalls erfüllt.

Näheres hierzu beschreibt die Broschüre „PROFINET Technologie – Der einfache Weg zu PROFINET“ [4.271], die von der PI-Website heruntergeladen werden kann.

11.2 Werkzeuge für die Produktentwicklung

Für die Entwicklung und Kontrolle seiner Produkte werden dem Gerätehersteller Softwarewerkzeuge ohne weitere Kosten zur Verfügung gestellt. Bei der Erstellung der GSDML Datei zu seinem Produkt wird der Hersteller durch einen GSDML Editor unterstützt. Mit diesem GSDML Editor können diese Dateien korrekt erstellt und kontrolliert werden.

Ebenso steht eine PROFINET Tester Software für die Kontrolle der PROFINET Funktionalitäten zur Verfügung. Die aktuelle Version unterstützt dabei den Test aller Conformance Classes, also auch der IRT Funktionen. Mit dem zusätzlichen Security-Tester kann die sichere Funktion eines Feldgerätes auch unter Lastbedingungen geprüft werden. Dieser Tester wird von den Testlaboren auch für die Zertifizierungstests eingesetzt.

11.3 Zertifizierungstest

Ein Zertifizierungstest ist eine standardisierte Testprozedur, die von Fachleuten durchgeführt wird, die ständig ihren Wissensstand auf dem Laufenden halten und die relevanten Normen eindeutig zu interpretieren wissen. Der Testumfang ist in einer Testspezifikation für jedes Prüflabor bindend beschrieben. Die Tests werden als sogenannte „Black-Box-Tests“ durchgeführt, bei dem der Tester der erste reale Anwender ist.

Die definierten Test Cases, die bei einem Zertifizierungstest zum Tragen kommen, sind ausschließlich praxisorientiert und auf Basis der industriellen Automatisierung entstanden. Damit ist allen Anwendern von vornherein größtmögliche

Sicherheit beim Einsatz Ihres Feldgerätes in einer Anlage gegeben. In sehr vielen Fällen können die Testlabors das dynamische Verhalten einer Anlage im Labor simulieren.

Auf der Basis des Testberichtes von einem anerkannten Testlabor erhält der Hersteller von PI das Zertifikat. Nur mit diesem Zertifikat darf ein Produkt als PROFINET bezeichnet werden. Für den Anlagenbauer/-betreiber bedeutet der Einsatz zertifizierter Produkte Zeitersparnis bei der Inbetriebnahme und ein stabiles Verhalten während der gesamten Nutzungsdauer. Verlangen Sie deshalb von Ihren Lieferanten die Zertifikate für die eingesetzten Feldgeräte entsprechend der eingesetzten Conformance Class.

12 PROFIBUS & PROFINET International (PI)

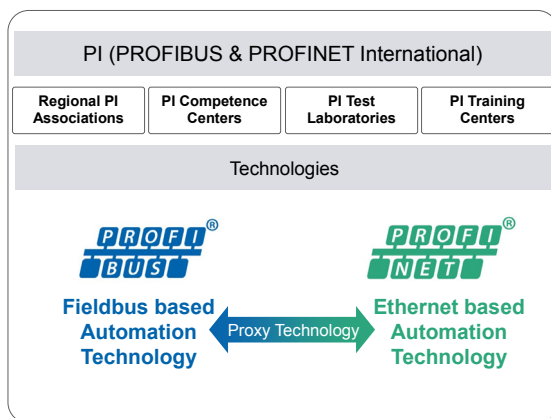


Bild 31: PROFIBUS & PROFINET International (PI)

Offene Technologien bedürfen zu ihrer Pflege, Fortentwicklung und Verbreitung am Markt einer unternehmensunabhängigen Institution als Arbeitsplattform. Für die Technologien PROFIBUS und PROFINET wurde zu diesen Zwecken im Jahre 1989 die PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO) als eine non-profit Interessensvertretung von Herstellern, Anwendern und Instituten gegründet. Die PNO ist Mitglied im 1995 gegründeten internationalen Dachverband PI (PROFIBUS & PROFINET International). Mit 27 regionalen Vertretungen (RPA) und ca. 1.400 Mitgliedern ist PI auf allen Kontinenten vertreten und stellt die weltweit größte Interessengemeinschaft auf dem Gebiet der industriellen Kommunikation dar (Bild 31).

12.1 Aufgaben von PI

Die wesentlichen Aufgaben von PI sind:

- Pflege und Weiterentwicklung von PROFIBUS und PROFINET
- Förderung der weltweiten Verbreitung von PROFIBUS und PROFINET
- Investitionsschutz für Anwender und Hersteller durch Einflussnahme auf die Standardisierung und Normung
- Interessensvertretung der Mitglieder gegenüber Normungsgremien und Verbänden
- Weltweite technische Unterstützung von Unternehmen durch PI Competence Center (PICC)
- Qualitätssicherung durch Produktzertifizierung auf Basis von Konformitätstests in PI Testlaboren (PITL)
- Etablierung eines weltweit einheitlichen Ausbildungsstandards durch PI Training Center (PITC)

Technologieentwicklung

PI hat die Technologieentwicklung an die PNO Deutschland übertragen. Der Beirat (Advisory Board) der PNO Deutschland steuert die Entwicklungsaktivitäten. Die Technologie-Entwicklung findet in über 40 Arbeitskreisen statt, in denen ca. 1.000 Experten, vorwiegend aus den Entwicklungsabteilungen der Mitgliedsfirmen aktiv sind.

Technischer Support

PI unterhält weltweit mehr als 50 akkreditierte PICCs. Diese Einrichtungen beraten und unterstützen die Anwender und Hersteller vielfältig. Als Einrichtung von PI bieten sie ihre Dienste im Rahmen des vereinbarten Regelwerkes firmenneutral an. PICC werden regelmäßig auf ihre Eignung hin in einem für sie zugeschnittenen Akkreditierungsprozess überprüft. Aktuelle Adressen sind auf der Website zu finden.

Zertifizierung

PI unterhält weltweit 10 akkreditierte PITL für die Zertifizierung von Produkten mit PROFIBUS- bzw. PROFINET-Schnittstelle. Als Einrichtung von PI bieten sie ihre Dienste im Rahmen des vereinbarten Regelwerkes firmenneutral an. Die Qualität der Testdienstleistungen der PITL wird regelmäßig in einem strengen Akkreditierungsprozess überprüft. Aktuelle Adressen sind auf der Website zu finden.

Ausbildung

Zur Etablierung eines weltweit einheitlichen Ausbildungsstandards für Ingenieure und Techniker wurden ca. 30 PI Training Center etabliert. Die Akkreditierung der Training Center und deren Experten sichert die Qualität der Ausbildung und damit die der Engineering- und Aufbau-Dienstleistungen für PROFIBUS und PROFINET. Aktuelle Adressen sind auf der Website zu finden.

Internet

Aktuelle Informationen über PI und die Technologien PROFIBUS und PROFINET sind auf der PI-Website www.profibus.com beziehungsweise www.profinet.com verfügbar. Dazu gehören unter anderem ein Online-Product-Finder, ein Glossar, verschiedene Web-Based-Trainings und der Download-Bereich mit Spezifikationen, Profilen, Installations-Richtlinien und anderen Dokumenten

12.2 Literatur von PI

PI stellt auf Ihrer Webseite www.profinet.com weitere Unterlagen und Spezifikationen zur Verfügung. Um diese Dokumente rasch zu finden geben Sie auf der Suche oben links einfach die Bestellnummer ein.

Für Anlageplaner und Betreiber stehen die folgenden Handbücher zur Verfügung:

[8.061] PROFINET Planungsrichtlinie

[8.071] PROFINET Montagerichtlinie

[8.081] PROFINET Inbetriebnahmerichtlinie

Weitere Systembeschreibungen und Richtlinien sind von PI veröffentlicht worden:

[4.321] PROFIdrive Systembeschreibung, Technologie und Anwendungen

[4.341] PROFIsafe Systembeschreibung, Technologie und Anwendungen

[4.271] PROFINET Technologie – Der einfache Weg zu PROFINET

[7.002] PROFINET Security Guideline

[7.041] Die PROFINET IO Conformance Classes, Richtlinie für PROFINET IO

[7.112] Configure in Run, Common profile for PROFINET IO

[7.122] System Redundancy, Common profile for PROFINET IO

[7.142] Diagnosis for PROFINET IO, Guideline for PROFINET

[7.162] Fiber Optic Diagnosis, Guideline for PROFINET

[7.172] PROFINET IRT Engineering, Guideline for PROFINET

[7.182] Topology Engineering and Discovery, Guideline for PROFINET IO

Diese Spezifikationen von Profilen haben einen direkten Zusammenhang mit PROFINET:

[3.172] PROFIBUS and PROFINET, Profile Drive Technology, PROFIdrive Profile

[3.192] Specification PROFIsafe - Profile for Safety Technology on PROFIBUS DP and PROFINET IO

[3.502] Profile Guidelines Part 1: Identification & Maintenance Functions

[3.802] Common Application Profile PROFInergy, Technical Specification for PROFINET

Platz für Notizen

PROFINET Systembeschreibung Technologie und Anwendung

Version Oktober 2014
Bestellnummer 4.131

Herausgeber:

PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO)
PROFIBUS & PROFINET International (PI)
Haid-und-Neu-Str. 7 • 76131 Karlsruhe • Germany
Tel.: +49 721 96 58 590 • Fax: +49 721 96 58 589
E-Mail: info@profibus.com
www.profibus.com • www.profinet.com

Haftungsausschluss

Die PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO) hat den Inhalt dieser Broschüre mit großer Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht ausgeschlossen werden. Eine Haftung der PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO), gleich aus welchem Rechtsgrund, ist ausgeschlossen. Die Angaben in dieser Broschüre werden jedoch regelmäßig überprüft. Notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten. Für Verbesserungsvorschläge sind wir dankbar.

Die in dieser Broschüre wiedergegebenen Bezeichnungen können Warenzeichen sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Diese Broschüre ist nicht als Ersatz der einschlägigen IEC-Normen, wie IEC 61158 und IEC 61784, und der relevanten Spezifikationen und Richtlinien von PROFIBUS & PROFINET International gedacht. In allen Zweifelsfällen müssen diese unbedingt beachtet werden.

Mit PI weltweite Unterstützung!



Weitere Informationen sowie
Kontakt Daten finden Sie unter:
www.profibus.com/pi-organization/

Regional PI Association (RPA)

Regional PI Associations (RPAs) repräsentieren PI rund um die Welt und sind Ihr persönlicher Ansprechpartner vor Ort. Sie verantworten das lokale Marketing für die Verbreitung von PROFIBUS, PROFINET und IO-Link, indem sie u. a. Messeauftritte, Seminare, Workshops, Pressekonferenzen durchführen und die Öffentlichkeitsarbeit wahrnehmen.

PI Compe- tence Center (PICC)

Die PI Competence Center (PICCs) arbeiten eng mit den RPAs zusammen und sind Ihr erster Ansprechpartner bei technischen Fragen. Beim Entwickeln von PROFIBUS- oder PROFINET-Geräten, der Inbetriebnahme von Systemen sowie durch Anwendersupport und -schulung stehen die PICCs Ihnen bei Bedarf unterstützend zur Seite.

PI Training Center (PITC)

PI Training Center (PITCs) unterstützen Sie als Anwender oder Entwickler dabei, mehr über die Technologien PROFIBUS und PROFINET und deren Einsatzmöglichkeiten zu erfahren. Nach einer erfolgreich absolvierten Abschlussprüfung eines Kurses zum Certified Installer oder Engineer erhalten Sie ein von PI ausgestelltes Zertifikat.

PI Test Lab (PITL)

PI Test Labs (PITLs) sind von PI autorisiert, Zertifizierungstests für PROFIBUS und PROFINET durchzuführen. Nach einem erfolgreich bestandenem Test erhalten Sie von PI ein Zertifikat für Ihr Produkt. Das Zertifizierungswesen spielt eine große Rolle für die nachhaltige Qualitätssicherung der Produkte und sichert damit ein hohes Maß an Fehlerfreiheit und Verfügbarkeit der im Einsatz befindlichen Systeme.

PROFIBUS Nutzerorganisation e. V. (PNO)
PROFIBUS & PROFINET International (PI)
Haid-und-Neu-Str. 7 • 76131 Karlsruhe • Germany
Tel.: +49 721 96 58 590 • Fax: +49 721 96 58 589
E-Mail: info@profibus.com
www.profibus.com • www.profinet.com