



PROFINET - Die Lösungsplattform für die Prozessautomatisierung

PROFINET erlangt dank seiner aktuellen und in Entwicklung bzw. Planung befindlichen Eigenschaften auch in der Prozessautomation immer größere Bedeutung.

An Technologien wird von PI in Abstimmung mit namhaften Anwendern intensiv gearbeitet.

Ausgabe Juni 2018

Dank des erreichten Reifegrades der in internationalen Standards spezifizierten Ethernet-Technologie erfreut sich PROFINET einer immer größeren Akzeptanz in der Prozessautomation.

Die auf die Bedürfnisse der Prozessindustrie abgestimmten Eigenschaften und Zuverlässigkeit entsteht dank enger Zusammenarbeit und Austausch zwischen namhaften Anwendern und Herstellern.

Dieses White Paper ist eine Aktualisierung der 2015 anlässlich der Achema veröffentlichten ersten Ausgabe. Folgende Änderungen haben sich seither ergeben:

- Anforderungsdefinition durchgeführt
- Bestandsaufnahme abgeschlossen
- Aktualisierung der bereits abgeschlossenen Standards
- Freigabe PA-Geräteprofil 4.0
- Konkretisierung Zwei-Leiter Ethernet

Wir wünschen Ihnen eine interessante und aufschlussreiche Lektüre.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	5
	1.1 Warum PROFINET?	5
	1.2 Von Ethernet zu PROFINET	7
	1.3 Anforderungen der Prozessindustrie	9
2	Heute bestens bewährt: PROFIBUS PA	11
3	PROFINET in der Prozessautomatisierung: Heute und in naher Zukunft	13
	3.1 PROFINET Basis Funktionen	14
	3.1.1 Netzwerkinstallation	14
	3.1.2 Netzwerkmanagement	15
	3.1.3 Netzwerkdiagnose	15
	3.1.4 Gerätediagnose	17
	3.1.5 Gerätetausch	18
	3.1.6 Security	19
	3.1.7 Safety (SIL)	20
	3.2 Prozessanwendungen mit PROFINET-Technologie dank durchdachter Konzeption	21
	3.2.1 Änderungen im laufenden Betrieb	21
	3.2.2 Redundanz-Lösungen	22
	3.2.3 Uhrzeitstempelung/Archivierung	24
	3.2.4 Proxy-Technologie	24
	3.3 Frisch veröffentlicht: PA-Geräteprofil 4.0	25
	3.4 Die Lösungsplattform im Überblick	26
	3.4.1 PROFIBUS PA an PROFINET über Proxy	26
	3.4.2 PROFINET Feldgeräte	26
4	Ausblick - Ethernet bis zur Feldebene: Von der Vision zur Realität	27
	4.1 Vertraute Installation und Infrastruktur	27
	4.2 Schutz in explosionsgefährdeten Bereichen	29
	4.3 Infrastruktur	29
	4.4 Instrumentierung, Aktuatoren und andere Feldgeräte	30
	4.5 Einfache Geräte und installierte Basis	30
	4.6 Das APL-Ökosystem	30
5	Begleitende Technologien und Maßnahmen	32
	5.1 Die Lösungsplattform im Überblick	32
	5.2 „Certified People“ sichert die Einführung von PROFINET in die PA	33
6	Zusammenfassung	34

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Aufbau der Conformance Classes (CC) von PROFINET	8
Abb. 2	Kommunikationsstruktur einer Anlage mit PROFIBUS DP und PROFIBUS PA	12
Abb. 3	PROFINET und PROFIBUS PA, rechtes Feld: Zukunft mit APL	13
Abb. 4	Flexibler Netzaufbau von PROFINET	14
Abb. 5	PROFINET-Feldgeräte kennen ihren Nachbarn	15
Abb. 6	Darstellung der Anlagentopologie	16
Abb. 7	PROFINET-Diagnosemodell zur Signalisierung von Störungen verschiedener Prioritäten	17
Abb. 8	Zuordnung der PROFINET-Gerätediagnose zur NE 107-Systematik	18
Abb. 9	Zugriff auf Maschinen und Anlagen über gesicherte Verbindungen	19
Abb. 10	Segmentierung des Netzwerkes	20
Abb. 11	Universelle Nutzung von Dynamic Reconfiguration	22
Abb. 12	Medienredundanz	22
Abb. 13	Systemredundanz	23
Abb. 14	Investitionsschutz durch Einbindung von Anlagenteilen mittels Proxies	24
Abb. 15	Ethernet bis zur Feldebene	28
Abb. 16	Technische Merkmale vom Ethernet bis zur Feldebene	29
Abb. 17	Bausteine der FDI-Technologie	32

1 Einführung

1.1 Warum PROFINET?

Generationenwechsel in der Prozessautomatisierung

Die industrielle Kommunikation ist eine der Schlüsseltechnologien für die moderne Automatisierungstechnik. Sie dient zur Steuerung und Überwachung von Maschinen bzw. Fertigungs- und Produktionsabläufen, zur Verbindung von Insellösungen sowie zur Verknüpfung mit Nachbarbereichen wie Logistik, Qualitätssicherung oder Instandhaltung bzw. zu übergeordneten Systemen des Unternehmens. Im Umfeld von Industrie 4.0, dem Internet der Dinge oder Big Data ist die industrielle Kommunikation von zentraler Bedeutung. Verlangt werden einfach handhabbare Lösungen, die sich - auch über große Distanzen - durch hohe Leistungsfähigkeit hinsichtlich Echtzeit, Verfügbarkeit, flexiblen Topologien und Durchgängigkeit auszeichnen und zugleich die vielfältigen Möglichkeiten der digitalen Welt nutzbar machen.

Die Ethernet-Technologie und IP-basierte Kommunikation treibt aktuell maßgeblich die Vernetzungen und damit Informationsflüsse aller Art und im globalen Maßstab voran. Die produzierende Industrie profitiert davon durch bessere Produkte, die in kürzerer Zeit und zu niedrigeren Kosten gefertigt werden können. Das genau ist - im Sinne einer gesicherten Wettbewerbsfähigkeit - der Antrieb, aus dem Ethernet für den Einsatz im industriellen Umfeld weiterentwickelt wird.

Übertragen auf die PROFIBUS & PROFINET International (PI) Organisation betrifft das die aktuell laufende, stufenweise Ablösung von PROFIBUS DP durch PROFINET. In der Fabrikautomation ist diese Ablösung in vollem Gange mit nachweisbarem Nutzen für die Anwender: „*PROFIBUS DP ist gut, PROFINET kann einfach mehr*“. Ein ähnlicher Trend wird auch in der Prozessautomatisierung deutlich. Anlagen der Prozesstechnik sind in der Regel komplex aufgebaut und bestehen aus unterschiedlichen Gewerken mit zahlreichen Geräten und Systemen verschiedener Art, Hersteller und Technologien. Es ist ein dringender Wunsch der Betreiber, diese Vielschichtigkeit zu harmonisieren. Die Anlagen für Daten bzw. Informationen sollen voll durchgängig sowie einfacher handhabbar und damit betriebssicherer gemacht werden, um so Generationen von Technologie zu verbinden. PROFINET kommt diesen Anforderungen in vollem Umfang nach:

- PROFINET ist 100 % Ethernet und bietet daher beste Voraussetzungen für Interoperabilität auf allen Ebenen einer Anlage; und PROFINET ist in seinen verschiedenen Spezifikationen eindeutig definiert, was ebenfalls eine Voraussetzung für volle Interoperabilität ist.

- PROFINET als einheitliche Technologie in einer Anlage wirkt sich auch auf Personalkosten aus: Es besteht weniger Schulungsaufwand, es werden weniger Spezialisten benötigt, der Anlagenbetrieb wird übersichtlicher und damit sicherer und kosteneffizienter.
- PROFINET ist 100% Ethernet und ist daher zu der angestrebten und erforderlichen engen Verbindung mit der IT bestens vorbereitet. Das ist auch von Bedeutung mit Blick auf den Generationswechsel im Betriebspersonal mit höherer Neigung zu digitalen Technologien.
- Energieeinsparungen sind notwendig zur Kostensenkung! Für PROFINET gibt es - wie schon bei PROFIBUS eine ganze Auswahl anwendungsorientierter „Profile“ zur Lösung bestimmter Aufgaben. Ein besonders aktuelles Beispiel ist PROFenergy, welches die Einsparung von Energie während verfahrensbedingter Ruhepausen von Geräten (Roboter, Pumpen, Motoren) und damit erhebliche Kostensenkungen ermöglicht.
- Der Umgang mit Feldgeräten muss einfach und zuverlässig sein. PROFINET verfügt hierzu über eine ganze Anzahl intelligenter Mechanismen (z.B. automatische Adressierung und Gerätetausch), welche genau diese Anforderung erfüllen.
- Security ist ein Muss, auch und gerade in der Prozessindustrie mit ihren sensiblen Verfahren. PROFINET verfügt bereits über ein mehrstufiges Sicherheitskonzept und wird - da 100 % Ethernet - auch an künftigen Security-Entwicklungen aus der IT-Welt teilhaben. Aktuell arbeitet PI hierzu an der Weiterentwicklung zur Authentifizierung und Absicherung der PROFINET Kommunikation.
- Betriebssicherheit und Verfügbarkeit sind Schlüsselwörter in den Anwendungen der Prozessindustrie. PROFINET hat bereits viele Jahre „im Feld“ der Fertigungsindustrie hinter sich, was „Anlaufkosten“ für den Neueinsteiger aus der Prozessindustrie weitgehend eliminiert und die Lernkurve reduziert. Dies wird durch strenge und umfangreiche Zertifizierungsmaßnahmen sichergestellt, wodurch die als „High Availability“ zusammengefasste Funktionalität für Prozessanwendungen im Zertifikat bescheinigt wird.

Die Antwort auf die Titelfrage „Warum PROFINET?“ lautet: Weil Industrial Ethernet und hier ganz speziell PROFINET die Anlagenbetreiber der Prozessindustrie hinsichtlich Standardisierung, Durchgängigkeit, Bedienfreundlichkeit, Sicherheit, Kostensenkung und Einfachheit einen großen Schritt voranbringt! An einer umfassenden Lösung für die Prozessautomatisierung wird seitens PROFIBUS & PROFINET International (PI) unter Einbeziehung vorhandener und neuer PI-Technologien kontinuierlich und intensiv gearbeitet.

Das Ziel der Arbeiten ist die Entwicklung von **PROFINET als die Lösungsplattform für die Prozessautomatisierung**.

Das vorliegende Whitepaper berichtet über den aktuellen Stand der Technologieentwicklung, heute verfügbarer Funktionen und Fähigkeiten von PROFINET für die Prozessautomation und gibt einen Ausblick auf in Arbeit befindlicher Spezifikationen.

1.2 Von Ethernet zu PROFINET

Den technologischen Fortschritt nutzbar machen

Ethernet hat seinen Ursprung in einem Projekt der Firmen DEC, Intel und Xerox in den 1970er-Jahren. Es war als Übertragungsmedium mit Busstruktur zwischen mehreren gleichberechtigten Datenstationen im lokalen Bereich gedacht; die anfängliche Datenrate betrug 3 Mbit/s. 1982 ging daraus der IEEE Standard 802.3 hervor. Eine rasante Entwicklung führte Ethernet danach über 10 Mbit/s in den 1980er-Jahren zu Fast Ethernet 100 Mbit/s. Heute werden bereits 10 Gbit/s und mehr erreicht. Der Begriff „Ethernet“ beschreibt sowohl die Hardware des Übertragungsmediums (Stecker, Kabel, Verteiler u.a.) als auch die Datenübertragung (Protokolle, Übertragungsformen, Paketformate). Ethernet ist eine eindeutig spezifizierte Ausprägung der Schichten 1 und 2 im OSI-Schichtenmodell und findet durch die Anwendung verschiedenster Protokolle auf höheren Schichten (bspw. HTTP oder SMTP, bekannt aus dem Internet) eine breite Anwendung.

Industrial Ethernet bezeichnet u.a. Weiterentwicklungen auf verschiedenen Ebenen des Schichtenmodells mit dem Ziel, Ethernet für den Einsatz in der industriellen Automatisierung zu befähigen. Besondere Eigenschaften von Industrial Ethernet sind beispielsweise:

- Besonders robust (industrietauglich) ausgeführte Komponenten
- Einsatzfähigkeit von Protokollen mit besonderer Berücksichtigung industrietypischer Anforderungen (z.B. Echtzeitfähigkeit)

PROFINET ist der von PROFIBUS & PROFINET International (PI) entwickelte und gepflegte offene Standard auf Basis Industrial Ethernet. PROFINET ist in der IEC 61158 und IEC 61784 standardisiert und deckt als universale Kommunikationstechnik alle Anforderungen der Automatisierungstechnik ab. PROFINET ist zu 100 % Switched Ethernet gemäß IEEE 802.3 und damit auch offen für den Einsatz aller Ethernet-Technologien und dem Parallelbetrieb mehrerer Ethernet-Protokolle.

Der Funktionsumfang von PROFINET ist zur Anpassung an unterschiedliche Einsatzgebiete skalierbar in mehrere, auf einander aufbauende Conformance Classes (CC) eingeteilt (Abbildung 1). Diese fassen anwendungsorientierte Mindesteigenschaften zusammen: CC-A enthält die Grundfunktionen und ist z.B. auf den Einsatz in der Gebäudeautomation ausgerichtet. CC-B erweitert den Funktionsumfang um Netzwerkdiagnose und Topologieinformationen; bei CC-B(PA) kommen für die Prozessautomatisierung relevante Funktionen wie beispielsweise Redundanz und „Dynamic Reconfiguration“ (Änderungen der Controllerkonfiguration im laufenden Betrieb) hinzu. CC-C ist eine nochmalige Erweiterung zur Realisierung von IRT-Kommunikation (Isochronous Real Time) und damit Basis für takttsynchrone Applikationen. Eine ausführliche Beschreibung der CC enthält das PI-Dokument „PROFINET IO Conformance Classes“ [7.042 e].

Die CC mit ihren definierten Inhalten sind zugleich Grundlage für die **Zertifizierung der PROFINET-Geräte** mittels einer standardisierten Testprozedur in autorisierten Testlabors. Auf Basis eines positiven Testberichtes erhält der Gerätehersteller ein Zertifikat, was ihm gestattet, bei der Gerätebezeichnung PROFINET zu verwenden. Für Anlagenbauer und -betreiber bedeutet der Einsatz zertifizierter Geräte Zeitersparnis bei der Inbetriebsetzung und stabiles Geräteverhalten und vor allem Interoperabilität während der gesamten Nutzungsdauer.

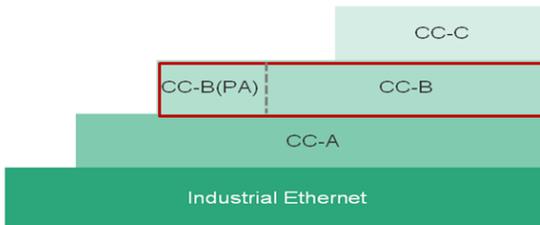


Abb. 1: Aufbau der Conformance Classes (CC) von PROFINET

PROFINET kennt die **Geräteklassen** PROFINET Controller (entspricht dem PROFIBUS Master Class 1), PROFINET Device (entspricht dem PROFIBUS Slave) und den PROFINET Supervisor (entspricht dem PROFIBUS Master Class 2).

PROFINET ist eine Plattform, mit der die verschiedenen Gewerke einer Anlage oder Maschine über eine eindeutig definierte Schnittstelle für die Kommunikation und zukünftig in bestimmten Anwendungsfällen für die Gerätespeisung, in die Automatisierungslandschaft eingebunden werden können. Das minimiert nicht nur die Zahl verschiedener Schnittstellen, sondern ermöglicht auch den Austausch von Informationen bzw. Wissen (statt nur Daten) zwischen den Gewerken: Kann beispielsweise ein Verdichter, Wärmetauscher oder Gebläse die für den Sollwert

erforderliche Leistung überhaupt erbringen? Oder wo liegt der wirtschaftlichste Betriebspunkt einer Anlage angesichts des Zustands der verschiedenen Aggregate? PROFINET bietet hierfür die umfassende Lösung, mit vertikaler und horizontaler Durchgängigkeit, mit Bereitstellung von Informationen statt nur Daten und mit allen Vorteilen, die ein Ethernet-Standard bietet.

1.3 Anforderungen der Prozessindustrie

Höchste Anforderungen müssen erfüllt werden

Die Prozessautomatisierung stellt im Vergleich zur Fertigungsautomatisierung andere Anforderungen an die Kommunikationstechnik. Die räumlich meist ausgedehnten Anlagen haben eine Lebensdauer von 15 bis 40 Jahren; darin laufen häufig kontinuierliche Produktionsprozesse ab, deren Abbruch oder Störung ein hohes Gefährdungspotential für Mensch und Umwelt oder einen hohen wirtschaftlichen Schaden darstellen können. Wunsch der Betreiber ist es, einen durchgängigen horizontalen wie vertikalen Daten- und Informationsfluss zu schaffen. Daraus ergeben sich an die Kommunikationstechnik deutliche Anforderungen:

- Installationstechnik und Feldgeräte einfach und durch einen Facharbeiter handhabbar
- Einsatz im Ex-Bereich, auch mit Zündschutzart Eigensicherheit (Ex i)
- Lange Kabelwege (bis zu 1000 m)
- Wahlfreiheit in der Gestaltung der Topologie
- Robuste Verbindungstechnologie und Kommunikation
- Redundanzkonzepte für kritische Komponenten
- Dynamische Rekonfiguration einzelner Komponenten im laufenden Betrieb
- Weitestgehende Konvergenz von Netzwerken und Informationen

Die Kommunikationsschnittstelle soll standardisiert sein, um das Zusammenwirken von Komponenten unterschiedlicher Hersteller sicherzustellen. Die Kommunikationsschnittstelle, die Planungs-, Asset Management- und Leittechniksysteme sollen über folgende Eigenschaften verfügen:

- Höchste Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit
- Eingriffe in den laufenden Anlagenbetrieb ohne dessen Störung
- Einfacher Umgang, speziell bei Gerätetausch

- Investitionsschutz für Bestandsanlagen auch bei Technologiewechsel in der Leittechnik
- Eignung für große Mengengerüste, 10.000 oder mehr Geräte

Für alle genannten Anforderungen definiert PI die unterliegende Technologie. Die folgenden Kapitel geben dazu einen Überblick, ausgehend vom Ist-Zustand heute einsetzbarer Technologie und Produkte, über bereits in Umsetzung befindliche Spezifikationen bzw. vor der Umsetzung stehende fertige Spezifikationen bis zu den geplanten weiteren Entwicklungen. Die Weiterentwicklung existierender Spezifikationen oder neue Technologiedefinitionen greifen derzeit noch offene Anforderungen auf. Die offene und sachlich geführte Diskussion in den Gremien der PI führt zu herstellerneutralen, wohl definierten Lösungen für eine heterogene Prozesslandschaft.

2 Heute bestens bewährt: PROFIBUS PA

Digital auf der letzten Meile

PROFIBUS PA ermöglicht lange Kabelwege, und Explosionsschutz und Robustheit für die rauen Umgebungen in der Prozessautomatisierung. Er bietet eine vollständig digitale Integration der Feldinstrumentierung in Leit- und Asset Management Systeme. PROFIBUS PA ist heute in vielen Installationen als leistungsfähige und stabile Lösung weltweit zu finden.

Für die Verbindung zwischen Geräten und Leittechnik kommt wahlweise ein Link oder Koppler typischerweise über PROFIBUS DP (Abbildung 2) oder ein Proxy über PROFINET zum Einsatz (Abbildung 3). Der Anwendernutzen von PROFIBUS PA generiert sich unter anderem aus drei Eigenschaften:

1. PROFIBUS PA eignet sich besonders für die Prozessautomation durch Speisung und Datenübertragung über eine einfache, geschirmte Zweidrahtleitung. Die durchgängig digitale Kommunikation bietet eine signifikant höhere Genauigkeit der Datenübertragung sowie integrierte Mechanismen zur parallelen Übertragung von Stell- und Messgrößen, Diagnose- und Konfigurationsdaten.
2. Installationstechniken für den Explosionsschutz sind gut bekannt. Insbesondere der Nachweis der Eigensicherheit wird durch das FISCO-Modell besonders vereinfacht. Wenige einfache Installationsregeln und ein Nachweis, der rein dokumentarisch ist und ohne Berechnungen auskommt, bieten die von Anwendern geforderte Einfachheit.
3. Das Geräteprofil standardisiert die Kompatibilität von Geräten, sodass ein Gerätetausch unabhängig von Hersteller und Software-Version möglich ist. Mit dem PA-Profil hat der Anwender die größtmögliche Freiheit bei der Instrumentierung seiner Anlage.

Darüber hinaus wurde die Zweigleisigkeit der Integrationswerkzeuge bereits durch die fertiggestellte und verfügbare, einheitliche FDI (Field Device Integration) Technologie beendet. Diese unterstützt natürlich auch PROFIBUS PA.

PROFIBUS PA ist für alle Meilensteine im Lebenszyklus einer Prozessanlage von Nutzen: für Anlagenplanung und Anlagenbau ebenso wie für Installation, Betrieb und Unterhaltung der Anlage. PROFIBUS PA erfüllt diesen Anspruch durch automatisierte Dokumentation und verkürzten und effektiven Loop-Check, reduzierten Installationsaufwand, einfachen Nachweis der Eigensicherheit zum Betrieb in explosionsgefährdeten Bereichen, bedarfsorientierte Instandhaltung, einfachen Gerätetausch und anderes.

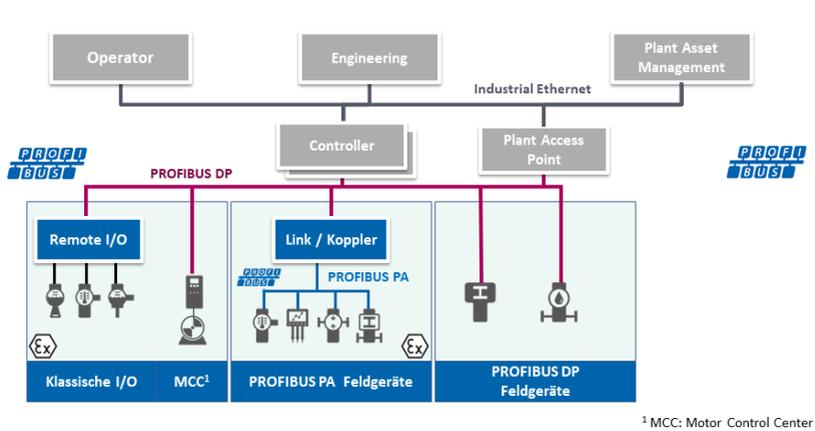


Abb. 2: Kommunikationsstruktur einer Anlage mit PROFIBUS DP und PROFIBUS PA

3 PROFINET in der Prozessautomatisierung: Heute und in naher Zukunft

Die Zukunft schon heute planen und gestalten

Schon heute gibt es Applikationen mit PROFINET, speziell in Bereichen, in denen bisher PROFIBUS DP im Einsatz war und es um die Anbindung von Remote I/Os oder Motor Management Systeme geht. Allerdings unterliegt dieser Einsatz noch gewissen Einschränkungen, da PROFINET-Funktionen wie „Systemredundanz“ oder „Dynamic Reconfiguration“ noch nicht durchgängig in Produkten umgesetzt sind.

Abbildung 3 zeigt von links PROFINET-Geräte wie Remote I/O und Motor Control Center (MCC), PROFIBUS PA-Feldgeräte für Ex-Anwendungen, integriert in PROFINET über einen Proxy. Ein Switch verbindet PROFINET-Feldgeräte für Anwendungen ohne Anforderungen an den Explosionsschutz. Ein Switch verbindet PROFINET-Feldgeräte für Anwendungen ohne Anforderungen an den Explosionsschutz.

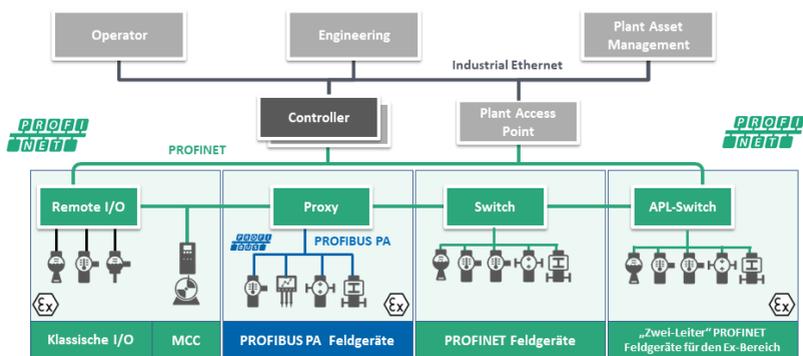


Abb. 3: PROFINET und PROFIBUS PA, rechtes Feld: Zukunft mit APL

Dieses Kapitel beschreibt die zeitlich abgestufte Einführung von PROFINET in die Prozesstechnik: 3.1 beschreibt bereits vorhandene und implementierte PROFINET-Funktionen. 3.2 gibt einen Überblick über bereits fertiggestellte Spezifikationen, die aktuell in Produkten umgesetzt werden. Besonders sei hier auf die Integration bestehender Bussysteme über PROXY-Technologie hingewiesen. In 3.3 werden die in der Definition befindlichen Themen behandelt. Kapitel 3.4 gibt einen Ausblick in die Zukunft. Bei allen Vorhaben genießt der Investitionsschutz besondere Beachtung.

Anwendernutzen kurzgefasst

- Automatisches Erstellen und Überprüfen der Topologie (Visualisierung)
- Beschleunigte Inbetriebnahme und einfacher Gerätetausch
- Einfaches Konfigurieren, auch ohne Engineeringtool
- Vermeidung von Adresskonflikten
- Handhabung einfacher als bei 4-20 mA-Technologie
- Kontinuität der Diagnosedarstellung gemäß NE 107

3.1 PROFINET Basis Funktionen

Bei PROFINET bewährte Funktionen und Technologien mit Bedeutung für den Einsatz in der Prozessindustrie und speziell im Umgang mit Prozessgeräten sind vor allem Netzaufbau, Verbindungs- und Anschlusstechnik, Netzwerkd Diagnose, Topologiedarstellung, Nachbarschaftserkennung der Geräte, Gerätetausch und Diagnose

3.1.1 Netzwerkinstallation

Einfache Netzwerkinstallation und voll integrierte Netzwerkd Diagnose

Kommunikationstechnologien in Anlagen der Prozessautomatisierung; das gilt auch für PROFINET und dessen Verbindungstechnik.

Die große Zahl erlaubter Topologien ermöglicht einen **Netzaufbau von PROFINET** zur optimalen Erfüllung der Anforderungen in Bezug auf räumliche Ausdehnung und Verfügbarkeit der Anlage inklusive Redundanz des Übertragungsweges.

Unterstützt werden (Abbildung 4):

- die Linie, die vorrangig Endgeräte mit integrierten Switches im Feld verbindet
- der Stern mit einem zentralen Switch, vorrangig im Schaltschrank,
- der Ring, vorrangig zur Realisierung der Medienredundanz und
- der Baum als Mischung der obigen Topologien.

Die heute definierte und eingesetzte Verbindungstechnik erfüllt die Anforderungen für die Verdrahtung im Schaltraum.

Der **Anschluss der PROFINET-Geräte** erfolgt ausschließlich über Switches als Netzwerkkomponenten, die häufig bereits im Gerät integriert sind (2 Port Schnittstellen). PROFINET-taugliche Switches müssen die Funktionen „Autonegotiation“ und „Auto crossover“ unterstützen. Dadurch kann die

Kommunikation selbständig aufgebaut und die Konfektionierung der Kabel vereinheitlicht werden. Die Verbindung zwischen den Teilnehmern (Geräte und Switches) erfolgt bis zu einer Entfernung von 100 m durch Kupferkabel, wobei sich durch Kaskadierung die Leitungslänge entsprechend verlängern lässt; für längere Übertragungswege werden Lichtwellenleiter oder Funkstrecken genutzt.

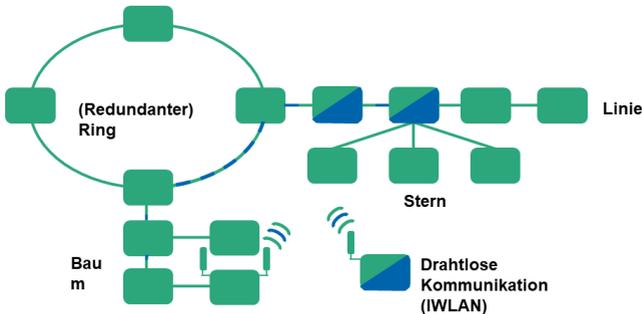


Abb. 4: Flexibler Netzaufbau von PROFINET

3.1.2 Netzwerkmanagement

In IT-Netzen hat sich für Wartung und Überwachung der Netzkomponenten und ihrer Funktionen das **SNMP (Simple Network Management Protocol)** als de-facto-Standard durchgesetzt. Dieses Protokoll kann für Diagnosezwecke lesend auf Netzkomponenten zugreifen, um Statistikdaten (mit Bezug auf das Netzwerk) sowie portspezifische Daten und Informationen zur „Nachbarschaftserkennung“ auszulesen. Die Implementierung von SNMP ist für Geräte der Conformance Classes B und C obligatorisch.

3.1.3 Netzwerkd Diagnose

PROFINET-Feldgeräte tauschen mit dem **LLDP (Link Layer Discovery Protokoll)** gemäß IEEE 802.1AB über jeden Port die vorhandenen Adressierungsinformationen aus. Damit kann der jeweilige Port-Nachbar eindeutig identifiziert und der physikalische Aufbau des Netzwerkes bestimmt werden. In Abbildung 5 ist das Gerät „delta“ über den port001 mit port003 von „switch1“ verbunden. Mit dieser **Nachbarschaftserkennung** wird ein Soll-Ist-Vergleich der Topologie möglich und können Änderungen in der Topologie während des Betriebes sofort erkannt werden. Das ist auch die Basis für die automatische Namensvergabe beim Gerätetausch.

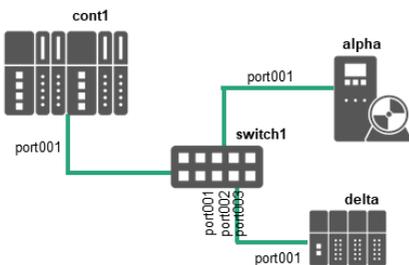
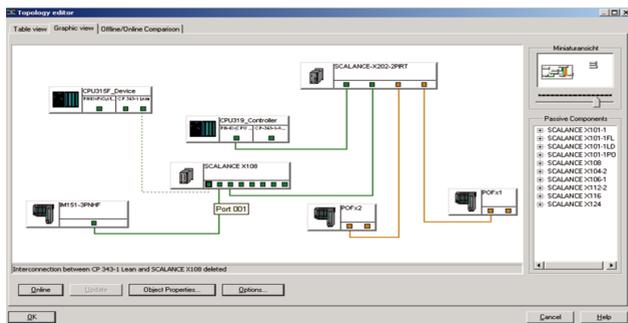


Abb. 5: PROFINET-Feldgeräte kennen ihren Nachbarn

Durch Einsammeln der über die Nachbarschaftserkennung gefundenen Informationen mittels des SNMP-Protokolls ist eine **graphische Darstellung der Anlagentopologie und einer portgranularen Diagnose möglich** (Abbildung 6).



RIIAC

Abb. 6: Darstellung der Anlagentopologie

3.1.4 Gerätediagnose

Einheitliche Gerätediagnose mit NAMUR-Ampel gemäß NE 107

Für Betrieb und Unterhalt von Anlagen hat die zustandsorientierte Instandhaltung einen hohen Stellenwert. Basis dafür ist die Fähigkeit von Geräten und Komponenten, ihren eigenen Zustand zu ermitteln und diesen über abgestimmte Mechanismen zu kommunizieren. Dazu bietet PROFINET ein System zur zuverlässigen Signalisierung von Alarmen und Zustandsmeldungen durch die Geräte an den Controller. Dieses Diagnosemodell (Abbildung 7) deckt sowohl systemdefinierte Ereignisse wie Ziehen/Stecken von Baugruppen als auch die Signalisierung von Störungen wie Drahtbruch ab, die in der Steuerungstechnik erkannt wurden. Das zu Grunde liegende Zustandsmodell kennt neben den Zuständen „gut“ und „fehlerhaft“ auch die optionalen Stufen „Wartungsbedarf“ (z. B. bei Verlust der Medienredundanz) und „Wartungsanforderung“. Das Modell unterscheidet auch zwischen Diagnose-Alarme (Ereignisse innerhalb eines Gerätes oder einer Komponente) und Prozessalarmen (Ereignisse im Prozess, z.B. Überschreiten einer Grenztemperatur). Weitere Informationen enthält das Dokument „Diagnosis for PROFINET“ [7.142 e].

Zur Gewährleistung einer einheitlichen Darstellung der unterschiedlichen Diagnosemeldungen wurde eine Zuordnung der Ergebnisse des PROFINET-Diagnosemodells zur **Diagnosedarstellung gemäß NE 107 der NAMUR** vorgenommen (Abbildung 8). Das führt zu einer einheitlichen Darstellung für alle Geräte in einer Anlage.

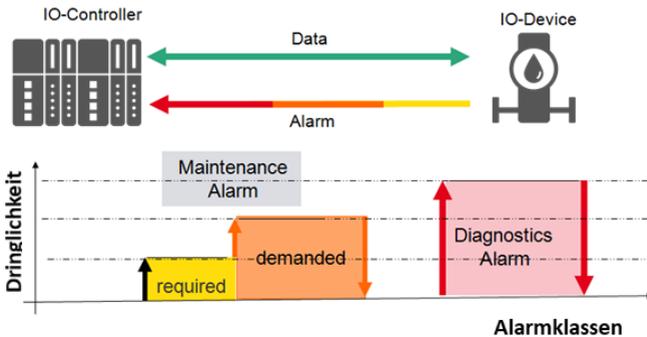


Abb. 7: PROFINET-Diagnosemodell zur Signalisierung von Störungen verschiedener Prioritäten

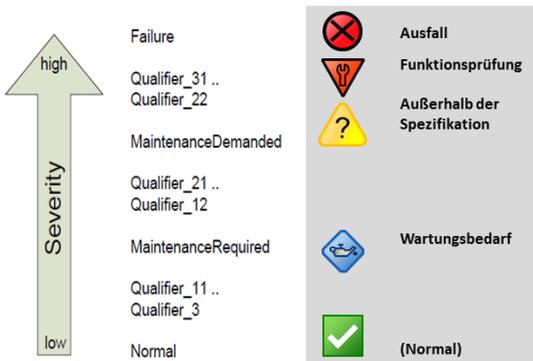


Abb. 8: Zuordnung der PROFINET-Gerätediagnose zur NE 107-Systematik

3.1.5 Gerätetausch

Fehlerfreier Gerätetausch, einfacher als 4-20 mA

Der Austausch von PROFINET-Feldgeräten kann leicht und verwechslungssicher ausgeführt werden. Basis dafür ist der zyklische Austausch der Nachbarschaftsinformationen der Geräte. Fällt ein Gerät aus, so ist dessen Nachbarschaft bekannt. Ein vorerst noch „namenloses“ Ersatzgerät wird eingesetzt und die Steuerung sucht das eindeutig identifizierbare Nachbarschaftsgerät des defekten Gerätes. Dadurch kann das Austauschgerät die gleiche Position im Netzwerk, die gleiche Adresse und den gleichen Parametersatz wie das ausgefallene Gerät zugewiesen bekommen. Zusätzlich werden Adresse und Positionierung des Gerätes auch im Diagramm der Anlagentopologie dargestellt und können dort überprüft werden. Das zusammen macht einen Gerätetausch sicher und schnell realisierbar, auch ohne Engineering-Tool.

Diese ständige Visualisierung des Netzwerkes und das damit mögliche sofortige Erkennen von z.B. Adressenkonflikten unterstützen die Inbetriebsetzung einer Anlage ebenso wie Umbauten oder Erweiterungen; eine erhebliche Zeiteinsparung gegenüber früheren Abläufen ist die Folge.

3.1.6 Security

Für eine sichere Vernetzung innerhalb einer großen Fabrikanlage oder über das Internet bietet PROFINET ein gestuftes Sicherheitskonzept (Abbildung 9). Dieses kann durch konfigurierbare vorgelagerte Sicherheitszonen dem Anwendungsfall angepasst werden. Dadurch werden zum einen die PROFINET-Geräte entlastet, zum anderen kann das Konzept auf sich im Anlagenleben ändernde Sicherheitsanforderungen als auch auf technische Neuerungen bestmöglich angepasst werden. Sowohl einzelne Geräte als auch ganze Netzwerke können vor unerlaubtem Zugriff geschützt werden. Das bewirken Sicherheitsmodule, mit denen Netzwerke segmentiert und damit getrennt und geschützt werden können. Nur eindeutig identifizierte Nachrichten gelangen von außen zu den innerhalb der Segmente liegenden Geräten (Abbildung 10). Weitere Informationen in dem Dokument „PROFINET Security Richtlinie/Guideline“ [7.001/7.002 d/e].

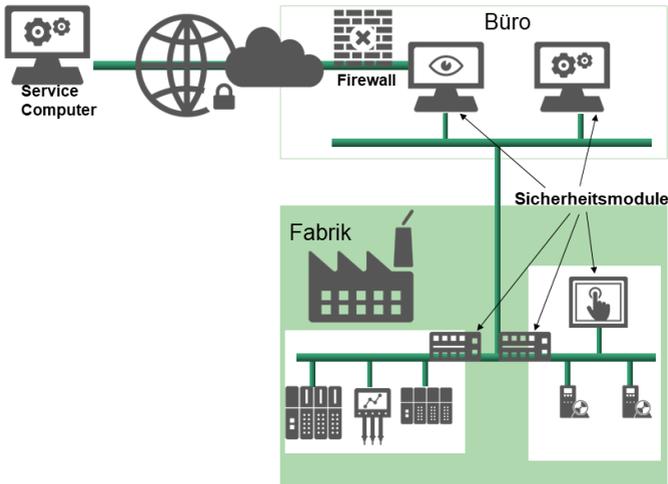


Abb. 9: Zugriff auf Maschinen und Anlagen über gesicherte Verbindungen

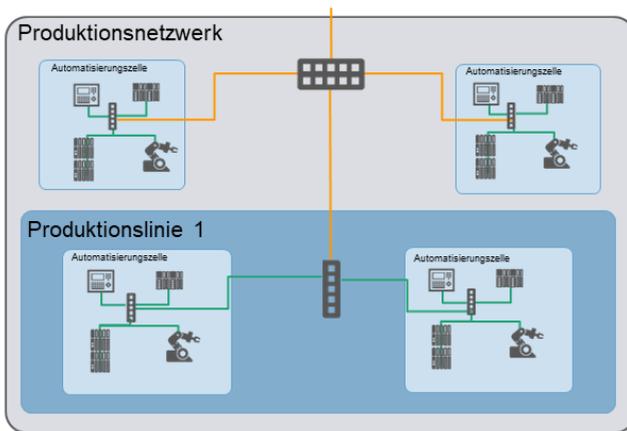


Abb. 10: Segmentierung des Netzwerkes

3.1.7 Safety (SIL)

Zwei Lösungen für besondere Sicherheit

Für sicherheitsrelevante Anwendungen muss ein durchgängiger Kommunikationsweg möglich sein. Eine Möglichkeit dazu besteht schon heute in Form von Safety über 4-20 mA/HART über Remote IO/Proxy; eine Lösung kann auf PROFIsafe aufbauen. PROFIsafe ist in der IEC 61784-3 definiertes Protokoll für die Implementierung der funktionalen Sicherheit (failsafe, ausfallsicher). PROFIsafe ist von IFA und TÜV anerkannt und kann gleichermaßen über PROFIBUS und PROFINET eingesetzt werden. Damit können Elemente einer ausfallsicheren Steuerung direkt mit der Prozesskontrolle auf demselben Netzwerk übertragen werden. Eine zusätzliche Verdrahtung ist nicht erforderlich. Eine Einführung in PROFIsafe bietet die Systembeschreibung [4.341/4.342 d/e], die Spezifikation „PROFIsafe on PROFIBUS DP and PROFINET IO“ ist unter [3.192 e] verfügbar.

3.2 Prozessanwendungen mit PROFINET-Technologie dank durchdachter Konzeption

Für den Einsatz von PROFINET in der Prozessindustrie wurden folgende essentielle Spezifikationen bereitgestellt und umgesetzt, weitere Informationen in dem Dokument „High Availability for PROFINET“ [7.242e]:

- **Dynamic Reconfiguration** für Änderungen ohne Störung des laufenden Anlagenbetriebs
- **Medien und Systemredundanz** für besonders hohe Verfügbarkeit
- Die **Proxy-Technologie** zum Investitionsschutz durch transparente Einbindung existierender Systeme wie PROFIBUS PA und anderer Kommunikationstechnologien in PROFINET

Es klingt wie ein theoretischer Ansatz - ist jedoch Realität, dank des Engagements der zahlreichen Hersteller. In der Abbildung 2 gezeigtes Szenario in Form einer Kombination von PROFINET und PROFIBUS PA ist nur ein Beispiel für die technologische Kontinuität und Umsetzung der Anforderungen aus der Praxis.

Die für den praktischen Einsatz enorm wichtige Interoperabilität zwischen Geräten und Komponenten verschiedener Hersteller kann allerdings nur erreicht werden, wenn sich die Hersteller bei der Umsetzung die eindeutig definierten Spezifikationen genau einhalten - und genau das wird durch ein umfangreiches Zertifizierungsprogramm sichergestellt.

3.2.1 Änderungen im laufenden Betrieb

Reibungsloser Dauerlauf: 24 Stunden / 365 Tage

Änderungen im laufenden Betrieb (Dynamic Reconfiguration) bezeichnet die auf redundanten Kommunikationsverbindungen beruhende Eigenschaft, Eingriffe an der Anlage ohne einen Neustart von Geräten oder Controllern und ohne Rückwirkung auf die Kommunikation im Netzwerk vornehmen zu können. Das gilt für Maßnahmen an oder mit Kompaktgeräten ebenso wie für modulare Geräte oder Proxies (Abbildung 11, von links).

Beispiele sind Änderung einer Gerätekonfiguration, Gerätetausch, Hinzufügen oder Reparatur von Komponenten, Ändern von Parametern u. ä. Siehe hierzu das PI Dokument „PROFINET Dynamic Reconfiguration (Configure in Run)“ [7.112 e].

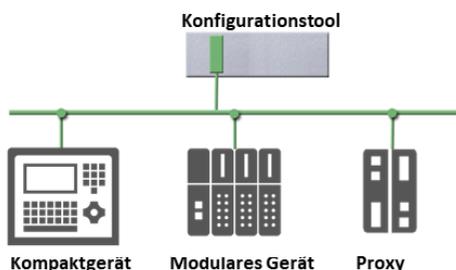


Abb. 11: Universelle Nutzung von Dynamic Reconfiguration

3.2.2 Redundanz-Lösungen

Zwei Konzepte zu hoher Verfügbarkeit

Eine besonders hohe Verfügbarkeit der Anlagen wird durch leistungsfähige PROFINET-Redundanzlösungen für Kommunikation und Geräte gewährleistet. Die Standardisierung sichert dabei das interoperable Verhalten von Geräten verschiedener Hersteller.

Bei der Medienredundanz verbinden mehrere physikalische Kommunikationswege die PROFINET-Teilnehmer: Geräte und Controller (Abbildung 12). Beim Ausfall eines Kommunikationsweges (beispielsweise bei einer Kabelunterbrechung) wird automatisch der zweite Kommunikationsweg genutzt. Siehe hierzu das PI-Dokument „PROFINET Media Redundancy“ [7.212 e].

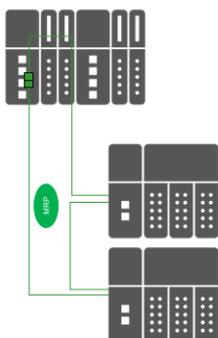


Abb. 12: Medienredundanz

Anwendernutzen Medienredundanz, kurz gefasst:

- Elektrische Ringbildung möglich
- Keine zusätzliche Hardware erforderlich
- Kombination mit Systemredundanz möglich

Bei der Systemredundanz baut ein PROFINET-Gerät mehr als eine Kommunikationsbeziehung zu einem redundanten Controller auf. Dabei unterscheidet man zwischen verschiedenen Ausprägungen der Systemredundanz. S2 Systemredundanz (Abbildung 13) beschreibt ein kompaktes PROFINET-Gerät, wie beispielsweise ein Feldgerät, welches ohne Verwendung zusätzlicher Hardware an einem hochverfügbaren System betrieben werden kann. Unter R1 und R2 Systemredundanz (Abbildung 13, Mitte und rechts) versteht man die redundante Ausführung der Kommunikationsschnittstelle eines modularen PROFINET-Gerätes, wie man sie beispielsweise bei einer Remote I/O findet. Dabei erreicht die R2 Systemredundanz durch ihre 4 Wege zwischen Controller und Gerät die maximale Verfügbarkeit der Anlage. Die Unterstützung der Systemredundanz ist für PROFINET-Geräte der Prozessautomation in CC-B (PA) verpflichtend. Siehe hierzu das PI Dokument „PROFINET System Redundancy“ [7.122 e].

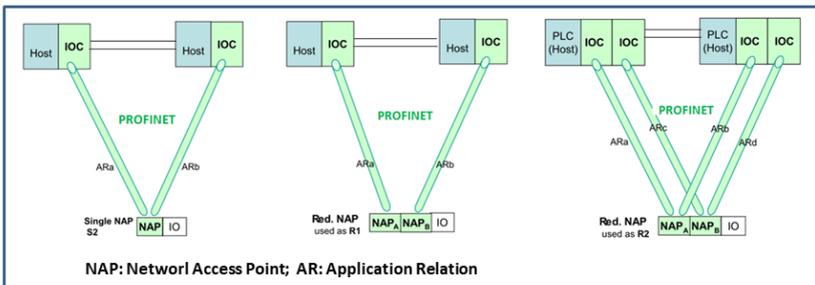


Abb. 13: Systemredundanz

Anwendernutzen Systemredundanz, kurz gefasst:

- Durch den Anwender zielgenau skalierbare Verfügbarkeit
- Kombination verschiedener Ausprägungen der Systemredundanz möglich
- Höchste Verfügbarkeit durch 4-Wege Redundanz (R2 Systemredundanz)

3.2.3 Uhrzeitstempelung/Archivierung

Präzise Ursachenanalyse durch Zeitstempelung

Bei umfangreichen Anlagen ist es häufig erforderlich, die aufbereiteten Alarmer und Zustandsmeldungen in eine zeitliche Abfolge zu bringen (Sequence of Events). Dazu bietet PROFINET mit seiner hochgenauen Uhrzeitstempelung eine standardisierte (IEEE 1588) Lösung einschließlich Archivierung und Regelung. Siehe hierzu die PI-Dokumente „PROFINET Specification“ [2.702 / 2.712 / 2.722 / 2.742 e].

3.2.4 Proxy-Technologie

Migrationsstrategien für die installierte Basis

Mit der PROXY-Technologie können bestehende Anlagenteile in eine PROFINET Infrastruktur eingebunden werden (Abbildung 14). Für die Prozessautomatisierung betrifft das die bestehenden Feldbusysteme PROFIBUS DP/PROFIBUS PA, FOUNDATION Fieldbus H1, HART und andere.

Proxies („Stellvertreter“) sind Gateways, die Geräte strukturiert im PROFINET-Netzwerk repräsentieren. Damit können die Leitsysteme sowohl zyklisch als auch azyklisch auf die Feldgeräte zugreifen. Eigenschaften der Feldbusysteme wie beispielsweise die Diagnose und die Konfiguration können nativ in der PROFINET-Welt genutzt werden.

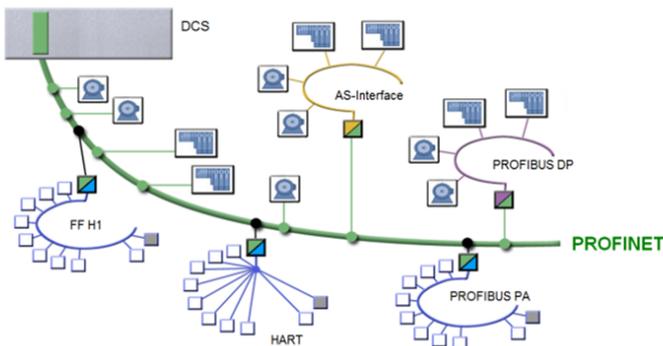


Abb. 14: Investitionsschutz durch Einbindung von Anlagenteilen mittels Proxies

Anwendernutzen Proxy-Technologie, kurz gefasst:

- Integration bestehender Feldbusse und installierter Basis
- 100 % Investitionsschutz für Gerätehersteller und Endanwender
- Erlaubt schrittweisen Wechsel von PROFIBUS- auf PROFINET-Systeme
- Standardisiertes Engineering
- Für Anwendungen in explosionsgefährdeten Bereichen

3.3 Frisch veröffentlicht: PA-Geräteprofil 4.0

Das PA-Geräteprofil mit PROFINET nutzen

Das PA-Geräteprofil, auch „PA Profil“ genannt, (aktuelle Version PA 4.0) ist das generische Geräteprofil von PI für Prozess-Feldgeräte. Es sorgt für ein gleichartiges Verhalten von PA-Geräten verschiedener Typen und von verschiedenen Herstellern beim Engineering und Betrieb an PROFIBUS PA.

Anforderungen und Erfahrungen von Herstellern und Anwendern (u.a. die Berücksichtigung der „Core Parameter“ für einfachen Gerätetausch) wurden aktuell in eine überarbeitete Profilversion eingebracht. Das Profil 4.0 ist zusätzlich unabhängig vom Physical Layer und Protokoll definiert. Damit entsteht ein an PROFIBUS und PROFINET-Systemen einheitlich einsetzbares PA-Geräteprofil 4.0. Das PROFIBUS PA-Geräteprofil 3.02 bleibt weiterhin nutz- und zertifizierbar, sodass die Investitionen in Bestandsanlagen geschützt sind.

Beispiele für den daraus resultierenden Anwendernutzens sind:

- Die Abläufe bei Engineering, Einbau, Inbetriebnahme und Austausch von Geräten werden deutlich einfacher und einheitlich: So erfolgt beispielsweise die Inbetriebnahme von Profil-Geräten nach einer einheitlichen Prozedur. Zudem werden die Anforderungen der NE 131 zum „NAMUR-Standardgerät“ erfüllt.
- Für eine herstellerneutrale Projektierung der Feldgeräte in das Leitsystem bieten Geräte mit dem PA-Geräteprofil eine Standard-Schnittstelle in Form des „neutralen Kanals“, der die gemeinsamen Funktionen der Geräte repräsentiert und diese in Form einer erweiterten Profil-GSD für die Geräteintegration bereitstellt.
- Das bewährte und mit der NAMUR abgestimmte Diagnose-Modell gemäß NE 107 bleibt bestehen und wird im Dialog mit allen Marktteilnehmern überarbeitet und angepasst.
- Die durch Industrial Ethernet mögliche Übertragung großer Datenmengen erweitert den bisherigen Datenaustausch zu einem Informationsaustausch, wodurch dem Betreiber nicht nur Daten und Stichworte, sondern aussagekräftige Informationen aus der gesamten Anlage verfügbar gemacht werden.
- Die Einheit (Unit) des Messwertes wird zwischen Feldgerät und Leitsystem synchronisiert.

3.4 Die Lösungsplattform im Überblick

PI sieht im kurzen Zeitrahmen diese zwei Technologien als Schlüssel für die Prozessautomation: PROFIBUS PA für Anlagen mit langen Kabelwegen und explosionsgefährdeten Bereichen sowie PROFINET-Geräte mit heute bereits verfügbaren Schnittstellen in kompakten Anlagen und ausgewählten Branchen.

Im mittelfristigen Zeitrahmen werden Zwei-Leiter-Ethernet-Geräte auf Basis von APL (Advanced Physical Layer) auch PROFIBUS PA Feldgeräte ebenbürtig ergänzen / ablösen können indem sie PROFINET in bisher unerreichbare Anwendungsbereiche zur Verfügung stellen werden – siehe Kapitel 4.

3.4.1 PROFIBUS PA an PROFINET über Proxy

Konsequenter Investitionsschutz durch Proxies

Wie in Kapitel 2 bereits dargestellt, ist PROFIBUS PA die heute etablierte, zeitgemäße und zukunftssichere Lösung für die Prozessautomation. Digital bis zum letzten Meter, einsatzfähig im Ex-Bereich mit Energiespeisung über den Bus, mit dem die Belange der Prozesstechnik abbildenden Profil 3.02, der Implementierung der NAMUR NE 107 und - hochaktuell mit der Unterstützung von FDI ist PROFIBUS PA „auf der Höhe der Zeit“. Durch den Einsatz von Proxies (Abbildung 14 und Abbildung 15) wird es möglich, die Stärken zweier bereits seit Jahren in der Praxis bewährter Technologien zu kombinieren und damit auch für andere etablierte Technologien langfristig einen Investitionsschutz zu gewährleisten.

3.4.2 PROFINET Feldgeräte

Mit PROFINET bis ins Feld

In einigen Branchen wie Lebensmittel, Umwelt oder Life Sciences finden sich Hybrid-Installationen, in welchen Technologien der Fertigungs- und Prozessautomatisierung parallel eingesetzt werden. Häufig bestehen keine Anforderungen an den Explosionsschutz oder lange Leitungslängen, sodass die in der Fabrikautomation etablierte Schnittstelle und Installationstechnik eingesetzt werden kann (Abbildung 2). Bei den hier eingesetzten Prozessgeräten kann PROFINET schrittweiseden bisher üblichen PROFIBUS DP ersetzen. Diese Lösung ermöglicht es dem Anwender sich einen durchgängigen Informationsfluss, eine nahtlose Integration der Automatisierungssysteme und den offenen Zugang für Gerätekonfiguration und Diagnose über Ethernet zu erschließen.

4 **Ausblick - Ethernet bis zur Feldebene: Von der Vision zur Realität**

Derzeit läuft die Entwicklung eines Advanced Physical Layers (APL) für Ethernet, der in der Prozessautomatisierung und -instrumentierung dazu eingesetzt werden kann, um Feldgeräte an entfernten und explosionsgefährdeten Orten einzusetzen. Dieser Physical Layer basiert auf neuen Kapiteln zu existierenden Normen, namentlich IEEE 802.3 und der IEC 60079.

Eine Arbeitsgruppe der IEEE Standards Association entwickelt die Spezifikation für ein Zweidraht-Ethernet (nach 10BASE-T1L). Damit sollten eine erweiterte Reichweite und der Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen ermöglicht werden. Der Entwurf eines solchen auf IEEE 802.3cg basierenden erweiterten Standards wird auch Spezifikationen für Anwendungen mit geringer Reichweite und eine Lösung für Hilfsenergie-Versorgung enthalten.

Das gleichzeitig laufende APL-Projekt konzentriert sich auf eine Erweiterung von 10BASE-T1L für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen (Zone 0 und 1 / Division 1) und fördert damit die Einführung von Ethernet in der Prozessautomatisierung. Das APL-Projekt wird von mehreren bedeutenden Zulieferern der Prozessindustrie unterstützt: ABB, Endress+Hauser, Krohne, Pepperl+Fuchs, Phoenix Contact, Rockwell Automation, Samson, Siemens, Stahl, Vega und Yokogawa. Darüber hinaus kooperiert das Projekt mit führenden Standard-Entwicklungsorganisationen (SDOs) für industrielle Kommunikation: PROFIBUS & PROFINET International (PI), ODVA, sowie die Fieldcomm Group.

Zu den wichtigsten Aspekten dieses Parallelprojekts gehört das Ziel, die relevanten IEC-Normen für eine Installation von Ethernet-Geräten in explosionsgefährdeten Bereichen zu erweitern, sowie protokollunabhängige Konformitätstests für eine eigensichere Anpassung an 10BASE-T1L zu entwickeln. Unterstützt werden auch Bemühungen, Zündschutzarten für den Einsatz von 10BASE-T1L in Anwendungen nach erhöhter Sicherheit zu definieren.

4.1 Vertraute Installation und Infrastruktur

APL ist die robuste, zweiadrige, gespeiste physikalische Ethernet-Schicht auf der Basis von 10BASE-T1L plus Erweiterungen für den Betrieb unter den anspruchsvollen Betriebsbedingungen und in gefährlichen Bereichen von Prozessanlagen. Sie ermöglicht eine direkte Anbindung von Feldgeräten an Ethernet-basierte Systeme, sodass Prozessindustrien von einer Konvergenz ihrer

OT- und IT-Systeme profitieren können. Außerdem nutzt sie eine Switch-basierte Architektur und verhindert unerwünschte Einflüsse zwischen Geräten, die an dasselbe Netzwerk angeschlossen sind.

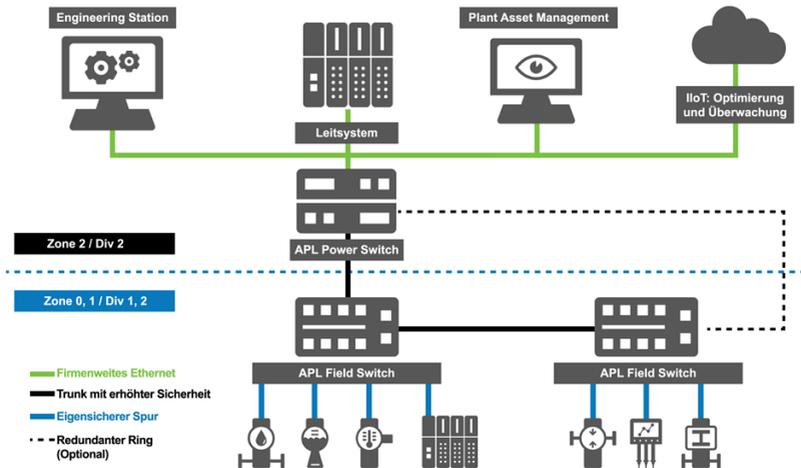


Abb. 15: Ethernet bis zur Feldebene

Ethernet bis zur Feldebene nutzt Technologien und Optionen, die in der Prozessautomatisierung bereits etabliert sind. Dazu gehört auch die bewährte Trunk-and-Spur-Topologie, wie sie in der Abbildung 15 dargestellt ist. Sie kann bis zu 50 Feldgeräte mit bis zu 500 mW pro Gerät versorgen. Weit verbreitete und etablierte Kabel-Infrastrukturen werden spezifiziert, um die Migration vorhandener Anlagen zur zukünftigen Ethernet-Konnektivität zu unterstützen. Die wichtigsten Funktionen sind in der folgenden Tabelle hervorgehoben.

Parameter	Spezifikation
Standards	IEEE 802.3 (10BASE-T1L), IEC 60079
Hilfsenergie Ausgang (Ethernet APL Power Switch)	Bis zu 60 W
Switch-Netzwerk	Ja
Redundante Kabel und Switches	Optional
Kabel-Typ	IEC 61158-2, Type A
Maximale Trunk Länge	1.000 m
Maximale Spur Länge	200 m
Geschwindigkeit	10 Mbps, full-duplex
Explosionsschutz	Für alle Zonen und Divisions. Mit eigensicheren Feldgeräten

Abb. 16: Technische Merkmale vom Ethernet bis zur Feldebene

4.2 Schutz in explosionsgefährdeten Bereichen

Die Methoden zum Zündschutz folgen den in der Elektroinstallation üblichen Grundregeln. Der Trunk nutzt die Zündschutzart „erhöhte Sicherheit“ und ist in der Lage, die maximal zulässige Leistung in den Ex-Bereich zu übertragen.

Eigensicherheit wird an den Spurs unterstützt. Die Validierung der eigensicheren Verbindungen erfolgt ähnlich wie bei FISCO, sodass für jede Verbindung ein einfaches Validierungsverfahren ohne Berechnungen möglich ist.

4.3 Infrastruktur

Neben Kabeln und Steckverbindern besteht eine APL-Infrastruktur im Wesentlichen aus zwei Grundkomponenten:

- APL Power Switches stellen die Konnektivität zwischen allen Standard-Ethernet-Netzwerken und Feldgeräten bereit und versorgen die APL-Field-Switches und Feldgeräte mit Strom. Sie befinden sich typischerweise im Kontrollraum oder in einer Verteilerbox. Switches und Stromversorgung können redundant ausgelegt werden.

- APL Field Switches sind für die Installation und den Betrieb in explosionsgefährdeten Bereichen vorgesehen (typischerweise Zone 1 und 2 oder Division 2). Normalerweise werden sie vom APL-Power Switch versorgt und verteilen sowohl die Kommunikationssignale als auch die elektrische Energie über Spurs an die Feldgeräte.

4.4 Instrumentierung, Aktuatoren und andere Feldgeräte

Feldgeräte mit APL-Schnittstelle gestatten eine einfache Integration in übergeordnete Systeme. Hersteller können APL einfach in ihr bestehendes Produktportfolio integrieren, zum Beispiel in Füllstand- und Durchflussmesser, Temperatur- und Druckmessumformer, Stellungsregler oder Analysegeräte für Flüssigkeiten und Gasen.

Die APL-Technologie bietet auch eine einfache Verbindung in explosionsgefährdeten Bereichen für innovative Geräte wie IP-Kameras und drahtlose Access Points, die eine zeitweilige und umfassende Überwachung für Wartung und Fehlerbehebung ermöglichen.

4.5 Einfache Geräte und installierte Basis

Potentialfreie Kontakte, Näherungsschalter, Temperatursensoren, einfache Magnetventile und andere Bestandsgeräte erfordern häufig eine Verbindung zu übergeordneten Steuerungssystemen. Für einige dieser Komponenten ist Ethernet-Konnektivität möglicherweise nicht erforderlich oder wirtschaftlich vertretbar. Für solche Anwendungen bieten Remote I/O-Systeme ein Gateway für die Zukunft.

Feldgeräte mit Zwei-Leiter-Ethernet-Konnektivität werden zum Standard. Die Migration von älteren Geräten auf die neue Technologie wird denkbar einfach sein, da die grundlegende Ethernet-Infrastruktur bereits vorhanden ist. Alle für die Installation und den Betrieb in explosionsgefährdeten Bereichen zertifizierten Lösungen können auch mit dem zukünftigen Ethernet bis zur Feldebene betrieben werden.

4.6 Das APL-Ökosystem

APL ist eine bedeutende Investition seitens Industriepartnern, wie Anbietern von Feldgeräten, Anbietern von Automatisierungssystemen und Lieferanten von Infrastrukturkomponenten. Sie alle teilen die gleiche Vision einer einzigen, gemeinsamen und transparenten physikalischen Schicht für das Ethernet im

Bereich der Prozessautomatisierung. Mit APL-Kommunikation, basierend auf etablierten IEEE- und IEC-Standards, die in jeder Region der Welt zertifiziert ist, ist eine umfassende Marktakzeptanz zu erwarten.

APL ist eine grundlegende Technologie, die eine breite und innovative Produktentwicklung ermöglicht. Von Ingenieurbüros bis hin zu Modul- und Anlagenbauern, von Dienstleistern und Datenlieferanten bis zum Endanwender profitieren alle von der Digitalisierung von Prozessanlagen.

Mit ihrer Fähigkeit, Ethernet-Kommunikation mit Versorgung über ein einzelnes Zweidraht-Kabel zu übertragen, wird die neue und einfach zu handhabende physikalische Schicht eine völlig neue Generation von Feldgeräten und Infrastrukturkomponenten hervorrufen, die die Prozesstechnologie vereinfachen und völlig neue Anwendungen ermöglichen wird. Dabei sind praktisch keine Grenzen erkennbar.

5 Begleitende Technologien und Maßnahmen

5.1 Die Lösungsplattform im Überblick

Die Zweigleisigkeit geht zu Ende

Eine derartige Situation soll bei PROFINET durch die neue FDI-Technologie gemäß IEC 61804 vermieden werden, zu welcher auf der Hannover-Messe 2015 das erste Tool vorgestellt wurde. Die FDI-Technologie ist eine Zusammenführung der Stärken der bisherigen Technologien, ergänzt um eine Harmonisierung bezüglich der EDDL-Dialekte und optimiert hinsichtlich Einheitlichkeit der Host-Darstellungen. Für jedes Feldgerät gibt es genau ein Device Package (Gerätepaket, Abbildung 16). Das ist eine binär-codierte Datei, welche eine Beschreibung der Daten und Funktionen des Gerätes auf Basis der neuesten, harmonisierten EDD-Beschreibungssprache enthält, zusammen mit der Beschreibung der Bedienoberfläche (User Interface, UI) und optionalen Anhängen. Für eine gleichartige Bearbeitung der Geräteintegrationspakete in verschiedenen FDI-Hosts sorgen „gemeinsame FDI-Host-Komponenten“. Zur Entwicklung von FDI-Gerätepaketen für PROFIBUS-, PROFINET-, FOUNDATION Fieldbus H1- und HART-Geräte steht eine protokollübergreifende Entwicklungsumgebung zur Verfügung.

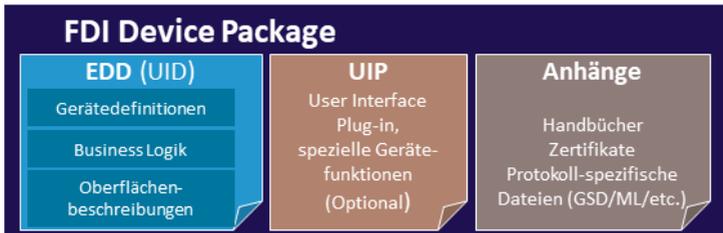


Abb. 17: Bausteine der FDI-Technologie

5.2 „Certified People“ sichert die Einführung von PROFINET in die PA

Weltweit einheitliche Ausbildung durch PI

Geräte, Systeme und Anlagen können nur bei professionellem Umgang seitens der Nutzer ihre Leistung in vollem Umfang bereitstellen. Das setzt eine gründliche Ausbildung und regelmäßiges Training voraus, für Entwickler und Planer ebenso wie für das Betriebs- und Wartungspersonal. PI bietet diese Möglichkeiten seit Jahrzehnten in Trainingskursen und Technologie-Workshops für Ingenieure und Techniker. Teilnehmer dieser weltweit angebotenen Lehrgänge erhalten nach erfolgreicher Prüfung ein Zertifikat. Die Anbieter von Kursen, die PI Kompetenz- und Trainingszentren werden regelmäßig überprüft. Hierdurch wird ein hoher und weltweit einheitlicher Qualitäts- und Ausbildungsstandard sichergestellt.

Grundlage für dieses vom Markt intensiv genutzte Angebot ist das global aufgespannte PI-Netzwerk mit (2018) 25 regionalen Organisationen, über 30 Training-Center und 10 Test-Labs sowie mehr als 60 Competence-Center, welches eine Ausbildung „ganz in der Nähe“ der Anwender möglich macht. Das Netzwerk bündelt das umfassende Know-how von knapp 1500 Mitgliedsfirmen und die über 25 Jahre gesammelten praktischen Erfahrungen in der Automatisierungstechnik und stellt beides in den Trainingskursen den Anwendern zur Verfügung.

„Certified People“ für PROFINET in der PA

Die weltweite PI-Ausbildungs-Infrastruktur wird für alle von PI entwickelten und unterstützten Technologien und damit zunehmend auch für PROFINET in der Prozessautomatisierung eingesetzt. Hierfür besteht die konkrete Planung, das seit Jahren etablierte PROFINET-Kursprogramm mit Themen zum Einsatz in der Prozesstechnik zu erweitern; umgekehrt soll das bewährte Trainingsprogramm für PROFIBUS DP und PROFIBUS PA um Add-on-Bausteine aus der PROFINET-Welt ergänzt und damit sowohl Kurse für Neueinsteiger als auch Aufbaukurse für bereits zertifizierte Ingenieure und Techniker angeboten werden. Ziel dieses „Certified People“-Konzeptes ist es, den Anwendern von PROFINET in der Prozessautomatisierung die neue Technologie und ihre technischen und wirtschaftlichen Vorteile so schnell wie möglich nutzbar zu machen.

6 Zusammenfassung

Gezielt entwickelt, bewährt, zukunftssicher und einfacher als 4-20 mA

PROFINET ist die natürliche technologische Weiterentwicklung des erfolgreichen Feldbus PROFIBUS zur heute führenden Kommunikationstechnologie auf Basis Industrial Ethernet. Das begünstigt einen kostengünstigen Umstieg auf PROFINET wegen der direkten Weiterverwendung von Know-how und der Möglichkeit zu schrittweisem Vorgehen. Gründe für einen solchen Umstieg sind

- PROFINET ist weltweiter Industrie-Standard und ist 100 % Standard Ethernet, was den Einsatz aller Web-Technologien ermöglicht
- PROFINET ist seit Jahren in der Fertigungsautomatisierung und im Maschinenbau bewährt, wodurch eine hohe Betriebssicherheit gewährleistet ist
- PROFINET hat den Anwendererwartungen hinsichtlich einfacher Handhabung einen sehr hohen Stellenwert gegeben und so den dafür gerühmten klassischen 4-20 mA-Standard deutlich übertroffen
- PROFINET gewährt durch die Proxy-Technologie die Weiterverwendung von Bestandsanlagen und damit einen exzellenten Investitionsschutz
- PROFINET bietet durch sein Netzwerk- und Diagnose-Management bestmögliche Lösungen für Schlüsselthemen der Prozessindustrie wie einfache Gerätehandhabung und ausführliche Diagnose aus Geräten und Netzwerk
- PROFINET ist Switched Ethernet und erfüllt damit die Forderung der Prozesstechnik nach ausgedehnten und flexiblen Anlagentopologien
- PROFINET sichert durch leistungsfähige Redundanz-Lösungen eine besonders hohe Verfügbarkeit der Anlagen. Die Verfügbarkeit lässt sich auf die Anforderungen des Anwenders skalieren.
- PROFINET realisiert eine nahtlose horizontale und vertikale Durchgängigkeit für Daten und Informationen
- PROFINET ermöglicht die Übertragung hoher Datenmengen in Echtzeit und ebnet damit den Weg zu künftigen Aufgaben im Zusammenhang mit dem Internet der Dinge.
- PROFINET und die zugehörigen Funktionen sind eindeutig spezifiziert, wodurch die Interoperabilität von Geräten verschiedener Hersteller sichergestellt wird.
- PROFINET wird den neuen Physical Layer für Zwei-Leiter-Ethernet unterstützen und damit auch im Ex-Bereich Anwendung finden.

PROFINET als Lösungsplattform für die Prozessautomatisierung stellt alle Technologien und Tools bereit, welche die Prozesstechnik für die durchgängige Automatisierung ihrer Anlagen auf der Basis von Industrial Ethernet benötigt. Die wichtige erste Stufe ist dabei der umfassend gesicherte Einsatz von PROFINET in neuen PA-Anlagen mit Werkzeugen zur Integration der installierten Basis von 4-20 mA, PROFIBUS PA und anderen Bussystemen. Im weiteren Verlauf entstehen Technologien zu einer horizontal und vertikal durchgängigen PROFINET-Automatisierungslösung für die Prozesstechnik. Alle Schritte ermöglichen die weitere, verbesserte Integration und Nutzung von digital vorliegenden Informationen und leisten einen Beitrag zu weiterer Effizienzsteigerung der Unternehmen und damit zu ihrer Wettbewerbsposition im Umfeld.



PROFIBUS Nutzerorganisation e. V. (PNO)
Arbeitskreis Marketing in der Prozessautomation
PROFIBUS & PROFINET International (PI)
Haid-und-Neu-Str. 7 • 76131 Karlsruhe • Deutschland
Tel.: +49 721 986 197 0 • Fax: +49 721 986 197 11
www.profibus.com • www.profinet.com