



# PROFIBUS Systembeschreibung

## Technologie und Anwendung



## Einleitung

Im Rahmen der sich unverändert dynamisch entwickelnden industriellen Kommunikation hat auch die Automatisierungstechnik einen kontinuierlichen Wandel erfahren. Beschränkte sich die Automatisierung zunächst ausschließlich auf die Produktionsvorgänge, so ist sie heute längst eingebunden in ein Netzwerk, das neben der eigentlichen Automatisierung auch Service und Wartung, Lagerwesen, Ressourcen-Optimierung und die Bereitstellung von Daten für MES- und ERP-Systeme beinhaltet.

Die Feldbustechnologie war und ist eine treibende Kraft für diesen Prozess; sie ermöglichte die Migration von zentralen zu dezentralen Automatisierungssystemen und erlaubt die Nutzung verteilter Intelligenz. Ethernet-basierte Kommunikationssysteme verbinden die Automatisierungstechnik mit der Informationstechnik und realisieren damit eine durchgängige Kommunikation von der Feldebene bis in die Unternehmensleitebene. Zugleich nehmen sie zunehmend auch Aufgaben direkt im Feld wahr.

PROFIBUS und PROFINET sind die dafür standardisierten Lösungen von PROFIBUS & PROFINET International (PI), die volle Durchgängigkeit mit hoher Anwendungsorientierung verbinden. PROFIBUS erfasst mit seinem einheitlichen Protokoll alle in der Fertigungs- und Prozessautomatisierung auftretenden Teilprozesse einschließlich sicherheitsgerichteter Kommunikation und Antriebs-Anwendungen und bietet damit eine ideale Basis für die horizontale Durchgängigkeit in einem Automatisierungssystem. PROFINET ermöglicht mit seinem ebenfalls einheitlichen

Protokoll neben der horizontalen auch die vertikale Kommunikation und damit die Verbindung vom Feld zur Unternehmensleitebene. Beide Kommunikationssysteme sind damit Basis für übergreifend vernetzte, durchgängige und für die jeweiligen Automatisierungsaufgaben optimierte Lösungen.

PROFIBUS hat sich seit seiner ersten Version (1989) schnell zum weltweit führenden Feldbussystem bei der Automatisierung von Maschinen und Produktionsanlagen entwickelt und zeichnet sich gegenüber anderen Feldbussystemen vor allem durch seine außerordentliche Anwendungsbreite aus. Anwendungsspezifische Anforderungen wurden gemeinsam mit Anwendern in Applikationsprofilen umgesetzt und die Gesamtheit dieser Anwendungen in einem standardisierten und offenen Kommunikationssystem vereint. Die Verwendung von offenen Standards anstelle von proprietären Lösungen gewährleistet langfristige Kompatibilität und Erweiterbarkeit, was die Basis für die Realisierung eines umfassenden Investitionsschutzes für Anwender sowie für Hersteller bildet. Dies ist für PROFIBUS & PROFINET International ein sehr wichtiges Anliegen. Durch den weltweit etablierten Support wird allen Anwendern und den Mitgliedern eine langfristige Perspektive geboten.

Mit weit über 50 Millionen Geräten (Stand Ende 2015) ist PROFIBUS heute in allen Branchen der industriellen Automatisierung präsent, davon sind mehr als 10 Millionen in der Prozessautomatisierung eingesetzt. PROFIBUS leistet einen wichtigen Beitrag zum wirtschaftlichen und technologischen Erfolg der Unternehmen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung in PROFIBUS</b> .....	<b>1</b>	4.3 Highlights im Profil V 3.02 .....	16
1.1 Marktstellung .....	1	4.4 HART on PROFIBUS .....	17
1.2 Modularer Aufbau .....	2	4.5 PROFIsafe .....	18
1.3 Anwendungsspezifische Lösungen ....	3	4.6 Identification & Maintenance (I&M) ....	18
1.4 Hybride Automatisierung .....	3	<b>5 Geräteintegration</b> .....	<b>18</b>
1.5 OSI-Schichtenmodell als Basis .....	3	5.1 General Station Description (GSD) .....	19
1.6 Normung .....	4	5.2 Electronic Device Description (EDD) ...	20
<b>2 Übertragungstechnik</b> .....	<b>4</b>	5.3 Device Type Manager (DTM) und Field Device Technology (FDT) Schnittstelle .	20
2.1 Übertragung gemäß RS485 und RS485-IS .....	4	5.4 Field Device Integration (FDI) .....	20
2.2 Übertragung gemäß MBP und MBP-IS .	5	<b>6 Qualitätssicherung und Zertifizierung</b> .....	<b>23</b>
2.3 Optische Übertragung .....	6	<b>7 Produktimplementierung</b> .....	<b>24</b>
2.4 Funk-Übertragung (Wireless) .....	6	7.1 Standardkomponenten .....	24
2.5 Übertragungstechnik in Ex-Bereichen .	6	7.2 Implementierung von Übertragungsschnittstellen .....	25
2.6 Topologie .....	7	<b>8 Ausblick</b> .....	<b>26</b>
2.7 Redundanz .....	8	<b>9 Anwendernutzen</b> .....	<b>27</b>
2.8 Installationshinweise für RS485 .....	9	9.1 Standardisiert und durchgängig .....	27
2.9 Installationshinweise für MBP .....	9	9.2 Wirtschaftlichkeit .....	28
2.10 Busdiagnose .....	10	9.3 Qualitätsbewusstsein .....	28
<b>3 Kommunikation bei PROFIBUS</b> ...	<b>10</b>	9.4 Innovation und Bestandswahrung ....	28
3.1 Kommunikationsprotokoll PROFIBUS DP .....	11	9.5 Weltweite Unterstützung .....	28
3.2 Geräteklassen .....	12	9.6 Kooperativ in die Zukunft .....	28
3.3 Zyklische Kommunikation und PROFIBUS-Diagnose .....	12	<b>10 PROFIBUS &amp; PROFINET International (PI)</b> .....	<b>28</b>
3.4 Azyklische Kommunikation und Parameteradressierung .....	13	10.1 Aufgaben (Übersicht) .....	29
3.5 Standardisierte Funktionsbausteine (FB) .....	13	10.2 Technologieentwicklung .....	29
3.6 COMM-FBS als System-neutrale Schnittstellen bei PROFIBUS .....	14	10.3 Technischer Support .....	29
<b>4 Applikationsprofile</b> .....	<b>14</b>	10.4 Zertifizierung .....	29
4.1 PROFIdrive .....	15	10.5 Ausbildung .....	29
4.2 PROFIBUS PA (PA Devices, „PA-Profil“) ..	15	10.6 Internet .....	29

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: PROFIBUS Systembaukasten . . . . . 2	Abb. 15: Betrieb von HART-Geräten an PROFIBUS . . . . . 18
Abb. 2: Lösungen von PROFIBUS für verschiedene Marktsegmente . . . . 3	Abb. 16: Prinzipdarstellung der I&M-Funktionen . . . . . 18
Abb. 3: Durchgängige PROFIBUS-Lösung in einer Produktionsanlage . . . . . 3	Abb. 17: Technologien zur Geräteintegration . . . . . 19
Abb. 4: Bezüge zwischen OSI-Modell und PROFIBUS . . . . . 4	Abb. 18: Aufwandsvergleich für Geräte mit Profil-GSD(re) bzw. 4-20 mA-Schnittstelle (li) . . . . . 19
Abb. 5: Nutzung verschiedener Zündschutzarten . . . . . 7	Abb. 19: FDI Device Package und FDI Host . . . . . 21
Abb. 6: Verbindung von DP- und PA-Segmenten . . . . . 7	Abb. 20: EDD-basierter Teil eines FDI Device Packages im FDI Reference Host . . . . . 21
Abb. 7: Verschiedene Redundanzkonzepte . . . . . 8	Abb. 21: Frei programmierte graphische Elemente . . . . . 22
Abb. 8: Ring-Redundanz bei PROFIBUS PA . . . . . 9	Abb. 22: Entwicklungsumgebung IDE . . . . . 22
Abb. 9: PROFIBUS DP-Protokoll, Leistungsstufen . . . . . 11	Abb. 23: Gerätezertifizierung, Testablauf . . 23
Abb. 10: Zyklische und azyklische Kommunikation bei DP-V1 . . . . . 11	Abb. 24: Schrittweise Einführung von PROFINET ins eigensichere Feld . . 26
Abb. 11: Einsatz von Funktionsblöcken (Proxy-FB und CommFB) . . . . . 14	Abb. 25: PROFINET im Feld mit über Proxy integriertem PROFIBUS PA . . . . . 27
Abb. 12: Gerätetausch mit Übernahme der Vorgänger-Funktionalität . . . . . 16	Abb. 26: Zuordnung der PROFINET-Gerätediagnose zur NE 107 . . . . . 27
Abb. 13: Eindeutige Zuordnung von Gerät und Beschreibungsdatei . . . . . 16	Abb. 27: PROFIBUS & PROFINET International (PI) . . . . . 29
Abb. 14: Diagnoseabbildung gemäß NAMUR-Empfehlung 107 . . . . . 17	

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Übertragungstechniken . . . . . 5	Tab. 4: Unterstützte Lichtwellenleiter-Typen . . . . . 6
Tab. 2: Übertragungswerte RS485 und MBP und Eigenschaften von Kabeltyp A . . . . . 5	Tab. 5: PROFIBUS-Applikationsprofile . . . 15
Tab. 3: Eigenschaften von PROFIBUS MBP und MBP-IS . . . . . 6	

## Hinweise zum Inhalt

Die vorliegende Systembeschreibung behandelt alle wesentlichen Aspekte von PROFIBUS mit Stand 2016, ohne auf technische Details einzugehen. In diesem Zusammenhang wird darauf verwiesen, dass trotz aller Sorgfalt bei der Bearbeitung dieser Broschüre, allein die normativen Dokumente von „PROFIBUS & PROFINET International“ (PI) maßgebend und verbindlich sind. Da diese wegen der internationalen Verbreitung und Eindeutigkeit nur in englischer Sprache verfasst sind, sind wegen der engen Bezüge zu diesen Dokumenten auch die Abbildungen in dieser deutschsprachigen Broschüre in Englisch ausgeführt.

- **Kapitel 1** bringt eine Einführung in PROFIBUS und vermittelt einen Überblick über Marktstellung und Technologien, den modularen Aufbau und die dadurch möglichen anwendungsspezifischen Lösungen.
- **Kapitel 2 bis 4** behandeln die Kerntechnologien von PROFIBUS (Übertragungstechnik, Kommunikation und Applikationsprofile) mit technischen und anwendungsorientierten Informationen.
- **Kapitel 5** behandelt das Thema Geräteintegration und erläutert die hierfür eingesetzten aktuellen Technologien einschließlich FDI.
- **Kapitel 6** behandelt das Thema Zertifizierung und Qualitätssicherung von PROFIBUS
- **Kapitel 7** bringt Hinweise zur Produktimplementierung.
- **Kapitel 8** gibt einen Ausblick auf zukünftige Lösungen unter Nutzung von PROFINET
- **Kapitel 9** befasst sich mit dem Anwendernutzen von PROFIBUS
- **Kapitel 10** informiert über PROFIBUS & PROFINET International als weltweit größte Interessensgemeinschaft für die industrielle Automation mit Angaben über Organisation, Mitgliedschaft, Leistungsangebote und globaler Positionierung.

# 1 Einführung in PROFIBUS

Die Automatisierungstechnik ist seit vielen Jahren durch einen rasanten Technologiewandel geprägt. Grund hierfür ist die Forderung nach niedrigeren Produktionskosten, hoher und konstanter Produktqualität sowie gesteigerter Verfügbarkeit und Flexibilität der Anlagen. Eine weitere Motivation ist der Wunsch nach einem durchgängigen Datenfluss innerhalb der Unternehmen. Sichtbares Zeichen für diesen Wandel ist das Entstehen der Feldbustechnik mit dem Übergang von analoger zu digitaler Kommunikation und damit der Möglichkeit, umfangreiche Informationen über den Zustand einer Produktionsanlage und ihres Umfeldes sehr schnell austauschen zu können. Die digitale Kommunikation ermöglicht auch die Auslagerung von Funktionalitäten von der zentralen Steuerung in dezentrale Feldgeräte und damit eine wesentlich einfachere Verkabelung. Durch weltweite Standardisierung der Schnittstellen wird zugleich der Weg frei für eine durchgängige Automatisierung an Stelle der vorher üblichen Lösungen mit einer Vielzahl proprietärer Systeme.

PROFIBUS hat zur Entwicklung der Feldbustechnik maßgeblich beigetragen: Er verbindet Steuerungen bzw. Leitsysteme mit den Sensoren und Aktoren der Feldebene (Feldgeräte) und ermöglicht gleichzeitig den durchgängigen Datenaustausch mit übergeordneten Systemen. PROFIBUS ist der Feldbus-basierte Automatisierungsstandard von PROFIBUS & PROFINET International (PI). Zusätzlich hat PI den Ethernet-basierten Automatisierungsstandard PROFINET entwickelt und erfolgreich auf den Markt gebracht. PROFIBUS und PROFINET verwenden identische Geräteprofile und schaffen damit Investitionssicherheit und Investitionsschutz für Anwender und Hersteller dieser Technologien. Beide Systeme decken die Bereiche Fertigungs- und Prozessautomatisierung ab und ermöglichen damit auch gemischte (hybride) Anwendungen, wie sie insbesondere in den Branchen Pharma und Nahrungs- und Genussmittel vorkommen.

Die Durchgängigkeit von PROFIBUS beruht auf dem einheitlichen Kommunikationsprotokoll „PROFIBUS DP“, das die unterschiedlichen Anforderungen der Fertigungsautomatisierung, der Prozessautomatisierung, von Motion Control und Sicherheitsaufgaben gleichermaßen abdeckt. Diese Durchgängigkeit erleichtert die Planung, Montage und den Service. Schulung, Dokumentation und Wartung sind nur für eine Technologie durchzuführen.

## 1.1 Marktstellung

Erste, noch firmenspezifische Feldbusssysteme kamen in den 1980er Jahren auf den Markt. Mit dem Ziel einer weitgreifenden Standardisierung erfolgte 1987 ein Zusammenschluss von 21 Firmen und Instituten zu einem Verbundprojekt mit der Aufgabe, eine offene Feldbusnorm zu erarbeiten und zu erproben. Dieses Projekt war Ausgangspunkt für die Entwicklung von PROFIBUS: Nach Auslauf des Verbundprojektes wurde zur Weiterführung der Arbeiten in 1989 die PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO) gegründet, unter Beteiligung von 10 Firmen und 4 technischwissenschaftlichen Instituten sowie des ZVEI. Zwei Jahre später waren es bereits über 100 Mitglieder, heute (2016) sind es mehr als 1.400, die sich unter dem Dach der mittlerweile global aufgestellten Feldbusorganisation PROFIBUS & PROFINET International (PI, Gründung 1995) vereinen. Diese zählt heute mehr als 25 „Regional PI Associations“ (RPAs) in Ländern aller Kontinente. Das gemeinsame Ziel ist die kontinuierliche Weiterentwicklung und weltweite Verbreitung der Technologien PROFIBUS und PROFINET. Mit den Ende 2015 weit über 50 Mio. installierten Geräten im Feld ist PROFIBUS Weltmarktführer bei den industriellen Kommunikationssystemen.



Hochöfen werden unterbrechungsfrei betrieben und können nur in großen Zeitabständen modernisiert werden. Um so wichtiger ist dann eine besonders zukunftssichere Automatisierungstechnik. PROFIBUS hat sich in derartigen Großprojekten bestens bewährt.

Der Erfolg von PROFIBUS beruht gleichermaßen auf seiner fortschrittlichen, robusten Technologie und der erfolgreichen Tätigkeit der als Interessenvertretung von Herstellern und Anwendern gegründeten Organisation PI.

Neben den zahlreichen Maßnahmen zur Technologieentwicklung und deren Verbreitung liegen weitere Aufgaben von PI in weltweiter Unterstützung der Mitglieder (Anwender und Hersteller) durch Beratung, Information und Maßnahmen zur Qualitätssicherung sowie Standardisierung der Technologie in internationalen Normen vor.

PI bildet die größte Nutzergemeinschaft für die industrielle Kommunikation der Welt, was für die Zukunft Chancen bietet und zugleich Verpflichtung bedeutet. Die Chancen liegen in der Schaffung und Verbreitung weiterhin führender und für den Anwender nützlicher Technologien. Die Verpflichtung für die Verantwortlichen dieser Nutzergemeinschaft ist es, PROFIBUS auch in Zukunft unvermindert an den Zielen Offenheit und Investitionsschutz auszurichten. Diese Verpflichtung dient als Richtschnur für alle Beteiligten.

## 1.2 Modularer Aufbau

PROFIBUS hat seine Spitzenposition auf dem Weltmarkt dank seiner Modul-Konzeption erreicht. Das Kommunikationsprotokoll ist mit einer Vielzahl von anwendungsspezifischen, zueinander kompatiblen Technologiebausteinen (Übertragungstechniken, Applikationsprofile, Integrationstechnologien) kombinierbar. Somit ist volle Durchgängigkeit mit hoher Anwendungsbreite gewährleistet. Mit einem

solchen „Systembaukasten“ (Abbildung 1) lassen sich alle Anwendungen der Automatisierungstechnik in der Fertigungs- und Prozessindustrie einschließlich sicherheitsgerichteter Aufgaben abdecken.

Kern des Systembaukastens ist das für alle Anwendungen gleiche **Kommunikationsprotokoll** PROFIBUS DP (Decentralized Peripherals) zur Kommunikation zwischen zentralen Automatisierungsgeräten und dezentralen Feldgeräten.

Je nach Einsatzfall stehen verschiedene Alternativen für die **Datenübertragung** bereit: Die RS485-Übertragungstechnik ist für den Einsatz in der Fertigungsindustrie sowie in der allgemeinen Prozessindustrie in Anwendungen ohne Ex-Schutz vorgesehen. RS485-IS (Intrinsically Safe, eigensicher) deckt derzeit den Einsatz in explosionsgeschützten Bereichen ab. Die Übertragungstechnik MBP (Manchester coded Bus Powered) bzw. MBP-IS ist speziell auf die Prozessindustrie ausgerichtet und kann zusätzlich zur Datenübertragung auch die Energieversorgung der Geräte übernehmen. Weiterhin stehen verschiedene optische Übertragungstechniken zur Verfügung.

Für den einheitlichen Datenaustausch zwischen Feldgeräten auf Anwenderebene sind bei PROFIBUS **Applikationsprofile** spezifiziert. Die Nutzung solcher Profile garantiert Interoperabilität im Datenaustausch zwischen Feldgeräten unterschiedlicher Hersteller. In ihnen sind anwendungstypische Geräteeigenschaften

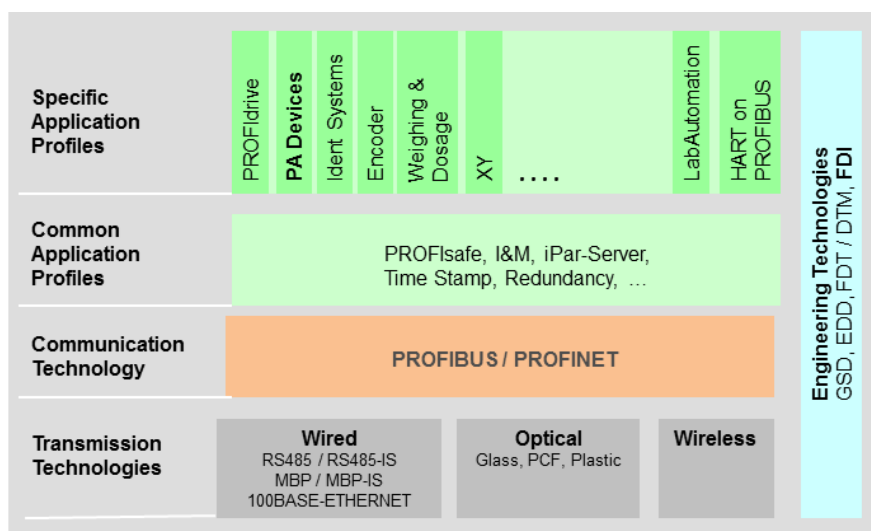


Abb. 1: PROFIBUS Systembaukasten



festgelegt, deren Einhaltung für „Profilgeräte“ verbindlich ist. Dabei kann es sich um Geräteklassen-übergreifende Eigenschaften (z.B. sicherheitsrelevantes Verhalten) oder um Geräteklassen-spezifische Eigenschaften (z.B. von Prozessgeräten oder Antrieben) handeln. In einer Automatisierungsanlage können Feldgeräte mit unterschiedlichen Applikationsprofilen gemeinsam betrieben werden. Sehr einfache Geräte bzw. Geräte mit universell einsetzbarer Funktionalität, wie beispielsweise dezentrale binäre Ein-/Ausgabegeräte, verwenden in der Regel kein Applikationsprofil.

Unabhängig von den Schichten für Transmission und Kommunikation stellt der Systembaukasten auch die notwendigen **Engineeringtechnologien** zur Gerätebeschreibung und Geräteintegration bereit.

### 1.3 Anwendungsspezifische Lösungen

Der Systembaukasten ermöglicht es, durch Kombination entsprechender Komponenten auch sehr unterschiedliche Anwendungen mit speziell darauf ausgerichteten „Lösungen“ optimal abzudecken. Beispiele sind Lösungen für die Fertigungsindustrie, für die Prozessautomatisierung, für die Antriebstechnik oder für sicherheitsgerichtete Anlagen. Die Struktur dieser modular aufgebauten „Lösungen“ zeigt Abbildung 2. Einzig das Kommunikationsprotokoll ist bei allen Lösungen gleich und sichert die bereits erwähnte hohe Durchgängigkeit von PROFIBUS.

Market Segment	Process Automation Ex/ non-Ex areas	Factory Automation	Motion Control	Safety Application
PROFIBUS Solution (Common term)	PROFIBUS PA	PROFIBUS DP	PROFdrive	Safety
Application Profile	PA Devices (and others)	e.g. Ident Systems	PROFdrive	PROFsafe
Communication Technology	PROFIBUS DP			
Transmission Technology	MBP / MBP-IS RS 485 / 485-IS	RS 485	RS 485	RS 485 MBP-IS

Abb. 2: Lösungen von PROFIBUS für verschiedene Marktsegmente

### 1.4 Hybride Automatisierung

In der Vergangenheit mussten Fertigungs- und Prozessautomatisierung als zwei strikt getrennte Bereiche betrachtet und mit unterschiedlichen Technologien automatisiert werden. Grund hierfür waren die unterschiedlichen Rahmenbedingungen in einer Automatisierungsanlage. Die Fertigungsautomatisierung basiert auf schnellen, diskreten Abläufen und verhältnismäßig

kurzer Lebensdauer der Anlagen. Die Prozessautomatisierung zeichnet sich eher durch langsam ablaufende, kontinuierliche Vorgänge und hoher Lebensdauer der Anlagen aus. Dies führte innerhalb einer Gesamtanlage zu Insellösungen. Heute kann ein Anwender solche Insellösungen mittels einer für alle Applikationen der Produktionskette durchgängigen Lösung von PROFIBUS vermeiden. PROFIBUS bietet als einziger Feldbus diese Voraussetzungen für eine solche durchgängige (hybride) Automatisierung von fertigungstechnischen (inbound und outbound logistics) und prozesstechnischen Verfahrensschritten (Abbildung 3).

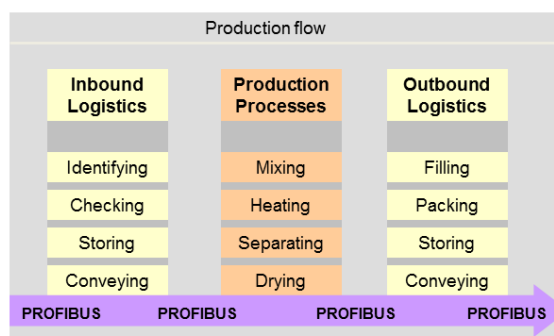


Abb. 3: Durchgängige PROFIBUS-Lösung in einer Produktionsanlage

### Beispiele

In der Pharmaindustrie ist die Herstellung der Medikamente ein prozesstechnischer Vorgang. Die Verpackung z.B. der Tabletten erfolgt jedoch fertigungstechnisch mit komplexen Verpackungsmaschinen. In der Lebensmittelindustrie, z.B. in einer Brauerei, folgt auf die typisch prozesstechnischen Abläufe im Sudhaus und im Gärkeller die fertigungstechnischen Vorgänge der Flaschenreinigung und -befüllung und das Stapeln von Kästen mittels Robotern. Im Fahrzeugbau ist die Lackiererei mit ihren prozesstechnischen Anforderungen (Ex-Schutz) Teil einer ansonsten durchweg fertigungstechnischen Produktionskette.

### 1.5 OSI-Schichtenmodell als Basis

Der Aufbau der Technologiebausteine bei PROFIBUS orientiert sich an dem OSI-Schichtenmodell (Open Systems Interconnection Reference Model). Darin ist der Kommunikationsablauf zwischen zwei Teilnehmern auf jeweils sieben „Schichten“ verteilt, beginnend mit Schicht 1 („Physikalische Schicht“, Übertragungstechnik) bis Schicht 7 (Anwendungsschicht, Nahtstelle zur Anwendung). PROFIBUS verwendet die Schichten 1, 2 und 7 (Abbildung 4):

	User program	Application profiles
7	Application Layer	PROFIBUS DP Protocol (DP-V0, DP-V1, DP-V2)
6	Presentation Layer	Not used
5	Session Layer	
4	Transport Layer	
3	Network Layer	
2	Data link Layer	Fieldbus Data Link (FDL): Master Slave principle Token principle
1	Physical Layer	Transmission technology
	OSI Layer Model	OSI implementation at PROFIBUS

**Abb. 4: Bezüge zwischen OSI-Modell und PROFIBUS**

- Schicht 1 definiert die physikalische Übertragung. Bei PROFIBUS sind das kupferverdrahtete Versionen (RS485 und MBP), optische sowie drahtlose Übertragung.
- Schicht 2 definiert die Beschreibung des Buszugriffsverfahrens einschließlich Datensicherung. Bei PROFIBUS ist dies das Master-Slave-Verfahren in Kombination mit dem Token-Verfahren.
- Schicht 7 bildet die Schnittstelle zur Anwendung und stellt somit das Bindeglied zwischen Applikation und Kommunikation dar. Bei PROFIBUS ist hier das Kommunikationsprotokoll PROFIBUS DP angeordnet.
- Der eigentliche Anwendungsprozess liegt oberhalb der Schicht 7 und wird vom OSI-Modell nicht mehr erfasst.

Abbildung 4 zeigt links die Definition der sieben OSI-Schichten und rechts die Umsetzung bei PROFIBUS.

### 1.6 Normung

Die Inhalte der OSI-Schichten sind durch Normen festgeschrieben, so dass bei Einhaltung der Normen die Offenheit des Systems gewährleistet ist.

PROFIBUS ist gemeinsam mit weiteren Feldbussystemen Teil der IEC 61158 („Digital data communication for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems“) sowie der IEC 61784 („Profile sets for continuous and discrete manufacturing relative to fieldbus use in industrial control systems“).



Die Versorgung mit sauberem Wasser erfordert hohe Investitionen in vorhandene und neue Kläranlagen. Höchste Verfügbarkeit und optimale Nutzung der Verfahrenstechnik sind dafür Voraussetzung. PROFIBUS ist hierfür bei vielen Planern und Betreibern die bevorzugte Lösung, z.B. in Europas modernster Kläranlage in Wien.

### IEC 61158

Die IEC 61158 befasst sich mit den zur Anwendung kommenden Technologien und beschreibt die Funktionsweise des Feldbusses. Sie ist nach dem OSI-Modell gegliedert. Innerhalb dieser Norm sind die einzelnen Feldbusse durch die Definition von „Fieldbus protocol types“ unterschieden. PROFIBUS ist dabei Type 3 und PROFINET Type 10.

### IEC 61784

Die IEC 61784 definiert, welche Untermengen von den in der IEC 61158 (und anderen Standards!) spezifizierten Obermengen an Diensten und Protokollen ein bestimmtes Feldbussystem für seine Kommunikation verwendet. Diese werden in „Communication Profile Families (CPF)“ zusammengefasst; für PROFIBUS ist das „Family 3“ mit Unterteilung in 3/1 (RS485 und Faseroptik) und 3/2 (MBP). Teil 3/3 betrifft PROFINET.

## 2 Übertragungstechnik

### 2.1 Übertragung gemäß RS485 und RS485-IS

Die einfach zu handhabende und kostengünstige Übertragungstechnik RS485 wird bevorzugt für Aufgaben verwendet, die eine hohe Übertragungsgeschwindigkeit benötigen, jedoch keine Anforderungen bezüglich Ex-Schutz (Eigensicherheit) stellen. Sie findet verbreitete Anwendung in der Fertigungsindustrie, jedoch auch in Teilen der Prozessindustrie. Zum Einsatz kommt ein verdrehtes geschirmtes Kupferkabel

	RS485	RS485-IS	MBP	MBP-IS	Fiber Optic
<b>Datenübertragung</b>	Digital; Differenzialsignale nach RS485, NRZ (no return to zero)	Digital; Differenzialsignale nach RS485, NRZ	Digital, bitsynchron, Manchester Codierung	Digital, bitsynchron, Manchester Codierung	Optisch, Digital, NRZ
<b>Übertragungsrates</b>	9,6 bis 12.000 Kbit/s	9,6 bis 12.000 Kbit/s	31,25 Kbit/s	31,25 Kbit/s	9,6 bis 12.000 Kbit/s
<b>Datensicherung</b>	HD=4; Paritybit; Start- und End-Delimiter	HD=4; Paritybit; Start- und End-Delimiter	Präambel; fehlergesicherte Start-End-Delimiter	Präambel; fehlergesicherte Start-End-Delimiter	HD=4; Paritybit; Start- und End-Delimiter
<b>Kabel</b>	Verdrillte geschirmte Zweidrahtleitung Kabeltyp A	Verdrillte geschirmte Vierdrahtleitung Kabeltyp A Gemäß IEC 61158 Teil 3/1	Verdrillte geschirmte Zweidraht-Leitung Kabeltyp A	Verdrillte geschirmte Zweidraht-Leitung Kabeltyp A Gemäß IEC 61158 Teil 3/2	Multi- und Single- mode Glasfaser; PCF; Kunststofffaser
<b>Fernspeisung</b>	Über zusätzliche Adern möglich	Über zusätzliche Adern möglich	Optional über die Signaladern	Optional über die Signaladern	Über Hybridleitung möglich
<b>Verfügbare Zündschutzarten</b>	Erhöhte Sicherheit Ex e Druckfeste Kapselung Ex d	Eigensicherheit Ex ib	Erhöhte Sicherheit Ex e Druckfeste Kapselung Ex d	Eigensicherheit Ex ia/ib	Keine
<b>Topologie</b>	Linientopologie mit Terminierung	Linientopologie mit Terminierung	Linien- und Baumtopologie mit Terminierung; auch kombiniert	Linien- und Baumtopologie mit Terminierung; auch kombiniert	Stern- und Ring-Topologie typisch; Linientopol. möglich
<b>Anzahl Teilnehmer</b>	Bis zu 32 Teilnehmer je Segment. In Summe max. 126 pro Netz	Bis zu 32 Teilnehmer je Segment. In Summe max. 126 pro Netz	Bis zu 32 Teilnehmer je Segment. In Summe max. 126 pro Netz	Bis zu 32 Teilnehmer je Segment. In Summe max. 126 pro Netz	Bis zu 126 Teilnehmer pro Netz
<b>Anzahl Repeater</b>	Maximal 9 mit Signalauffrischung	Maximal 9 mit Signalauffrischung	Maximal 4	Maximal 4	Mit Signalauffrischung unbegrenzt; Signallaufzeit beachten

Tab. 1: Übertragungstechniken

mit einem Leiterpaar. Die Busstruktur erlaubt das rückwirkungsfreie Ein- und Auskoppeln von Stationen und die schrittweise Inbetriebnahme des Systems. Spätere Anlagenerweiterungen haben innerhalb definierter Grenzen keinen Einfluss auf im Betrieb befindliche Stationen. Details enthalten Tabelle 1 und Tabelle 2.

Übertragungsrates [Kbit/s]	Reichweite pro Segment [m]	
9,6 19,2 45,45 93,75	1200	
187,5	1000	
500	400	
1500	200	
3000 6000 12000	100	
Die obigen Werte gelten für <u>Kabeltyp A</u> mit folgenden Eigenschaften		
	PROFIBUS DP	PROFIBUS PA
Wellenwiderstand	135 ... 165 Ω	80 ... 120 Ω
Kapazitätsbelag	≤ 30 pf/m	≤ 2 pf/m
Schleifenwiderstand	≤ 110 Ω/km	≤ 44 Ω/km
Aderndurchmesser	> 0,64 mm	≥ 1 mm
Aderquerschnitt	> 0,34 mm <sup>2</sup>	≥ 0,8 mm <sup>2</sup>

Tab. 2: Übertragungswerte RS485 und MBP und Eigenschaften von Kabeltyp A

Unter Einhaltung bestimmter Werte ist der Einsatz der RS485-Schnittstelle mit ihren hohen Übertragungsrates auch in eigensicheren Bereichen möglich (RS485-IS). Bei der Spezifikation der Schnittstelle wurden die Pegel für Strom und Spannung festgelegt, die alle Teilnehmer einzeln einhalten müssen, um eine sichere Funktion bei der Zusammenschaltung zu gewährleisten. In

einem Stromkreis sind bei festgelegter Spannung maximale Ströme zulässig. Beim Zusammenschalten aktiver Quellen darf die Summe der Ströme aller Teilnehmer den maximal erlaubten Strom nicht überschreiten. Der Unterschied dieses Konzeptes gegenüber dem FISCO-Modell (siehe 2.5) mit nur einer eigensicheren Quelle besteht darin, dass hier sämtliche Teilnehmer aktive Quellen darstellen.

## 2.2 Übertragung gemäß MBP und MBP-IS

Die Übertragungstechnik MBP (Manchester Coded, Bus Powered) realisiert die gleichzeitige Energieversorgung der angeschlossenen Feldgeräte und Kommunikation der Daten auf nur einem Kabel, d.h. direkt über das Busmedium. Damit ermöglicht sie einen wesentlich geringeren Verdrahtungsaufwand, erfüllt die Marktforderungen nach besonders einfacher und sicherer Installation und erschließt alle Vorteile aus der digitalen Übertragung bis zum Feldgerät. MBP wurde speziell für die Anforderungen der Prozessautomatisierung entwickelt und ist in der IEC 61158-2 standardisiert. Einzelheiten zeigen Tabelle 1 und Tabelle 3.

In der Version MBP-IS ist diese Übertragungstechnik speziell für explosionsgefährdete Bereiche geeignet und damit in Anwendungen der Chemie sowie Öl- und Gasindustrie weit verbreitet. Der Explosionsschutz wird über Energiebegrenzung in der Busspeisung oder häufiger in den Installationskomponenten im Feld realisiert. Ein Arbeiten an den Feldgeräten im laufenden Betrieb wird beispielsweise durch die Zündschutzart Eigensicherheit realisiert. Der einfachste Weg zum Nachweis der Eigensicherheit führt über Modelle wie

FISCO, FNICO oder Entity. Bei Normenkonformität aller dabei eingesetzter Komponenten kann auf weitere Berechnungen verzichtet werden.

Übertragungstechnik MBP	
Teilnehmer in einem Segment	Bis zu 32
Datenübertragungsrate	31,25 Kbit/s
Minimale Arbeitsspannung am Feldgerät	9 V DC
Minimale Stromaufnahme je Feldgerät	10 mA
Übertragung des digitalen Kommunikationssignals	Mittelwertfreie Manchester II Codierung (MBP) durch +/- 9 mA Amplitude
Signalübertragung und Speisung	Über verdrehte Zweidrahtleitung
Feldbuskabel	Typ A
Anschluss der Feldgeräte	Über Stickleitungen (Spur) an eine Hauptleitung (Trunk)
Gesamtlänge des Segments	Bis zu 1900 m

Tab. 3: Eigenschaften von PROFIBUS MBP und MBP-IS

## 2.3 Optische Übertragung

Es gibt Feldbus-Einsatzbedingungen, bei denen eine drahtgebundene Übertragungstechnik ihre Grenzen hat, beispielsweise bei stark störbehafteter Umgebung oder bei Überbrückung großer Entfernungen. In diesen Fällen steht die optische Übertragung mittels Lichtwellenleiter (LWL) zur Verfügung. Die entsprechende PROFIBUS-Richtlinie spezifiziert die hierfür verfügbare Technik. Bei den Festlegungen wurde obligatorisch beachtet, dass existierende PROFIBUS-Geräte rückwirkungsfrei in ein LWL-Netz integriert werden können. Damit ist die Kompatibilität zu bereits existierenden PROFIBUS-Installationen gewährleistet.

Die unterstützten LWL-Fasertypen sind in Tabelle 4 dargestellt. Auf Grund der Übertragungseigenschaften sind Stern und Ring typische Topologiestrukturen; aber auch Linienstrukturen sind möglich. Die Realisierung eines LWL-Netzes erfolgt im einfachsten Fall durch Verwendung von elektrooptischen Wandlern, die über die RS485 Schnittstelle mit dem Feldgerät und andererseits mit dem LWL verbunden sind. Damit besteht auch die Möglichkeit, innerhalb einer Automatisierungsanlage je nach Gegebenheit zwischen RS485 und LWL-Übertragung zu wechseln.

Fasertyp	Kerndurchmesser [µm]	Reichweite
Multi-mode Glasfaser	62,5 / 125	2 - 3 km
Single-mode Glasfaser	9 / 125	> 15 km
Kunststofffaser	980 / 1000	bis 100 m
HCS® -Faser	200 / 230	ca. 500 m

Tab. 4: Unterstützte Lichtwellenleiter-Typen

## 2.4 Funk-Übertragung (Wireless)

PROFIBUS wird auch in der drahtlosen Kommunikation eingesetzt. Auch wenn PI hierfür keine Festlegungen in Form von Spezifikationen bzw. Richtlinien getroffen hat, ist die Interoperabilität mit drahtgebundenen Systemen gegeben. Dies belegen die zahlreichen in Betrieb befindlichen Anwendungen.

PROFIBUS-Systeme ermöglichen auch Lösungen für die drahtlose Anbindung von Sensoren und Aktoren. Hierfür sind entsprechende Richtlinien in Vorbereitung, welche die Integration von WirelessHART® (Einsatzgebiet: Prozessautomatisierung) und Wireless Sensor/Actuator Network (WSAN, Einsatzgebiet: Fertigungsautomatisierung) festlegen.

## 2.5 Übertragungstechnik in Ex-Bereichen

Für den Betrieb von Feldbussen in explosionsgefährdeten Bereichen kommt hauptsächlich PROFIBUS MBP zum Einsatz. Neben der Feldbusnorm IEC 61158-2 (Feldbusstandard, siehe Tabelle 3) müssen die typisch schärferen Grenzwerte der Explosionsschutznorm IEC 60079-11 (elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche) eingehalten werden. Hierfür haben sich zwei Methoden am Markt etabliert:

- Das FISCO-Modell (IEC 60079-27) ermöglicht die Implementierung des Ex-Schutzes einschließlich behördlicher Zulassung ohne individuelle Berechnungen. Es hat den Nachteil der sehr geringen zur Verfügung stehenden Leistung und damit geringer Kabellängen und begrenzter Anzahl von Feldgeräten
- Das High-Power Trunk Konzept, bei dem durch den Einsatz der Zündschutzarten erhöhte Sicherheit und Eigensicherheit diese Begrenzungen aufgehoben werden, wobei die Arbeiten an Feldgeräten auch ohne Heiarbeiterlaubnis möglich ist.

In manchen Fällen wird auch die RS485-Physik unter Einhaltung der Ex e bzw Ex d Zündschutzart im Ex-Bereich eingesetzt.

### Das FISCO-Modell (IEC 60079-27)

Eine erhebliche Erleichterung bei Planung, Installation und Erweiterungen von PROFIBUS-Netzen in Ex-Bereichen Zone 1 bietet das FISCO-Modell (Fieldbus Intrinsically Safe Concept). Es beruht auf der Festlegung, dass ein Kommunikationsnetzwerk dann eigensicher ist und

keine individuelle Berechnung der Eigensicherheit erfordert, wenn sich die relevanten Komponenten wie Feldgeräte, Kabel, Segmentkoppler und Busabschluss hinsichtlich ihrer Werte von Spannung, Strom, Leistung, Induktivität und Kapazität innerhalb festgeschriebener Grenzwerte bewegen. Die Eigensicherheit gilt als nachgewiesen, wenn alle im fraglichen Segment betriebenen Komponenten nach FISCO zertifiziert sind. Der Anwender muss dabei folgende Randbedingungen einhalten:

- In jedem Segment gibt es nur eine einspeisende Quelle
- Die Gesamtkabellänge beträgt bis zu 1000 m.

FISCO stellt dabei sicher, dass:

- die Feldgeräte immer als passive Senke wirken
- die zulässigen Eingangsgrößen eines jeden Feldgerätes größer sind als die im Fehlerfall möglichen und zulässigen Ausgangsgrößen des zugehörigen Speisegerätes.

Die Zündschutzart Eigensicherheit Ex i (IEC 60079) ist die meistgenutzte Schutzart in der Mess- und Regeltechnik. Sie beruht auf der Vorgabe, Strom und Spannung in eigensicheren Stromkreisen so zu begrenzen, dass weder thermische Effekte noch eine Funkenbildung zur Zündung eines explosionsfähigen Gemisches führen können. Das begrenzt den Versorgungsstrom eines PA-Segments auf 100 mA mit entsprechenden Einschränkungen bei Leitungslänge und Zahl der Busteilnehmer.

### Das High-Power Trunk Konzept

Die Zündschutzart „Eigensicherheit“ wird in einer verfahrenstechnischen Anlage jedoch nur dort wirklich benötigt, wo während des Betriebes Eingriffe für z.B. Wartung oder Gerätetausch erforderlich sind. In anderen Bereichen, z.B. am Stammkabel, besteht diese Forderung in der Regel nicht, weswegen dort die leistungstärkere Zündschutzart Ex e (Erhöhte Sicherheit) ausreicht. Damit kann eine höhere Leistung zur Erreichung längerer Kabellängen und einer höheren Anzahl Teilnehmer ohne Behinderungen im Betrieb eingespeist werden. Damit bietet sich ein Mischkonzept aus den Schutzarten „Erhöhte Sicherheit“ und „Eigensicherheit“ (Ex e/Ex i) an, was gerätetechnisch mit Hilfe von Feldbusbarrieren realisiert werden kann. Die Ausgänge der Feldbusbarrieren sind klassisch eigensicher für den Anschluss von Feldgeräten. Eine Übersicht hierzu gibt Abbildung 5.

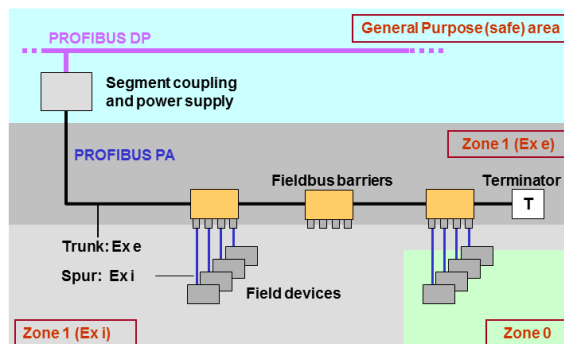


Abb. 5: Nutzung verschiedener Zündschutzarten

Analog wird in vielen Automatisierungsanlagen mit Ex-Zone 2 die Hauptleitung (Trunk) hier in Schutzart „nicht funkend (Ex nA)“ ausgebildet und erlaubt damit die Einleitung von hohen Strömen in die Zone 2. Aufgrund der geringeren Anforderungen an den Explosionsschutz werden anstelle von Feldbarrieren einfachere Feldverteiler eingesetzt, deren kurzschlussichere Ausgänge mit je 40 mA Ausgangsstrom Feldgeräte in der Schutzart „energiebegrenzt“ (Ex nL) versorgen können.

## 2.6 Topologie

Bei Einsatz der RS485-Übertragungstechnik werden alle Feldgeräte typischerweise in einer Busstruktur (Linie) angeschlossen (Abbildung 6 oben) mit bis zu 32 Teilnehmern (Master und Slaves) in einem Segment. Anfang und Ende eines jeden Segments werden mit einem aktiven Busabschluss (Bus Terminierung) versehen, die ständig mit Spannung versorgt sein müssen. Die Busabschlüsse sind üblicherweise in den Geräten bzw. Steckern zuschaltbar realisiert. Eine Erweiterung der Netzausdehnung und der Einsatz von mehr als 32 Teilnehmern wird durch den Einsatz von Leistungsverstärkern (Repeatern) zur Verbindung der Netze ermöglicht.

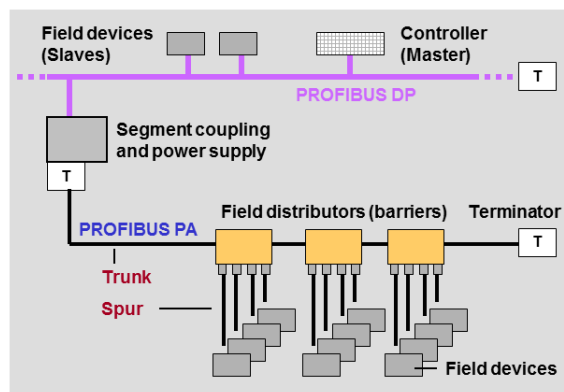


Abb. 6: Verbindung von DP- und PA-Segmenten



Antriebstechnik ist Voraussetzung für jede Automatisierungsaufgabe: Bewegen, Verstellen, Positionieren, Fördern oder Lagern, alles erfordert die perfekte Kommunikation zwischen Antrieben und Automatisierungssystem. PROFIBUS ist hier die weltweit meistgenutzte Technologie.

**Bei Einsatz der MBP-Übertragungstechnik** (in der Prozessautomatisierung) ist grundsätzlich jegliche Topologie erlaubt. Es bieten sich Linien- und Baumstrukturen oder Kombinationen daraus an. In der Praxis hat sich die „Trunk- & Spur-Topologie“ (Bild 6 unten) als de-facto Standard etabliert, da sie besonders klar und übersichtlich ist und dank der am Markt verfügbaren ausgereiften Installationstechniken ein hohes Maß an Robustheit aufweist. Die Gesamtlänge eines Segmentes darf maximal 1.900 Meter betragen. Die Länge der Stichleitungen bei eigensicheren Anwendungen liegt bei max. 60 m und muss bei der Berechnung der Gesamtlänge berücksichtigt werden.

**Kopplung von RS485- und MBP-Übertragungstechnik.** Die Übertragungstechnik MBP ist in der Regel auf bestimmte Teilsegmente einer Anlage, z.B. eine Gruppe von Feldgeräten in einem Ex-Bereich, begrenzt. Die Anbindung solcher Teilsegmente (als MBP- oder PA-Segment oder PA-Strang bezeichnet) an das RS485-Segment (auch mit DP-Segment oder DP-Strang bezeichnet) erfolgt über Segmentkoppler oder Links. Diese übernehmen folgende Aufgaben:

- Umsetzung der asynchronen Signalcodierung bei RS485 in die synchrone Signalcodierung bei MBP
- Bereitstellung der Speisespannung für das PA-Segment und Begrenzung des Speisestroms
- Entkopplung der Übertragungsgeschwindigkeit
- Ex-relevante Trennung und Energiebegrenzung (Option)

Segmentkoppler sind aus Sicht des Busprotokolls transparent, die Geräte des MBP-Segments sind auf der DP-Seite direkt sichtbar, der Segmentkoppler selbst benötigt keine Projektierung. Links dagegen verfügen über eine eigene Intelligenz und bilden alle im MBP-Segment angeschlossenen Geräte als einen einzigen Slave im RS485-Segment ab. Das erhöht die Übertragungsrate, was für bestimmte Anwendungen von hoher Bedeutung ist. Der Link erfordert eine Konfigurierung und schränkt die Gesamtmenge der übertragbaren Daten der angeschlossenen Geräte auf 244 Byte ein. Die zyklischen Daten der PA-Geräte werden auf DP-Seite in ein einziges DP-Telegramm verpackt und sind durch den DP Master wieder zu selektieren. Durch das schnellere DP-Segment ist es möglich, mehrere PA-Segmente durch Segmentkoppler oder Links in ein einziges DP-Netzwerk einzubeziehen.

## 2.7 Redundanz

Bei Applikationen, die eine besonders hohe Anlagenverfügbarkeit erfordern, wie bei kontinuierlichen Prozessen, kommen in der Regel redundante Systeme zum Einsatz, wobei sich die Redundanz auf alle Systemkomponenten erstrecken kann. Man unterscheidet verschiedene Konzepte, die beliebig miteinander kombiniert werden können und in besonderen Fällen auch komplette räumliche Trennungen beinhalten:

- **Master-Redundanz:** Das Leitsystem bzw. die Steuerung sind redundant ausgelegt (System Redundancy, Abbildung 7, rechts)
- **Medien-Redundanz:** Die Kabelwege sind redundant ausgelegt
- **Koppler/Link/Gateway-Redundanz:** Die Segmentkoppler sind redundant ausgelegt (Abbildung 7). Beim Ausfall eines Kopplers übernimmt der andere stoßfrei dessen Funktion. Der Master bemerkt die Umschaltung nicht und es gehen keine Telegramme verloren.

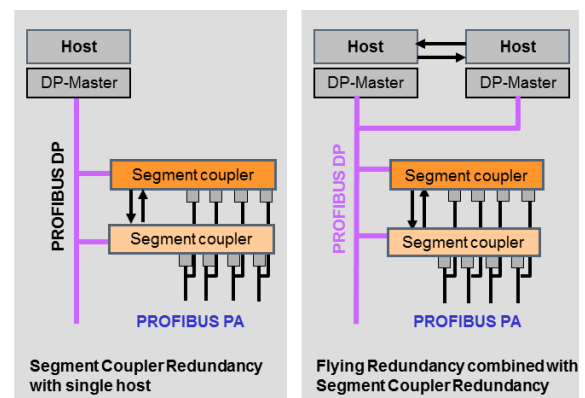


Abb. 7: Verschiedene Redundanzkonzepte

- **Ring-Redundanz**

Die Kombination von redundanten Kopplern und Feldgeräten mit aktiven Feldverteilern realisiert eine Ringredundanz und bildet eine erweiterte Medienredundanz. Durch Kurzschluss oder Drahtbruch defekt gegangene Teilsegmente werden automatisch und stoßfrei über je einen Koppler in Linienstruktur weiter betrieben (Abbildung 8).

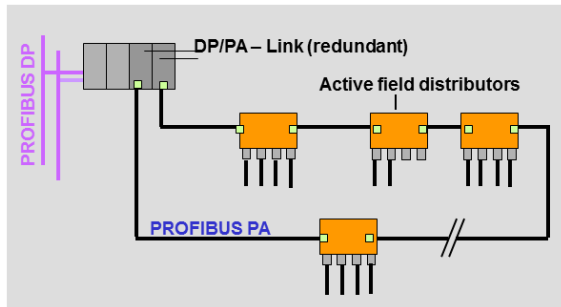


Abb. 8: Ring-Redundanz bei PROFIBUS PA

- **Slave-Redundanz:**

Die Feldgeräte bzw. die PROFIBUS Anschaltung im Feldgerät sind redundant ausgelegt. Konzepte für die Slave-Redundanz sind in der PROFIBUS-Spezifikation „Slave Redundancy“ beschrieben (Best.-Nr. 2.212). Feldgeräte, die redundant ausgeführt sind, müssen sich danach gleichberechtigt verhalten und die Rolle des Primär- und Sekundärteilnehmers untereinander regeln. Für die Redundanz der Übertragungsmedien und der Master existieren herstellerspezifische Lösungen.

## 2.8 Installationshinweise für RS485

Zur Verbindung der Geräte untereinander sowie mit Netzwerk-Elementen (z. B. Segmentkopplern, Links und Repeatern) sind am Markt verschiedene Kabeltypen (Typbezeichnung A bis D) für unterschiedliche Einsatzfälle erhältlich. Bei Verwendung der RS485 Übertragungstechnik wird die Verwendung des Kabeltyp A (Daten in Tabelle 2) dringend empfohlen.

Beim Anschluss der Teilnehmer sollte darauf geachtet werden, dass die Datenleitungen nicht vertauscht werden. Um eine hohe Störfestigkeit des Systems gegen elektromagnetische Störstrahlungen zu erzielen, sollte unbedingt eine geschirmte Datenleitung (Typ A ist geschirmt) verwendet werden. Der Schirm ist beidseitig und gut leitend über großflächige Schirmschellen an die Schutzterde anzuschließen. Zusätzlich wird ein Potentialausgleich aller angeschlossener Feldgeräte empfohlen. Weiterhin ist zu beachten, dass die Datenleitung möglichst separat von

allen Starkstrom führenden Kabeln verlegt wird. Bei Übertragungsraten  $\geq 1,5$  MBit/s sind Stichleitungen unbedingt zu vermeiden. Die Anzahl der an ein Segment anschließbaren Teilnehmer ist auf 32 begrenzt.

Die am Markt angebotenen Stecker bieten die Möglichkeit, das kommende und das gehende Datenkabel direkt im Stecker zu verbinden. Dadurch werden Stichleitungen vermieden und der Busstecker kann jederzeit, ohne Unterbrechung des Datenverkehrs, am Bus auf- und abgesteckt werden. Die für die Übertragungstechnik nach RS485 geeigneten Steckverbinder unterscheiden sich je nach Schutzart. In der Schutzart IP 20 wird vorzugsweise ein 9-poliger D-Sub Steckverbinder verwendet. In der Schutzart IP 65/67 werden gemäß Richtlinie verschiedene Lösungen empfohlen:

- M12 Rundsteckverbinder gemäß IEC 60947-5-2
- Han-Brid Stecker gemäß DESINA-Empfehlung
- Hybrid-Steckverbinder
- 7/8" Stecker

In den Hybrid-Steckersystemen ist auch eine Variante zur Übertragung von Daten über LWL-Fasern und 24 Volt Betriebsspannung für die Peripheriegeräte über Kupferkabel in einem gemeinsamen Hybridkabel vorgesehen.

Erfahrungsgemäß sind Schwierigkeiten mit der Übertragungstechnik in PROFIBUS-Netzen in den meisten Fällen auf unsachgemäße Verkabelung und Installation zurückzuführen. Abhilfe schaffen hier Bus-Testgeräte, die viele typische Verkabelungsfehler schon vor der Inbetriebnahme aufspüren.

Die Bezugsadressen der vielen verschiedenen Stecker, Kabel, Repeater und Bus-Testgeräte können dem PROFIBUS-Produktkatalog entnommen werden ([www.profibus.com](http://www.profibus.com)).

## 2.9 Installationshinweise für MBP

Die eigensichere Übertragungstechnik MBP ist in der Regel auf bestimmte Teilsegmente (Feldgeräte im Ex-Bereich) einer Anlage begrenzt, die dann über Segmentkoppler oder Links mit dem RS485-Segment (Leitsystem und Engineeringgeräte in der Messwarte) verbunden sind.

Segmentkoppler sind, wie bereits ausgeführt, Signalumsetzer, welche die RS485-Signale an die MBP-Signalpegel anpassen und umgekehrt. Aus Sicht des Busprotokolls sind sie transparent. Links dagegen bilden alle im MBP-Segment angeschlossenen Feldgeräte nach oben als einen einzigen Slave im RS485-Segment ab; nach unten wirkt er als Master.

Bei Verwendung eines DP/PA Link ist die Übertragungsrate auf PROFIBUS DP unabhängig von den unterlagerten PROFIBUS PA-Segmenten. Dadurch lassen sich zum Beispiel für Regelaufgaben auch schnelle Netze unter Einbeziehung von Feldgeräten mit MBP-Anschluss realisieren.

Als Übertragungsmedium wird ein zweiadriges geschirmtes Kabel verwendet. Wichtig ist, dass dabei unterschiedliche Kabelausprägungen zum Einsatz kommen (siehe auch Tab. 2): für PROFIBUS DP: Kabel Typ A gem. IEC 61158 Teil 2, Interface RS485(-IS) und für PROFIBUS PA: Kabel Typ A gem. IEC 61158 Teil 2, Interface MBP(-IS). Das Bus-Hauptkabel wird an beiden Enden mit einem passiven Leitungsabschluss versehen. Am Segmentkoppler oder am Link ist der Busabschluss bereits fest integriert. Ein verpoltter Anschluss eines Feldgerätes in MBP-Technik hat keine Folgen für die Funktionsfähigkeit des Busses, da diese Geräte üblicherweise mit einer automatischen Polaritätserkennung ausgerüstet sind.

Für die Auslegung von Segmenten sollte eine typischerweise kostenlos erhältliche Planungssoftware ([www.segmentchecker.com](http://www.segmentchecker.com)) verwendet werden. Mit dieser Software lässt sich die elektrische Funktion eines Segmentes bereits prüfen, bevor die Installationsarbeiten beginnen. Diese Planung und Prüfung bezieht sich je Segment auf die erreichbare Kabellänge und die Anzahl anzuschließender Teilnehmer. Dieser Planungsschritt schützt vor möglicherweise nachträglichen, kostenintensiven Änderungen an der Installation.

Der gemeinsame Betrieb von busgespeisten und fremdgespeisten Geräten ist zulässig. Zu beachten ist, dass auch fremdgespeiste Geräte einen Grundstrom über den Busanschluss aufnehmen, der bei der Berechnung des maximal verfügbaren Speisestroms entsprechend zu berücksichtigen ist.

## 2.10 Busdiagnose

Busdiagnose macht den Physical-Layer je Segment und das Feldgerät messbar und vereinfacht die Inbetriebnahme: Nach der Installation erfolgt auf Knopfdruck die Überprüfung der Installation und danach der Loop Check durch entsprechende, auf dem Markt verfügbare Tools. Tiefes Expertenwissen über Signalform und mögliche Ursachen sind für die Inbetriebnahme nicht mehr erforderlich.

Obwohl künstliche Alterungsversuche an Installationen keine diesbezüglichen Risiken erkennen ließen, so gibt es doch gute Gründe für deren dauerhafte Überwachung. Die häufigste Ursache für Änderungen an Felddbusinstallationen sind gewollte oder ungewollte Eingriffe bei

Wartungs- und Montagearbeiten. Alle für die Übertragungsqualität wichtigen Parameter werden durch Diagnosewerkzeuge überprüft, damit sie im grünen Bereich bleiben.

Durch die Integration der Busdiagnose in die Speisetechnik ist es möglich, Anlagen nicht nur sporadisch, sondern permanent zu überwachen und damit das Auffinden von schleichenden Fehlern im laufenden Betrieb zu ermöglichen. Änderungen am Physical-Layer werden damit erkennbar und können vor einem Ausfall des Busses behoben werden. Auch die Fehlersuche wird durch Busdiagnose erheblich vereinfacht, da dem Wartungspersonal detaillierte, oft mit Klartexthinweisen auf mögliche Fehler ausgestattete Informationen zur Verfügung stehen.

Hinweis: Erläuterungen zur Feldgerät-Diagnose enthält Kapitel 4.2 unter „PROFIBUS PA (PA Devices, „PA-Profil“).



Hersteller von Feinchemikalien müssen flexibel und schnell auf Kundenaufträge reagieren und ihre Anlagen entsprechend häufig anpassen. PROFIBUS bietet dank seiner enormen Flexibilität dafür bestmögliche Voraussetzungen.

## 3 Kommunikation bei PROFIBUS

PROFIBUS-Geräte kommunizieren über das für alle Anwendungen einheitliche Kommunikationsprotokoll PROFIBUS DP (Dezentralized Periphery), welches eine zyklische und azyklische Kommunikation erlaubt und die Regeln dazu festlegt. Kern des Kommunikationsablaufs ist das Master-Slave-Verfahren, bei dem ein Master (aktiver Kommunikationsteilnehmer wie SPS, PC oder Leitsystem) die angeschlossenen Slaves (passive Kommunikationsteilnehmer wie Feldgeräte, I/Os, Antriebe) zyklisch zum Datenaustausch auffordert. Der angefragte Slave reagiert mit einem Antwort-Telegramm an den auffordernden Master. Ein Anfrage-Telegramm enthält bereits



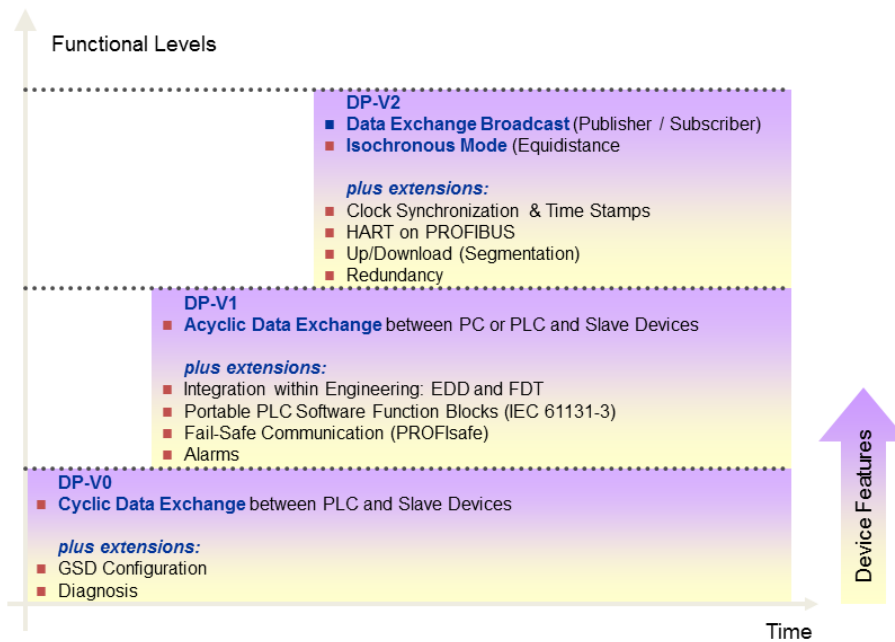


Abb. 9: PROFIBUS DP-Protokoll, Leistungsstufen

die Ausgangsdaten, z.B. die Sollzahl eines Antriebs, das zugehörige Antworttelegramm die Eingangsdaten, z.B. den aktuellen Messwert eines Sensors. Nachdem alle angeschlossenen Slaves der Reihe nach angefragt worden sind, ist ein Buszyklus beendet.

Neben dieser zyklischen Kommunikation für den schnellen, regelmäßigen Austausch von Ein- und Ausgangsdaten zwischen Master und Slaves können auch bedarfsorientierte Daten für z.B. Geräteeinstellungen über PROFIBUS übertragen werden. Hierbei geht die Initiative von einem Master aus, der lesend oder schreibend auf die Daten eines Slaves azyklisch zugreift. In einem PROFIBUS-System können mehrere Master vorhanden sein. In einem solchen Fall wird die Zugriffsberechtigung vom jeweils aktiven an den nächsten Master weitergegeben (Token-Passing-Prinzip).

### 3.1 Kommunikationsprotokoll PROFIBUS DP

Zur optimalen Erfüllung der Anforderungen unterschiedlicher Einsatzgebiete sind die Funktionen des Kommunikationsprotokolls PROFIBUS DP auf die drei Leistungsstufen DP-V0, DP-V1 und DP-V2 verteilt (Abbildung 9).

Die Version DP-V0 stellt die Grundfunktionen des Kommunikationsprotokolls zur Verfügung. Hierzu gehören insbesondere die zyklische Kommunikation sowie eine geräte-, modul- und kanalspezifische Diagnose zur schnellen Fehlerlokalisierung. Beispiele hierfür sind „Übertemperatur“ oder „Kurzschluss auf Ausgang“.

In der Version DP-V1 wird DP-V0 um Funktionalitäten zur azyklischen Kommunikation, d.h. für Funktionen wie Parametrierung, Bedienung, Beobachtung und zur Behandlung von Alarmen ergänzt. DP-V1 erlaubt dafür den Online-Zugriff auf Busteilnehmer über Engineering-Tools (Abbildung 10).

Die Version DP-V2 enthält, als Erweiterungen zu DP-V1, weitere Funktionen, die insbesondere im Bereich der Antriebsregelung benötigt werden. Hierzu zählen Funktionen zur Kommunikation zwischen Slaves, zur Taktsynchronisation und zur Zeitstempelung.

Feldgeräte für die Prozessautomatisierung sind typischerweise Slaves, die über die Leistungsstufe DP-V1 verfügen und daher zur Einstellung von Geräteparametern azyklisch kommunizieren können.

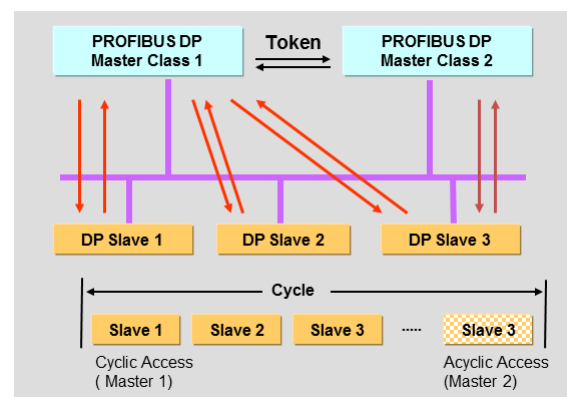


Abb. 10: Zyklische und azyklische Kommunikation bei DP-V1

### 3.2 Geräteklassen

PROFIBUS-Geräte werden nach ihrer Funktionalität in drei Klassen eingeteilt:

#### PROFIBUS DP Master (Klasse 1)

Bei einem PROFIBUS DP Master Klasse 1 (DPM1) handelt es sich um einen Master, der mit zugehörigen Slaves Prozessdaten über die zyklischen Kommunikation austauscht. Geräte dieses Typs sind häufig in einer speicherprogrammierbaren Steuerung oder in eine Automatisierungsstation des Prozessleitsystems integriert.

#### PROFIBUS DP Master (Klasse 2)

Unter einem PROFIBUS DP Master Klasse 2 (DPM2) im ursprünglichen Sinne wird ein Master verstanden, der als Werkzeug zur Inbetriebnahme von PROFIBUS-Systemen verwendet wird. Im Zuge der Funktionserweiterungen DP-V1 und DP-V2 hat sich das Verständnis eines DPM2 jedoch dahingehend präzisiert, dass mit seiner Hilfe Geräteparameter über die azyklische Kommunikation eingestellt werden können. Geräte dieses Typs sind häufig Teil einer Engineeringstation. Ein DPM2 kann, muss aber nicht permanent am Bussystem angeschlossen sein.

#### PROFIBUS Slave

Ein PROFIBUS Slave ist ein passiver Kommunikationsteilnehmer, der auf masterseitige Aufforderung durch ein Antworttelegramm reagiert. Geräte dieser Klasse sind typischerweise Feldgeräte (Remote IO, Antrieb, Ventil, Messumformer, Analysengerät), die Prozessgrößen erfassen oder in den Prozess über Stellgrößen einwirken. Bei Slave-Geräten werden kompakte und modulare Geräte unterschieden. Ein modulares Gerät besteht aus einer Kopfstation, welche die Feldbusschnittstelle enthält und mehrere Steckplätze, in die unterschiedliche Module eingesetzt werden können. Durch die Kombination unterschiedlicher Module können modulare Slaves flexibel an die jeweiligen Anforderungen hinsichtlich Ein- und Ausgangsdaten angepasst werden. Kompakte Geräte besitzen einen festen Satz von Ein- und Ausgangsdaten – vergleichbar einem modularen Gerät mit genau einem fest eingebauten Modul. Bei Slave-Geräten in der Prozessautomatisierung handelt es sich meist um modulare Geräte, bei denen die einzelnen Module nicht physikalisch, sondern nur in der Gerätesoftware realisiert sind (virtuelle Module). Die Aktivierung oder Deaktivierung dieser virtuellen Module und damit die Bereitstellung der zugehörigen Ein- und Ausgangsdaten erfolgt beim Aufbau der zyklischen Kommunikation. Die

virtuellen Module, über die ein Slave-Gerät in der Prozessautomatisierung verfügen kann, sind im Geräteprofil für PA-Geräte spezifiziert.

Häufig verfügen PROFIBUS-Master-Geräte sowohl über Funktionalität eines DPM1 als auch über Funktionen eines DPM2. Ebenso gibt es Automatisierungsgeräte, die sowohl als Master wie auch als Slave betrieben werden können. Eine eindeutige Einteilung der physikalischen Geräte in die oben genannten Funktionsklassen ist in der Praxis häufig nicht möglich.

### 3.3 Zyklische Kommunikation und PROFIBUS-Diagnose

Nachdem die Projektierung mit Hilfe des Projektierungswerkzeugs in den Master Klasse 1 geladen worden ist, baut dieser die zyklische Kommunikation zu seinen zugehörigen Slave-Geräten auf (MSO-Kanal). Während dieser Hochlauf-Phase prüft der Slave die vom Master empfangenen Projektierungsdaten in zwei Stufen:



Bei Nahrungsmitteln gelten besonders strenge Vorgaben für Qualität und Nachverfolgbarkeit des Herstellprozesses einschließlich der Kommunikationstechnik. Bei PROFIBUS haben diese Merkmale höchste Priorität, wie die weite Verbreitung in der Nahrungsmittelindustrie zeigt.

In der ersten Stufe (Parametrierung) werden die in der Projektierung eingestellten Parameter wie Masteradresse, Watchdog-Zeit und Ident-Nummer an den Slave übertragen und überprüft (Konfigurierung). Die Identnummer ist eindeutig für jeden Gerätetyp und wird von PI vergeben. Die zyklische Kommunikation kann nur dann stattfinden, wenn die aus der Projektierung erhaltene Ident-Nummer mit der im Slave gespeicherten übereinstimmt. Anschließend

werden die Informationen über die projektierten Module – die sogenannten Konfigurationsbytes – an den Slave übertragen und überprüft. Die zyklische Kommunikation wird nur dann aufgebaut, wenn die physikalisch verfügbaren Module auch mit der in der Projektierung eingestellten Modulen übereinstimmen bzw. das Gerät sich an die empfangene Konfiguration adaptieren kann.

Der Erfolg des Kommunikationsaufbaus wird durch die anschließend angeforderten Diagnosedaten verifiziert. Ungültige Parameter- oder Konfigurationsdaten zeigt der Slave durch entsprechende Fehler in der PROFIBUS-Standarddiagnose dem Master an. Im Fall gültiger Parameter- und Konfigurationsdaten beginnt der Master mit dem betreffenden Slave-Gerät zyklisch zu kommunizieren.

Die PROFIBUS-Diagnose setzt sich aus der PROFIBUS-bezogenen „Standarddiagnose“ und der „Erweiterten Diagnose“ zusammen. Letztere enthält gerätespezifische Diagnosedaten, die z.B. das Mess- oder Stellverfahren betreffen. Im Fall einer Änderung in den gerätespezifischen Diagnosedaten zeigt das ein Slave im Antworttelegramm der zyklischen Kommunikation an, worauf der Master im nächsten Buszyklus statt der Prozessdaten die Diagnosedaten des betreffenden Slaves anfordert. Jeder PROFIBUS-Slave kann nur mit einem DPM1 zyklisch Daten austauschen. Damit wird sichergestellt, dass ein Slave nur von einem Master Ausgangsdaten erhalten kann und Dateninkonsistenz vermieden wird.

### **3.4 Azyklische Kommunikation und Parameteradressierung**

Im Mittelpunkt des azyklischen Datenverkehrs steht das auf Initiative des Masters erfolgende Schreiben oder Lesen von Geräteparametern. Mit Hilfe dieser Geräteparameter kann ein Feldgerät von einem zentralen Bedienwerkzeug eingestellt und so an seine spezifische Aufgabe im technischen Prozess adaptiert werden.

Für die azyklische Kommunikation existieren zwei unterschiedliche Kommunikationskanäle, die als MS1- und MS2-Kanal bezeichnet werden. Dabei ist eine Verbindung über den MS1-Kanal zwischen einem Master und einem Slave (MS1-Verbindung) grundsätzlich nur dann möglich, wenn zwischen Master und Slave ein zyklischer Datenaustausch stattfindet.

Da ein Slave zu einem Zeitpunkt nur mit einem Master zyklisch Daten austauschen kann, kann ein Slave auch nur über maximal eine MS1-Verbindung verfügen. Die MS1-Verbindung wird bei

entsprechenden Parametrierdaten implizit mit der zyklischen Kommunikation aufgebaut und durch die Watchdog-Zeit überwacht.

Eine MS2-Verbindung kann ein Slave zu einem oder mehreren Masters gleichzeitig eingehen, der Slave muss sich hierzu nicht in der zyklischen Kommunikation befinden. Die MS2-Verbindung muss explizit durch den Master aufgebaut werden. Sie verfügt über eine separate Zeitüberwachung, bei der eine MS2-Verbindung geschlossen wird, wenn sie über eine eingestellte Zeit nicht benutzt wird. Für die azyklische Kommunikation über den MS2-Kanal ist eine Projektierung auf Basis der Gerätestammdatei wie im Fall der zyklischen Kommunikation nicht erforderlich, zum masterseitigen Aufbau einer MS2-Verbindung zu einem Slave genügt in der Regel die Kenntnis der betreffenden Geräteadresse.

Die Adressierung von Geräteparametern in einem Slave-Gerät erfolgt durch die Angabe von Slot und Index. Dabei korrespondiert die Bezeichnung „Slot“ (Werte von 0 bis 254) mit einem Steckplatz eines modularen Geräts, bei PA-Geräten adressiert ein Slot einen Funktionsblock (siehe Kapitel 4). Die Bezeichnung „Index“ (0 bis 254) bezeichnet die Adresse eines Parameters innerhalb des betreffenden Slots.

Für Geräte ab dem PA-Profil 3.0 ist die Implementierung des MS2-Kanals vorgeschrieben, der MS1-Kanal hingegen ist optional. Da in der Praxis nicht alle PA-Profilgeräte über eine Implementierung des MS1-Kanals verfügen, wird in der Prozessautomatisierung zur azyklischen Datenübertragung durchweg der MS2-Kanal verwendet.

### **3.5 Standardisierte Funktionsbausteine (FB)**

Bei Entwicklung und Nutzung Herstellerübergreifender Applikationsprofile spielt die Technologie der standardisierten Funktionsbausteine (FB) eine wichtige Rolle, weil damit der wachsende Funktionsumfang moderner Feldgeräte ohne spezifisches Kommunikationswissen und ohne herstellerspezifische Anpassungen in das Anwendungsprogramm unterschiedlicher Steuerungen eingebunden werden kann. Dazu dienen Funktionsbausteine, welche die teilweise komplexen Funktionen von Feldgeräten, z.B. Kalibrieren, Motorhochlauf, Drehzahländerung in gekapselter Form enthalten. Sie wirken damit als ein im Steuerungsprogramm platzierter „Stellvertreter“ (Proxy-FB) der entsprechenden Feldgeräte. Die Funktionsbausteine sind in der Regel in der standardisierten Programmiersprache „Structured

Text“ (ST) gemäß IEC 61131-3 erstellt. Ein Proxy-FB präsentiert den Zugriff auf seine Funktionen in gekapselter graphischer Form und ist damit auch von den „einfacheren“ Programmiersprachen der IEC 61131-3 wie LD/KOP (Ladder Diagram/Kontaktplan), FBD/FUP (Function Block Diagram/Funktionsplan) oder IL/AWL (Instruction List/Anweisungsliste) aufrufbar.

Proxy-FB werden in der Regel von Geräteprofil-Arbeitskreisen spezifiziert und den Anwendern je nach Business-Modell auf unterschiedlichen Wegen bereitgestellt. Ihr Vorteil ist die Einsetzbarkeit in Steuerungen unterschiedlicher Hersteller. Aber auch individuelle Gerätehersteller können davon Gebrauch machen, um ihren Slaves durch Kapselung bestimmter Funktionen Wettbewerbsvorteile zu sichern.

Für die praktische Nutzung von FBs durch den Anwenderprogrammierer muss zusätzlich zu der bekannten, in IEC 61158 spezifizierten PROFIBUS-Kommunikations-Schnittstelle (Communications Platform, MS0, MS1, MS2, Abbildung 11) eine weitere, angesichts der Vielfalt von Steuerungsherstellern systemneutrale Schnittstelle (Application Programmer's Interface [API]) definiert werden. Damit können Anwender-Software und die eingesetzten Proxy-FBs durch standardisierte Kommunikations-Bausteine („Comm-FBs“) von der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) eines Herstellers A zur SPS eines Herstellers B leicht portiert werden, sofern der Steuerungs-Hersteller B die Comm-FBs in seiner Programmier-Bibliothek anbietet.

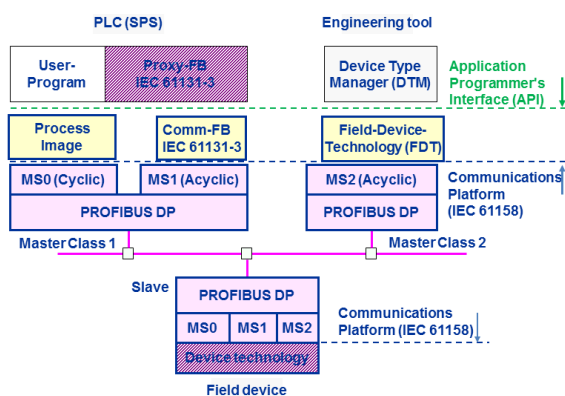


Abb. 11: Einsatz von Funktionsblöcken (Proxy-FB und CommFB)

### 3.6 Comm-FBs als System-neutrale Schnittstelle bei PROFIBUS

PI hat für die systemneutrale Schnittstelle in der Guideline „Communication and Proxy Function Blocks according to IEC 61138-3“

Funktionsbausteine (gelb dargestellt in Abbildung 11) festgelegt, die sich sowohl auf die Sprachen der IEC 61131-3 abstützen als auch auf die bei PROFIBUS festgelegten Kommunikationsdienste der IEC 61158. Die Guideline (Best.-Nr. 2.182) definiert Kommunikationsbausteine für Master Klasse 1 und 2 sowie Slaves und zusätzlich einige Hilfsfunktionen. Die technologische Funktionalität eines Feldgerätes ist über diese Comm-FBs einheitlich ansprechbar. Alle FB haben ein gemeinsames Konzept zur Anzeige von Fehlern mit Kodierung gemäß IEC 61158-6.

Die SPS-Hersteller bieten solche Standard-Kommunikationsbausteine in ihren SPS-spezifischen „IEC-Bibliotheken“ an.

Neben dem zuvor beschriebenen „neutralisierten“ Zugang zu azyklischen Kommunikationsfunktionen über MS1 vervollständigt die FDT-Schnittstelle (siehe Seite 20) über MS2 das Application Programmer's Interface für den Zugang von Engineering- oder Parametrier-Tools.

## 4 Applikationsprofile

Für ein reibungsloses Zusammenwirken der an einer Automatisierungslösung beteiligten Busteilnehmer müssen diese in ihren grundlegenden Funktionen und -diensten übereinstimmen; sie müssen „die gleiche Sprache sprechen“ und gleiche Begrifflichkeiten und Datenformate verwenden. Dies gilt für die Kommunikation ebenso wie für Gerätefunktionen und Branchenlösungen. Die Vereinheitlichung wird durch „Profile“ mit Bezug auf Gerätefamilien oder speziellen Branchenlösungen erreicht. In ihnen sind Eigenschaften festgelegt, deren Einhaltung für „Profilgeräte“ verbindlich ist. Dabei kann es sich um Geräteklassen-übergreifende Eigenschaften wie ein sicherheitsrelevantes Verhalten (Common Application Profiles) oder um Geräteklassen-spezifische Eigenschaften (Specific Application Profiles) handeln. Bei diesen wird unterschieden zwischen

- Geräteprofile (Device Profiles) für z.B. für Roboter, Antriebe, Prozessgeräte, Encoder, Pumpen u.a.,
- Branchenprofile (Industry Profiles) für z.B. Labortechnik und Schienenfahrzeuge und
- Integrationsprofile (Integration Profiles) zur Integration von Subsystemen wie z.B. HART- oder IO-Link-Systeme

Profil-Bezeichnung	Profil-Inhalt	Best. Nr.
<b>Spezifische Applikationsprofile</b>		
Dosing / Weighing	Das Profil beschreibt den Einsatz von von Wäge- und Dosiersystemen an PROFIBUS.	3.182a; 3.182 b.; 3.182c
Encoder	Das Profil beschreibt die Ankopplung von Dreh-, Winkel- und Linear-Encodern mit Singleturn- und Multiturn-Auflösung.	3.162
Fluid Power	Das Profil beschreibt die Ansteuerung von hydraulischen Antrieben über PROFIBUS (Zusammenarbeit mit VDMA).	3.112
HART on PROFIBUS	Das Profil beschreibt die Einbindung von HART-Geräten in PROFIBUS-Systeme.	3.102
Ident Systems	Das Profil beschreibt die Kommunikation zwischen Geräten zur Identifizierung (Barcode-Leser, Transponder).	3.142
LabDevices	Das Profil beschreibt die Eigenschaften von Laborgeräten bei der Laborautomatisierung an PROFIBUS.	2.412
Liquid Pumps	Das Profil beschreibt den Einsatz von Flüssigkeitspumpen an PROFIBUS (Zusammenarbeit mit VDMA).	2.422
Low Voltage Switchgear	Das Profil beschreibt den Datenaustausch für Niederspannungsschaltgeräte (Lasttrenner, Motorstarter u.a.) an PROFIBUS.	3.122
PA Devices	Das Profil beschreibt die Eigenschaften von Geräten der Prozesstechnik in der Prozessautomatisierung an PROFIBUS.	3.042
PROFIdrive	Das Profil beschreibt das Geräteverhalten und die Zugriffsverfahren auf Daten für drehzahlveränderbare elektrische Antriebe an PROFIBUS.	3.172; 3.272
Remote I/O für die PA	Das Profil beschreibt die Austauschbarkeit von Remote I/O-Geräten in der Prozessautomatisierung.	3.132
Remote I/O für die FA	Das Profil beschreibt einen Synchronmechanismus zur Leistungssteigerung von Remote-I/Os in der Fabrikautomatisierung .	3.242
Robot / Numerical Controls	Das Profil beschreibt das Systemverhalten von numerischen Steuerungen sowie von Roboter- und Positioniersteuerungen aus Sicht der PROFIBUS DP-Kommunikation.	3.052
SEMI	Das Profil beschreibt Eigenschaften der Geräte für die Halbleiterherstellung an PROFIBUS (SEMI-Standard).	3.152
<b>Allgemeine Applikationsprofile</b>		
Identification & Maintenance	Das Profil beschreibt ein Konzept zur Identifikation von PROFIBUS-Geräten und den Internet-Zugriff auf gerätespezifische Informationen.	3.502
iPar-Server	Das Profil beschreibt die Speicherung der zusätzlichen iParameter in der Steuerung und das Zurücklesen der iParameter nach einem Geräteaustausch.	3.532
PROFIsafe	Das Profil beschreibt die sichere Kommunikation sicherheitsgerichteter Geräte (Not-Aus-Schalter, Lichtgitter u.a.) mit Sicherheitssteuerungen über PROFIBUS.	3.192
Redundancy	Das Profil beschreibt den Mechanismus für Feldgeräte mit redundantem Kommunikationsverhalten.	2.212
Time Stamp	Das Profil definiert die zeitgenaue Zuordnung bestimmter Ereignisse und Aktionen durch Zeitstempelung.	3.522
Data Types	Das Dokument ist Teil der Profil-Guidelines Part 2 und befasst sich mit Datentyp-Definitionen von Profilvariablen und -parametern, Programmiersprachen für Feldgeräte und Steuerungen sowie mit Plattform-Aspekten für Feldgeräte.	3.512
Diagnosis	Das Dokument ist Teil der Profile Guidelines Part 3 und befasst sich mit verschiedenen Aspekten der Feldgerät-Diagnose zur Bereitstellung bestimmter Informationen über Gerätefehler.	3.522
Host Application	Das Dokument beschreibt die notwendigen Funktionen eines Hosts (als Gegenpart zu den Feldgeräten) gegenüber dem Engineeringssystem.	3.902

Tab. 5: PROFIBUS-Applikationsprofile

Abbildung 11 zeigt die Einordnung der Profile in den PROFIBUS-Systembaukasten und Tabelle 5 gibt eine Übersicht über die derzeit verfügbaren PROFIBUS-Profile. Einige davon werden nachfolgend näher erläutert.

#### 4.1 PROFIdrive

Das Profil PROFIdrive findet seine Anwendung in der Fertigungsautomatisierung. Es definiert das Geräteverhalten, das Zugriffsverfahren und die Datenformate für Antriebsdaten von elektrischen Antrieben an PROFIBUS, vom einfachen Frequenzumrichter bis zu hochdynamischen Servoreglern.

Alle Details dazu enthält die relevante PROFIdrive-Systembeschreibung (Best.-Nr. 4.321).

#### 4.2 PROFIBUS PA (PA Devices, „PA-Profil“)

Das Profil PROFIBUS PA ist die Basis für den Einsatz von PROFIBUS in der Prozessautomatisierung. Diese Anwendung ist, neben der Verwendung dieses Profils, häufig durch eigensicheren Betrieb, hohe Leitungslängen und Gerätespeisung über das Buskabel charakterisiert. Das PA-Profil definiert für verfahrenstechnische Geräte wie Transmitter, Stellantriebe, Ventile oder Analysengeräte jeweils die Funktionalität und die Parameter, mit denen

die Geräte auf den jeweiligen Anwendungsfall und die Prozessbedingungen adaptiert werden können. Die Spezifikation basiert auf Funktionsblöcken, deren Parameter in Eingangs-, Ausgangs- und interne Parameter eingeteilt werden. Weiterhin spezifiziert das Profil, welche Dienste des PROFIBUS-Kommunikationsprotokolls in welcher Weise verwendet werden. So basieren beispielsweise die zyklisch ausgetauschten Prozessdaten bei allen Geräten auf einem einheitlichen Format, welches neben dem Mess- bzw. Stellwert auch einen Status beinhaltet, der über die Qualität des Messwertes und mögliche Grenzwertverletzungen Auskunft gibt. Damit bildet das Profil das Fundament für die Einheitlichkeit der Anwendungen, vereinfachtes Engineering, Austauschbarkeit von Geräten oder erhöhte Zuverlässigkeit durch standardisierte Diagnoseinformationen.

Das PA-Profil Version 3.02 wurde gegenüber der vorherigen Version 3.01 durch eine Reihe anwendungsorientierter Funktionen erweitert, welche die jahrelangen Betriebserfahrungen in PROFIBUS PA-Anlagen berücksichtigen und die daraus resultierenden Anwenderforderungen umsetzen.

### 4.3 Highlights im Profil V 3.02

Die Neuerungen in der Profilversion 3.02 konzentrierten sich auf die Optimierung des Lifecycle-Managements der Geräte mit dem Ziel, die Einfachheit der traditionellen 4-20 mA Technologie mit dem Leistungsvermögen der Feldbustechnik zu verbinden.

#### Versions-Flexibilität beim Gerätetausch

Bei Gerätetausch musste bisher in der Regel auf Geräte der installierten Generation zurückgegriffen werden, obwohl bereits eine modernere Version mit zusätzlichen Innovationen auf dem Markt verfügbar war. Das Profil in der Version 3.02 hebt diese Einschränkung auf durch die Fähigkeit der (neuen) Geräte, sich automatisch auf die Version bzw. Funktionalität ihrer Vorgängergeräte einstellen zu können (Automatic Ident Number Adaption, Abbildung 12). Dabei erfährt ein neues Gerät von der Steuerung oder dem Leitsystem die Version seines Vorgängers und stellt sich automatisch und ohne Unterbrechung des Prozesses auf dessen Funktionalitäten ein. Beim nächsten geplanten Stillstand der Anlage kann dann das neue Gerät in das Leitsystem integriert und die neuen Funktionen genutzt werden. Diese Geräteeigenschaft ist Teil der Zertifizierungsprüfung von Geräten mit Profilversion 3.02.

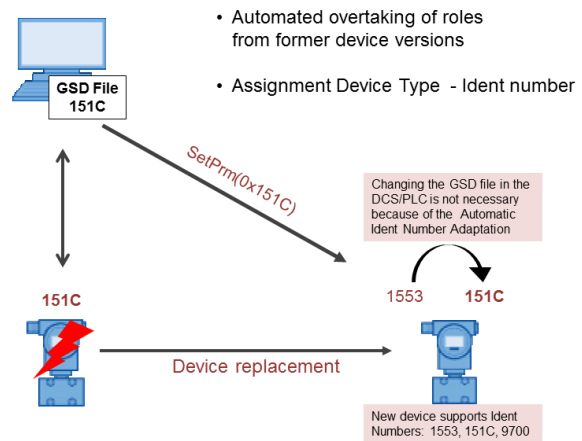


Abb. 12: Gerätetausch mit Übernahme der Vorgänger-Funktionalität

#### Vereinfachte Geräteintegration

Gegenüber der vertrauten Konfiguration von 4-20 mA-Geräten im Feld stellt die Integration von Feldbus-Geräten durch deren größeren Funktionsumfang höhere Anforderungen an den Betreiber. Der Umgang mit den dafür erforderlichen Gerätebeschreibungen muss jedoch für den Anwender ohne besondere Vorkenntnisse lösbar sein.

Die im Profil V 3.02 dazu realisierte Vereinfachung beruht auf herstellerübergreifenden Regeln zur Gewährleistung einer eindeutigen Kompatibilität zwischen den Beschreibungsdateien (GSD, EDD, DTM, FDI) und den Feldgeräten. Die Regeln fordern u.a. die Hinterlegung standardisierter Parameter in Gerät und Gerätebeschreibung, wodurch den Integrationswerkzeugen eine automatische Zuordnung von Gerät und Beschreibungsdatei ermöglicht wird (Abbildung 13). Das bedeutet eine erhebliche Vereinfachung bei Erstinstallation oder Gerätetausch. Zusätzlich erleichtert eine einfache und klare Beschriftung am Gerätegehäuse die eindeutige Zuordnung von Gerät zu Beschreibungsdatei bei z.B. Geräteentnahme aus dem Lager. Diese Geräteeigenschaften sind Teil der Zertifizierungsprüfung.

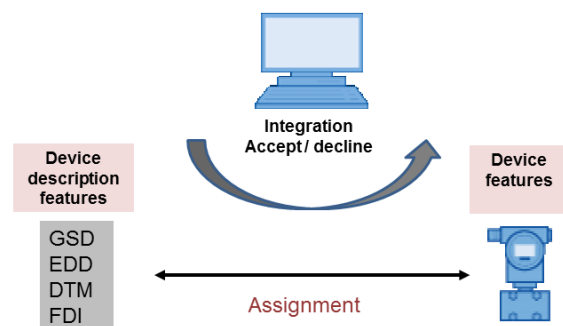


Abb. 13: Eindeutige Zuordnung von Gerät und Beschreibungsdatei

## Beschleunigung bei Up- und Download von Daten

Je nach Phase im Lebenszyklus einer Anlage müssen bei der Anpassung von Parametern erhebliche Datenmengen übertragen werden, bei Inbetriebnahme ebenso wie bei Wartung oder Gerätetausch. Je nach Funktionsumfang der Geräte können das mehrere hundert Parameter sein, wodurch die erforderliche Übertragungszeit an Bedeutung gewinnt. Das Profil V 3.02 optimiert die Übertragung durch geschickte Gruppierung der Parameter und einen vereinfachten Zugriff. Je nach Datenmenge können damit Verkürzungen des Zeitbedarfs bis hin zu Faktor 10 erreicht werden.



### Dauerhaft standardisierte Gerätediagnose

Konstanz bei Gerätetausch ist auch hinsichtlich der Ausgabe von Diagnoseinformationen gegeben. Für Geräte mit Profil V 3.02 besteht die Verpflichtung, die Ausgabe der Diagnoseinformationen gemäß den Kategorien der NAMUR-Empfehlung 107 vorzunehmen (Abbildung 14), wobei die Abbildung darauf bereits beim Hersteller erfolgt. Für den Betreiber ergibt sich bei Gerätetausch daher keinerlei Aufwand für mögliche Anpassungen oder Änderungen. Alle Geräte liefern standardmäßig gleich strukturierte Diagnoseinformationen und sichern so einen schnellen und einfachen Anlagenüberblick. Durch zusätzliche Detailinformationen können Gerätetausch und Reparatur geplant, Anlagenstillstände vermieden und damit Kosten eingespart und die Rentabilität der Anlage erhöht werden.

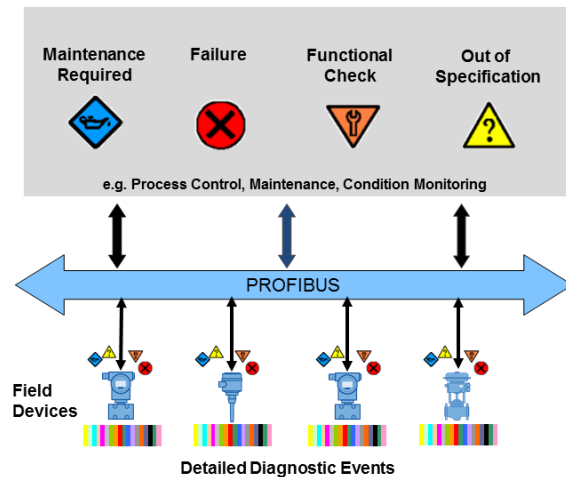


Abb. 14: Diagnoseabbildung gemäß NAMUR-Empfehlung 107

## 4.4 HART on PROFIBUS

Angesichts der sehr großen Zahl im Feld installierter HART-Geräte ist deren Einbindung in bestehende oder neue PROFIBUS-Systeme für die meisten Anwender eine dringliche Aufgabe. Das Dokument „PROFIBUS Profile HART“ (Best.-Nr. 3.102) bietet hierfür eine offene Lösung. Es definiert die Nutzung der Kommunikationsmechanismen ohne Änderungen an Protokoll und Services von PROFIBUS.

Das Dokument definiert ein Profil von PROFIBUS, das im Master und Slave oberhalb der Schicht 7 implementiert wird und damit die Abbildung des Client-Master-Server-Modells von HART auf PROFIBUS ermöglicht. Die volle Übereinstimmung mit den HART-Festlegungen ist durch die Mitwirkung der damaligen HART Communication Foundation (heute FieldComm Group [FCG]) an der Spezifikationsarbeit gewährleistet.

Die HART-Client-Applikation ist in einen PROFIBUS-Master, und der HART-Master in einen PROFIBUS Slave, integriert (Abbildung 15), wobei letzterer als Multiplexer dient und die Kommunikation zu den HART-Geräten übernimmt.

Für die azyklische Übertragung von HART-Nachrichten ist ein Kommunikationskanal definiert, der unabhängig von den MS1- und MS2-Verbindungen arbeitet. Ein HMD (HART Master Device) kann mehrere Clients unterstützen. Deren Anzahl ist implementierungsabhängig.

Die Version 2.0 des Profils erweitert die bestehende Integration um standardisierte PROFIBUS-Module zu drahtgebundenen HART-Geräten, sowie zur neuen Gerätegeneration von WirelessHART®.

Beim zyklischen Datenaustausch mit DP und der kanalspezifischen Diagnose kann damit auf die Implementierung einer Profilschicht im DP Master gänzlich verzichtet werden.

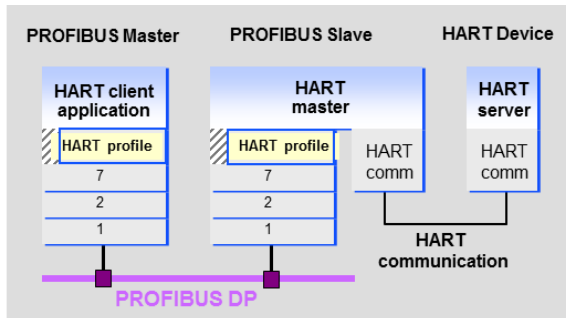


Abb. 15: Betrieb von HART-Geräten an PROFIBUS

HART-Geräte können über unterschiedliche Komponenten mit dem HMD oder mittels Modulen an PROFIBUS angeschlossen werden, die entweder aus einer GSD der Komponente stammen oder mit einem gerätespezifischen Modul-Konfigurator erstellt werden. In der Regel ist dieser als DP Master Klasse 2 und als HMD implementiert; er kann darüber hinaus die Detail-Konfiguration komplexer HART-Geräte mit Hilfe einer EDD oder dem FDT/DTM-Konzept anbieten.

#### 4.5 PROFIsafe

Viele industrielle Prozesse bergen das Risiko, Menschen zu verletzen, Produktionsanlagen zu zerstören oder die Umwelt zu beeinträchtigen. Aus dieser Erkenntnis heraus hat die „sicherheitsgerichtete Automatisierungstechnik“ mit ihrem gegenüber der Standard-Automatisierungstechnik weitaus höheren Anspruchs an Sicherheit eine große Bedeutung erlangt. Diesem Anspruch muss auch die Feldbustechnologie genügen, wofür bei PROFIBUS das Profil PROFIsafe dient.

Alle Details dazu enthält die PROFIsafe-Systembeschreibung (Best.-Nr. 4.341).

#### 4.6 Identification & Maintenance (I&M)

Die im Applikationsprofil Identification & Maintenance (I&M) zusammengefassten Festlegungen sind für alle PROFIBUS-Geräte verbindliche Vorgaben für die Ablage spezifischer Daten im Gerät. Das verschafft dem Betreiber einen über alle Geräte einheitlichen Zugang zu den Gerätedaten, bei der Projektierung und Inbetriebnahme ebenso

wie bei Parametrier- oder Update-Vorgängen. Datenbasis hierfür sind auf dem Server [www.profibus.com](http://www.profibus.com) hinterlegte XML-Dateien, die von den Geräteherstellern online verwaltet und damit über den gesamten Geräte-Life Cycle aktuell gehalten werden (Abbildung 16). Über ein Engineering-Tool können diese Daten zu jedem Zeitpunkt ausgelesen werden, wodurch die „gerätelokalen“ Daten mit den zentralen, tagesaktuellen Informationen des Herstellers für das betroffene Gerät abgeglichen werden; das ist sehr hilfreich für z.B. Anlagendokumentation, Bestell- oder Instandhaltungsvorgänge.

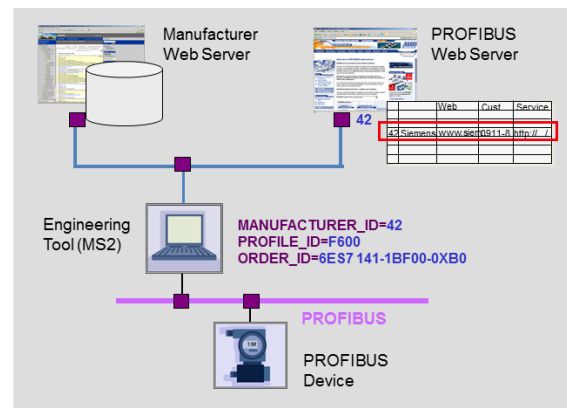


Abb. 16: Prinzipdarstellung der I&M-Funktionen

## 5 Geräteintegration

Ein besonderer Vorteil von PROFIBUS ist seine Offenheit und die damit verbundene große Anzahl von mitwirkenden Geräte- und Systemherstellern. Der gewünschten Vielfalt von Geräte- und Systemanbietern steht damit aber auch eine Vielfalt von denkbaren Bedien- und Bearbeitungsoberflächen entgegen. Um diese Vielfalt mit einem vertretbaren Aufwand bei Installation, Versionsmanagement und Gerätebedienung zu beherrschen, sind Standards für die zentrale und einheitliche Integration von Feldgeräten in das Automatisierungssystem entwickelt worden. Die Geräteintegration erfolgt generell mittels Abbildung der Gerätefunktionalität in eine Bediensoftware. Sie wird optimiert durch die konsistente Datenhaltung über den Lebenszyklus der Anlage, mit gleichen Datenstrukturen für alle Geräte. Alle nachfolgend erläuterten Standards können zusammen mit PROFIBUS genutzt werden.

Eine Zusammenfassung der Technologien zur Geräteintegration zeigt Abbildung 17.



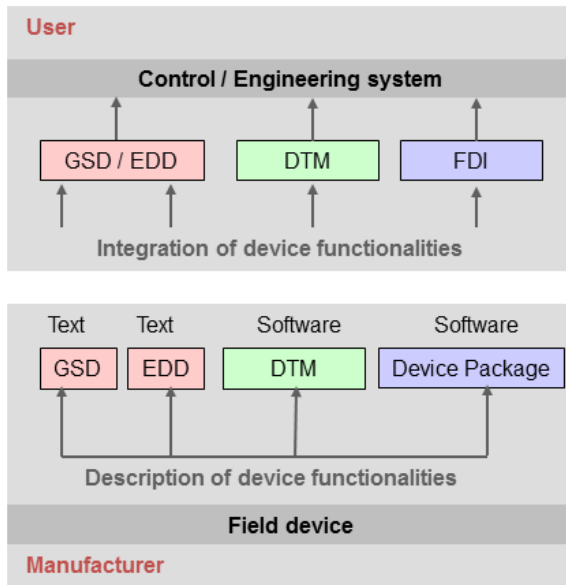


Abb. 17: Technologien zur Geräteintegration

### 5.1 General Station Description (GSD)

Die GSD, genauer: die Gerätestammdatei wird vom Gerätehersteller bereitgestellt und ist das elektronische Datenblatt für die Kommunikationseigenschaften eines jeden PROFIBUS-Gerätes. Sie liefert in der Form einer textuellen Beschreibung alle Informationen, die für die zyklische Kommunikation mit dem PROFIBUS Master und zur Konfiguration des PROFIBUS-Netzwerkes notwendig sind. Sie enthält die Kenndaten des Gerätes, Angaben

zu seinen Kommunikationsfähigkeiten sowie weitere Informationen über z.B. Diagnosewerte. Für den zyklischen Austausch von Messwerten und Stellgrößen zwischen Feldgerät und Automatisierungssystem ist die GSD zur Geräteintegration allein ausreichend.

Gegenüber der gerätespezifischen GSD enthält eine Profil-GSD nur Angaben über diejenigen Parameter und Diagnosebeschreibungen, die in einem Geräteprofil (hier dem PA-Profil, siehe Kapitel 4.2) herstellerübergreifend und für „Profilgeräte“ verpflichtend festgelegt sind. Der Inhalt einer Profil-GSD ist also für alle zugehörigen Profilgeräte gleich und damit geräteneutral. Damit besitzen PA-Profilgeräte – neben ihren äußerst attraktiven Funktionen als digitale Feldbusgeräte – zusätzlich auch genau die Eigenschaft, die von den Anhängern der klassischen 4-20 mA-Technologie als besonders vorteilhaft erachtet wird, nämlich eine einheitliche und herstellerunabhängige Kommunikationsschnittstelle. Abbildung 18 zeigt rechts zwei derartige Profilgeräte mit mehreren Ein- und Ausgängen an einem Feldbus-System (PROFIBUS PA) mit bidirektionaler Kommunikation zur Steuerung. Die linke Seite des Abbildunges zeigt eine gleiche Geräteanordnung bei Verwendung der 4-20 mA-Technologie mit ihrer unidirektionalen Kommunikation und separatem Interface für jeden Mess- oder Stellwert für eine gleichartige Anzahl von Prozesssignalen. Diese Darstellung verdeutlichte den großen Unterschied an Hardware- und Installationsaufwand zwischen den zwei Technologien.

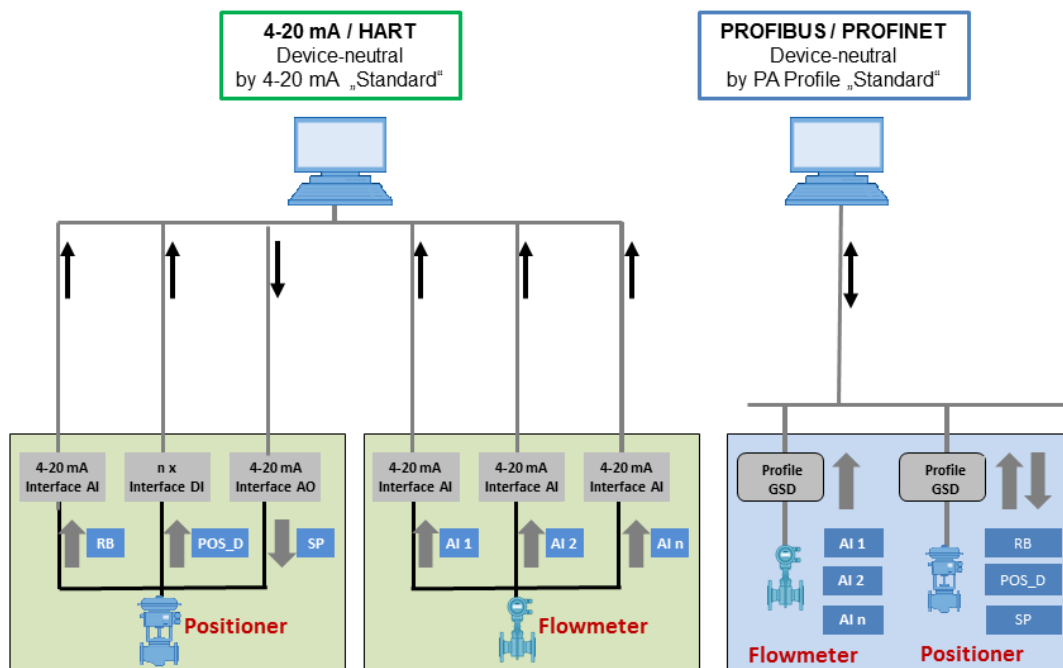


Abb. 18: Aufwandsvergleich für Geräte mit Profil-GSD (re) bzw. 4-20 mA- Schnittstelle (li).

## 5.2 Electronic Device Description (EDD)

Zur Beschreibung anwendungsbezogener Funktionen und Parameter komplexer Feldgeräte reicht die GSD allein nicht aus. Für die Parametrierung, Inbetriebsetzung, Wartung und Diagnose der Geräte aus dem Engineering System heraus ist eine leistungsfähige Sprache erforderlich. Hierfür steht die Electronic Device Description Language (EDDL) zur Verfügung, die in der IEC 61804-2 standardisiert wurde. Die Weiterentwicklung der EDDL wird gemeinsam von PI, FieldComm Group (ehemals HART Communication Foundation und Fieldbus Foundation) und der OPC Foundation vorangetrieben.

Eine EDD ist eine textuelle und vom Betriebssystem des Engineering-Systems unabhängige Gerätebeschreibung. Sie gibt eine Beschreibung der azyklisch kommunizierten Gerätefunktionen einschließlich grafischer Möglichkeiten und stellt auch Geräteinformationen wie Bestelldaten, Werkstoffe, Wartungshinweise u.ä. bereit.

Die EDD ist die Grundlage für die Abarbeitung und Darstellung der Gerätedaten durch einen EDD-Interpreter. Der EDD-Interpreter ist die offene Schnittstelle zwischen den EDDs und dem Bedienprogramm. Er liefert dem Bedienprogramm die Daten zur Visualisierung mit einheitlichem Look & Feel über verschiedenste Geräte und Hersteller hinweg.



Für die Steuerung von Verpackungsmaschinen ist der Einsatz von PROFIBUS mit dem Profil PROFIdrive weit verbreitet. Alle Funktionen werden über einen einzigen Bus ausgeführt, was den Aufwand für Engineering, Hardware und Schulung beträchtlich reduziert.

## 5.3 Device Type Manager (DTM) und Field Device Technology (FDT) Schnittstelle

Im Vergleich zu den auf textuellen Beschreibungen basierenden Technologien GSD und EDD wurde mit der FDT/DTM-Technologie eine softwarebasierte Methode zur Geräteintegration geschaffen. Der DTM

ist eine Softwarekomponente und kommuniziert über die FDT-Schnittstelle mit dem Engineering System. Die FDT/DTM-Technologie wird von der FDT Group betreut und weiterentwickelt.

Ein DTM ist ein Geräte-Bedienprogramm, das die Gerätefunktionalität beinhaltet (Device-DTM) oder die Kommunikationsfähigkeit ermöglicht (Communication-DTM). Es verfügt über die standardisierte FDT-Schnittstelle zu einer sog. „Rahmenapplikation“ im Engineeringsystem. Das DTM wird vom Hersteller gerätespezifisch programmiert und beinhaltet eine für jedes Gerät individuelle Benutzeroberfläche. Die DTM-Technologie bietet eine hohe Flexibilität bei ihrer Ausgestaltung und ermöglicht somit die Darstellung sämtlicher gerätespezifischer Funktionalitäten.

Die FDT-Schnittstelle ist eine herstellerübergreifend entwickelte, offene Schnittstellenspezifikation, welche die Einbindung von Feldgeräten mittels DTMs in die Bedienprogramme ermöglicht. Sie definiert das Zusammenspiel zwischen den DTMs und einer FDT-Rahmenapplikation im Bedientool oder Engineeringsystem. Die Schnittstelle selbst ist hierbei unabhängig vom Kommunikationsprotokoll und ist derzeit für mehr als 13 verschiedene Protokolle, darunter auch PROFIBUS, PROFINET und IO-Link, spezifiziert.

## 5.4 Field Device Integration (FDI)

FDI ist eine neue, von Herstellern und Verbänden der Prozess- und Automatisierungstechnik gemeinsam entwickelte und in der IEC 62769 standardisierte Technologie zur einfachen und einheitlichen Integration von Feldgeräten in verschiedene Host-Systeme. Ziel dieser Entwicklung war die Zusammenführung der beiden bisher am Markt nebeneinander bestehenden Integrationstechnologien EDD und FDT in eine einheitliche Technologie neuer Generation. Deren jeweils besten Teilelemente wurden bei FDI mit neuen Technologien wie dem OPC UA-Informationsmodell und dem Lebenszyklusmodell zu einer einzigen, herstellerübergreifenden Technologie zusammengeführt. FDI unterstützt alle über den Lebenszyklus einfacher und komplexer Feldgeräte typischen Operationen wie Konfiguration, Inbetriebnahme, Diagnose oder Kalibrierung. Mit FDI wird eine von Anwendern und Herstellern gleichermaßen erhobene Forderung nach einer Alternative zu der sehr aufwändigen Parallelsituation von EDD und FDT erfüllt.

Die Weiterentwicklung und Pflege von FDI wird gemeinsam von PROFIBUS & PROFINET International (PI) und der FieldComm Group in Zusammenarbeit mit der OPC Foundation und der FDT Group vorangetrieben. Das beinhaltet die Spezifikationsarbeiten bezüglich FDI und EDDL, aber insbesondere auch die Versorgung des Marktes mit FDI-Tools und Komponenten sowie den weltweiten technischen Support bezüglich Implementierung und Konformitätsprüfung. Unterstützt werden die Protokolle Foundation Fieldbus, HART, PROFIBUS und PROFINET. Die FDI-Spezifikation steht auf den Webseiten von PI und der FDT Group zum Download bereit.

### Device Package

Der Kern von FDI ist das skalierbare Device Package, welches alle Informationen enthält, die ein FDI-Host (Leitsystem, Gerätemanagementsystem etc.) für die Integration eines intelligenten Feldgerätes benötigt. Jedes Feldgerät wird durch ein einziges derartiges Device Package mittels einer binärcodierten Datei gemäß IEC 29500 (Containerformat, Open Packaging Conventions) beschrieben. Dieses Device Package kommt dann unverändert in allen Integrationstools und Steuerungen zum Einsatz, vom Einzelplatz-PC bis zum kompletten Automatisierungssystem.

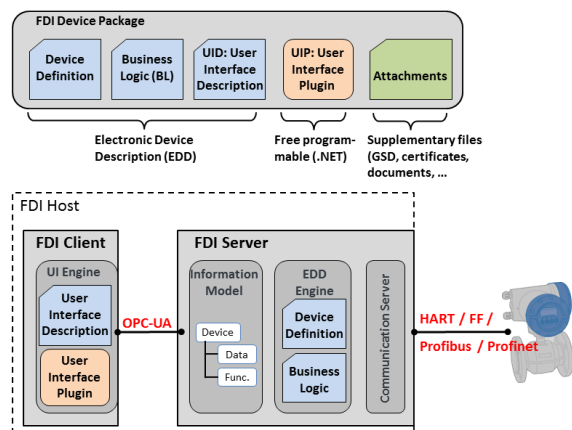


Abb. 19: FDI Device Package und FDI Host

Das Device Package (Abbildung 19, oben) eines Feldgerätes ist eine Sammlung obligatorischer und optionaler Dateien, welche über den gesamten Geräte-Lebenszyklus zur Konfiguration, Inbetriebnahme, Diagnose oder Kalibrierung benötigt werden. Obligatorisch sind die Gerätebeschreibung (Electronic Device Description Language, EDDL) mit Geräteparametern und Gerätestruktur, die Business-Logik (Business Logic, BL) mit Konsistenzregeln und Gerätefunktionen sowie die Benutzeroberflächenbeschreibung (User Interface Description, UID). Diese drei Beschreibungen basieren auf der mittlerweile

harmonisierten EDDL gemäß IEC 61804-3. Die bisher bei den verschiedenen Protokollen verwendeten unterschiedlichen EDDL-„Dialekte“ gehören damit der Vergangenheit an. Eine Darstellung des EDD-basierten Teils zeigt Abbildung 20.

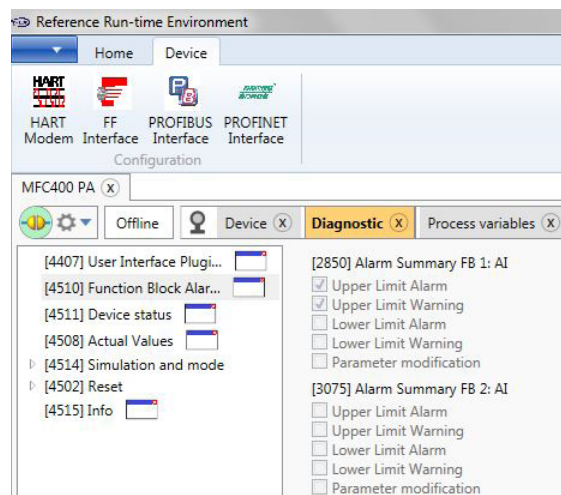


Abb. 20: EDD-basierter Teil eines FDI Device Packages im FDI Reference Host

Optional ist das User Interface Plugin (UIP), welches die Möglichkeit bietet, individuelle Benutzerschnittstellen frei zu programmieren (Abbildung 21). Ebenfalls optional können auch gerätebezogene Daten und Dokumente wie Handbücher, Zertifikate oder Kataloginformationen in Form von Attachments zugefügt werden.

### Einheitliche Entwicklungsumgebung (IDE)

Für die Integration von FDI in Feldgeräte steht den Herstellern mit der protokollübergreifende Entwicklungsumgebung (Integrated Development Environment, IDE, Abbildung 22) ein Tool zur Verfügung, das den Geräteherstellern ermöglicht, FDI Device Packages für ihre verschiedenen PROFIBUS-, PROFINET-, Foundation Fieldbus- oder HART-Geräteversionen nach einem einheitlichen Prozess und damit aufwandsarm zu erstellen. Die FDI IDE bietet weiterhin eine einfache und zuverlässige Konvertierung vorhandener EDD-Dateien in die entsprechenden FDI Device Packages. Ein in der FDI IDE vorhandene Run-Time Environment und das Device Package Test Tool bieten den Entwicklern eine Plattform zum ausgiebigen Testen neu entwickelter Device Packages, was deren Qualität und Konformität mit dem FDI-Standard bereits während der Entwicklung sicherstellt.

### Integration in FDI-Hosts

Device Packages können in originäre FDI-Hosts (Abbildung 19 unterer Teil) integriert werden. Um ein gleiches Verhalten von Device Packages in



Abb. 21: Frei programmierte graphische Elemente

verschiedenen Host-Systemen zu erreichen, wurde eine einheitliche „Host Component“ entwickelt und den Host-Herstellern zu Verfügung gestellt: Die UI Engine zur Darstellung der Komponenten UID- und UIP- sowie die EDD-Engine zur Unterstützung der EDDL-Versionen mit Rückwärts-Kompatibilität (Abbildungen 19 und 22).

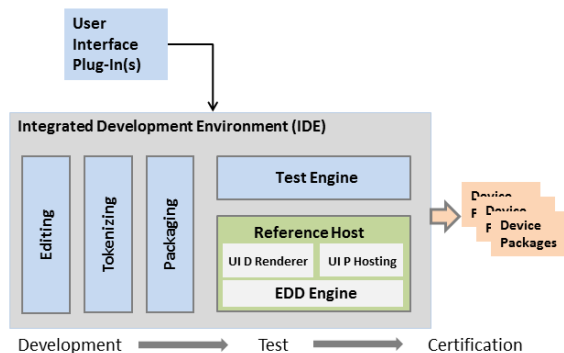


Abb. 22: Entwicklungsumgebung IDE

### Integration in FDT-Frames

Zur Nutzung von FDI in FDT-basierten Systemen dient ein „FDI-nach-FDT-Adapter“ in Form eines Geräte-DTM, der einen vollständigen FDI-Host in sich trägt und zugleich dem FDT-Standard entspricht und sich wie gewohnt installieren lässt. Hierzu arbeiten die FDT Group und die FieldComm Group entsprechend zusammen.

### Bestandsschutz

Neben Vereinheitlichung, Vereinfachung und Kostenminimierung als FDI-Ziele steht gleichbedeutend der Bestandsschutz der

bestehenden Anlagen als FDI-Herausforderung. Wegen der Verwendung der binären EDD, verpackt im FDI-Package, ist FDI für bisherige EDD-basierte Systeme ein logischer evolutionärer Schritt, den auch die Host-Hersteller gehen werden. Für FDT-basierte Systeme bietet die erwähnte „Adapter-Strategie“ den geforderten Bestandsschutz, wobei der Adapter vom Geräteanbieter bereits mit integrierten Device Packages geliefert werden kann, sofern er auf der Systemseite nicht zur Verfügung steht.

### FDI als Einstieg in Industrie 4.0

Geräte mit einer PROFIBUS- bzw. PROFINET-Schnittstelle werden schon heute mit Produktbeschreibungen zur Konfiguration und Geräteintegration geliefert, zum Beispiel mit der General Station Description (GSD) oder der Electronic Device Description (EDD). Dies passt gut zum Konzept der Komponenten für Industrie 4.0 mit ihren Verwaltungsschalen. Beide Lösungen zur Produktbeschreibung beinhalten Informationen, die für Engineering, Inbetriebnahme und andere Zwecke Teil der Verwaltungsschale sein werden. Bei Nutzung von FDI könnten auch die Informationen aus dem erweiterten Konzept des Device Package Teil der für PROFIBUS bzw. PROFINET zu übernehmenden Verwaltungsschale werden. Die Feldgeräte werden damit zu Industrie 4.0-Komponenten und die Gerätedaten können damit über das Internet für beliebige Anwender an beliebigen Orten verfügbar gemacht werden.

## 6 Qualitätssicherung und Zertifizierung

Damit PROFIBUS-Geräte unterschiedlicher Typen und Hersteller Aufgaben im Automatisierungsprozess korrekt erfüllen, müssen sie über den Bus Informationen fehlerfrei austauschen. Voraussetzung dafür ist eine normkonforme Implementierung der Kommunikationsprotokolle und Anwendungsprofile durch die Gerätehersteller. Zur Gewährleistung dieser Forderung hat PI ein Qualitätssicherungsverfahren etabliert, bei dem auf Basis von Prüfberichten Zertifikate für mit positivem Ergebnis geprüfte Geräte erteilt werden (Abbildung 23).

Ziel der Zertifizierung ist, den Anwendern für den gemeinsamen Betrieb von PROFIBUS-Feldgeräten unterschiedlicher Hersteller die notwendige Sicherheit für eine fehlerfreie Funktion zu geben. Hierzu werden die Feldgeräte in unabhängigen, gemäß den Qualitätsrichtlinien von PI akkreditierten Prüflaboren mit der notwendigen Prüfschärfe praxisnah getestet. Fehlinterpretationen der Normen können so vor dem Einsatz erkannt und vom Hersteller beseitigt werden. Auch das Zusammenspiel des Feldgerätes mit anderen zertifizierten Feldgeräten ist Gegenstand der Tests. Nach erfolgreich bestandener Prüfung wird auf Antrag des Herstellers ein Geräte-Zertifikat durch die Zertifizierungsstelle von PI erteilt. Prüfverfahren und Ablauf der Zertifizierung sind in den einschlägigen Richtlinien beschrieben.

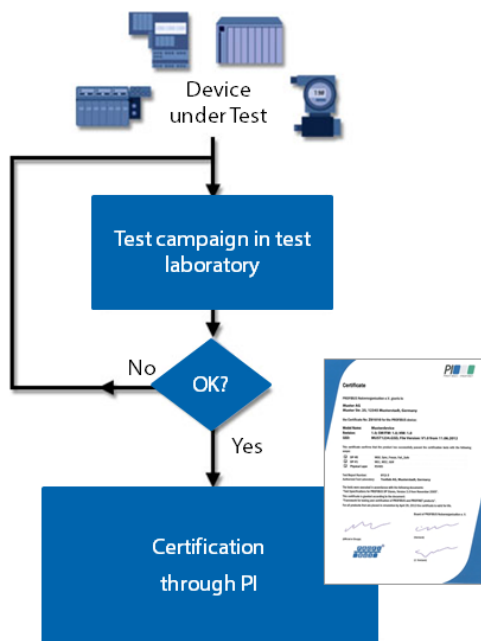


Abb. 23: Gerätezertifizierung, Testablauf

### Prüfverfahren

Voraussetzung für die Prüfung sind eine erteilte Ident-Nummer und eine GSD-Datei sowie gegebenenfalls eine EDD für das Feldgerät oder das Feldgerät selbst.

Das für alle Prüflabore einheitliche Prüfverfahren besteht aus mehreren Abschnitten:

- **Ein GSD/EDD-Check** stellt sicher, dass die Gerätebeschreibungsdateien konform zur Spezifikation sind.
- **Beim Hardwaretest** werden die elektrischen Eigenschaften der PROFIBUS-Schnittstelle des Prüflings auf Übereinstimmung mit den Spezifikationen hin überprüft. Dazu gehören z.B. die Abschlusswiderstände, die Eignung der verwendeten Treiber- und weiterer Bausteine und die Qualität der Leitungspegel.
- **Der Funktionstest** widmet sich dem Buszugriffs- und Übertragungsprotokoll wie auch der Funktionalität des Prüflings. Das Parametrieren und Anpassen des Testsystems erfolgt anhand der GSD. Bei der Testdurchführung kommt das Black-Box-Verfahren zum Einsatz, bei dem keine Kenntnis über die interne Struktur der Implementierung notwendig ist. Die beim Prüfling erzeugten Reaktionen und deren Zeitverhältnisse werden per Busmonitor aufgezeichnet.
- **Der Konformitätstest** bildet den Schwerpunkt der Prüfung. Gegenstand ist die Übereinstimmung der Protokollimplementierung mit der Norm. Im Wesentlichen bezieht sich der Test auf die Zustandsmaschine, das Verhalten in Fehlerfällen sowie Adressierbarkeit, Diagnosedaten und Mischbetrieb.
- **Durch den Interoperabilitätstest** wird das Zusammenwirken des Testgerätes mit PROFIBUS-Geräten anderer Hersteller in einer Multivendor-Anlage überprüft. Es wird ermittelt, ob die Funktionsfähigkeit der Anlage erhalten bleibt, wenn man sie um den Prüfling erweitert. Weiterhin wird der Betrieb mit unterschiedlichen Mastern getestet.
- **Durch den Profilttest** wird das reibungslose Zusammenwirken der Testgeräte im Betrieb überprüft. Der Profilttest wird für die Profile PROFIdrive, PA Devices und PROFIsafe vorgenommen. Im Test wird ermittelt, ob die Profilfunktionen gemäß der Spezifikation implementiert wurden.

Alle Schritte der Prüfung werden ausführlich dokumentiert. Die Aufzeichnungen stehen dem Hersteller und der Zertifizierungsstelle zur Verfügung. Der an den Antragssteller ausgehändigte Prüfbericht gilt als Grundlage für die Erteilung des Zertifikats durch PI.

Hat ein Feldgerät alle Tests erfolgreich durchlaufen, kann der Hersteller ein Zertifikat bei dem PI Certification Office beantragen. Jedes zertifizierte Gerät erhält eine Zertifizierungsnummer als Referenz. Das Zertifikat hat eine Gültigkeit von 3 Jahren und kann durch Herstellererklärung oder nach einer erneuten Prüfung auch verlängert werden. Die Adressen der Prüflabore können der PROFIBUS-Website im Internet entnommen werden.

## 7 Produktimplementierung

Dieses Kapitel enthält Hinweise zu Möglichkeiten der Implementierung von Kommunikationsschnittstellen in Automatisierungs- bzw. Feldgeräten.

Für die Geräteentwicklung bzw. Implementierung des PROFIBUS-Protokolls steht ein breites Spektrum von Basistechnologiekomponenten und Entwicklungswerkzeugen (PROFIBUS ASICs, PROFIBUS Stacks, Busmonitore, Testtools und Inbetriebnahmewerkzeuge) sowie Dienstleistungen zur Verfügung, die den Geräteherstellern eine effiziente Entwicklung ermöglichen. Eine entsprechende Übersicht bietet der Produktkatalog von PI ([www.profibus.com/productfinder](http://www.profibus.com/productfinder)). Für weiterführende Informationen wird auf die Fachliteratur und zur kompetenten Beratung auf die PI Competence Center verwiesen.

Bei der Implementierung einer PROFIBUS-Schnittstelle ist zu beachten, dass das Geräteverhalten durch das PROFIBUS-Protokoll und der implementierten Applikation bestimmt wird. Bei einem Zertifizierungstest wird deshalb das komplette Feldgerät getestet. Basistechnologien werden im Regelfall nur „vorzertifiziert“, d.h. anhand einer Beispielapplikation getestet. Damit ist noch nicht gewährleistet, dass sich jedes Feldgerät, basierend auf dieser Basistechnologie, auch normkonform verhält. Die Applikation in einem Feldgerät hat großen Einfluss auf das Geräteverhalten.

### 7.1 Standardkomponenten

#### Schnittstellenmodule

Für niedrige bis mittlere Stückzahlen eignen sich PROFIBUS-Schnittstellenmodule. Diese stehen in einer großen Vielfalt am Markt zur Verfügung. Die unterschiedlichen Bauformen dieser Module realisieren das gesamte Busprotokoll und bieten für jeden Anwendungsfall eine einfach zu handhabende Anwenderschnittstelle. Sie können

als Zusatzmodul auf die Grundplatine des Gerätes aufgebracht werden. Somit ist der Gerätehersteller von der Kommunikationsaufgabe entlastet.

#### Protokollchips

Bei hohen Stückzahlen bietet sich eine individuelle Implementierung des PROFIBUS-Protokolls auf Basis von handelsüblichen Basistechnologiekomponenten an. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen

- Single Chips, bei denen alle PROFIBUS-Protokollfunktionen auf dem Chip integriert sind und die keinen weiteren Mikrocontroller benötigen (reine HW-Lösung mit festem Funktionsumfang),
- Kommunikationsbausteinen, die kleinere oder größere Anteile des Protokolls auf dem Chip realisieren. Erst mit einem zusätzlichen Mikrocontroller und einer zum Chip angebotenen Firmware wird das PROFIBUS-Protokoll vollständig realisiert.
- Protokollchips, die im Kommunikationsbaustein bereits einen Mikrocontroller integriert haben.

In Verbindung mit einer zum Chip angebotenen Firmware kommuniziert die Applikation über eine einfach zu handhabende Anwenderschnittstelle. Die Entscheidung für eine geeignete Implementierungsvariante hängt wesentlich von der Komplexität des Feldgerätes, der benötigten Performance, der Stückzahl und dem zu realisierenden Leistungsumfang ab. Nachfolgend werden hierzu einige Beispiele gegeben.

#### Implementierung einfacher Slaves

Für einfache E/A-Geräte bietet sich die Implementierung mit Single-Chip ASICs an. Alle Protokollfunktionen sind bereits auf dem ASIC integriert. Es wird kein Mikroprozessor oder weitere Kommunikations-Software benötigt. Lediglich die Bauteile für die Busanschaltung wie bspw. Bustreiber, Optokoppler, Quarz sind als externe Komponenten erforderlich.

#### Implementierung intelligenter Slaves

Bei dieser Form der Implementierung werden wesentliche Schicht-2-Anteile des PROFIBUS-Protokolls durch einen Kommunikationsbaustein und die verbleibenden Protokollteile als Software auf einem Mikrocontroller realisiert. In den meisten der verfügbaren ASICs sind die zyklischen Protokollteile im Chip realisiert, die in der Regel für die Übertragung zeitkritischer Daten verantwortlich sind.

Bei sehr zeitkritischen Anwendungen stellen Protokollchips mit integriertem Mikrocontroller eine Alternative dar, die bereits autonom das gesamte PROFIBUS-Protokoll abarbeiten. Falls nötig, kann dann ein extern angeschlossener Mikrocontroller komplett für die Applikation genutzt werden. Je nach geforderter Performance kann der Feldgerätehersteller aber auch den bereits im Protokollchip integrierten Mikrocontroller für die Applikation nutzen. Die verfügbaren ASICs bieten ein einfach zu handhabendes Interface an und arbeiten mit gängigen Mikrocontrollern zusammen. Eine weitere Möglichkeit stellen Mikroprozessoren mit einem integrierten PROFIBUS-Kern dar.

### Implementierung komplexer Master

Auch hier werden die zeitkritischen Teile des PROFIBUS-Protokolls durch einen Kommunikationsbaustein und die verbleibenden Protokollteile als Software auf einem Mikrocontroller realisiert. Für die Implementierung komplexer Master-Geräte stehen, wie für Slave-Implementierungen, ASICs unterschiedlicher Hersteller zur Verfügung. Sie können in Kombination mit gängigen Mikroprozessoren betrieben werden.

Eine entsprechende Übersicht über verfügbare Protokollchips bietet die PROFIBUS Website. Für weiterführende Informationen zu den Produkten wird auf die einschlägigen Anbieter verwiesen.

### PROFIBUS-Stacks

Vielfach kommen die Chips und die ergänzende Protokollsoftware (PROFIBUS-Stacks) von unterschiedlichen Anbietern. Dies erhöht die Vielfalt der auf dem Markt verfügbaren Lösungen.

Auf dieser Basis können technisch zugeschnittene und kostenmäßig optimale Produkte entstehen, die branchenspezifische Anforderungen erfüllen, was auch im Sinne von PI ist. Die Tatsache, dass der PROFIBUS-Chip und der -Stack aus unterschiedlichen Quellen kommen können, ist ein weiterer Beleg für die Offenheit und Multivendor-Fähigkeit von PROFIBUS, die sich damit nicht nur auf die Spezifikation selbst beschränkt, sondern bis in Produktimplementierungen hinein reicht.

Reine Softwarelösungen sind auf dem Markt selten zu finden. Der Grund liegt darin, dass das Preis-Leistungs-Verhältnis der einzusetzenden Prozessoren wesentlich ungünstiger ist, als bei den Chiporientierten Implementierungen. Reine Softwarelösungen kommen daher eher in Fällen mit spezifischen Randbedingungen in Frage. Eine Übersicht über die verfügbaren Varianten der Protokollsoftware findet sich auf der PROFIBUS-

Website. Weiterführende Informationen zu den Produkten sind bei den einschlägigen Anbietern erhältlich.

### Implementierung von Anwenderprofilen

Das PROFIBUS-Protokoll sorgt für die sichere Datenübertragung von Bitsequenzen. Die Interpretation der Daten ist Anwendersache in einem Feldgerät. Anwenderprofile stellen die Bindeglieder zwischen PROFIBUS-Protokoll und der eigentlichen Applikation in einem Feldgerät dar. Die in den Profilbeschreibungen definierten Datenformate, Zugriffsmethoden auf Daten, Parametrierung und Diagnose für die zyklische und azyklische Kommunikation werden in Software implementiert, was vielfach von den Geräteherstellern selbst vorgenommen wird. Unterstützung bietet hierbei eine Reihe von Technologielieferanten.



Von der Rohstoffanlieferung über den Gärprozess bis zur Abfüllung: Die Getränkeindustrie ist ein gutes Beispiel für das Zusammenspiel diskreter und kontinuierlicher Abläufe in einem Prozess. PROFIBUS löst genau diese Aufgabe konkurrenzlos mit einem einzigen Bussystem.

## 7.2 Implementierung von Übertragungsschnittstellen

### RS485-Übertragungstechnik

Für Feldgeräte, welche die benötigte Energie nicht über den Bus beziehen, kann die Standardschnittstelle RS485 implementiert werden. Damit gewinnt man eine erhöhte Flexibilität beim Einsatz des Feldgerätes, da dieses dann ohne Segment-Koppler oder Link an PROFIBUS DP anschließbar ist.

Die RS485-Technik zeichnet sich durch geringe Schnittstellenkosten und hohe Robustheit aus. Ohne Umbau können die Datenraten von 9,6 KBit/s bis 12 MBit/s unterstützt werden. Als Ergänzung dazu wurde mit RS485-IS eine eigensichere RS485-Variante entwickelt.

Die RS485-Bausteine sind von verschiedenen Herstellern verfügbar und im millionenfachen Einsatz reifgeprüft.

### MBP-Übertragungstechnik

Bei der Realisierung eines busgespeisten Feldgerätes mit MBP-Übertragungstechnik steht die geringe Leistungsaufnahme im Vordergrund. Für diese Geräte steht typischerweise nur ein Speisestrom von 10-15 mA über das Buskabel zur Verfügung, mit dem das gesamte Gerät, einschließlich der Busanschaltung und der Messelektronik, versorgt werden muss.

Für diese Anforderungen stehen spezielle Modem-Chips zur Verfügung. Diese Modems entnehmen die benötigte Betriebsenergie für das gesamte Gerät aus dem MBP-Busanschluss und stellen sie als Speisespannung für die anderen Elektronikkomponenten des Gerätes bereit. Daneben setzen sie die digitalen Signale des angeschlossenen Protokollchips in das auf die Energieversorgung aufmodulierte Bussignal des MBP-Anschlusses um.

heutiger und zukünftiger PROFINET-Technologien mit dem Investitionsschutz für bestehende Anlagen mit ihren Laufzeiten von 30 Jahren oder mehr in Einklang gebracht werden. Diese Forderung wird in Form einer Lösungsplattform erfüllt, welche etablierte und neu spezifizierte bzw. noch in Spezifizierung befindlichen für die Prozessautomatisierung relevanten PROFINET-Aspekte - unter vollem Bestandsschutz für existierende Anlagen - die Leistungsfähigkeit von PROFINET auch für die Prozessautomatisierung nutzbar macht. Das ist zeitlich jedoch auch davon abhängig, wann die Spezifikationen von den Herstellern in ihre jeweiligen Produkte implementiert werden.

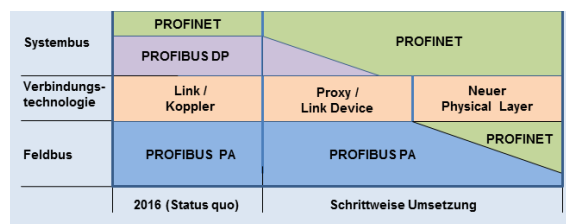


Abb. 24: Schrittweise Einführung von PROFINET ins eigensichere Feld

## 8 Ausblick

### Ethernet ist etabliert

Die industrielle Kommunikation ist eine Schlüsseltechnologie der Automatisierungstechnik und zugleich ein „Enabler“ für Industrie 4.0. Erfolgreiche Feldbus- und Ethernet-Technologien überwachen und steuern Anlagen und Maschinen, optimieren Fertigungs- und Produktionsabläufe und verbinden Logistik, Qualitätssicherung oder Instandhaltung mit der Produktion. Steigende Marktanforderungen lassen dabei das hohe Performance-Potential von Industrial Ethernet gegenüber der Feldbustechnik schnell an Bedeutung gewinnen. Ein Beispiel hierfür ist die zügige Ablösung von PROFIBUS durch PROFINET in der Fertigungsautomatisierung. Nun wird dieser Technologiesprung auch in den rauen Umgebungsbedingungen der Prozessindustrie mit ihren hohen Ansprüchen an Langlebigkeit, Kompatibilität und Verfügbarkeit schrittweise realisierbar.

### PROFINET wird schrittweise nutzbar sein

PROFIBUS & PROFINET International (PI) arbeitet in Abstimmung mit namhaften Herstellern und Anwendern daran, PROFINET für die Prozessautomatisierung einsatzfähig zu machen (siehe Abbildung 24). Dafür muss die Nutzung

### PROFIBUS PA bleibt Schlüsseltechnologie

PROFIBUS PA ermöglicht in der Prozessautomatisierung lange Kabelwege und Explosionsschutz und zugleich die native, digitale Integration der Feldinstrumentierung in Leit- und Asset Management Systeme. Die Anbindung erfolgt nach heutigem Stand der Technik über einen Link oder Koppler typischerweise über PROFIBUS DP. Der Anwendernutzen von PROFIBUS PA generiert sich unter anderem aus der Verwendung digitaler statt analoger Kommunikation, der Eignung zum einfachen Nachweis der Zündschutzart Eigensicherheit und den auf die Prozessindustrie ausgerichteten Eigenschaften des PA-Geräteprofils. PROFIBUS PA ist damit noch auf längere Sicht die Schlüsseltechnologie zur digitalen Kommunikation im Feld prozesstechnischer Anlagen.

### PROFIBUS PA an PROFINET

PROFIBUS PA wird damit den geforderten Investitionsschutz realisieren. Die Anbindung an PROFINET-Systeme erfolgt mittels eines „Proxy“, das ist ein Übergang, der im PA-System als Master, im PROFINET-System jedoch als Busteilnehmer (Device) wirkt, wodurch das PA-Segment anwenderfreundlich in PROFINET projiziert werden kann. Damit ist der Proxy in die PROFINET-Infrastruktur in gleicher Weise eingebunden wie die direkt angeschlossenen Remote I/O-Stationen, Motor Control Center (MCC) oder PROFINET-Feldgeräte (siehe Abbildung 25).



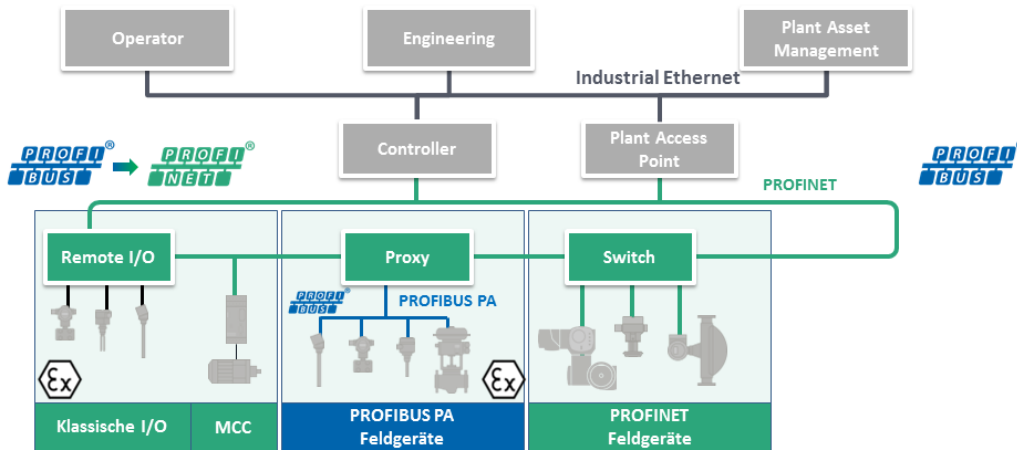


Abb. 25: PROFINET im Feld mit über Proxy integriertem PROFIBUS PA

### Weitere Schritte

Die genannte Lösungsplattform ist Basis für weitere, auf die Einführung von PROFINET in die Prozessautomatisierung zielende Schritte. Dazu gehören die für die Prozessautomatisierung unverzichtbaren neuen PROFINET-Funktionen „Configuration in Run“ und „Systemredundanz“ ebenso wie ein weiterentwickeltes PA-Geräteprofil. Umgekehrt werden die seit langem bewährten Eigenschaften von PROFINET wie Nachbarschaftserkennung oder Gerätediagnose einen großen Beitrag zur Umsetzung dringender Anwenderforderungen leisten, wie sie speziell auch in mehreren Empfehlungen der NAMUR, z.B. der NE 107 dokumentiert sind (siehe Abbildung 26).

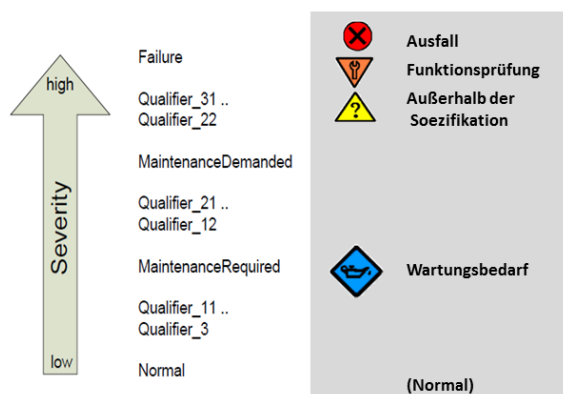


Abb. 26: Zuordnung der PROFINET-Gerätediagnose zur NE 107

## 9 Anwendernutzen

Betreiber von Maschinen und Automatisierungsanlagen in der Fertigungs- und Prozessindustrie stellen hohe Anforderungen an Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit. Die Anlagen

müssen über Jahre ihre Funktion erfüllen und das Zusammenspiel von Komponenten und Systemen verschiedener Hersteller muss gewährleistet sein. PROFIBUS, das weltweit führende, modular aufgebaute industrielle Kommunikationssystem erfüllt diese Anforderungen. Das herausragende Merkmal von PROFIBUS ist seine Fähigkeit, branchenspezifische Anforderungen durch Kombination geeigneter Module, insbesondere von Applikationsprofilen, optimal zu erfüllen. PROFIBUS DP für die Fertigungsindustrie, PROFIdrive für Antriebsanwendungen, PROFIBUS PA für die Prozessindustrie und PROFIsafe für sicherheitsgerichtete Anwendungen sind hierfür die wichtigsten Beispiele. Applikationsprofile sorgen auch für gleichartiges Verhalten der eingesetzten Geräte unabhängig vom Hersteller und damit für ihre Interoperabilität am Bus.

### 9.1 Standardisiert und durchgängig

PROFIBUS setzt auf Modularität und Standards, der Nutzen für den Anwender zeigt sich in Flexibilität und einfacher Handhabung. Moderne Anlagen und Maschinensind häufig komplex aufgebaut und eng in die Kommunikationslandschaft des Unternehmens eingebunden: Ungehinderter Datenfluss ist daher eine primäre Anwenderforderung der Betreiber. Genau diese erfüllt PROFIBUS mit seiner einzigartigen horizontalen und vertikalen Durchgängigkeit. Alle Lösungen von PROFIBUS nutzen das gleiche Kommunikationsprotokoll. Dadurch können in einer Anlage diskrete Abläufe wie Abfüllung oder Verpackung, kontinuierliche Abläufe wie Mischen und Erhitzen und sicherheitsgerichtete Abläufe über den gleichen Bus abgewickelt werden. Gesonderte Systeme sind überflüssig. Diese „Hybride Automatisierung“ mit PROFIBUS überwindet Grenzen und eröffnet

vielfältige Vereinfachungen und Kostensenkungen über den gesamten Betriebszeitraum von Planung und Engineering über Installation, Schulung und Betrieb bis hin zu Wartung und Dokumentation.

## 9.2 Wirtschaftlichkeit

Wirtschaftlichkeit im Betrieb von Maschinen und Anlagen setzt deren hohe Verfügbarkeit voraus. Einzigartig für einen unterbrechungsfreien Betrieb ist die durchgängige Redundanz für PROFIBUS. Gleichmaßen wichtig sind die ständig verfügbaren Diagnosemeldungen vom Bus, aus den Geräten und aus dem Prozess. Sie informieren über den aktuellen Maschinen- bzw. Anlagenzustand und ermöglichen ein rechtzeitiges, zustandsorientiertes Eingreifen. Höhere Verfügbarkeit bei reduziertem Wartungsaufwand ist die Folge. Die Wirtschaftlichkeit basiert auch auf der Möglichkeit, für bestimmte Aufgaben die jeweils am besten geeignete Gerätetechnik einzusetzen. PROFIBUS bietet genau diese Möglichkeit mit seinem umfangreichen Gerätekatalog verschiedenster Hersteller und der Kompatibilität der Geräte am Bus mittels der Geräteprofile.

## 9.3 Qualitätsbewusstsein

Qualität und Qualitätssicherung haben einen hohen Stellenwert bei PROFIBUS, damit die Komponenten unterschiedlicher Typen und Hersteller ihre Aufgaben im Automatisierungsprozess korrekt erfüllen können. Weltweit etablierte, unabhängige Testlabore testen Geräte gemäß der aus internationalen Normen abgeleiteten PROFIBUS-Spezifikation zur Zertifizierung und gewährleisten so einen hohen Qualitätsstandard. Speziell eingerichtete PI Trainingcenter bieten „Certified Engineer“- und „Certified Installer“-Kurse für PROFIBUS an. Zusätzlich veranstaltet PI Workshops für Anwender zu ausgewählten Themen.

## 9.4 Innovation und Bestandswahrung

PROFIBUS ist bekannt für hohe Innovationskraft. Anwenderwünsche werden zügig erfasst und umgesetzt. Beispiele hierfür sind die Erfüllung dringlicher Anforderungen aus der Prozessindustrie durch die neue Version 3.02 des Profils für Prozessgeräte oder die Entwicklung einer direkten Ankopplung von PROFIBUS an die Ethernet-basierte Kommunikation von PROFINET und damit an die MES- und ERP-Ebenen mittels einer Proxy-Technologie. Bei dieser werden Physik und Kommunikation von PROFIBUS auf PROFINET umgesetzt, während die PROFIBUS-Segmente mit

ihren Eigenschaften völlig unverändert bleiben. Gleichzeitig gilt, dass bestehende Anlagen mit PROFIBUS jederzeit modernisiert und erweitert werden können: HART-Technologie und IO-Link werden problemlos in PROFIBUS eingebunden, sicherheitsgerichtete Aufgaben über PROFIsafe und Antriebsaufgaben über PROFIdrive gelöst. Das alles sichert umfassenden Investitionsschutz, da installierte Einrichtungen bestehen bleiben können; sie werden nicht ersetzt, sondern modernisiert und erweitert.

## 9.5 Weltweite Unterstützung

PROFIBUS hat seine Zuverlässigkeit mit über 50 Mio. installierter PROFIBUS Knoten überzeugend unter Beweis gestellt. Hierbei kann der Anwender aus über 2,500 Geräten von über 300 Herstellern wählen. PROFIBUS wird weltweit eingesetzt, ständig weiter entwickelt und intensiv unterstützt durch die weltweit größte Feldbusorganisation PI. Die regionalen Organisationen, Competence Center und mehrere weltweit angesiedelten Testlabors und Trainingscenter bieten dem Anwender ein Höchstmaß an Qualität und Support.

## 9.6 Kooperativ in die Zukunft

„Weitreichende Lösungen für die Anwender bieten, mit PROFIBUS und PROFINET als Dach für weitere und neue Technologien“, so lautet eine Zielrichtung von PI für die kommenden Jahre. Nicht nur die eigene Stäke soll entsprechend weiter ausgebaut werden, sondern ebenso die Zusammenarbeit mit anderen Organisationen und vor allem die Kontakte zu Anwendern und Anwendergruppen. Schlüsseltechnologien sollen gemeinsam vorangetrieben werden bei gleichzeitig konsequenter Einhaltung von internationaler Standardisierung und Durchgängigkeit. PI ist entschlossen, Richtungen vorzugeben und Lösungen zu realisieren, die dem Anwender Nutzen bringen.

# 10 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 nonprofit Interessensvertretung von

Herstellern, Anwendern und Instituten gegründet. Die PNO ist Mitglied im 1995 gegründeten internationalen Dachverband PI (PROFIBUS & PROFINET International). Mit mehr als 25 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 (Abbildung 27).

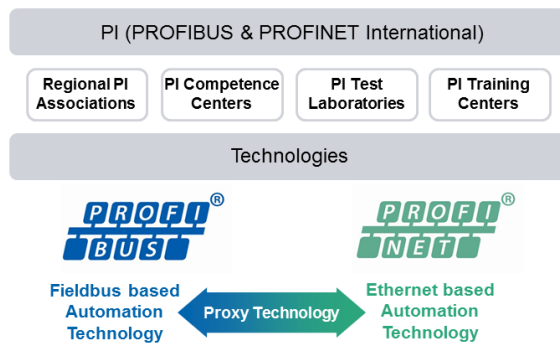


Abb. 27: PROFIBUS & PROFINET International (PI)

### 10.1 Aufgaben (Übersicht)

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 Testlabors (PITL)
- Etablierung eines weltweit einheitlichen Ausbildungsstandards durch PI Training Center (PITC)

### 10.2 Technologieentwicklung

PI hat die Technologieentwicklung an die PNO Deutschland übertragen. Der Beirat (Advisory Board) der PNO Deutschland steuert die Entwicklungsaktivitäten. Die Technologieentwicklung findet in über 50 Arbeitskreisen statt, in denen über 500 Experten, vorwiegend aus den Entwicklungsabteilungen der Mitgliedsfirmen, aktiv sind.

### 10.3 Technischer Support

PI unterhält weltweit mehr als 50 akkreditierte PICC. 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 PI-Website zu finden.

### 10.4 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 PI-Website zu finden.

### 10.5 Ausbildung

Zur Etablierung eines weltweit einheitlichen Ausbildungsstandards für Ingenieure und Techniker wurden 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 PI-Website zu finden.

### 10.6 Internet

Aktuelle Informationen über PI und die Technologien PROFIBUS und PROFINET sind auf der PI-Website [www.profibus.com](http://www.profibus.com) verfügbar. Dazu gehören unter anderem ein Online-Produktkatalog, ein Glossar, verschiedene Web-Based-Trainings und der Download-Bereich mit Spezifikationen, Profilen, Installationsrichtlinien und anderen Dokumenten.

## Platz für Notizen





# **PROFIBUS Systembeschreibung Technologie und Anwendung**

Version April 2016  
Bestellnummer 4.331

## **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](mailto:info@profibus.com)  
[www.profibus.com](http://www.profibus.com) • [www.profinet.com](http://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/](http://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.