



PROFdrive Systembeschreibung

Technologie und Anwendung

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II	6. Zusatzprofile	15
Einleitung	3	6.1. PROFIsafe	15
Hinweise zum Inhalt	4	6.2. PROFIenergy	16
1. Übersicht	5	7. Abbildung auf PROFIBUS und PROFINET	17
1.1. Normung	5	7.1. Abbildung auf PROFIBUS DP	17
1.2. Aufbau	5	7.2. Abbildung auf PROFINET	17
1.3. Safety	6	8. Konformität und Zertifizierung ..	17
1.4. Energieeffizienz	6	8.1. Qualitätsüberwachung durch Zertifizierung	18
2. PROFIdrive Base Model	6	8.2. PROFIdrive Zertifizierung	18
2.1. Geräteklassen	6	9. PROFIdrive Implementierung ...	19
2.2. Objektmodell im P-Device	7	10. Engineering	20
2.3. Kommunikationsdienste	7	11. Anwendernutzen	21
2.4. PROFIdrive-Dienste	8	12. PROFIBUS & PROFINET International (PI)	22
3. PROFIdrive Parameter Model ...	10	Platz für Notizen	23
3.1. Profilspezifische Parameter	10		
3.2. Herstellerspezifische Parameter	10		
4. PROFIdrive Application Model ..	10		
4.1. Applikationsklassen	10		
4.2. Zusatzfunktionen	12		
5. Diagnose	14		
5.1. Warnung	14		
5.2. Fehler	14		
5.3. Einbindung in Standard-Diagnose- mechanismen	15		

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Architektur von PROFIdrive	5	Abb. 15: Integration von Drive Based Safety in das Antriebsgerät.....	15
Abb. 2: Allgemeines PROFIdrive Antriebsapplikationsmodell	6	Abb. 16: Ansatzpunkte zum Energiesparen in der Antriebstechnik.....	16
Abb. 3: Geräteklassen und deren Kommunikationsbeziehungen.....	7	Abb. 17: Abbildung des Base Model auf PROFIBUS DP.....	17
Abb. 4: Datenmodell und Datenfluss in einer Antriebsachse bzw. PROFIdrive Object (DO)	7	Abb. 18: Abbildung des Base Model auf PROFINET	17
Abb. 5: Prozesssynchronisation im taktynchronen Betrieb	8	Abb. 19: Vorgehensweise zur Erlangung eines Zertifikates.....	18
Abb. 6: Basis Zustandmaschine einer PROFIdrive Antriebsachse	9	Abb. 20: Konformitätstest mit dem PROFIdrive Profiltester	18
Abb. 7: Applikationsklasse 1	11	Abb. 21: Funktionsweise des Community Projects	19
Abb. 8: Applikationsklasse 2	11	Abb. 22: Inhalte und Nutzen des Community Projects.....	20
Abb. 9: Applikationsklasse 3	11	Abb. 23: Einfach Engineeringeinbindung von Antrieben mittels TCI	21
Abb. 10: Applikationsklasse 4 und 5	12	Abb. 24: PROFIBUS & PROFINET International (PI)	22
Abb. 11: Applikationsklasse 6	12		
Abb. 12: Regelungskonzept Dynamic Servo Control (DSC).....	13		
Abb. 13: Abbildung des Fehlerpuffers auf Profilparameter.....	14		
Abb. 14: PROFIdrive Diagnosefunktionen.....	14		

Einleitung

Im Rahmen der sich dynamisch weiter entwickelnden industriellen Kommunikation erfährt die Automatisierung einen kontinuierlichen Wandel. Beschränkte sich die Automatisierung zunächst ausschließlich auf die Produktion, so ist sie heute eingebunden in ein Netzwerk, das neben der eigentlichen Automatisierungsaufgabe auch Service und Wartung, Lagerwesen, Ressourcen-Optimierung und die Bereitstellung von Daten für MES- und ERP-Systeme, sowie Edge und Cloud-Dienste 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.

Der Forderung nach Durchgängigkeit muss insbesondere die industrielle Kommunikation nachkommen. PROFIBUS und PROFINET sind die Lösungen, die volle Durchgängigkeit mit hoher Anwendungsorientierung verbinden. Die PROFIBUS-Kommunikation erfasst mit ihrem einheitlichen Protokoll alle Anlagenteile von der Maschinen-, Fertigungs- und Prozessautomatisierung bis hin zur sicherheitsgerichteten Kommunikation sowie Antriebs- bzw. Motion Control-Anwendungen und bietet eine ideale Basis für die horizontale Durchgängigkeit im Automatisierungssystem. PROFINET ermöglicht mit seinem ebenfalls einheitlichen Protokoll neben der horizontalen auch die vertikale Kommunikation vom Feld bis zur Unternehmensleitebene. Beide Kommunikationssysteme ermöglichen bereichsübergreifend vernetzte, durchgängige und für die jeweiligen Automatisierungsaufgaben optimierte Lösungen.

PROFIBUS und PROFINET zeichnen sich gegenüber anderen industriellen Kommunikationssystemen vor allem durch eine außerordentliche Anwendungsbreite aus. Dabei wurden einerseits anwendungsspezifische Anforderungen in den Applikationsprofilen umgesetzt und andererseits die Gesamtheit dieser Anwendungen in einem standardisierten und offenen Kommunikationssystem vereint. Dies bildet die Basis für die Realisierung eines umfassenden Investitionsschutzes für Anwender- sowie für Herstellerunternehmen.

Eine der wichtigsten Anwendungen in der industriellen Automatisierung ist die Antriebstechnik. Elektrische Antriebe in Industrie und Gewerbe verbrauchen laut Umweltbundesamt fast zwei

Fünftel des gesamten Stromes in Deutschland und circa 80 Prozent in diesen zwei Sektoren.

Die Aufgaben und damit Anforderungen an die Antriebstechnik variieren stark je nach Branche bzw. Anwendungsbereich und reichen von

- Antrieben mit fester und variabler Drehzahl wie z. B. Pumpen, Lüfter, Kompressoren für Transportaufgaben,
- über Einachs-Positioniersteuerungen für Anwendungen wie Bewegen, Verstellen und Positionieren,
- bis hin zu Servoantrieben mit zentraler Interpolation wie z.B. bei Werkzeugmaschinen, Robotern und Produktionsmaschinen.

Ein derart weit gefächertes Spektrum an Anforderungen benötigt bei der Umsetzung eine flexible und auch an zukünftige Anforderungen adaptierbare Technik als Grundlage für eine effiziente Umsetzung in den Produkten. Grundsätzlich können Antriebe über die digitale Antriebschnittstelle mit all ihren Funktionen sehr einfach angesteuert werden. Dabei spielt es bezogen auf einen einzelnen Antrieb keine Rolle, wie diese Kommunikationsanbindung modelliert ist. Damit vorhandene Produkte einfach nachgerüstet werden können, kann das im Antrieb schon existierende Geräte- und Kommunikationsmodell einfach auf PROFIBUS und PROFINET übertragen werden. Damit ist die Austauschbarkeit aber nur mit Produkten des gleichen Herstellers resp. der gleichen Produktfamilie möglich. Für einen Antriebsanwender ist es aber auch wichtig, Antriebe verschiedener Hersteller mit einer identischen Kommunikationsschnittstelle zur Verfügung zu haben, um daraus für den jeweiligen Anwendungsfall das optimale Produkt auswählen zu können.

Dies gelingt nur mit einer standardisierten Antriebschnittstelle wie sie mit PROFIdrive für PROFIBUS und PROFINET spezifiziert worden ist. Das außerdem nach IEC 61800-7 normierte, anwendungsorientierte Profil enthält standardisierte Festlegungen (Syntax und Semantik) für die Kommunikation zwischen Antrieben und Automatisierungssystemen für PROFIBUS und PROFINET und sichert dadurch Herstellerunabhängigkeit, Interoperabilität und Investitionsschutz.

Das Applikationsprofil PROFIdrive bildet das flexible und zukunftssichere Fundament aller Antriebsaufgaben in der industriellen Automatisierungstechnik. Es definiert das Geräteverhalten und das Zugriffsverfahren auf Antriebsdaten elektrischer Antriebe an PROFIBUS und PROFINET und integriert auch optimal die Zusatzprofile PROFIsafe und PROFInergy.

Hinweise zum Inhalt

Dieses Dokument beschreibt alle wesentlichen Aspekte der PROFIdrive-Technologie und gibt zusätzliche Informationen zu Implementierung und Zertifizierung. Es hat zum Ziel, das Antriebsprofil der Kommunikationssysteme PROFIBUS und PROFINET umfassend, jedoch auf einer nicht zu tief gehenden Detailebene, zu beschreiben..

Die Systembeschreibung bietet dem an einer Übersicht interessierten Leser mit einschlägigen Vorkenntnissen ausreichend Informationen. Zugleich stellt sie für den Fachmann auch eine Einstiegshilfe in weiterführende Spezialliteratur dar. In diesem Zusammenhang wird auch darauf hingewiesen, dass – trotz aller Sorgfalt bei der Bearbeitung dieses Dokuments – allein die normativen PI (PROFIBUS & PROFINET International) -Dokumente maßgebend und verbindlich sind.

Kapitel 1 bildet eine Einführung in die Entstehung und den grundsätzlichen Aufbau von PROFIdrive.

Kapitel 2 bis 6 behandeln die Kernaspekte von PROFIdrive, wobei Wiederholungen gegenüber der Kurzdarstellung in Kapitel 1 aus Gründen der Vollständigkeit durchaus gewollt sind.

Kapitel 7 behandelt die Abbildung des PROFIdrive Profils auf PROFIBUS und PROFINET.

Kapitel 8 skizziert den Testablauf zur Erlangung eines Zertifikats.

Kapitel 9 zeigt Hilfestellungen, wie man die PROFIdrive Schnittstelle implementieren kann.

Kapitel 10 gibt eine Kurzdarstellung des Engineerings wieder.

Kapitel 11 erläutert die Vorteile beim Einsatz von PROFIdrive.

Kapitel 12 bildet den Abschluss mit Angaben über die Wirkungsweise und die internen Strukturen von PI.

Die normativen PI-Dokumente sind mit Rücksicht auf internationale Verbreitung und Eindeutigkeit nur in englischer Sprache verfasst. Wegen enger Bezüge zu diesen Dokumenten sind die Abbildungen in diesem deutschsprachigen Dokument größtenteils in Englisch ausgeführt.

1. Übersicht

PROFdrive ist das Standardprofil für die Antriebstechnik in Verbindung mit den Kommunikationssystemen PROFIBUS und PROFINET. Der Einsatz offener „Applikationsprofile“ ist eine bewährte Methode für die einfache und interoperable Kopplung von Antrieben und Steuerungen unterschiedlicher Hersteller über Kommunikationssysteme.

Das Profil PROFdrive wurde unter dem Dach von PI (PROFIBUS & PROFINET International) von zahlreichen Geräteherstellern in einem Arbeitskreis spezifiziert, dessen Aufgabe auch die andauernde Pflege und Weiterentwicklung des Profils ist.

Die Anfänge von PROFdrive gehen auf das Jahr 1991 zurück und bezogen sich damals auf PROFIBUS DP. Im Jahr 1997 erschien die weit verbreitete Profilverversion 2.0. 2002 wurden mit der Profilverversion 3.1 die taktsynchrone Servoschnittstelle auf Basis von PROFIBUS DP-V2 eingeführt. Mit der V4.0 in 2005 erfolgte die Einbeziehung von PROFINET als weiteres Kommunikationssystem (ausgedrückt durch die Versionsnummer 4). Ebenfalls in 2005 erschien das PROFdrive on PROFIsafe Amendment, welches fortan die Drive Based Safety Funktionen von PROFdrive enthält. Seitdem wird die PROFdrive Schnittstelle kontinuierlich weiterentwickelt und um neue Features erweitert.

Um der großen Bandbreite bzgl. der unterschiedlichen Anwendungen innerhalb der industriellen Automatisierungstechnik für Antriebe gerecht zu werden, definiert PROFdrive sechs spezifische und voneinander unabhängige Applikationsklassen. Diese spiegeln ein feingranulares Abbild der jeweils benötigten Antriebs-Performance wider und ermöglichen eine passgenaue Auswahl und eine Implementierung jeder spezifischen Antriebsklasse mit minimalem Aufwand. Die Applikationsklassen können unabhängig voneinander realisiert werden und ermöglichen eine für den jeweiligen Anwendungsfall bzw. die jeweilige Branche optimierte Schnittstelle. Je nach Applikationsklasse sind die Applikationsprozesse optimal auf Antrieb (z.B. Stromregelung, Geschwindigkeitsregelung) und Steuerung (z.B. Lageregelung, Bahninterpolation) verteilt. Der Datenaustausch zwischen diesen verteilten Prozessen ist dann die Aufgabe des Kommunikationssystems. Je nach Applikationsklasse werden erweiterte Kommunikationsfunktionen für Taktsynchronisation oder Querverkehr genutzt.

Das Profil ist bei PI, in der IEC und in China als GBT standardisiert und in seiner Spezifikation (Profile Drive Technology - PROFdrive Profile, Order No. 3.172 bei PI) ausführlich dokumentiert.

1.1. Normung

Auf Initiative des ZVEI-Arbeitskreises „PG Antriebschnittstelle“ wurde in der IEC ein Projekt zur Spezifizierung einer standardisierten Antriebschnittstelle, mit dem Ziel der Verankerung in einer internationalen Norm, gestartet. Das Ergebnis der Arbeiten ist die dreiteilige IEC 61800-7 „Generic interface and use of profiles for power drive systems“.

Durch die Normung von PROFdrive in der IEC 61800-7 sowie durch Empfehlungen internationaler Institutionen, wie z.B. der OMAC, ist eine weltweite und für die Zukunft gesicherte Akzeptanz gewährleistet. 2013 wurde PROFdrive als GB/T 25740 in China standardisiert.

1.2. Aufbau

Die grundlegenden Festlegungen im PROFdrive Standard sind entsprechend Abbildung 1:

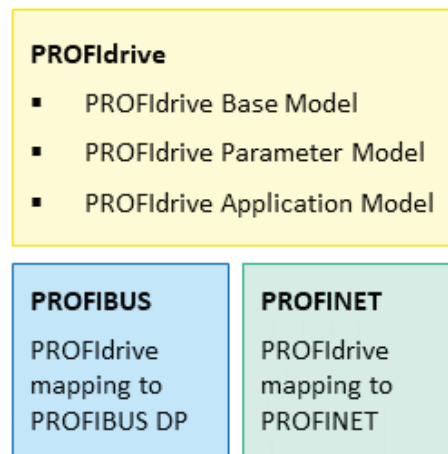


Abb. 1: Architektur von PROFdrive

- Definition des Basismodells (Base Model)
- Definition des Parametermodells (Parameter Model)
- Definition des Applikationsmodells (Application Model)
- Abbildung auf PROFIBUS DP (Mapping to PROFIBUS DP)
- Abbildung auf PROFINET (Mapping to PROFINET)

Im Hauptteil des Profils (gelber Kasten in Abbildung 1) sind die vom Kommunikationssystem unabhängigen Funktionen beschrieben, wodurch der Betrieb einer Applikation ohne Änderung sowohl mit PROFIBUS DP als auch PROFINET gewährleistet ist.

Hierdurch kann die Antriebstechnik mit skalierbarer Kommunikationsleistung vom einfachen Feldbus bis hin zum durchgängigen Ethernet-Netzwerk mit identischer Applikationssicht ausnahmslos und ohne Änderung an der Automatisierungsapplikation angebunden werden.

1.3. Safety

Im Markt werden verstärkt Antriebe eingesetzt, die bereits über integrierte Sicherheitstechnik verfügen. Dies bietet den Vorteil, dass keine externen Überwachungsgeräte mehr nötig sind (reduzierter Verdrahtungsaufwand und geringerer Platzbedarf). PROFIdrive und PROFIsafe ergänzen sich hier in idealer Weise. Beim gemeinsamen Einsatz beider Profile entsteht eine harmonische Einheit, mit der Sicherheitsfunktionen zusammen mit Standard-Antriebsfunktionen über den gleichen Bus angesteuert werden können. Entsprechend ist auch eine gleichzeitige Steuerung eines Antriebes durch eine Motion Control Steuerung und eine Sicherheitssteuerung (Shared Device Betrieb) möglich.

1.4. Energieeffizienz

Gerade bei der Antriebstechnik, einem der Hauptverbraucher an elektrischer Energie in der industriellen Automation, ist es von großer Bedeutung, mit den knappen und immer teurer werdenden Energieressourcen möglichst sparsam umzugehen.

Mit PROFlenergy wurde eine Plattform geschaffen, mit deren Hilfe sich von einer überlagerten Steuerung Energiesparfunktionen von Geräten einheitlich ansteuern lassen. Durch die Einbindung von PROFlenergy in PROFIdrive ist auch hier eine durchgängige Lösung sichergestellt.

2. PROFIdrive Base Model

2.1. Geräteklassen

Das PROFIdrive Base Model definiert eine allgemeine Antriebsapplikation (Abbildung 2) als eine Menge von Geräten (Devices) mit zugehörigen Kommunikationsbeziehungen (Zyklischer und Azyklischer Datenaustausch), unabhängig vom verwendeten Kommunikationssystem. Dabei werden folgende Geräteklassen unterschieden (Abbildung 3):

- Controller: Steuerung oder Host des Automatisierungssystems, z.B. SPS, NC oder RC
- Peripheral Device (P-Device): Antriebsgerät mit einer oder mehreren Achsen
- Supervisor: z.B. Engineering-Station oder HMI

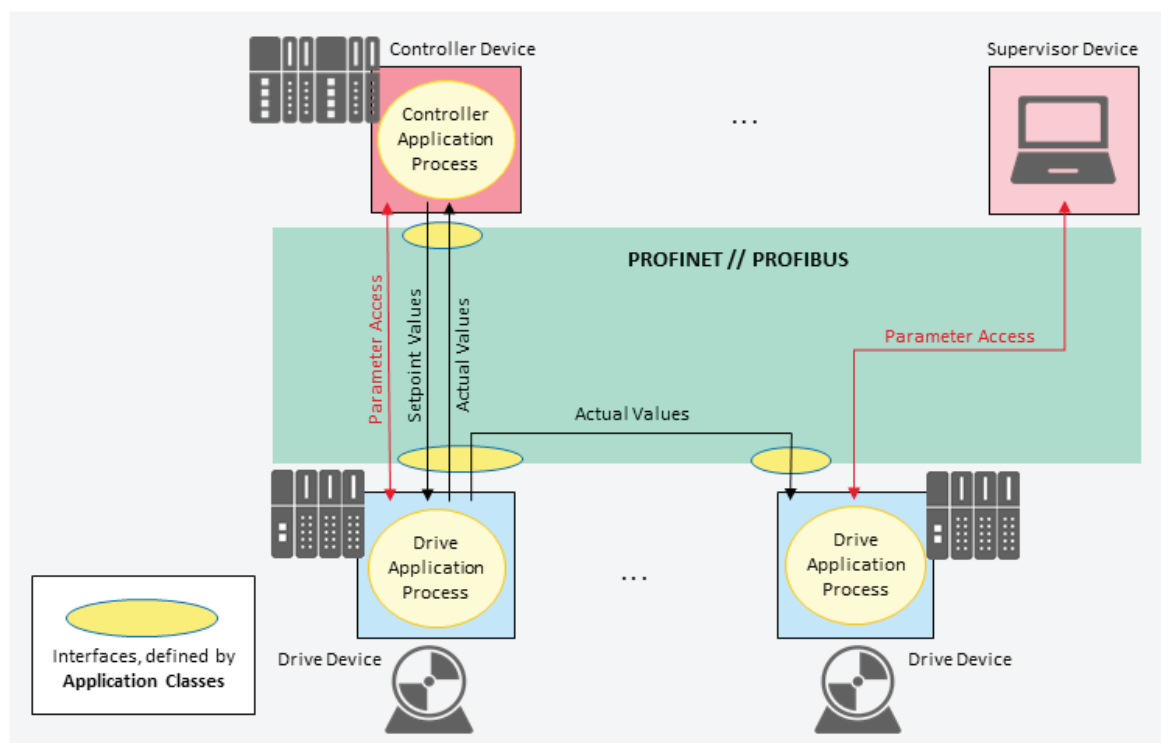


Abb. 2: Allgemeines PROFIdrive Antriebsapplikationsmodell

2.2. Objektmodell im P-Device

Ein PROFIdrive Antriebsgerät (P-Device) besteht, in Abhängigkeit von der Anzahl der Achsen, typischerweise aus einem oder mehreren funktionalen Objekten. Jedes dieser Objekte repräsentiert die Funktionalität einer Achse und wird als Drive Object (DO) bezeichnet. Mit dem PROFIdrive Objektmodell lassen sich insbesondere auch mehrachsige Antriebsgeräte durchgängig modellieren.

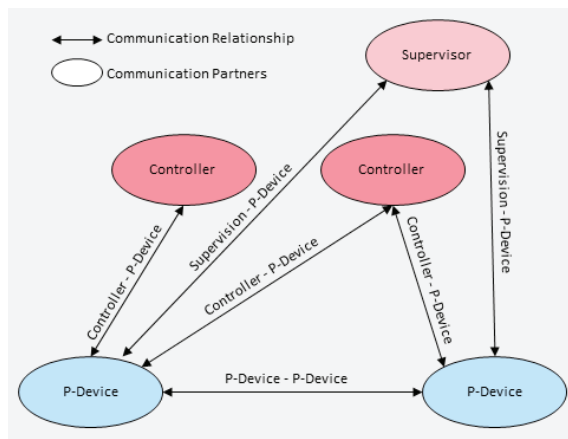


Abb. 3: Geräteklassen und deren Kommunikationsbeziehungen

2.3. Kommunikationsdienste

Zyklischer Datenaustausch

Während des Betriebes einer Antriebsapplikation müssen die Steuerungs- und Regelungsprozesse zyklisch aktiviert werden (Abbildung 4, „Process“). Für das Kommunikationssystem bedeutet dies, dass neue Soll-Werte zyklisch, von den Steuerungsapplikationsprozessen zu den Antrieben und entsprechend die Ist-Werte zyklisch in umgekehrter Richtung übertragen werden müssen. Die zyklische Übertragung kann abhängig von den Anforderungen der Applikation und der gewählten PROFIdrive-Applikationsklasse sowohl takt synchron, als auch nicht-takt synchron erfolgen.

Azyklischer Datenaustausch

Neben den zyklischen Soll- und Ist-Werten werden Parameter zur Parametrierung der Applikationsprozesse benutzt. Dieser Zugriff auf Parameter durch die Steuerung ist nicht zeitkritisch und erfolgt deshalb azyklisch (Abbildung 4, „Acyclic data channel“). Zusätzlich zur Zugriffsmöglichkeit auf die Parameter durch die Steuerung sind noch weitere parallele Zugriffe durch einen Supervisor (Inbetriebnahme, Operator, Wartungsstation) möglich.

Alarm-Mechanismen

Der Alarm-Mechanismus (Abbildung 4, „Alarm channel“) ist ereignisgesteuert und signalisiert das Kommen und Gehen von Wartungs- oder Fehlerzuständen der Antriebsachse bzw. des Gerätes.

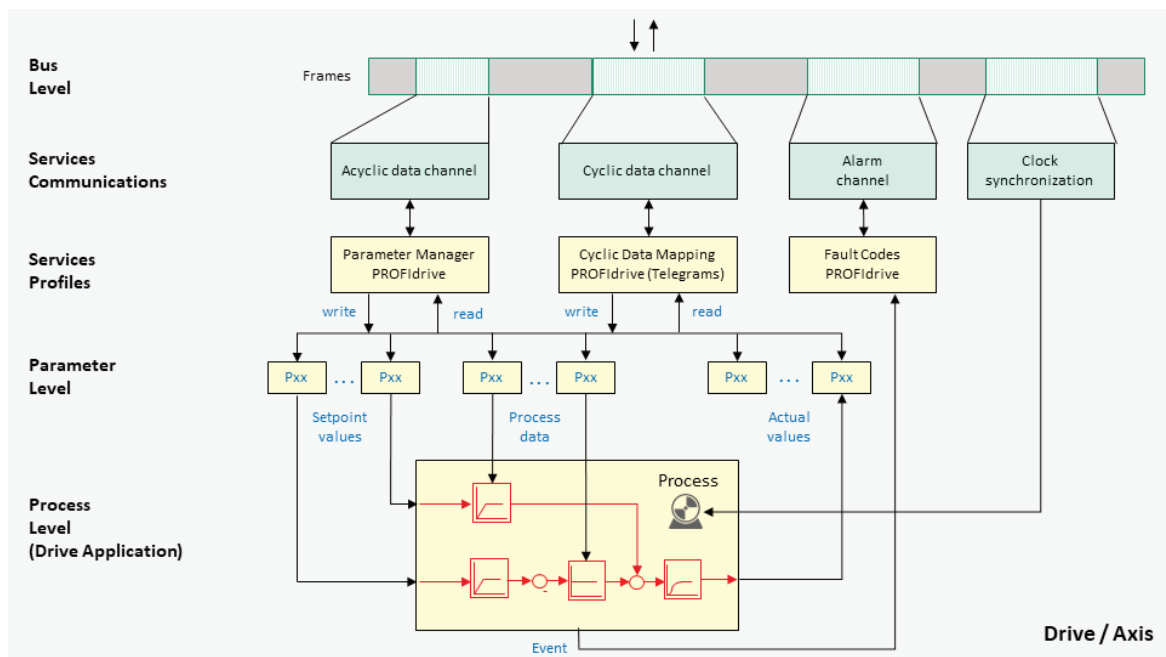


Abb. 4: Datenmodell und Datenflüsse in einer Antriebsachse bzw. PROFIdrive Drive Object (DO)

Taktsynchroner Betrieb

Der taktsynchrone Betrieb von verteilten Antrieben einer Antriebsapplikation ist eine elementare Anforderung für jedes moderne Antriebsprofil, denn nur im taktsynchronen Betrieb sind qualitativ hochwertige, koordinierte Bewegungen mehrerer Achsen, beispielsweise Bahnfahrten bei NC/RC-Systemen oder die Synchronisation von Bewegungen in Verbindung mit elektronischen Getrieben möglich. Daraus ergeben sich zwei wesentliche Anforderungen an das Antriebsprofil:

- Synchronisation mehrerer Applikationsprozesse von unterschiedlichen Geräten auf einen gemeinsamen Mastertakt
- Gewährleistung, dass der zyklische Datenaustausch zwischen den Prozessen bis zu einem definierten Zeitpunkt sicher abgeschlossen ist, damit alle relevanten Eingangs- und Ausgangsdaten rechtzeitig zur Weiterverarbeitung zur Verfügung stehen

Für die Prozesssynchronisation verwendet PROFIdrive in jedem Gerät Device-Uhren¹, welche phasensynchron zur Master-Uhr des Systems laufen (Abbildung 5).

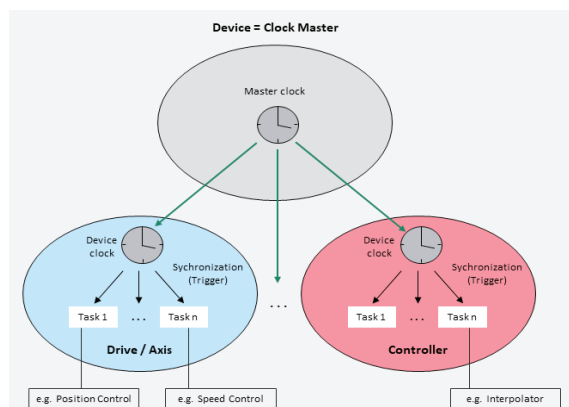


Abb. 5: Prozesssynchronisation im taktsynchronen Betrieb

Zur Synchronisation der Device-Uhren verwendet PROFIdrive die entsprechenden Dienste des jeweiligen Kommunikationssystems. Für PROFIBUS ist diese Funktionalität Bestandteil von DP-V2, für PROFINET ist sie Teil der isochronen Realtime Funktionalität (PROFINET mit IRT).

Für PROFIdrive ist die taktsynchrone Kommunikation die Basis zur Antriebssynchronisation. Dabei wird nicht nur der Telegrammverkehr auf dem Bussystem in einem äquidistanten Zeitraster realisiert, sondern auch die internen Regelalgorithmen, wie beispielsweise Drehzahl- und Stromregler im Antrieb bzw. Regler im übergeordneten

Automatisierungssystem, zeitlich zueinander synchronisiert (Abbildung 5).

Querverkehr

Der Querverkehr ermöglicht den direkten Datenaustausch zwischen Devices, ohne dass die Daten über die Masters/Controllers übertragen werden müssen. Damit wird es möglich, dass Antriebe die Ist-Werte anderer Antriebe mit minimaler Totzeit erhalten. Hierdurch ist die Realisierung hochperformanter, achsübergreifender Regelungen auf einfache Weise möglich.

Insbesondere werden die Einsatzmöglichkeiten im Bereich von dezentralen Antriebsapplikationen erheblich gesteigert. Ein Beispiel hierfür ist die Übertragung von Geschwindigkeitssollwerten zum Aufbau einer Soll-Wertkaskade bei Papier-, Folien- und Drahtziehmaschinen sowie Faserstreckanlagen.

Während der Querverkehr bei Motion Applikationen bei PROFIBUS noch eine große Rolle spielte, wird der Querverkehr bei modernen Motion Anwendungen mit PROFINET heute nicht mehr verwendet. Dies liegt daran, dass sich mit der wesentlich gesteigerten Leistungsfähigkeit von PROFINET die zentralen PLC basierte Motion Control Konzepte durchgesetzt haben, da diese wesentlich komfortabler zu engineeren sind.

2.4. PROFIdrive - Dienste

Betriebsarten und Basis-Zustandsmaschine

Für alle Applikationsklassen ist in PROFIdrive eine einheitliche Basis-Zustandsmaschine definiert. Sie dient dazu, den Antrieb in einen dedizierten Betriebszustand zu bringen oder diesen definiert auszuschalten.

Für die Applikationsklasse 3 „Positionierantrieb“ ist die Basis-Zustandsmaschine um die Positionier-Zustandsmaschinen zur Steuerung der Positionierfunktion erweitert.

Abbildung 6 zeigt die Basis Zustandsmaschine (General State Diagram) eines PROFIdrive-Antriebes. Die blauen Blöcke stellen die Zustände S1 bis S5 der Antriebsachse dar, zwischen denen die mit Pfeilen dargestellten Zustandsübergänge möglich sind. Die Zahl der roten Punkte definiert die Prioritäten im Fall von konkurrierenden Zustandsübergängen. Die Bedingungen für die Zustandsübergänge in den gelben Kästchen sind die einzelnen Steuerbefehle, die bitcodiert im Steuerwort vom Controller an die Antriebsachse übertragen werden.

¹ Im Sinne nicht-diskriminierender Sprache wurde in diesem Dokument der Begriff „Device“ gewählt.

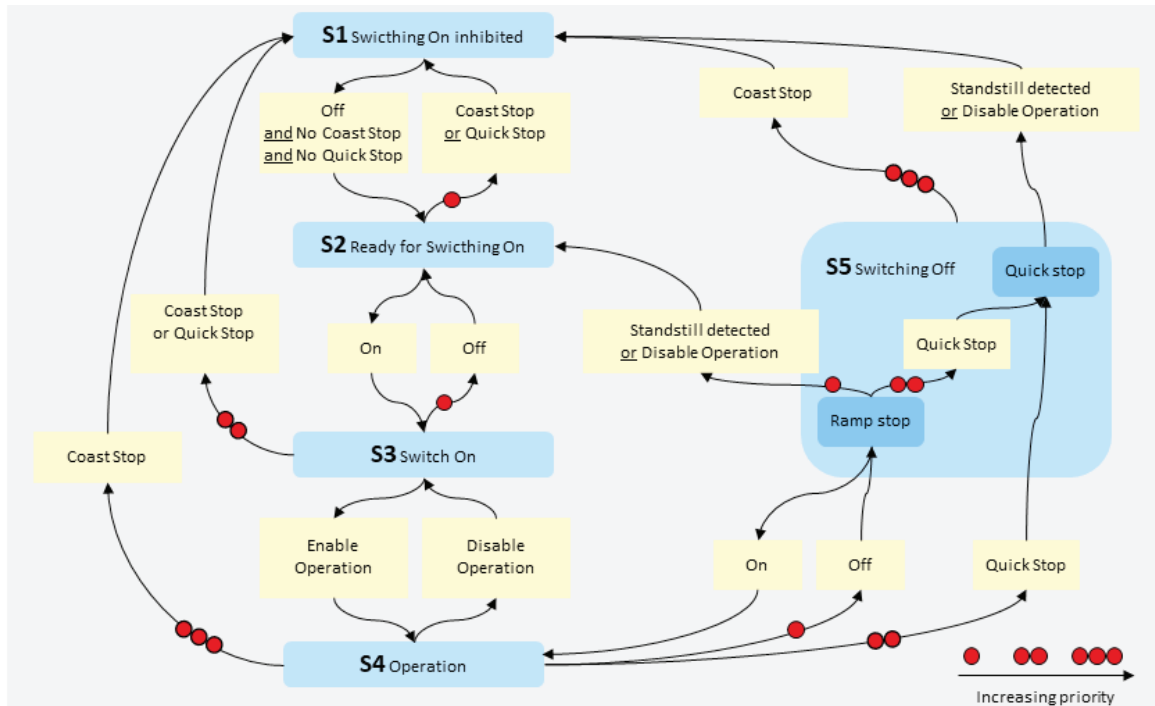


Abb. 6: Basis Zustandsmaschine einer PROFIdrive Antriebsachse

Telegramme

In zyklischen Datentelegrammen bilden das Steuerwort und das Zustandswort die Kommando-schnittstelle zur Steuerung der Basis-Zustandsmaschine durch den Controller. Einzelne Bits von Steuer- und Zustandswort sind applikationsklassen-spezifisch belegt. Neben den Steuer- und Zustandsworten werden über die zyklische Schnittstelle die Soll- und Ist-Werte der Antriebsachse übertragen.

PROFIdrive beschreibt die zyklische Datenschnittstelle als eine Folge von Signalen. PROFIdrive Signale sind hierbei Steuer- und Statusworte sowie Soll- und Ist-Werte. Mit der Signalnummer ist der Inhalt sowie das Übertragungsformat eines Signals eindeutig festgelegt.

Zur Vereinfachung werden typische, zyklische Schnittstellenausprägungen von PROFIdrive als PROFIdrive Telegramme definiert. Hinter einer PROFIdrive Telegrammnummer steckt also eine fest definierte Zusammenstellung von PROFIdrive Signalen, die dadurch die zyklische Schnittstelle eindeutig beschreibt.

Die PROFIdrive Telegramme sind für PROFIBUS und PROFINET grundsätzlich identisch. Auch kann ein Hersteller für einen speziellen Anwendungsfall zusätzliche, herstellerspezifische Telegramme bzw. Signale verwenden.

Parametermanager

Über den PROFIdrive Parametermanager, der über den azyklischen Kommunikationskanal angesprochen wird, stehen dem Anwender umfangreiche Dienste zum Zugriff auf die PROFIdrive Parameter zur Verfügung. Neben dem Lesen und Schreiben der Parameterwerte können auch zusätzliche Parameterattribute wie z.B. eine Parameterbeschreibung gelesen werden. Zur Steigerung der Performance im azyklischen Parameterkanal ist auch ein Multiparameterservice für den Parametermanager definiert.

3. PROFIdrive Parameter Model

PROFIdrive definiert ein Antriebsmodell, wie es - zumindest in Teilen - heutzutage in jedem Antriebssystem wiederzufinden ist. Das Gerät besteht aus verschiedenen Funktionsmodulen, die die „Intelligenz“ des Antriebssystems repräsentieren. Diesen Funktionsmodulen sind, entsprechend Abbildung 4, Parameter zugeordnet, über welche die Konfiguration und Parametrierung des Funktionsmoduls erfolgt (Abbildung 4, „Process Data“). Zusätzlich werden Parameter auch zur internen Repräsentation der Eingangs- und Ausgangswerte des Funktionsmoduls (Abbildung 4, „Setpoint Values“, „Actual Values“) verwendet. Durch entsprechende Verschaltung von Parametern auf die zyklische Schnittstelle (Abbildung 4, „Telegrams“) kann das Funktionsmodul in den zyklischen Datenaustausch eingebunden werden.

Zusätzlich kann über den PROFIdrive Parametermanager auf jeden Parameter des Antriebes über den azyklischen Datenkanal zugegriffen werden.

Das PROFIdrive Parameter-Objekt besitzt neben dem Parameter-Wert noch weitere Eigenschaften, wie die Parameterbeschreibung und den Parametertext. Hiermit können Clients generisch durch die Parameterdatenbasis browsen und alle für den Client relevanten Parametereigenschaften aus dem Antrieb auslesen (z.B. Physikalische Einheit, Datentyp, High-/Low-Grenzwert).

Der PROFIdrive Parameterkanal ist dementsprechend die Basis für die unterschiedlichsten, nicht echtzeitkritischen Aufgaben in einer Antriebsapplikation wie z.B.:

- Parametrierung und Inbetriebnahme
- Sicherung der Daten für den Gerätetausch
- Erweiterte Diagnose, wie z.B. Trace und Diagnosepuffer

3.1. Profilspezifische Parameter

Das PROFIdrive Profil definiert die Parameter mit den Parameternummern von 900 bis 999 und ab 60.000 einheitlich für alle Antriebe und unabhängig von der Applikationsklasse. Diese Parameter werden deshalb als profilspezifische Parameter bezeichnet und gewährleisten die Interoperabilität und generische Identifizierung von Antrieb und der Antriebschnittstelle.

Über profilspezifische Parameter sind zum Beispiel die Funktionen Antriebsidentifikation, Störpuffer, Antriebssteuerung, Geräteidentifikation, Telegrammkonfiguration und die Liste aller implementierten Parameter verfügbar.

3.2. Herstellerspezifische Parameter

Neben im Profil beschriebenen Parametern können auch herstellerspezifische Parameter benutzt werden, die sich je nach Hersteller, Antrieb und unterstützter Antriebsfunktionalität unterscheiden. Hierdurch können Antriebshersteller die Vorteile eines standardisierten Antriebsprofils nutzen, ohne auf wettbewerbsrelevante Innovationen und Alleinstellungsmerkmale verzichten zu müssen.

4. PROFIdrive Application Model

Entsprechend Abbildung 2 besteht eine Antriebsapplikation grundsätzlich aus:

- Applikationsprozessen im Antrieb, typischerweise Motorstrom- und Geschwindigkeitsregelung (Abbildung 2, unten), sowie
- Applikationsprozessen in der Steuerung, welche z.B. einfache Drehzahlsollwertvorgabe, Lageregelung oder Bahninterpolation beinhalten können (Abbildung 2, oben), und
- einem Kommunikationssystem (Abbildung 2, Mitte), welches die entsprechenden Dienste zum Datenaustausch und nötigenfalls der Synchronisation zwischen den Applikationsprozessen bereitstellt.

4.1. Applikationsklassen

Die Einbindung von Antrieben in Automatisierungslösungen ist stark von der Antriebsapplikation abhängig. Das Spektrum von Antriebsapplikationen in Automatisierungslösungen ist sehr breit gefächert. Das PROFIdrive Profil definiert daher sechs Applikationsklassen (AK), die das gesamte Antriebsanwendungsspektrum abdecken. Je nach Marktsegment und Geräteausprägung kann ein Antriebsgerät ein oder mehrere Applikationsklassen abdecken. Damit erlaubt PROFIdrive einen flexiblen herstellerspezifischen Zuschnitt des Antriebsproduktes auf die jeweiligen Marktanforderungen. Je nach Marktsegment und Geräteausprägung kann ein Antriebsgerät ein oder mehrere Applikationsklassen abdecken.

Standardantrieb (AK1)

Im einfachsten Fall wird der Antrieb über einen Hauptsollwert (z.B. Drehzahlsollwert) über PROFIBUS DP bzw. PROFINET gesteuert (Abbildung 7). Die komplette Drehzahl- oder Vektorregelung erfolgt im Antrieb. Dieser Anwendungsfall wird vorrangig im Bereich der klassischen drehzahlveränderlichen Antriebe (z.B. Frequenzumrichter für Pumpe, Lüfter, Kompressoren) verwendet. Aufgrund der großen Verbreitung solcher Antriebssysteme hat die PROFIdrive Applikationsklasse 1 eine sehr große Bedeutung im Markt.

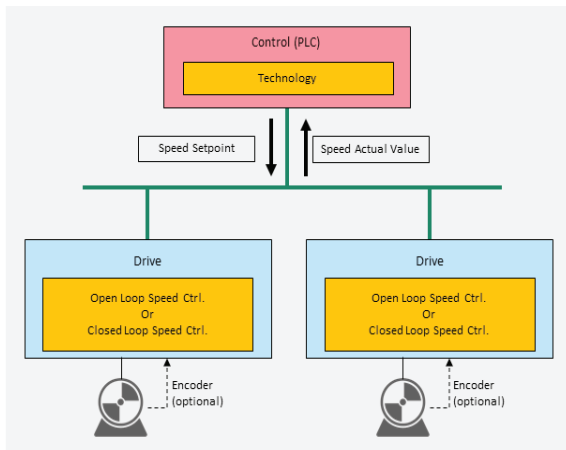


Abb. 7: Applikationsklasse 1

Standardantrieb mit Technologiefunktion (AK2)

Eine sehr ressourcensparende Variante zur Realisierung von Motionanwendungen ist der Standardantrieb mit Technologiefunktionen (Abbildung 8). Dabei wird der Gesamtautomatisierungsprozess in mehrere Teilprozesse aufgeteilt und auf die Antriebe verteilt. Die echtzeitkritischen Motionfunktionen befinden sich somit nicht im zentralen Controller, die Schnittstellen über PROFIBUS DP bzw. PROFINET haben hierbei den Charakter von High-Level-Technologieschnittstellen. Die Dezentralisierung der Technologieprozesse setzt natürlich voraus, dass die Kommunikation in alle Richtungen möglich ist, also insbesondere auch Querverkehr zwischen den Technologieprozessen der einzelnen Antriebe möglich ist. Konkrete Anwendungen sind beispielsweise Sollwertkaskaden, Wickler und Drehzahlgleichlaufanwendungen bei kontinuierlichen Prozessen mit einer durchlaufenden Warenbahn. Die PROFIdrive Applikationsklasse 2 wurde mit PROFIBUS gerne eingesetzt um die Ressourcen auf der PLC zu schonen. In heutigen Anlagen mit PROFINET wird die AK2 praktisch kaum mehr verwendet und über AK1 Implementierungen gelöst.

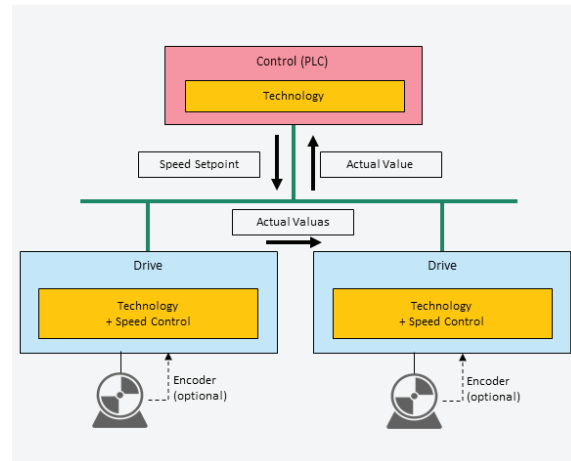


Abb. 8: Applikationsklasse 2

Positionierantrieb (AK3)

Der Antrieb enthält hier zusätzlich zur Antriebsregelung (Drehzahl- und Lagerregelung) eine Positioniersteuerung. Der Antrieb agiert somit als autonomer Einachs-Positionierantrieb, während die übergeordneten technologischen Prozesse auf der Steuerung ablaufen (Abbildung 9). Über PROFIBUS DP bzw. PROFINET werden Positionieraufträge an den Einachspositionierer bzw. Antrieb übertragen und gestartet. Positionierantriebe haben ein sehr weites Anwendungsfeld als Verstellantriebe oder in einfacheren Motion Applikationen ohne Bahnbezug. Die PROFIdrive Applikationsklasse 3 ist bei Antrieben mit PROFINET und PROFIBUS weit verbreitet.

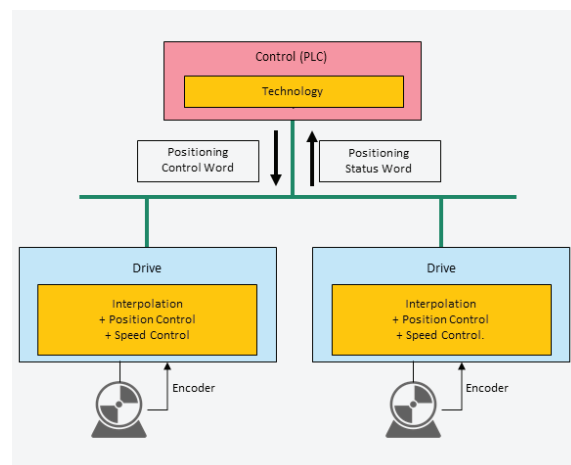


Abb. 9: Applikationsklasse 3

Zentrale Bewegungsführung (AK4 und AK5)

Die Applikationsklasse 4 definiert eine Drehzahl-Sollwert- und Lage-Istwertschnittstelle mit Ablauf der Drehzahlregelung auf dem Antrieb und der Lageregelung auf der Steuerung, wie sie typischerweise in Robotik- und Werkzeugmaschinenanwendungen erforderlich ist (Abbildung 10). Die Bewegungsführung für mehrere Achsen erfolgt hierbei zentral z.B. durch eine numerische Steuerung (NC). Der Lageregelkreis wird über den Bus geschlossen. Zur Synchronisation der Takte der Lageregelung in der Steuerung und der Drehzahlregler in den Antrieben ist Taktsynchronisation erforderlich (PROFIBUS DP-V2 bzw. PROFINET mit IRT).

Vergleichbar mit dem oben Gesagten ist die Applikationsklasse 5, wobei hier an Stelle der Drehzahl-Sollwertschnittstelle eine Lage-Sollwertschnittstelle zum Einsatz kommt.

Die PROFIdrive Applikationsklasse 4 ist die Standardschnittstelle für Servoantriebe an einem zentralen Motion Controller (CNC, RC, MC) und auf PROFINET und PROFIBUS weit verbreitet.

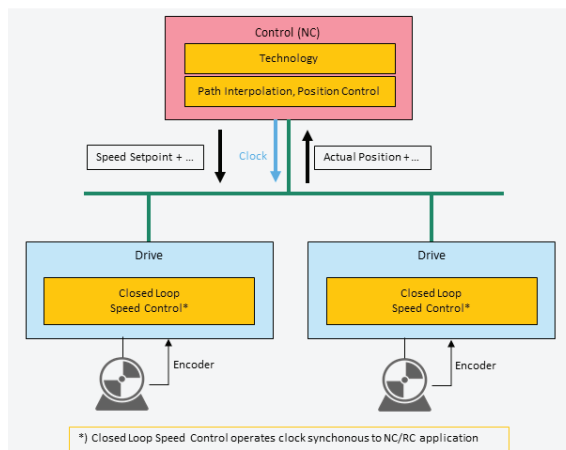


Abb. 10: Applikationsklasse 4 und 5

Dezentrale Automatisierung bei getakteten Prozessen und elektronischer Welle (AK6)

Eine ressourcensparende Variante zur Realisierung von Motionapplikationen mit winkelsynchronem Gleichlauf wie beispielsweise „Elektrisches Getriebe“, „Kurvenscheibe“ oder „Fliegende Säge“. Hierbei wird sowohl die Querverkehrs- als auch die taktsynchrone Kommunikation benötigt. Der Controller (PLC) ist hierbei nicht an der Achskopplung beteiligt und kann entsprechend kostenoptimiert ausgelegt werden.

Die PROFIdrive Applikationsklasse 6 wurde mit PROFIBUS gerne eingesetzt um die Ressourcen auf der PLC zu schonen. In heutigen Anlagen mit PROFINET wird die AK6 nicht mehr verwendet und stattdessen werden Achskopplungen durch entsprechende Technologieobjekte auf der PLC realisiert.

Diese Anwendungen werden typischerweise mit einem Master-Antrieb und mehreren auf den Master-Antrieb synchronisierten Device-Antrieben realisiert (Abbildung 11). Der Begriff Master-Antrieb bedeutet in diesem Zusammenhang, dass eine Antriebsachse Informationen (z.B. Positions-Istwerte) anderen Antriebsachsen zur Verfügung stellt. Die Device-Antriebe folgen der Bewegung des Master-Antriebs, indem sie ihre eigenen Antriebsprozesse auf den Antriebsprozess des Masters unter Zuhilfenahme von taktsynchroner Kommunikation koppeln.

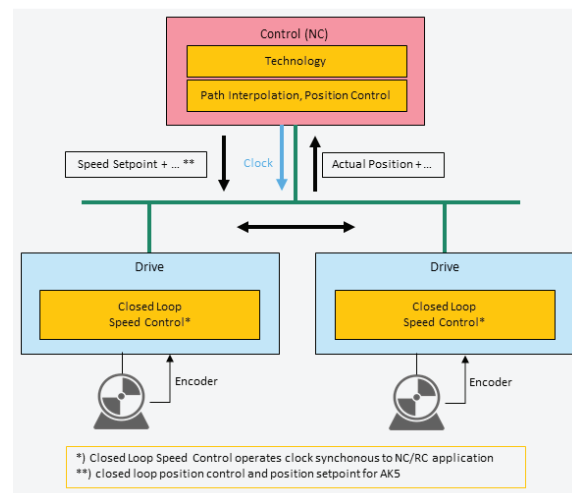


Abb. 11: Applikationsklasse 6

4.2. Zusatzfunktionen

Die im vorherigen Kapitel beschriebenen Applikationsklassen können durch optionale Zusatzfunktionen erweitert werden.

Mehrere Geberschnittstellen

Hochgenaue Servoantriebe verfügen neben dem Motorgeber typischerweise noch über weitere Messsysteme. PROFIdrive unterstützt deshalb für eine Antriebsachse bis zu drei Lagegeber. Diese Geberinformationen müssen dann entsprechend über das PROFIdrive Interface bis zur Steuerung gelangen, wozu entsprechende Standardtelegramme für mehrere Geberkanäle vorgesehen sind.

Prinzipiell kann die Geberschnittstelle mit allen Applikationsklassen kombiniert werden, in denen genaue Positions-Istwerte an die überlagerte Steuerung übertragen werden müssen. Typischerweise ist das in der Applikationsklasse 4 der Fall.

Dynamic Servo Control (DSC)

Mit dem ebenfalls im Profil enthaltenen, innovativen Regelungskonzept „Dynamic Servo Control“ lassen sich in der Applikationsklasse 4 die dynamischen Regelungseigenschaften von mechanisch steifen Antriebssystemen zusätzlich verbessern.

Dieses erfolgt durch die Rückführung der dynamischen Störsteifigkeitskomponente im Lageregelkreis direkt auf dem Antrieb und im Drehzahlregeltakt. Dazu wird (a) im Antrieb ein zusätzliches Rückführnetzwerk (Abbildung 12, Kasten

„DSC-Control“) aktiviert und (b) das Sollwerttelegramm um die im überlagerten Controller ermittelte Positionsabweichung erweitert. Mit Hilfe der DSC Funktion wird ausschließlich die Störsteifigkeit von mechanisch steifen Antriebssystemen wie z.B. Direktantrieben erhöht. Bei konventionellen Antriebssystemen mit niedrigen mechanischen Eigenfrequenzen führt DSC prinzipbedingt zu keiner Verbesserung der Regelungs-dynamik.

Die Verwendung von DSC ermöglicht es die Grundkonzeption der AK4 Schnittstelle in der Steuerung (Absolutwertmanagement, achsübergreifende Kompensationen, Referenzfahrtmanagement in der Steuerung) beizubehalten und trotzdem die maximal mögliche Regelungsperformance zu erreichen.

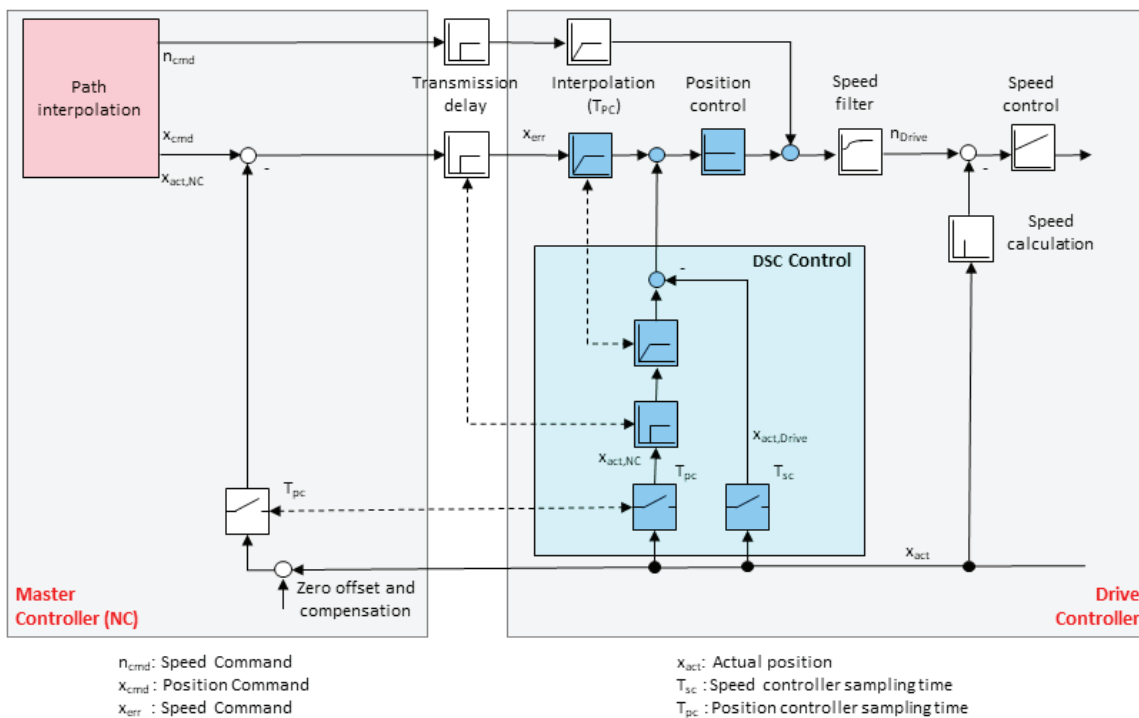


Abb. 12: Regelungskonzept Dynamic Servo Control (DSC)

5. Diagnose

Abbildung 14 zeigt das Spektrum der über PROFIdrive zur Verfügung stehenden Antriebsdiagnosefunktionen. Diese sind prinzipiell in Mechanismen zur Warnungs- und zur Fehlerbehandlung gegliedert. Durch dieses zweistufige Konzept können sich abzeichnende Störungen frühzeitig gemeldet werden, um darauf noch rechtzeitig mit vorbeugenden Maßnahmen reagieren zu können. So können z.B. Antriebe einfach in ein übergreifendes Maintenance-Konzept einbezogen werden.

5.1. Warnungen

Warnungen sind Meldungen, die sich nach der Beseitigung ihrer Ursache automatisch quittieren. Sie dienen als Vorwarnstufe, damit noch rechtzeitig geeignete Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können, um einen Fehlerzustand zu vermeiden. Es können grundsätzlich mehrere Warnungen gleichzeitig anstehen (z.B. „Erhöhte Temperatur der Motorwicklung“ und „Zwischenkreisspannung zu niedrig“). Warnungen führen im Gegensatz zu Fehlern nicht zum Stopp des Antriebs.

Für den Warnmechanismus sind im Profil Parameter definiert, von denen jeder ein sogenanntes Warnungswort („Warning word“) darstellt. Jede auftretende Warnung innerhalb eines Antriebs bzw. einer Antriebsachse wird auf ein Bit des Warnungswortes abgebildet.

5.2. Fehler

Ein Fehlerzustand im Antrieb (z.B. Übertemperatur) löst immer eine gerätespezifische Reaktion aus, d.h. in der Regel wird der Antrieb abgeschaltet. Gleichzeitig werden eine oder auch mehrere den Fehlerzustand charakterisierende Fehlermeldungen in den Fehlerpuffer eingetragen (Abbildung 13).

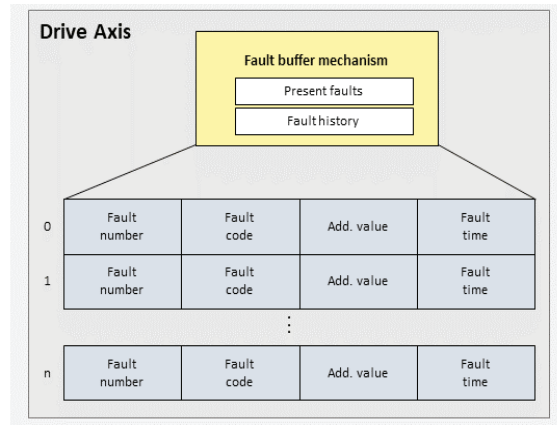


Abb. 13: Abbildung des Fehlerpuffers auf Profildrive

Ein Fehleintrag im PROFIdrive Fehlerpuffer besteht aus der gerätespezifischen Fehlernummer, einem optionalen applikationsspezifischen Fehlercode sowie ebenfalls optional aus einem Begleitwert bzw. einer Störzeit (Abbildung 14). Die gerätespezifischen Anteile Fehlernummer und Störwert ermöglichen eine sehr detaillierte gerätespezifische Diagnose.

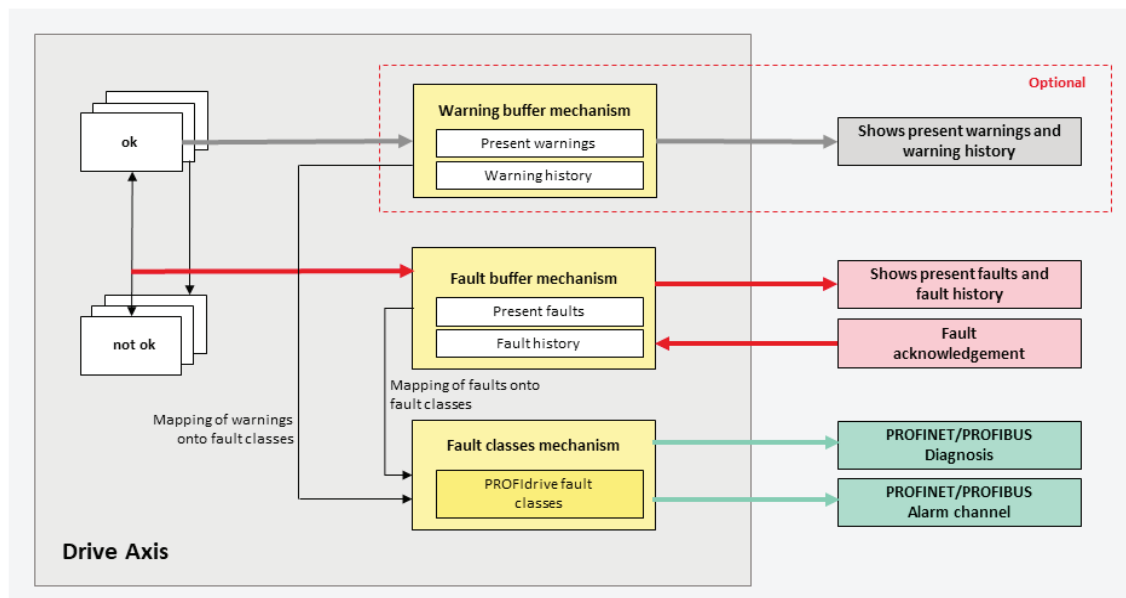


Abb. 14: PROFIdrive Diagnosefunktionen

Ein Fehler muss grundsätzlich nach Beseitigung der Fehlerursache immer vom Anwender mit einem Befehl explizit quittiert werden. Der quittierte Fehler wird nicht gelöscht, sondern im Fehler-Puffer archiviert, was eine spätere Rückverfolgung der Fehler erlaubt. Die Größe des Fehler-Puffers ist gerätespezifisch festlegbar.

5.3. Einbindung in Standard-Diagnosemechanismen

Für eine herstellerübergreifende Diagnose bietet PROFIdrive zusätzlich zur detaillierten Diagnosesicht über Fehlerpuffer und Warnungsworte auch eine vereinfachte profilspezifische Diagnosesicht über PROFIdrive Fehlerklassen („Fault classes mechanism“) an. Mit Hilfe der PROFIdrive Fehlerklassen ist eine einheitliche und durchgängige Diagnosesicht für alle PROFIdrive Antriebe möglich, wobei die Fehlerklassen nach typischen Baugruppen und Funktionsblöcken eines Antriebs strukturiert sind und dadurch den Anwender und Instandhalter bei einer schnellen und zielgerichteten Fehlerbehebung unterstützen.

Diese Warnungen und Fehler werden als Alarmobjekte (fault, maintenance demanded, maintenance required) über den Standard PROFINET Alarmkanal an die überlagerte Steuerung gemeldet. Auf diese Weise ist eine durchgängige Integration des PROFIdrive Antriebes in das Standard Diagnosesystem von PROFIBUS und PROFINET gewährleistet.

6. Zusatzprofile

Zusätzlich zu den klassischen Antriebsfunktionen wie Drehzahlregelung, Lageregelung und Motion Control integriert der Antrieb immer mehr Zusatzfunktionen, die früher nicht Bestandteil des Antriebs waren und bis dato extern realisiert wurden. Typische Beispiele hierfür sind die Drive Based Safety Technologie und Energy Management Funktionen. Diese Zusatzfunktionen auf dem Antrieb bedingen auch neue Kommunikationsbeziehungen mit zusätzlichen Kommunikationsprofilen. Die Antriebstechnik ist deshalb ein typisches Beispiel für PROFIBUS und PROFINET Geräte, die nicht nur ihr eigentliches Applikationsprofil, sondern zusätzlich auch noch weitere Zusatzprofile (Common Application Profiles) unterstützen. Für ein reibungsloses Zusammenspiel dieser Zusatzfunktionen mit den Basisfunktionen von PROFIdrive sind deshalb entsprechende Definitionen und Festlegungen bzgl. deren Interaktion im Rahmen von PROFIdrive erfolgt.

6.1. PROFIsafe

Die Integration der Sicherheitstechnik in den Antrieb bietet den Vorteil, dass keine externen Überwachungsgeräte mehr nötig sind, womit sich der Verdrahtungsaufwand reduziert und weniger Platz benötigt wird. Das PROFIdrive und PROFIsafe Profil ergänzen sich hier in idealer Weise. Beim gemeinsamen Einsatz beider Profile entsteht eine harmonische Einheit, mit der Sicherheitsfunktionen zusammen mit den Standard-Antriebsfunktionen über den gleichen Bus angesteuert werden können. (Abbildung 15).

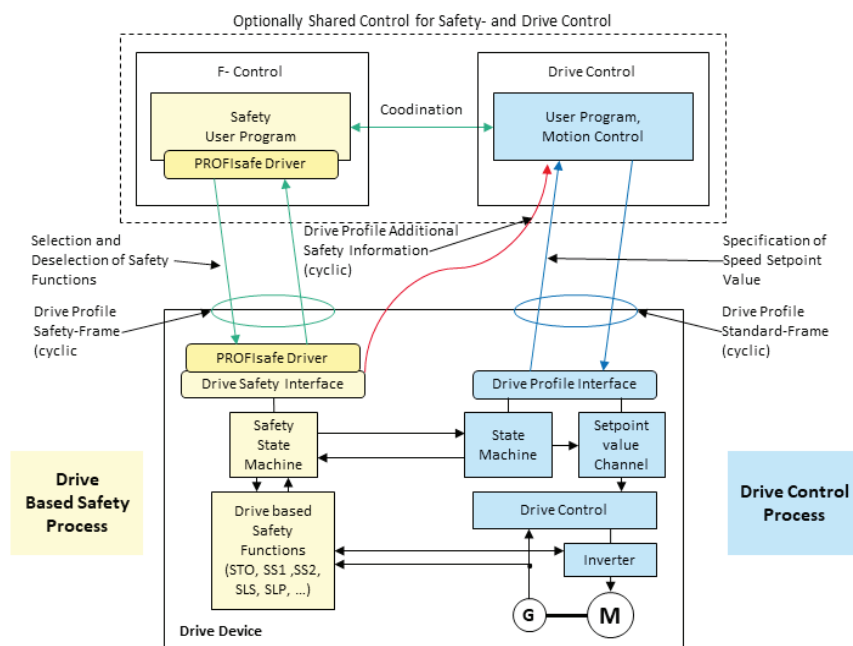


Abb. 15: Integration von Drive Based Safety in das Antriebsgerät

Die Steuerung der Safety Funktionen auf dem Antrieb erfolgt über einen, mit PROFIsafe realisierten, sicheren Übertragungskanal durch zyklischen Telegrammaustausch mit einem überlagerten Safety Anwenderprogramm. Für einen effizienten Betrieb ist vor allem die Koordination der Abläufe auf der F-Steuerung mit denen auf der Antriebssteuerung von großer Bedeutung. So sind z.B. vor der Anwahl von Safety Funktionen auf dem Antrieb in der Bewegungssteuerung vorbereitende Maßnahmen wie z.B. Geschwindigkeitsreduzierung oder Bewegungseinschränkungen durchzuführen, weshalb die Antriebssteuerung sowohl einen Informationsaustausch direkt mit der F-Steuerung also auch mit dem Safety Prozess auf dem Antrieb (Safety-Zusatzinformation) benötigt. PROFIdrive definiert hier standardisierte flexible Erweiterungen der Standardtelegramme, die in allen Applikationsklassen zum Einsatz kommen können.

Das Shared-Device Konzept von PROFINET ermöglicht die Aufteilung der Standard- und Sicherheitsfunktionalität auf unterschiedliche physikalische Steuerungen/PLCs und erweitert damit die Nutzbarkeit der integrierten Sicherheitstechnik erheblich.

Das PROFIdrive Profil unterstützt im PROFIdrive on PROFIsafe Amendment V3.1.0 die Drive Based Safety Funktionen STO, SS1, SS2, SOS, SLS, SDI, SSM, SLT,SLA, SLP, SCA.

6.2. PROFenergy

Elektrische Antriebe machen einen Großteil des industriellen Strombedarfs aus. Bei weiterhin steigenden Energiepreisen wird sich dieser Kostenfaktor immer negativer auf die Produktionskosten auswirken. Der positive Aspekt: Für nahezu jedes Unternehmen liegt hier möglicherweise ein enormes Sparpotenzial brach. Vor allem in energieintensiven Bereichen sind durch energieeffiziente Antriebe und intelligentes Energiemanagement noch erhebliche Einsparungen möglich. Hier setzt PROFenergy an, indem es eine geräte- und herstellerübergreifende, einheitliche Schnittstelle zur Steuerung von Energiesparfunktionen bei PROFINET Geräten zur Verfügung stellt. Abbildung 16 zeigt die Einsatzfelder von PROFenergy bei einem PROFIdrive Antrieb.

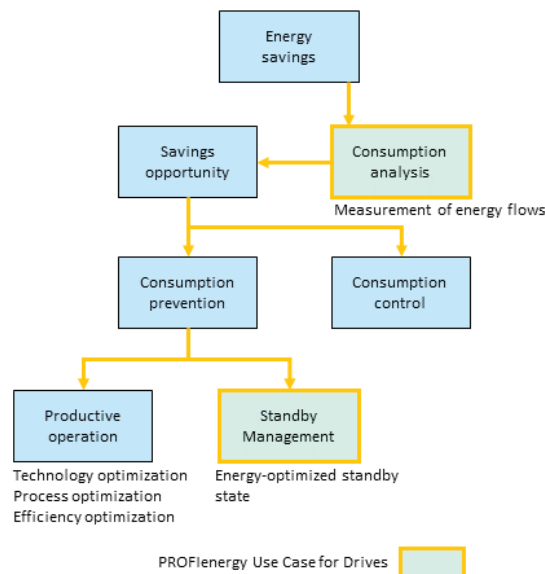


Abb. 16: Ansatzpunkte zum Energiesparen in der Antriebstechnik

Verbrauchsanalyse

Für die Verbrauchsanalyse ist es notwendig, die Energieflüsse in der Anlage in einem überlagerten Energiemanagementsystem systematisch zu erfassen. In der modernen Antriebstechnik stehen mit den vorhandenen Sensoren für die Strom- und Drehzahlregelung bereits Messwerte für Leistungswerte zur Verfügung, nur dass diese bisher ihre Daten entweder gar nicht oder nur herstellerspezifisch zur Verfügung gestellt haben. Durch die Standardisierung von Energieauskunftsfunktionen in PROFenergy kann der Antrieb einfach in die Verbrauchsanalyse integriert werden und damit teure zusätzliche Energiemessgeräte eingespart werden. Auch können die Leistungs- und Energiemesswerte des Antriebs zusätzlich für Prozess- und Anlagendiagnose verwendet werden.

Standby-Management

Mit Hilfe der Standby-Managementfunktion von PROFenergy kann der PROFIdrive Antrieb im inaktiven Zustand in einen energieoptimalen Standby-Zustand versetzt werden. Hierbei wird dem Antrieb über PROFenergy die erwartete Dauer der Pause mitgeteilt. Der Antrieb kann angepasst auf die Pausendauer Teilprozesse herunterfahren bzw. Teilkomponenten abschalten. Voraussetzung für die Aktivierung eines Standby-Zustands ist, dass der Antrieb applikativ inaktiv ist, d.h. bevor ein Antrieb in einen Standby-Zustand geschickt werden soll, muss dieser zunächst von seiner Antriebssteuerung in den Betriebszustand S2 geschaltet werden (siehe Abbildung 6).

7. Abbildung auf PROFIBUS und PROFINET

7.1. Abbildung auf PROFIBUS DP

Wird PROFIdrive auf PROFIBUS DP verwendet, so wird das PROFIdrive Base Model auf dieses Kommunikationssystem entsprechend Abbildung 17 abgebildet. Für Standardapplikationen in den Applikationsklassen 1 und 3 ist PROFIBUS DP-V1 ausreichend, für Anwendungen mit Taktsynchronisation und Querverkehr (AK4, AK6) ist PROFIBUS DP-V2 erforderlich.

Die „Devices“ des PROFIdrive Base Models werden dabei wie folgt abgebildet:

- Der PROFIdrive Controller entspricht dem PROFIBUS DP-Master Klasse 1
- Das PROFIdrive Peripheral Device (P-Device) entspricht dem PROFIBUS DP-Device
- Der PROFIdrive Supervisor entspricht dem PROFIBUS DP-Master Klasse 2

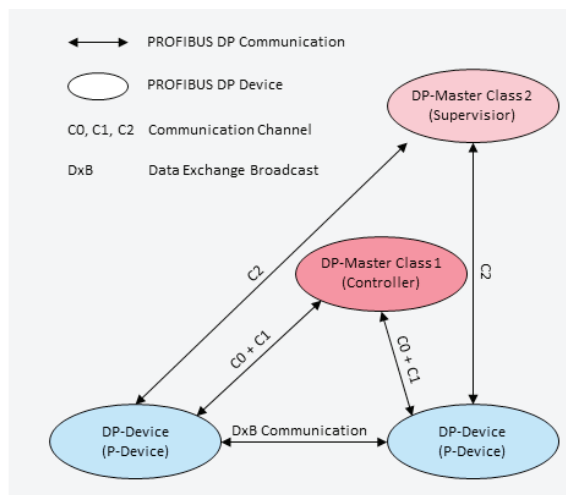


Abb. 17: Abbildung des Base Model auf PROFIBUS DP

7.2. Abbildung auf PROFINET

Das PROFIdrive Profil enthält ab der Version 4 aus dem Jahr 2005 auch die Einsatzmöglichkeit mit dem Kommunikationssystem PROFINET.

Wird PROFIdrive auf PROFINET verwendet, so wird das PROFIdrive Base Model auf PROFINET entsprechend Abbildung 18 abgebildet. Dabei kommt je nach Anwendung PROFINET mit RT oder IRT zum Einsatz.

Die „Devices“ des PROFIdrive Base Models werden wie folgt abgebildet:

- Der PROFIdrive Controller entspricht dem PROFINET Controller
- Das PROFIdrive Peripheral Device (P-Device) entspricht dem PROFINET Device
- Der PROFIdrive Supervisor entspricht dem PROFINET Supervisor

Die Steuerungsapplikationsprozesse laufen hierbei auf dem PROFINET Controller ab. Ein Antrieb mit einem oder mehreren Antriebsachsen wird als Drive Unit bezeichnet und auf PROFINET als Device abgebildet. Zwischen dem IO Controller und den Drive Units eines IO Devices wird eine PROFINET Applikationsbeziehung (IOAR) aufgebaut, die den zyklischen Datenaustausch, den Parameterzugriff und den Alarmkanal beinhaltet.

Da das PROFIdrive Funktionsmodell und die Standardtelegramme unabhängig vom verwendeten Kommunikationssystem sind, können ältere Motion Applikationen voll kompatibel von PROFIBUS auf PROFINET umgestellt werden.

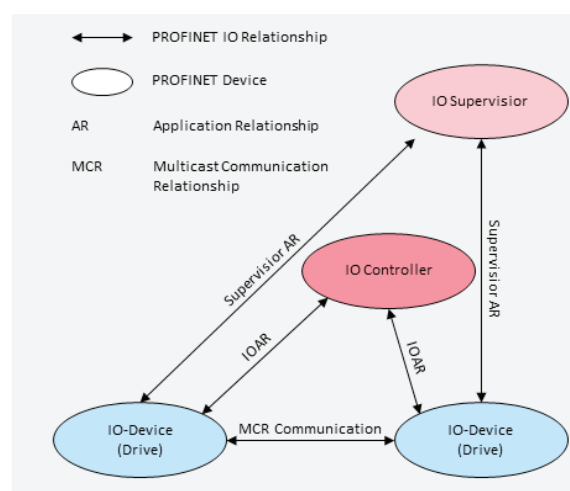


Abb. 18: Abbildung des Base Model auf PROFINET

8. Konformität und Zertifizierung

Damit Produkte unterschiedlicher Typen und Hersteller ihre Aufgaben im Automatisierungsprozess zuverlässig erfüllen können, muss ihr Verhalten am Bus 100% normkonform sein. Voraussetzung dafür ist eine fehlerfreie Implementierung der Kommunikationsprotokolle und Applikationsprofile durch die Gerätehersteller. Da dieses bei der

gegebenen Komplexität trotz aller Sorgfalt nicht immer allein durch den Gerätehersteller erzielt werden kann, ist eine unabhängige Zertifizierung der Busschnittstelle und des Geräteverhaltens notwendig.

8.1. Qualitätsüberwachung durch Zertifizierung

Zur Gewährleistung der normkonformen Implementierung von Produkten hat die PI ein Qualitätssicherungsverfahren etabliert. Nur durch ein fehlerfreies Testergebnis werden positive Prüfberichte von akkreditierten PI Testlaboren (PITLs) ausgestellt, welche die Basis für die Erteilung eines PI Zertifikates bilden. Den prinzipiellen Ablauf einer solchen Gerätezertifizierung zeigt Abbildung 19.

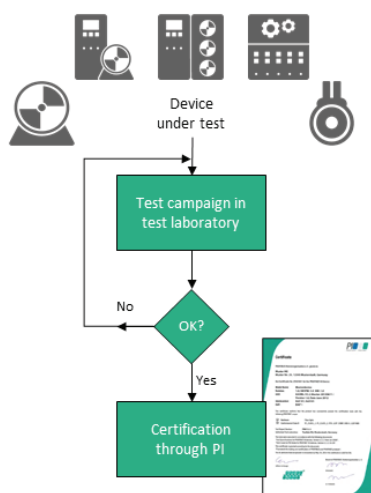


Abb. 19: Vorgehensweise zur Erlangung eines Zertifikates

Ziel einer Zertifizierung ist, den Anwendern für den gemeinsamen Betrieb von Geräten unterschiedlicher Hersteller die notwendige Sicherheit für eine fehlerfreie Funktion zu geben. Hierzu werden die Geräte in unabhängigen Prüflaboren mit der notwendigen Prüfschärfe praxisnah getestet. Implementierungsfehler der Normen durch die Entwickler können so vor dem Einsatz erkannt und vom Hersteller beseitigt werden.

Grundlage für den Zertifizierungsablauf ist die Norm EN 45000. Den Vorgaben folgend hat PI herstellernerneutral operierende Prüflabore akkreditiert. Nur diese PITLs können Geräteprüfungen durchführen, die Grundlage für die Zertifikaterteilung sind. Prüfverfahren und Ablauf der Zertifizierung sind in entsprechenden PI Richtlinien festgelegt. Das Qualitätssystem und die Akkreditierung stellen eine einheitliche Testqualität in allen PITLs sicher.

8.2. PROFIdrive Zertifizierung

Die Konformität der nach Hersteller und Leistungsumfang sehr verschiedenen Geräte mit der PROFIdrive Profilspezifikation wird durch eine PI Zertifizierung sichergestellt. Basis für die Erteilung eines PROFIdrive Zertifikates ist der Prüfbericht eines PI Testlabors.

Zur Durchführung des Zertifizierungstests verwendet das Prüflabor den PROFIdrive Profiltester. Mit dem Profiltester können die Prüfungen weitgehend automatisch und damit kostengünstig durchgeführt werden.

Abbildung 20 zeigt den prinzipiellen Aufbau des PROFIdrive Profiltesters. Der zu testende Antrieb (Test Sample) wird an den Profiltester angeschlossen und einem automatisierten Test, basierend auf Script-Beschreibungen, unterzogen. Die Ergebnisse der einzelnen Testschritte werden automatisch in einem entsprechenden Protokoll festgehalten.

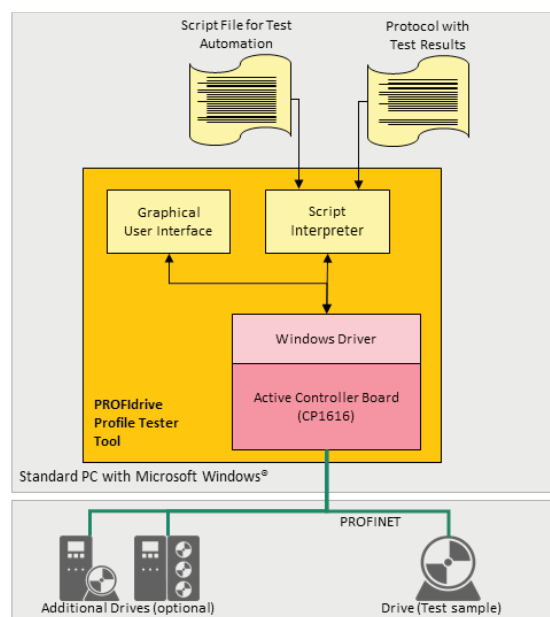


Abb. 20: Konformitätstest mit dem PROFIdrive Profiltester

Der PROFIdrive Profiltester steht Geräteherstellern auch zur Entwicklungsunterstützung und zum Vortesten zur Verfügung und unterstützt so eine zielgerichtete und schnelle Implementierung des PROFIdrive Profils in den Produkten.

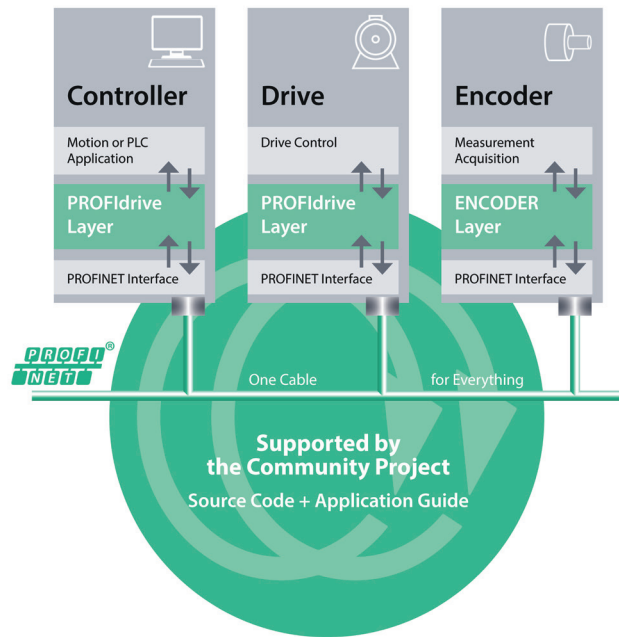


Abb. 21: Funktionsweise des Community Projects

9. PROFIDrive Implementierung

Um den Initialaufwand für die Implementierung eines PROFIDrive Profils in die eigenen Produkte möglichst gering zu halten, wurde von den beteiligten Firmen der PROFIDrive Community das sogenannte PROFIDrive Community Projekt aufgesetzt.

Ziel dieses Projektes ist es, interessierte Hersteller bei der fehlerfreien und schnellen Implementierung von Geräten möglichst umfangreich zu unterstützen mit eigener PROFIDrive-Profileschnittstelle.

Ein wesentlicher Ansatz des Community Projektes ist es, diesen Herstellern vielfach bewährte und ausgetestete Software Bestandteile für die eigenen Implementierung zur Verfügung zu stellen, damit nicht mit jeder Neuimplementierung einer PROFIDrive-Profileschnittstelle das Rad quasi neu erfunden werden muss.

Auf diese Weise lässt sich sowohl der Implementierungsaufwand deutlich reduzieren als auch die spätere fehlerfreie Funktion im Feld wesentlich einfacher sicherstellen.

Neben der möglichen Nutzung vom bereits etablierten Source Code unterstützt das Community Projekt die Inhouse-Implementierung einer PROFIDrive-Profileschnittstelle natürlich noch mit weiteren Angeboten. Zum Beispiel in Form eines Implementierungsleitfadens, um je nach Applikationsklasse

die reibungslose Kommunikation und das Zusammenspiel von Drive, Controller und Encoder sicher umzusetzen. (Abbildung 21).

Der Nutzen der Implementierung Guides ist hierbei ähnlich hoch einzuschätzen, wie die Möglichkeit der Einbindung des bereits etablierten Source Codes unterstützt durch das Community Projekt.

Der Implementierungsleitfaden wurde entwickelt, um bei den folgenden Aufgaben zu helfen.

Bereitstellung einer Schnellübersicht über alle notwendigen Funktionalitäten, die für eine erfolgreiche Implementierung einer PROFIDrive-Geräteschnittstelle berücksichtigt werden müssen.

Dies ermöglicht eine spielend eigenständige Bewertung des Implementierungsaufwands, ohne dass hierfür eine Einarbeitung in Detail-Profilespezifikationen des PROFIDrive Standards notwendig wäre.

Beim Implementierungsleitfaden wurde besonderer Wert auf Übersichtlichkeit gelegt, alle Funktionalitäten sind in Funktionsblöcke zusammengefasst und deren Zusammenspiel wird mittels Funktionsplandiagrammen im Einzelnen erläutert.

Der unterschiedliche Aufwand für die Implementierung einer spezifischen PROFIDrive-Anwendungsklasse (AC1 – AC6) wurde deutlich herausgearbeitet und eine Auswahl benötigter Funktionen für die beiden gängigsten Anwendungsklassen AC1 und AC4 exemplarisch dargestellt.

Der Implementierungsleitfaden ist eine weitere deutliche Hilfestellung zur Umsetzung sowohl beim Einstieg über die vergleichsweise einfache gestaltete Frequenzumrichter-Schnittstelle (AC1) und genauso auch bei einer komplexeren Implementierung einer Servo Drive-Schnittstelle (AC4).

Für die einzelnen PROFIdrive-Funktionen wurde ebenfalls eine Charakterisierung vorgenommen und somit kann sehr einfach beurteilt werden, ob die Implementierung für den jeweiligen Schnittstellentyp nach dem PROFIdrive-Standard obligatorisch oder optional ist. Darüber hinaus existieren Empfehlungen, die helfen zu beurteilen, ob es sinnvoll ist, eine optionale Funktion zu implementieren oder nicht.

Aufgrund der langjährigen Erfahrung der Hersteller im Community Projekt flossen auch Informationen zu Spezialfunktionen ein, die über den im Standard beschriebenen Umfang hinausgehen und aus langjähriger Praxiserfahrung stammen.

Im Anwendungsleitfaden wird für jeden Funktionsblock auf den genauen Abschnitt, die Seiten und die Abbildungen/Tabellen in der PROFIdrive Profilspezifikation V4.2 verwiesen, in denen diese Funktionalität im Detail beschrieben ist. Der Implementierungsleitfaden eignet sich daher grundsätzlich als Leitfaden für das PROFIdrive-Profil als solches.

Überdies werden Excel-Tabellen zur Verfügung gestellt, die als Ausgangsbasis für einen eigenen Entwicklungsplan verwendet werden können und sich in bewährter Weise auch für die Nachverfolgung der Schnittstellenentwicklung herziehen lassen. Abbildung 22 zeigt plakativ einige wesentliche oben genannte Implementierungshilfen und den daraus gezogen Nutzen, im Vergleich zu einer komplett eigenständigen Implementierung.

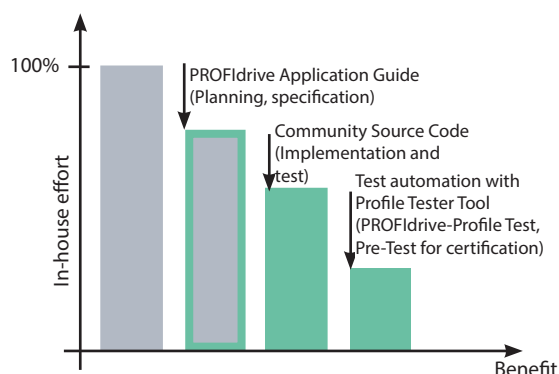


Abb. 22: Inhalte und Nutzen des Community Projects

Zusammenfassung der nutzbaren Angebote über das Community Projekt:

- **Implementierungsleitfaden**
Der PROFIdrive Application Guide listet als Planungshilfe detailliert alle pro Applikationsklasse zu implementierende Teilfunktion auf und gibt wertvolle Implementierungshinweise.
- **Referenz Implementierung über lizenzfreien Source Code**
Der Community Source Code (AC1 + AC4) steht in Form von verschiedenen Implementierungsprojekten für einen PROFIdrive Layer für Controller, Antriebsgeräte und Encoder auf verschiedenen Plattformen und PROFINET Stacks für jedermann kostenlos zur Verfügung. Im Feldbetrieb bewährt und nutzbar auf verschiedenen Plattformen und Betriebssystemen.
- **FAQ + Versionsübersichts-Report**
Welche Besonderheiten wurden in der Software gefunden, ab welcher Version sind diese behoben, etc.
- **Freier File Download**
Software; Übersichten, Manuals; etc.
- **Nutzung des Profiltesters bereits während der Implementierungsphase**
- **Support über die Firmen der PROFIdrive Community**

Informationen zum PROFIdrive Community Projekt finden sie über www.profibus.com/technology/profdrive/community-project/.

10. Engineering

Tool Calling Interface (TCI)

Leistungsfähige Antriebe beinhalten heutzutage unterschiedlichste Funktionen, angefangen von der Regelungsfunktionalität für Strom, Spannung und Drehzahl über technologische Funktionen wie Rampengenerator und vielfältige Überwachungen bis hin zu Logikfunktionen zur Ablaufsteuerung einfacher Vorgänge. Jede dieser Funktionen erfordert eine mehr oder weniger komplexe Parametrierung. Hierfür stellen die Antriebshersteller auf die jeweiligen Geräte zugeschnittene Inbetriebsetzungswerkzeuge (IBS Tools) zur Verfügung.

Zur Integration dieser Antriebs IBS Tools in das zentrale Engineering-System einer Anlage (typischerweise das Engineeringtool der SPS) stellt PI das Konzept des Tool Calling Interfaces (TCI) zu Verfügung. Mit Hilfe des TCI können

bestehende Antriebs IBS Tools aus dem zentralen SPS Engineering aufgerufen werden (Abbildung 23). Der sich daraus ergebende Vorteil ist, dass der Antriebsspezialist weiterhin seine gewohnte Oberfläche zur Inbetriebnahme und Diagnose seines Antriebs nutzen kann. Auf der anderen Seite stellt das TCI Konzept sicher, dass die Projektierungsdaten der so eingebundenen IBS Tools in einem zentralen SPS Projekt abgelegt sind.

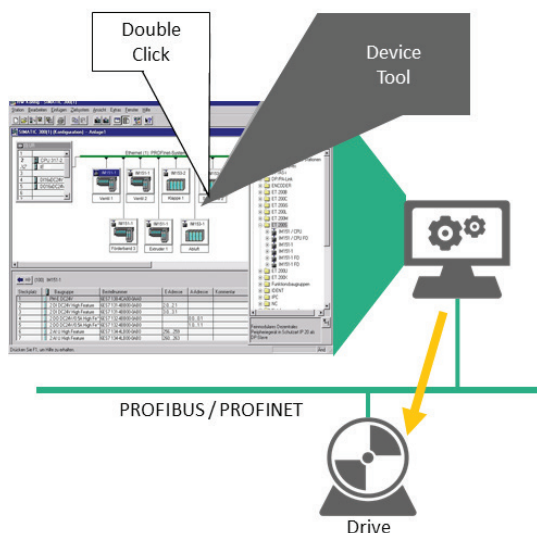


Abb. 23: Einfache Engineeringeinbindung von Antrieben mittels TCI

Über einen durch TCI ebenfalls spezifizierten, offenen Kommunikationskanal vom IBS Tool zum Antrieb durch das SPS-Programmiersystem hindurch kann das Antriebs IBS Werkzeug sogar wie gewohnt für Onlinezugriffe verwendet werden.

11. Anwendernutzen

Die installierte Basis von PROFIBUS beträgt Ende 2020 weit mehr als 64,4 Mio. Geräte. Oberstes Entwicklungsziel bei den Erweiterungen der PROFIdrive-Technologie war und ist daher die vollständige Kompatibilität zu den bereits am Markt eingesetzten Geräten.

Dank der identischen Applikationssicht sowie der gemeinsamen Basis- und Applikationsmodelle ist der Umstieg von PROFIBUS nach PROFINET ohne besondere Umstände möglich.

Der Anwendernutzen lässt sich am treffendsten mit den Aussagen „Durchgängigkeit statt Schnittstellen“ und „eine einzige Technologie statt Technologievielfalt“ beschreiben.

Mit diesen Sachverhalten generiert PROFIdrive deutliche Kostensenkungen über den Lebenszyklus einer Anlage oder Maschine: Bei Planung, Errichtung, Betrieb und Instandhaltung ebenso wie bei Erweiterungen oder Umrüstungen. Die Durchgängigkeit von PROFIdrive beruht auf der Anwendung der einheitlichen Kommunikationsprotokolle „PROFIBUS DP“ und „PROFINET“, welche die unterschiedlichen Anforderungen der Fertigungs- und Prozessautomatisierung von Motion Control und Sicherheitsaufgaben gleichermaßen abdecken.

Das Applikationsprofil PROFIdrive wird den besonderen Anforderungen der Antriebstechnik in Verbindung mit den Kommunikationssystemen PROFIBUS und PROFINET gerecht und bietet damit eine einzigartige Skalierbarkeit der erforderlichen Kommunikationsleistung.

Es generiert vielfältigen Nutzen sowohl für Geräte- und Systemhersteller als auch für Integratoren und Endanwender.

Beträchtliche Kostenvorteile entstehen aus der Verwendung einer einzigen durchgängigen Kommunikationstechnologie für Antriebe, Steuerung, I/Os und Bedienen & Beobachten.

Die Durchgängigkeit macht sich bei Planung und Montage ebenso bezahlt wie bei Schulung, Dokumentation und Wartung, denn alles muss nur noch auf eine einzige Technologie Bezug nehmen.

Aufgaben aus dem gesamten Spektrum der Antriebstechnik mit ihren spezifischen Anforderungen können dank der durchgängigen Technologie, der durchgängigen Applikationsprogramme sowie der skalierbaren Kommunikationsleistung einheitlich und doch flexibel gelöst werden.

Die Interoperabilität und Austauschbarkeit der Geräte verschiedener Hersteller sowie die Verfügbarkeit standardisierter Programmibliotheken namhafter Steuerungshersteller entspricht vollumfänglich dem Wunsch nach Anwenderfreundlichkeit. Die sichere Funktion der Geräte wird durch deren unabhängige Zertifizierung in akkreditierten Testlaboren gewährleistet.

Die Standardisierung von PROFIdrive in der IEC61800-7 verschafft und gewährleistet internationale Akzeptanz verbunden mit ausgeprägtem, dauerhaftem Investitionsschutz. Dieser wird durch die als Basis verwendeten weltmarktführenden Technologien PROFIBUS und PROFINET noch weiter verstärkt. In gleicher Richtung wirken auch die Empfehlungen von Anwenderorganisationen wie z.B. OMAC und VIK-NAMUR.

12. PROFIBUS & PROFINET International (PI)

Offene Technologien bedürfen zu ihrer Pflege, Fortentwicklung und Verbreitung am Markt einer unternehmensunabhängigen Institution als Arbeitsplattform. Für die Technologien PROFIBUS und PROFINET wurde zu diesen Zwecken im Jahre 1989 die PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO) als eine non-profit Interessensvertretung von Herstellern, Anwendern und Instituten gegründet. Die PNO ist Mitglied im 1995 gegründeten internationalen Dachverband PI (PROFIBUS & PROFINET International). Mit fast 25 regionalen Vertretungen (RPA) und ca. 1.700 Mitgliedern ist PI auf allen Kontinenten vertreten und stellt die weltweit größte Interessengemeinschaft auf dem Gebiet der industriellen Kommunikation dar (Abbildung 24).

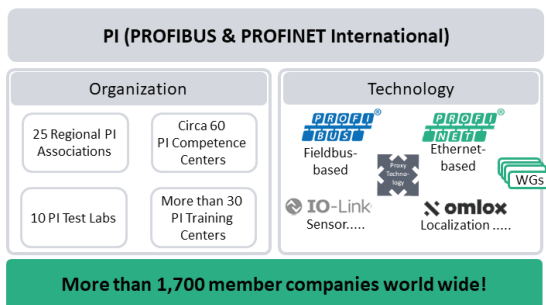


Abb. 24: PROFIBUS & PROFINET International (PI)

Aufgaben von PI

Die wesentlichen Aufgaben von PI sind:

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

Technologieentwicklung

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

Technischer Support

PI unterhält weltweit circa 60 akkreditierte PI Competence Center (PICCs). Diese Einrichtungen beraten und unterstützen die Anwender und Hersteller vielfältig. Als Einrichtung von PI bieten sie ihre Dienste im Rahmen des vereinbarten Regelwerkes firmenneutral an. PICC werden regelmäßig auf ihre Eignung hin in einem für sie zugeschnittenen Akkreditierungsprozess überprüft. Aktuelle Adressen sind auf der Website zu finden.

Zertifizierung

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

Ausbildung

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

Internet

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

Platz für Ihre Notizen

PROFIdrive Sytembeschreibung Technologie und Anwendung

Version November 2021
Bestellnummer 4.321

Herausgeber:

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

Haftungsausschluss

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

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

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

© Copyright by PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO) 2021. All rights reserved.
Bildquellennachweis: Seite 1: Festo SE & Co. KG



Weitere Informationen unter:
www.profinet.com/technology/profidrive



PROFIBUS Nutzerorganisation e. V. (PNO)
PROFIBUS & PROFINET International (PI)
Haid-und-Neu-Str. 7 · 76131 Karlsruhe · Deutschland
Tel.: +49 721 986 197 0 · Fax: +49 721 986 197 11
E-Mail: info@profibus.com
www.profibus.com · www.profinet.com