

Table of contents

- PROFINET®

PROFINET®

.PROFINET®

.Generelles

ctrlX DRIVE Geräte können mit PROFINET® IO Führungskommunikation betrieben werden. Es können Echtzeitdaten mit einem PROFINET® IO Controller ausgetauscht werden.

Die PROFINET® IO Führungskommunikation bietet dem Anwender eine Möglichkeit, einen zyklischen Datenaustausch flexibel einzurichten. Der Datentransfer kann mittels Parameter verwaltet werden.

In diesem Kapitel werden Aspekte der PROFINET® IO Kommunikation beschrieben. Merkmale der Applikation sind nicht Bestandteil dieser Beschreibung.

.Planungs- und Inbetriebnahmehinweise

Es wird bei der Planung, Montage und Inbetriebnahme einer Anlage auf folgende Richtlinien (Bezeichnung: PROFINET® IO -Trilogie) verwiesen:

- PROFINET_Planungsrichtlinie_8061_V138_Sep19.pdf
- PROFINET_Montagerichtlinie_8071_V28_Sep19.pdf
- PROFINET_Inbetriebnahme_8081_V144_Sep19.pdf

Die Richtlinien können über die Geschäftsstelle der PNO (PROFIBUS Nutzerorganisation e. V.) bezogen werden.

- Es wird empfohlen das Industrial-Ethernet-Netzwerk nicht mit einem Firmennetzwerk (Bürokommunikation) zu koppeln. (Alternativ kann ein Level 3 Router zur Verbindung des Industrial-Ethernet- Netzwerk mit einem Firmennetzwerk eingesetzt werden).
- Es wird empfohlen für die Industrial-Ethernet-Kommunikation nur Switches mit Cut-Through-Verfahren einzusetzen.
- Es wird empfohlen besonders bei Kabeln, die aus dem Schaltschrank führen, sowie bei Kabellängen über 10 Metern, eine Stern-Topologie mit Kabeltyp AWG22 anzuwenden oder geschirmte Kabel zu verwenden.
- Bei Topologiefunktionen müssen alle Switches LLDP unterstützen (typisch für managed Switches) nach Norm sogar selbst PROFINET® IO Devices sein.

.SPS-Funktionsbausteine

Für den einfachen Einstieg in die Feldbuskommunikation stehen SPS-Funktionsbausteine für verschiedene, speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) zur Verfügung. Die Funktionsbausteine unterstützen die Grundfunktionalität achsspezifischer Prozessdaten. Die dabei angewendeten Prinzipien können leicht auf andere PROFINET® IO-Controller übertragen werden.

Die SPS-Funktionsbausteine und eine zugehörige Dokumentation finden Sie unter folgendem Link:
<https://www.boschrexroth.com/de/de/produkte/produktgruppen/elektrische-antriebe-und-steuerungen/ctrlx-automation/ctrlx-drive/servoantriebe>

.Kommunikationszykluszeit

Bei der Kommunikationszykluszeit wird zwischen der Buszykluszeit und dem Aktualisierungstakt unterschieden.

Innerhalb eines Buszyklus werden vom PROFINET® IO Controller zum Device (bzw. vom Device zum PROFINET® IO Controller) Prozessdatentelegramme über den Bus versendet. Der Buszyklus berechnet sich aus dem Sendetakt und dem Reduktionsquotienten, z. B. Sendetakt 2 ms und Reduktionsquotient 4 ergibt einen Buszyklus von 8 ms.

Die einstellbaren Sendetakte werden über die GSDML Datei definiert. Es können die Sendetakte 1 ms, 2 ms und 4 ms vom Anwender ausgewählt werden.

Der Reduktionsquotient kann nur ein Wert der Zweier-Exponenten-Reihe sein.

Der minimale resultierende Buszyklus beträgt 2 ms.

Der Buszyklus wird bei der Projektierung im Engineering des PROFINET® IO Controllers (Beispiel: SIEMENS HW Konfigurator) festgelegt.

Im Aktualisierungstakt werden die Prozessdaten, die innerhalb eines Buszyklus empfangen wurden, in Parameter des ctrlX DRIVE übernommen. Der Aktualisierungstakt und der Buszyklus sind nicht miteinander synchronisiert.

.Vergabe der IP-Adresse bei der Geräte-Taufe

Bei der Gerätetaufe kann neben dem Gerätenamen auch die IP-Adresse geschrieben werden. In diesem Fall ist die IP-Adresse im Device permanent zu speichern.

Diese „permanente“ IP-Adresse wird im Parameter **S-0-1020.0.0** im Device abgespeichert.

Alternativ kann die IP-Adresse auch über den Parameter **S-0-1020.0.0** geschrieben werden (nur bis Zustand SafeOp)

.Weiterführende Informationen und Details

.Merkmale und Kommunikationsklassen

Funktionen und Merkmale in der Kommunikation werden in Funktionsklassen zusammengefasst und beschrieben und im Parameter „S-0-1000.0.0, List of SCP classes & versions“ angezeigt. Im PROFINET® IO Device des ctrlX DRIVE sind 2 Kommunikationsklassen realisiert:

.Kennung für PROFINET® IO Allgemeines

Kennung	Version	Klassenamen
0x8301	V1.0	PROFINET® IO Allgemeines

.Kenngößen der Kommunikationsklasse

PROFINET® IO Allgemeines	V1.0
--------------------------	------

PROFINET® IO Allgemeines	V1.0
Unterstützte Features	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conformance Class B ■ T-CLASS_1 ■ Topology – via LLDP und PDEV ■ SNMPv1 ■ VALN priority tagging ■ Shared Device ■ I&M 0-3
In Vorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Azyklischer Parameterzugriff ■ PROFIsafe Unterstützung
Nicht unterstützte Features	<ul style="list-style-type: none"> ■ IRT (RT_CLASS_3) ■ TSN (RT_CLASS_STREAM) ■ RT_CLASS_UDP ■ PTCP (time sync) ■ Dynamic Reconfig ■ DFP - Dynamic Frame Packing ■ DHCP ■ I&M 4-5 ■ System Redundancy ■ Shared Input ■ RSI ■ iPAR ■ MCR ■ FSU Fast Start Up ■ Asset Management

.Kennung für PROFINET® IO Device für ctrlX DRIVE

Kennung	Version	Klassenamen
0x8321	V1.0	PROFINET® IO Device für ctrlX DRIVE

.Kenngößen der Kommunikationsklasse

PROFINET® IO Device für ctrlX DRIVE	V1.0
-------------------------------------	------

PROFINET® IO Device für ctrlX DRIVE V1.0

Unterstützte Features

- Bis zu 2 Achsen
- Je Achse ein Modul je Datenrichtung (Konsument/Produzent)
- Bis zu 15 Parameter je Modul
- Bis zu 60 Bytes E/A-Daten je Modul

Die PROFINET® IO Führungskommunikation stellt Module zur Verfügung, in denen die Parameter als Submodule konfiguriert werden können. Dieser Bereich wird als zyklischer Datenkanal (PROFINET® IO) bezeichnet.



Die IO-Zyklus Aktualisierungszeit wird von der Steuerung beschrieben und ist die Zeit, in welchem Takt die Prozessdaten vom PROFINET® IO -Netzwerk auf den ctrlX DRIVE übernommen und umgekehrt geschrieben werden.

Die unter PROFINET® Führungskommunikation verwendbaren, offenen Ports des ctrlX DRIVE entnehmen Sie bitte dem Security Leitfaden: https://www.boschrexroth.com/documents/12605/25344391/R911342561_10.pdf

.Konfiguration

.Adressierung

Die Adressierung eines Teilnehmers in PROFINET® IO erfolgt über den sogenannten Gerätenamen. Der Gerätename kann lokal für den ctrlX DRIVE vergeben werden oder über Gerätetaufe durch eine Projektierungssoftware. Dazu wird der Parameter **P-0-4089.0.2** verwendet.

Bei der Gerätetaufe über ein Projektierungstool (Beispiel: SIMATIC NCM) kann das Gerät durch Blinktest (LED neben Port blinkt 3 mal innerhalb von 3 Sekunden) identifiziert werden.

Zudem hat jedes Gerät eine eindeutige MAC-Adresse, über die es identifiziert werden kann. Die MAC-Adresse ist über den Parameter **S-0-1019.0.0** auslesbar und kann nicht geändert werden.

.Adressierung (weiterführende Informationen)

PROFINET® IO arbeitet mit drei Device-Adressen:

- MAC-Adresse (3x)
- Stations-/Gerätename
- IP-Adresse

Beispiel:

.Beispiel für ein Device dessen Adressen im Siemens HW-Konfig angezeigt werden

MAC Adresse	Gerätetyp	Gerätename	IP Adresse	Geräte-ID	Hersteller-ID
-------------	-----------	------------	------------	-----------	---------------

MAC Adresse	Gerätetyp	Gerätename	IP Adresse	Geräte-ID	Hersteller-ID
00-60-87-3S-08	Rexroth ctrlX DRIVE	dut	192.168.0.50	0x2602	0x011F

.Verwendung der MAC-Adressen

Die Geräte-MAC-Adresse **S-0-1019.0.0** wird bei der zyklischen und bei der azyklischen RT Kommunikation (z. B. Alarmtelegrammen, Identifikation und Adressierung - DCP) verwendet sowie bei den anderen Ethernet-basierten Protokollen. Über den Ether-Type 0x8892 wird ein PROFINET® IO Telegramm erkannt.

Darüber hinaus gibt es für jeden Netzwerkport eine Port-MAC-Adresse **S-0-1019.140.0** und **S-0-1019.141.0**, diese werden ausschließlich für die LLDP-Telegramme (Ether-Type 0x88CC) verwendet und dienen der Topologieerkennung.

.Verwendung der IP-Adresse

Beim Verbindungsaufbau und bei der azyklischen Kommunikation (Read/Write Record Dienste) wird die IP-Adresse verwendet.

Darüber hinaus wird die IP-Adresse für die SNMP Topologieabfrage und für die ICMP Netzwerkdiagnose verwendet.

Zur Vergabe der IP-Adresse siehe ↘ „Vergabe der IP-Adresse beim Verbindungsaufbau“ und ↘ „Vergabe der IP-Adresse bei der Geräte-Taufe“

.Verwendung des Stations-/Gerätenamens

Vor dem Verbindungsaufbau vom Controller mit dem Device schickt der Controller einen DCP-Identify Request. Das Device antwortet mit seiner Geräte-MAC-Adresse und IP-Adresse.

Der Stations-/Gerätename wird danach nicht mehr für die Device-Adressierung verwendet! Der Stations-/Gerätename kann nach Aufbau der zyklischen Kommunikation nicht mehr über die Gerätetaufe geändert werden!

Im Auslieferungszustand und nach einem „FactoryReset“-Kommando ist der Stations-/Gerätenamen leer. Der Gerätename muss nach FactoryReset über das Engineering des PROFINET® IO Controllers entsprechend der Konfiguration vergeben werden, damit das Device über den Namen identifiziert werden kann.

.Vergabe der IP-Adresse beim Verbindungsaufbau

Beim Verbindungsaufbau wird die IP-Adresse, die bei der Projektierung (Beispiel: SIMATIC NCM) festgelegt wurde, vergeben. Die so vergebene IP-Adresse darf nicht vom Gerät remanent gespeichert werden, allerdings wird hierbei die eventuell vorher vergebene remanente IP-Adresse gelöscht. Diese „temporäre“ IP-Adresse wird im Device nicht angezeigt. Im Parameter **S-0-1020.0.0** wird die IP-Adresse 0.0.0.0, in **S-0-1021.0.0** die Subnetzmaske und in **S-0-1022.0.0** die Gatewayadresse abgelegt.



Im Normalfall hat ein SPS Programmierer/Konfigurator nichts mit der IP-Adresse des Devices zu tun. Er vergibt nur das Subnetz und zieht das PROFINET@ IO-Device in die HW-Konfig (SIMATIC NCM). Die IP-Adressen werden vom Projektierungstool HW-Konfig automatisch erzeugt. Eventuell vorher im Device konfigurierte IP-Adressen werden beim Verbindungsaufbau mit einem Controller, bei abweichender Konfiguration, gelöscht.

Mit einem neuen Device bzw. nach „FactoryReset“-Kommando kann somit nicht über IP kommuniziert werden, da die IP-Adresse leer ist, ebenso ist es, wenn die IP-Adresse nicht remanent im Device gespeichert ist und vom Controller noch keine IP-Adresse vergeben wurde.

.Konfiguration des Prozessdatenkanals

.Verarbeitung der zyklischen Daten

Die interne Verarbeitung der E/A Daten erfolgt in einem eigenen, zu PROFINET® IO RT nicht synchronen, Takt.

.Standard-Prozessdatenkanal (nicht sicher)

Die zyklischen Daten im Standard-Prozessdatenkanal können durch den Anwender, entsprechend den Prozessanforderungen, frei konfiguriert werden.

.Konfigurationsliste zyklischer Datenkanal

Im Parameter "P-0-1050.x.6" werden die Parameter und damit die Struktur und Länge für die Prozess-Eingangs- und Ausgangsdaten (Device → Controller) abgebildet. Der Controller kann diese Konfiguration nutzen, um die einzelnen Echtzeitdaten im PROFINET® IO zu lokalisieren.

Im Parameter „P-0-1681.0.3“ wird die PROFINET® IO VendorID angezeigt.

Im Parameter „P-0-1681.0.4“ wird die PROFINET® IO DeviceID angezeigt.

Im Parameter „P-0-1683.0.2“ werden die PROFINET® IO (Sub)ModulIDs des Kommunikationsmoduls angezeigt:

Listenindex	Bedeutung/Wert	Slot	Subslot
0	ModulID des Kommunikationsmoduls (DAP)	0	-
1	SubmodulID des Kommunikationsmoduls	0	1
2	SubmodulID des Interfaces	0	0x8000
3	SubmodulID der Ports	0	0x8001/0x8002

.Gerätstammdateien für ctrlX DRIVE

Wie jedes andere PROFINET® IO Device muss auch der ctrlX DRIVE mit PROFINET® Führungskommunikation im PROFINET® IO Controller konfiguriert werden. Dazu wird die entsprechende Gerätstammdatei (GSDML) "GSDML-V2.4-Bosch Rexroth AG- ctrlXDRIVE -YYYYMMDD-hhmmss.xml" benötigt, die im Projekt eingebunden werden muss (dabei steht "YYYYMMDD-hhmmss" für das Erstellungsdatum/-zeit der GSDML-Datei, wobei die Zeit inklusive „-“, optional ist). Eine dieser GSDML-Dateien wird bei der Konfiguration des Bus-Controllers für jeden Teilnehmer benötigt.



Die jeweilige Gerätstammdatei unterstützt alle Hardware-Varianten und Funktionspaket-Freischaltungen.

Sie finden die passende ctrlX DRIVE PROFINET® Gerätbeschreibungen unter folgendem Link:

<https://www.boschrexroth.com/de/de/produkte/produktgruppen/elektrische-antriebe-und-steuerungen/ctrlx-automation/ctrlx-drive/servoantriebe>

Im ctrlX Drive Engineering liegen diese Dateien im Installationsverzeichnis unter C:\Program Files\Rexroth\ctrlX WORKS\DeviceDataSheets

Es stehen für die E/A-Daten verschiedene Module zur Verfügung. Jedes Modul kann nur Submodule für eine Richtung Produzent oder Konsument besitzen. In jeder Parametrierung gibt es bis zu 8 Module. Je Modul sind bis zu 15 Submodule/Parameter möglich.

Für die Submodule gibt es eine 1:1 Beziehung zwischen EIDN und SubmodulID und dadurch auch Struktur der Daten. Listenparameter werden immer mit der maximalen Länge verwendet, diese wird von der Firmware in die aktuelle Länge beim Zustandsübergang von PreOp nach SafeOp gesetzt.

Die Konfiguration des ctrlX DRIVE Devices und der Konfiguration im PROFINET® IO-Controller für das entsprechende Modul müssen übereinstimmen, ansonsten wird der Datenaustausch blockiert, als ungültig markiert und ein Fehler für jedes Submodul versendet welches in diesem Modul konfiguriert wurde.

Für ctrlX DRIVE sind die Daten in zwei Modulen (bei Einachs-Geräten), vier Modulen (bei Doppelachs-Geräten) angeordnet – jede Achse besitzt ein Eingangs-Modul und ein Ausgangs-Modul.

Jedes Modul kann entsprechend, ob Ein- oder Ausgang, passende Parameter als Submodule beinhalten.

Die Reihenfolge (Zuordnung der Module zu Ein-/Ausgängen der Achsen) ist in der GSDML festgelegt.

Slot 0: Kommunikationsmodul

Slot 1: Eingänge Achse 0

Slot 2: Ausgänge Achse 0

Slot 3: Reserviert Achse 0 (Safety Eingänge)

Slot 4: Reserviert Achse 0 (Safety Ausgänge)

Slot 5: Eingänge Achse 1

Slot 6: Ausgänge Achse 1

Slot 7: Reserviert Achse 1 (Safety Eingänge)

Slot 8: Reserviert Achse 1 (Safety Ausgänge)

Die Datentypen im Submodul entsprechen derjenigen der konfigurierten Parameter.

Abhängig vom ctrlX DRIVE-Modell werden, nach folgendem Schema, die Kommunikationsmodule (DAP) generiert, diese sind im Parameter P-0-1683.0.2 auslesbar.

Die ModulID für den DAP wird aus den ersten 4 ASCII-Bytes des Parameters **S-0-1300.0.5** gebildet, z. B. „XCD“ ergibt 0x58434400.

Die SubmodulID für den DAP ist immer 0x00000001.

Die InterfaceSubmodulID ist immer 0x00000002.

Die PortSubmodulIDs sind immer 0x00000003.

.Anzeige des Stations-/Gerätenamens/IP-Adresse/Geräteadresse

Der bei der Gerätetaufe vergebene Gerätename des Devices wird im Parameter "**P-0-4089.0.2**, FKM: Gerätename" angezeigt. Bei Tausch eines Geräts kann über diesen Parameter der Gerätename manuell eingestellt werden. Die bei der Projektierung an das Device remanent vergebenen IP-Einstellungen werden in folgenden Parametern angezeigt:

- **S-0-1020.0.0**, IP-Adresse
- **S-0-1021.0.0**, Netzwerk-Maske
- **S-0-1022.0.0**, Gateway-Adresse

Bei Konfiguration "temporäre Vergabe" (Vergabe durch den Controller im Hochlauf) wird die IP-Adresse "0.0.0.0" in den Parametern angezeigt.

.Kommunikations-Statemachine

Über die Module einer Instanz/Slave wird der gemeinsame Status gebildet – „keine Verbindung“ gegen „E/A-Verbindung aktiv“. Die folgende Abbildung zeigt die Zustände und Übergänge einer Instanz/Slaves und wie die Statemachine von PROFINET® an die Statemachine des Antriebs angebunden ist:

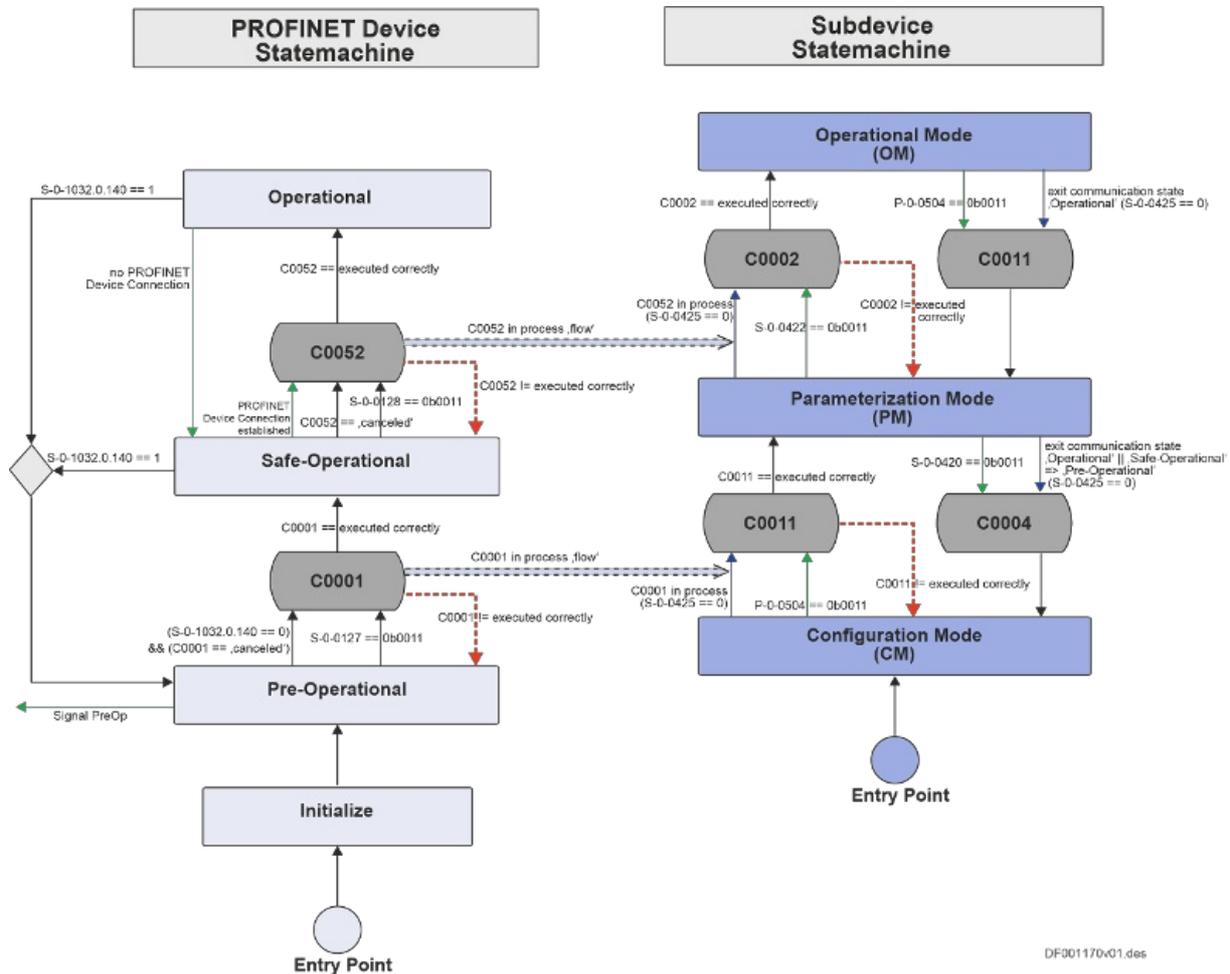


Abb. 88: PROFINET® IO Device State Machine

Zustand	Beschreibung
Initialize	Warten auf Ready-Meldung des Hosts – FRAM_Adapt_HostInitEnd
Pre-Operational	Evaluierung des Parameters S-0-1032.0.140 Bit 0 ob Weiterschaltung erlaubt Parametrieren des PN-Stacks Weiterschalten mit Kommando C0001
Safe-Operational	Warte auf PN-Verbindung (sichtbar am Ethernet über PN-Dienste) Weiterschalten mit Kommando C0052

Zustand	Beschreibung
Operational	Mindestens eine PN-Verbindung im Datenaustausch Sonst Rückfall in Safe-Operational

Über den Parameter **S-0-1032.0.140** wird die Statemachine in Pre-Operational zurückgezwungen, um den PN-Stack umzukonfigurieren.

.Rücksetzen auf Werkseinstellung

Beim Dienst „Rücksetzen auf Werkseinstellung“ werden der Stations-/Gerätename (**P-0-4089.0.2**) und die IP-Suite (**S-0-1020.0.0** bis **S-0-1022.0.0**) auf den Defaultwert (IP-Adresse und Gerätename werden gelöscht) zurückgesetzt sowie die Topologieinformationen und die I&M Daten 1-3 gelöscht.

.I&M-Parameterdaten

I&M-Funktionen sind in 15 unterschiedliche Blöcke unterteilt (I&M 0 ... 15). I&M 0-3 muss jedes zertifizierte Device unterstützen. In der Norm sind nur die Böcke 0-5 definiert.

Der I&M-Datensatz ist wie folgt definiert (nur lesen)

.Kommunikationsklasse

I&M Parameter (PI Guidline)	Beschreibung	Parameter
MANUFACTURER_ID	0x011F für Bosch-Rexroth	P-0-1681.0.3
ORDER_ID	OrderID	S-0-1300.0.11
SERIAL_NUMBER	SERIAL_NUMBER wird auf die Seriennummer des Gerätes gesetzt	S-0-1300.0.12
HARDWARE_REVISION	In der HARDWARE_REVISION wird die EPL-Version (Logicware-Version) des PROFINET® Kommunikationsmoduls angezeigt..	

I&M Parameter (PI Guidline)	Beschreibung	Parameter
SOFTWARE_REVISION	In SOFTWARE_REVISION wird der FW-Stand des PROFINET® Kommunikationsmoduls angezeigt char8: V (T falls Testversion bei Kunden evaluiert wird) us8: Major: Verbaute Majornummer us8: Minor: Verbaute Minornummer us8: Release: Verbaute Releasenummer	
REVISION_COUNTER	Initial 0, erhöht bei jedem Schreibzugriff auf I&M 1-3, bei Überlauf wird 0 übergangen	P-0-1680.0.1
PROFILE_ID	Generic Device: 0	
PROFILE_SPECIFIC_TYPE	Generic Device: 0	
IM_VERSION	Implementierte Version der I&M-Funktionen: 2.1	
IM_SUPPORTED	Es wird nur I&M 0-3 somit unterstützt: 0x1E	

Der I&M1-Datensatz ist wie folgt definiert (lesen und schreiben):

I&M Parameter (PI Guidline)	Beschreibung	Parameter
TAG_FUNCTION	Funktion des Gerätes 32 Bytes druckbare Zeichen	P-0-1680.0.2
TAG_LOCATION	Ort des Gerätes 22 Bytes druckbare Zeichen	P-0-1680.0.3

Der I&M2-Datensatz ist wie folgt definiert (lesen und schreiben):

I&M Parameter (PI Guidline)	Beschreibung	Parameter
--------------------------------	--------------	-----------

I&M Parameter (PI Guidline)	Beschreibung	Parameter
INSTALLATION_DATE	Datum im Format YYYY-MM-DD hh:mm wobei hh:mm optional ist	P-0-1680.0.4

Der I&M3-Datensatz ist wie folgt definiert (lesen und schreiben):

I&M Parameter (PI Guidline)	Beschreibung	Parameter
DESCRIPTOR	Beschreibung des Gerätes 54 Bytes druckbare Zeichen	P-0-1680.0.5

Die I&M-Parameterdaten sind Gerätedaten. D. h. beim ctrlX DRIVE werden für alle Subslots identische I&M-Parameterdaten zurückgeliefert. Die I&M 0-3 Daten können über den genormten Index 0xAFF0-0xAFF3 ausgelesen werden und die I&M 1-3 Daten über den gleichen Index aber nur in Slot 0 Subslot 0x0001 geschrieben werden.