

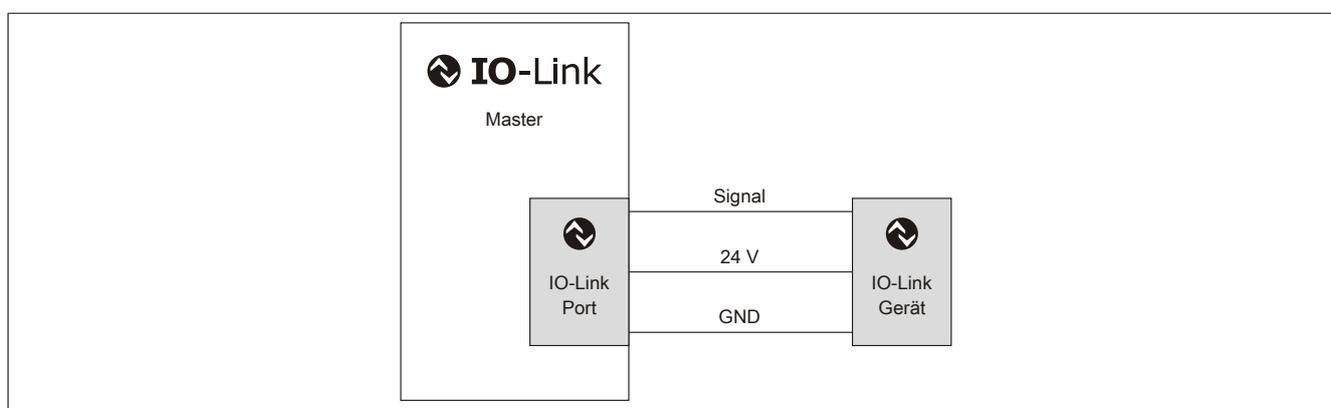
X20DS4387

1 Allgemeines

IO-Link ist ein standardisiertes Kommunikationssystem zur Anbindung intelligenter Sensoren und Aktoren an ein Automatisierungssystem. Die Standardisierung umfasst dabei sowohl die elektrischen Anschlussdaten als auch ein digitales Kommunikationsprotokoll, über das die Sensoren und Aktoren mit dem Automatisierungssystem in Datenaustausch treten.

Ein IO-Link-System besteht aus einem IO-Link Master und einem oder mehreren IO-Link Geräten, also Sensoren oder Aktoren. Der IO-Link Master stellt die Schnittstelle zur überlagerten Steuerung zur Verfügung und steuert die Kommunikation mit den angeschlossenen IO-Link Geräten.

Ein IO-Link Gerät ist ein intelligenter Sensor oder Aktor. Intelligenter heißt im Hinblick auf IO-Link, dass ein Gerät z. B. eine Seriennummer oder Parameterdaten (Empfindlichkeiten, Schaltverzögerungen oder Kennlinien) besitzt, die über das IO-Link Protokoll lesbar bzw. schreibbar sind.



Prozessoptimierung

Der Einsatz intelligenter Sensoren und Aktoren trägt zur Prozessoptimierung bei. Prozessoptimierung heißt, Stillstandszeiten möglichst kurz zu halten. Diese setzen sich hauptsächlich aus Stillständen im Fehlerfall und Rüstzeiten zusammen.

Durchgängige Kommunikation bis in die IO-Link Geräte bietet bei der Fehlerdiagnose viele Vorteile. Fehler werden wesentlich schneller gefunden als bisher. Stellt man fest, dass ein Sensor oder Aktor ausgetauscht werden muss, entfallen nach dem Wechsel langwierige Einstellarbeiten mit Hilfe eines Potentiometers oder mittels Parametriertool und Laptop. Nach dem Sensor- oder Aktorwechsel werden die Parameter automatisch an den Sensor übermittelt.

Dieser Parameterdownload ist aber nicht nur im Fehlerfall nutzbar. Sinnvoll kann er auch zur Umparametrierung bei Chargenwechsel verwendet werden. Damit reduzieren sich Rüstzeiten - Produktwechsel und damit kleinste Losgrößen werden wirtschaftlicher.

Einbindung von IO-Link ins X20 System

Im X20 System wird IO-Link mit diesem Digitalmodul integriert. Alle 4 Kanäle sind IO-Link Schnittstellen, können aber auch wahlweise als Standard Ein- oder Ausgänge genutzt werden. Durch die X20 Klemmentechologie mit 12 Klemmpunkten pro Modul kann die spezifizierte 3-Leiter Verbindung ideal ausgeführt werden. Ebenso werden alle spezifizierten Übertragungsraten unterstützt.

POWERLINK Integration

IO-Link endet nicht am I/O-Modul. Um die Vorteile durchgängig nutzen zu können, ist die Integration in das übergeordnete Bussystem unbedingt notwendig. Bei POWERLINK wird der Zugang über Gerätebeschreibungsdateien im XML-Format realisiert.

- 4 IO-Link Schnittstellen pro Modul
- Jede Schnittstelle als Standard Ein- oder Ausgang konfigurierbar
- Nahtlos integriert in POWERLINK
- Unterstützt alle Übertragungsraten

2 Bestelldaten

Bestellnummer	Kurzbeschreibung	Abbildung
	Sonstige Funktionen	
X20DS4387	X20 Digitales Signalmodul, 4x IO-Link Master, 4 digitale Kanäle wahlweise als Ein- oder Ausgang parametrierbar, 3-Leitertechnik	
	Erforderliches Zubehör	
	Busmodule	
X20BM11	X20 Busmodul, 24 VDC codiert, interne I/O-Versorgung durchverbunden	
X20BM15	X20 Busmodul, mit Knotennummernschalter, 24 VDC codiert, interne I/O-Versorgung durchverbunden	
	Feldklemmen	
X20TB12	X20 Feldklemme, 12-polig, 24 VDC codiert	

Tabelle 1: X20DS4387 - Bestelldaten

3 Technische Daten

Bestellnummer	X20DS4387
Kurzbeschreibung	
I/O-Modul	IO-Link Master mit 4 IO-Link Schnittstellen
Allgemeines	
B&R ID-Code	0xA38E
Statusanzeigen	IO-Link, Betriebszustand, Modulstatus
Diagnose	
Modul Run/Error	Ja, per Status-LED und SW-Status
IO-Link Betriebszustand	Ja, per Status-LED und SW-Status
C/Q-Status	Ja, per Status-LED und SW-Status
Kabelspezifikation	
Kabeltyp	3-poliges Standard Sensorkabel
Kabellänge	max. 20 m
Leitungskapazität	max. 3 nF
Schleifenwiderstand	max. 6 Ω
Leistungsaufnahme	
Bus	0,01 W
I/O-intern	1,6 W
Zusätzliche Verlustleistung durch Aktoren (ohmsch) [W]	-
Zulassungen	
CE	Ja
KC	Ja
EAC	Ja
UL	cULus E115267 Industrial Control Equipment
HazLoc	cCSAus 244665 Process Control Equipment for Hazardous Locations Class I, Division 2, Groups ABCD, T5
ATEX	Zone 2, II 3G Ex nA nC IIA T5 Gc IP20, Ta (siehe X20 Anwenderhandbuch) FTZÚ 09 ATEX 0083X
Sensor-/Aktorversorgung	
Spannung	I/O-Versorgung abzüglich Spannungsabfall am Kurzschlusschutz
Spannungsabfall am Kurzschlusschutz bei 0,3 A	max. 1 VDC
Leistungsaufnahme kurzschlussfest	max. 9 W pro Schnittstelle Ja
IO-Link im Master-Modus	
Übertragungsraten	
COM1	4,8 kBaud
COM2	38,4 kBaud
COM3	230,4 kBaud
Grenzwerte für COM3	
max. Anschlusskapazität	47 nF (Kabel + Gerät)
max. Last	100 Ω / 0,3 A
Datenformat	1 Startbit, 8 Datenbits, 1 Paritybit (even), 1 Stoppbit
Buspegel	24 VDC (aktiv), 0 VDC (Ruhepegel)
Versorgung IO-Link Gerät	24 VDC / max. 0,3 A pro Schnittstelle (abgesichert)

Tabelle 2: X20DS4387 - Technische Daten

Bestellnummer	X20DS4387
IO-Link im Master-Modus oder im SIO-Modus "digitaler Ausgang"	
Ausführung	Bipolar, plus- und minus-schaltend
Diagnose	Ausgangsüberwachung mit 100 ns Verzögerung und interner Schutz des Halbleiters mit 100 µs Verzögerung
Kurzschlussspitzenstrom	<1,5 A
Restspannung	<1,5 VDC bei Nennstrom 0,2 A
Schaltspannung	I/O-Versorgung abzüglich Spannungsabfall am Kurzschlusschutz und Halbleiterschalter
Spannungsabfall am Halbleiterschalter	max. 1,5 VDC bei 0,2 A
Schaltfrequenz	typ. 25 kHz 300 kHz im IO-Link Mastermodus
Schaltverzögerung	
0 -> 1	<10 µs
1 -> 0	<10 µs
Einschaltung bei Überlastabschaltung bzw. Kurzschlussabschaltung	ca. 10 ms (abhängig von der Modultemperatur)
Bremsspannung beim Abschalten induktiver Lasten	typ. 52 VDC
Isolationsspannung zwischen IO-Link und Bus	500 V _{eff}
IO-Link im SIO-Modus "digitaler Ausgang"	
Nennspannung	24 VDC
Ausgangsnennstrom	0,2 A
Summennennstrom	0,4 A
Ausgangsbeschaltung	Sink oder Source
Ausgangsschutz	Thermische Abschaltung bei Überstrom oder Kurzschluss, integrierter Schutz zum Schalten von Induktivitäten
Aktorversorgung	24 VDC / max. 0,3 A pro Schnittstelle (abgesichert)
IO-Link im SIO-Modus "digitaler Eingang"	
Nennspannung	24 VDC
Eingangsfiler	
Hardware	100 ns
Software	-
Eingangsbeschaltung	Sink
Sensorversorgung	24 VDC / max. 0,3 A pro Schnittstelle (abgesichert)
Eingangsspannung	24 VDC -15% / +20%
Eingangsstrom bei 24 VDC	typ. 5 mA
Eingangswiderstand	typ. 4,8 kΩ
Schaltswellen	
Low	<8 VDC
High	>13 VDC
Isolationsspannung zwischen IO-Link und Bus	500 V _{eff}
Elektrische Eigenschaften	
Potenzialtrennung	Bus zu IO-Link getrennt IO-Link zu IO-Link nicht getrennt
Einsatzbedingungen	
Einbaulage	
waagrecht	Ja
senkrecht	Ja
Aufstellungshöhe über NN (Meeresspiegel)	
0 bis 2000 m	Keine Einschränkung
>2000 m	Reduktion der Umgebungstemperatur um 0,5°C pro 100 m
Schutzart nach EN 60529	IP20
Umgebungsbedingungen	
Temperatur	
Betrieb	
waagrechte Einbaulage	0 bis 55°C
senkrechte Einbaulage	0 bis 45°C
Derating	-
Lagerung	-25 bis 70°C
Transport	-25 bis 70°C
Luftfeuchtigkeit	
Betrieb	5 bis 95%, nicht kondensierend
Lagerung	5 bis 95%, nicht kondensierend
Transport	5 bis 95%, nicht kondensierend
Mechanische Eigenschaften	
Anmerkung	Feldklemme 1x X20TB12 gesondert bestellen Busmodul 1x X20BM11 gesondert bestellen
Rastermaß	12,5 ^{+0,2} mm

Tabelle 2: X20DS4387 - Technische Daten

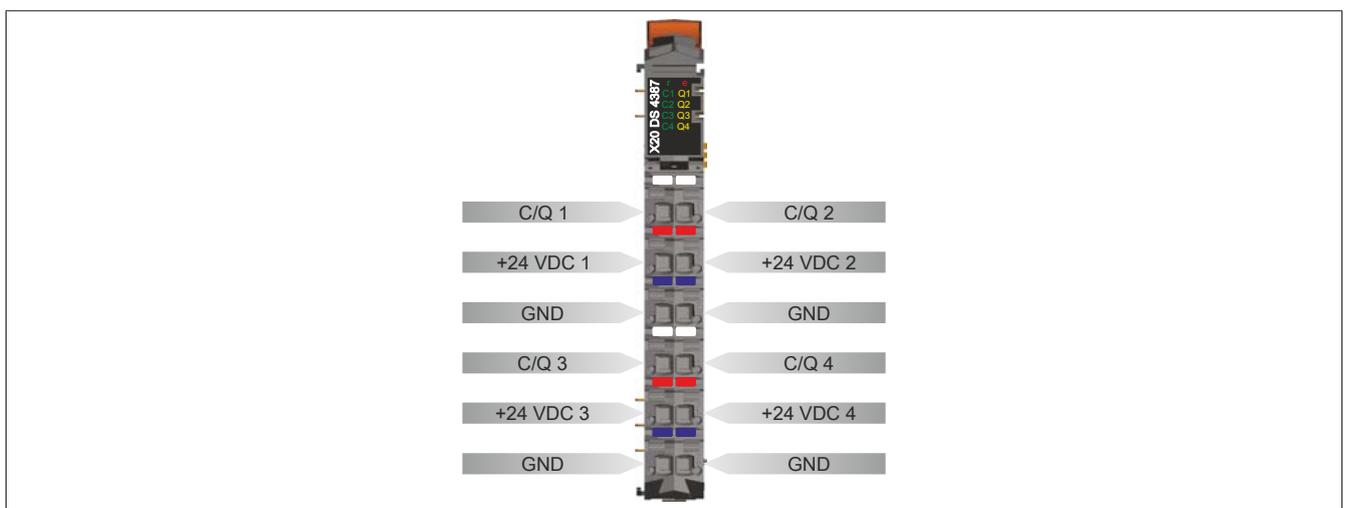
4 Status LEDs

Für die Beschreibung der verschiedenen Betriebsmodi siehe X20 System Anwenderhandbuch, Abschnitt "Zusätzliche Informationen - Diagnose-LEDs".

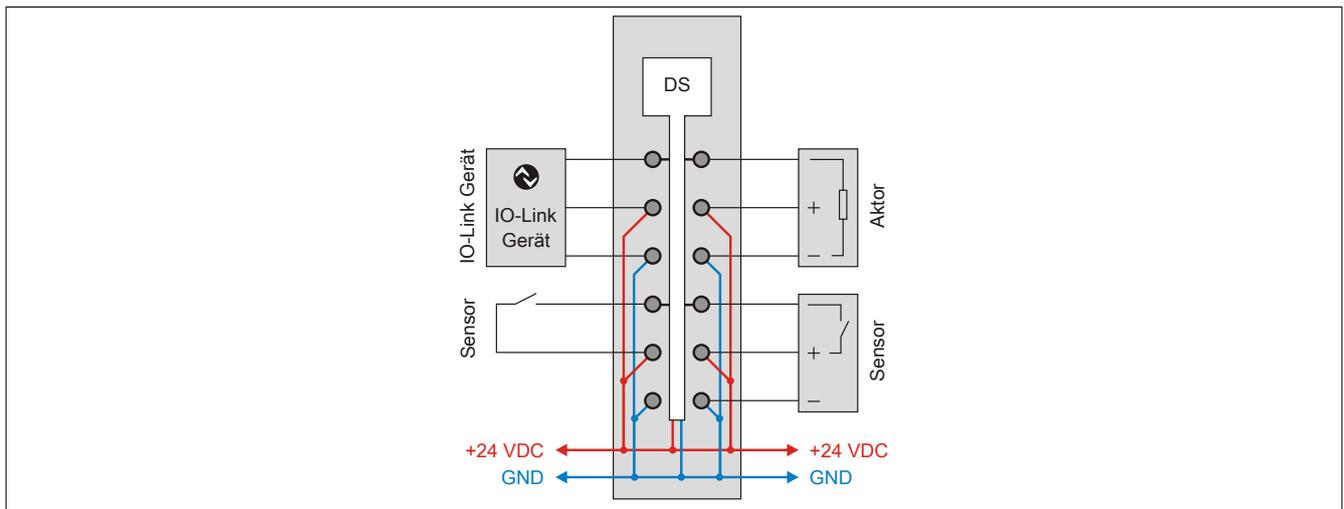
Abbildung	LED	Farbe	Status	Beschreibung
	r	Grün	Aus	Modul nicht versorgt
			Single Flash	Modus RESET
			Double Flash	Modus BOOT (während Firmware-Update) ¹⁾
			Blinkend	Modus PREOPERATIONAL
			Ein	Modus RUN
	e	Rot	Aus	Modul nicht versorgt oder alles in Ordnung
			Single Flash	Warnung/Fehler einer IO-Link Schnittstelle
	C1 - C4	Grün / rot	Aus	Schnittstelle im SIO-Modus
			Grün	Schnittstelle im IO-Link Modus
			Rot	Ausgang überlastet (Kurzschluss, Temperatur)
	Q1 - Q4	Orange		Ein-/Ausgangszustand der korrespondierenden IO-Link Schnittstelle

1) Je nach Konfiguration kann ein Firmware-Update bis zu mehreren Minuten benötigen.

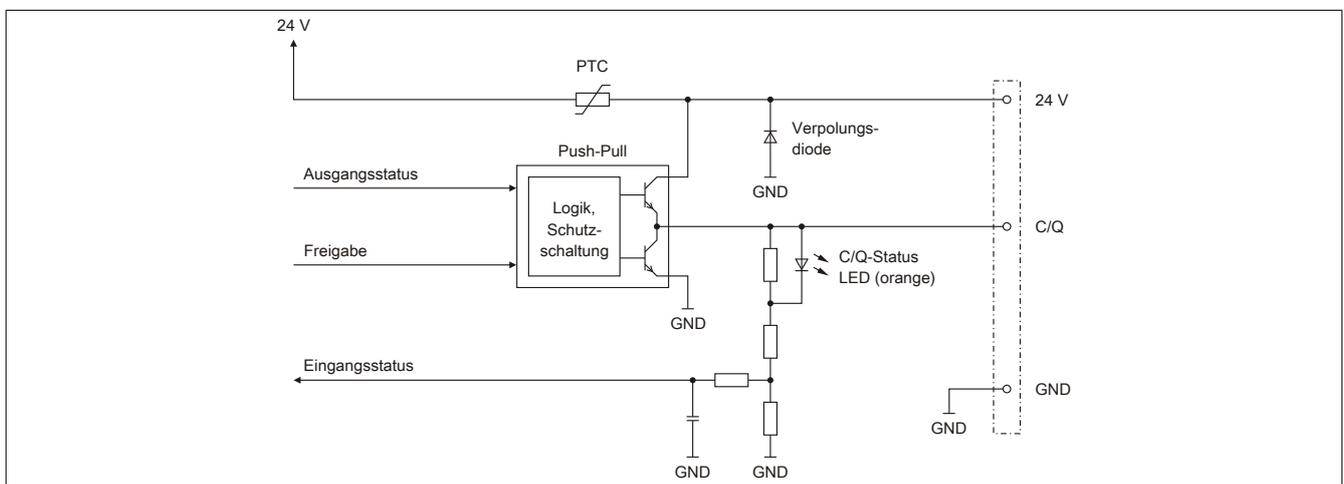
5 Anschlussbelegung



6 Anschlussbeispiel



7 Ausgangsschema



8 Registerbeschreibung

8.1 Allgemeine Datenpunkte

Neben den in der Registerbeschreibung beschriebenen Registern verfügt das Modul über zusätzliche allgemeine Datenpunkte. Diese sind nicht modulspezifisch, sondern enthalten allgemeine Informationen wie z. B. Seriennummer und Hardware-Variante.

Die allgemeinen Datenpunkte sind im X20 System Anwenderhandbuch, Abschnitt "Zusätzliche Informationen - Allgemeine Datenpunkte" beschrieben.

8.2 Funktionsmodell 0 - Standard

Register	Bezeichnung	Datentyp	Lesen		Schreiben	
			Zyklisch	Azyklisch	Zyklisch	Azyklisch
Schnittstellenbetrieb						
321 + (N-1) * 256	Control0N (Index N = 1 bis 4)	USINT				•
323 + (N-1) * 256	StatusEvents0N (Index N = 1 bis 4)	U(S)INT	•			
328 + (N-1) * 256	CycleLength0N (Index N = 1 bis 4)	UINT	•			
342 + (N-1) * 256	DeviceId0N (Index N = 1 bis 4)	UDINT	•			
336 + (N-1) * 256	FunctionId0N (Index N = 1 bis 4)	UINT	•			
332 + (N-1) * 256	VendorId0N (Index N = 1 bis 4)	UINT	•			
255 + N	DataIn01_N (Index N = 01 bis 27)	USINT	•			
511 + N	DataIn02_N (Index N = 01 bis 27)	USINT	•			
767 + N	DataIn03_N (Index N = 01 bis 27)	USINT	•			
1023 + N	DataIn04_N (Index N = 01 bis 27)	USINT	•			
255 + N	DataOut01_N (Index N = 01 bis 30)	USINT			•	
511 + N	DataOut02_N (Index N = 01 bis 30)	USINT			•	
767 + N	DataOut03_N (Index N = 01 bis 30)	USINT			•	
1023 + N	DataOut04_N (Index N = 01 bis 30)	USINT			•	
SIO-Modus						
356 + (N-1) * 256	ChInpufilter0N (Index N = 1 bis 4)	USINT				•
256 + (N-1) * 256	Digitale Eingänge DigitalInput0N (Index N = 1 bis 4)	USINT Bit 0	•			
256 + (N-1) * 256	Digitale Ausgänge DigitalOutput0N (Index N = 1 bis 4)	USINT Bit 0			•	
Hochlaufparametrierung						
14852 + N*8	ODW_Data_N (Index N = 0 bis 127)	UDINT				•
14848 + N*8	ODW_Target_N (Index N = 0 bis 127)	UDINT				•
Laufzeitparametrierung						
7680	ParameterCtrlIn	UINT	•			
7680	ParameterCtrlOut	UINT			•	
7684	ParameterCmdIn	UDINT		•		
7684	ParameterCmdOut	UDINT			•	
7688 + N*4	ParameterDataIn_N (Index N = 0 bis 57)	UDINT	• ¹⁾	•		
7688 + N*4	ParameterDataOut_N (Index N = 0 bis 57)	UDINT			• ¹⁾	•
Fehler und Warnungen						
325 + (N-1) * 256	ErrorsWarnings0N (Index N = 1 bis 4)	USINT	•			
IO-Link Ereignisse						
7937	EventPortSeq	USINT	•			
7939	EventQualifier	USINT	•			
7942	EventCode	UINT	•			
7952	EventQuit	USINT			•	

1) Nur Parameter mit Index = 0

8.3 Funktionsmodell 256 - Bus Controller

Register	Offset ¹⁾	Bezeichnung	Datentyp	Lesen		Schreiben	
				Zyklisch	Azyklisch	Zyklisch	Azyklisch
Schnittstellenbetrieb							
321 + (N-1) * 256	-	Control0N (Index N = 1 bis 4)	USINT				•
323 + (N-1) * 256	4 + (N-1) * 8	StatusEvents0N (Index N = 1 bis 4)	USINT	•			
328 + (N-1) * 256	-	CycleLength0N (Index N = 1 bis 4)	UINT		•		
342 + (N-1) * 256	-	DeviceId0N (Index N = 1 bis 4)	UDINT		•		
336 + (N-1) * 256	-	FunctionId0N (Index N = 1 bis 4)	UINT		•		
332 + (N-1) * 256	-	VendorId0N (Index N = 1 bis 4)	UINT		•		
255 + N	N - 1	DataIn01_N (Index 0N = 1 bis 4)	USINT	•			
511 + N	7 + N	DataIn02_N (Index 0N = 1 bis 4)	USINT	•			
767 + N	15 + N	DataIn03_N (Index 0N = 1 bis 4)	USINT	•			
1023 + N	23 + N	DataIn04_N (Index 0N = 1 bis 4)	USINT	•			
255 + N	N - 1	DataOut01_0N (Index N = 1 bis 4)	USINT			•	
511 + N	3 + N	DataOut02_0N (Index N = 1 bis 4)	USINT			•	
767 + N	7 + N	DataOut03_0N (Index N = 1 bis 4)	USINT			•	
1023 + N	11 + N	DataOut04_0N (Index N = 1 bis 4)	USINT			•	
SIO-Modus							
356 + (N-1) * 256	-	ChInputFilter0N (Index N = 1 bis 4)	USINT				•
256 + (N-1) * 256	(N-1) * 8	Digitale Eingänge DigitalInput0N (Index N = 1 bis 4)	USINT Bit 0	•			
256 + (N-1) * 256	(N-1) * 4	Digitale Ausgänge DigitalOutput0N (Index N = 1 bis 4)	USINT Bit 0			•	
Hochlaufparametrierung							
14852 + N*8	-	ODW_Data_N (Index N = 0 bis 127)	UDINT				•
14848 + N*8	-	ODW_Target_N (Index N = 0 bis 127)	UDINT				•
Laufzeitparametrierung							
7680	-	ParameterCtrlIn	UINT		•		
7680	-	ParameterCtrlOut	UINT				•
7684	-	ParameterCmdIn	UDINT		•		
7684	-	ParameterCmdOut	UDINT				•
7688 + N*4	-	ParameterDataIn_N (Index N = 0 bis 57)	UDINT		•		
7688 + N*4	-	ParameterDataOut_N (Index N = 0 bis 57)	UDINT				•
Fehler und Warnungen							
325 + (N-1) * 256	5 + (N-1) * 8	ErrorsWarnings0N (Index N = 1 bis 4)	USINT	•			
IO-Link Ereignisse							
7937	-	EventPortSeq	USINT		•		
7939	-	EventQualifier	USINT		•		
7942	-	EventCode	UINT		•		
7952	-	EventQuit	USINT				•

1) Der Offset gibt an, wo das Register im CAN-Objekt angeordnet ist.

8.3.1 Verwendung des Moduls am Bus Controller

Das Funktionsmodell 254 "Bus Controller" wird defaultmäßig nur von nicht konfigurierbaren Bus Controllern verwendet. Alle anderen Bus Controller können, abhängig vom verwendeten Feldbus, andere Register und Funktionen verwenden.

Für Detailinformationen siehe X20 Anwenderhandbuch (ab Version 3.50), Abschnitt "Zusätzliche Informationen - Verwendung von I/O-Modulen am Bus Controller".

8.3.2 CAN-I/O Bus Controller

Das Modul belegt an CAN-I/O 2 analoge logische Steckplätze.

8.4 Beschränkungen

Das IO-Modul bietet umfangreiche Funktions- und Parametrierungsmöglichkeiten. Für einen Großteil dieser Möglichkeiten werden zur Ausführung zyklische Daten benötigt. Die erforderlichen zyklischen Datenmengen hängen dabei von folgenden Parametern ab:

- Anzahl der belegten Schnittstellen
- Verwendung von Ereignissen
- Laufzeitparametrierung in den zyklischen Daten

Zu beachten ist, dass die Menge der zur Verfügung stehenden zyklischen Daten für jedes im System verwendete IO-Modul begrenzt ist:

Summe der Eingangsdaten:	29 Bytes
Summe der Ausgangsdaten:	30 Bytes

Laufzeitparametrierung und Ereignisse

Sofern aktiviert, werden pro IO-Modul für Laufzeitparametrierung und Ereignisse folgende zyklische Datenmengen benötigt:

Aktivierte Funktion	Eingang	Ausgang
Laufzeitparametrierung in den zyklischen Daten	6	10
Ereignisse	4	1

Schnittstellendaten

Für jede verwendete Schnittstelle werden die folgenden zyklischen Datenmengen benötigt:

Funktionalität	Betriebszustand							
	OPERATE		DIGINPUT		DIGOUTPUT		INACTIVE	
	Eingang	Ausgang	Eingang	Ausgang	Eingang	Ausgang	Eingang	Ausgang
Nutzdaten	0 bis 27 ¹⁾	0 bis 30 ¹⁾	1	-	-	1	-	-
Statusinformationen	2	-	2	-	2	-	-	-

1) Anwenderkonfigurierbar

8.5 Schnittstellenbetrieb

8.5.1 Kommunikationsmodus

Name:

Control01 bis Control04

Durch Schreiben auf dieses Register wird der gewünschte Zustand des IO-Link Geräts vorgegeben. Mittels dieses Register kann vorgegeben werden, ob das IO-Link Gerät im "normalen" Kommunikationsmodus (OPERATE), als digitaler Eingang (DIGINPUT), oder als digitaler Ausgang (DIGOUTPUT) betrieben werden soll.

Das Umschalten in den SIO-Modus kann bei IO-Link Geräten Sinn machen, die nur digitale Informationen übertragen (z. B. Lichtschranke) aber nach der Grundkonfiguration schneller sein wollen, als es der "normale" Kommunikationsmodus zulässt. Eine Parameterkonfiguration des Objektverzeichnisses kann auch im SIO-Modus erfolgen.

Um eine Schnittstelle zu deaktivieren, ist INACTIV zu verwenden.

Datentyp	Werte	Bus Controller Default
USINT	Siehe Bitstruktur	10

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0 - 3	Kommunikationsmodus	0	INACTIV
		1	DIGINPUT
		2	DIGOUTPUT
		10	OPERATE (Bus Controller Default)
4 - 7	Reserviert	-	

8.5.2 Betriebszustand

Name:

StatusEvents01 bis StatusEvents04

In diesem Register wird der Istzustand der Kommunikation zwischen dem Modul und dem IO-Link Gerät abgebildet. Zusätzlich werden in diesem Register auch die Anzahl der vom IO-Link Gerät ausgelesenen Ereignisse mitgezählt.

Datentyp	Werte
USINT ¹⁾	Siehe Bitstruktur
UINT	

1) Im Funktionmodell Bus Controller oder Funktionmodell Standard, wenn Kommunikationsmodus = INACTIV

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0 - 3	Zustand des IO-Link Geräts	x	Siehe Tabelle unten
4 - 7 bzw. 15	Eventzähler vom jeweiligen IO-Link Gerät	x	

Zustand des IO-Link Geräts

Wert	Kürzel	Beschreibung
0	INACTIVE	Schnittstelle ist inaktiv: Keine Kommunikation und keine Signalaus- oder -eingabe. Dieser Zustand wird nicht selbsttätig verlassen.
1	DIGINPUT	SIO-Eingangsmodus: Die Schnittstelle verhält sich wie ein digitaler Eingang
2	DIGOUTPUT	SIO-Ausgangsmodus: Die Schnittstelle verhält sich wie ein digitaler Ausgang
4	ESTABLISHCOMM	Verbindung zum IO-Link Gerät wird hergestellt. Wenn kein Gerät gefunden wird, dann bleibt dieser Zustand dauerhaft anstehend.
5	INITMASTER	Aufeinanderfolgende Zustände, die während des Hochlaufs und der Parametrierung eines IO-Link Gerätes durchlaufen werden.
6	INITDEVICE	
7	INITOPERATE	
8	PREOPERATE	
9	READYTOOPERATE	Warten auf gültige Daten vom IO-Link Gerät. Dieser Zustand kann von OPERATE aus eingenommen werden, wenn das Gerät während des Betriebs meldet, dass es keine gültigen Daten mehr schicken kann.
10	OPERATE	Kommunikation mit dem IO-Link Gerät über serielles Protokoll. Es werden gültige Daten ausgetauscht.
11	COMSTOP	Die IO-Link Schnittstelle wird neu initialisiert. Als nächstes wird der Zustand ESTABLISHCOMM eingenommen.
12	FALLBACK	Zur Umschaltung in den SIO-Modus
13	STARTUP	Neustart des IO-Link Gerätes
14	SIO	Umschalten in den SIO-Modus

Grau hinterlegte Zustände werden dauerhaft angenommen, alle anderen sind Zwischenzustände. Eine Ausnahme ist der Zustand ESTABLISHCOMM (4): Dieser Zustand wird dauerhaft eingenommen, wenn kein Gerät angeschlossen ist.

Die Eingangsdaten für eine IO-Link Schnittstelle sind lebende Werte vom IO-Link Gerät, wenn einer der Zustände DIGINPUT, DIGOUTPUT oder OPERATE erreicht ist. In Fehlersituationen können diese Zustände auch wieder verlassen werden. Bei schwerwiegenden Fehlern wird das Gerät neu gestartet, das heißt, der Zustand fällt zurück nach ESTABLISHCOMM. Eine andere Möglichkeit ist, dass im Zustand OPERATE keine neuen Daten mehr vom Gerät gelesen werden können, in diesem Fall wird im Zustand READYTOOPERATE auf Daten gewartet.

Während des ersten Hochlaufs liefert das Modul den Wert 0 für die Eingänge einer IO-Link Schnittstelle. Werden die Zustände DIGINPUT, DIGOUTPUT oder OPERATE verlassen, so werden die Eingänge auf den zuletzt gelesenen Wert eingefroren und erst dann wieder verändert, wenn wieder gültige Daten vom Gerät gelesen werden können.

8.5.3 Länge des IO-Zyklus

Name:

CycleLength01 bis CycleLength04

Dieser Wert in diesem Register gibt an wieviele X2X Zyklen ein vollständiger Update der IO-Link Prozessdaten an der jeweiligen Schnittstelle benötigt.

Das Modul wählt pro Schnittstelle für das angeschlossene IO-Link Gerät automatisch die bestmögliche IO-Link Zykluszeit. Diese ist immer ein Vielfaches der X2X Zykluszeit. Die Zykluszeiten der 4 IO-Link Schnittstellen sind unabhängig voneinander.

Datentyp	Werte
UINT	0 bis 65.535

8.5.4 Geräteerkennung

Name:

DeviceID01 bis DeviceID04

Dieses Register enthält die vom Hersteller vergebene IO-Link Geräteerkennung. Die Geräteerkennung kann für jede IO-Link Schnittstelle ausgelesen werden.

Datentyp	Werte
UDINT	0 bis 4.294.967.295

8.5.5 Funktionserkennung

Name:

FunctionID01 bis FunctionID04

Dieses Register enthält die vom Hersteller vergebene IO-Link Funktionserkennung. Die Funktionserkennung kann für jede IO-Link Schnittstelle ausgelesen werden.

Datentyp	Werte
UINT	0 bis 65.535

8.5.6 Kennung des Geräteherstellers

Name:

VendorID01 bis VendorID04

Dieses Register enthält die vom Kennung des IO-Link Geräteherstellers. Die Kennung kann für jede IO-Link Schnittstelle ausgelesen werden.

Datentyp	Werte
UINT	0 bis 65.535

8.5.7 Zyklische Eingangsdaten

Name:

DataIn01_01 bis DataIn01_27 (Funktionsmodell Bus Controller: bis xx01_04)

...

DataIn04_01 bis DataIn04_27 (Funktionsmodell Bus Controller: bis xx04_04)

Diese Register enthalten die zyklische Eingangsdaten der jeweiligen Schnittstelle.

Datentyp	Werte
USINT	0 bis 255

8.5.8 Zyklische Ausgangsdaten

Name:

DataOut01_01 bis DataOut01_30 (Funktionsmodell Bus Controller: bis xx01_04)

...

DataOut04_01 bis DataOut04_30 (Funktionsmodell Bus Controller: bis xx04_04)

Diese Register enthalten die zyklische Ausgangsdaten der jeweiligen Schnittstelle.

Datentyp	Werte
USINT	0 bis 255

8.6 SIO-Modus

Im SIO-Modus kann die IO-Link Schnittstelle wie ein digitaler Ein- oder Ausgang verwendet werden. Um den SIO-Modus zu aktivieren, muss der Betriebszustand im Register "Control0x" auf Seite 8 auf DIGINPUT bzw. DIGOUTPUT gesetzt werden. Im SIO-Modus ist keine Laufzeitparametrierung möglich, die Hochlaufparametrierung kann aber verwendet werden.

8.6.1 Digitaler Eingangfilter

Name:

ChInputFilter01 bis ChInputFilter04

Bei Betrieb als digitaler Eingang kann in diesem Register eine Filterzeit konfiguriert werden. Gültige Werte für die Filterzeit sind 0 und 2 bis 250. Ein Wert von 0 deaktiviert den Filter, andere Werte geben die Filterzeit als Vielfaches von 0,1 ms an.

Datentyp	Werte	Filter
USINT	0	Kein Softwarefilter
	2	0,2 ms

	10	1 ms (Bus Controller Default)

	250	25 ms - höhere Werte werden auf diesen Wert begrenzt

8.6.2 Digitale Eingänge

Name:

DigitalInput01 bis DigitalInput04

In diesen Registern werden die Eingangszustände der digitalen Eingänge für jeden Kanal einzeln abgebildet.

Datentyp	Werte
USINT	Siehe Bitstruktur

Bit	Bezeichnung	Wert	Information
0	DigitalInput0x	0 oder 1	Eingangszustand Digitaleingang x
1 - 7	Reserviert	-	

8.6.3 Digitale Ausgänge

Name:

DigitalOutput01 bis DigitalOutput04

In diesen Registern werden die Ausgangszustände der digitalen Ausgänge für jeden Kanal einzeln abgebildet.

Datentyp	Werte
USINT	Siehe Bitstruktur

Bit	Bezeichnung	Wert	Information
0	DigitalOutput0x	0	Digitalausgang x rückgesetzt
		1	Digitalausgang x gesetzt
1 - 7	Reserviert	-	

8.7 Parameter

IO-Link Geräte können Anwenderparameter zur Verfügung stellen. Für den Zugriff auf diese Parameter stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- "Hochlaufparametrierung" auf Seite 12
- "Laufzeitparametrierung" auf Seite 12

8.7.1 Hochlaufparametrierung

Die vom Anwender vorgegebenen Werte werden im Hochlauf (oder bei Anschluss des IO-Link Gerätes) übertragen. Pro IO-Link Schnittstelle können bis zu 32 Parameterwerte vorgegeben werden. Es werden 1, 2 oder 4 Byte Parameter unterstützt.

Die Hochlaufparametrierung kann in den Betriebszuständen OPERATE, DIGINPUT und DIGOUTPUT verwendet werden.

Für Parameter, die im Hochlauf gesetzt werden sollen, sind folgende Angaben notwendig:

Name	Wertebereich	Beschreibung
Index	0 bis 65535	Index des Parameters nach Angaben des Geräteherstellers
Subindex	0 bis 255	Subindex des Parameters nach Angaben des Geräteherstellers
Länge	1, 2, 4	Länge der Daten in Bytes
Daten	0 bis 4.294.967.295	Zu schreibende Daten. Bei 1 oder 2 Byte Parametern werden nur die niederwertigen Bytes verwendet.

8.7.2 Laufzeitparametrierung

Die Laufzeitparametrierung kann auch nach dem Hochlauf des IO-Link Gerätes erfolgen. Es können Parameter gelesen und geschrieben werden.

Die Laufzeitparametrierung kann in den zyklischen Daten oder durch azyklische Kommunikation (Funktionsbausteine AsIOAccRd und AsIOAccWr) geschehen.

Laufzeitparametrierung steht nur für Schnittstellen im Betriebszustand OPERATE zur Verfügung.

Für den Zugriff auf Parameter sind folgende Angaben notwendig:

Name	Wertebereich	Beschreibung
Schnittstelle	0, 1, 2, 3	Adressierte Schnittstelle des Moduls
Sequenznummer	0 bis 15	Durch Änderung wird ein neuer Auftrag erkannt. In der Rückmeldung wird die Sequenznummer identisch auf den Wert der Anforderung gesetzt.
Index	0 bis 65535	Index des Parameters nach Angaben des Geräteherstellers.
Subindex	0 bis 255	Subindex des Parameters nach Angaben des Geräteherstellers.
Länge	0 bis 228 (229)	Länge der Daten in Bytes. Bei Schreibzugriffen werden bis zu 228 Bytes, bei Lesezugriffen bis zu 229 Bytes unterstützt. Bei Anforderung eines Lesezugriffs muss die Länge nicht spezifiziert werden, das Gerät meldet die Länge der gelesenen Daten zurück.
Daten		IO-Link unterstützt bis zu 228 (229) Bytes an Daten pro Zugriff auf einen Parameter. Bei Hochlaufparametrierung und Laufzeitparametrierung in den zyklischen Daten ist die Länge auf 1, 2 oder 4 Bytes eingeschränkt. Bei azyklischer Laufzeitparametrierung (AsIOAcc Library) kann der volle Datenbereich verwendet werden.
Lesen/Schreiben	0, 1	Für die Anforderung an das IO-Link Gerät. 0 → Lesen 1 → Schreiben
Fehler	0, 1	In der Rückmeldung vom IO-Link Gerät definiert. 0 → Kein Fehler aufgetreten 1 → Fehler Im Falle eines Fehlers enthalten die ersten beiden Bytes der Daten den Fehlercode (als Länge wird 2 gemeldet).
Sequenznummer	0 bis 15	

Der Zugriff auf die Parameter eines IO-Link Gerätes erfolgt durch eine Anforderung und anschließende Rückmeldung vom Gerät.

Eine neue Anforderung wird aufgrund einer geänderten Sequenznummer erkannt. Daher muss die Sequenznummer das letzte Datum sein, das beschrieben wird.

Die Rückmeldung enthält die Sequenznummer der Anforderung.

Bei einem Leseauftrag ist die Länge nicht relevant, diese wird vom IO-Link Gerät automatisch ermittelt und in der Leserückmeldung mitgeteilt.

Wenn ein Fehler auftritt (z. B. durch einen Zugriff auf einen Index oder Subindex der nicht existiert), wird dies in der Antwort durch ein gesetztes Fehlerbit signalisiert. Die Fehlerrückmeldung hat immer Länge 2. Diese 2 Bytes enthalten den herstellenspezifischen Fehlercode.

8.8 Zugriff auf das Objektverzeichnis

Durch das Schreiben auf die zuständigen Register "ParameterCmdOut" auf Seite 15 und "ParameterCtrlOut" auf Seite 14 wird ein Auftrag zum Lesen oder Schreiben eines IO-Link Objekts definiert und abgesetzt.

Vorgehensweise zum Absetzen eines Auftrags

- Register "ParameterCmdOut" auf Seite 15 mit Länge, Index und Subindex beschreiben
- Bei Schreibzugriff die erforderlichen Parameterdaten, welche in das Objektverzeichnis geschrieben werden sollten, auf die Register "ParameterDataOut_XX" auf Seite 15 schreiben
- Register "ParameterCtrlOut" auf Seite 14 mit der Schnittstellenummer, Kennung für Lesen/Schreiben und der inkrementierten Sequenznummer beschreiben. Zusätzlich kann bei Lesezugriff auch ein Fehlerbit konfiguriert werden.

Das Modul erkennt die Änderung der Sequenznummer und übernimmt den Auftrag. Die Kommunikation mit dem IO-Link Gerät wird durchgeführt.

Beim Auswerten der Lese-/Schreibzugriffes erhält man aus dem Register "ParameterCtrlIn" auf Seite 14:

- Sequenznummer des Zugriffes
- Schnittstellenummer des Zugriffes
- Art des Zugriffes
- Nutzdatenlänge bei Lesezugriffes bei Werten kleiner 15 Bytes
- Fehlerbit beim Lesezugriff

Beim Auswerten der Lese-/Schreibzugriffes erhält man aus dem Register "ParameterCmdIn" auf Seite 14:

- Nutzdatenlänge bei Lesezugriff
- Index und Subindex des Zugriffes

Beim Auswerten der Lesezugriffes erhält man aus dem Register "ParameterDataIn_XX" auf Seite 15:

- Gelesene bzw. geschriebene Werte

Beim Lesezugriff wird die Sequenznummer im Register "ParameterCtrlIn" auf Seite 14 erst dann auf den geschriebenen Wert gesetzt, wenn der Auftrag fertig bearbeitet wurde, die Parameterdaten aus dem Objektverzeichnis des IO-Link Gerätes gelesen und in die Register "ParameterDataIn_XX" auf Seite 15 eingetragen wurde.

Eine Rückmeldung durch Erhöhung der Sequenznummer ist sicherzustellen (evtl. ist dafür eine Zeitüberschreitung notwendig). D.h. wenn die geschriebene Sequenznummer von Register "ParameterCtrlOut" auf Seite 14 von Register "ParameterCtrlIn" auf Seite 14 übernommen wird, kann die Applikation mit Sicherheit davon ausgehen, dass der Zugriff durchgeführt wurden.

Grenzwerte für Schreib/Lesezugriff

- Index: 0 bis 65535
- Subindex: 0 bis 255
- Datenlänge: 1 bis 228 Bytes für Schreibzugriffe
- Datenlänge: 1 bis 229 Bytes für Lesezugriffe

Die hiermit bewirkten Änderungen werden einmalig, ohne dass sie auf dem Modul zwischen gespeichert werden, auf das IO-Link Gerät geschrieben. D.h. nach Abstecken des IO-Link Gerätes werden die Werte aus den ODW-Registern wieder auf das IO-Link Gerät geschrieben (siehe Register "ODW_Data_XX" auf Seite 15).

8.8.1 Rückmeldung des Lese-/Schreibzugriffs

Name:

ParameterCtrlIn

Dieses Register beinhaltet die Rückmeldung des dynamischen Lese-/Schreibzugriffs auf das Objektverzeichnis.

Datentyp	Werte
UINT	Siehe Bitstruktur

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0 - 3	Sequenznummer	x	
4 - 7	Schnittstellenummer	00	Schnittstelle 1
		01	Schnittstelle 2
		10	Schnittstelle 3
		11	Schnittstelle 4
8 - 11	Nutzdatenlänge	0000 bis 1111	Anzahl in Bytes
12 - 13	Reserviert	-	
14	Lesen / Schreiben	0	Lesezugriff
		1	Schreibzugriff
15	Fehler	0	Kein Fehler
		1	Fehler

Nutzdatenlänge

Die Nutzdatenlänge des Parameterzugriff wird vom Modul aus dem Register "ParameterCmdIn" auf Seite 14 (Bit 24 bis 27) kopiert. Da es sich hier um einen 4-Bit Wert handelt, ist die Nutzdatenlängeangabe für einen Wert von maximal 15 Bytes möglich. Falls auf Paramatersätze größer 15 Bytes zugegriffen wird, muss die Information über die Anzahl der gelesenen Bytes des Parameterzugriffs aus "ParameterCmdIn" bezogen werden.

8.8.2 Konfiguration des dynamischen Lese-/Schreibzugriffs

Name:

ParameterCtrlOut

Dieses Register dient zur Konfiguration des dynamischen Lese-/Schreibzugriffs auf das Objektverzeichnis.

Datentyp	Werte	Bus Controller Default
UINT	Siehe Bitstruktur	0

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0 - 3	Sequenznummer	x	
4 - 7	Schnittstellenummer	00	Schnittstelle 1 (Bus Controller Default)
		01	Schnittstelle 2
		10	Schnittstelle 3
		11	Schnittstelle 4
8 - 13	Reserviert	-	
14	Lesen / Schreiben	0	Lesezugriff (Bus Controller Default)
		1	Schreibzugriff
15	Fehlerrückmeldung (ist nur für Lesezugriff definiert, bei Schreibzugriff ist diese Bit auf "0" zu setzen)	0	Inaktiv (Bus Controller Default)
		1	Aktiv

8.8.3 Rückmeldung der IO-Objektinformation

Name:

ParameterCmdIn

Dieses Register dient zur Rückmeldung der Anzahl von gelesenen Bytes bei einem Lesezugriff.

Datentyp	Werte
UDINT	Siehe Bitstruktur

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0 - 15	Verwendeter Objektindex	x	
16 - 23	Verwendeter Objektsubindex	x	
24 - 31	Anzahl der gelesenen Bytes	x	

8.8.4 Konfigurieren der IO-Objektinformation

Name:

ParameterCmdOut

Dieses Register dient zur Konfiguration des dynamischen Lese-/Schreibzugriffes auf das Objektverzeichnis.

Datentyp	Werte	Bus Controller Default
UDINT	Siehe Bitstruktur	0

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0 - 15	Objektindex	0 bis 65535	Bus Controller Default : 0
16 - 23	Objektsubindex	0 bis 255	Bus Controller Default : 0
24 - 31	Nutzdatenlänge in Bytes	0 bis 255	Bus Controller Default : 0

8.8.5 Gelesene Laufzeit-Parameterdaten

Name:

ParameterDataIn_0 bis ParameterDataIn_57

In diese Register werden bei einem Lesezugriff auf das Objektverzeichnis des IO-Link Gerätes die entsprechenden Parameterdaten geschrieben.

Die im Register "ParameterCmdOut" angegebene Länge bestimmt, wieviele 4 Byte Register vom Objektverzeichnis des IO-Link Geräts gelesen werden und wieviele im letzten Byte noch gültig sind.

Datentyp	Werte
UDINT	0 bis 4.294.967.295

8.8.6 Geschriebene Laufzeit-Parameterdaten

Name:

ParameterDataOut_0 bis ParameterDataOut_57

Die Parameterdaten aus diesen Register werden bei einem Schreibzugriff auf das Objektverzeichnis des IO-Link Gerätes geschrieben.

Die im Register "ParameterCmdOut" auf Seite 15 angegebene Länge bestimmt, wieviele 4 Byte Register ins Objektverzeichnis des IO-Link Gerät geschrieben werden und wieviele im letzten Byte noch gültig sind.

Datentyp	Werte	Information
UDINT	0 bis 4.294.967.295	Bus Controller Default : 0

8.8.7 Hochlauf-Parameterdaten

Name:

ODW_Data_0 bis ODW_Data_127

Diese Register enthalten die Parameterdaten zur Konfiguration des IO-Link Gerätes.

Datentyp	Werte	Information
UDINT	0 bis 4.294.967.295	Bus Controller Default: 0

8.8.8 Hochlauf-IO-Objektinformation

Name:

ODW_Target_0 bis ODW_Target_127

Durch einen Schreibvorgang auf dieses Register werden die Parameterinformationen aus dem entsprechenden "ODW_Data" auf Seite 15 Register in das IO-Link Gerät übertragen.

Beispiel:

Wird das Register ODW_Target_0 beschrieben, werden vom Modul die Parameterdaten aus dem Register ODW_Data_0 übernommen und in das Objektverzeichnis des IO-Link Gerätes übertragen.

Die Werte werden im Gegensatz zum flüchtigen Zugriff zusätzlich im RAM des Moduls gehalten, um bei einem Neustart des IO-Link Gerätes diese Parameter wieder in das Objektverzeichnis des IO-Link Gerätes laden zu können.

Information:

"ODW_Data" muss vor "ODW_Target" beschrieben werden.

Datentyp	Werte	Bus Controller Default
UDINT	Siehe Bitstruktur	0

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0 - 15	Objektindex	x	
16 - 23	Subindex	x	
24 - 27	Schnittstellenummer	00	Schnittstelle 1 (Bus Controller Default)
		01	Schnittstelle 2
		10	Schnittstelle 3
		11	Schnittstelle 4
28 - 30	Länge in Bytes	x	

8.9 Fehler und Warnungen

Name:

ErrorsWarnings01 bis ErrorsWarnings04

Der Zähler wird um eins erhöht, wenn vom IO-Link Gerät ein Fehler oder Warnung gemeldet wird.

Ein Fehler ist ein schwerwiegendes Ereignis nach dessen Auftreten ein IO-Link Gerät seine Funktion nicht mehr bestimmungsgemäß erfüllen kann. Ein Fehler führt dazu, dass das IO-Link Gerät den Betriebszustand OPERATE (siehe "Betriebszustand" auf Seite 9) verlässt und neu initialisiert wird.

Die Ursache einer Warnung können einmalige Kommunikationsstörungen sein. Warnungen sind Ereignisse die vom Regelablauf abweichen aber nicht unmittelbar zu einem Funktionsverlust führen. Mehrere hintereinander auftretende Warnungen können zu einem Fehler führen.

Datentyp	Werte
USINT	Siehe Bitstruktur

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0 - 3	Warnungszähler	x	Zählen die Fehler die nicht sofort zum Beenden der Kommunikation mit dem IO-Link Gerät führen
4-7	Fehlerzähler	x	Zählen die Fehler die dazu führen, dass das IO-Link Gerät den Zustand "10 = Zyklischer Datenaustausch" verlässt und neu initialisiert wird

8.10 Behandlung von Ereignissen

Tritt an einem IO-Link Gerät ein Ereignis auf, so holt das Modul dieses ab und speichert die Daten in folgenden Registern ab:

Register	Beschreibung
"EventPortSeq" auf Seite 18	Schnittstelle des IO-Link Gerätes, welches das Ereignis ausgelöst hat. Sequenznummer, wird bei jedem Ereignis erhöht
"Ereignisbeschreibung" auf Seite 17	Beschreibung des Ereignisses: Instanz, Typ und Modus
"Ereigniscode" auf Seite 17	Kennzeichnung des Ereignisses

Die Sequenznummer des Ereigniszählers wird zur Benachrichtigung der Applikation bei jedem Ereignis um 1 erhöht. Hat die Applikation die Ereignisdaten ausgelesen, so muss sie mittels des Registers "EventQuit" auf Seite 18 dem Modul signalisieren, dass die Werte aus den Registern "EventQualifier" und "EventCode" abgeholt wurden und das Modul das nächste Ereignis aus einem IO-Link-Gerät auslesen kann. Als korrektes Wert für die Quittierung gilt der Wert im Register "EventPortSeq".

Ereignisse stehen nur für Schnittstellen im Betriebszustand OPERATE zur Verfügung. Im Automation Studio kann zusätzlich eine Ereignishemmung eingestellt werden. Diese wird in Anzahl von X2X Link Zyklen angegeben, die ein Ereignis zur Verfügung steht, ehe dieses vom nächsten Ereignis überschrieben werden kann. Ereignisse die während der Hemmungszeit auftreten, werden auf dem Modul zwischengespeichert.

8.10.1 Ereigniscode

Name:
EventCode

In diesem Register wird der herstellerspezifischer Code des IO-Link Gerät abgebildet. Zusätzlich zu den herstellerspezifischen Codes, gibt es auch noch IO-Link spezifizierte Ereigniscodes, falls das IO-Link Gerät keinen Ereigniscode zur Verfügung stellt.

Datentyp	Werte	Information
UINT	0 bis 65535	Kennzeichnung des Ereignisses
	0x34 / 0xFFFF0	Ungültiges Ereignis vom IO-Link Gerät
	0x54 / 0xFF80	IO-Link Gerätenachricht
	0x74 / 0xFF80	IO-Link Gerätefehler
	0x74 / 0x6320	Parameterfehler
	0x70 / 0xFF10	Kommunikationsfehler

8.10.2 Ereignisbeschreibung

Name:
EventQualifier

IO-Link Geräte können, zum Teil herstellerspezifische, Ereignisse generieren. Informationen über Instanz, Art und Modus des Ereignisses können aus diesem Register ausgelesen werden.

Datentyp	Werte
USINT	Siehe Bitstruktur

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0 - 2	Instanzschicht, welche das Ereignis generiert hat	000	Unbekannt
		001	Hardware
		010	Datenaustauschschicht des IO-Link Geräts
		011	Anwendungsschicht des IO-Link Geräts
		100	Anwendung
		101 bis 111	Reserviert
3	Reserviert	-	
4 - 5	Art des Ereignisses	00	Reserviert
		01	Information
		10	Warnung
		11	Fehler
6 - 7	Modus des Ereignisses	00	Reserviert
		01	Einmaliges Ereignis
		10	Anstehendes Ereignis ist gegangen
		11	Anstehendes Ereignis

8.10.3 Ereignisschnittstelle

Name:
EventPortSeq

IO-Link Geräte können, zum Teil herstellerspezifische, Ereignisse generieren. Informationen über die verursachende Schnittstelle können aus diesem Register ausgelesen werden. Durch Auslesen der Sequenznummer kann die Applikation feststellen, ob ein neues Ereignis aufgetreten ist. Siehe dafür auch "[Behandlung von Ereignissen](#)" auf [Seite 17](#).

Datentyp	Werte
USINT	Siehe Bitstruktur

Bitstruktur:

Bit	Beschreibung	Wert	Information
0 - 3	Schnittstelle	0	Schnittstelle 1
		1	Schnittstelle 2
		2	Schnittstelle 3
		3	Schnittstelle 4
		4 - 7	Reserviert
4 - 7	Ereigniszähler	0 bis 15	Sequenznummer, wird mit jedem neu aufgetreten Event inkrementiert

8.10.4 Ereignisse quittieren

Name:
EventQuit

Register zum Quittieren von Ereignissen, damit das Modul das nächste Ereignis abholen kann. Das gelesene Ereignis muss mit dem Wert aus Register "[EventPortSeq](#)" auf [Seite 18](#) quittiert werden.

Datentyp	Werte
USINT	0 bis 255

8.11 IO-Link Zykluszeit

Das IO-Modul wählt pro Schnittstelle für das angeschlossene IO-Link Gerät automatisch die bestmögliche IO-Link Zykluszeit. Diese ist immer ein Vielfaches der X2X Zykluszeit. Die Zykluszeiten der 4 IO-Link Schnittstellen sind unabhängig voneinander. Welche Zykluszeit für eine IO-Link Schnittstelle gewählt wurde, kann vom Modul zurück gelesen werden.

Die minimal mögliche Zykluszeit ist 2,3 ms.