

EtherCAT

Anwenderhandbuch Bus Controller

Version: **2.10 (Februar 2019)**
Bestellnr.: **MAEC-GER**

Originalbetriebsanleitung

Alle Angaben entsprechen dem aktuellen Stand zum Zeitpunkt der Erstellung des Handbuchs. Inhaltliche Änderungen dieses Handbuchs behalten wir uns ohne Ankündigung vor. Die B&R Industrial Automation GmbH haftet nicht für technische oder redaktionelle Fehler und Mängel in diesem Handbuch. Außerdem übernimmt die B&R Industrial Automation GmbH keine Haftung für Schäden, die direkt oder indirekt auf Lieferung, Leistung und Nutzung dieses Materials zurückzuführen sind. Wir weisen darauf hin, dass die in diesem Dokument verwendeten Soft- und Hardwarebezeichnungen und Markennamen der jeweiligen Firmen dem allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichen Schutz unterliegen.

1 Allgemeines.....	5
2 Technische Beschreibung.....	6
2.1 X20 Bus Controller.....	6
2.1.1 Bestelldaten.....	6
2.1.2 Technische Daten.....	6
2.1.3 Status-LEDs.....	8
2.1.4 Bedien- und Anschlusselemente.....	8
2.1.5 Ethernet-Schnittstelle.....	9
2.1.6 EtherCAT Netzwerk-Adressschalter.....	9
2.1.6.1 Parameter löschen.....	9
2.2 X67 Bus Controller.....	10
2.2.1 Bestelldaten.....	10
2.2.2 Technische Daten.....	10
2.2.3 Status-LEDs.....	12
2.2.4 Bedien- und Anschlusselemente.....	13
2.2.5 EtherCAT-Schnittstellen.....	13
2.2.5.1 Verkabelungsvorschrift für Bus Controller mit Ethernet-Kabel.....	14
2.2.6 EtherCAT Netzwerk-Adressschalter.....	14
3 Grundlagen.....	15
3.1 Allgemeines.....	15
3.1.1 EtherCat Schnittstelle.....	15
3.2 Hochlauf- (Bootup-) Prozedur.....	16
3.2.1 Blinkcodes beim Hochlauf.....	16
3.2.2 Boot vom werkseitigen Bereich erzwingen.....	16
3.3 Error-LED Fehlercodes.....	17
4 I/O-Konfiguration.....	18
4.1 Automatische Konfiguration.....	18
4.2 Konfiguration mittels Automation Studio.....	18
4.2.1 Download der Binärdatei über FoE.....	19
4.2.2 Import der XML-Beschreibungsdatei.....	19
4.2.3 Konfiguration über CoE-Objekte.....	20
4.2.3.1 Beispiel.....	21
4.2.4 Konfiguration mittels ESI-Datei.....	22
5 Das Objektverzeichnis.....	23
5.1 Das modulare Objektmodell.....	24
5.2 Beschreibung von B&R spezifischen Objekten.....	25
5.2.1 Bus Controller Systemparameter (0x2000).....	25
5.2.2 Bus Controller Services (0x2100).....	26
5.2.3 Bus Controller Status (0xF100).....	26
5.2.4 Bus Controller Mapping Information (0xF120).....	27
5.2.5 I/O-Modulregister lesen (0xF800).....	28
5.2.6 I/O-Modulregister schreiben (0xF801).....	28
5.2.7 I/O-Modulinformation (0xF810).....	29
5.3 Beschreibung der Ein- und Ausgangsdaten.....	30
5.3.1 Netzwerkstatus.....	31
5.4 Rx/TxPDO-Objekte.....	32
5.5 Ein- und Ausgangsdaten im Objektverzeichnis.....	33
5.6 Alignment-Regeln.....	34
6 Die ESI-Beschreibungsdatei.....	35
6.1 Sync-Manager Einstellungen.....	35
6.2 Mailbox Einstellungen.....	36

6.3 EEPROM Einstellungen.....	36
7 AL-Statuscode.....	37
7.1 Unterschied Bus Controller- und AL-Statuscode.....	38
8 Firmware-Update.....	39
8.1 Firmware-Update via FoE.....	39
8.2 Firmware-Update via RS232.....	40
8.2.1 Firmware-Update bis Windows XP.....	40
8.2.2 Firmware-Update ab Windows Vista.....	42

1 Allgemeines

EtherCAT ist ein von der Nutzerorganisation ETG entwickelter Ethernet basierter Feldbus. Das Protokoll eignet sich für harte wie weiche Echtzeitanforderungen in der Automatisierungstechnik.

Die EtherCAT Slave Geräte entnehmen die für sie bestimmten Daten, während das Telegramm das Gerät durchläuft. Ebenso werden Eingangsdaten im Durchlauf in das Telegramm eingefügt. Der Bus Controller ermöglicht die Kopplung von X2X Link I/O-Modulen an EtherCAT und kann an beliebigen EtherCAT Mastersystemen betrieben werden. Ein Übergang zwischen den Schutzarten IP20 und IP67 ist durch direkt aneinander gereihete X20, X67 oder XV Module in Abständen von jeweils bis zu 100 m beliebig über Schaltschrankgrenzen hinweg möglich.

Mastersysteme ohne Unterstützung von FoE (File Access over EtherCAT) benötigen für die Übertragung der Konfiguration (optional) ein entsprechendes Konfigurationstool bzw. CoE-(CANopen over EtherCAT) Unterstützung.

2 Technische Beschreibung

2.1 X20 Bus Controller

2.1.1 Bestelldaten

Bestellnummer	Kurzbeschreibung	Abbildung
	Bus Controller	
X20BC00G3	X20 Bus Controller, 1 EtherCAT-Schnittstelle, 2x RJ45, Busbasis, Einspeisemodul und Feldklemme gesondert bestellen!	
	Erweiterbare Bus Controller	
X20BC80G3	X20 Bus Controller, 1 EtherCAT-Schnittstelle, unterstützt Erweiterungen mit X20 EtherCAT-Abzweigmodulen, 2x RJ45, Busbasis, Einspeisemodul und Feldklemme gesondert bestellen!	
	Erforderliches Zubehör	
	Feldklemmen	
X20TB12	X20 Feldklemme, 12-polig, 24 VDC codiert	
	Systemmodule für Bus Controller	
X20BB80	X20 Busbasis, für X20 Basismodul (BC, HB ...) und X20 Einspeisemodul, X20 Abschlussplatten links und rechts X20AC0SL1/X20AC0SR1 beiliegend	
X20PS9400	X20 Einspeisemodul, für Bus Controller und interne I/O-Versorgung, X2X Link Versorgung	
X20PS9402	X20 Einspeisemodul, für Bus Controller und interne I/O-Versorgung, X2X Link Versorgung, Einspeisung galvanisch nicht getrennt	
	Systemmodule für X20 Hub-System	
X20HB28G0	X20 EtherCAT-Abzweigmodul, integrierter 2-fach EtherCAT-Abzweig, 2x RJ45	
	Systemmodule für erweiterbare Bus Controller	
X20BB81	X20 Busbasis, für X20 Basismodul (BC, HB ...) und X20 Einspeisemodul, mit einem Erweiterungssteckplatz für X20 Zusatzmodul (IF, HB ...), X20 Abschlussplatten links und rechts X20AC0SL1/X20AC0SR1 beiliegend	

Tabelle 1: X20BC00G3, X20BC80G3 - Bestelldaten

2.1.2 Technische Daten

Bestellnummer	X20BC00G3	X20BC80G3
Kurzbeschreibung		
Bus Controller	EtherCAT Slave	EtherCAT Bus Controller mit einem Steckplatz für 1 Abzweigmodul
Allgemeines		
B&R ID-Code	0xAC23	0xAEC2
Statusanzeigen	Modulstatus, Busfunktion	
Diagnose		
Modulstatus	Ja, per Status-LED und SW-Status	
Busfunktion	Ja, per Status-LED und SW-Status	
Leistungsaufnahme		
Bus	1,68 W	1,79 W
Zusätzliche Verlustleistung durch Aktoren (ohmsch) [W]	-	
Zulassungen		
CE	Ja	
KC	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) FTZÜ 09 ATEX 0083X	
Schnittstellen		
Feldbus	EtherCAT Slave	
Ausführung	2x RJ45 geschirmt	
Leitungslänge	max. 100 m zwischen 2 Stationen (Segmentlänge)	

Tabelle 2: X20BC00G3, X20BC80G3 - Technische Daten

Bestellnummer	X20BC00G3	X20BC80G3
Übertragungsrate	100 MBit/s	
Übertragung		
Physik	100BASE-TX	
Halbduplex	Ja	
Vollduplex	Ja	
Autonegotiation	Ja	
Auto-MDI/MDIX	Ja	
Hub-Durchlaufzeit	750 ns	750 ns ¹⁾
Min. Zykluszeit ²⁾		
Feldbus	200 µs	
X2X Link	200 µs	
Synchronisation zw. Bussen möglich	Ja	
Elektrische Eigenschaften		
Potenzialtrennung	EtherCAT zu Bus und I/O 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 50°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 Einspeisemodul 1x X20PS9400 oder X20PS9402 gesondert bestellen Busbasis 1x X20BB80 gesondert bestellen	Feldklemme 1x X20TB12 gesondert bestellen Einspeisemodul 1x X20PS9400 oder X20PS9402 gesondert bestellen Busbasis 1x X20BB81 gesondert bestellen
Rastermaß ³⁾	37,5 ^{+0,2} mm	62,5 ^{+0,2} mm

Tabelle 2: X20BC00G3, X20BC80G3 - Technische Daten

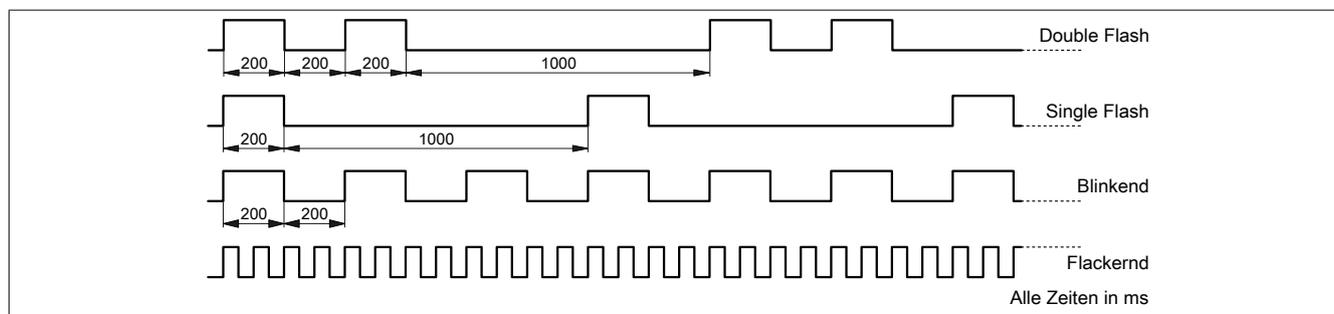
- 1) Für die Schnittstellen am EtherCAT Abzweigmodul X20HB28G0 beträgt die Hub-Durchlaufzeit nicht 750 ns sondern 1,1 µs.
- 2) Die minimale Zykluszeit gibt an, bis zu welcher Zeit der Buszyklus heruntergefahren werden kann, ohne dass Kommunikationsfehler auftreten.
- 3) Das Rastermaß bezieht sich auf die Breite der Busbasis X20BB80. Zum Bus Controller wird immer auch ein Einspeisemodul X20PS9400 oder X20PS9402 benötigt.

2.1.3 Status-LEDs

Abbildung	LED	Farbe	Status	Beschreibung
	STATUS ¹⁾	Grün	Ein	Der Bus Controller befindet sich im Status OPERATIONAL.
			Blinkend	Status PREOPERATIONAL
			Single Flash	Status SAFE-OPERATIONAL
			Flackernd	Der Bus Controller startet und ist noch nicht im Status INIT oder er befindet sich im Status BOOTSTRAP (z. B. während Firmware-Download).
		Aus	Status INIT	
		Rot	Ein	Ein kritischer Kommunikations- oder Applikationsfehler ist aufgetreten.
			Blinkend	Ungültige Konfigurationsdaten
			Single Flash	Der Bus Controller hat einen internen Fehler und hat selbständig den EtherCAT Status gewechselt
			Double Flash	Watchdog-Zeitüberschreitung (Process-Data-Watchdog oder EtherCAT-Watchdog)
	Flackernd		Fehler im Startvorgang (Status INIT erreicht, aber Error Indicator Bit in AL-Statusregister gesetzt)	
	Aus	Kein Fehler		
	L/A IN L/A OUT	Grün	Blinkend	Die jeweilige LED blinkt, wenn an der entsprechenden RJ45-Schnittstelle (IN, OUT) Ethernet Aktivität vorhanden ist (PORT OPEN).
			Ein	Es besteht eine Verbindung (Link), jedoch findet keine Kommunikation statt (PORT OPEN).
Aus			Es ist keine physikalische Ethernet Verbindung vorhanden (PORT CLOSED).	

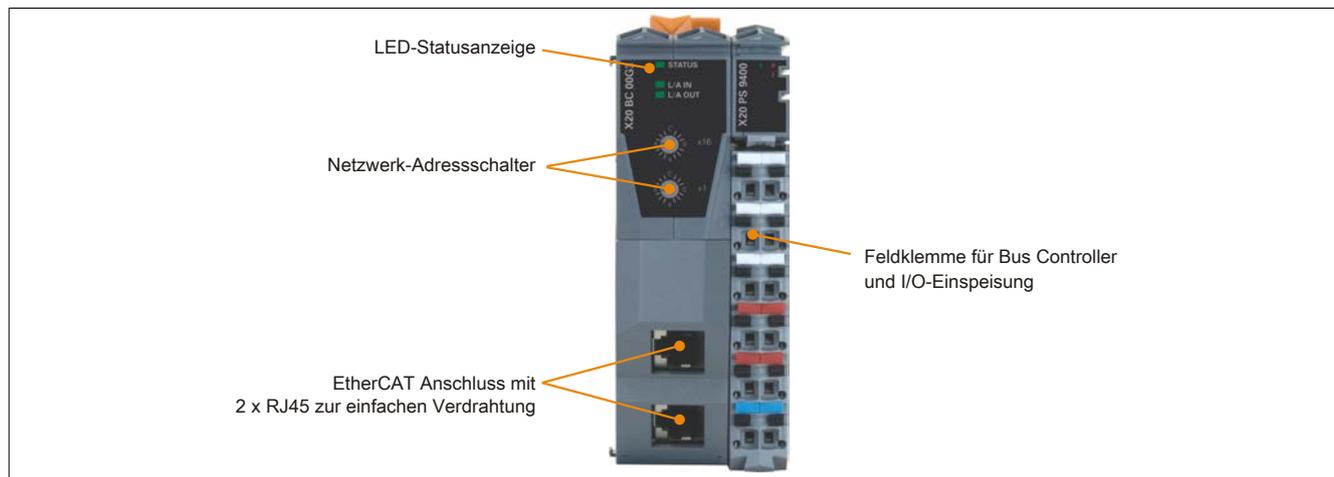
1) Die LED "STATUS" ist eine grün/rote Dual-LED und kombiniert die EtherCAT Anzeigen ERROR und RUN.

Status-LEDs - Blinkzeiten



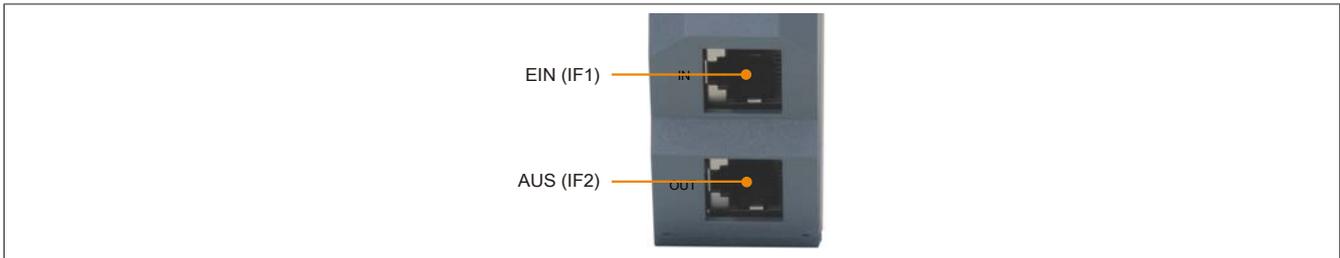
Für die Fehlerbeschreibung der roten "Error"-LED siehe auch ["Error-LED Fehlercodes"](#) auf Seite 17

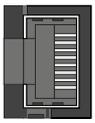
2.1.4 Bedien- und Anschlüsselemente



2.1.5 Ethernet-Schnittstelle

Hinweise für die Verkabelung von X20 Modulen mit Ethernet-Schnittstelle sind im X20 Anwenderhandbuch, Abschnitt "Mechanische und elektrische Konfiguration - Verkabelungsvorschrift für X20 Module mit Ethernet Kabel" zu finden.



Schnittstelle	Anschlussbelegung		
	Pin	Ethernet	
 RJ45 geschildert	1	RXD	Empfange (Receive) Daten
	2	RXD\	Empfange (Receive) Daten\
	3	TXD	Sende (Transmit) Daten
	4	Termination	
	5	Termination	
	6	TXD\	Sende (Transmit) Daten\
	7	Termination	
	8	Termination	

2.1.6 EtherCAT Netzwerk-Adressschalter



Über die beiden Netzwerk-Adressschalter des Bus Controllers kann eine Slave-Alias-Adresse eingestellt werden. Während der Initialisierungsphase (beim Hochlauf) schreibt der Bus Controller den Wert der Adressschalter in das ESC-Register 0x12 bzw. 0x13. Die Übernahme des Wertes in die entsprechenden Register wird aber nur durchgeführt, wenn der Schalterwert zwischen 0x00 und 0xFA (dezimal 250) liegt.

Schalterstellung	Beschreibung
0x00 bis 0xFA	Adressschalterwert wird in das "Station-Alias"-Register geschrieben
0xFB bis 0xFE	Keine Übernahme des Adressschalterwertes. ESC-Alias-Register werden nicht verändert.
0xFF	Keine Übernahme des Adressschalterwertes. ESC-Alias-Register werden nicht verändert. Wird der Adressschalter auf den Wert 0xFF gestellt und ein Neustart durchgeführt, bootet der Bus Controller mit Defaultwerten. Dabei bleiben im Flash alle eingestellten Parameter unverändert erhalten.

Ob die Alias-Adresse für die Slave-Adressierung verwendet wird, bestimmt der Master in dem er im ESC-DL-Control-Register das entsprechende Bit setzt (Bit 24).

2.1.6.1 Parameter löschen

Im Flash des Bus Controllers können verschiedene Parameter abgespeichert werden. Durch Löschen der Parameter mit Hilfe der Schalterstellung F0 wird der Bus Controller wieder in den Auslieferungszustand gesetzt.

Löschen der Parameter

1. Spannungsversorgung des Bus Controllers abschalten
2. Knotennummer auf F0 einstellen
3. Spannungsversorgung des Bus Controllers einschalten
4. Warten bis die LED "STATUS" grün blitzt.
5. Knotennummernschalter auf 0 und anschließend wieder auf F0 einstellen
6. Warten bis die LED "STATUS" rot blinkt (Parameter sind gelöscht)
7. Spannungsversorgung des Bus Controllers ab- und wieder einschalten
8. Bus Controller fährt mit Defaulteinstellungen hoch

2.2 X67 Bus Controller

2.2.1 Bestelldaten

Bestellnummer	Kurzbeschreibung	Abbildung
X67BCG321.L12	Bus Controller Module X67 Bus Controller, 1 EtherCAT-Schnittstelle, X2X Link Versorgung 15 W, 16 digitale Kanäle wahlweise als Ein- oder Ausgang parametrierbar, 24 VDC, 0,5 A, Eingangsfilter parametrierbar, 2 Ereigniszähler 50 kHz, M12-Anschlusstechnik, High-Density-Modul	

Tabelle 3: X67BCG321.L12 - Bestelldaten

Erforderliches Zubehör

Für eine Gesamtübersicht siehe X67 System Anwenderhandbuch, Abschnitt "Zubehör - Gesamtübersicht".

2.2.2 Technische Daten

Bestellnummer	X67BCG321.L12
Kurzbeschreibung	
Bus Controller	EtherCAT
Allgemeines	
Ein-/Ausgänge	16 digitale Kanäle, Konfiguration als Ein- oder Ausgang erfolgt über Automation Studio oder Datenpunkt, Eingänge mit Zusatzfunktionen
Isolationsspannung zwischen Kanal und Bus	500 V _{eff}
Nennspannung	24 VDC
B&R ID-Code	
Bus Controller	0xACF8
Internes I/O-Modul	0xB402
Sensor-/Aktorversorgung	0,5 A Summenstrom
Statusanzeigen	I/O-Funktion pro Kanal, Versorgungsspannung, Busfunktion
Diagnose	
Ausgänge	Ja, per Status-LED und SW-Status
I/O-Versorgung	Ja, per Status-LED und SW-Status
Anschlussstechnik	
Feldbus	M12 D-codiert
X2X Link	M12 B-codiert
Ein-/Ausgänge	8x M12 A-codiert
I/O-Versorgung	M8 4-polig
Leistungsabgabe	15 W X2X Link Versorgung für I/O-Module
Leistungsaufnahme	
Feldbus	2,5 W
I/O-intern	0,5 W
X2X Link Versorgung	15% der Leistungsabgabe für X2X Link
Zusätzliche Verlustleistung durch Aktoren (ohmsch) [W]	0,6
Zulassungen	
CE	Ja
KC	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 IIA T5 Gc IP67, Ta = 0 - max. 60 °C TÜV 05 ATEX 7201X
Schnittstellen	
Feldbus	EtherCAT Slave
Ausführung	M12-Schnittstelle (female) 2x am Modul
Leitungslänge	max. 100 m zwischen 2 Stationen (Segmentlänge)
Übertragungsrate	100 MBit/s

Tabelle 4: X67BCG321.L12 - Technische Daten

Bestellnummer	X67BCG321.L12
Übertragung	
Physik	100BASE-TX
Halbduplex	Ja
Vollduplex	Ja
Autonegotiation	Ja
Auto-MDI/MDIX	Ja
Hub-Durchlaufzeit	750 ns
Min. Zykluszeit ¹⁾	
Feldbus	200 µs
X2X Link	200 µs
Synchronisation zw. Bussen möglich	Ja
I/O-Versorgung	
Nennspannung	24 VDC
Spannungsbereich	18 bis 30 VDC
Integrierte Schutzfunktion	Verpolungsschutz
Leistungsaufnahme	
Sensor-/Aktorversorgung	max. 12 W ²⁾
Sensor-/Aktorversorgung	
Spannung	I/O-Versorgung abzüglich Spannungsabfall am Kurzschlusschutz
Spannungsabfall am Kurzschlusschutz bei 0,5 A	max. 2 VDC
Summenstrom	max. 0,5 A
kurzschlussfest	Ja
Digitale Eingänge	
Eingangsspannung	18 bis 30 VDC
Eingangsstrom bei 24 VDC	typ. 4 mA
Eingangsscharakteristik nach EN 61131-2	Typ 1
Eingangsfiler	
Hardware	≤10 µs (Kanal 1 bis 4) / ≤70 µs (Kanal 5 bis 16)
Software	Default 0 ms, zwischen 0 und 25 ms in 0,2 ms Schritten einstellbar
Eingangsbeschaltung	Sink
Zusatzfunktionen	50 kHz Ereigniszählung, Torzeitmessung
Eingangswiderstand	typ. 6 kΩ
Schaltsschwellen	
Low	<5 VDC
High	>15 VDC
Ereigniszähler	
Anzahl	2
Signalform	Rechteckimpulse
Auswertung	Jede negative Flanke, Zähler ist rundlaufend
Eingangsfrequenz	max. 50 kHz
Zähler 1	Eingang 1
Zähler 2	Eingang 3
Zählfrequenz	max. 50 kHz
Zähltiefe	16 Bit
Torzeitmessung	
Anzahl	1
Signalform	Rechteckimpulse
Auswertung	Positive Flanke - negative Flanke
Zählfrequenz	
intern	48 MHz, 3 MHz, 187,5 kHz
Zähltiefe	16 Bit
Pausenlänge zwischen den Pulsen	≥100 µs
Pulslänge	≥20 µs
Unterstützte Eingänge	Eingang 2 oder Eingang 4
Digitale Ausgänge	
Ausführung	FET Plus-schaltend
Schaltspannung	I/O-Versorgung abzüglich Restspannung
Ausgangsnennstrom	0,5 A
Summennennstrom	8 A
Ausgangsbeschaltung	Source
Ausgangsschutz	Thermische Abschaltung bei Überstrom oder Kurzschluss, integrierter Schutz zum Schalten von Induktivitäten, Verpolungsschutz der Ausgangsversorgung
Diagnosestatus	Ausgangsüberwachung mit Verzögerung 10 ms
Leckstrom im ausgeschalteten Zustand	5 µA
Einschaltung bei Überlastabschaltung	ca. 10 ms (abhängig von der Modultemperatur)
R _{DS(on)}	150 mΩ
Restspannung	<0,15 V bei Nennstrom 0,5 A
Kurzschluss Spitzenstrom	<12 A
Schaltverzögerung	
0 -> 1	<400 µs
1 -> 0	<400 µs

Tabelle 4: X67BCG321.L12 - Technische Daten

Technische Beschreibung

Bestellnummer	X67BCG321.L12
Schaltfrequenz	
ohmsche Last	max. 100 Hz
induktive Last	Siehe Abschnitt "Schalten induktiver Lasten"
Bremsspannung beim Abschalten induktiver Lasten	50 VDC
Elektrische Eigenschaften	
Potenzialtrennung	Bus zu EtherCAT und Kanal getrennt Kanal zu Kanal nicht getrennt
Einsatzbedingungen	
Einbaulage	
beliebig	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	IP67
Umgebungsbedingungen	
Temperatur	
Betrieb	-25 bis 60°C
Derating	-
Lagerung	-40 bis 85°C
Transport	-40 bis 85°C
Mechanische Eigenschaften	
Abmessungen	
Breite	53 mm
Höhe	155 mm
Tiefe	42 mm
Gewicht	370 g
Drehmoment für Anschlüsse	
M8	max. 0,4 Nm
M12	max. 0,6 Nm

Tabelle 4: X67BCG321.L12 - Technische Daten

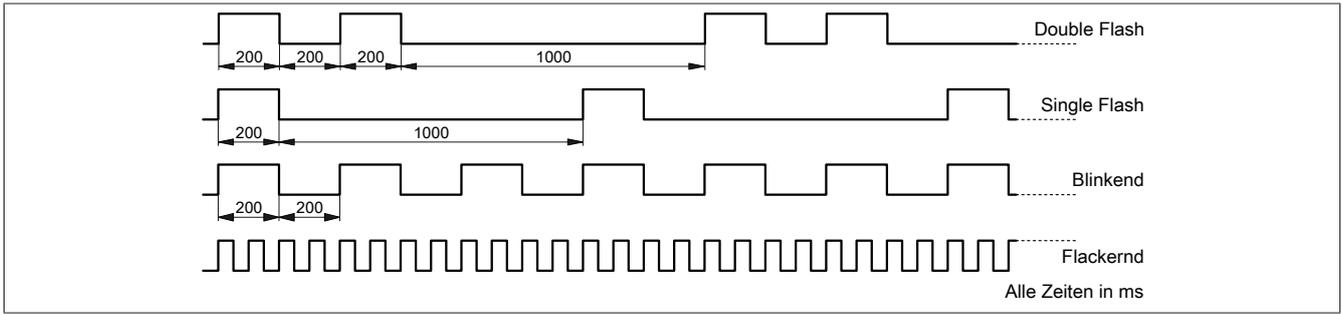
- Die minimale Zykluszeit gibt an, bis zu welcher Zeit der Buszyklus heruntergefahren werden kann, ohne dass Kommunikationsfehler auftreten.
- Die Leistungsaufnahme der am Modul angeschlossenen Sensoren und Aktoren darf 12 W nicht überschreiten.

2.2.3 Status-LEDs

Abbildung	LED	Farbe	Status	Beschreibung
<p>Statusanzeige 1: links: grün, rechts: rot</p> <p>Statusanzeige 2: links: grün, rechts: rot</p>	Statusanzeige 1: Statusanzeige für Ethernet-Aktivität			
	L/A IF ¹⁾	Statusanzeige für Ethernet-Aktivität.		
	Grün	Blinkend	An mindestens einem der EtherCAT-Anschlüsse ist eine Ethernet-Aktivität vorhanden (PORT OPEN).	
		Ein	An mindestens einem der EtherCAT-Anschlüsse besteht eine Verbindung (Link). Es findet jedoch keine Kommunikation statt (PORT OPEN).	
		Aus	An keinem der EtherCAT-Anschlüsse ist eine Ethernet Verbindung vorhanden (PORT CLOSED)	
	STATUS ²⁾	Statusanzeige für EtherCAT Status des Bus Controllers.		
	Grün (RUN)	Ein	Status OPERATIONAL	
		Blinkend	Status PRE-OPERATIONAL	
		Single Flash	Status SAFE-OPERATIONAL	
		Flackernd	Der Bus Controller startet und ist noch nicht im Status INIT oder er befindet sich im Status BOOTSTRAP (z. B. während Firmware-Download).	
		Aus	Status INIT	
	Rot (ERROR)	Ein	Ein kritischer Kommunikations- oder Applikationsfehler ist aufgetreten.	
		Blinkend	Ungültige Konfigurationsdaten	
		Single Flash	Der Bus Controller hat einen internen Fehler und hat selbständig den EtherCAT Status gewechselt	
		Double Flash	Watchdog Timeout (Process Data Watchdog oder Ether-CAT Watchdog)	
Flackernd		Fehler im Startvorgang (Status INIT erreicht, aber Error Indicator Bit in AL Statusregister gesetzt)		
Aus	Kein Fehler			
I/O-LEDs				
1-1/2 bis 8-1/2	Orange	-	Ein-/Ausgangszustand des korrespondierenden Kanals.	
Statusanzeige 2: Statusanzeige für Modulfunktion				
Links	Grün	Aus	Modul nicht versorgt	
		Single Flash	Modus RESET	
		Blinkend	Modus PREOPERATIONAL	
Rechts	Rot	Ein	Modus RUN	
		Aus	Modul nicht versorgt oder alles in Ordnung	
		Ein	Fehler- oder Resetzustand	
		Single Flash	Warnung/Fehler eines I/O-Kanals. Pegelüberwachung der Digitalausgänge hat angesprochen.	
Double Flash	Versorgungsspannung nicht im gültigen Bereich			

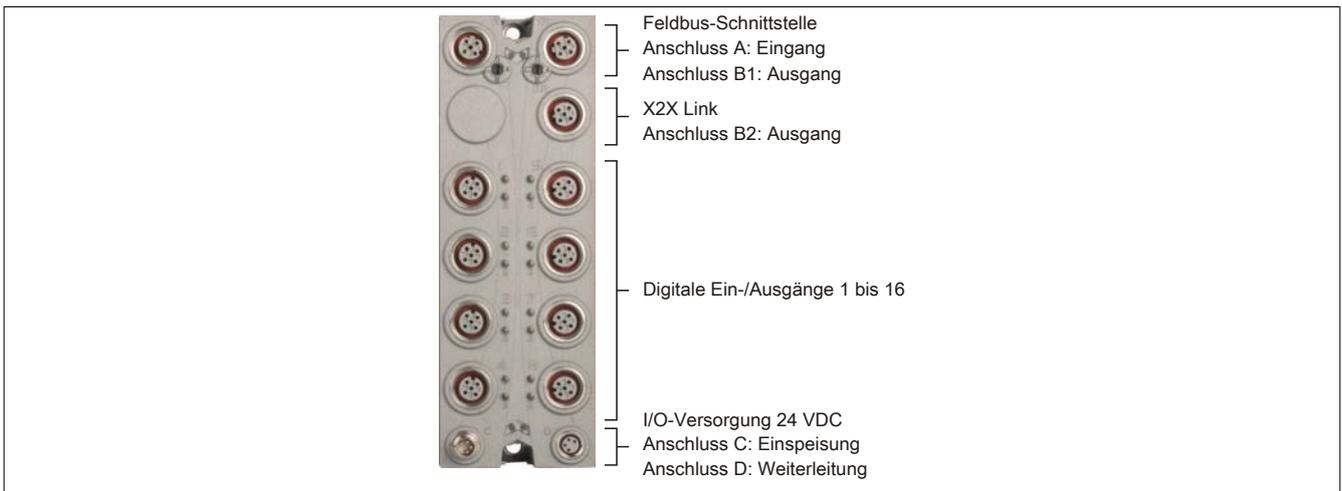
- Die LED "L/A IF" zeigt kombiniert die Signale der beiden EtherCAT Ports (IN und OUT) an.
- Die LED "STATUS" ist eine grün/rote Dual-LED und kombiniert die EtherCAT Anzeigen ERROR (rot) und RUN (grün).

Status-LEDs - Blinkzeiten



Für die Fehlerbeschreibung der roten "Statusanzeige 1"-LED siehe auch "Error-LED Fehlercodes" auf Seite 17

2.2.4 Bedien- und Anschlüsselemente



2.2.5 EtherCAT-Schnittstellen

Das Modul wird mit vorkonfektionierten Kabeln in das Netzwerk eingebunden. Der Anschluss erfolgt über M12-Rundsteckverbinder.

Anschluss	Anschlussbelegung		
	Pin	Bezeichnung	
	1	TXD	Transmit Data
	2	RXD	Receive Data
	3	TXD\	Transmit Data\
	4	RXD\	Receive Data\
	Schirm über Gewindeinsatz im Modul		
	A → D-codierte (female), Eingang B1 → D-codierte (female), Ausgang		

Information:

Bei selbstkonfektionierten Kabeln zum Anschluss an die Feldbus-Schnittstelle kann die Farbe der Adern vom Standard abweichen.

Es ist unbedingt auf die richtige Pinbelegung zu achten (siehe X67 Anwenderhandbuch Abschnitt "Zubehör - POWERLINK Kabel").

2.2.5.1 Verkabelungsvorschrift für Bus Controller mit Ethernet-Kabel

Einige Bus Controller des X67 Systems basieren auf Ethernet. Zur Verkabelung können die von B&R angebotenen POWERLINK-Kabel verwendet werden.

Bestellnummer	Anschlusstechnik
X67CA0E41.xxxx	Anschlusskabel RJ45 auf M12
X67CA0E61.xxxx	Verbindungskabel M12 auf M12

Folgende Verkabelungsvorschriften müssen eingehalten werden:

- CAT5-SFTP-Kabel verwenden
- Biegeradius des Kabels einhalten (Datenblatt des Kabels beachten)

Information:

Bei Verwendung der von B&R angebotenen POWERLINK-Kabel (X67CA0E61.xxxx und X67CA0E41.xxxx) wird die Produktnorm EN61131-2 erfüllt.

Bei darüber hinausgehenden Anforderungen müssen vom Kunden zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden.

2.2.6 EtherCAT Netzwerk-Adressschalter



Information:

Bei diesem Bus Controller sind die Netzwerk-Adressschalter funktionslos.

3 Grundlagen

3.1 Allgemeines

Der EtherCAT Bus Controller ermöglicht die Anbindung der modularen I/O-Systeme X20, X67 und XV an EtherCAT. An einen Bus Controller können über den X2X Link bis zu 253 I/O-Module angeschlossen werden. Der X2X Link ist mit dem EtherCAT Feldbus synchronisiert, um optimale Performance zu erreichen.

Während des Hochlaufs des Bus Controllers werden die angeschlossenen I/O-Module erkannt und deren I/O-Datenpunkte in ein entsprechendes modulares I/O-Mapping abgebildet.

Die gesamte Mapping-Information wird in einem CANopen-kompatiblen Objektverzeichnis dargestellt. Damit hat der Anwender bzw. das Mastersystem die Möglichkeit, alle relevanten Informationen über den CoE-(CANopen over EtherCAT) Mechanismus zu lesen und anschließend automatisch das I/O-Mapping am Master aufzubauen.

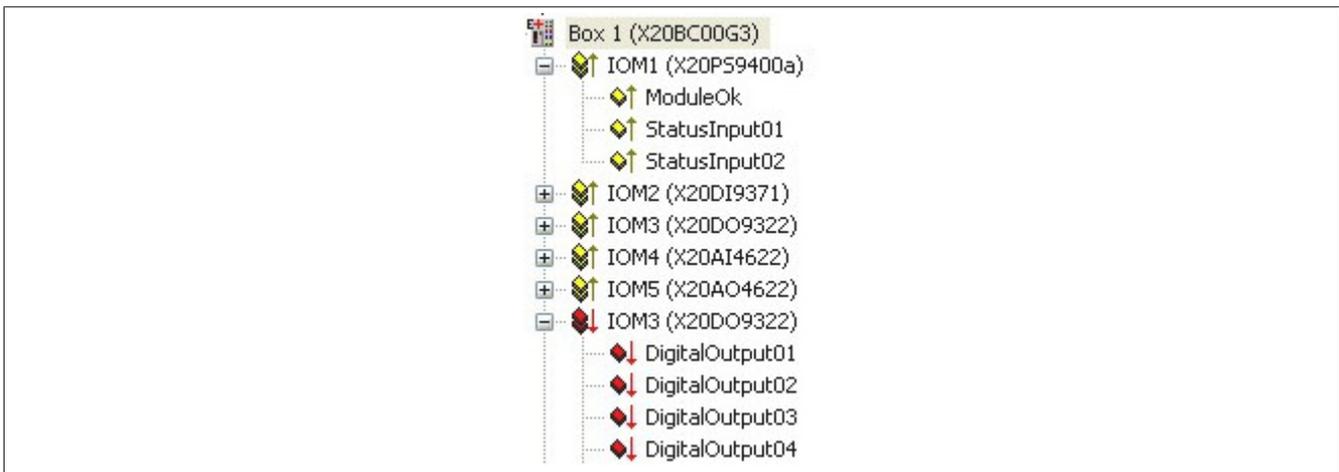


Abbildung 1: Modul- und Registerübersicht bei benutzerdefinierter Konfiguration

ESI-Datei

Zum Einbinden und Betrieb des Bus Controllers in eine EtherCAT Masterumgebung wird die sogenannte ESI-Datei benötigt. Diese XML-Datei beinhaltet alle für die Konfiguration und Kommunikation mit dem Bus Controller notwendigen Parameter.

Die ESI-Datei kann von der B&R Webseite (www.br-automation.com) im Download-Abschnitt des jeweiligen Bus Controllers heruntergeladen werden. Aufgrund der Vielzahl der möglichen EtherCAT Masterumgebungen kann die Installation der ESI-Datei nicht automatisch erfolgen, sondern muss üblicherweise manuell in das entsprechende Installationsverzeichnis der Masterumgebung kopiert werden (z. B. \TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT).

3.1.1 EtherCat Schnittstelle

Aus Ethernet-Sicht ist ein EtherCAT Bus nichts anderes als ein einzelner großer Ethernet Teilnehmer. Dieser "Teilnehmer" empfängt und sendet Ethernet Telegramme. Innerhalb des Teilnehmers befindet sich aber kein Ethernet Controller mit nachgeschaltetem Mikroprozessor, sondern eine Vielzahl von EtherCAT Slaves. Diese verarbeiten die einlaufenden Telegramme während des Durchlaufs und nehmen die für sie bestimmten Nutzdaten heraus bzw. blenden sie ein, bevor das Telegramm an den nächsten EtherCAT Slave weitergeleitet wird. Der letzte EtherCAT Slave schickt das bereits vollständig verarbeitete Telegramm zurück, so dass es vom ersten Slave – quasi als Antworttelegramm – zum Master zurückgeschickt wird. Dabei wird ausgenutzt, dass Ethernet eine getrennte Übertragung in Hin- und Rückrichtung (Tx- und Rx-Leitungen) besitzt und im Vollduplex-Modus arbeitet.

Die Verarbeitung der Telegramme findet im Durchlauf statt. Während die Telegramme, nur um wenige Bits verzögert, bereits weitergeschickt werden, erkennt der Slave für sich bestimmte Kommandos und führt sie entsprechend aus. Die Verarbeitung findet in Hardware statt und ist daher unabhängig von den Reaktionszeiten des Slaves. Jeder Teilnehmer besitzt dabei einen adressierbaren Speicherbereich von 64 kByte innerhalb dessen gelesen, geschrieben oder gleichzeitig geschrieben und gelesen werden kann. Innerhalb eines Ethernet Telegramms können mehrere EtherCAT Kommandos eingebettet werden, die jeweils individuelle Teilnehmer und/oder Speicherbereiche ansprechen.

3.2 Hochlauf- (Bootup-) Prozedur

Nach Einschalten der Betriebsspannung erfolgt die Initialisierung. Der Bus Controller ermittelt die Ein- und Ausgangsdaten der einzelnen I/O Module, berücksichtigt etwaige gespeicherte Konfigurationen und erstellt das Prozessabbild.

Sollte es beim Hochlauf ein Problem geben, gibt der Bus Controller einen Blinkcode mit der Status-LED (siehe Produktdatenblatt) aus.

Information:

Eine vorhandene Konfiguration kann durch Löschen des Flash-Speichers über das CoE-Objekt "2100:01" erfolgen (siehe Abschnitt "Bus Controller Services (0x2100)" auf Seite 26). Dadurch wird der Bus Controller auf die werkseitigen Einstellungen zurückgesetzt.

Beim X20 Bus Controller kann das Löschen der Parameter auch mit Hilfe der Knotennummernschalter erfolgen.

3.2.1 Blinkcodes beim Hochlauf

Der Bootloader signalisiert auf der Modulstatus-LED "STATUS" folgende Zustände:

Boot von 0		... LED durch Firmware kontrolliert
Boot von upgrade		... LED durch Firmware kontrolliert
Header nicht gefunden		... Neustart
Header Checksummenfehler		... Neustart
Firmware Checksummenfehler		... Neustart

Wenn aufgrund eines Fehlers der Firmware im Flash ein Reboot ausgeführt wird, wird beim nächsten Startvorgang versucht vom werkseitigen Bootblock zu starten.

Das bedeutet, wenn im Upgrade-Bereich ein Fehler auftritt, wird danach automatisch vom werkseitigen Bereich (Boot from 0) gestartet.

3.2.2 Boot vom werkseitigen Bereich erzwingen

Dies wird notwendig, falls in den Upgrade-Bereich eine Firmware gespeichert wurde, die zwar den Watchdog richtig bedient, aber keinen fehlerfreien Bootvorgang zulässt. Der Bootloader würde die defekte Firmware starten und es würde keine Möglichkeit mehr geben ein Update nachzuladen.

Während dem Boot-Vorgang muss einer der Netzwerk-Adressschalter ständig bewegt werden. Der Bootloader erkennt das und beginnt mit der Modulstatus-LED "STATUS" schnell rot zu flackern. Sobald dann über einen Zeitraum von 1 Sekunde der Netzwerk-Adressschalter nicht mehr verändert wird, wird der Bus Controller mit dem werkseitigen Boot-Block und dem aktuell eingestellten Netzwerk-Adressschalterwert neu gestartet.

3.3 Error-LED Fehlercodes

Neben der Signalisierung der Laufzeitüberwachung (abgelaufener Watchdog) über ein zweifaches rotes Blitzen wird durch ein durchgängiges rotes Blitzen auf interne Fehler des Bus Controllers und durch ein stetiges rotes Blinken auf Konfigurationsprobleme hingewiesen.

Mögliche AL-Statuscodefehler

LED-Signal	Fehler
Double Flash	"WATCHDOG_EXPIRED"
Blinkend	"IOM_FAILED" "IOM_MISMATCH" "INVALID_CFG_DATA" "INVALID_ESI_DATA"
Flackernd	"OUT_OF_RESOURCES" "FLASH_READ_FAILED" "INVALID_FIRMWARE" "ECAT_EEPROM_FAILED" "IOM_UNSUPPORTED"

Informationen zum Status des Bus Controllers können dem EtherCAT [AL-Statuscode](#) entnommen werden, bzw. auch dem CoE-Objekt ["Bus Controller Status \(0xF100\)"](#) auf Seite 26.

Ein fehlendes I/O-Modul (Fehlerzustand "MODULE_MISSING") wird nicht via LED angezeigt. Dieser Zustand tritt auf, wenn der Bus Controller mit einer benutzerdefinierten Konfiguration (siehe Abschnitt ["I/O-Konfiguration"](#) auf Seite 18) betrieben wird und ein konfiguriertes I/O-Modul physikalisch nicht vorhanden ist.

Information:

Über das CoE-Objekt "IOM Failed Action" 0x2000:05 bzw. den Parameter "IO module failed action" im Konfigurationsdialog des Bus Controllers im Automation Studio ab Version 4.3 kann ausgewählt werden, ob der Bus Controller bei Ausfall eines I/O-Moduls im Betrieb in den Status SAFE-OPERATIONAL wechseln soll (Standardverhalten) oder weiter OPERATIONAL bleibt (No action).

Ist ein konfiguriertes I/O-Modul aber bereits beim Hochlauf (nach Ablauf der Initialisierung-Verzögerungszeit - siehe Abschnitt ["Bus Controller Systemparameter \(0x2000\)"](#) auf Seite 25) nicht vorhanden, lässt sich der Bus Controller trotzdem in den Status OPERATIONAL schalten. Der Zustand jedes I/O-Moduls kann über dessen Eingangsdatenpunkt "ModuleOk" beobachtet werden. (Siehe X20 Anwenderhandbuch, Abschnitt ["Zusätzliche Informationen - Allgemeine Datenpunkte - ModuleOK"](#))

4 I/O-Konfiguration

Der Bus Controller unterstützt folgende Betriebsarten zur Konfiguration der I/O-Module.

- [Automatische Konfiguration](#)
- [Konfiguration mittels Automation Studio](#)

In allen Betriebsarten ist eine Änderung der Modulparametrierung zur Laufzeit über das CoE-Objekt [0xF801](#) möglich.

4.1 Automatische Konfiguration

Bei dieser Konfigurationsart fragt der Bus Controller nach Ablauf der [Initialisierung-Verzögerungszeit](#) alle am X2X Link vorhandenen Module nach deren zyklischen Eingangs- und Ausgangsdaten ab und legt automatisch ein entsprechendes Abbild im CoE-Objektverzeichnis an. Später startende I/O-Module werden im Prozessabbild nicht mehr berücksichtigt.

In dieser Betriebsart wird das Funktionsmodell 254 "Bus Controller" am I/O-Modul verwendet.

4.2 Konfiguration mittels Automation Studio

Der Bus Controller und alle angeschlossenen I/O-Module können über den im Automation Studio integrierten FeldbusDESIGNER konfiguriert werden.

Automation Studio kann kostenlos von der B&R Webseite www.br-automation.com heruntergeladen werden. Die Evaluierungslizenz darf unentgeltlich zur Erstellung vollständiger Konfigurationen der Feldbus Bus Controller benutzt werden.

Mit Hilfe der vom Automation Studio generiert Konfigurationsdateien kann die benutzerdefinierte Konfiguration in den Bus Controller übertragen werden. Der Bus Controller speichert die Konfiguration in seinem Flash-Speicher und startet bei Bedarf neu, um die geänderte Konfiguration aktiv werden zu lassen.

Information:

Bei veränderten Konfigurationsdaten wird automatisch ein Neustart des Bus Controllers durchgeführt.

Um den Bus Controller betreiben zu können, muss in der EtherCAT Masterumgebung die ESI-Datei eingebunden sein (siehe "[ESI-Datei](#)" auf [Seite 15](#)) und die gültige Automation Studio Konfiguration übertragen werden.

Für die Übertragung der Konfiguration in den Bus Controller stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- "[Download der Binärdatei über FoE](#)" auf [Seite 19](#)
- "[Import der XML-Beschreibungsdatei](#)" auf [Seite 19](#)
- "[Konfiguration über CoE-Objekte](#)" auf [Seite 20](#)
- "[Konfiguration mittels ESI-Datei](#)" auf [Seite 22](#)

Information:

Wenn der Bus Controller via Konfigurationsdatei konfiguriert wurde, ist es nicht mehr möglich die Bus Controller System Parameter (siehe "[Bus Controller Systemparameter \(0x2000\)](#)" auf [Seite 25](#)) über CoE zu editieren.

Um einen Bus Controller, in welchen eine benutzerdefinierte Konfiguration geladen wurde, wieder für die Betriebsart [Automatische Konfiguration](#) nutzen zu können, müssen zuerst die in "[Bus Controller Services \(0x2100\)](#)" auf [Seite 26](#) beschriebenen Schritte durchgeführt werden.

4.2.1 Download der Binärdatei über FoE

Die vom Automation Studio erzeugte BIN-Datei kann über den FoE-Mechanismus (File Access over EtherCAT) in den Bus Controller geladen werden.

In Masterumgebungen wie z. B. TwinCAT muss dazu zuerst nach dem betreffenden Bus Controller gescannt werden, d. h. der Master benötigt eine Online-Verbindung zum Bus Controller.

Solange der Name dieses Bus Controllers in TwinCAT unbekannt ist, wird er als "Box" gekennzeichnet. Im "Online"-Reiter dieser Box findet sich dann die "Download"-Schaltfläche, welche die Auswahl beliebiger Dateien erlaubt.

Hier wird der Pfad zur Binärdatei angegeben und es erscheint ein Dialog zum Download der Konfiguration. Sobald der Download der Binärdatei erfolgreich abgeschlossen ist und die enthaltene Konfiguration Änderungen gegenüber der aktuellen enthält, startet der Bus Controller samt der angeschlossenen I/O-Module neu, um die Konfiguration zu aktivieren. Nun sollte die Box gelöscht und erneut gesucht werden, um das geänderte CoE-Objektverzeichnis des Bus Controllers laut Angabe in der ESI-Datei (PdoUpload = True) neu hochzuladen. Damit aktualisiert auch der Master sein I/O-Mapping.

4.2.2 Import der XML-Beschreibungsdatei

Die XML-Beschreibungsdatei aus dem Automation Studio enthält alle Informationen über den Aufbau der Prozessdaten (I/O-Daten) sowie die Konfigurationsdaten für den Bus Controller und der I/O-Module.

Masterumgebungen wie z. B. TwinCAT oder EtherCAT Configurator erlauben den Import dieser Beschreibungsdatei über das Menü "*TwinCAT* → *Selected Item* → Import XML Description". Dazu muss der Slave, der diese Konfiguration erhalten soll, bereits im Hardware-Baum eingefügt und ausgewählt worden sein. Das Einfügen geschieht mittels Rechtsklick auf den Master und Auswahl von "Add new Item...".

Die XML-Beschreibungsdatei darf nicht mit der ESI-Datei (auch eine XML-Datei) verwechselt werden. Die ESI-Datei dient der allgemeinen Beschreibung eines EtherCAT Slaves und kann von der B&R Webseite heruntergeladen werden (siehe "[Allgemeines](#)" auf Seite 15).

Der Vorteil dieses Mechanismus ist, dass in der Entwicklungsumgebung bereits alle I/O-Datenpunkte (Name, Typ) bekannt sind, ohne tatsächlich ein Gerät zu benötigen. Die Alternative wäre der Download der Konfiguration in das Gerät über eine bestehende Online-Verbindung und das anschließende Hochladen aller Informationen aus dem CoE-Objektverzeichnis.

Weiters ist in der XML-Beschreibungsdatei angegeben, dass Konfigurationsdaten beim Hochlauf (Statusübergang PRE-OPERATIONAL auf SAFE-OPERATIONAL) an den Bus Controller zu senden sind. Dadurch wird sichergestellt, dass der Master immer automatisch eine Sicherung der Konfiguration durchführt.

4.2.3 Konfiguration über CoE-Objekte

In der vom Automation Studio generierten XML-Beschreibungsdatei, können die Daten aus dem Unterpunkt "Mailbox → CoE" verwendet werden, um den B&R Bus Controller über CoE-Objekte zu konfigurieren.

Je nachdem, wie viele X2X-Module im Automation Studio konfiguriert wurden, werden an dieser Stelle mehr oder weniger CFG Startup Streams aufgelistet. Dies hängt von der Menge der Konfigurationsdaten und der Komplexität der X2X-Module ab.

```

</ProcessData>
<Mailbox>
  <CoE>
    <InitCmds>
      <InitCmd>
        <Transition>PS</Transition>
        <Comment><![CDATA[ST1.X20BC00G3 CFG Startup Stream(1)]]></Comment>
        <Timeout>0</Timeout>
        <Ccs>1</Ccs>
        <Index>8193</Index>
        <SubIndex>0</SubIndex>
        <Data>0000FC3594BD0000017B000000D200000000000000000000000000000000000001
      </InitCmd>
      <InitCmd>
        <Transition>PS</Transition>
        <Comment><![CDATA[ST1.X20BC00G3 CFG Startup Stream(2)]]></Comment>
        <Timeout>0</Timeout>
        <Ccs>1</Ccs>
        <Index>8193</Index>
        <SubIndex>0</SubIndex>
        <Data>FFFF75743031004469676974616C4F75747075743032004469676974616C4F
      </InitCmd>
    </InitCmds>
  </CoE>
</Mailbox>

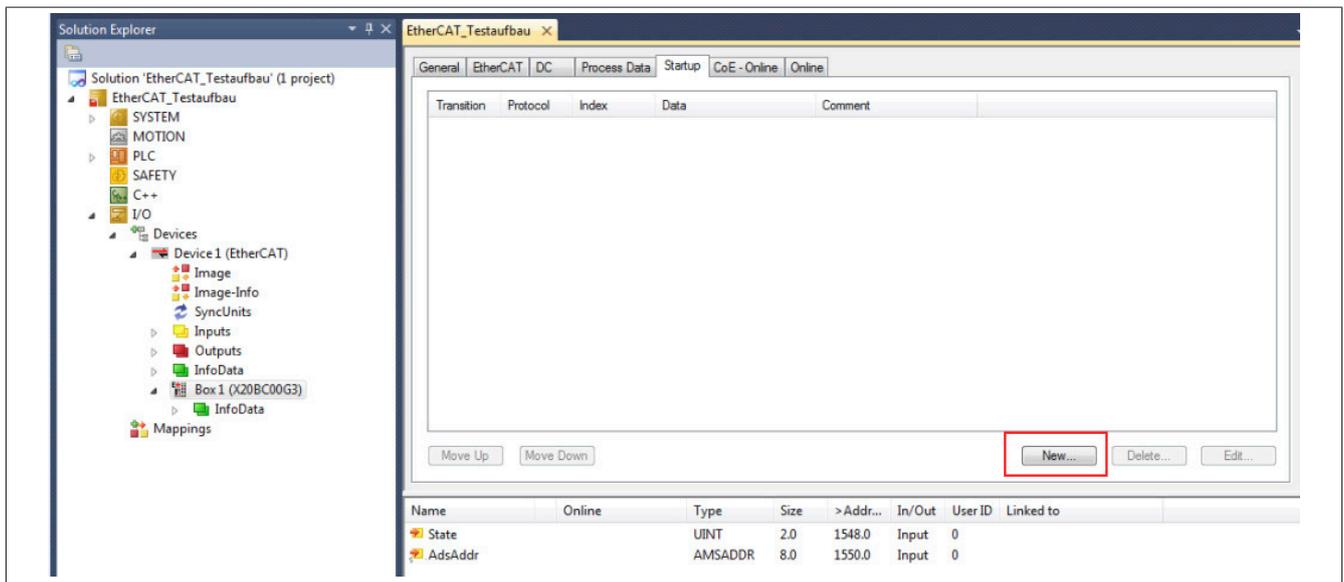
```

In diesem Beispiel sind es nur 2 CFG Startup Streams, die über 2 CoE-Objekte geschrieben werden.

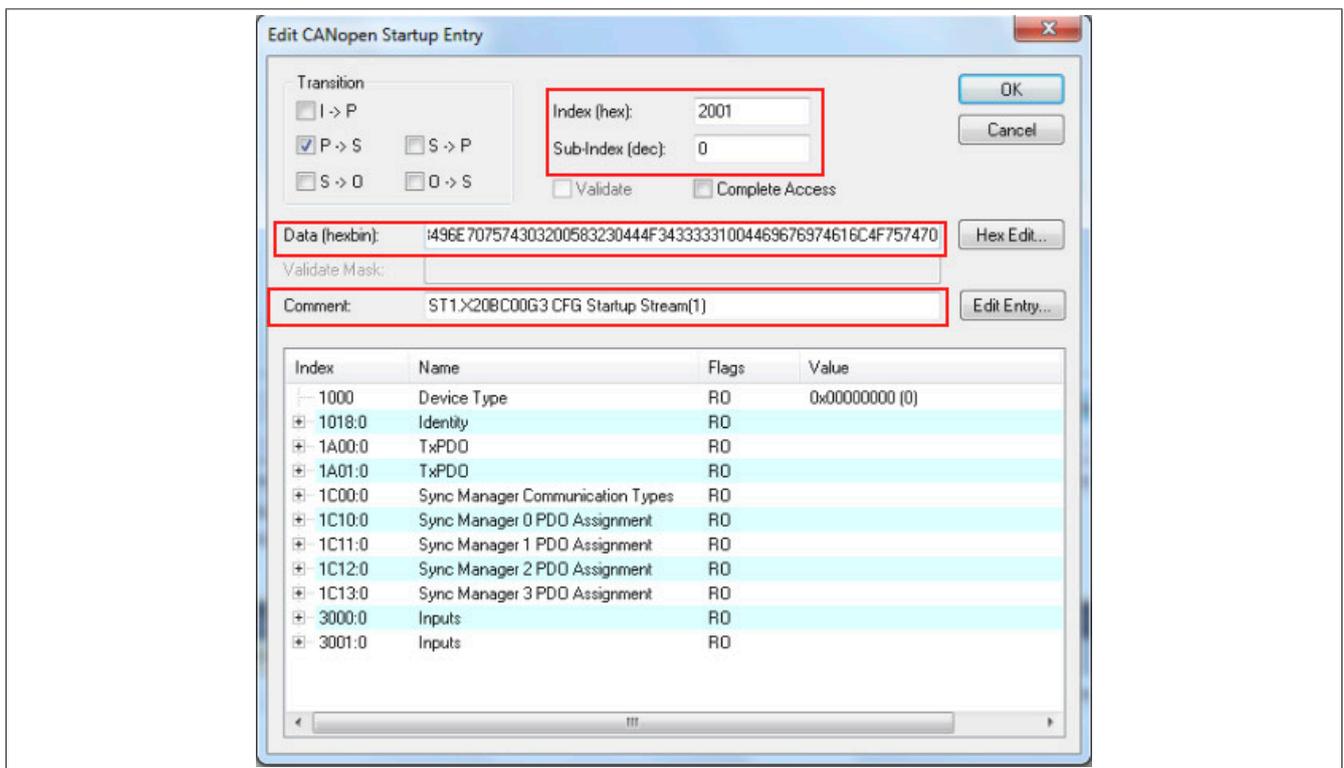
4.2.3.1 Beispiel

In diesem Beispiel wird TwinCAT als Masterumgebung verwendet. Zuerst wird die ESI-Datei vom B&R Slave in den TwinCAT-Ordner kopiert und der B&R Bus Controller in der TwinCAT Umgebung mittels Rechtsklick auf "Insert new Item" in das Projekt importiert.

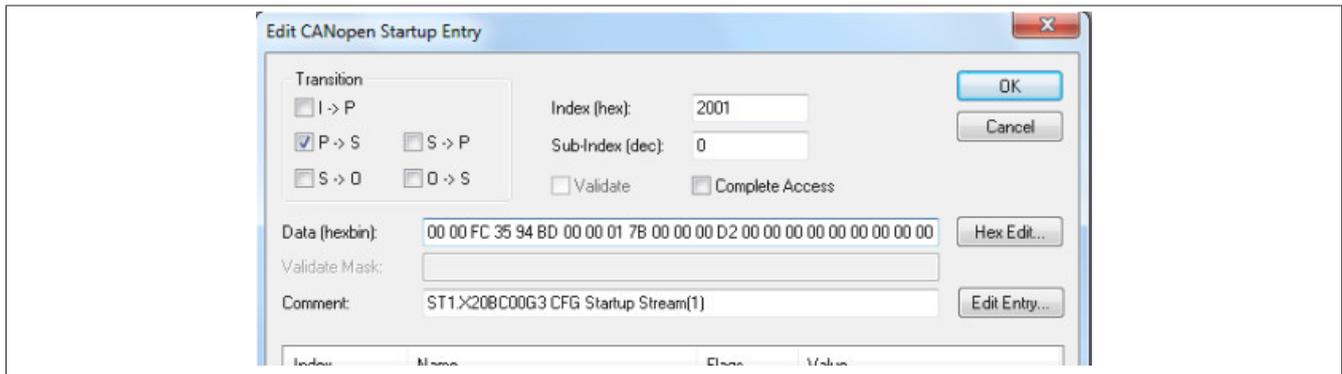
- Den Bus Controller wird ausgewählt und unter "Startup" durch Klick auf "New..." ein neues CoE-Objekt angelegt.



- Im "Edit CANopen Startup Entry" - Fenster wird der "CFG Startup Stream(1)" von der vom Automation Studio generierten XML-Beschreibungsdatei eingetragen. Dazu werden Index, Sub-Index, Data und Comment von der Beschreibungsdatei verwendet und im Startup-Fenster eingetragen.

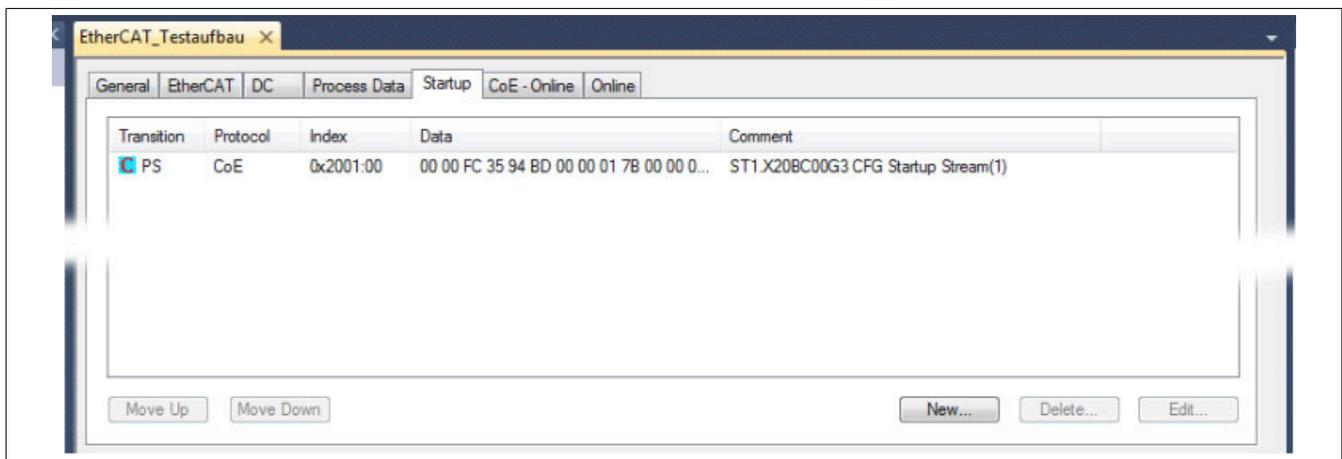


Um den Stream richtig anzugeben, muss zwischen jedem Byte ein Leerzeichen eingefügt werden.



Mit einem Klick auf "OK" wird der Eintrag bestätigt und der Dialog geschlossen.

- Der angelegte Stream wird in der TwinCat Umgebung angezeigt und durch einen Klick auf "New ..." können bei Bedarf weitere Streams angelegt werden.



- Nachdem alle Streams angelegt wurden, wird das komplette Projekt auf den Bus Controller übertragen.

4.2.4 Konfiguration mittels ESI-Datei

Ab der Automation Studio Version 4.4.1 wird bei der Generierung des Projektes zusätzlich eine vollständige ESI-Datei im Ausgabeordner des Projekts abgespeichert.

Diese ESI-Datei ist auf der allgemeinen ESI-Datei, die auf der Homepage zur Verfügung steht, aufgebaut und wurde um die eingestellte Konfiguration und das Prozessabbild erweitert. Diese eine Datei genügt, um dem Master die komplette Gerätebeschreibung mitzuteilen. Der Download der ESI-Datei von der B&R Homepage ist dadurch nicht mehr nötig. Siehe "[ESI-Datei](#)" auf Seite 15

Information:

Bei dieser Konfigurationsart wird die allgemeine ESI-Datei von der Homepage nicht mehr benötigt.

5 Das Objektverzeichnis

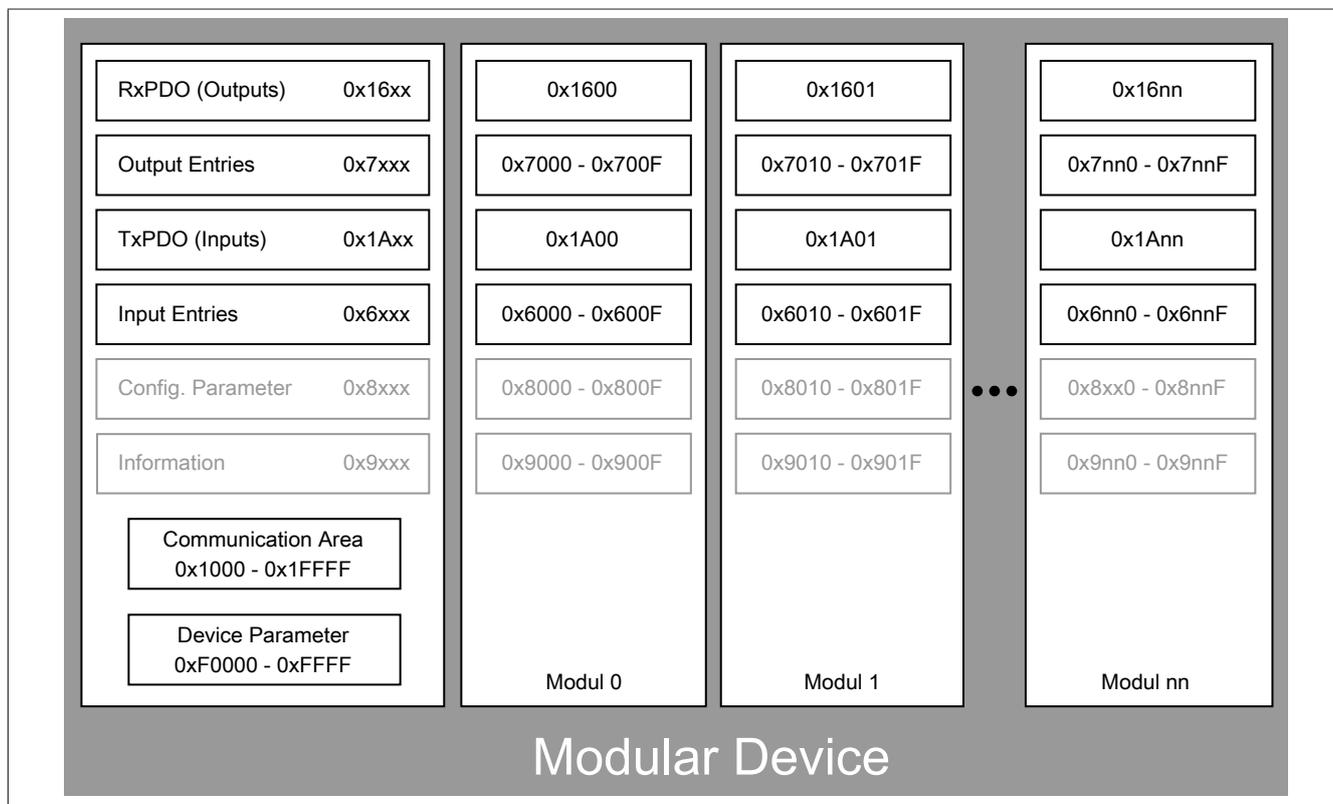
Das EtherCAT Objektverzeichnis orientiert sich sehr stark an CANopen, man spricht deshalb auch von einem "CANopen over EtherCAT" oder CoE-Objektverzeichnis. Die Objekte werden vom Bus Controller in beiden Betriebsarten (automatische und benutzerdefinierte Konfiguration) mit aktuellen Werten befüllt (z. B. PDO-Mapping 0x16.. und 0x1A..., Eingangsdaten 0x6..., Ausgangsdaten 0x7...). Neben diesen spezifizierten Objekten stehen auch herstellerspezifische Objekte zur Konfiguration und Bedienung zur Verfügung.

Index (hex)	Object Dictionary Area
0x0000 - 0x0FFF	Data Type Area
0x1000 - 0x1FFF	Communication Area
0x2000 - 0x5FFF	Manufacturer Specific Area
	0x2000 Bus Controller System Parameter
	0x2100 Bus Controller Services
0x6000 - 0x6FFF	Input Area
0x7000 - 0x7FFF	Output Area
0x8000 - 0x8FFF	Configuration Area
0x9000 - 0x9FFF	Information Area
0xA000 - 0xAFFF	Diagnosis Area
0xB000 - 0xBFFF	Service Transfer Area
0xC000 - 0xEFFF	Reserved Area
0xF000 - 0xFFFF	Device Area
	0xF100 Bus Controller Status
	0xF120 Bus Controller Mapping Information
	0xF800 I/O-Modul Register Read
	0xF810 I/O Module Register Write
	0xF810 I/O Module Information

Für Informationen zu den Objekten außerhalb der "Manufacturer Specific" und "Device Area" sei an dieser Stelle auf die EtherCAT Spezifikation verwiesen.

5.1 Das modulare Objektmodell

Während der Hochlauf-Prozedur des Bus Controllers werden die angeschlossenen I/O-Module konfiguriert und deren I/O-Datenpunkte in ein entsprechendes modulares I/O-Mapping abgebildet. Die gesamten Informationen des Mappings spiegeln sich im dynamisch erstellten Objektverzeichnis wieder und können vom Master via CoE abgefragt werden. Das Objektverzeichnis ist entsprechend dem modularen I/O-System strukturiert und daher folgendermaßen aufgebaut:



Masterumgebungen beginnen die Nummerierung der I/O-Module meist mit 1 anstelle von 0, TwinCAT z. B. nennt das erste Modul "IOM1". Die zugehörigen Rx- und TxPDOs liegen hier auf 0x1600 und 0x1A00, die von "IOM2" auf 0x1601 und 0x1A01.

Die in der Grafik grau dargestellten Bereiche werden von den Bus Controllern nicht unterstützt. Für Möglichkeiten zur I/O-Konfiguration siehe ["I/O-Konfiguration" auf Seite 18](#)

5.2 Beschreibung von B&R spezifischen Objekten

5.2.1 Bus Controller Systemparameter (0x2000)

Zugriffsrechte der Bus Controller Systemparameter

Der Bus Controller kann entweder über eine Konfigurationsdatei aus dem Automation Studio oder über CoE-Objekte konfiguriert werden.

Information:

Falls der Bus Controller über eine Konfigurationsdatei konfiguriert wurde, werden alle Bus Controller Systemparameter auf "Read Only" (RO)-Zugriff gesetzt. In diesem Fall können über CoE keine Parameter verändert werden!

Indexnummer: 0x2000:xx

Sub Index (xx)	Bezeichnung	Zugriff	Bedeutung	Defaultwert																																	
0	Bus Controller System parameters	RO	Objektbezeichner	5																																	
01	X2X Bus Configuration ¹⁾	RO/RW	<p>Werte: 0 bis 9 Die X2X Link Zykluszeit und die dabei erzielte Datenbreite sind 2 Systemparameter, die nicht in beliebigen Bereichen getrennt einstellbar sind. Je nach erforderlicher Zykluszeit und Anzahl der angeschlossenen I/O-Module kann dieser Wert optimiert werden.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Wert</th> <th>Zykluszeit</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>4,0 ms</td> <td>Max. 253 I/O-Module, Max. 1400 Byte sync Daten</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>3,5 ms</td> <td>Max. 253 I/O-Module, Max. 1150 Byte sync Daten</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3,0 ms</td> <td>Max. 253 I/O-Module, Max. 900 Byte sync Daten</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2,5 ms</td> <td>Max. 200 I/O-Module, Max. 800 Byte sync Daten</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2,0 ms</td> <td>Max. 200 I/O-Module, Max. 500 Byte sync Daten</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1,5 ms</td> <td>Max. 100 I/O-Module, Max. 450 Byte sync Daten</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>1,0 ms</td> <td>Max. 100 I/O-Module, Max. 260 Byte sync Daten</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>500 µs</td> <td>Max. 40 I/O-Module, Max. 120 Byte sync Daten</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>250 µs</td> <td>Max. 15 I/O-Module, Max. 40 Byte sync Daten</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>200 µs</td> <td>Max. 10 I/O-Module, Max. 20 Byte sync Daten</td> </tr> </tbody> </table>	Wert	Zykluszeit	Beschreibung	0	4,0 ms	Max. 253 I/O-Module, Max. 1400 Byte sync Daten	1	3,5 ms	Max. 253 I/O-Module, Max. 1150 Byte sync Daten	2	3,0 ms	Max. 253 I/O-Module, Max. 900 Byte sync Daten	3	2,5 ms	Max. 200 I/O-Module, Max. 800 Byte sync Daten	4	2,0 ms	Max. 200 I/O-Module, Max. 500 Byte sync Daten	5	1,5 ms	Max. 100 I/O-Module, Max. 450 Byte sync Daten	6	1,0 ms	Max. 100 I/O-Module, Max. 260 Byte sync Daten	7	500 µs	Max. 40 I/O-Module, Max. 120 Byte sync Daten	8	250 µs	Max. 15 I/O-Module, Max. 40 Byte sync Daten	9	200 µs	Max. 10 I/O-Module, Max. 20 Byte sync Daten	0x0006 (6)
Wert	Zykluszeit	Beschreibung																																			
0	4,0 ms	Max. 253 I/O-Module, Max. 1400 Byte sync Daten																																			
1	3,5 ms	Max. 253 I/O-Module, Max. 1150 Byte sync Daten																																			
2	3,0 ms	Max. 253 I/O-Module, Max. 900 Byte sync Daten																																			
3	2,5 ms	Max. 200 I/O-Module, Max. 800 Byte sync Daten																																			
4	2,0 ms	Max. 200 I/O-Module, Max. 500 Byte sync Daten																																			
5	1,5 ms	Max. 100 I/O-Module, Max. 450 Byte sync Daten																																			
6	1,0 ms	Max. 100 I/O-Module, Max. 260 Byte sync Daten																																			
7	500 µs	Max. 40 I/O-Module, Max. 120 Byte sync Daten																																			
8	250 µs	Max. 15 I/O-Module, Max. 40 Byte sync Daten																																			
9	200 µs	Max. 10 I/O-Module, Max. 20 Byte sync Daten																																			
02	X2X Bus Cable Length ¹⁾	RO/RW	<p>Werte: 0 bis 25300 m Erlaubt die Optimierung des X2X Link Timings in Bezug auf niedrige ESD-Abstrahlung. Bei Angabe des Standardwerts (0) erfolgt keine Optimierung. Es ist die tatsächliche Gesamtlänge des X2X Link Stranges ausgehend vom Bus Controller in Meter anzugeben. Die Maximallänge ist durch den Maximalabstand von 100 m zwischen 2 X2X Link Stationen und deren größtmögliche Anzahl (253 Module) gegeben und beträgt deshalb 25,3 km.</p>	0x0000 (0)																																	
03	X2X Bus Reserved Parameter	RO/RW	Nicht in Verwendung.	0x0000 (0)																																	
04	IOM Initialization Delay ¹⁾	RO/RW	<p>Werte: 3000 bis 60000 ms Über dieses Objekt kann das Modul-Initialisierungsverzögerung eingestellt bzw. ausgelesen werden. Diese Verzögerung wird in Millisekunden angegeben. Nach einem Neustart geht das System in eine Modul-Initialisierungsphase über, in der es nicht möglich ist, in den Status PRE-OPERATIONAL zu wechseln. Die Initialisierungsphase wird via Status-LED durch schnelles grünes Blinken signalisiert. Das Initialisierungsverzögerung verlängert diese Phase um den eingestellten Wert. Damit ist es möglich, auf zeitlich unterschiedlich lange Initialisierungsphasen der angeschlossenen Module zu reagieren. Der Bus Controller wird gezwungen mit dem Abschluss der Modul-Initialisierung länger zu warten. Falls ein Wert kleiner 3000 ms eingestellt wurde, wird intern der Standardwert von 3000 ms verwendet. Die Dauer der gesamten Initialisierungsphase ist die Summe der von der I/O-Modulbestückung abhängigen Bootdauer und dem angegebenen I/O-Modulinitialisierungswert.</p>	0x0BB8 (3000)																																	
5	IOM Failed Action	RO/RW	<p>Legt fest, ob der Bus Controller bei Ausfall eines I/O-Moduls im Betrieb in den Status SAFE-OPERATIONAL wechseln soll (Wert 1, Standardverhalten) oder weiter im Status OPERATIONAL bleibt (Wert 0, No action). Ist ein konfiguriertes I/O-Modul aber bereits beim Hochlauf (nach Ablauf des "IOM Initialization Delay") nicht vorhanden, läßt sich der Bus Controller trotzdem in den Status OPERATIONAL schalten.</p>	0x0001 (1)																																	

1) Änderungen werden erst bei einem erneuten Soft- bzw. Hardware-Reset (Neustart) wirksam.

5.2.2 Bus Controller Services (0x2100)

Mit diesem Objekt können am Bus Controller verschiedene Servicefunktionen ausgelöst werden.

Die jeweilige Servicefunktion wird durch das Schreiben des Wertes "0x0BCA" auf den jeweiligen Index (z. B. 0x2100:02) ausgelöst.

Um einen Bus Controller, in welchen eine benutzerdefinierte Konfiguration geladen wurde, wieder für die Betriebsart automatische Konfiguration nutzen zu können müssen alle 3 Schritte durchgeführt werden:

- 1 Konfigurationsdatei löschen (0x2100:01)
- 2 Systemeinstellungen zurücksetzen (0x2100:02)
- 3 System neu starten (0x2100:03)

Indexnummer: 0x2100:xx

Sub Index (xx)	Bezeichnung	Zugriff	Bedeutung	Default
0	Bus Controller Services	RO	Objektbezeichner	3
01	Delete Config File	RW	Die Konfigurationsdaten im Flash des Bus Controllers werden gelöscht.	0x0000
02	Delete System Parameters	RW	Die System Parameter im Flash (siehe Abschnitt "Bus Controller Systemparameter (0x2000)" auf Seite 25) werden auf die Standardwerte zurückgesetzt.	0x0000
03	Restart Bus Controller	RW	Erzwingt den sofortigen Neustart des Bus Controllers.	0x0000

5.2.3 Bus Controller Status (0xF100)

Dieses Objekt beschreibt den aktuellen Betriebszustand des Bus Controllers.

Der Wert hat eine Breite von 4 Byte. Hier wird zwischen dem "oberen" Word, welches die möglichen Fehlerzustände (Fehler-Status) beschreibt, bzw. dem "unteren" Word, welches die Betriebszustände (OK-Status) repräsentiert, unterschieden. Der Wert ist Bit-codiert.

0x00000000

 Fehler-Status OK-Status

OK-Status

Bit	Code	Bedeutung
0	0xxxx0000	Alles OK
	0xxxx0001	Der Bus Controller wurde mit Hilfe von Konfigurationsdateien aus dem Automation Studio konfiguriert.

Fehler-Status

Bit	Code	Bedeutung
-	0x0000xxxx	OK, keine Fehler.
16	0x0001xxxx	Watchdog abgelaufen Dieser Fehlerzustand wird beim Übergang von SAFE-OPERATIONAL auf PRE-OPERATIONAL zurückgesetzt.
17	0x0002xxxx	Bus Controller Flash Read/Write Fehler Dieser Fehlerzustand wird durch einen Neustart des Bus Controllers zurückgesetzt. Vor dem Neustart sollten die Bus Controller System Parameter im Flash gelöscht werden (durch Setzen des CoE-Objekts "2100:02", siehe Abschnitt "Bus Controller Services (0x2100)" auf Seite 26)
18	0x0004xxxx	Fehlerhaftes bzw. fehlendes I/O-Modul während der Laufzeit erkannt Dieser Fehlerzustand wird durch Behebung des Fehlers zurückgesetzt (z. B. durch Einsetzen des fehlenden in den entsprechenden Steckplatz).
19	0x0008xxxx	Fehlendes I/O-Modul während der Bootphase erkannt Dieser Fehlerzustand zeigt an, dass der Bus Controller mit einer benutzerdefinierten Konfiguration betrieben wird und ein konfiguriertes Modul fehlt. Der Fehlerzustand kann durch Einsetzen der konfigurierten I/O-Module oder durch Löschen der bestehenden Konfiguration (durch Setzen des CoE-Objekts "2100:01", siehe Abschnitt "Bus Controller Services (0x2100)" auf Seite 26) sowie einem anschließenden Neustart des Bus Controllers (Power Cycle oder durch Setzen des CoE-Objekts "2100:03") zurückgesetzt werden.
20	0x0010xxxx	Falsches I/O-Modul während der Bootphase erkannt Ähnlich dem Fehlerzustand "Fehlendes I/O-Modul während der Bootphase erkannt". Anstelle eines leeren oder fehlenden I/O-Steckplatzes wurde hier aber ein I/O-Modul ungleich des konfigurierten Modultyps erkannt. Der Fehlerzustand wird durch Behebung des Fehlers und einem anschließenden Neustart zurückgesetzt (Details siehe oben - "Fehlendes I/O-Modul während der Bootphase erkannt").
21	0x0020xxxx	Fehlerhafte Bus Controller Konfigurationsdaten Die Konfigurationsdatei aus dem Automation Studio wurde als fehlerhaft erkannt. Um den Fehlerzustand zurückzusetzen ist sowohl das Löschen der bestehenden Konfiguration (durch Setzen des CoE-Objekts "2100:01", siehe Abschnitt "Bus Controller Services (0x2100)" auf Seite 26) als auch das Löschen der Bus Controller System Parameter (durch Setzen des CoE-Objekts "2100:02") notwendig. Anschließend ist ein Neustart erforderlich (Power Cycle oder Setzen des CoE-Objekts "2100:03").
22	0x0040xxxx	Fehlerhafte Einstellungen in der ESI-Datei Der Fehlerzustand wird beim Übergang von "INIT" auf PRE-OPERATIONAL zurückgesetzt.
23	0x0080xxxx	Keine Bus Controller Ressourcen mehr (Speicherproblem) verfügbar Um den Fehlerzustand zurückzusetzen ist das Löschen der bestehenden Konfiguration (durch Setzen des CoE-Objekts "2100:01", siehe Abschnitt "Bus Controller Systemparameter (0x2000)" auf Seite 25) notwendig. Anschließend ist ein Neustart erforderlich (Power Cycle oder Setzen des CoE-Objekts "2100:03").
24	0x0100xxxx	Fehlerhafte Firmware Dieser Fehler kann während des Firmware-Aktualisierungsprozesses bzw. beim Neustart nach der Aktualisierung auftreten. Wenn der Fehler nach dem Neustart angezeigt wird bedeutet das, dass eine fehlerhafte Update-Firmware erkannt und mit der werkseitigen Firmware gebootet wurde. Weitere Details können Abschnitt "Hochlauf- (Bootup-) Prozedur" auf Seite 16 entnommen werden. Der Fehlerzustand wird beim Übergang von PRE-OPERATIONAL auf SAFE-OPERATIONAL zurückgesetzt.
25	0x0200xxxx	Fehler beim Schreiben bzw. Lesen des ECAT EEPROM Der Fehlerzustand wird beim Übergang von PRE-OPERATIONAL auf SAFE-OPERATIONAL zurückgesetzt.
26	0x0400xxxx	Nicht unterstütztes I/O-Modul angeschlossen Der Fehlerzustand wird mit der Behebung des Fehlers, d. h. mit dem Austausch des I/O-Moduls und einem anschließenden Neustart zurückgesetzt.

Siehe auch: "AL-Statuscode" auf Seite 37

5.2.4 Bus Controller Mapping Information (0xF120)

Das Bus Controller Mapping liefert Informationen zu den aktiven I/O-Modulen und deren Prozessdaten. Diese Objekte können nur gelesen werden und erlauben keinen schreibenden Zugriff.

Indexnummer: 0xF120:xx

Sub Index (xx)	Bezeichnung	Zugriff	Bedeutung	Defaultwert
0	Bus Controller Mapping Information	RO	Objektbezeichner	3
01	I/O Module Number	RO	Anzahl der erfolgreich gelinkten bzw. gebooteten I/O-Module. Falls I/O-Module über eine benutzerspezifische Konfigurationsdatei aus dem Automation Studio konfiguriert wurden, muss das I/O-Modul nicht physikalisch vorhanden sein. Es wird trotzdem in das Mapping aufgenommen und in diesem Objekt mitgezählt.	0x0000 (0)
02	PD Input Size	RO	Größe der Eingangs-Prozessdaten in Byte	0x0000 (0)
03	PD Output Size	RO	Größe der Ausgangs-Prozessdaten in Byte	0x0000 (0)

5.2.5 I/O-Modulregister lesen (0xF800)

Diese Objekt erlaubt den direkten Lesezugriff auf einzelne I/O-Modul Register.

Die Beschreibung der einzelnen I/O-Register ist der Moduldokumentation zu entnehmen. Zuerst muss über den Sub-Index 1 der Steckplatz (= X2X-Stationsnummer) des betreffenden I/O-Moduls angegeben werden. Durch Schreiben der gewünschten Registeradresse auf Sub-Index 2 erfolgt der Lesezugriff auf das Register. Anschließend kann der gelesene Wert aus dem Sub-Index 3 entnommen werden.

Indexnummer: 0xF800:xx

Sub Index (xx)	Bezeichnung	Zugriff	Bedeutung	Defaultwert
0	I/O Module Register Read	RO	Objektbezeichner	3
01	Slot-ID	RW	I/O-Modul Steckplatz-ID 1 bis x	0x0001 (1)
02	Register Address	RW	I/O-Registeradresse Durch Schreiben der Registeradresse wird der Lesevorgang des I/O-Registers ausgelöst.	0x0000 (0)
03	Register Value	RO	I/O-Registerwert	0x00000000 (0)

5.2.6 I/O-Modulregister schreiben (0xF801)

Das Objekt "0xF801" erlaubt den direkten Schreibzugriff auf einzelne I/O-Modulregister.

Typischerweise wird diese Funktion zur Änderung von Modulparametern zur Laufzeit (Status OPERATIONAL) verwendet. Die Beschreibung der einzelnen I/O-Register ist der Moduldokumentation zu entnehmen.

Zuerst muss über den Sub-Index 1 der Steckplatz (= X2X Stationsnummer) des betreffenden I/O-Moduls sowie die Registeradresse auf Sub-Index 2 angegeben werden. Anschließend wird durch Schreiben des gewünschten Registerwerts auf Sub-Index 3 der Schreibzugriff auf das Register durch den Bus Controller durchgeführt.

Information:

Werden über diesen Mechanismus zyklische Register geschrieben, welche Teil der I/O-Daten sind d. h. als Prozessdaten gemappt sind, so werden diese Register im nächsten X2X-Zyklus sofort durch zyklische I/O-Daten überschrieben.

Indexnummer: 0xF801:xx

Sub Index (xx)	Bezeichnung	Zugriff	Bedeutung	Defaultwert
0	I/O Module Register Write	RO	Objektbezeichner	3
01	Slot-ID	RW	I/O-Modul Steckplatz-ID 1 bis x	0x0001 (1)
02	Register Address	RW	I/O-Registeradresse	0x0000 (0)
03	Register Value	RW	I/O-Registerwert Durch Schreiben des Registerwerts wird der Schreibvorgang auf das I/O-Register ausgelöst.	0x00000000 (0)

Vorgehensweise bei der I/O-Modul Konfiguration

1. Objekt "F801:01": I/O-Modul Stationsnummer (Steckplatz-ID x schreiben)
2. Objekt "F801:02": I/O-Modul Registeradresse schreiben
3. Objekt "F801:03": I/O-Modul Registerwert schreiben

Hinweis zur Konfiguration über CoE-Objekte

EtherCAT Mastersysteme bieten meist die Möglichkeit I/O-Registerkonfigurationen zu automatisieren. Dabei können alle notwendigen I/O-Registerkonfigurationen in sogenannten CoE-Startup-Listen definiert werden. Der Master arbeitet diese Startup-Liste der Reihe nach ab und sendet zu einem definierten EtherCAT Status-Übergang die I/O-Registerdaten an den jeweiligen Slave.

5.2.7 I/O-Modulinformation (0xF810)

Dieses Objekt liefert Informationen des elektronischen Datenblatts aller gelinkten I/O-Module. Durch Schreiben des Modul-Steckplatzes (= X2X LINK Stationsnummer des gewünschten I/O-Moduls auf Sub-Index 1 werden alle Parameter gelesen und alle Sub-Index Werte aktualisiert.

Indexnummer: 0xF810:xx

Sub Index (xx)	Bezeichnung	Zugriff	Bedeutung	Defaultwert												
0	I/O Module Information	RO	Objektbezeichner	7												
01	Slot-ID	RW	I/O-Modul Steckplatz-ID 1 bis x Mit dem Schreiben der Steckplatz-ID werden alle I/O-Modulparameter gelesen.	0x0001 (1)												
02	Vendor Code	RO	Für B&R I/O-Module: "0x006C"	0x006C (108)												
03	Device-ID	RO	I/O-Modul Hardware-ID	0x1F8C (8076)												
04	HW Revision	RO	I/O-Modul Hardware Variante	0x0005 (5)												
05	SW Version	RO	I/O-Modul Firmware Version	0x0300 (768)												
06	Serial Number	RO	I/O-Modul Seriennummer	0x0002A332 (172850)												
07	Status	RO	I/O-Modul Status (Bit-codiert)	0x0000 (0)												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Statuscode</th> <th>Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0x0000</td> <td>Alles OK, kein Fehler</td> </tr> <tr> <td>0x0001</td> <td>Fehlendes I/O-Modul während der Bootphase erkannt (Warnung)</td> </tr> <tr> <td>0x0002</td> <td>Falsches I/O-Modul während Bootphase erkannt</td> </tr> <tr> <td>0x0004</td> <td>I/O-Modul wird nicht unterstützt</td> </tr> <tr> <td>0x0008</td> <td>Fehlerhaftes bzw. fehlendes I/O-Modul während der Laufzeit erkannt</td> </tr> </tbody> </table>		Statuscode	Bedeutung	0x0000	Alles OK, kein Fehler	0x0001	Fehlendes I/O-Modul während der Bootphase erkannt (Warnung)	0x0002	Falsches I/O-Modul während Bootphase erkannt	0x0004	I/O-Modul wird nicht unterstützt	0x0008	Fehlerhaftes bzw. fehlendes I/O-Modul während der Laufzeit erkannt	
Statuscode	Bedeutung															
0x0000	Alles OK, kein Fehler															
0x0001	Fehlendes I/O-Modul während der Bootphase erkannt (Warnung)															
0x0002	Falsches I/O-Modul während Bootphase erkannt															
0x0004	I/O-Modul wird nicht unterstützt															
0x0008	Fehlerhaftes bzw. fehlendes I/O-Modul während der Laufzeit erkannt															

Hinweis zu Modul-Device-ID (Hardware-ID) und Seriennummer

Die Modul-Hardware-ID kann der jeweiligen Moduldokumentation (B&R ID-Code in den technischen Daten) entnommen werden. Weiters ist auf jedem Elektronikmodul eine Seriennummer aufgedruckt; die Modul-Hardware-ID entspricht den ersten 4 Stellen dieser Seriennummer. (Siehe Abbildung: Hardware-ID ist zusätzlich Schwarz eingefärbt)



X20 System



X67 System

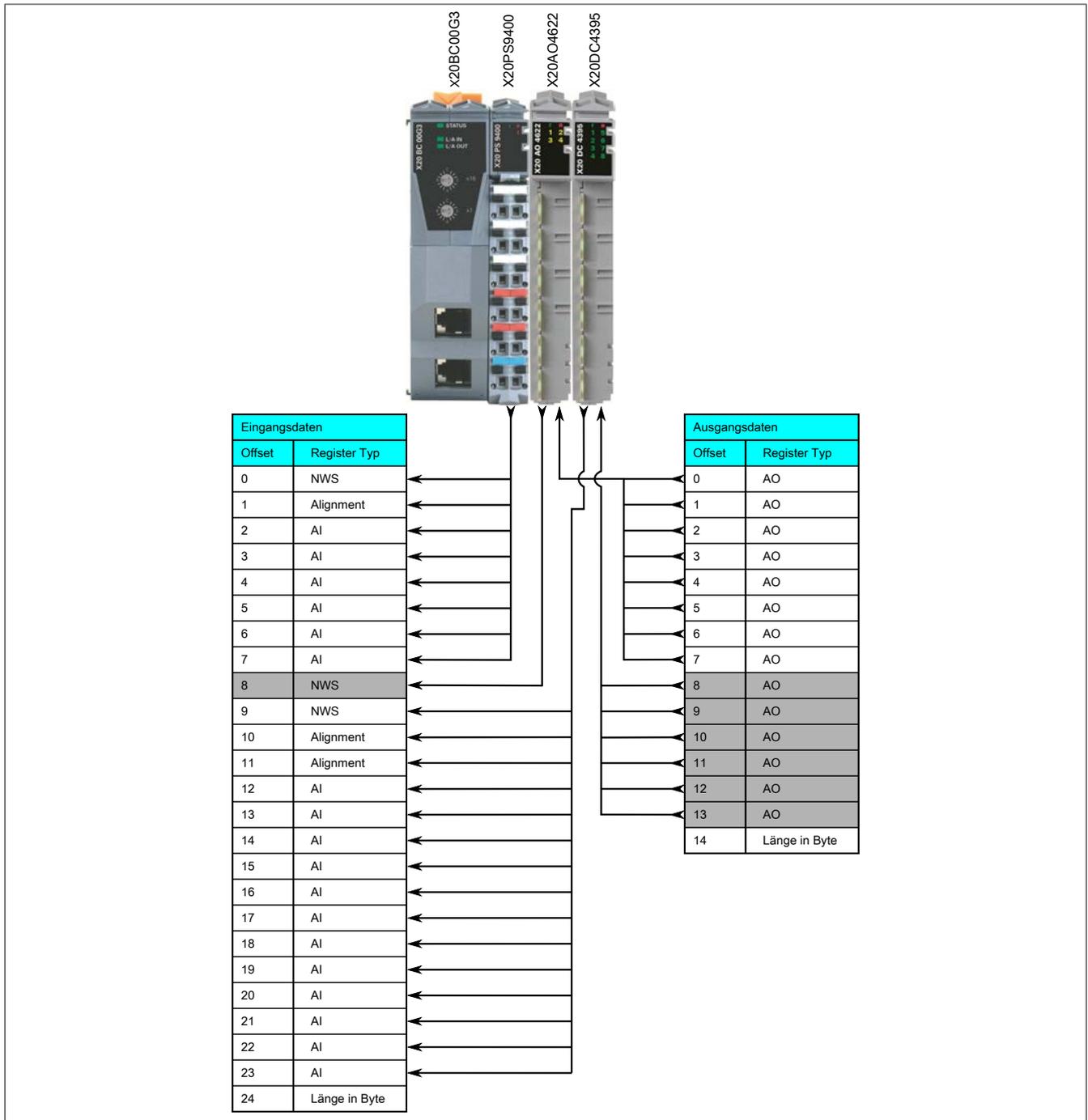
Information:

Information: Die IDs ab 9999 sind als Hexadezimalzahl aufgedruckt und müssen für einen Vergleich in Dezimalwerte umgerechnet werden!

Die restlichen 7 Stellen entsprechen der Seriennummer (im Dezimalformat).

5.3 Beschreibung der Ein- und Ausgangsdaten

Die Zusammensetzung der Objekte in der Communication-Area und der Ein- und Ausgangsdaten an Hand einer X20-Beispielkonfiguration zeigt die folgende Graphik



Diese Belegung ergibt sich bei automatischer Konfiguration der I/O-Module, d. h. ohne Verwendung einer Konfigurationsdatei aus dem Automation Studio.

Das Netzteil-Modul auf Steckplatz 1 liefert insgesamt 8 Byte an Eingangsdaten:

1 Byte Netzwerkstatus, 1 Alignment-Byte (weil der folgende Datenpunkt 16 Bit breit ist und deshalb auf einem geraden Byte-Offset liegen muss) und 3 Word-Register.

Bedeutung der Register Typen:

- NWS: Netzwerkstatus, siehe Abschnitt "Netzwerkstatus" auf Seite 31
- Alignment: siehe Abschnitt "Alignment-Regeln" auf Seite 34
- AI: Analoger Eingang
- AO: Analoger Ausgang

5.3.1 Netzwerkstatus

Der Netzwerkstatus gibt Auskunft über den Betriebszustand der einzelnen X2X Link Stationen, d. h. der Busmodule der jeweiligen I/O-Module.

Information:

Alle Werte ungleich 245 (0xF5) bedeuten, dass die I/O-Daten des entsprechenden Moduls ungültig sind. Dieser Umstand wird meist in der Applikation entsprechend berücksichtigt bzw. verarbeitet.

Der Betriebsstatus der I/O-Module (der so genannten Elektronikmodule, im Gegensatz zum hier beschriebenen Netzwerkstatus der Busmodule) kann über das Objekt "Status" auf "F810:07" im elektronischen Datenblatt abgefragt werden (siehe Abschnitt "[I/O-Modulinformation \(0xF810\)](#)" auf Seite 29).

Jede X2X-Link Station verfügt über einen Hardwarebaustein (ASIC), welcher in jedem X2X Linkzyklus seinen Zustand an den X2X Link Master (also in diesem Falle an den Bus Controller) meldet.

Jedes Netzwerkstatus-Byte ist wie folgt aufgebaut:

Bit	Wert	Beschreibung
0	0x01	X2X Link Versorgungsspannung OK
1	0x02	Reserviert (immer 0)
2	0x04	Kommunikation zwischen ASIC und Elektronikmodul OK (Voraussetzung für Gültigkeit der Bits 3 bis 7)
3	0x08	I/O-Daten ungültig (void)
4	0x10	Reserviert (immer 1)
5	0x20	Reserviert (immer 1)
6	0x40	Reserviert (immer 1)
7	0x80	Reserviert (immer 1)

Damit ergeben sich folgende Werte:

Beschreibung	Wert (dezimal)	Wert (hex)
X2X Link Station inaktiv (z. B. keine X2X Link Versorgung)	0	0x00
Alles OK (I/O-Daten gültig)	245	0xF5
Keine Kommunikation mit Modulelektronik (Bits 7 bis 3 sind ungültig)	249	0xF9
I/O-Daten ungültig, Kommunikation zwischen X2X-ASIC und Elektronikmodul OK (ASIC hat im letzten X2X Link Zyklus einen gültigen "Sync In"-Transfer mit dem Elektronikmodul durchgeführt)	253	0xFD

5.4 Rx/TxPDO-Objekte

Diese Objekte entsprechen den Prozessdaten-Objekten (ähnlich wie bei CANopen) und dienen der Beschreibung bzw. der Zusammensetzung (Mapping) der Eingangs- und Ausgangsdaten.

RxPDO bedeutet Receive-PDO und meint den Empfang von Daten aus Sicht des Bus Controllers. Das sind in diesem Falle die Ausgangsdaten für die I/O-Module.

RxPDO = Ausgangsdaten (Output), Objekte "16***"

TxPDO = Eingangsdaten (Input), Objekte "1A***"

Anders als bei CANopen, wo die Länge eines PDOs auf 8 Byte beschränkt ist, wird bei EtherCAT für jedes I/O-Modul ein eigener Objektindex verwendet. Das bedeutet, dass die I/O-Daten für das erste Modul auf den Objekten "1600" bzw. "1A00", für das zweite Modul auf "1601" bzw. "1A01", usw. zu finden sind.

Für das Mapping-Beispiel aus dem letzten Kapitel (siehe Abschnitt "Beschreibung der Ein- und Ausgangsdaten" auf Seite 30) ergeben sich folgende Objekte:

Index	Name	Flags	Value
1000	Device type	RO	0x00001389 (5001)
1008	Device name	RO	X20BC00G3
1009	Hardware version	RO	0.1
100A	Software version	RO	0.6
1018:0	Identity	RO	> 4 <
1600	IOM1, RxPDO Mapping	RO	0x00 (0)
1601:0	IOM2, RxPDO Mapping	RO	> 4 <
1601:01	CHA1	RO	0x7010:01, 16
1601:02	CHA2	RO	0x7010:02, 16
1601:03	CHA3	RO	0x7010:03, 16
1601:04	CHA4	RO	0x7010:04, 16
1602:0	IOM3, RxPDO Mapping	RO	> 4 <
1602:01	CHA1	RO	0x7020:01, 16
1602:02	CHA2	RO	0x7020:02, 16
1602:03	CHA3	RO	0x7020:03, 16
1A00:0	IOM1, TxPDO Mapping	RO	> 5 <
1A00:01	NWS	RO	0x6000:01, 8
1A00:02	1 Byte Alignment	RO	0x0000:00, 8
1A00:03	CHA1	RO	0x6000:02, 16
1A00:04	CHA2	RO	0x6000:03, 16
1A00:05	CHA3	RO	0x6000:04, 16
1A01:0	IOM2, TxPDO Mapping	RO	> 1 <
1A01:01	NWS	RO	0x6010:01, 8
1A02:0	IOM3, TxPDO Mapping	RO	> 7 <
1A02:01	NWS	RO	0x6020:01, 8
1A02:02	2 Byte Alignment	RO	0x0000:00, 16
1A02:03	CHA1	RO	0x6020:02, 32
1A02:04	CHA2	RO	0x6020:03, 16
1A02:05	CHA3	RO	0x6020:04, 16
1A02:06	CHA4	RO	0x6020:05, 16
1A02:07	CHA5	RO	0x6020:06, 16

Abbildung 2: Beispiel Rx/TxPDO Mapping

Information:

Alignment muss beachtet werden. (Siehe Abschnitt "Alignment-Regeln" auf Seite 34).

"IOM1" bezeichnet das erste I/O-Modul nach dem Bus Controller auf Steckplatz 1 (Slot-ID = 1), "IOM2" das Modul auf Steckplatz 2 und so weiter.

In den Sub-Indizes dieser Objekte werden die gemappten Kanäle "CHA*" gelistet. In der Spalte "Wert" ist das gemappte Objekt aus dem Eingangs- ("0x6****") und Ausgangsdatenbereich ("0x7****") angegeben. Jedes I/O-Modul liefert seinen Netzwerkstatus ("NWS") als das erste Byte der Eingangsdaten (TxPDO, "0x1A**01"). In diesem Beispiel erhält das Netzteilmodul ("IOM1") keine Ausgangsdaten. Der Wert für "0x1600" (Subindex 0) ist deshalb 0.

5.5 Ein- und Ausgangsdaten im Objektverzeichnis

Diese Objekte spiegeln die Datenpunkte der entsprechenden I/O-Module "IOM*" wieder. Die Eingangsdaten liegen im Bereich "0x6****" und die Ausgangsdaten auf "0x7****".

Als Name für die (zyklischen) Ein- und Ausgangsregister wird "REG", gefolgt von der Registeradresse, angegeben. Aus der I/O-Moduldokumentation kann zu jeder Registeradresse die Beschreibung entnommen werden. Am Wert ist ersichtlich, welche Datenbreite die einzelnen Register besitzen.

Diese Objekte werden für das Mapping der Ein- und Ausgangsdatenobjekte (siehe Abschnitt "Beschreibung der Ein- und Ausgangsdaten" auf Seite 30) verwendet.

Index	Name	Flags	Value
1000	Device type	RO	0x00001389 (5001)
1008	Device name	RO	X20BC00G3
1009	Hardware version	RO	0.1
100A	Software version	RO	0.6
1018:0	Identity	RO	> 4 <
1600	IOM1, RxPDO Mapping	RO	0x00 (0)
1601:0	IOM2, RxPDO Mapping	RO	> 4 <
1602:0	IOM3, RxPDO Mapping	RO	> 4 <
1A00:0	IOM1, TxPDO Mapping	RO	> 5 <
1A01:0	IOM2, TxPDO Mapping	RO	> 1 <
1A02:0	IOM3, TxPDO Mapping	RO	> 7 <
1C00:0	Sync manager type	RO	> 4 <
1C12:0	Sync Manager 2 PDO Assignment	RO	> 2 <
1C13:0	Sync Manager 3 PDO Assignment	RO	> 3 <
6000:0	IOM1, Input Channels	RO	> 4 <
6000:01	NWS	RO P	0xF5 (245)
6000:02	REG0	RO P	0x0000 (0)
6000:03	REG2	RO P	0x0004 (4)
6000:04	REG4	RO P	0x0035 (53)
6010:0	IOM2, Input Channels	RO	> 1 <
6010:01	NWS	RO P	0xF5 (245)
6020:0	IOM3, Input Channels	RO	> 6 <
6020:01	NWS	RO P	0xF5 (245)
6020:02	REG192	RO P	0x00000000 (0)
6020:03	REG196	RO P	0x0000 (0)
6020:04	REG198	RO P	0x0000 (0)
6020:05	REG200	RO P	0x0000 (0)
6020:06	REG201	RO P	0x0000 (0)
7000	IOM1, Output Channels	RO	0x00 (0)
7010:0	IOM2, Output Channels	RO	> 4 <
7010:01	REG0	RO P	0x0000 (0)
7010:02	REG2	RO P	0x0000 (0)
7010:03	REG4	RO P	0x0000 (0)
7010:04	REG6	RO P	0x0000 (0)
7020:0	IOM3, Output Channels	RO	> 3 <
7020:01	REG192	RO P	0x0000 (0)
7020:02	REG194	RO P	0x0000 (0)
7020:03	REG196	RO P	0x0000 (0)

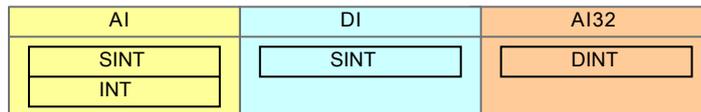
Abbildung 3: Beispiel Eingangs- und Ausgangsdaten im Objektverzeichnis

5.6 Alignment-Regeln

Das Alignment einzelner Register im Ein- bzw. Ausgangsdatenabbild (beschrieben durch die "Rx/TxPDO-Objekte") dient dem vereinfachten Datenzugriff durch die Applikation. Es wird ein Basis-Datentyp-Alignment durchgeführt, wobei immer der **gesamte** Prozessdatenstream betrachtet wird. Dabei ist unbedingt zu beachten, dass sich die Anzahl der Alignment-Bytes je nach Zusammenstellung der I/O-Module verändern kann. Je nachdem, an welchem Offset der erste Kanal eines Moduls zu liegen kommt, sind auch die Alignment-Bytes zwischen den Registern desselben Moduls unterschiedlich.

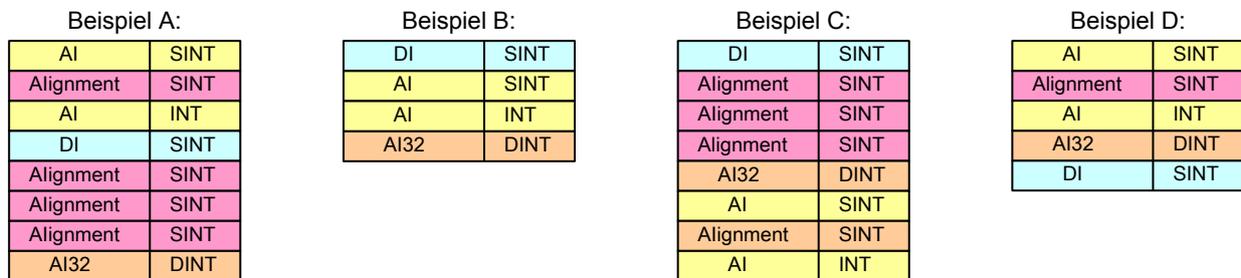
Alignment-Beispiel mit 3 Modultypen:

Das erste Modul "AI" verfügt über 2 (Eingangs-)Register. Davon hat das erste (das Register mit der niedrigeren Adresse) eine Breite von einem Byte (SINT) und das zweite Register eine Breite von einem Word (INT).



SINT: 1 Byte
 INT: 2 Byte
 DINT: 4 Byte

Verschiedene I/O-Modul Kombinationen mit entsprechendem Alignment:



Nur im Beispiel B sind die I/O-Module so angeordnet, dass keine Alignment-Bytes notwendig sind. Jede andere Beispielskombination führt zu anderen Alignments und hat deshalb unterschiedliche Offsets der (Eingangs-)Daten zur Folge.

6 Die ESI-Beschreibungsdatei

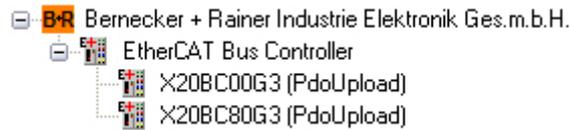


Abbildung 4: Ansicht der verfügbaren ESI-Dateien

Auf der B&R Webseite wird eine (generische) Beschreibung für jeden EtherCAT Bus Controller in Form von ESI-Beschreibungsdateien bereitgestellt, welche alle Sync-Manager bzw. Mailbox-Parameter definieren. Der Mailbox-Parameter "PdoUpload" ist hier mit "TRUE" definiert. Dies ist die Anweisung für den Master, die gesamten Prozessdaten-Informationen über CoE (CANopen over EtherCAT) aus dem Bus Controller auszulesen und ein entsprechendes I/O-Mapping zu erstellen.

Information:

Nachträglich hinzugefügte I/O-Module finden in diesem Fall keine Berücksichtigung und werden erst durch ein erneutes Hochlesen Teil der Prozessdaten.

Fehlerhafte ESI-Parameter werden durch Blinken der [Error-LED](#) signalisiert und im Bus Controller Status-Objekt "0xF100" durch ein gesetztes Bit 22 angezeigt (siehe Abschnitt "[Bus Controller Status \(0xF100\)](#)" auf Seite 26).

6.1 Sync-Manager Einstellungen

In der ESI-Datei sind folgende Einträge definiert:

- Ausgangs- und Eingangsmailbox, diese wird für asynchrone Kommunikation zwischen EtherCAT Master und dem Bus Controller benötigt
- Eigenschaften der Aus- und Eingangsprozessdaten für die synchrone Kommunikation

```
<!-- SM0 MBX OUT -->
```

```
<Sm MinSize="#x40" MaxSize="#x500" DefaultSize="#x100" StartAddress="#x3400"
ControlByte="#x26" Enable="1">MBoxOut</Sm>
```

```
<!-- SM1 MBX INP -->
```

```
<Sm MinSize="#x40" MaxSize="#x500" DefaultSize="#x100" StartAddress="#x3A00"
ControlByte="#x22" Enable="1">MBoxIn</Sm>
```

```
<!-- Sm2 PD OUT -->
```

```
<Sm StartAddress="#x1000" ControlByte="#x24" Enable="1">Outputs</Sm>
```

```
<!-- SM3 PD INP -->
```

```
<Sm StartAddress="#x2200" ControlByte="#x20" Enable="1">Inputs</Sm>
```

6.2 Mailbox Einstellungen

Konfiguration der Mailbox:

```
<Mailbox DataLinkLayer="true">
  <CoE
    SdoInfo = "true"
    PdoAssign = "false"
    PdoConfig = "false"
    PdoUpload = "true"
    CompleteAccess = "false">
  </CoE>
</FoE/>
</Mailbox>
```

Die Größe der Mailbox ist innerhalb der Grenzen `MinSize="#x40"` und `MaxSize="#x500"` frei wählbar.

Information:

Es sind nur gerade Werte zugelassen.

6.3 EEPROM Einstellungen

Konfiguration des EEPROMs:

```
<Eeprom>
  <ByteSize>256</ByteSize>
  <ConfigData>08000200</ConfigData>
  <BootStrap>00340005003A0005</BootStrap>
</Eeprom>
```

Erklärung der Bootstrap-Einstellungen 0034, 0005, 003A, 0005

Information:

High und Low Byte werden vom Bus Controller in der Anordnung vertauscht. (z. B. 0x0034 → 0x3400)

0x3400:	Start Adresse der "OUT" Mailbox für FoE im Bootstrap Mode
0x0500:	Größe der "OUT" Mailbox im Bootstrap Mode ("0x500" = 1280 Byte)
0x3A00:	Start Adresse der "INP" Mailbox für FoE im Bootstrap Mode
0x0500:	Größe der "INP" Mailbox im Bootstrap Mode ("0x500" = 1280 Byte)

Die Bootstrap-Parameter dienen der Einstellung des Syncmanagers im Status BOOT und gelten z. B. für das Aktualisieren der Firmware über FoE.

7 AL-Statuscode

Der "AL-Statuscode" steht im ESC Register "0x134" und "0x135" und kann vom Master ausgelesen werden. Dieser Code spiegelt den aktuellen Slave-Fehlerzustand wieder.

Liste der standard EtherCAT AL-Statuscodes

Code	Beschreibung	Aktueller Status ¹⁾ (oder Statusänderung)	Resultierender Status ²⁾
0x0000	No error	Beliebig	Aktueller Status
0x0001	Unspecified error	Beliebig	Beliebig + E
0x0011	Invalid requested state change	I → S, I → O, P → O, O → B, S → B, P → B	Aktueller Status + E
0x0012	Unknown requested state	-	Aktueller Status + E
0x0013	Bootstrap not supported	I → B	I + E
0x0014	No valid firmware	I → P	I + E
0x0015	Invalid mailbox configuration	I → B	I + E
0x0016	Invalid mailbox configuration	I → P	I + E
0x0017	Invalid sync manager configuration	P → S, S → O	Aktueller Status + E
0x0018	No valid inputs available	O, S, P → S	P + E
0x0019	No valid outputs available	O, S → O	S + E
0x001A	Synchronization error	O, S → O	S + E
0x001B	Sync manager watchdog	O, S	S + E
0x001C	Invalid sync manager type	O, S, P → S	S + E
0x001D	Invalid output configuration	O, S, P → S	S + E
0x001E	Invalid input configuration	O, S, P → S	P + E
0x001F	Invalid watchdog configuration	O, S, P → S	P + E
0x0020	Slave needs cold start	Beliebig	Aktueller Status + E
0x0021	Slave needs "INIT"	B, P, S, O	Aktueller Status + E
0x0022	Slave needs "PRE OPERATIONAL"	S, O	S + E, O + E
0x0023	Slave needs "SAFE OPERATIONAL"	O	O + E
0x002D	Invalid output "FMMU" configuration	O, S, P → S	S + E
0x002E	Invalid input "FMMU" configuration	O, S, P → S	P + E
0x0030	Invalid DC "SYNCH" configuration	O, S	S + E
0x0031	Invalid DC latch configuration	O, S	S + E
0x0032	"PLL" error	O, S	S + E
0x0033	Invalid DC I/O error	O, S	S + E
0x0034	Invalid DC timeout error	O, S	S + E
0x0042	"MBX_EOE"	B, P, S, O	Aktueller Status + E
0x0043	"MBX_COE"	B, P, S, O	Aktueller Status + E
0x0044	"MBX_FOE"	B, P, S, O	Aktueller Status + E
0x0045	"MBX_SOE"	B, P, S, O	Aktueller Status + E
0x004F	"MBX_VOE"	B, P, S, O	Aktueller Status + E
0x0050 bis 0x8000	Reserviert		
0x8000 bis 0xFFFF	Herstellerspezifisch		

- 1) I = Status INIT
 S = Status SAFE OPERATIONAL
 P = Status PRE OPERATIONAL
 O = Status OPERATIONAL
 B = Status BOOTSTRAP
- 2) E = Status ERROR

Falls der Standard EtherCAT-Fehlercode den aktuellen Fehler nicht ausreichend beschreibt, wird der Bus Controller Status-Fehlercode mit einem Offset von "0x8000" (herstellerspezifischer Bereich) in das "AL-Statuscoderegister" geschrieben.

Folgende Fehlerzustände werden in das "AL-Statuscode Register" eingetragen:

Bus Controller Statuscode	Fehler	"AL Statuscode"
0x00000000 Fehler-Status OK-Status		
0x00010000	"WATCHDOG_EXPIRED"	0x1B (Wird vom EtherCAT spezifischem "AL-Statuscode" abgedeckt)
0x00020000	"FLASH_READ_FAILED"	0x8002
0x00040000	"IOM_FAILED"	0x8004
0x00080000	"IOM_MISSING"	0x8008
0x00100000	"IOM_MISMATCH"	0x8010
0x00200000	"INVALID_CFG_DATA"	0x8020
0x00400000	"INVALID_ESI_DATA"	0x15, 0x16, 0x17 (Wird vom EtherCAT spezifischem AL-Statuscode abgedeckt)
0x00800000	"OUT_OF_RESOURCES"	0x8080
0x01000000	"INVALID_FIRMWARE"	0x14 (Wird vom EtherCAT spezifischem "AL-Statuscode" abgedeckt)
0x02000000	"ECAT_EEPROM_FAILED"	Dieser Fehler wird nicht in das AL-Statuscoderegister geschrieben
0x04000000	"IOM_UNSUPPORTED"	0x8400

7.1 Unterschied Bus Controller- und AL-Statuscode

AL-Statuscode

Der AL-Statuscode wird in einem ESC-Register zur Verfügung gestellt.

Im AL-Statuscoderegister werden sowohl EtherCAT spezifische Fehler als auch Bus Controller spezifische Fehler (vendor specific errors) dargestellt.

Bus Controller Statuscode

Der Bus Controller Statuscode wird unabhängig vom Zustand des Bus Controllers gesetzt und bewirkt keine Zustandsänderung am Bus Controller.

Der Bus Controller Statuscode kann nur über die Mailbox und das entsprechende CoE-Objekt gelesen werden.

8 Firmware-Update

Durch einen Firmware-Update können nachträglich neue Funktionen bzw. verbesserte Versionen des Bus Controllers genutzt werden. Firmware-Dateien können vom B&R Support-Team bezogen werden.

Für den Update der Firmware stehen 2 Möglichkeiten zur Verfügung:

- ["Firmware-Update via FoE" auf Seite 39](#)
- ["Firmware-Update via RS232" auf Seite 40](#)

8.1 Firmware-Update via FoE

Um einen Firmware-Update über FoE (File Access over EtherCAT) durchzuführen, muss ein FoE-fähiger EtherCAT-Master oder ein FoE-Tool verwendet werden. Ein Firmware-Update ist in den Status BOOTSTRAP, PRE OPERATIONAL, SAVE OPERATIONAL und OPERATIONAL möglich.

Da im Status BOOTSTRAP die volle Mailbox-Kapazität zur Verfügung steht, ist ein Firmware-Update unter Umständen in diesem Modus schneller durchzuführen.

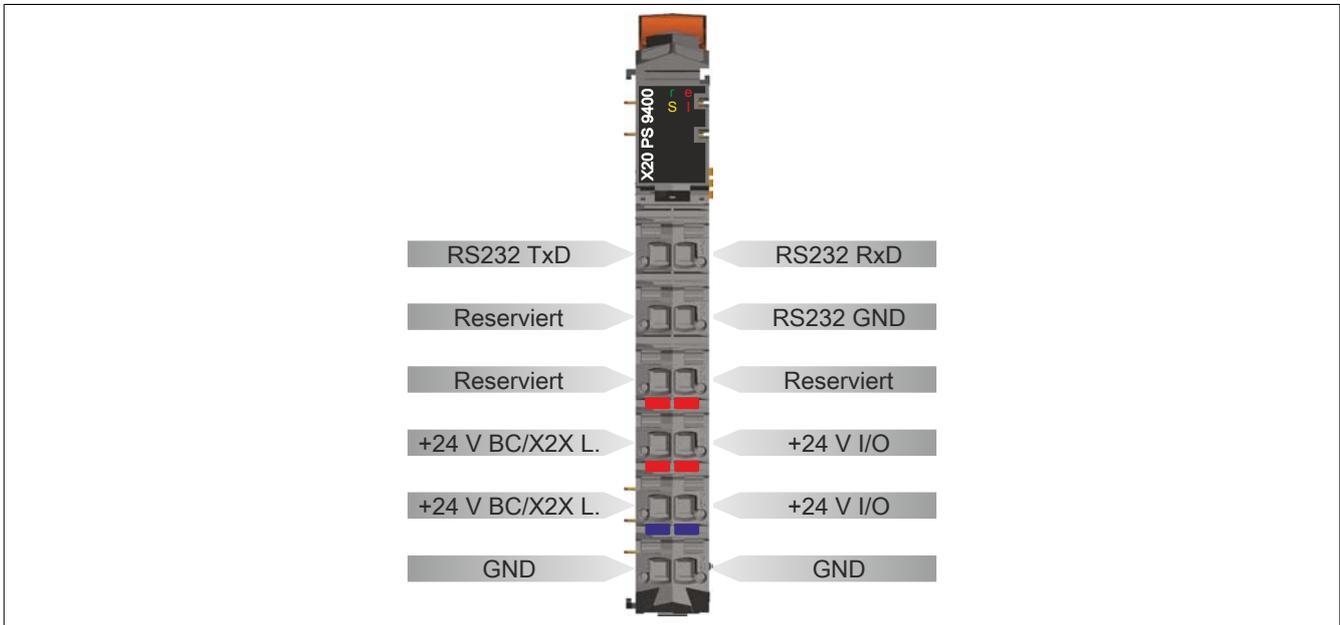
Information:

Falls während der aktuellen "Power ON-Phase" ein Firmware-Update durchgeführt wurde, wird der Bus Controller beim Wechsel vom Status BOOTSTRAP in den Status INIT neu gestartet.

8.2 Firmware-Update via RS232

Beim X20 Bus Controller kann über eine RS232-Schnittstelle ein Firmware-Update durchgeführt werden. Der Zugriff findet dabei über das zum Bus Controller gehörende Netzteilmodul X20PS9400 statt. Die Status-LED "S" zeigt eine laufende Kommunikation an.

Das folgende Bild zeigt die Anschlüsse für die Verkabelung. Softwaremäßig werden die Terminals 11, 21 und 22 der seriellen Schnittstelle verwendet.



8.2.1 Firmware-Update bis Windows XP

Für den Firmware Update kann jedes Terminal-Programm mit einer "1K-Xmodem"-Emulation verwendet werden. Ein geeignetes Terminalprogramm ist bis Windows XP schon standardmäßig installiert ("Hyperterminal", zu finden unter Windows "Start" → Programme → Zubehör → Kommunikation → Hyperterminal).

Um eine Verbindung herstellen zu können muss es zunächst richtig konfiguriert werden. Die Einstellungen lauten wie folgt:

- 115200 Baud (Bit pro Sekunde)
- 8 Datenbits
- Kein Parity-Bit
- 1 Stop-Bit
- Keine Flusssteuerung

Im Terminal kann über den Befehl "Hilfe" ("Help") eine Übersicht über die unterstützten Kommandos erhalten werden.

Der Firmware-Update erfolgt über das Kommando "**D 0 2**" (**D** für Download, **0** für Modul Nr. 0 - was den Bus Controller selbst darstellt - und **2** für Firmware-Update).

Nach Senden des Kommandos (durch Drücken der "Enter"-Taste) erscheint eine kurze Beschreibung des Kommandos. Über das Hyperterminal Menü "Übertragung" ("Transfer") und den Eintrag "Datei senden..." ("Send File...") wird ein Dialog geöffnet:

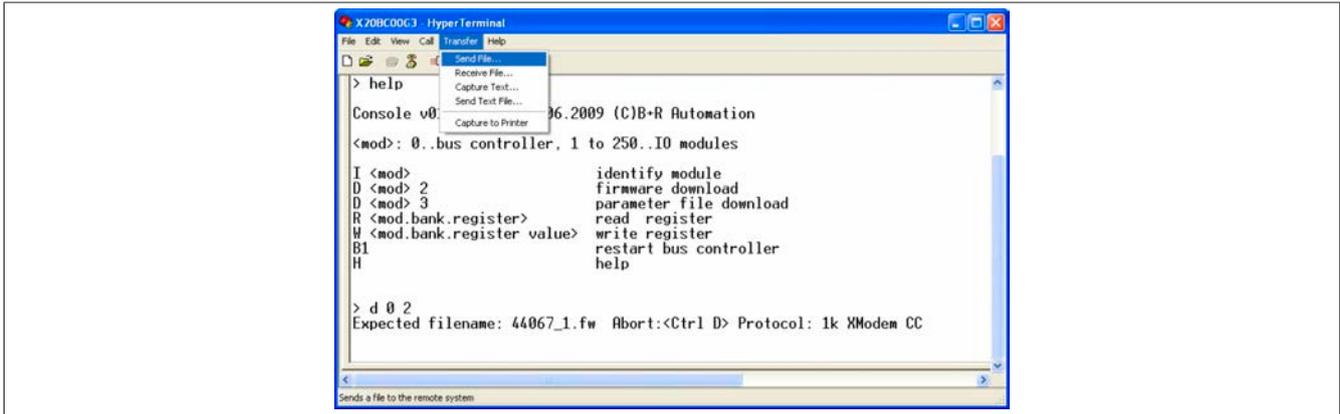


Abbildung 5: Beispiel Hyper Terminal "Transfer"

Im Dialog muss "1K-Xmodem" als Protokoll und der Pfad zur Firmware-Datei angegeben werden:

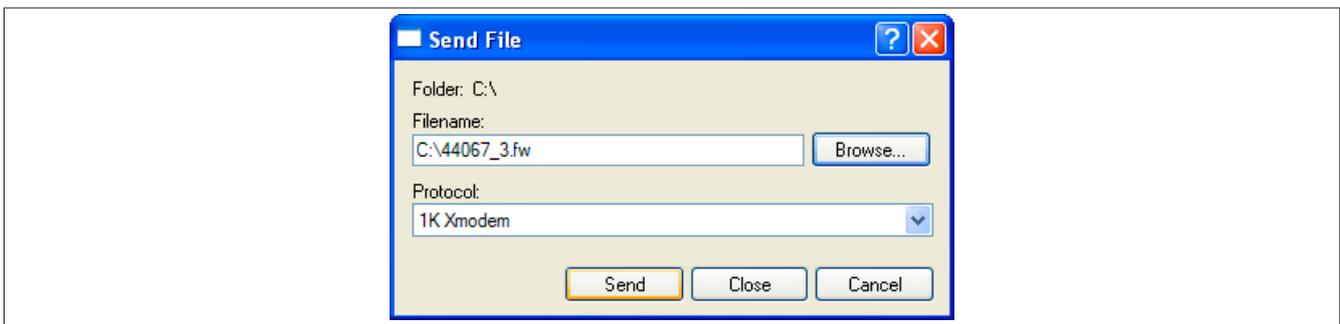


Abbildung 6: Beispiel Auswahl der Firmware Datei

Durch Drücken der "Senden"-Schaltfläche ("Send") startet die Übertragung der Datei.

Sobald der Firmware-Update fertig ist erscheint die Meldung "Program done" im Hyperterminal-Hauptfenster. Die neue Firmware ist nach einem Neustart des Bus Controllers (Netzteil Aus- und Einschalten oder Kommando "B1") aktiv.

Nach dem Neustart erscheint eine neue Zeile mit den Versionsinformationen zur Konsole des Bus Controllers im Hyperterminal.

Durch das Kommando "i 0" (i für Information zum Modul und 0 für Modul Nr. 0) kann die neue Firmware-Version als "FW-Rev" abgefragt werden:

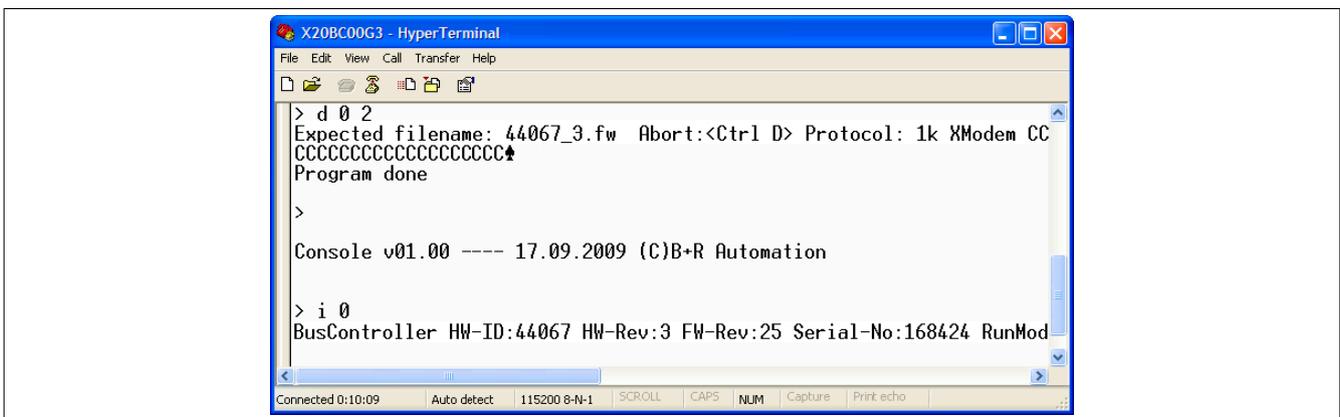


Abbildung 7: Beispiel Abfrage der Firmware-Version

8.2.2 Firmware-Update ab Windows Vista

Da ab Windows Vista kein Terminal-Programm mehr enthalten ist, kann als Alternative z. B. das Open Source Tool **Tera Term** verwendet werden. Dieses kann kostenlos vom Internet heruntergeladen werden.

1. Einstellungen

Bevor eine Verbindung hergestellt werden kann, muss die serielle Schnittstelle für den Zugriff konfiguriert werden. Dazu muss unter *Setup* → *Serial port* der Setup Dialog aufgerufen und die entsprechenden Parameter ausgewählt werden.

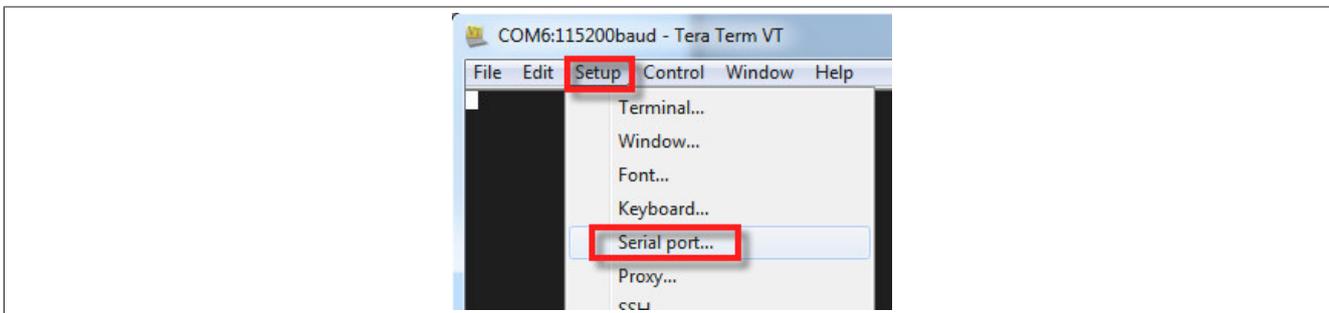


Abbildung 8: Seriellen Schnittstellendialog aufrufen

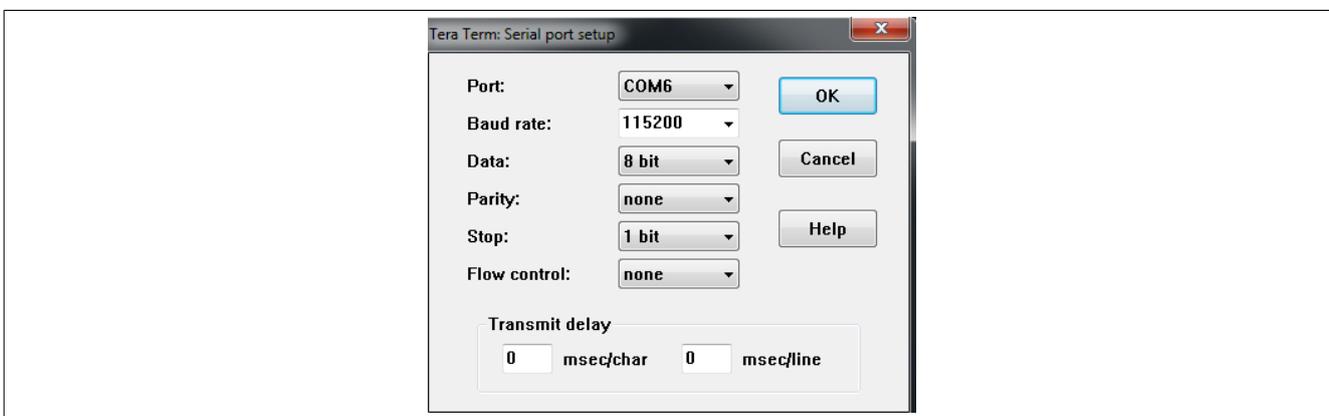


Abbildung 9: Serielle Schnittstelle Parameter

2. Verbindung aufbauen

Nach erfolgten Setup kann unter *File* → *New connection* eine Verbindung unter Verwendung der zuvor eingestellten seriellen Schnittstelle aufgebaut werden.

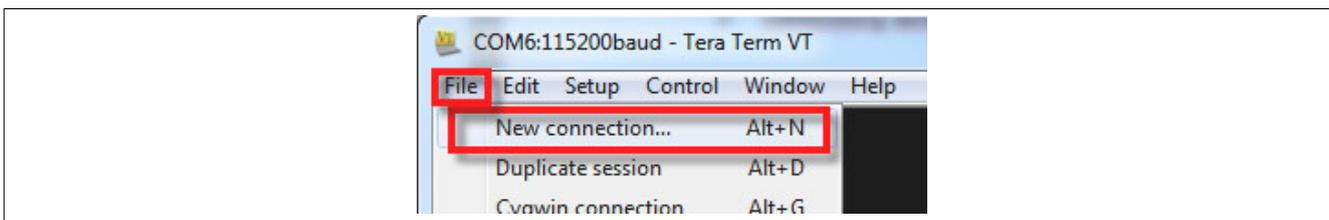


Abbildung 10: Neue Verbindung auswählen

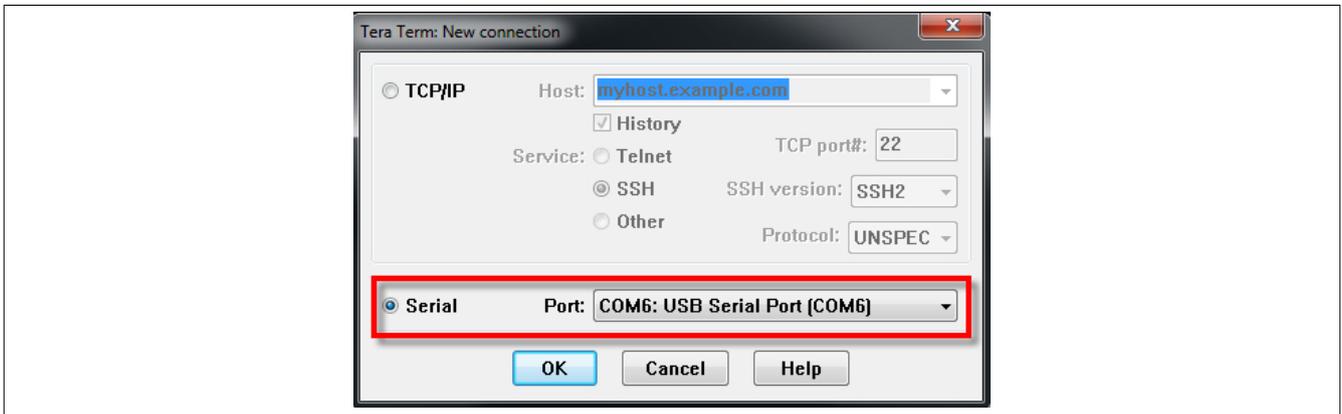


Abbildung 11: Auswählen der seriellen Schnittstelle

3. Firmware übertragen

Mit dem Befehl "Help" kann man eine Übersicht der verfügbaren Befehle abrufen.

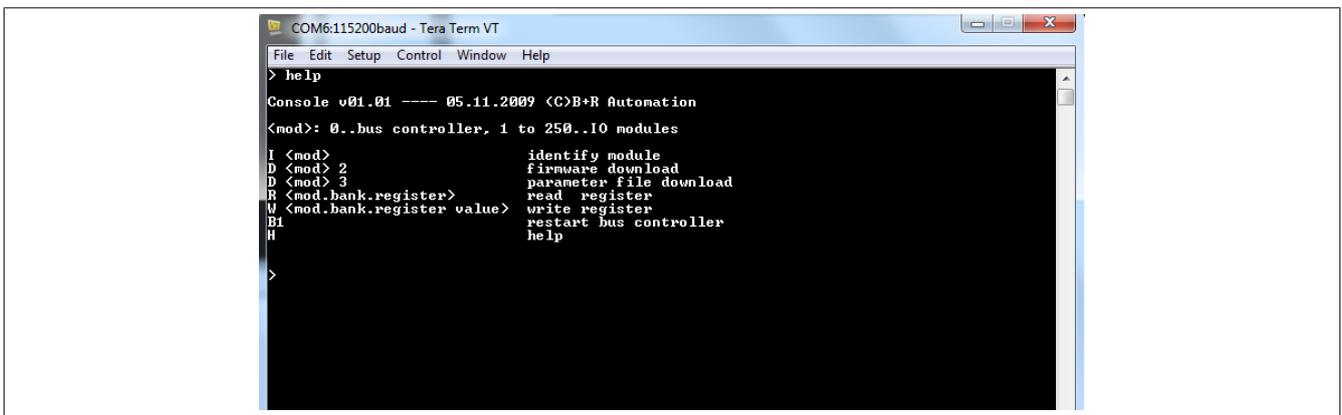


Abbildung 12: Verfügbare Befehle im VT

Der Firmware-Update erfolgt über das Kommando "D 0 2" (D für Download, 0 für Modul Nr. 0, dass den Bus Controller selbst darstellt und 2 für Firmware-Update).

Nach Senden des Kommandos (durch Drücken der "Enter"-Taste) erscheint eine kurze Beschreibung des Kommandos.

Als nächstes wird unter Menu *File* → *Transfer* → *XMODEM* → *Send* die gewünschte Firmware-Datei ausgewählt.

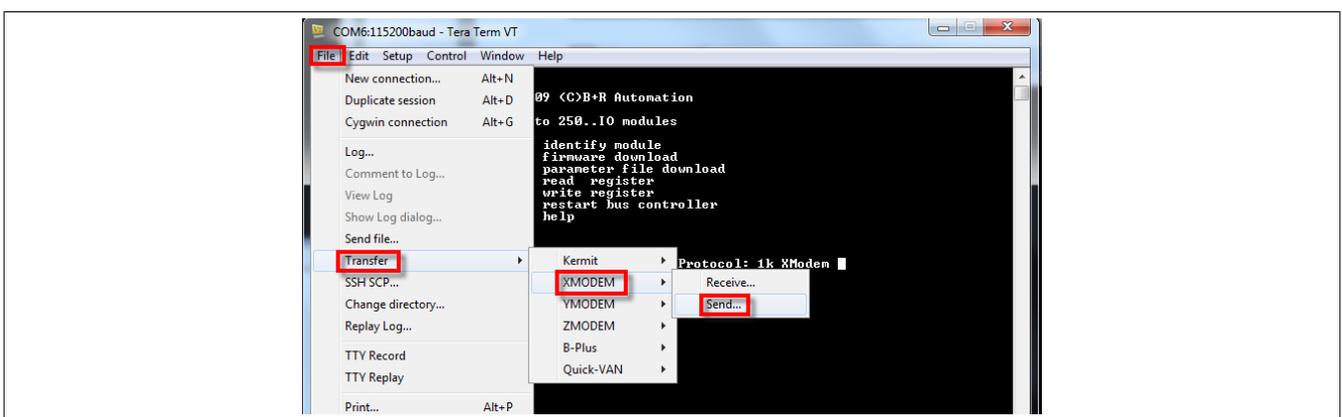


Abbildung 13: Datenübertragung einleiten

Dabei ist es wichtig als Übertragungs-Option 1K (1K XMODEM) zu verwenden.

Nach dem drücken des Button *Open* beginnt der Dateitransfer.

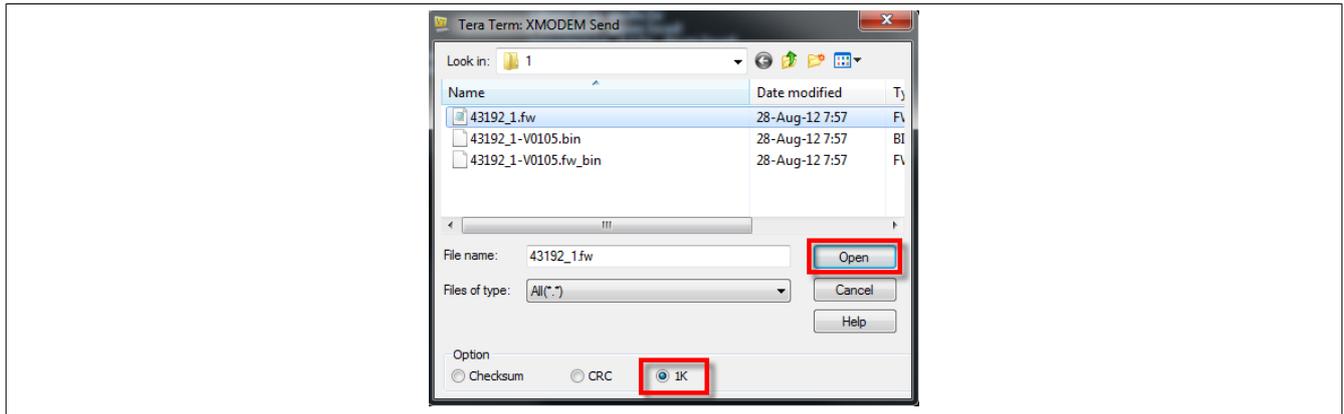


Abbildung 14: Firmware Datei auswählen

Sobald der Download der Firmware abgeschlossen ist erscheint im Fenster "Programm done".

Die neue Firmware ist nach einem Neustart des Bus Controllers (Power Cycle am Netzteil oder Kommando "B1") aktiv.