

# Applikationshandbuch

Sprache **Deutsch**  
Original  
Dokument-Nr. 5.10030.01  
Artikel-Nr. 440084  
Stand 27.04.2011

**be in motion** **be in motion**



  
**BAUMÜLLER**

**b maXX<sup>®</sup> Systems**

**EtherCAT für b maXX PLC**

<b>D</b>	5.10030.01
----------	------------

**Vor Beginn aller Arbeiten Betriebsanleitung lesen!**

© **Baumüller Nürnberg GmbH**

Ostendstr. 80 - 90  
90482 Nürnberg  
Deutschland

Tel. +49 9 11 54 32 - 0  
Fax: +49 9 11 54 32 - 1 30

E-Mail: [mail@baumueller.de](mailto:mail@baumueller.de)  
Internet: [www.baumueller.de](http://www.baumueller.de)



# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Allgemeines</b>	<b>5</b>
1.1 Informationen zum Applikationshandbuch	5
1.2 Symbolerklärung	6
1.3 Haftungsbeschränkung	7
1.4 Vorabinformation	7
1.5 Urheberschutz	8
1.6 Mitgeltende Unterlagen anderer Hersteller	8
1.7 Ersatzteile	8
1.8 Entsorgung	8
1.9 Gewährleistungsbestimmungen	9
1.10 Kundendienst	9
1.11 Verwendete Begriffe	9
<b>2 Einleitung</b>	<b>11</b>
2.1 Erster Überblick über die EtherCAT-Baugruppen für b maXX	11
2.2 Erste Schritte	12
2.2.1 DPRAM-Interface zwischen EtherCAT-Baugruppe und PLC	12
2.2.2 Erkennen der Baugruppe / Versionsabfrage in ProMaster	13
2.2.3 Erkennen der Baugruppe / Versionsabfrage im Anwenderprogramm der PLC	14
2.2.4 DPRAM-Interface zwischen EtherCAT-Baugruppe und b maXX PLC	16
<b>3 Ethernet-TCP/IP</b>	<b>17</b>
3.1 Allgemeines zu Ethernet-TCP/IP und b maXX-Baugruppen mit TCP/IP	17
3.1.1 EoE - Ethernet over EtherCAT	17
3.2 Ethernet-TCP/IP Netzwerke konfigurieren	18
3.2.1 Übersicht	18
3.2.2 Festlegung der Netzwerkstruktur	19
3.2.3 Einstellen von IP-Adresse und Subnetzmaske an den Kommunikationsbaugruppen	21
3.2.3.1 Defaulteinstellungen für TCP/IP	21
3.2.3.2 TCP/IP-Einstellungen ändern mittels ProProg wt III	22
3.2.3.3 TCP/IP-Einstellungen ändern mittels ProMaster	27
3.2.3.4 TCP/IP-Einstellungen zur Laufzeit durch EtherCAT-Master	27
3.2.4 Windows-PC konfigurieren	27
3.2.5 Windowsprogramme - Verbindung über Ethernet-TCP/IP einstellen	29
3.2.5.1 ProMaster	29
3.2.5.2 ProProg wt III	31
3.2.5.3 OPC-Server	32
<b>4 EtherCAT allgemein</b>	<b>33</b>
4.1 Allgemeines zu EtherCAT und EtherCAT-Netzwerken	33
<b>5 EtherCAT-Master</b>	<b>37</b>
5.1 Unterstützte EtherCAT-Features	37
5.1.1 Optionale Slaves	37
5.1.2 Frei positionierbare Slaves	38
5.1.3 Prozessdatenzugriff in Bypass-Event-Task der Master-PLC	39
5.1.4 Eventsynchrone Bufferumschaltung Master	39
5.2 Konfiguration mithilfe von ProMaster	40
5.2.1 EtherCAT-Master	40
5.2.2 Slaves hinzufügen	43



5.2.3	Konfiguration ausgewählter EtherCAT-Features . . . . .	45
5.2.4	Vergabe der IP-Adressen an EoE-Slaves durch den EtherCAT-Master . . . . .	47
5.3	Inbetriebnahme mithilfe von ProMaster . . . . .	50
5.4	Export in das ProProg wt III-Anwenderprogramm und Download zum Gerät . . . . .	51
5.4.1	Verknüpfung von ProMaster-Projekt und IEC 61131-Projekt . . . . .	51
5.4.2	Aktualisieren der Übernahme einer geänderten Konfiguration in das IEC-Projekt und Download zu PLC und EtherCAT-Master . . . . .	53
5.5	Bussteuerung und Prozessdaten-Zugriff im IEC 61131-Anwenderprogramm . . . . .	54
5.6	Busdiagnose im IEC 61131-Anwenderprogramm . . . . .	55
<b>6</b>	<b>EtherCAT-Slave für b maXX PLC . . . . .</b>	<b>57</b>
6.1	Überblick . . . . .	57
6.2	Einstellungen des EtherCAT-Masters auf dem EtherCAT-Slave für b maXX PLC . . . . .	59
6.3	Konfiguration eines EtherCAT-Slave für b maXX PLC mittels ProMaster . . . . .	60
6.3.1	ProMaster-Projekt . . . . .	60
6.3.2	PROPROG-Projekt (IEC 61131) . . . . .	63
6.3.3	Verknüpfung von ProMaster-Projekt und IEC 61131-Projekt(en) . . . . .	64
6.3.4	Konfiguration des Feldbusses EtherCAT . . . . .	67
6.3.4.1	Konfiguration mittels "ProEtherCAT" - slaveseitige Einstellungen . . . . .	67
6.3.4.2	Konfiguration mittels "ProEtherCAT" - masterseitige Einstellungen . . . . .	73
6.3.4.3	Übernahme der Konfiguration in das IEC-Projekt . . . . .	75
6.3.4.4	Download . . . . .	75
6.4	Diagnose und Steuerung seitens der lokalen PLC . . . . .	76
6.4.1	Erkennen des Moduls EtherCAT-Slave für b maXX PLC . . . . .	76
6.4.2	Erkennen der Netzwerk-Einstellungen des Moduls EtherCAT-Slave für b maXX PLC . . . . .	76
6.4.3	Ändern der Netzwerk-Einstellungen des Moduls EtherCAT-Slave für b maXX PLC . . . . .	76
6.4.4	Diagnose LEDs . . . . .	77
6.4.5	Diagnose FBs . . . . .	77
6.4.6	Steuerungs FBs . . . . .	78
6.5	Datenzugriff im Anwenderprogramm der lokalen PLC . . . . .	78
6.5.1	Prozessdatenzugriff . . . . .	78
6.5.2	Bedarfsdaten . . . . .	81
<b>7</b>	<b>EtherCAT-Cluster . . . . .</b>	<b>83</b>
7.1	Begriff Cluster-Baugruppe . . . . .	83
7.2	Synchronisation der EtherCAT-Segmente . . . . .	83
7.3	Prozess-Datenaustausch zwischen den EtherCAT-Segmenten . . . . .	92
7.4	EoE-Datenaustausch zwischen den EtherCAT-Segmenten . . . . .	92
	<b>Anhang A - Abkürzungen . . . . .</b>	<b>93</b>
	<b>Anhang B - Tabellen . . . . .</b>	<b>95</b>
	<b>Index . . . . .</b>	<b>105</b>

# 1

## ALLGEMEINES

### 1.1 Informationen zum Applikationshandbuch

---

Dieses Applikationshandbuch EtherCAT ist ein wichtiger Bestandteil ihres b maXX Systems; lesen Sie daher nicht zuletzt im Interesse Ihrer eigenen Sicherheit diese Dokumentation komplett durch.

Darüber hinaus sind die für den Einsatzbereich des Gerätes geltenden örtlichen Unfallverhütungsvorschriften und allgemeinen Sicherheitsbestimmungen einzuhalten.

Vor Beginn sämtlicher Arbeiten an dem Gerät die Betriebsanleitung, insbesondere das Kapitel Sicherheitshinweise, vollständig lesen. Die Betriebsanleitung ist Produktbestandteil und muss in unmittelbarer Nähe des Gerätes für das Personal jederzeit zugänglich aufbewahrt werden.

### 1.2 Symbolerklärung

#### Warnhinweise

Warnhinweise sind in diesem Applikationshandbuch durch Symbole gekennzeichnet. Die Hinweise werden durch Signalworte eingeleitet, die das Ausmaß der Gefährdung zum Ausdruck bringen.

Die Hinweise unbedingt einhalten und umsichtig handeln, um Unfälle, Personen- und Sachschäden zu vermeiden.



#### **GEFAHR!**

...weist auf eine unmittelbar gefährliche Situation hin, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führt, wenn sie nicht gemieden wird.



#### **WARNUNG!**

...weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen kann, wenn sie nicht gemieden wird.



#### **VORSICHT!**

...weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die zu geringfügigen oder leichten Verletzungen führen kann, wenn sie nicht gemieden wird.



#### **VORSICHT!**

...weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die zu Sachschäden führen kann, wenn sie nicht gemieden wird.

#### Empfehlungen



#### **HINWEIS!**

...hebt nützliche Tipps und Empfehlungen sowie Informationen für einen effizienten und störungsfreien Betrieb hervor.

### 1.3 Haftungsbeschränkung

Alle Angaben und Hinweise in diesem Applikationshandbuch wurden unter Berücksichtigung der geltenden Normen und Vorschriften, dem Stand der Technik sowie unserer langjährigen Erkenntnisse und Erfahrungen zusammengestellt.

Der Hersteller übernimmt keine Haftung für Schäden aufgrund:

- Nichtbeachtung der Betriebsanleitung
- Nichtbestimmungsgemäßer Verwendung
- Einsatz von nicht ausgebildeten Personal

Der tatsächliche Lieferumfang kann bei Sonderausführungen, der Inanspruchnahme zusätzlicher Bestelloptionen oder aufgrund neuester technischer Änderungen von den hier beschriebenen Erläuterungen und Darstellungen abweichen.

Der Benutzer trägt die Verantwortung für die Durchführung von Service und Inbetriebnahme gemäss den Sicherheitsvorschriften der geltenden Normen und allen anderen relevanten staatlichen oder örtlichen Vorschriften betreffend Leiterdimensionierung und Schutz, Erdung, Trennschalter, Überstromschutz usw.

Für Schäden, die bei der Montage oder beim Anschluss entstehen, haftet derjenige, der die Montage oder Installation ausgeführt hat.

### 1.4 Vorabinformation



#### **VORSICHT!**

Sofern das Ihnen vorliegende Dokument als Vorabinformation gekennzeichnet ist, gilt Folgendes:

Bei dieser Version handelt es sich um technische Vorabinformationen, die die Anwender der beschriebenen Geräte und Funktionen frühzeitig erhalten sollen, um sich auf mögliche Änderungen bzw. funktionale Erweiterungen einstellen zu können.

Diese Informationen sind als vorläufig zu verstehen, da diese noch nicht dem Baumüller internen Review-Prozess unterzogen wurden. Insbesondere unterliegen diese Informationen noch Änderungen, so dass keine rechtliche Verbindlichkeit auf Grund von diesen Vorabinformationen hergeleitet werden kann. Baumüller übernimmt keine Haftung für Schäden, die sich aus dieser unter Umständen fehlerhaften oder unvollständigen Version ergeben können.

Sollten Sie inhaltliche und / oder gravierende formale Fehler in dieser Vorabinformation erkennen oder vermuten, so bitten wir Sie, sich an den für Sie zuständigen Betreuer der Firma Baumüller zu wenden und uns über diese Mitarbeiter Ihre Erkenntnisse und Anmerkungen zukommen zu lassen, so dass Ihre Erkenntnisse und Anmerkungen beim Übergang von den Vorabinformationen zu den endgültigen (durch Baumüller gereviewten) Informationen berücksichtigt und ggf. eingepflegt werden können. Die im nachfolgenden Abschnitt unter „Verbindlichkeiten“ genannten Verbindlichkeiten sind im Falle von Vorabinformationen ungültig.

### 1.5 Urheberschutz

---

Das Applikationshandbuch vertraulich behandeln. Es ist ausschließlich für die mit dem Gerät beschäftigten Personen bestimmt. Die Überlassung des Applikationshandbuches an Dritte ohne schriftliche Genehmigung des Herstellers ist unzulässig.

**HINWEIS!**

Die inhaltlichen Angaben, Texte, Zeichnungen, Bilder und sonstige Darstellungen sind urheberrechtlich geschützt und unterliegen den gewerblichen Schutzrechten. Jede missbräuchliche Verwertung ist strafbar.

b maXX<sup>®</sup> ist ein eingetragenes Markenzeichen von Baumüller Nürnberg GmbH

### 1.6 Mitgeltende Unterlagen anderer Hersteller

---

Im Gerät sind Komponenten anderer Hersteller eingebaut. Für diese Zukaufteile sind von den jeweiligen Herstellern Gefährdungsbeurteilungen durchgeführt worden. Die Übereinstimmung der Konstruktionen mit den geltenden europäischen und nationalen Vorschriften wurde von den jeweiligen Herstellern der Komponenten erklärt.

### 1.7 Ersatzteile

---

**WARNUNG!**

Falsche oder fehlerhafte Ersatzteile können zu Beschädigungen, Fehlfunktionen oder Totalausfall führen sowie die Sicherheit beeinträchtigen.

**Deshalb:**

- Nur Originalersatzteile des Herstellers verwenden

Ersatzteile über Vertragshändler oder direkt beim Hersteller beschaffen.

### 1.8 Entsorgung

---

Sofern keine Rücknahme- oder Entsorgungsvereinbarung getroffen wurde, zerlegte Bestandteile nach sachgerechter Demontage der Wiederverwertung zuführen.



## 1.9 Gewährleistungsbestimmungen

---

Die Gewährleistungsbestimmungen befinden sich als separates Dokument in den Verkaufsunterlagen.

Zulässig ist der Betrieb der hier beschriebenen Geräte gemäß den genannten Methoden/Verfahren / Maßgaben. Alles andere, z. B. auch der Betrieb von Geräten in Einbaulagen, die hier nicht dargestellt werden, ist nicht zulässig und muss im Einzelfall mit dem Werk geklärt werden. Werden die Geräte anders als hier beschrieben betrieben, so erlischt jegliche Gewährleistung.

## 1.10 Kundendienst

---

Für technische Auskünfte steht unser Kundendienst zur Verfügung.

Hinweise über den zuständigen Ansprechpartner sind jederzeit per Telefon, Fax, E-Mail oder über das Internet abrufbar.

## 1.11 Verwendete Begriffe

---

Für das Produkt „**EtherCAT für b maXX PLC**“ wird auch nur der Begriff „EtherCAT“ verwendet.

Eine Liste der verwendeten Abkürzungen finden Sie in [▶Anhang A - Abkürzungen◀](#) ab Seite 93.



## EINLEITUNG

Dieses Applikationshandbuch beschreibt das Zusammenwirken der Baumüller-Steuerungstechnik "b maXX PLC" mit der Feldbustechnologie EtherCAT

- sowohl im "drive-based"-System BM4-O-xxx-xx,
- im "controller-based"-(Hutschienen)-System BMC-M-xxx-xx,
- als auch für industrie-PC-basierende Systeme wie BMI-S-PCC-01.

### 2.1 Erster Überblick über die EtherCAT-Baugruppen für b maXX

---

Für Geräte der b maXX-Reihe BM4400 gibt es Optionsmodule:

BM4-O-ECT-01-01-01	EtherCAT-Slave für b maXX Regler
BM4-O-ECT-01-01-11	EtherCAT-Slave für b maXX drive PLC
BM4-O-ECT-02	EtherCAT-Master für b maXX drive PLC
BM4-O-ECT-03	EtherCAT-Cluster für b maXX drive PLC
BM4-O-PLC-01	die b maXX drive PLC

Analog dazu auf der TH35-Hutschiene:

BMC-M-ECT-01	EtherCAT-Slave für b maXX controller PLC
BMC-M-ECT-02	EtherCAT-Master für b maXX controller PLC
BMC-M-ECT-03	EtherCAT-Cluster für b maXX controller PLC
BMC-M-PLC-01	eine b maXX controller PLC
BMC-M-PLC-02	eine b maXX controller PLC
BMC-M-SAF-02	die b maXX safe PLC

und

BMI-S-PCC-01	ein Industrie-PC mit b maXX PLC und EtherCAT-Master
--------------	---

Verwiesen sei auf die jeweilige Betriebsanleitung.

### 2.2 Erste Schritte

---

Sie benötigen folgende Hardware:

- einen EtherCAT-Master mit b maXX PLC aus einer der drei genannten Systemreihen
- mindestens einen, besser mehrere EtherCAT-Slaves (bei Fremdprodukten sind deren ESI-XML-Dateien erforderlich)

Die Hardware muss entsprechend der jeweiligen Betriebsanleitung installiert und betriebsbereit sein.

Sie benötigen folgende Software-Werkzeuge (Tools):

- Das Automatisierungs-Framework ProMaster zur Konfiguration eines EtherCAT-Netzwerkes und Generierung eines Gerüsts (Template) für das IEC 61131-Anwender-Programm.
- Die IEC 61131-Entwicklungsumgebung ProProg wt III zur Programmierung der b maXX PLC.
- Bei Einsatz eines EtherCAT-Master-Fremdproduktes: dessen Konfigurations- und Inbetriebnahme-Tool.

#### 2.2.1 DPRAM-Interface zwischen EtherCAT-Baugruppe und PLC

---

Bis auf Ausnahme des "EtherCAT-Slave für b maXX Regler" (BM4-O-ECT-01-01-01) handelt es sich bei allen b maXX-EtherCAT-Baugruppen um Erweiterungsmodule der diversen b maXX-Steuerungen. Nach Einschalten des Gerätes werden diese Baugruppen von der lokalen PLC erkannt und initialisiert. Im Falle einer EtherCAT-Master-Baugruppe übernimmt der Motion-Control-System-Kern der b maXX PLC nach vorheriger Konfiguration durch ProMaster die Steuerung des EtherCAT (Aufstarten des Feldbusses).

Slave-Baugruppen, wie BM4-O-ECT-01-01-11 (EtherCAT-Slave für b maXX drive PLC), werden jedoch weniger von der lokalen PLC, als vielmehr von ihrem EtherCAT-Master gesteuert (siehe Kapitel [▶ EtherCAT-Slave für b maXX PLC ◀](#) ab Seite 57).

Die Kommunikation zwischen lokaler PLC und EtherCAT-Baugruppe erfolgt über ein DPRAM-Interface (DPRAM = dual ported RAM). Selbst auf der Industrie-PC-basierenden b maXX Steuerung BMI-S-PCC-01 ist dieses Interface als virtuelles DPRAM vorhanden.

Sowohl ProMaster als auch das Anwenderprogramm der lokalen b maXX PLC greifen auf dieses DPRAM zu.

2.2.2 Erkennen der Baugruppe / Versionsabfrage in ProMaster

Öffnen Sie hierzu das ProMaster-Projekt in der Netzwerkansicht. Markieren Sie das betreffende Gerät und rufen Sie das Tool "PLC-Konfiguration (ProPLC)" auf. Wechseln Sie auf die Seite "PLC" und schalten Sie die Online-Verbindung aktiv. Im Rahmen "Komponenten" werden die erkannten Baugruppen aufgelistet, hier im Beispiel ein EtherCAT-Master in Slot H / Modul-Nr. 2.

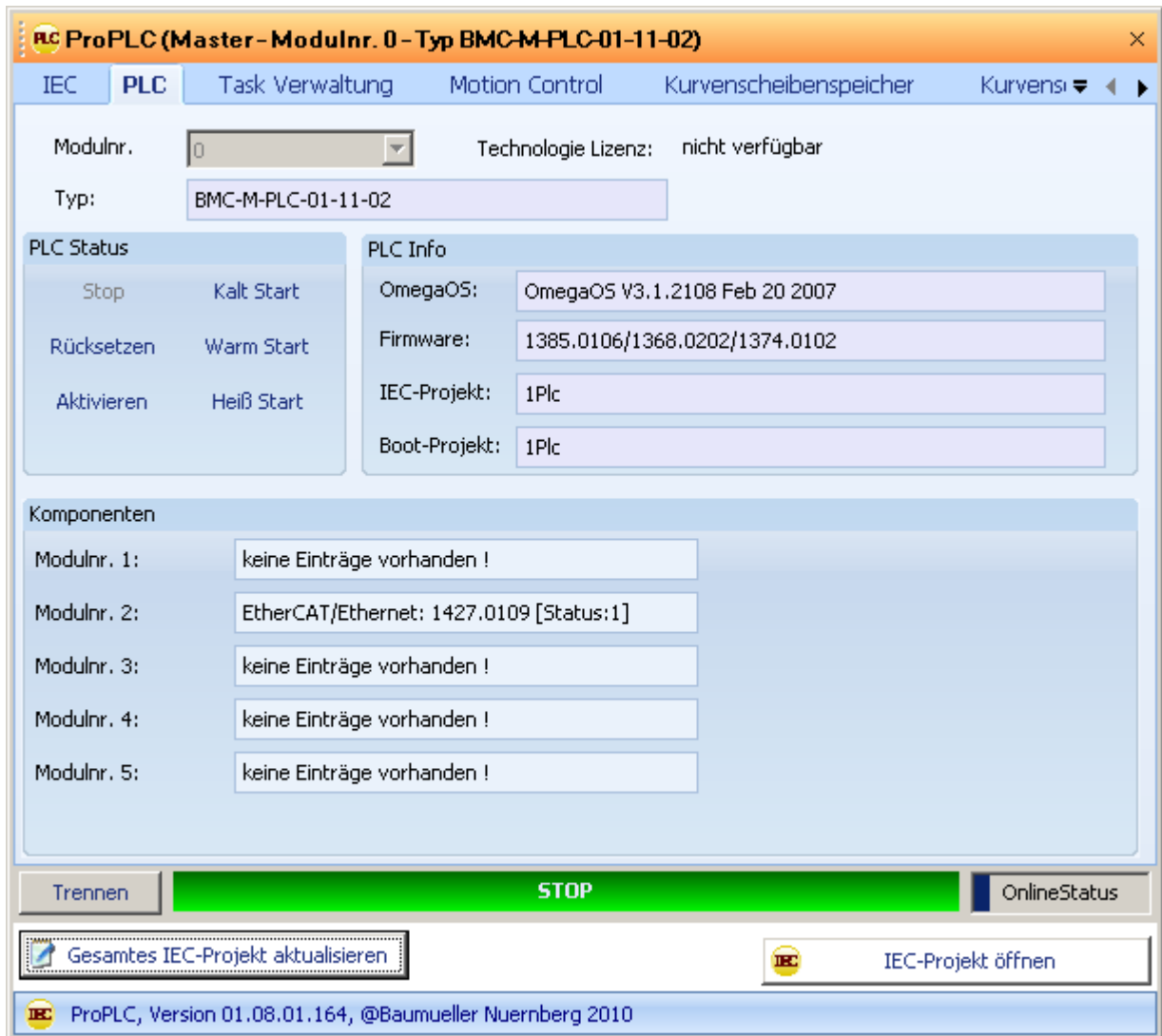


Abbildung 1: Versionsabfrage in ProMaster

### 2.2.3 Erkennen der Baugruppe / Versionsabfrage im Anwenderprogramm der PLC

Ein mit ProProg wt III neu erzeugtes Projekt (mit Strg-N), z. B. aus Vorlage für BMC-M-PLC-02 enthält in den "Globalen Variablen" der Ressource eine Variable "\_BoardClassIDs" vom Typ "BACI\_BOARDCLASS\_ID\_BMSTRUCT" auf der Adresse %MB3.97264. Wenn Sie das Projekt übersetzen, zur PLC senden (d. h. in's RAM senden und PLC nicht wieder starten) und diese Variable im Watchfenster betrachten, so erhalten Sie einen Überblick über die von der PLC erkannten Baugruppen. Hier im Beispiel ist ein EtherCAT-Master in Slot H / Modul-Nr. 2 und die benachbarten Steckplätze G und J sind frei.

Variable	Wert
BoardClassIDs	
BoardClass_ID_Slot_G	
w_BoardClass_ID_0	16#0000
w_BoardClass_ID_1	16#0000
BoardClass_ID_Slot_H	
w_BoardClass_ID_0	16#8207
w_BoardClass_ID_1	16#0009
BoardClass_ID_Slot_J	
w_BoardClass_ID_0	16#0000
w_BoardClass_ID_1	16#0000
BoardClass_ID_Slot_K	
BoardClass_ID_Slot_L	
BoardClass_ID_Slot_M	

Abbildung 2: Variablenfenster

Ein EtherCAT-Master meldet sich mit der BoardClass-ID\_0 = 16#8207.

Ein EtherCAT-Slave meldet sich mit der BoardClass-ID\_0 = 16#8206.

Ein EtherCAT-Cluster meldet sich ebenfalls mit der BoardClass-ID\_0 = 16#8207.

Weitere Versionsinformationen erhält man auf dem DPRAM der Baugruppe, dem Interface zur b maXX PLC. Dieses DPRAM ist auch dem IEC 61131-Anwenderprogramm der PLC zugänglich. Es wird von der b maXX PLC in Abhängigkeit vom Steckplatz / Modulnummer der Baugruppe auf verschiedenen Adressbereichen eingeblendet. Beachten Sie daher, dass die folgenden Adressen steckplatzabhängig sind.

Versionsinformationen zur Baugruppe erhalten Sie mithilfe der Struktur VERSION\_INFO\_2\_BMSTRUCT auf folgenden Adressen:

Steckplatz (Slot) / Modulnummer	Adresse für VERSION_INFO_2_BMSTRUCT
G / 1	%MB3.2001024
H / 2	%MB3.3001024
J / 3	%MB3.4001024
K / 4	%MB3.5001024
L / 5	%MB3.6001024
M /	%MB3.7001024

Die Strukturelemente u\_SW1ActualNr und u\_SW1ActualStatus bezeichnen die Firmware-ID und ihren Versionsstand, im folgenden Beispiel also Firmware 1427 in Version 01.09.

Die Strukturelemente u\_SW2ActualNr und u\_SW2ActualStatus bezeichnen das FPGA-Image und seinen Versionsstand.

Die Strukturelemente u\_SW3ActualNr und u\_SW3ActualStatus bezeichnen den Bootloader und seinen Versionsstand.

Die Strukturelemente u\_SW4ActualNr und u\_SW4ActualStatus bezeichnen das EtherCAT-FPGA-Image und seinen Versionsstand.

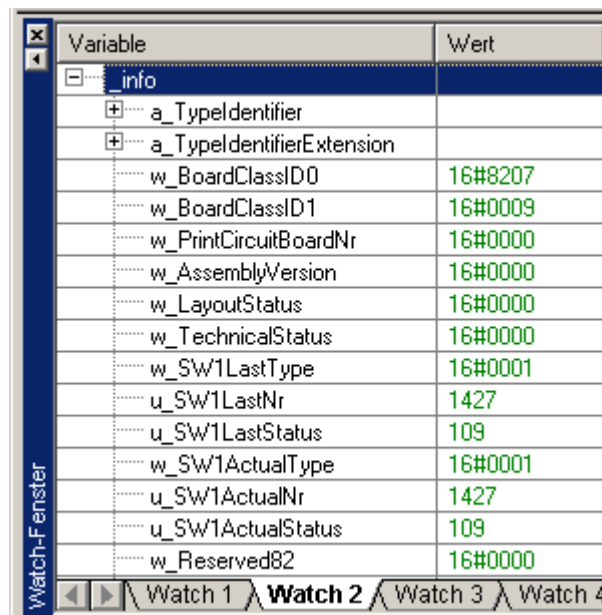


Abbildung 3: Variablenfenster

### 2.2.4 DPRAM-Interface zwischen EtherCAT-Baugruppe und b maXX PLC

Wie soeben am Beispiel der Versionsinfo-Struktur erläutert, wird der DPRAM-Interface-Bereich von der b maXX PLC in Abhängigkeit vom Steckplatz / Modulnummer der Baugruppe auf verschiedenen Adressbereichen eingeblendet, u.a. um ihn dem IEC 61131-Anwenderprogramm der PLC zugänglich zu machen.

Der DPRAM-Bereich einer Baugruppe in Slot G (für BM4-O-xxx-xx) bzw. mit Modulnummer 1 (für BMC-M-xxx-xx) beginnt auf der Adresse %MB3.2'000'000.

Der DPRAM-Bereich einer Baugruppe in Slot H (für BM4-O-xxx-xx) bzw. mit Modulnummer 2 (für BMC-M-xxx-xx) beginnt auf der Adresse %MB3.3'000'000.

..

Der DPRAM-Bereich einer Baugruppe in Slot M (für BM4-O-xxx-xx) bzw. mit Modulnummer 6 (für BMC-M-xxx-xx) beginnt auf der Adresse %MB3.7'000'000.

Die DPRAM-Adress-Bereiche ab Adresse %MB3.8'000'000 sind reserviert.



#### HINWEIS!

Verwenden Sie diese %MB3.xxxxxx - Adressbereiche niemals für eigene Programm-Variablen, es sei denn ProMaster hat diese Variablen für Sie angelegt (z. B. EtherCAT-Prozessdaten) oder die Vorgehensweise wurde im Applikationshandbuch explizit erläutert.



#### HINWEIS!

Beachten Sie desweiteren, dass die DPRAM-Adressen steckplatzabhängig sind. Wenn Sie also den Steckplatz einer EtherCAT-Baugruppe wechseln möchten, so müssen Sie den neuen Steckplatz im ProMaster-Projekt konfigurieren und den ProMaster-Export in das ProProg-Projekt aktualisieren ("Gesamtes IEC-Projekt aktualisieren"), wie es in den folgenden Abschnitten erläutert wird.



# ETHERNET-TCP/IP

In diesem Kapitel finden Sie Informationen zum Anschluss des Optionsmoduls an ein ethernet-basiertes TCP/IP-LAN.

## 3.1 Allgemeines zu Ethernet-TCP/IP und b maXX-Baugruppen mit TCP/IP

---

Das Internet-Kommunikationsprotokoll TCP/IP ist derzeit das dominante Protokoll in der Büro-Kommunikation und findet in der Automatisierungstechnik neben ethernetbasierten Feldbussen wie EtherCAT zunehmend auch Verbreitung für Zwecke wie Engineering, Diagnose, Bedienen und Beobachten.

Alle in diesem Handbuch beschriebenen EtherCAT-Baugruppen besitzen einen TCP/IP-Stack und erweitern b maXX-Geräte um Fähigkeiten zu dieser Art Kommunikation.

Wir sprechen daher im Folgenden von TCP/IP-Kommunikationsbaugruppen für b maXX-Geräte. Verwendet werden können diese TCP/IP-Kommunikationsdienste z. B. für die OmegaOS-Online-Kommunikation zwischen der b maXX PLC und ihrem ProProg wt III, zwischen dem b maXX Drive-Controller und seiner Parametrieroberfläche ProDrive oder zwischen SCADA-System + OPC-Server und b maXX PLC. Aber auch andere Kommunikationsprotokolle wie das der b maXX Safety PLC mit ihrem sicheren Programmierwerkzeug ProSafety bedienen sich der TCP/IP-Kommunikationsdienste. Nicht zuletzt kann das IEC 61131-Anwenderprogramm der b maXX PLC mithilfe der Bibliothek TCP\_PLCC01\_30bd02 (= frei programmierbaren TCP-Verbindungen) andere SPSen oder Automatisierungsgeräte mit anwenderspezifischen Protokollen ansprechen. Ebenso bauen Webserver oder FTP-Download auf TCP/IP auf.

### 3.1.1 EoE - Ethernet over EtherCAT

---

Das Feldbussystem EtherCAT ermöglicht neben der Prozessdaten- und Bedarfsdatenübertragung auch die getunnelte Übertragung von Ethernet-Daten (TCP/IP) zu den EtherCAT-Slaves.

- Der PC sendet seine (für einen EtherCAT-Slave bestimmten) Ethernet-Daten an den EtherCAT-Master.
- Der EtherCAT-Master leitet diese Ethernet-Daten über EtherCAT an den jeweiligen EtherCAT-Slave (ECT-01) weiter.
- Der EtherCAT-Slave bearbeitet die Ethernet-Daten (z. B. eine Lese-Anforderung) und stellt die Antwort dem EtherCAT-Master zur Abholung bereit.
- Der EtherCAT-Master leitet dann die Antwort des Slaves an den PC weiter.

## 3.2 Ethernet-TCP/IP Netzwerke konfigurieren

Dadurch kann man z. B. mit ProDrive auf dem Leitstands-PC über TCP/IP zu einzelnen Antrieben (EtherCAT-Slaves) eine Verbindung aufbauen und z. B. den Antrieb parametrieren, ohne dass diese mit zusätzlichen Ethernetkabeln mit dem Leitstands-PC verbunden sein müssen.

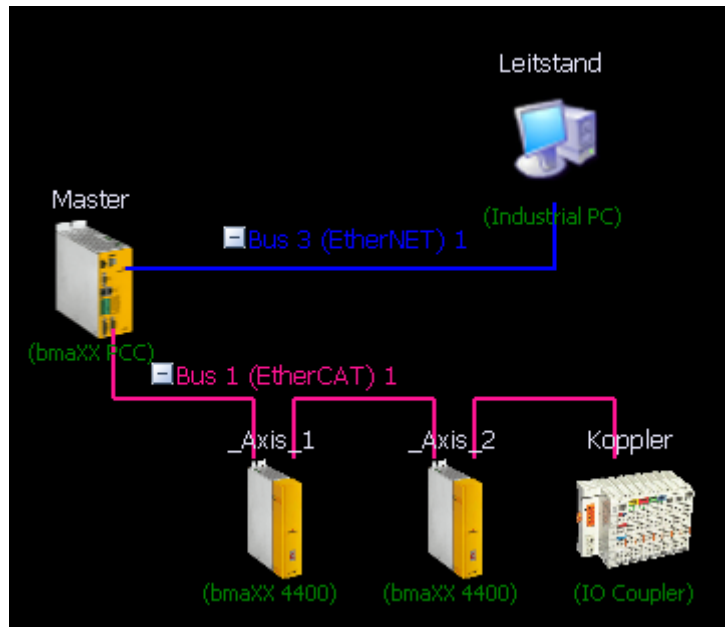


Abbildung 4: EoE - Ethernet over EtherCAT - Übersicht

Dieses Tunneln der Ethernetdaten benutzt die Mailboxen der EtherCAT-Slaves. Daher muss der EtherCAT-Bus zumindest im Zustand PREOPERATIONAL sein.

## 3.2 Ethernet-TCP/IP Netzwerke konfigurieren

### 3.2.1 Übersicht

Um TCP/IP-Kommunikationsbaugruppen für b maXX-Geräte verwenden zu können sind folgende Schritte durchzuführen:

- Festlegung der Netzwerkstruktur und Netzwerkdaten z. B. IP-Adressen und Subnetzmasken (hier folgend beschrieben)
- Physikalische Inbetriebnahme des Netzwerks: Bestückung der b maXX-Geräte mit TCP/IP-Kommunikationsbaugruppen und Verkabelung (siehe jeweilige Betriebsanleitung)
- Einstellen von IP-Adressen, Subnetzmaske etc. an den Kommunikationsbaugruppen (hier folgend beschrieben)
- Einstellen von IP-Adressen, Subnetzmaske etc. an den PCs mit Microsoft Windows Betriebssystem (hier folgend beschrieben) und an anderen Netzwerkkomponenten (siehe jeweilige Betriebsanleitung)
- Einstellen der Kommunikationspfade zu b maXX-Geräten in den Windows-Applikationen ProMaster, ProDrive, ProProg wt und b maXX OPC-Server (hier folgend beschrieben)

### 3.2.2 Festlegung der Netzwerkstruktur

Ausgangspunkt der Überlegungen ist i.a. die Automatisierungsstruktur ihrer Maschine / Anlage, hier dargestellt anhand der Netzwerksicht in ProMaster.

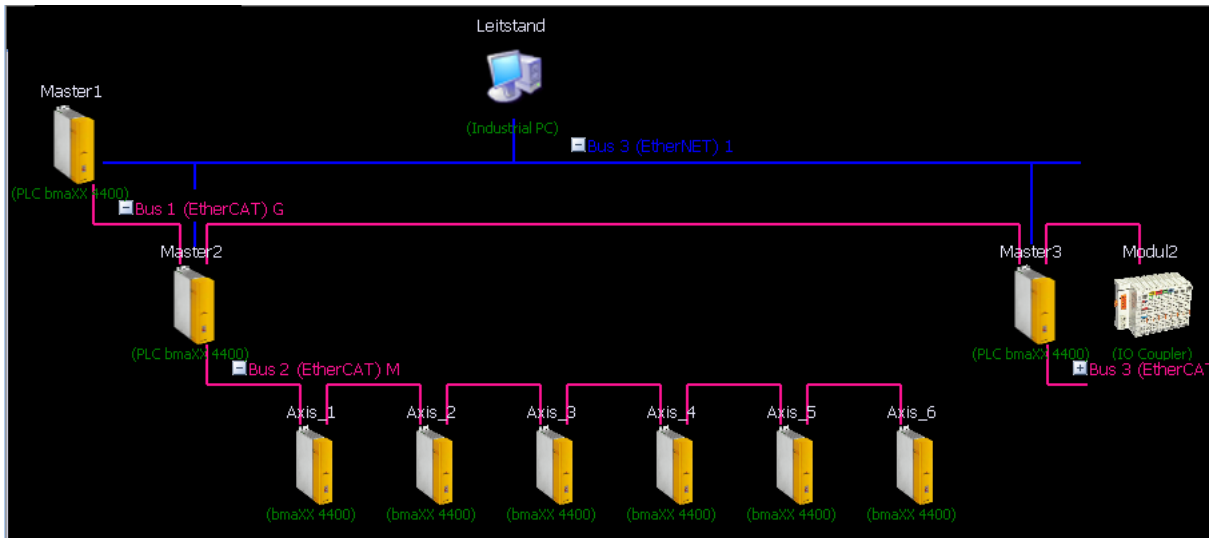


Abbildung 5: ProMaster Netzwerksicht

Im Beispiel in [▶Abbildung 5◀](#) soll der Leitstands-PC direkt mit den drei Master-PLCs, dargestellt als "Bus 3 (EtherNET)", kommunizieren können, indirekt über EoE-Tunnel auch mit den unterlagerten Achsen. Mehr zu den EtherCAT-Verbindungen zwischen den drei Master-PLCs finden Sie in Kapitel [▶EtherCAT-Cluster◀](#) ab Seite 83.

Hier nicht dargestellt sind weiterführende Verbindungen über den EoE-Tunnel (Ethernet over EtherCAT) - mehr dazu im vorhergehenden Abschnitt [▶EoE - Ethernet over EtherCAT◀](#) ab Seite 17.

Ebenfalls nicht dargestellt ist, dass die reale Ethernet-Verkabelung sternförmig über einen Ethernet-Switch erfolgt.

Konzentrieren wir uns zunächst auf die TCP/IP-Kommunikationsverbindungen.

Der Leitstands-PC soll direkt mit den drei Master-PLCs kommunizieren können, indirekt über EoE-Tunnel auch mit den unterlagerten Achsen.

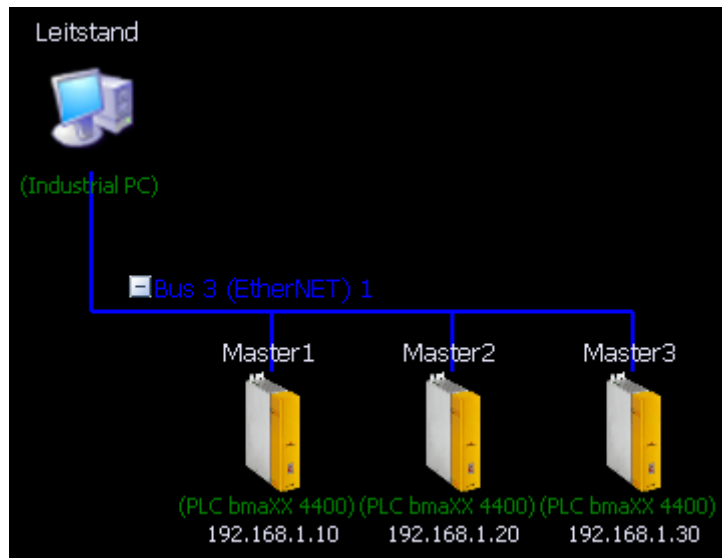


Abbildung 6: ProMaster Ethernet-Verbindung

Jedes Gerät (außer dem in der oberen Abbildung nicht gezeigten Ethernet-Switch) muss mindestens eine eindeutige IP-Adresse besitzen.

Die IP-Adressen von Geräten, die miteinander kommunizieren sollen, müssen in einem gemeinsamen Adressbereich, einem Subnetz liegen. Die ebenfalls zu konfigurierende Subnetzmaske schränkt diesen Bereich ein.

Für Automatisierungsgeräte ist eine statische, explizite Adresszuweisung empfehlenswert.

Die in Büronetzwerken übliche dynamische, automatische Adressvergabe mittels DHCP wird von den TCP/IP-Kommunikationsbaugruppen für b maXX-Geräte bewusst nicht unterstützt.

Weiterhin ist es empfehlenswert strikt zwischen Automatisierungsnetzwerk und Bürolan oder gar Internet zu trennen. Ihre Maschine oder Anlage stellt somit ein privates lokales Netz (LAN) dar.

Verwenden Sie hierin Adressen aus den in RFC 1918 (<http://tools.ietf.org/html/rfc1918>) genannten für private Netze reservierten Bereichen. Die Verbindung zu einem Firmen-LAN oder weiter zum Internet kann dann bei Bedarf mithilfe von Routern und NAT (Network Address Translation) erfolgen.

Im obigen Beispiel wäre folgendes Adress-Schema denkbar:

Gerät	lokale IP-Adresse
Leitstand	192.168.1.100
Laptop_Service_1	192.168.1.101
PC_Programmierer_1	192.168.1.99
PC_Programmierer_2	192.168.1.98
reserviert (für neue Geräte)	192.168.1.1
Master1	192.168.1.10

Gerät	lokale IP-Adresse
Master2	192.168.1.20
Axis_1	192.168.1.21
Axis_2	192.168.1.22
Axis_3	192.168.1.23
Axis_4	192.168.1.24
Axis_5	192.168.1.25
Axis_6	192.168.1.26
Master3	192.168.1.30
Axis_1	192.168.1.31
Axis_2	192.168.1.32
Axis_3	192.168.1.33
Axis_4	192.168.1.34
Axis_5	192.168.1.35
Axis_6	192.168.1.36

### 3.2.3 Einstellen von IP-Adresse und Subnetzmaske an den Kommunikationsbaugruppen

#### 3.2.3.1 Defaulteinstellungen für TCP/IP

Die Defaulteinstellungen der TCP/IP-Kommunikation des Optionsmodul Ethernet sind:

IP-Adresse: 192.168.1.1+"Dip-Schalter"  
Subnetzmaske: 255.255.255.0  
Gateway: 0.0.0.0

Mit Hilfe der Dip-Schalter 1-8 (SW13100) und 9-16 (SW13000) auf den Optionsmodulen BM4-O-ECT-0x bzw. Drehschalter S2 bis S5 auf den Erweiterungsmodulen BMC-M-ECT-0x können IP-Adressen im Bereich 192.168.1.1 bis 192.168.255.255 eingestellt werden. Zum Einstellen der Dip-Schalter bzw. Drehschalter siehe

- 5.07001 [▶Betriebsanleitung EtherCAT-Master für b maXX drive PLC](#)◀,
- 5.06003 [▶Betriebsanleitung EtherCAT-Slave für b maXX drive PLC](#)◀,
- 5.10018 [▶Betriebsanleitung EtherCAT-Cluster für b maXX drive PLC](#)◀,
- 5.06004 [▶Betriebsanleitung EtherCAT-Master für b maXX controller PLC](#)◀,
- 5.10017 [▶Betriebsanleitung EtherCAT-Cluster für b maXX controller PLC](#)◀.

### 3.2.3.2 TCP/IP-Einstellungen ändern mittels ProProg wt III

Die Werte für IP-Adresse, Subnetzmaske und Gateway können auch frei eingestellt werden. Gehen Sie dazu in folgenden Schritten vor:

Erweitern Sie Ihr ProProg wt II-Anwenderprogramm der jeweiligen b maXX PLC um

- eine globale Variable des Typs ETHERNET\_PLC\_CONFIG\_BMSTRUCT auf Adresse %MB3.2012288 zum Einstellen / Ändern der TCP/IP-Parameter dieser Baugruppe
- und eine globale Variable des Typs ETHERNET\_PLC\_DIAG\_BMSTRUCT auf Adresse %MB3.2012320 zur Kontrolle der TCP/IP-Parameter dieser Baugruppe

Die für diese beiden Variablen zu verwendenden Adressen sind abhängig vom Steckplatz der Baugruppe:

Steckplatz (Slot) / Modulnummer	Adresse für ETHERNET_PLC_CONFIG_BMSTRUCT	Adresse für ETHERNET_PLC_DIAG_BMSTRUCT
G / 1	%MB3.2012288	%MB3.2012320
H / 2	%MB3.3012288	%MB3.3012320
J / 3	%MB3.4012288	%MB3.4012320
K / 4	%MB3.5012288	%MB3.5012320
L / 5	%MB3.6012288	%MB3.6012320
M /	%MB3.7012288	%MB3.7012320

Ist ihr Gerät mit mehreren TCP/IP-Kommunikationsbaugruppen für b maXX-Geräte bestückt, so befinden sie sich auf verschiedenen Steckplätzen (BM4-O-ECT-xx) bzw. Sie müssen auf S1 der Baugruppe (BMC-M-ECT-xx) unterschiedliche Modulnummern einstellen. In diesem Fall legen Sie für jede Baugruppe ein Variablen-Paar an, jedoch auf entsprechend unterschiedlichen Adressen.

Beide Strukturen sind in der Bibliothek BM\_TYPES\_30bd01 (oder höher) definiert, so dass Sie diese Bibliothek in Ihrem ProProg wt II-Anwenderprogramm einfügen müssen.

Name	Typ	Verwendung	Beschreibung	Adresse	Anfangsw...	Reman...	PDD	OPC	TB
Global_Variables									
Ethernet TCP/IP									
TCP_Config_SlotG	ETHERNET_PLC_CONFIG_BMSTRUCT	VAR_GLOBAL		%MB3.2012288			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TCP_Diag_SlotG	ETHERNET_PLC_DIAG_BMSTRUCT	VAR_GLOBAL		%MB3.2012320			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EtherCAT-Master									
EtherCAT-Master, -Slave, -Cluster									

Abbildung 7: Globale Variablen

Nach dem Anlegen der Variablen, Übersetzen des Programms und Download auf die b maXX PLC können Sie beide Variablen in das Watchfenster einfügen und die Online-Anzeige (Debug-Mode) aktivieren.

Zuvor noch ein Hinweis:

Da Sie gerade die Verbindungsparameter der TCP/IP-Kommunikation ändern wollen, wäre es geschickt, die Online-Anzeige über eine andere Kommunikationsverbindung (z. B. RS-232 zwischen COMx des PCs und X1 der b maXX controller PLC bzw. X1-Slot F des Gerätes BM4400 mit b maXX drive PLC oder TCP/IP-Kommunikation über eine weitere Kommunikationsbaugruppe im selben Gerät) laufen zu lassen.

Mit bestehender Online-Anzeige haben Sie folgenden Zustand:

Die Daten der Variable "TCP\_Diag\_SlotG" zeigen die derzeit aktiven Einstellungen der Kommunikationsbaugruppe in Slot G. Die MAC-Adresse wird vom Hersteller vergeben und kann von Ihnen nicht verändert werden.

Die Daten der Variable "TCP\_Config\_SlotG" sind zunächst leer. Betrachten Sie diese als Online-Formular, welches Sie mit dem gewohnten ProProg Debug-Dialog (per Doppelklick in das Datenfeld) ausfüllen können. Tragen Sie zunächst die gewünschte IP-Adresse (z. B. 172.16.2.1) und Subnetzmaske (z. B. 255.255.255.0) ein.

## 3.2 Ethernet-TCP/IP Netzwerke konfigurieren

Siehe folgende Abbildung:

Variable	Wert
[-] TCP_Config_SlotG	
d_IP_CONFIG	16#00000000
[-] a_IP_ADDRESS	
[0]	172
[1]	16
[2]	2
[3]	1
[-] a_IP_MASK	
[0]	255
[1]	255
[2]	255
[3]	0
d_GENERAL_CTRL	16#00000000
[-] a_GATEWAY	
[0]	0
[1]	0
[2]	0
[3]	0
[-] TCP_Diag_SlotG	
[-] a_MAC_ADDRESS	
[0]	16#00
[1]	16#02
[2]	16#FB
[3]	16#FF
[4]	16#D9
[5]	16#33
[6]	16#00
[7]	16#00
+ a_Reserved8	
[-] a_IP_ADDRESS	
[0]	192
[1]	168
[2]	1
[3]	18
[-] a_IP_MASK	
[0]	255
[1]	255
[2]	255
[3]	0
d_IP_CONFIG	16#FFFFFFFF
d_GENERAL_STAT	16#00000001
d_DIP_SWITCH	16#00000011
+ a_GATEWAY	

Abbildung 8: Watch-Fenster



Abschließend müssen die eingestellten Werte aktiviert, d. h. von der Baugruppe übernommen und intern abgespeichert werden. Dazu muss das Strukturelement TCP\_Config\_SlotG.d\_IP\_CONFIG mit einem Aktivierungs-Code beschrieben werden.

Nach Aus- und Wiedereinschalten stehen die neuen Kommunikationseinstellungen zur Verfügung.

Bezüglich des Aktivierungs-Codes haben Sie nun zwei Möglichkeiten:

- Die zuvor eingestellte IP-Adresse kann als feste, unveränderliche IP-Adresse verwendet werden

Code = DWORD#16#12345678

ODER

- Die zuvor eingestellte IP-Adresse kann mit der Dip-Schalterstellung verändert werden  
gültige Adresse = zuvor eingestellte (Basis-)IP-Adresse + am Dip-Schalter eingestellter Wert

Code = DWORD#16#12345600

Mit anderen Worten:

a) Feste IP-Adresse vergeben

Möchten Sie eine feste, von den Dip-Schaltern unabhängige IP-Adresse vergeben, so tragen Sie in

- TCP\_Config\_SlotG.a\_IP\_ADDRESS diese IP-Adresse

und in

- TCP\_Config\_SlotG.a\_IP\_MASK die zugehörige Subnetzmaske ein.

Abschließend ist TCP\_Config\_SlotG.d\_IP\_CONFIG mit DWORD#16#12345678 zu beschreiben.

b) Variable, von Dip-Schaltern abhängige IP-Adresse vergeben

Möchten Sie eine variable, von den Dip-Schaltern abhängige IP-Adresse vergeben, so tragen Sie in

- TCP\_Config\_SlotG.a\_IP\_ADDRESS die Basis-IP-Adresse (diejenige Adresse, die mit Dip-Schalterstellung 0 wirksam werden soll)

und in

- TCP\_Config\_SlotG.a\_IP\_MASK die zugehörige Subnetzmaske ein.

Abschließend ist TCP\_Config\_SlotG.d\_IP\_CONFIG mit DWORD#16#12345600 zu beschreiben.

Bei dem Beschreiben der Elemente ist unbedingt die Reihenfolge

a\_IP\_ADDRESS → a\_IP\_MASK → a\_GATEWAY → d\_IP\_CONFIG

einzuhalten.

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen die Verwendung der zweiten Methode.

Beachten Sie, dass

**1** als Basis-IP-Adresse 172.16.2.1 konfiguriert wurde,

**2** mithilfe des Aktivierungs-Code = DWORD#16#12345600 die Beeinflussung durch die Schalterstellung gewählt wurde und

## 3.2 Ethernet-TCP/IP Netzwerke konfigurieren

3 aufgrund der aktuellen Schalterstellung beim Einschalten = 16#0011 = 17 die IP-Adresse 172.16.2.18 resultiert.

The image shows two side-by-side screenshots of the 'Watch-Fenster' (Watch Window) in a PLC software. Each window displays a list of variables and their current values. The left window shows the configuration for 'Watch 3' with various variables like TCP\_Config\_SlotG, a\_IP\_ADDRESS, and a\_GATEWAY. The right window shows the same configuration but with different values, reflecting the state after a power cycle.

Variable	Wert
TCP_Config_SlotG	
d_IP_CONFIG	16#12345600
a_IP_ADDRESS	
[0]	172
[1]	16
[2]	2
[3]	1
a_IP_MASK	
[0]	255
[1]	255
[2]	255
[3]	0
d_GENERAL_CTRL	16#00000000
a_GATEWAY	
[0]	0
[1]	0
[2]	0
[3]	0
TCP_Diag_SlotG	
a_MAC_ADDRESS	
[0]	16#00
[1]	16#02
[2]	16#FB
[3]	16#FF
[4]	16#D9
[5]	16#33
[6]	16#00
[7]	16#00
a_Reserved8	
a_IP_ADDRESS	
[0]	192
[1]	168
[2]	1
[3]	18
a_IP_MASK	
[0]	255
[1]	255
[2]	255
[3]	0
d_IP_CONFIG	16#FFFFFFF
d_GENERAL_STAT	16#00000001
d_DIP_SWITCH	16#00000011
a_GATEWAY	

Variable	Wert
TCP_Config_SlotG	
d_IP_CONFIG	16#00000000
a_IP_ADDRESS	
[0]	0
[1]	0
[2]	0
[3]	0
a_IP_MASK	
[0]	0
[1]	0
[2]	0
[3]	0
d_GENERAL_CTRL	16#00000000
a_GATEWAY	
[0]	0
[1]	0
[2]	0
[3]	0
TCP_Diag_SlotG	
a_MAC_ADDRESS	
[0]	16#00
[1]	16#02
[2]	16#FB
[3]	16#FF
[4]	16#D9
[5]	16#33
[6]	16#00
[7]	16#00
a_Reserved8	
a_IP_ADDRESS	
[0]	172
[1]	16
[2]	2
[3]	18
a_IP_MASK	
[0]	255
[1]	255
[2]	255
[3]	0
d_IP_CONFIG	16#12345600
d_GENERAL_STAT	16#00000001
d_DIP_SWITCH	16#00000011
a_GATEWAY	

Abbildung 9: Watch-Fenster

### 3.2.3.3 TCP/IP-Einstellungen ändern mittels ProMaster

---

Selbstverständlich können Sie auch im Online-Modus von ProMaster die Kommunikationseinstellungen aller Baugruppen eines angeschlossenen b maXX-Gerätes sehen und mithilfe eines Assistenten ändern.

Markieren Sie hierzu in der Netzwerkansicht von ProMaster das betreffende Gerät, öffnen Sie den Konfigurator der betreffenden Baugruppe (z. B. ProEtherCAT für eine Kommunikationsbaugruppe vom Typ EtherCAT-Master BMC-M-ECT-02) und wechseln Sie zum Register "Ethernet". Diese Konfigurationsoberfläche setzt eine bestehende Online-Verbindung voraus, ohne diese sind alle Anzeigen und Eingabefelder inaktiv.

Beachten Sie bitte den Unterschied zwischen der von ProMaster aktuell verwendeten Kommunikationsverbindung zum Gerät und den gegebenenfalls durch mehrere Kommunikationsbaugruppen bereitgestellten weiteren potentiell möglichen Kommunikationsverbindungen.

Folgen Sie genau der Anleitung in der Online-Hilfe von ProMaster.

### 3.2.3.4 TCP/IP-Einstellungen zur Laufzeit durch EtherCAT-Master

---

Wenn es sich bei der TCP/IP-Kommunikationsbaugruppe um einen EtherCAT-Slave handelt, so stellt sie diese Fähigkeit über den EoE-Tunnel (siehe Kapitel [▶ EoE - Ethernet over EtherCAT](#) ab Seite 17) bereit.

Bedingt durch EoE-Mechanismen kann dann auch der EtherCAT-Master, der diesen Slave steuert, beim Aufstarten des Busses die Kommunikationseinstellungen des Slaves verändern.

Die Vorgehensweise hierzu ist in [▶ Vergabe der IP-Adressen an EoE-Slaves durch den EtherCAT-Master](#) auf Seite 47 erläutert.

### 3.2.4 Windows-PC konfigurieren

---

Da ProMaster, ProProg wt III und der OPC-Server Microsoft Windows®-Betriebssysteme voraussetzen, werden die notwendigen Einstellungen nur für Windows-Betriebssysteme beschrieben. Voraussetzung ist grundsätzlich, dass das TCP/IP Protokoll auf Ihrem Windows-PC installiert ist und ihr PC eine konfigurierte Netzwerkkarte besitzt. Details zu dieser Installation entnehmen Sie bitte der Dokumentation zu Ihrem Windows-Betriebssystem.

Einen Überblick über die aktuellen Einstellungen aller Netzwerkadapter Ihres PCs erhalten Sie mit dem Kommandozeilen-Befehl

```
ipconfig
```

(Die Kommandozeile oder auch "DOS-Fenster" öffnen Sie mit "Win-Taste + R" → Systemdialog "Ausführen", im Eingabefeld die Zeichenfolge "cmd" eintragen und Button "Ok"..).

Derjenige Netzwerkadapter, welcher mit Ihrem b maXX-Gerät (Automatisierungs-Netzwerk) verbunden ist, sollte eine IP-Adresse und Subnetzmaske entsprechend Abschnitt [▶ Festlegung der Netzwerkstruktur](#) ab Seite 19 besitzen.

Ist dies nicht der Fall, müssen Sie die Netzwerkeinstellungen verändern. Hierzu benötigen Sie lokale Administratorrechte.

- Öffnen Sie den Systemordner "Netzwerkverbindungen" (z.B. mit "Win-Taste + R" → Systemdialog "Ausführen", im Eingabefeld die Zeichenfolge "control ncpa.cpl" eintragen und Button "Ok"..), welcher alle in Ihrem PC installierten Netzwerkadapter auflistet. Diese werden von Windows als "LAN-Verbindung", "LAN-Verbindung 2" etc. benannt, können aber von Ihrem Systemadministrator oder PC-Hersteller einen anderen Namen erhalten haben.
- Markieren Sie den gewünschten Netzwerkadapter und öffnen Sie über das Kontextmenü dessen "Eigenschaften"-Dialog, siehe folgende Abbildung.

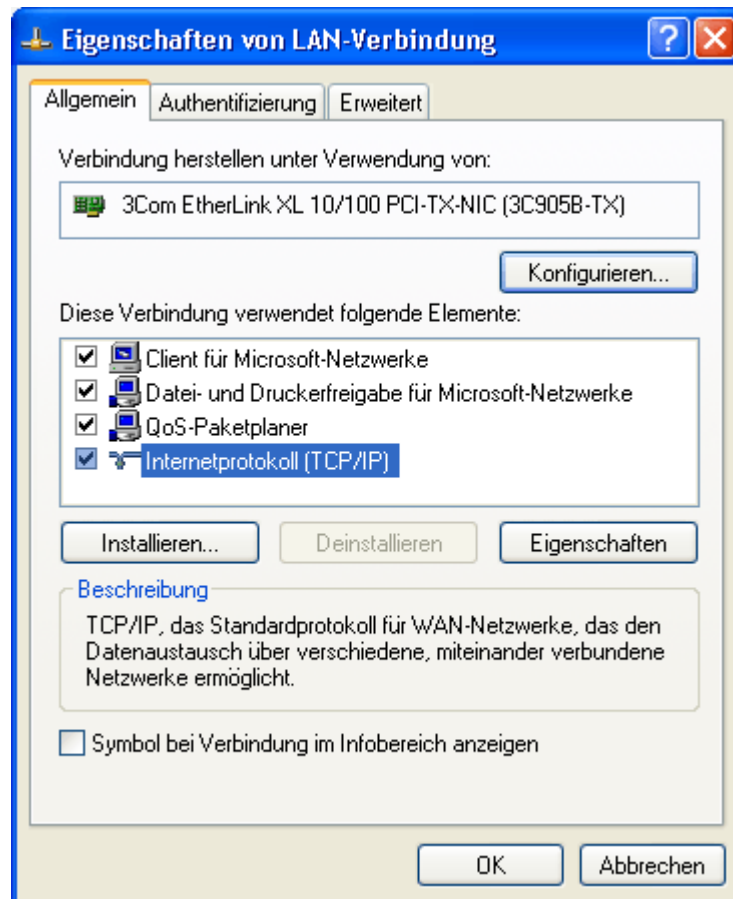


Abbildung 10: Windows XP mit TCP/IP einrichten - LAN Verbindungen Übersicht

- Aktivieren Sie "Internetprotokoll (TCP/IP)" und betätigen Sie dann den Button "Eigenschaften"

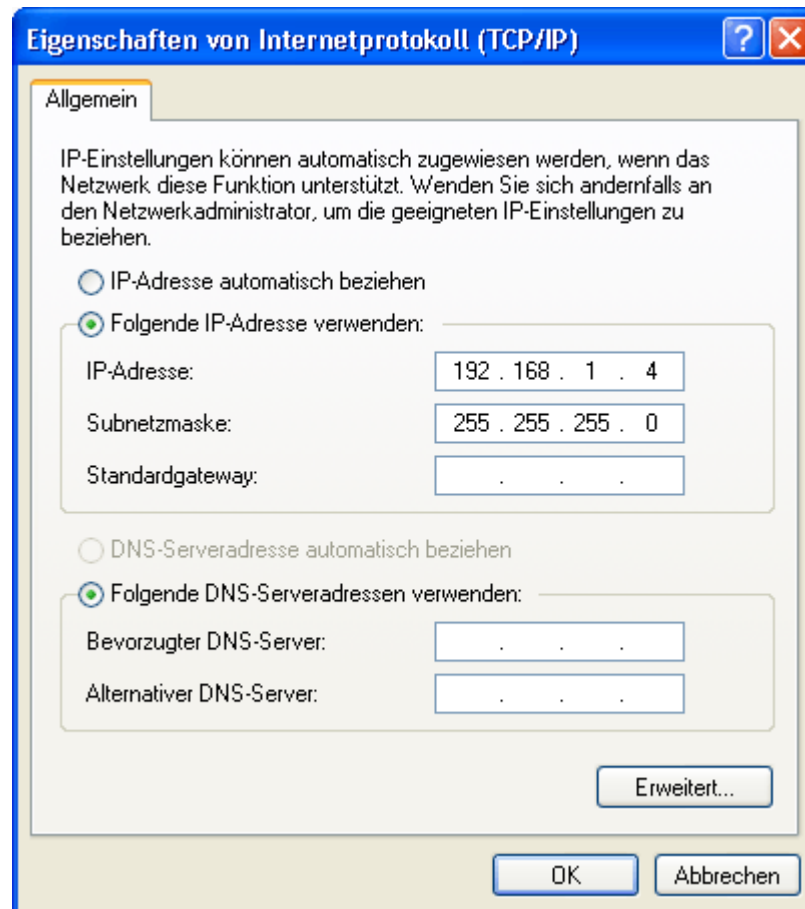


Abbildung 11: Windows XP mit TCP/IP einrichten - TCP/IP Eigenschaften

Hier wählen Sie die Option "Folgende IP-Adresse verwenden" und tragen die gewünschte IP-Adresse und Subnetzmaske ein. Den Eintrag "Standardgateway" können Sie leer lassen.

Die alternative Option "IP-Adresse automatisch beziehen" meint Adressvergabe mittels DHCP und sollte, wie eingangs erläutert, hier nicht benutzt werden.

Schließen Sie nun die zuvor geöffneten Fenster mit dem Button OK .

Damit ist die TCP/IP-Konfiguration auf Ihrem Windows-PC abgeschlossen. Unter Windows XP muss Ihr PC nicht neu gebootet werden.

### 3.2.5 Windowsprogramme - Verbindung über Ethernet-TCP/IP einstellen

#### 3.2.5.1 ProMaster

In ProMaster können Sie für jedes kommunikationsfähige Gerät die zu verwendenden Kommunikationspfade für Online-Diagnose, Konfigurationsdownload etc. explizit festlegen.

Markieren Sie hierzu in der "Netzwerkansicht" das gewünschte Gerät durch Anklicken. Ein weiß gestrichelter Rahmen um das Gerät zeigt dies an. Sie finden nun im "Work-

space" oder wahlweise auch im Kontextmenü einen Eintrag "Kommunikationseinstellungen".

Geräte wie Buskoppler oder einzelne Baugruppen sind für ProMaster nicht direkt zugänglich - ihnen fehlt der Eintrag "Kommunikationseinstellungen".

Der Menü-Eintrag "Kommunikationseinstellungen" öffnet das Dialogfenster "Port Parameter".

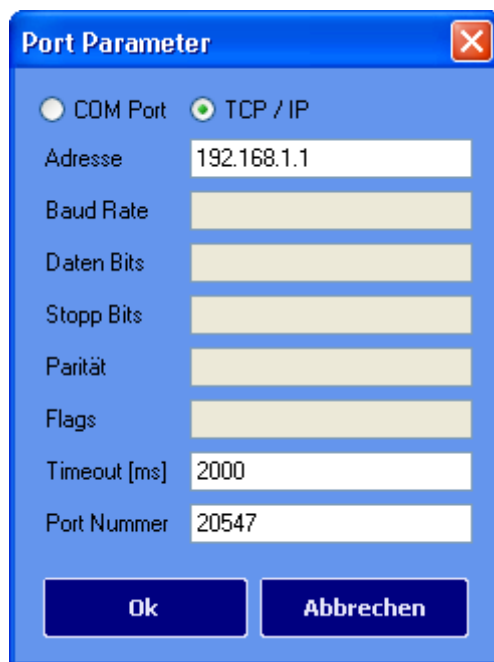


Abbildung 12: TCP/IP-Konfiguration in ProMaster für eine b maXX PLC Ressource einstellen

Verfügt das Gerät über mehrere TCP/IP-fähige Kommunikationsbaugruppen, z. B. einen EtherCAT-Slave und mehrere EtherCAT-Master, so kann prinzipiell jede dieser Baugruppen verwendet werden. Die IP-Adresse der gewünschten Baugruppe ist dann im Dialogfenster "Port Parameter" einzutragen. Natürlich muss hierzu aber auch eine physikalische Verbindung über diese Baugruppe vorhanden sein. Soll die Kommunikation getunnelt über EoE erfolgen, muss das tunnelnde EtherCAT-Netzwerk zumindest im Zustand PREOPERATIONAL sein.

Die IP-Adresse der gewünschten TCP/IP-Baugruppe ist im Dialogfenster "Port Parameter" einzutragen.

Sie ersehen die auf der Baugruppe eingestellte IP-Adresse zum einen durch die im Abschnitt [>Einstellen von IP-Adresse und Subnetzmaske an den Kommunikationsbaugruppen<](#) ab Seite 21 vorgestellten Verfahren zum anderen im Baugruppenkonfigurator "ProEtherCAT" Reiter /Seite "Ethernet" bzw. "Netzwerk". Hierfür ist jedoch eine schon bestehende Kommunikationsverbindung zum Gerät erforderlich - notfalls eine direkte Verbindung mittels RS-232-Kabel (serielle Schnittstelle).

### 3.2.5.2 ProProg wt III

Wenn Sie das ProProg wt - Projekt (IEC-61131-Anwenderprogramm der b maXX PLC) mit ProMaster erstellt haben, wurde der in ProMaster eingestellte Kommunikationspfad zur PLC bereits in die äquivalente ProProg-Einstellung übernommen. Gleiches bewirkt die ProMaster-Funktion "Gesamtes IEC-Projekt aktualisieren" im PLC-Konfigurator "Pro-PLC".

Natürlich können Sie auch in ProProg wt den Kommunikationspfad explizit ändern.

#### Einstellung der Ethernet-Kommunikationsquelle durch Auswahl bzw. Angabe der TCP/IP-Adresse

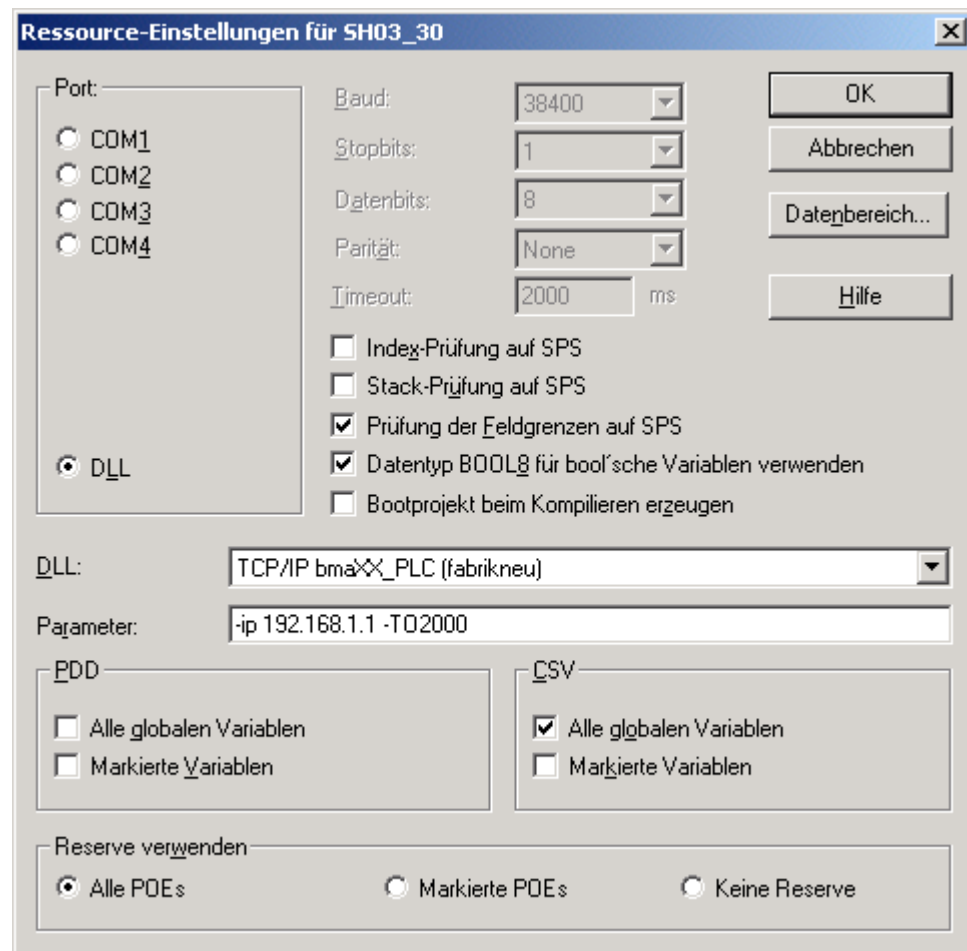


Abbildung 13: TCP/IP in PROPROG wt II für eine Ressource einstellen



### HINWEIS!

Falls Sie die Kommunikationseinstellungen nur im ProProg wt III Projekt ändern, werden diese Kommunikationseinstellungen **nicht** in ProMaster übernommen.

Bezüglich der möglichen IP-Adressen beachten Sie bitte die Hinweise im Abschnitt [►ProMaster◄](#) ab Seite 29.

### 3.2.5.3 OPC-Server

---

Der OPC-Server erhält seine Einstellungen durch einen Export aus ProProg wt und übernimmt dabei auch den dort eingestellten Kommunikationspfad zu Gerät.

Des Weiteren ist im OPC-Konfigurator eine explizite Änderung der Kommunikationsparameter möglich.

Bezüglich der möglichen IP-Adressen beachten Sie bitte die Hinweise im Abschnitt [►ProMaster◄](#) ab Seite 29.



# ETHERCAT ALLGEMEIN

In diesem Kapitel finden Sie Informationen zum Datenaustausch über EtherCAT.

## 4.1 Allgemeines zu EtherCAT und EtherCAT-Netzwerken

---

EtherCAT ist ein Ethernet-basiertes Feldbussystem, welches die Vorteile von Ethernet (hohe Geschwindigkeit, einfache Konfiguration) mit hoher Echtzeitfähigkeit und der Eignung auch für kleine Datenmengen verbindet. Außerdem ist mit EtherCAT zusätzlich die Nutzung der Internet-Technologien auch auf der Feldbus-Ebene möglich.

Wie bei anderen Feldbussen werden Geräteprofile verwendet. Bei EtherCAT wurden jedoch keine neuen Geräteprofile definiert, sondern es werden Schnittstellen für bestehende (und dem Anwender schon vertraute) Geräteprofile angeboten. Dies erleichtert die Migration vom bisherigen Feldbus zu EtherCAT sowohl für den Anwender als auch für den Gerätehersteller.

Das Optionsmodul Ethernet mit EtherCAT-Master unterstützt CANopen over EtherCAT (CoE) und Ethernet over EtherCAT (EoE).

Weitergehende Informationen finden Sie auf der Homepage der EtherCAT Technology Group (ETG) unter [www.EtherCAT.org](http://www.EtherCAT.org).

### **CANopen over EtherCAT (CoE)**

CANopen-Geräte und Applikationsprofile stehen für eine große Vielfalt an Geräteklassen und Anwendungen wie

- E/A-Baugruppen
- Antriebe
- Encoder
- Proportionalventile und Hydraulikregler

und Anwendungsprofilen wie

- Kunststoffverarbeitung
- Textilmaschinen

zur Verfügung.

EtherCAT kann die gleichen Kommunikationsmechanismen bereitstellen, wie sie von CANopen her bekannt sind:

- Objektverzeichnis
- PDO (Prozess-DatenObjekte)
- SDO (ServiceDatenObjekte)

Selbst das Netzwerkmanagement ist vergleichbar.

### **Ethernet over EtherCAT (EoE)**

Die EtherCAT-Technologie ist nicht nur vollständig Ethernet-kompatibel, sondern verträgt sich mit weiteren Ethernet-basierten Diensten und Protokollen auf dem gleichen physikalischen Netz - in der Regel nur mit minimalen Einbußen bei der Performance. Beliebige Ethernet-Geräte können am EtherCAT-Strang via Switchport angeschlossen werden. Die Ethernet-Frames werden durch das EtherCAT-Protokoll getunnelt, wie es bei den Internettechnologien üblich ist. Das EtherCAT-Netzwerk ist dabei für das Ethernet-Gerät voll transparent, und die Echtzeiteigenschaften werden nicht beeinträchtigt. EtherCAT-Geräte können zusätzlich über andere Ethernet-Protokolle verfügen und damit nach außen wie ein Standard-Ethernet-Teilnehmer auftreten. Der Master fungiert dabei wie ein Layer-2-Switch, der die Frames gemäß der Adressinformation zu den entsprechenden Teilnehmern weiterleitet.

Damit können Internet-Technologien wie z. B.

- integrierte Webserver
- FTP-Transfer

auch im EtherCAT-Umfeld zum Einsatz kommen.

### **Telegramme**

Bei EtherCAT werden die prinzipiellen Begrenzungen anderer Ethernet-Lösungen überwunden. Ein Ethernet-Telegramm (mit dem darin enthaltenen EtherCAT Protokoll) wird nicht mehr in jeder Anschaltung zunächst empfangen, dann interpretiert und anschließend die Prozessdaten weiterkopiert, sondern jeder EtherCAT-Slave entnimmt dem Telegramm die für ihn bestimmten Daten (z. B. Sollwerte) während das Telegramm den EtherCAT-Slave durchläuft. Die Eingangsdaten (z. B. Istwerte) werden, ebenfalls während das Telegramm den EtherCAT-Slave durchläuft, in das Telegramm eingetragen.

Die Ethernet-Telegramme werden dabei nur um wenige Nanosekunden verzögert.

Da ein Ethernet-Telegramm sowohl in Sende- wie auch in Empfangsrichtung viele EtherCAT-Slaves erreicht, steigt die Nutzdatenrate auf über 90% an.

### **Protokoll**

Das für Prozessdaten optimierte EtherCAT Protokoll wird direkt im Ethernet-Telegramm transportiert. EtherCAT verwendet ausschließlich Standard-Telegramme (Standard-Frames) nach IEEE802.3.

### **Netzwerk**

EtherCAT unterstützt die von den Feldbussen bekannte Bus- oder Linienstruktur.

Die Fast-Ethernet-Physik (100BaseTX) erlaubt eine Leitungslänge bis 100 m zwischen zwei Geräten am EtherCAT-Bus. Mit dem Optionsmodul BM4-O-ECT-02 können bis zu 1023 Geräte am EtherCAT-Bus angeschlossen werden.

### Distributed Clocks

Hochgenaue Synchronisation wird durch "Distributed Clocks" ermöglicht. Das EtherCAT-ASIC eines Slaves enthält eine Echtzeit-Uhr mit Capture/Compare-Einheit und Generierung von HW-Takt-Signalen. Diese Echtzeituhren der Slaves werden durch den EtherCAT-Master untereinander abgeglichen. Die Eventgenerierung der Slaves lässt sich damit auf typisch <100 ns synchronisieren.



# ETHERCAT-MASTER

## 5.1 Unterstützte EtherCAT-Features

---

Neben den im vorigen Kapitel aufgeführten allgemeinen Leistungsmerkmalen von EtherCAT unterstützt der EtherCAT-Master von Baumüller einige weitere, herstellerspezifische Features:

### 5.1.1 Optionale Slaves

---

Ab den Versionsständen

EtherCAT-Master:	BM4-O-ECT-02-01-01-000-003
	BMC-M-ECT-02-11-01-000-002
EtherCAT-Slave	BM4-O-ECT-01-01-01-001-002
	BM4-O-ECT-01-01-11-001-001
	BMC-M-ECT-01-11-01-000-000

ist die Erweiterung "Optionale Slaves" verfügbar.

Die Nutzung "**Optionalen Slaves**" ermöglicht es, verschiedene Ausbaustufen eines modularen Maschinenkonzeptes mit nur einer umfassenden Feldbuskonfiguration und einem ProProg-Projekt (PLC-Programm) zu realisieren.

Mit ProMaster wird der Maximalausbau des EtherCAT-Busses der modularen Maschine konfiguriert. Diejenigen EtherCAT-Slaves, welche in diversen Ausbaustufen fehlen können, werden mit dem Attribut "optional" versehen.

Der EtherCAT-Master erkennt beim Aufstarten des EtherCAT-Busses das Vorhandensein bzw. Fehlen optionaler Slaves, managt den Bus entsprechend und hält diese Information für die PLC bereit. Weitergehende applikationsspezifische Abhängigkeiten zwischen den optionalen Komponenten können im PLC-Programm implementiert werden (z. B. der Betrieb der optionalen Komponente A ist nur zulässig wenn entweder die Komponente C oder D vorhanden sind).

Zur Identifizierung der optionalen Slaves am Bus muss vom Anwender für jeden optionalen Slave eine eindeutige Kennung vergeben werden. Diese Kennung muss sowohl in ProMaster konfiguriert (siehe [► Konfiguration eines EtherCAT-Slave für b maXX PLC mittels ProMaster](#) ab Seite 60) werden, als auch am realen Gerät z. B. über Kodier-

## 5.1 Unterstützte EtherCAT-Features

schalter eingestellt oder anderweitig konfiguriert werden. Vergleichen Sie hierzu die Betriebsanleitung des jeweiligen EtherCAT-Slave.



### HINWEIS!

Der Wertebereich der Kennung für optionale Slaves ist 1 .. 65535.  
Der Wert "0" hat die Bedeutung "Kennung nicht gesetzt".

Die Kennung kann (muss aber nicht) mit der EtherCAT-Stationsadresse (Node-ID) übereinstimmen, siehe Beispiel. Sie muss innerhalb einer Feldbuskonfiguration eindeutig sein und kann auch nach anderen Gesichtspunkten (z. B. Doppelverwendung des Kodierschalters für Einstellung der TCP/IP-Adresse und für Kennung) vergeben werden.

Beispiel:

	mandatory / optional	Node-ID	Kennung / Kodierschalter	IP-Adresse	Maximalausbau	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Axis_1	m	1	0 „nicht gesetzt“	192.168.1.1	x	x	x	x
Axis_2	o	2	1	192.168.1.2	x	x	-	x
Axis_3	o	3	2	192.168.1.3	x	-	-	x
PLC_2	m	4	51	192.168.1.52	x	x	x	x
Axis_4	o	5	3	192.168.1.4	x	x	x	-
PLC_3	o	6	52	192.168.1.53	x	x	x	-
IO-Block	m	7	-	-	x	x	x	x



### HINWEIS!

Nicht auf allen EtherCAT-Slaves kann eine Kennung eingestellt werden, welche zur Identifizierung optionaler Slaves durch den EtherCAT-Master benötigt wird. Siehe hierzu die Betriebsanleitung des jeweiligen EtherCAT-Slave.

### 5.1.2 Frei positionierbare Slaves

Gleichzeitig mit der Erweiterung "Optionale Slaves" ist ab den Versionständen

EtherCAT-Master: BM4-O-ECT-02-01-01-000-003  
BMC-M-ECT-02-11-01-000-002  
EtherCAT-Slave: BM4-O-ECT-01-01-01-001-002  
BM4-O-ECT-01-01-11-001-001  
BMC-M-ECT-01-11-01-000-000

die Erweiterung "Frei positionierbare Slaves" verfügbar.

Die Nutzung "**Frei positionierbarer Slaves**" ermöglicht verschiedene Varianten in Aufbau und Busverkabelung eines modularen Maschinenkonzeptes mit einer einheitlichen Feldbuskonfiguration.

Zur Identifizierung der frei positionierbaren Slaves am Bus muss vom Anwender für jeden frei positionierbaren Slave eine eindeutige Kennung vergeben werden. Diese Kennung muss sowohl in ProMaster konfiguriert (siehe [►Konfiguration eines EtherCAT-Slave für b maXX PLC mittels ProMaster◄](#) ab Seite 60) werden, als auch am realen Gerät z. B. über Kodierschalter eingestellt oder anderweitig konfiguriert werden. Vergleichen Sie hierzu die Betriebsanleitung des jeweiligen EtherCAT-Slave.

Diese Kennung ist identisch mit der für "Optionale Slaves" verwendeten Kennung und im vorhergehenden Abschnitt erläutert.

Frei positionierbare Slaves können optional oder mandatory sein.

### 5.1.3 Prozessdatenzugriff in Bypass-Event-Task der Master-PLC

---

Ein EtherCAT-Master kann Prozessdaten im Prinzip zu jedem beliebigen Zeitpunkt schreiben (Sollwerte) bzw. lesen (Istwerte). Aus regelungstechnischen Gründen wird aber in der Regel ein festes Prozessdaten-Intervall (z.B. 1 ms) benutzt.

Da die von den Slaves gelieferten Istwerte in der PLC verarbeitet und die neuen Sollwerte in der PLC generiert werden müssen, wird dort eine an die Prozessdaten-Übertragung gekoppelte Bypass-Event-Task benutzt.

Die geräteinterne Kopplung zwischen PLC und EtherCAT-Master geschieht mithilfe von SYNC-Signalen.

Diese können sowohl (z.B. im Falle der Verwendung von "Distributed Clocks") vom EtherCAT-Master generiert werden, als auch von der PLC oder anderen Baugruppen generiert werden.

Innerhalb der Bypass-Event-Task übernehmen applikationsspezifisch zu erstellende Programm-POEs die eigentliche Prozessdatenverarbeitung und werden ein Mal je Prozessdaten-Übertragung abgearbeitet.

ProMaster legt hierzu die "Motion Control Event Task" an (siehe [►Bussteuerung und Prozessdaten-Zugriff im IEC 61131-Anwenderprogramm◄](#) auf Seite 54).

### 5.1.4 Eventsynchrone Bufferumschaltung Master

---

Die eventsynchrone Bufferumschaltung gewährleistet zusammen mit der Bypass-Event-Task einen blockadefreien und konsistenten Zugriff auf die Prozessdaten.

Vereinfachend erklärt besitzen sowohl das Modul EtherCAT-Master als auch die PLC einen exklusiven Pufferbereich für alle Soll- und Istwerte. Bei Auftreten des Synchronisations-Signals werden diese Puffer schlagartig ausgetauscht.

Lesezugriffe der einen Seite werden nicht durch Schreibzugriffe der anderen unterbrochen (Blockkonsistenz).

Voraussetzung ist, dass beide Seiten ihre Prozessdatenverarbeitung innerhalb des Prozessdatenintervalls abgeschlossen haben.

Bei Verwendung der eventsynchrone Bufferumschaltung ist es erforderlich, dass in der zugeordneten Bypass-Event-Task der Master-PLC ein Sollwert in zwei aufeinanderfolgenden Zyklen geschrieben wird - besser noch: alle Sollwerte in jedem Zyklus geschrieben werden.

Einmaliges Schreiben eines Sollwertes setzt den Wert auf einem Buffer (demjenigen, der gerade für die PLC sichtbar ist) - auf dem anderen Buffer jedoch bleibt der alte Wert bestehen. In Zukunft sieht der EtherCAT-Master für diesen Sollwert also eine alternierende Folge aus altem und neuem Wert und würde diese über den Bus zum EtherCAT-Slave übertragen.

Von ProMaster automatisch generierte Sollwerte mit dem "Motion"-Vermerk werden vom MC-Laufzeitsystem geschrieben.

Sie als Anwendungsprogrammierer müssen sich nur um die zusätzlichen, anwenderdefinierten Sollwerte kümmern.

Wenn in Ihrer konkreten Applikation die Sollwerte nicht sowieso schon mit jedem Aufruf der Bypass-Event-Task generiert werden, sollten Sie Zwischenvariablen benutzen, die wiederum in jedem Aufruf der Bypass-Event-Task auf die von ProMaster angelegten Sollwert-Variablen auf dem DPRAM des Optionsmoduls kopiert werden. Diese Zwischenvariablen können dann auch (natürlich unter Beachtung eines konsistenten Zugriffs) in POEs außerhalb der Bypass-Event-Task gesetzt werden.

Nebenbei bemerkt benutzt auch das Interface zwischen EtherCAT-Slave und Slave-PLC diese eventsynchrone Bufferumschaltung (siehe [►Prozessdatenzugriff◄](#) auf Seite 78). Hier müssen jedoch die Istwerte (anstelle der Sollwerte) in jedem Zyklus geschrieben werden.

## 5.2 Konfiguration mithilfe von ProMaster

---

Ein EtherCAT-Master benötigt Informationen über das EtherCAT-Netzwerk, welches er steuern soll. Dies sind z. B. Art und Reihenfolge der erwarteten Slaves, die applikations-spezifisch benötigten Soll- und Istwerte der einzelnen Slaves, das Prozessdaten-Update-Intervall und vieles mehr.

Diese sogenannte EtherCAT-Master-Konfiguration erstellen Sie komfortabel mit ProEtherCAT, einer Komponente des Baumüller-Engineering-Frameworks ProMaster.

Eine Konfiguration des Masters über die ENI-XML-Dateien des "EtherCAT Configuration Tool ET9000" wird nicht benötigt und ist nicht vorgesehen.

### 5.2.1 EtherCAT-Master

---

Starten Sie ProMaster und erzeugen Sie ein neues, leeres Projekt (Tastenkürzel: Strg-N) und speichern Sie es unter einem Namen Ihrer Wahl (Tastenkürzel: Strg-S).

Ausgangspunkt sei die (noch leere) Netzwerkansicht des Projektes.

Öffnen Sie nun den Katalog (über das gleichnamige Ribbon oder das Tastenkürzel: Strg-Umschalt-C).

Wählen Sie dort ein Gerät mit EtherCAT-Master-Funktionalität (siehe folgende [►Abbildung 14◄](#)), z. B. "bmaXX controller PLC EtherCAT-Master" und ziehen Sie es mit der Maus per Drag&Drop auf die noch leere Arbeitsfläche.



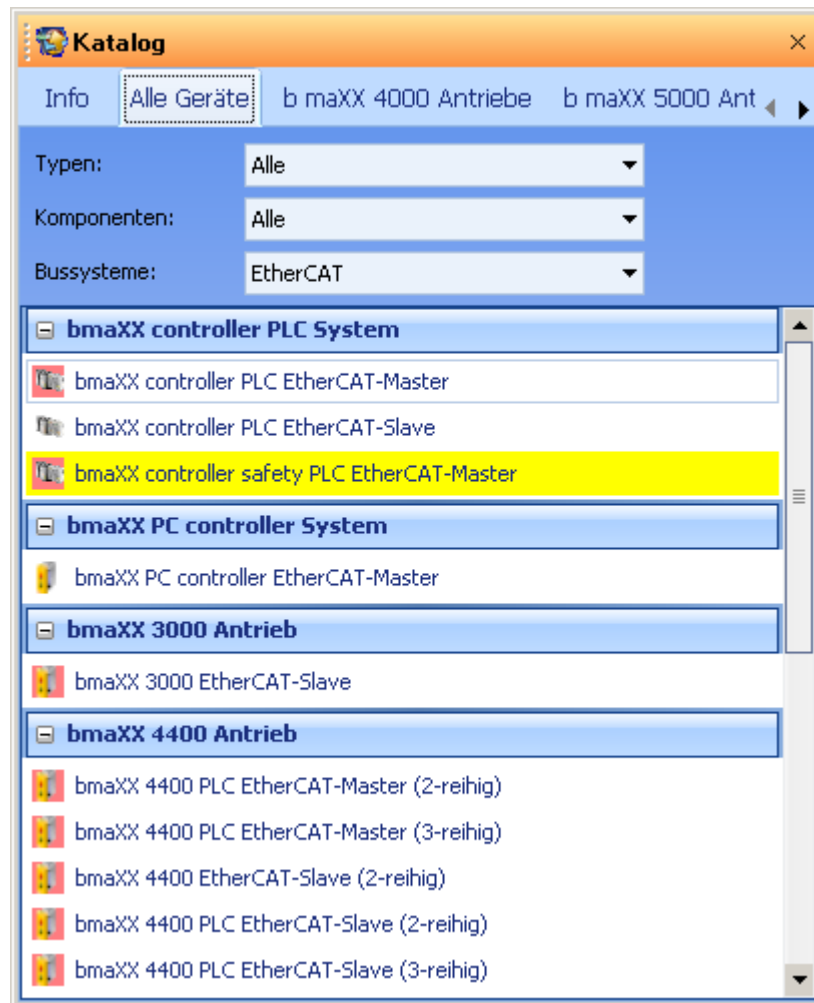


Abbildung 14: ProMaster - Katalog

Ihr Projekt besteht nun aus dem Master-Gerät und einem noch leeren EtherCAT-Bus, wie die folgende Abbildung zeigt.

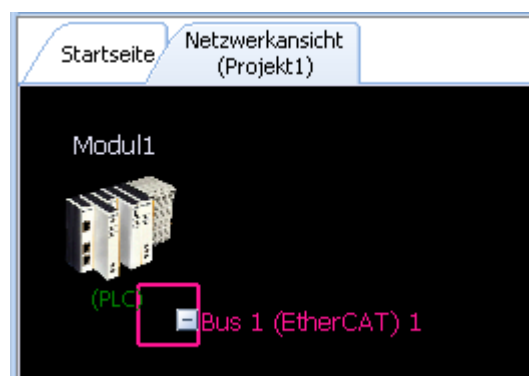


Abbildung 15: Netzwerkansicht

## 5.2 Konfiguration mithilfe von ProMaster

Markieren Sie nun das Gerät durch Anklicken mit der Maus. Ein weißer gestrichelter Rahmen erscheint.

Zugriff auf die Eigenschaften und vielfältigen Konfigurationsmöglichkeiten des Gerätes erhalten Sie über das Kontextmenü oder gleichermaßen über den "Workspace", wie die beiden folgenden Abbildungen illustrieren.

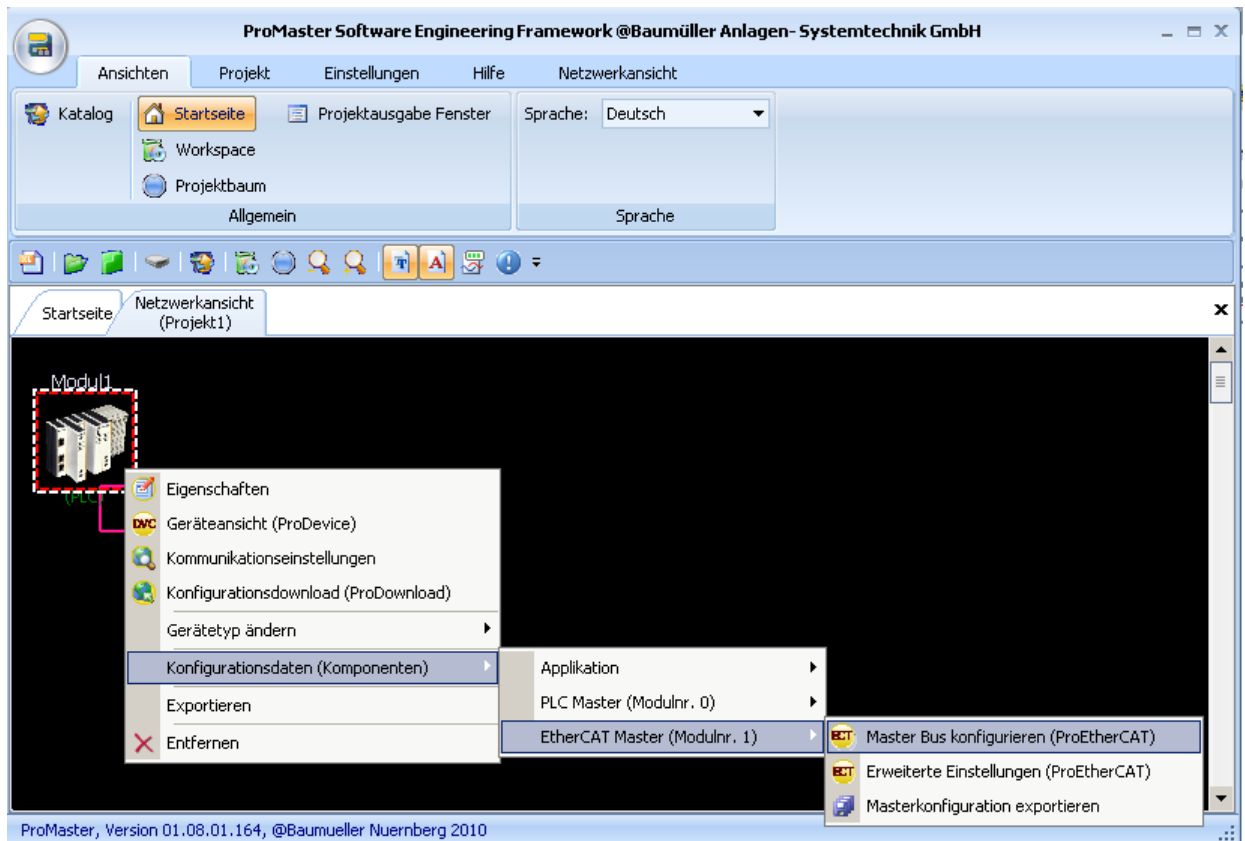


Abbildung 16: Konfiguration mit Kontextmenü

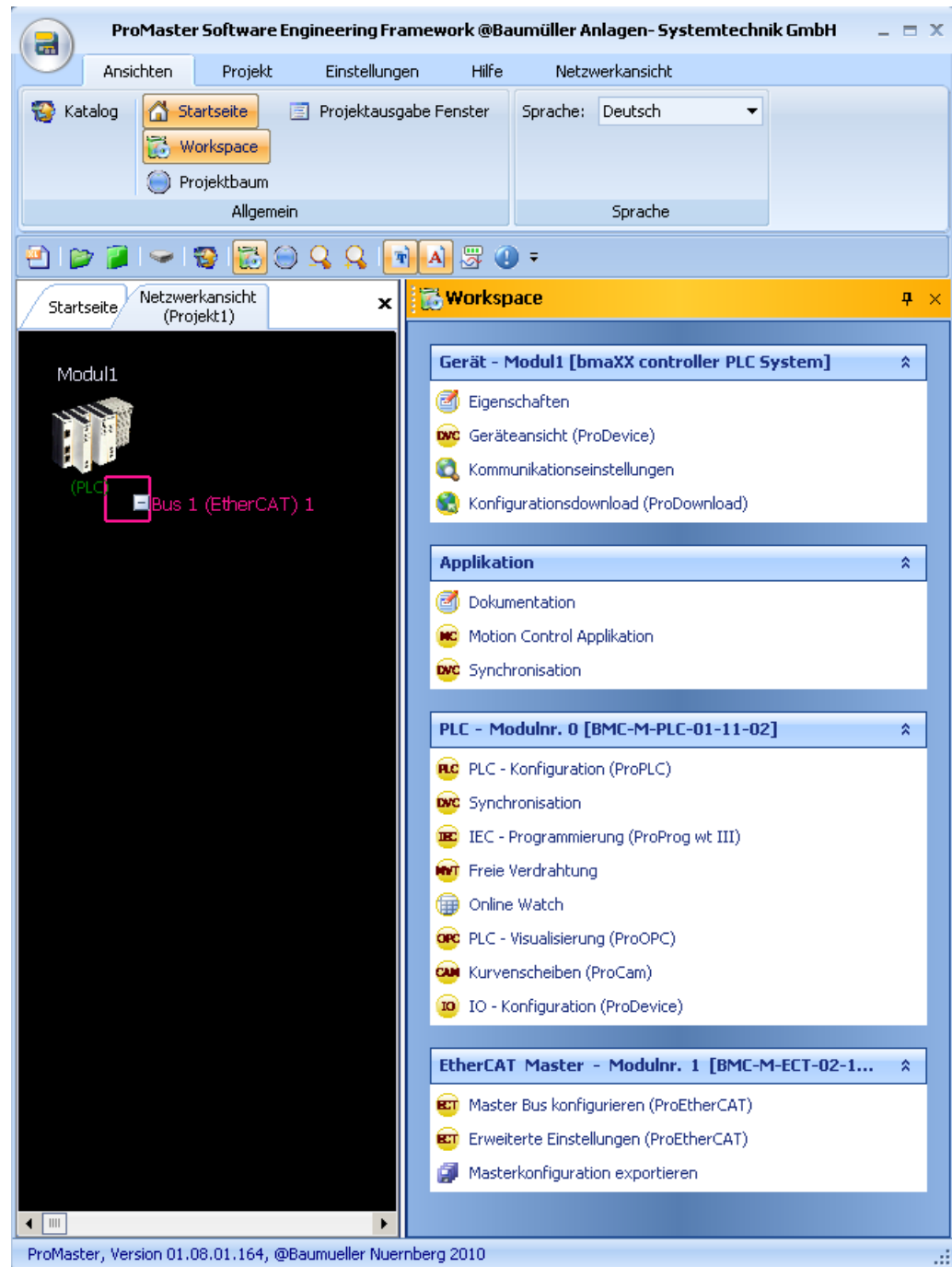


Abbildung 17: Konfiguration mit Workspace

Über den obersten Workspace-Eintrag "Eigenschaften" können Sie z. B. den Namen des Gerätes in "Master" ändern.

## 5.2.2 Slaves hinzufügen

An den noch leeren Feldbus können nun auf zwei Arten Slaves angefügt werden.

## 5.2 Konfiguration mithilfe von ProMaster

Wählen Sie entweder im Katalog ein Gerät mit dem Zusatz "EtherCAT-Slave" und ziehen Sie es per Drag&Drop auf das Bussymbol bis ein Farbwechsel am Bussymbol das erfolgreiche Andocken anzeigt. Oder wählen Sie im Kontextmenü des Bussymbols die Funktion "Satz von Geräten hinzufügen".

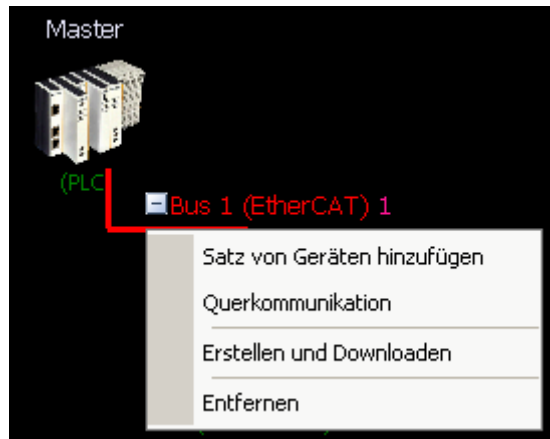


Abbildung 18: Anfügen von Slaves in der Netzwerksicht

Die im Katalog vorhandenen Slaves werden in einer für Motion Control nutzbaren Grundeinstellung eingefügt, die vom Anwender um z. B. zusätzlich benötigte Soll- und Istwerte oder andere spezifische Einstellungen erweitert werden kann.

Im Katalog nicht aufgeführte Slaves können mithilfe ihrer XML Gerätebeschreibung (ESI-File = von der ETG standardisierte EtherCAT XML Gerätebeschreibungen für Slaves) in das Netzwerk eingefügt werden. Wählen Sie hierzu im Katalog den Eintrag "EtherCAT-Slave (XML)" und fügen Sie dieses Gerät dem Bus hinzu.

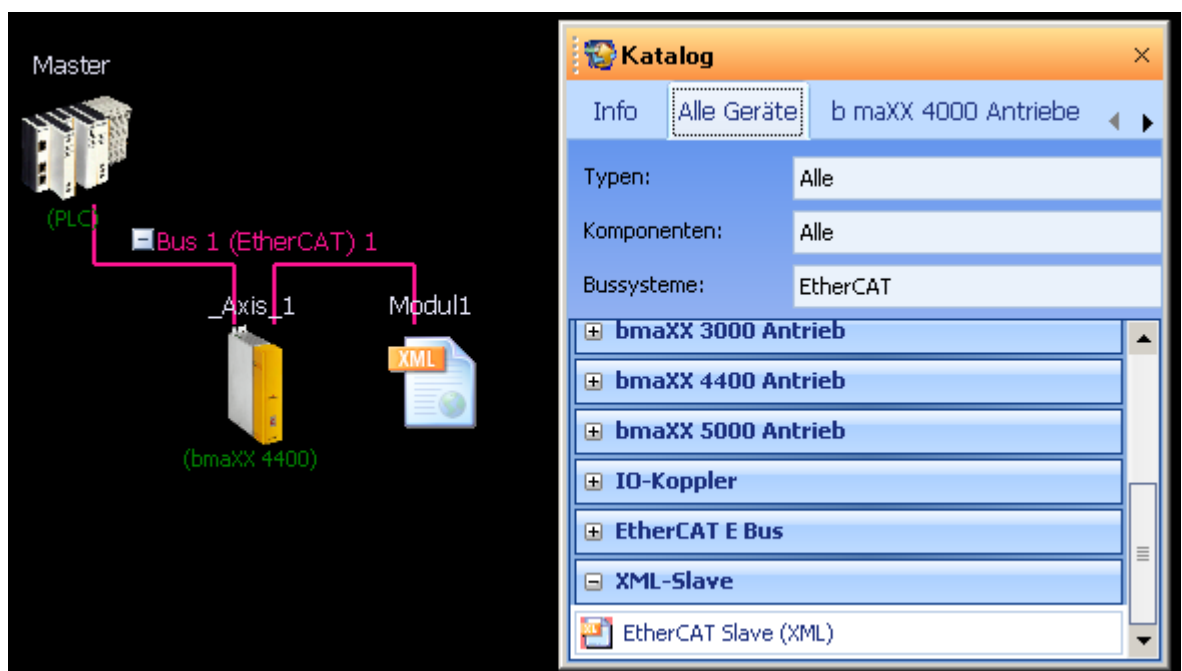


Abbildung 19: Katalog mit Vorauswahl Bussysteme zum Hinzufügen von „EtherCAT-Slave (XML)“

Markieren Sie das neu hinzugefügte "Modul1" und rufen Sie über den Workspace das Tool "ProEtherCAT" auf, um diesen EtherCAT-Slave zu konfigurieren.

Zuerst müssen Sie die EtherCAT XML Gerätebeschreibung (ESI-File) des Slaves angeben, welche Sie vom Hersteller des EtherCAT-Slaves erhalten. Die weiteren Einstellmöglichkeiten werden nun automatisch aus dem Inhalt des ESI-Files abgeleitet.

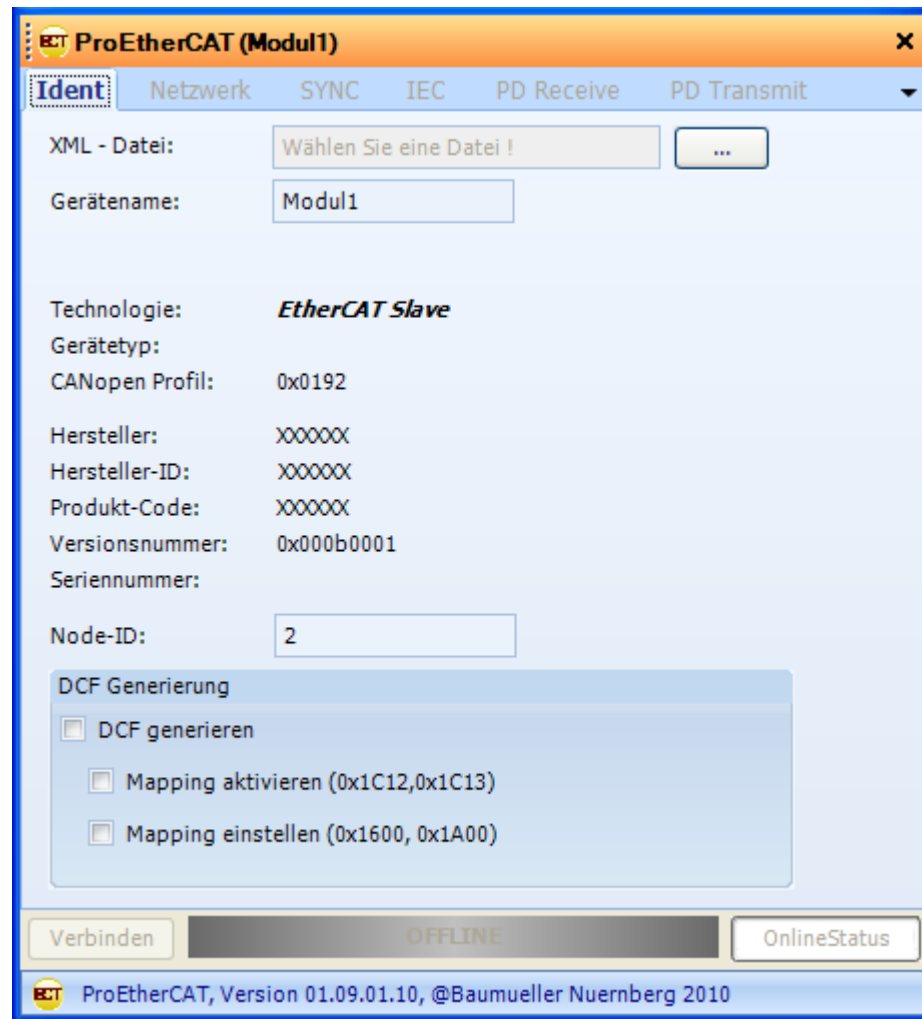


Abbildung 20: ProEtherCAT - EtherCAT-Slave (XML) konfigurieren

### 5.2.3 Konfiguration ausgewählter EtherCAT-Features

Nach dem Hinzufügen und gegebenenfalls zusätzlichen Konfigurieren der Slaves markieren Sie das Gerät "Master" und rufen Sie über den Workspace das Tool "ProEtherCAT" auf, um Einstellungen für die Master-Baugruppe oder für den gesamten EtherCAT-Bus zu konfigurieren und (falls Sie schon über die entsprechend verkabelte Hardware verfügen) den Bus probeweise in Betrieb nehmen zu können.

Dank der grafischen Benutzeroberfläche von ProEtherCAT erfolgt dies strukturiert und weitgehend selbsterklärend. Details hierzu entnehmen Sie bitte der Online-Hilfe von ProMaster.

Im Folgenden werden beispielhaft einige wichtige Features erläutert.

### Register "Synchronisation"

Die Prozessdatenkommunikation auf dem EtherCAT-Bus soll mit der b maXX PLC synchronisiert werden, denn deren Anwenderprogramm erzeugt (z. B. über Motion Control-Funktionen) die Sollwerte für die Slaves und wertet die von den Slaves über den Feldbus erhaltenen Istwerte aus.

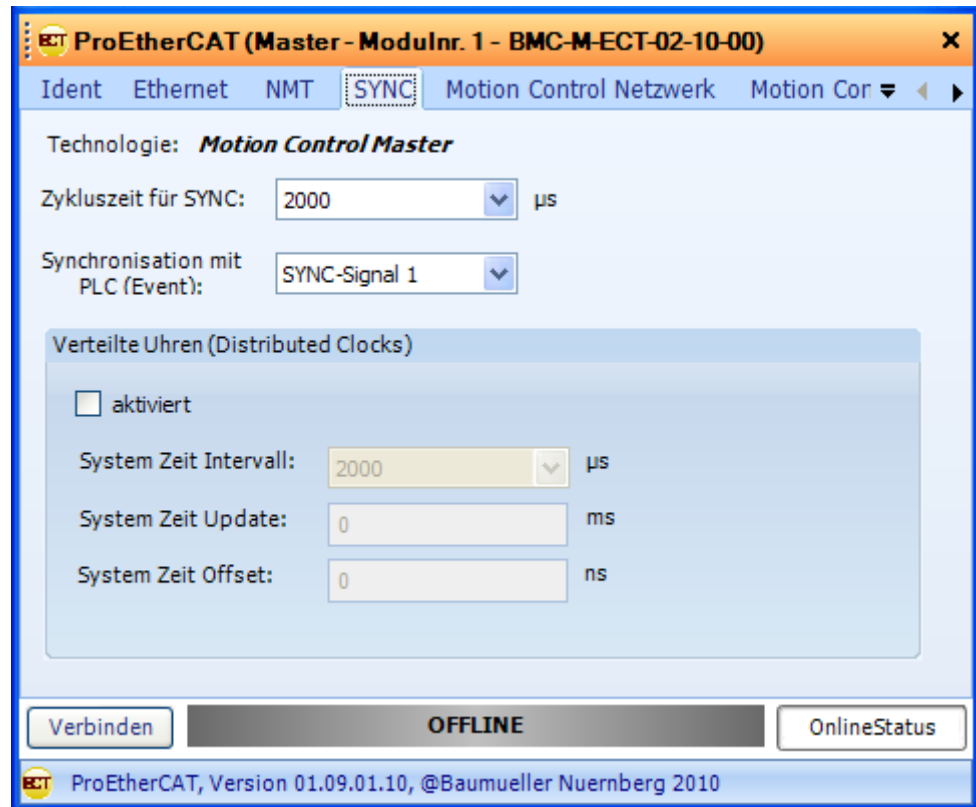


Abbildung 21: ProEtherCAT - Master konfigurieren

Sie geben hier also das gewünschte Prozessdaten-Intervall (oder auch Zykluszeit genannt) ein und ändern (falls erforderlich) das lokale Sync-Signal im Gerät "Master", welches der Synchronisierung der beiden eigenständigen Baugruppen "bmaXX PLC" und "EtherCAT-Master" dient.

Beim späteren Export der hier getroffenen Einstellungen in das ProProg-Projekt (IEC 61131-Anwenderprogramm) werden diese in die Konfiguration des Motion Control-Laufzeitsystems der b maXX PLC übernommen und automatisch die nötige Event-Task im IEC 61131-Anwenderprogramm angelegt. Selbstverständlich werden diese Einstellungen auch in die Konfiguration des EtherCAT-Masters übernommen.

Die Aktivierung der EtherCAT-Synchronisations-Methode "Distributed Clocks" hat Auswirkungen auf den gesamten Feldbus. Die EtherCAT-Slaves mit Motion Control-Funktionalität werden von ProMaster automatisch umgestellt. Bei anderen Slaves muss diese Einstellung individuell erfolgen (ProEtherCAT für Slave aufrufen).

Ebenfalls individuell für einzelne Slaves einstellbar ist z. B. ihre Nutzung als "Optionaler Slave", auf der Seite "Netzwerk": Die hier anzugebende Kennung entspricht in diesem Fall der Stellung der DIP-Schalter auf der Slave-Baugruppe BM4-O-ECT-01.

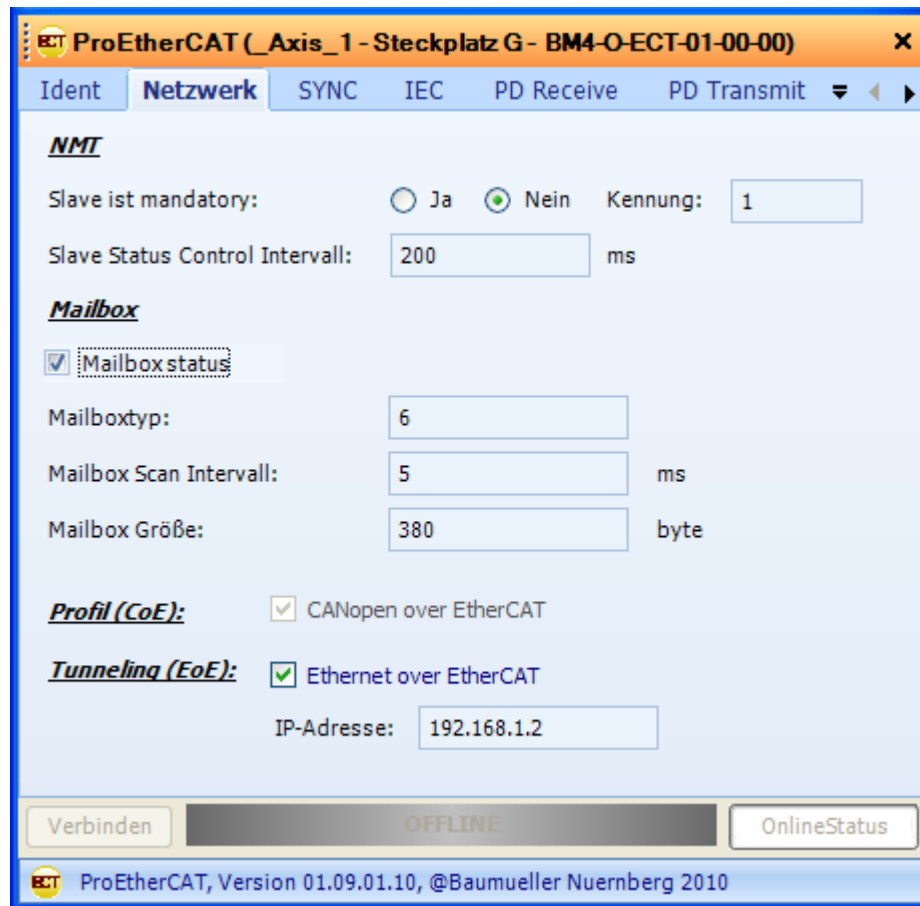


Abbildung 22: ProEtherCAT - Slave konfigurieren

**HINWEIS!**

Beachten Sie bitte, dass nach der probeweisen Inbetriebnahme des Feldbusses die eventuell geänderten Einstellungen sowohl in das ProProg-Projekt (IEC 61131-Anwenderprogramm), in die Konfiguration des Motion Control-Laufzeitsystems der PLC als auch in die Konfiguration des EtherCAT-Masters übernommen und auf die entsprechenden Baugruppen übertragen werden müssen.

#### 5.2.4 Vergabe der IP-Adressen an EoE-Slaves durch den EtherCAT-Master

Wie zuvor in [Ethernet-TCP/IP Netzwerke konfigurieren](#) ab Seite 18 erwähnt, kann ein EtherCAT-Master an seinen Slaves die für TCP/IP-Kommunikation nötigen Einstellungen bei jedem Busstart vornehmen, sofern dies vom Slave unterstützt wird. Die Baumüller-EtherCAT-Slaves für b maXX PLC und b maXX DriveController unterstützen dieses Feature.

Selbstverständlich muss auch die Nutzung dieses Features in ProMaster konfiguriert werden.

Wenn Sie es nutzen möchten, so müssen Sie auch festlegen an welche Slaves der EtherCAT-Master wann welche IP-Adresse vergeben soll.

## 5.2 Konfiguration mithilfe von ProMaster

Bisher haben Sie schon an verschiedenen Stellen IP-Adressen einstellen können (z. B. "Gerät-Kommunikationseinstellungen" oder Slave-"ProEtherCAT"-Register-"Netzwerk" oder Master-"ProEtherCAT"-Register-"MotionControl" ...). Dabei handelt es sich aber immer um Angaben für ProMaster, unter welcher IP-Adresse er dieses Gerät bzw. Baugruppe ansprechen kann. Die automatische Verteilung von IP-Adressen jedoch konfigurieren Sie an anderer Stelle:

Markieren Sie den Master und öffnen Sie im "Workspace" unter "EtherCAT-Master - Modulnr.1 ..." den Eintrag "Erweiterte Einstellungen (ProEtherCAT)".

Daraufhin startet ProEtherCAT mit dem Register "Netzwerk".

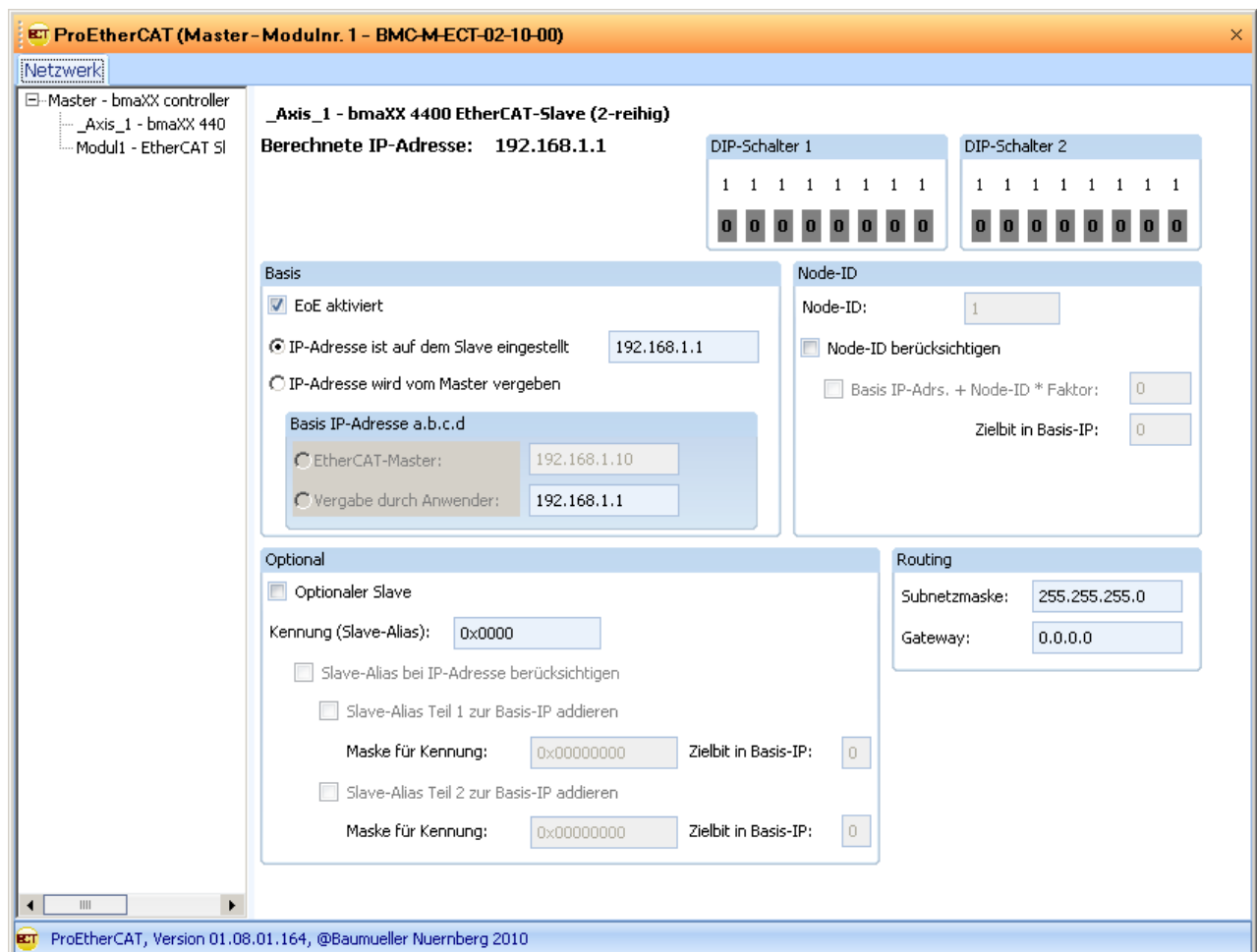


Abbildung 23: ProEtherCAT - Erweiterte Einstellungen Netzwerk

Auf der linken Seite findet sich eine Baumansicht des EtherCAT-Stranges.

Hier ist der erste Slave markiert und rechts vom Baum werden seine Einstellungen angezeigt.

Die Voreinstellung (Default) lautet "IP-Adresse ist auf dem Slave eingestellt" und im Falle eines "bmaXX 4400 EtherCAT-Slave" ergibt sie sich aus der DIP-Schalterstellung + Basisadresse (192.168.1.1). Diese Angaben wurden aus Slave1-Gerät-"Kommunikationseinstellungen" bzw. Slave1-"ProEtherCAT"-Register-"Netzwerk" übernommen. Für den EtherCAT-Master heißt dies, dass er von und zu diesem Slave zwar TCP/IP-Telegramme



über die EoE-Mailbox-Dienste weiterleitet, aber die Kommunikationseinstellungen des Slave nicht ändern soll.

Übrigens: Wenn Sie nun im Rahmen "Basis" die IP-Adresse in den letzten beiden Oktets ändern und das Eingabefeld verlassen, so wird auch die Anzeige der DIP-Schalter 1 und 2 geändert. Desweiteren ändert sich der Wert im Feld "Kennung (Slave-Alias)" (siehe unten, im Rahmen "Optionaler Slave") - ein Hinweis darauf dass die Schalterstellung auch zur Erkennung des Slaves verwendet wird. Selbstverständlich wird die hier geänderte IP-Adresse auch nach Slave1-Gerät-"Kommunikationseinstellungen" übernommen.

Um nun den EtherCAT-Master zu veranlassen, diesem Slave bei jedem Busstart eine IP-Adresse zuzuweisen, wählen Sie im Rahmen "Basis" die Option "IP-Adresse wird vom Master vergeben".

Daraus ergeben sich nun weitere Optionen:

### **1. Sie geben direkt die gewünschte IP-Adresse an.**

Markieren Sie hierzu "Vergabe durch den Anwender" und im benachbarten Eingabefeld geben Sie die gewünschte Adresse ein.

Beachten Sie bitte, dass keine IP-Adressen mehrfach auftreten dürfen, auch nicht zusammen mit Geräten und Baugruppen mit lokal eingestellter IP-Adresse.

### **2. Auf Basis der eigenen IP-Adresse berechnet der Master die IP-Adresse des Slaves.**

Dieses Verfahren ist sinnvoll, wenn Sie z. B. für Maschinenmodule ein und dieselbe EtherCAT-Masterkonfiguration auf mehreren Mastergeräten einsetzen wollen. Die einzelnen Instanzen der Maschinenmodule erhalten dann automatisch für alle enthaltenen Geräte eindeutige IP-Adressen, wenn Sie lediglich am Master jedes Maschinenmoduls eine geschickt vergebene IP-Adresse einstellen.

Sie gehen hierzu wie folgt vor:

Markieren Sie im Rahmen "Basis IP-Adresse a.b.c.d" die Option "EtherCAT-Master". Im benachbarten Eingabefeld wird die für die aktuelle Instanz des Masters eingestellte IP-Adresse angezeigt. Da kein Slave diese Adresse erhalten darf, dient die Adresse des Masters lediglich als Basisadresse und Sie müssen nun anweisen, wie die Basisadresse speziell für diesen Slave erweitert werden soll. Hierzu müssen Sie im Rahmen "NodeID" die Option "NodeID berücksichtigen" und / oder im Rahmen "Optionaler Slave" die Option "Slave-Alias bei IP-Adresse berücksichtigen" aktivieren und festlegen, an welcher Stelle dieser Wert in die IP-Adresse eingefügt werden soll.

Die daraus resultierende IP-Adresse des Slaves und zugehörige notwendige Dip-Schalterstellung werden oben angezeigt.

Im Rahmen "Basis IP-Adresse a.b.c.d", im Eingabefeld neben der Option "EtherCAT-Master" können Sie nun auch die IP-Adresse anderer Instanzen des Masters einstellen und so die Auswirkung der Adressberechnung für weitere Instanzen Ihres Maschinenmoduls testen.

### 5.3 Inbetriebnahme mithilfe von ProMaster

Markieren Sie in der Netzwerksicht das Gerät mit dem EtherCAT-Master und öffnen Sie über Kontextmenü oder Workspace das Tool "ProEtherCAT" für diese EtherCAT-Master-Baugruppe.

Neben den im vorigen Abschnitt erwähnten Seiten zu Einstellungen für den gesamten EtherCAT-Bus finden Sie hier die Seiten "Download", "Bussteuerung" und bei aktiver Online-Verbindung auch die Seite "Slave-Zustände".

Mit der Taste F9 aktualisieren Sie das komplette ProMaster-Projekt. Eventuelle Unstimmigkeiten werden im "Projektausgabe-Fenster" angezeigt.

Wechseln Sie nun auf die Seite Download, stellen Sie die Online-Verbindung zum Gerät "Master" her und starten Sie den Download der ECM-Konfiguration auf den EtherCAT-Master.

Nach erfolgreichem Download können Sie zur Seite "Bussteuerung" wechseln und den Busaufbau schrittweise von RESET über INIT, PREOPERATIONAL und SAFEOPERATIONAL nach OPERATIONAL aufstarten. Grafische Status- und Fehlermeldungen geben Aufschluss über den Zustand, mögliche Fehler und deren Details und Ursachen.

Die Betriebszustände des EtherCAT-Masters lehnen sich an die von der ETG definierten Betriebszustände eines EtherCAT-Slaves an und erweitern diese.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Betriebszustände des EtherCAT-Masters:

Buszustand	Beschreibung
POWER_ON	Einschaltzustand, keinerlei Aktivität des Masters auf dem Bus
RESET	nach Initialisierungskommando für Master (Neuladen der Konfiguration) noch keinerlei Aktivität des Masters auf dem Bus, Slavezustände unbekannt
FATAL_ERROR	Fehlerzustand, keine Aktivität des Masters mehr auf dem Bus, Slavezustände unbekannt
INIT	alle Slaves befinden sich in ihrem Grundzustand (INIT) Der Master hat den Bus gescannt, aber noch keine Zuordnung der vorgefundenen zu den konfigurierten Slaves vorgenommen.

PREOPERATIONAL	Der Master hat die vorgefundenen zu den konfigurierten Slaves zugeordnet, Node-IDs vergeben und erste Einstellungen vorgenommen Alle Slaves befinden sich in PREOPERATIONAL Die Mailboxen sind initialisiert. EoE-Tunneling ist möglich. kein Prozessdatenaustausch Distributed Clocks sind noch nicht aktiviert.
SAFEOPERATIONAL	Der Prozessdatenaustausch ist initialisiert Die Slaves liefern gültige Istwerte. Sollwerte werden von den Slaves noch nicht übernommen.
OPERATIONAL	Betriebszustand Prozessdatenaustausch und Bedarfsdatendienste verfügbar.

Die Zustände POWER\_ON, RESET und FATAL\_ERROR sind baumüllerspezifisch, sie gelten nur für den Master. Der Grundzustand eines EtherCAT-Slave ist INIT.

Für einen Zustandswechsel des Masters von z. B. PREOPERATIONAL nach SAFEOPERATIONAL ist es erforderlich, dass alle Slaves den neuen Zustand eingenommen haben.

Verlässt ein Slave selbsttätig diesen Zustand (z. B. Zurückfallen nach PREOPERATIONAL aufgrund Ausfall der IO-Steuer Spannung am Slave) oder fällt er komplett aus, so verbleibt der Master im Zustand SAFEOPERATIONAL. Der Wechsel bzw. Ausfall des Slaves wird jedoch angezeigt, gegebenenfalls auch die Emergency-Meldung des Slaves, welche die Ursache des Zurückschaltens angibt.

Einzelheiten zu den einzelnen Slaves, insbesondere das Vorhandensein bzw. Fehlen optionaler Slaves werden auf der Seite "Slave-Zustände" gezeigt.

## 5.4 Export in das ProProg wt III-Anwenderprogramm und Download zum Gerät

Die mittels "ProEtherCAT" vorgenommenen Einstellungen haben Auswirkungen auf das IEC 61131-Anwenderprogramm der Master-PLC und die Konfiguration des Motion Control-Laufzeitsystems.

### 5.4.1 Verknüpfung von ProMaster-Projekt und IEC 61131-Projekt

Markieren Sie den Master und öffnen Sie im "Workspace" unter "PLC - Modulnr. 0 .." den Eintrag "PLC Konfiguration (ProPLC)".

Wechseln Sie nun auf das Register "IEC".

Hier können Sie nun

- eine Verknüpfung zu einem bereits bestehendem IEC 61131-Anwenderprogramm (genauer: zu einer PLC-Ressource im IEC-Projekt) vornehmen (= Schaltfläche "Neu Verknüpfen")

oder

- ein neues IEC 61131-Anwenderprogramm basierend auf einer Standard-Vorlage erzeugen lassen (= Schaltfläche "Template generieren")

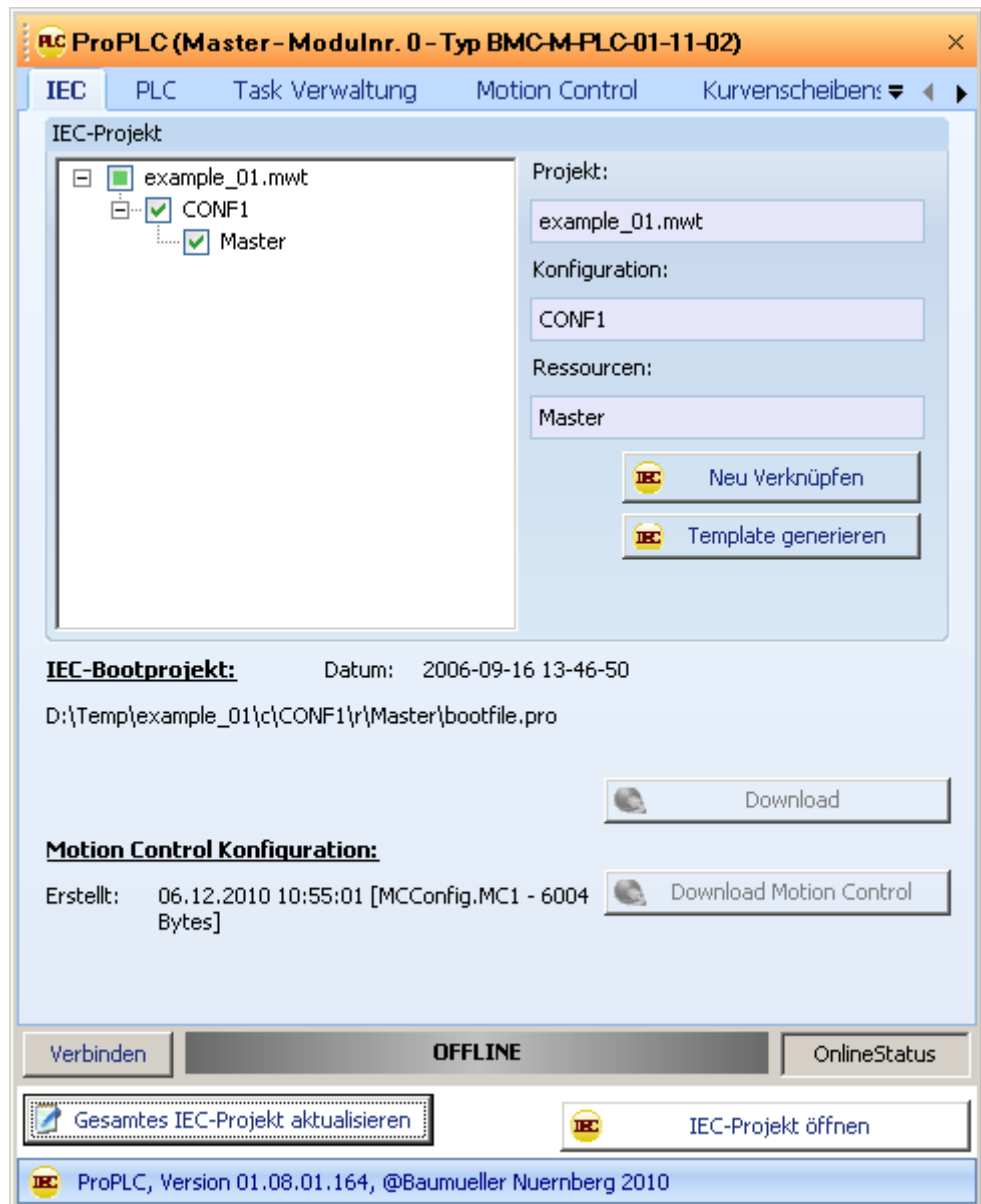


Abbildung 24: ProPLC - Register IEC konfigurieren

Abschließend (und später nach Änderungen in der EtherCAT-Konfiguration) betätigen Sie die Schaltfläche "Gesamtes IEC-Projekt aktualisieren" (links unten).

ProMaster wird das angegebene ProProg-Projekt öffnen und feldbuspezifische Daten wie z. B. die IEC-Variablen der Prozessdaten eintragen bzw. aktualisieren.

Abschließend wird das ProProg-Projekt neu übersetzt und damit ein neues Bootprojekt für die PLC erzeugt.

Desweiteren wird eine neue Motion Control Konfiguration (MCCConfig.MC1) erzeugt, die zusammen mit dem Bootprojekt (bootfile.pro) und gegebenenfalls erforderlichen Kurvenscheiben-Dateien auf die b maXX PLC übertragen werden muss (siehe folgender Abschnitt).

**HINWEIS!**

Wenn Ihre EtherCAT-Konfiguration auch Geräte des Typ "EtherCAT-Slave for bmaXX PLC" enthält, sollten Sie zeitgleich auch das IEC 61131-Anwenderprogramm der Slave-PLC(s) aktualisieren (vergleiche Kapitel [►Übernahme der Konfiguration in das IEC-Projekt](#) auf Seite 75 und [►Verknüpfung von ProMaster-Projekt und IEC 61131-Projekt\(en\)](#) ab Seite 64).

#### 5.4.2 Aktualisieren der Übernahme einer geänderten Konfiguration in das IEC-Projekt und Download zu PLC und EtherCAT-Master

Markieren Sie den Master und öffnen Sie im "Workspace" unter "PLC - Modulnr.0 .." den Eintrag "PLC Konfiguration (ProPLC)".

Wechseln Sie nun auf das Register "IEC", kontrollieren Sie die Verknüpfung zur entsprechenden Ressource im IEC-Projekt und betätigen Sie die Schaltfläche "Gesamtes IEC-Projekt aktualisieren" (links unten).

**Schaltflächen "Download" und „Download Motion Control:**

Die aktualisierte Motion Control Konfiguration (MCConfig.MC1), das neue übersetzte Bootprojekt (bootfile.pro) und gegebenenfalls geänderte Kurvenscheiben-Dateien müssen nun auf die b maXX PLC übertragen werden.

Hierzu ist eine bestehende Online-Verbindung zur b maXX PLC erforderlich.

Diese Konfigurationsbestandteile müssen kongruent sein zur im EtherCAT-Master abgelegten Buskonfiguration:

Markieren Sie den Master und öffnen Sie im "Workspace" unter "EtherCAT-Master Modulnr. 1 .." den Eintrag "Master Konfigurieren (ProEtherCAT)".

Wechseln Sie nun hier auf das Register "Download".

Sie benötigen eine aktive Online-Verbindung zum EtherCAT-Master, um den Download vornehmen zu können.

Schneller und sicherer ist die Zusammenfassung mittels "ProDownload".

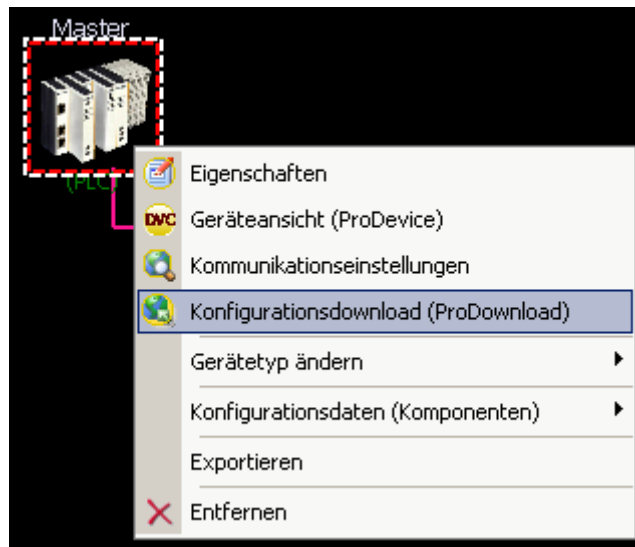


Abbildung 25: Aufruf von ProDownload im Workspace

### 5.5 Bussteuerung und Prozessdaten-Zugriff im IEC 61131-Anwenderprogramm

Das Aufstarten des EtherCAT-Busses erfolgt (nach Export der Feldbus- und Motion Control-Konfiguration von ProMaster zum IEC-Anwenderprogramm der b maXX PLC) automatisch durch das Motion Control-Laufzeitsystem der b maXX PLC.

Auf Motion Control-Achsen (hier also EtherCAT drive Slaves) greift das Anwenderprogramm über die AxisRef-Variable der Achse mithilfe der verschiedenen Motion Control-Funktionsbausteine zu.

Der direkte Zugriff auf automatisch angelegte Soll- und Istwerte mit dem "Motion"-Vermerk sollte vermieden werden. Schreibzugriffe sind nicht möglich.

Für vom Nutzer zusätzlich eingefügte (gemappte) Soll- und Istwerte legt ProMaster entsprechende IEC-Programmvariablen (Globale Variablen, Gruppe EtherCAT) an. Das gleiche gilt für EtherCAT-Slaves ohne Motion Control-Funktionalität.

Sollwerte, also Ausgangsdaten des Masters an die Slaves müssen im Anwenderprogramm der PLC generiert werden.

Der Zugriff auf diese nutzer-definierte Soll- und Istwerte sollte zwecks Konsistenz nur in der Motion Control-Event-Task erfolgen.

Desweiteren sollen aufgrund der synchronen Bufferumschaltung der Prozessdatenbereiche alle Sollwerte in jedem Aufruf der Event-Task geschrieben werden (siehe [►Eventsynchrone Bufferumschaltung Master◄](#) auf Seite 39).

Sollwerte mit dem "Motion"-Vermerk werden vom MC-Laufzeitsystem geschrieben.

Für Bedarfsdatenübertragung (CoE-SDO-Transfer) stehen die Funktionsbausteine MC\_ReadParameter und MC\_WriteParameter zur Verfügung.

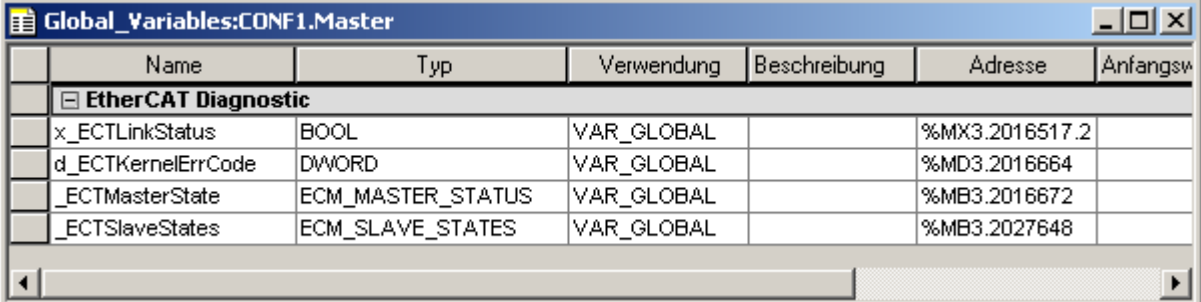
Es besteht keine Notwendigkeit zum Programmieren von Feldbus-Start-Routinen im IEC 61131-Anwenderprogramm, da dies vom Motion Control-Laufzeitsystem übernommen wird. Gleichwohl existiert für spezielle Anwendungen eine Bibliothek ECM\_CSxxx\_30bd0x mit Funktionsbausteinen zur Bussteuerung und Diagnose. Einzelheiten entnehmen Sie bitte der Online-Hilfe dieser Bibliothek.

## 5.6 Busdiagnose im IEC 61131-Anwenderprogramm

Es sind verfügbar (siehe [B.2 Busdiagnose](#) ab Seite 102): eine Struktur vom Typ ECM\_MASTER\_STATUS für den Buszustand im ganzen und eine Tabelle (Array of Struct) vom Typ ECM\_SLAVE\_STATES zur Diagnose einzelner Slaves. Dort ist auch das Vorhandensein bzw. Fehlen optionaler Slaves ersichtlich.

Für Motion Control-Achsen (hier also EtherCAT drive Slaves) empfiehlt sich der Einsatz der umfassenderen Motion Control-Diagnose-FBs.

Diese Datentypen werden wie folgt eingesetzt, hier am Beispiel eines EtherCAT-Masters in Steckplatz G / Modul-Nr.=1:



Name	Typ	Verwendung	Beschreibung	Adresse	Anfangsw
<b>EtherCAT Diagnostic</b>					
x_ECTLinkStatus	BOOL	VAR_GLOBAL		%MX3.2016517.2	
d_ECTKernelErrCode	DWORD	VAR_GLOBAL		%MD3.2016664	
_ECTMasterState	ECM_MASTER_STATUS	VAR_GLOBAL		%MB3.2016672	
_ECTSlaveStates	ECM_SLAVE_STATES	VAR_GLOBAL		%MB3.2027648	

Abbildung 26: EtherCAT-Master - Globale Variablen

Die ProMaster-Voreinstellung des EtherCAT-Busses für den Fall des Ausfalls eines Slaves lautet, dass der restliche Bus in OPERATIONAL verbleiben soll. Der Ausfall wird im oben genannten Array "SlaveDiagnose" angezeigt. Die Istwerte des Slaves sind nicht mehr verfügbar - die entsprechenden IEC-Variablen werden daher auf 0 gesetzt.

Weiterführende Diagnose (Ursachen für Fehlverhalten oder Ausfall eines Slaves, etc.) gehört nicht in's IEC-Anwenderprogramm. Nutzen Sie hierfür die ProMaster-Komponente "ProEtherCAT", siehe Abschnitt [Inbetriebnahme mithilfe von ProMaster](#) ab Seite 50.





# ETHERCAT-SLAVE FÜR B MAXX PLC

## 6.1 Überblick

---

Der Feldbus EtherCAT überträgt ein sogenanntes **Prozessabbild**, d. h. der EtherCAT-Master sendet **Sollwerte** an den EtherCAT-Slave und liest **Istwerte** vom EtherCAT-Slave.

Da es sich bei der Baugruppe "Optionsmodul BM4-O-ECT-01-01-11" um einen EtherCAT-Slave für b maXX drive PLC handelt, stehen diese Soll- und Istwerte auf dem DPRAM des Optionsmoduls dem IEC 61131-Anwenderprogramm der b maXX drive PLC zur Verfügung:

Sollwerte ab Adresse MB3.x106496 (Basisadresse Modul + 16#0001A000)

Istwerte ab Adresse MB3.x107520 (Basisadresse Modul + 16#0001A400)

Diese Adressen sind vom Steckplatz des Optionsmodul abhängig: (x = 2,...,7 für Steckplatz G,..., M).

(Diese Angaben gelten analog auch für das „Erweiterungsmodul BMC-M-ECT-01“. Steckplatz G entspricht hier der Modulnummer 1, Steckplatz H der Nummer 2,...).

Auf diesem Adressbereich legt der in **ProMaster** integrierte EtherCAT-Konfigurator entsprechend den dort projektierten Soll- und Istwerten die zugeordneten Netzwerk-Variablen des IEC-Programmes an. Siehe Kapitel [►Konfiguration mittels "ProEtherCAT" - slaveseitige Einstellungen◄](#) auf Seite 67.

Desweiteren liefert das Optionsmodul ein Hardwaresignal (z. B. BACL\_SYNC1) zur **Synchronisierung** des Anwenderprogrammes der b maXX PLC auf die Datenübertragung des Feldbusses.

Das Anwenderprogramm sollte eine Bypass-Event-Task, verbunden mit diesem Event-Signal, enthalten, in welcher das Anwenderprogramm die Sollwerte übernehmen und die Istwerte schreiben soll. Dies stellt die Zyklus-Konsistenz der Programmvariablen im gesamten Sollwert- bzw. Istwertbereich sicher.

Sie können das Optionsmodul EtherCAT-Slave für b maXX PLC auch ohne Event-Signal und Bypass-Event-Task betreiben. In diesem Fall besteht keine Synchronität zwischen den Zugriffen des Feldbusses und des Anwenderprogrammes auf die Prozessdaten. Nur

das Lesen und Schreiben von Programm-Variablen elementaren Typs ist konsistent (Doppelwort-Konsistenz).

Das Optionsmodul EtherCAT-Slave für b maXX PLC unterstützt das Profil CoE (CANopen over EtherCAT). Wie bei CANopen üblich, existiert damit ein Objektverzeichnis, welches Parameter, Applikationsdaten und PDO-Mapping (Zuordnung zwischen Prozessdaten-Interface und Applikationsdaten) enthält. Mittels CoE-Objekten kann der EtherCAT-Master das Optionsmodul parametrieren. Beispielsweise ist das o. g. Hardwaresignal über das Objekt 0x5E00 Subindex 1 einstellbar.

Das Objektverzeichnis ist online auslesbar und im [▶Anhang B - Tabellen◀](#) ab Seite 95 beschrieben.

Das PDO-Mapping (Zuordnung zwischen Prozessdaten-Interface und Applikationsdaten) nach CoE wird vom Optionsmodul EtherCAT-Slave für b maXX PLC nicht verwendet (festes Defaultmapping).

CoE ermöglicht die Übertragung von **Bedarfsdaten** mittels SDO-Transfer, siehe Kapitel [▶Bedarfsdaten◀](#) ab Seite 81.

Das Optionsmodul EtherCAT-Slave für b maXX PLC unterstützt das Profil EoE (Ethernet over EtherCAT). Da das Modul über keinen lokalen Ethernet-Anschluss verfügt, bietet es keinen EoE-Tunnel-Ausgang. Der auf diesem Modul implementierte EoE-Tunnel bildet einen TCP/IP-Zugang zur Kommunikationsschnittstelle der lokalen PLC (ProProg-Online-Protokoll auf IP-Port 20547) für PROPROG wt, OPC-Server, ProMaster etc. und TCP-Querkommunikation für b maXX PLCs mit den Funktionsbausteinen der Bibliothek TCP\_PLC01\_30bdXX.zwt.

Die im Profil EoE definierten Mechanismen zur Zuteilung von MAC-Adresse werden nicht unterstützt. Eine entsprechende Anforderung des Masters wird regulär abgewiesen. Die Zuteilung von IP-Adresse und Default-Gateway wird unterstützt.

Die **Initialisierung** des Optionsmodules EtherCAT-Slave für b maXX PLC und das **Aufstarten** des Feldbusses erfolgen ausschließlich durch den EtherCAT-Master. Es ist kein Initialisierungs-FB im Anwenderprogramm der PLC des EtherCAT-Slaves notwendig. Auskunft über den Betriebszustand des Moduls gibt ein Diagnose-FB im Anwenderprogramm der PLC des EtherCAT-Slaves, beschrieben in Kapitel [▶Diagnose FBs◀](#) ab Seite 77 und die LED-Anzeigen an der Frontseite des Optionsmoduls, beschrieben in Kapitel [▶Diagnose LEDs◀](#) ab Seite 77.

Alle **Einstellungen** des EtherCAT-Slaves werden durch den EtherCAT-Master beim Aufstarten des Feldbusses EtherCAT vorgenommen.

Wenn Sie das Optionsmodul EtherCAT-Slave für b maXX PLC an einem EtherCAT-Master für b maXX PLC betreiben, so wird der in ProMaster integrierte EtherCAT-Konfigurator alle notwendigen Einstellungen für Sie vornehmen, eine Konfiguration erzeugen und auf dem EtherCAT-Master abspeichern.

Die Vorgehensweise hierzu wird in Kapitel [▶Konfiguration eines EtherCAT-Slave für b maXX PLC mittels ProMaster◀](#) ab Seite 60 beschrieben.

Wenn Sie das Optionsmodul EtherCAT-Slave für b maXX PLC an einem fremden EtherCAT-Master betreiben, so benötigen Sie die Gerätebeschreibungsdatei "Baumueller EtherCAT Slave for PLC.xml" im Standard-XML-Format der ETG, welche mit dem Optionsmodul ausgeliefert wird. Diese importieren Sie im Konfigurationstool Ihres EtherCAT-

Masters, worauf hin er über alle nötigen Informationen zur Einbindung des EtherCAT-Slave für b maXX PLC in den EtherCAT-Feldbus verfügt.

Der Vollständigkeit halber werden im Folgenden die durch den EtherCAT-Master vorzunehmenden spezifischen Einstellungen für den EtherCAT-Slave für b maXX PLC kurz beschrieben.

## 6.2 Einstellungen des EtherCAT-Masters auf dem EtherCAT-Slave für b maXX PLC

Die Einstellungen des EtherCAT-Masters auf dem EtherCAT-Slave sind Standard EtherCAT, werden in der Regel vom Konfigurator automatisch generiert und daher hier nur kurz genannt.

Wenn Sie ProMaster benutzen, können Sie diesen Abschnitt überlesen.

Detaillierte Kenntnis der EtherCAT-Internia wird in folgenden Abschnitt vorausgesetzt.

Die Send-Mailbox wird in SyncManager SM0 eingestellt.

Der einzustellende Wert ist `Value="001C7C01260001000000"`

und setzt sich zusammen aus

" <u>001C</u> 7C01260001000000"	phys. Adresse ASIC-Register = 1C00 (nicht ändern!)
"001C <u>7C01</u> 260001000000"	Größe = 0x017C = 380 Byte
"001C7C01 <u>26</u> 0001000000"	Controlflags (nicht ändern!)
"001C7C012600 <u>01</u> 000000"	Freigabebit

Die Recv-Mailbox wird in SyncManager SM1 eingestellt.

Der einzustellende Wert ist `Value="001E7C01220001000000"`

Wenn die Mailbox ausschließlich für CoE (d. h. kein EoE, Ethernet-Tunneling) genutzt werden soll, so kann die Größe beider Mailboxen auf je 64 Byte verringert werden.

Die Größe der beiden Prozessdaten-Bereiche wird in den FMMUs und SM2 (Outputs, Sollwerte) + SM3 (Inputs, Istwerte) eingestellt:

SyncManager SM2 definiert die Sollwerte (Outputs)

eingestellt wird z. B. `Value="00106400240001000000"`

hier mit einer Größe von `0x0064 = 100 Byte`, welche an die Applikation angepasst werden soll.

Die physikalische Adresse `0x1000` und die Controlflags `0x24` dürfen nicht geändert werden!

SyncManager SM3 definiert die Istwerte (Inputs)

eingestellt wird z. B. `Value="00162c01200001000000"`

hier mit einer Größe von `0x012C = 300 Byte`, welche an die Applikation angepasst werden soll.

Die physikalische Adresse `0x1600` und die Controlflags `0x20` dürfen nicht geändert werden!

Die Zuordnung logischer EtherCAT-Adressen aus den Prozessdatentelegrammen (LRD, LWR, LRW) zu den physikalischen Adressen des EtherCAT-ASICs des Slaves erfolgt in sogenannten FMMUs, wobei je eine für Sollwerte und eine für Istwerte verwendet wird:

Die logischen Adressen kann der EtherCAT-Master frei vergeben. Die Bereichs-Größen und die physikalischen Adressen müssen mit denen in SM2 und SM3 übereinstimmen.

Die weitere Abbildung zur PLC (physikalische Adressen zu DPRAM-Adressen) erfolgt 1:1 auf die eingangs genannten Adressbereiche für Soll- und Istwerte.

Ein Prozessdaten-Mapping nach CoE wird nicht verwendet (festes Defaultmapping). Die nach CoE-Spezifikation dafür vorgesehenen Objekte CoE-Mapping-Objekt 0x1A00 (TxPDO-Mapping, Inputs) und CoE-Mapping-Objekt 0x1600 (RxPDO-Mapping, Outputs) sind vorhanden. Sie verweisen auf Platzhalter (Objekte 0x6000 und 0x7000) und sind definitionsgemäß auch pro forma schreibbar. Vermeiden Sie jedoch Schreibzugriffe auf diese Mapping-Objekte; sie sind zum einen wirkungslos, zum anderen wird jedes andere Mapping als das voreingestellte Platzhaltermapping abgewiesen.

Die Einstellungen der "Distributed Clocks" erfolgen über die entsprechenden Standard-Register des EtherCAT-ASICs ESC-20.

Für das Modul EtherCAT-Slave für b maXX PLC spezifische Einstellungen finden sich in den CoE-Objekten 0x5E00 und 0x5E10.

Das Objekt 0x5E00 Subindex 1 bestimmt das Hardwaresignal, welches nach Empfang eines Sollwert-Telegrammes bzw. nach Auftreten des SyncEvents der "Distributed Clocks" generiert wird. Einstellbar sind:

- 0 = kein Signal erzeugen,
- 1 = BACI\_SYNC1,
- 2 = BACI\_SYNC2.

Default ist 0 = kein Signal erzeugen.

Das Objekt 0x5E10 Subindex 1 bestimmt das Hardwaresignal, welches nach Empfang eines Istwert-Telegrammes und Abholen der Istwerte generiert wird. Einstellbar sind:

- 0 = kein Signal erzeugen,
- 1 = BACI\_SYNC1,
- 2 = BACI\_SYNC2.

Default ist 0 = kein Signal erzeugen.

Diese Objekte müssen, wenn von der Voreinstellung abweichende Einstellungen verwendet werden sollen, in Betriebsart PREOPERATIONAL durch den EtherCAT-Master geschrieben werden.

Weitere Subobjekte siehe [▶B.1.2 Baumüller-definierte Objekte◀](#) ab Seite 98.

In den Betriebsarten SAFEOPERATIONAL und OPERATIONAL können auf diesen Objekten die aktiven Einstellungen rückgelesen werden.

## 6.3 Konfiguration eines EtherCAT-Slave für b maXX PLC mittels ProMaster

---

Dieses Kapitel beschreibt die für den EtherCAT-Slave für b maXX PLC spezifischen Einstellungen in ProMaster.

Die Kenntnis der entsprechenden Vorgehensweisen zur Projekterstellung, Download etc. (beschrieben in Kapitel [▶EtherCAT-Master◀](#) ab Seite 37) wird daher vorausgesetzt.

### 6.3.1 ProMaster-Projekt

---

Ausgangspunkt sei ein ProMaster-Projekt mit einem EtherCAT-Master, erzeugt entsprechend der Anleitung im Kapitel [▶EtherCAT-Master◀](#) ab Seite 37.

Prinzipiell ist es hier gleichgültig, ob der EtherCAT-Master an einer drive PLC (BM4-O-PLC-01) oder controller PLC (BMC-M-PLC-01, BMC-M-PLC-02) arbeitet. Hier im Beispiel nutzen wir einen EtherCAT-Master BM4-O-ECT-02 an einer BM4-O-PLC-01.

Öffnen Sie in ProMaster den Katalog, wählen Sie ein Gerät "bmaXX 4400 PLC EtherCAT-Slave (2-reihig)" und ziehen Sie es per Drag&Drop auf den EtherCAT-Bus.

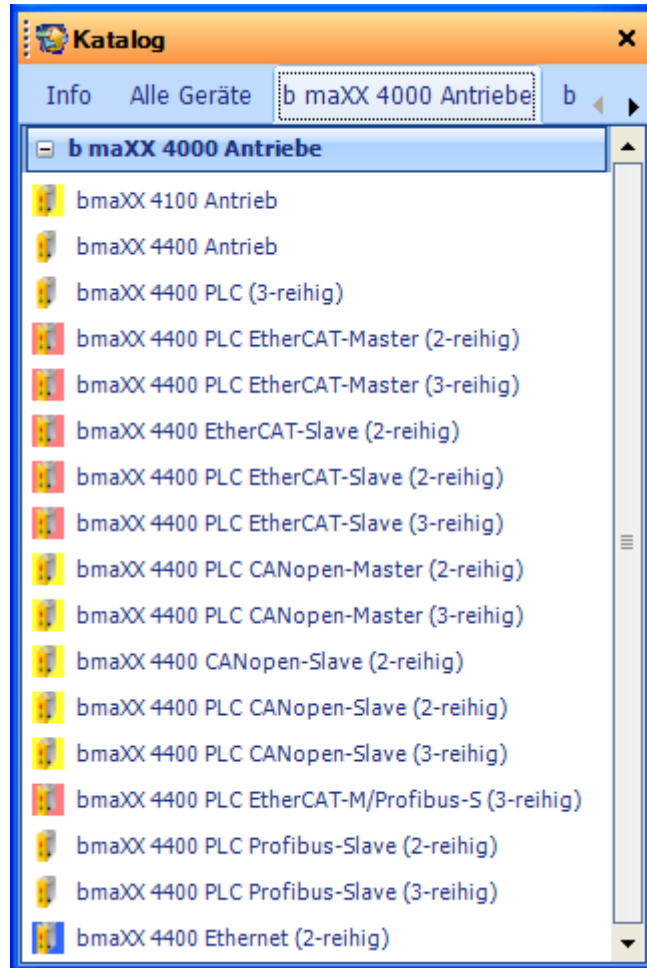


Abbildung 27: ProMaster Katalog

Das Ergebnis sollte dem in [Abbildung 28](#) gezeigtem entsprechen.

## 6.3 Konfiguration eines EtherCAT-Slave für b maXX PLC mittels ProMaster

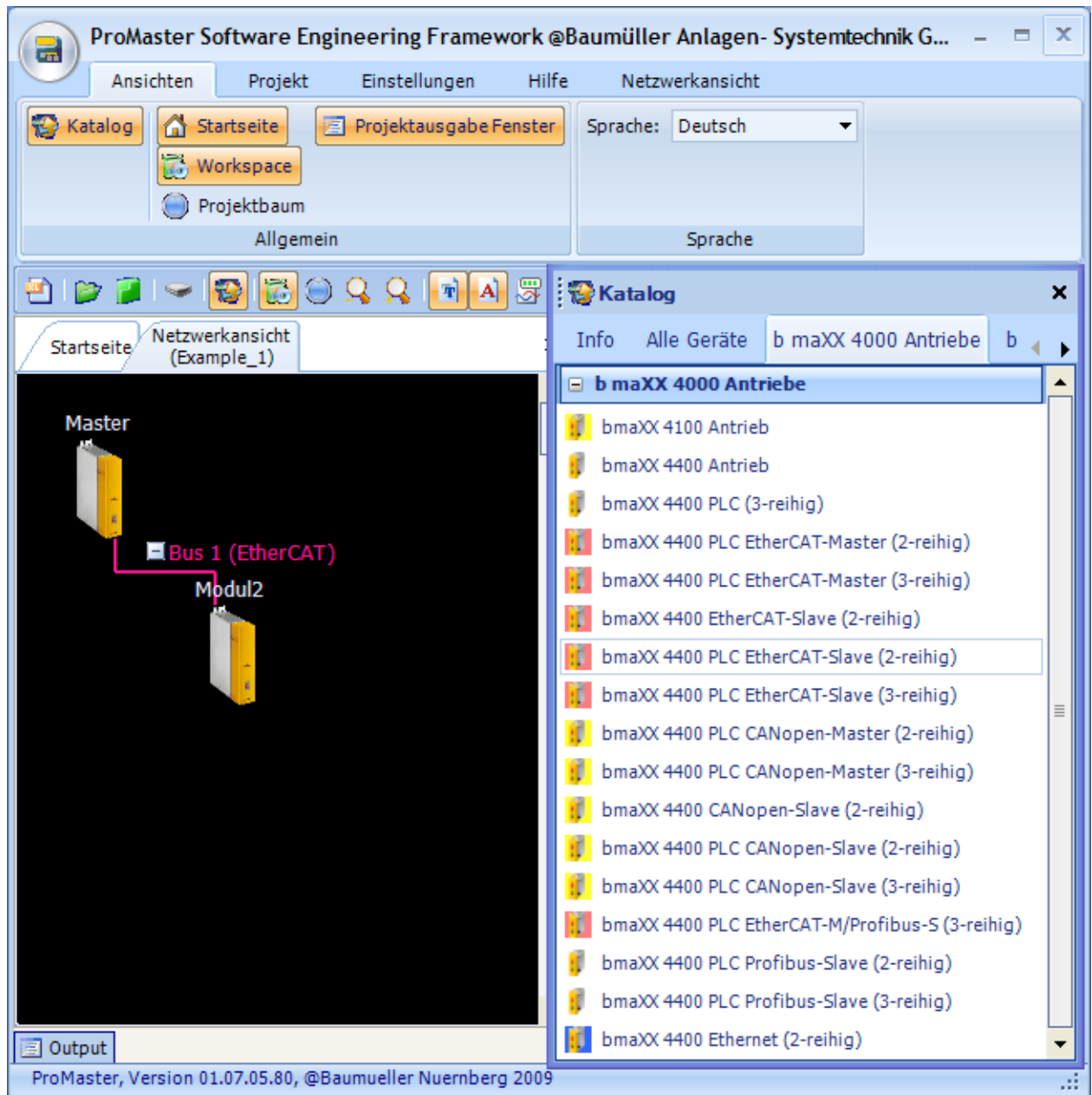


Abbildung 28: Netzwerkansicht mit geöffnetem Katalog

Schließen Sie den Katalog, benennen das neu hinzugefügte Gerät um und öffnen den Projektbaum.

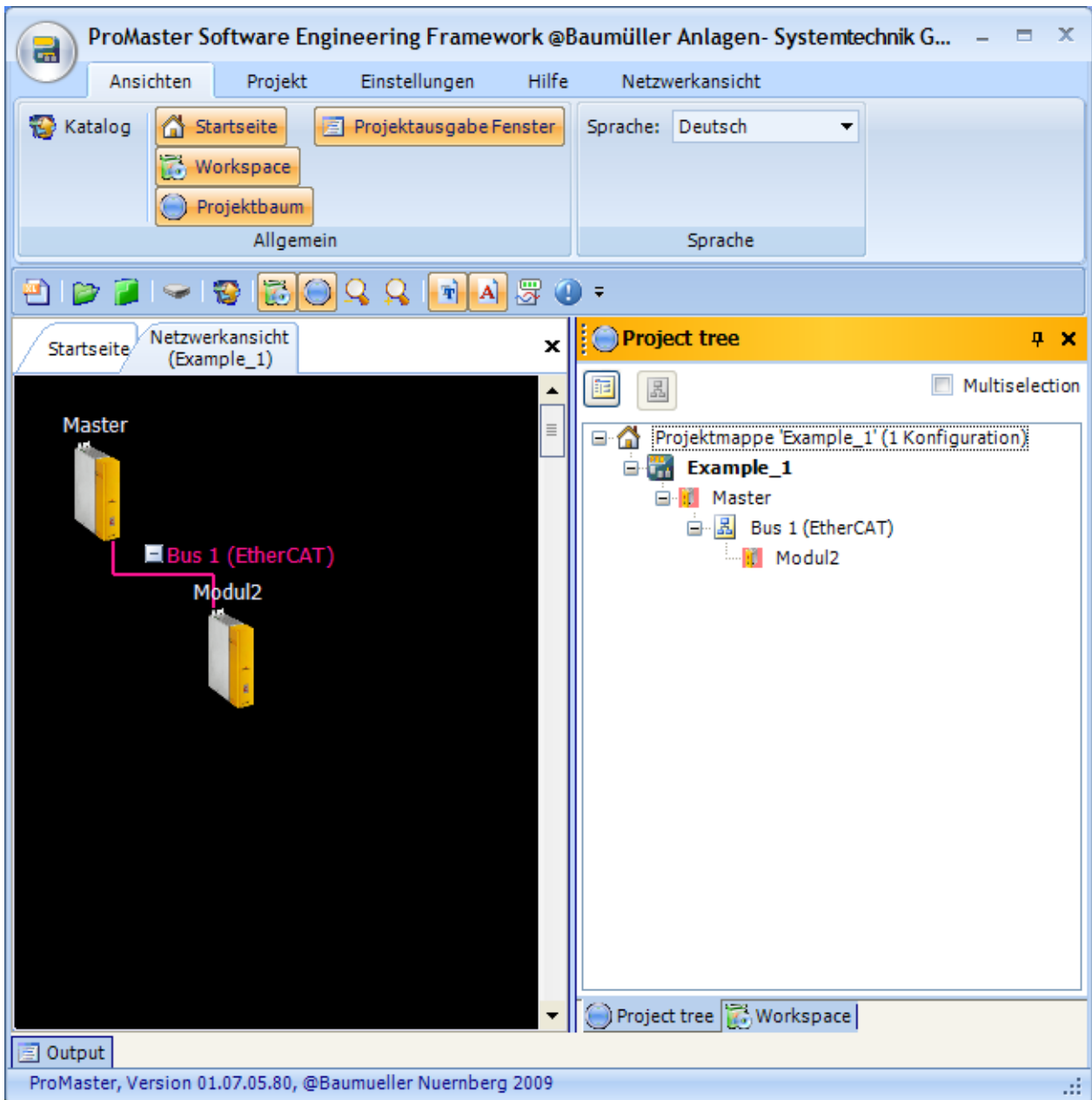


Abbildung 29: Netzwerkansicht mit Projektbaum

### 6.3.2 PROPROG-Projekt (IEC 61131)

Da Sie nun eine Maschinenkonfiguration mit 2 b maXX drive PLCs erzeugt haben, legen Sie auch ein ProProg wt III - Projekt mit zwei Ressourcen des Typs BM4-O-PLC01 an. Nutzen Sie hierfür in ProProg wt den Befehl "Datei / Neues Projekt STRG-N" und das Template "Vorlage für BM4-O-PLC01" und speichern es ebenfalls unter dem Namen "Example\_1" (allerdings in ein anderes Verzeichnis!).

Für die Verwendung eines IEC Projekts in ProMaster ist es unbedingt erforderlich, dass bei ProProg wt III im Fenster "Ressource - Einstellungen" (Ressource markieren, Kontextmenü "Einstellungen" anwählen) die Checkbox "Bootprojekt beim Kompilieren erzeugen" aktiviert ist.

gen" aktiviert ist. Dadurch wird die Datei "bootfile.pro" erzeugt, welche für den Download auf die PLC benötigt wird.



### HINWEIS!

In ProProg wt III muss unter "Ressource - Einstellungen" die Checkbox "Bootprojekt beim Kompilieren erzeugen" aktiviert sein.

Im zweiten Schritt öffnen Sie den Projektbaum / Hardwarestruktur, kopieren die Ressource "RES1" (STRG-C) und fügen sie erneut ein (STRG-V), wodurch die Ressource "RES1\_1" entsteht. Nun benennen Sie beide Ressourcen einzeln über das "Kontextmenü / Eigenschaften.." um in "Master" und "Slave".

Jetzt müssen noch die Kommunikationseinstellungen konfiguriert werden. Per Default ist für beide Ressourcen die serielle Schnittstelle COM1 eingestellt. Falls Sie Ethernet verwenden wollen, siehe Kapitel [►Windowsprogramme - Verbindung über Ethernet-TCP/IP einstellen◄](#) ab Seite 29.

Beachten Sie jedoch, dass die TCP/IP-Verbindung zur Slave-PLC durch den EoE-Tunnel führt und erst nach Aufstarten des EtherCAT zur Verfügung steht.

Übersetzen Sie nun das IEC-Projekt (Make F9), schließen ProProg wt III und kehren zu ProMaster zurück.

Alternativ wäre es möglich, die Anwenderprogramme beider PLCs in separaten ProProg-Projekten zu verwalten.

### 6.3.3 Verknüpfung von ProMaster-Projekt und IEC 61131-Projekt(en)

Die weiteren Schritte erfordern eine Verknüpfung des ProMaster-Projektes mit den Anwender-Programmen sowohl der Slave- als auch der Master-PLC (ProProg-Projekt).

Die IEC-Projekte für Master-PLC und Slave-PLC müssen einzeln verknüpft werden. Das ermöglicht auch die Nutzung getrennter IEC-Projekte für Master-PLC und Slave-PLC.

Beginnen Sie mit der Master-PLC:

Fokussieren Sie das Gerät "Master" durch Anklicken mit der Maus und öffnen Sie anschließend den "Workspace", wählen Sie dort unter "PLC Steckplatz H .." den Eintrag "PLC-Konfiguration (ProPLC)".



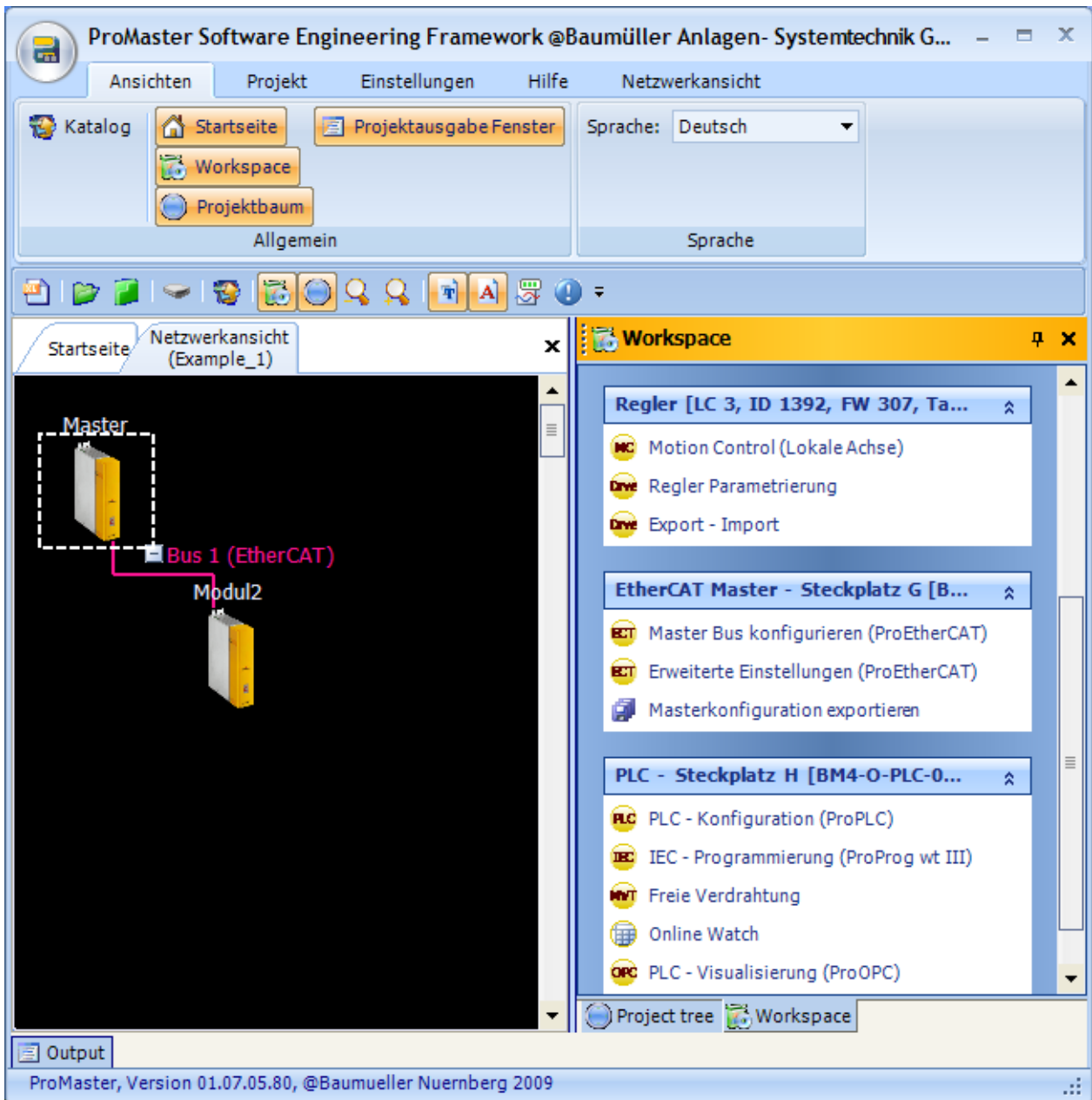


Abbildung 30: Netzwerkansicht in ProMaster mit Workspace

Es öffnet sich die Komponente „ProPLC“ zur Konfiguration der b maXX drive PLC des Gerätes „Master“. Siehe [▶Abbildung 31◀](#) auf Seite 66.

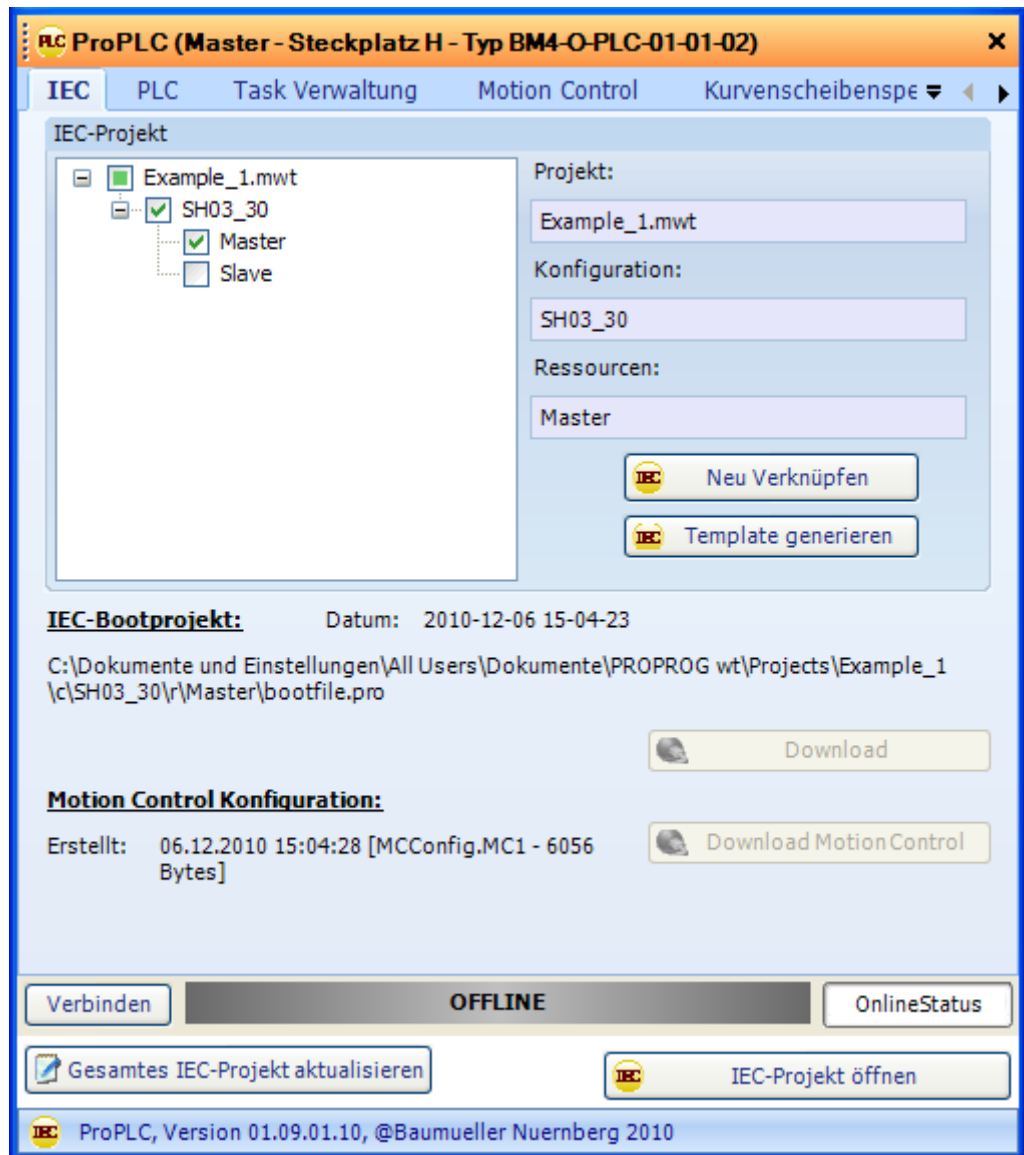


Abbildung 31: ProPLC - Register IEC geöffnet

Da zunächst kein IEC-Projekt angezeigt wird, betätigen Sie die Schaltfläche "Neu Verknüpfen". Es erscheint ein Dateiauswahl-Dialog zur Auswahl des ProProg-Projektes. Wählen Sie die Datei „Example\_1.mwt“ - das zuvor erstellte Projekt. ProMaster verknüpft sich mit der ersten passenden IEC-Ressource, hier die Ressource „Master“. Sie belassen diese Einstellung.

Nun dasselbe mit der Slave-PLC: Fokussieren mit der Maus und alle Schritte wie zuvor. Im letzten Schritt setzen Sie jedoch den Haken bei der Ressource "Slave" und schließen das Dialog-Fenster.

### 6.3.4 Konfiguration des Feldbusses EtherCAT

Die Konfiguration des Feldbusses EtherCAT wird mit der ProMaster-Komponente "ProEtherCAT" vorgenommen. Eine detaillierte Beschreibung finden Sie in der Online-Hilfe von ProMaster.

#### 6.3.4.1 Konfiguration mittels "ProEtherCAT" - slaveseitige Einstellungen

Die Konfiguration mittels "ProEtherCAT" beginnt beim Slave. Markieren Sie diesen und öffnen Sie im "Workspace" unter "EtherCAT-Slave Steckplatz G .." den Eintrag "Slave Bus konfigurieren (ProEtherCAT)".

##### Register "Ident"

Diese Seite zeigt allgemeine Informationen zum Modul. Wichtig sind die Eingabe der Modulnummer (Steckplatz im Grundgerät) und die gewünschte Node-ID des EtherCAT-Slaves.

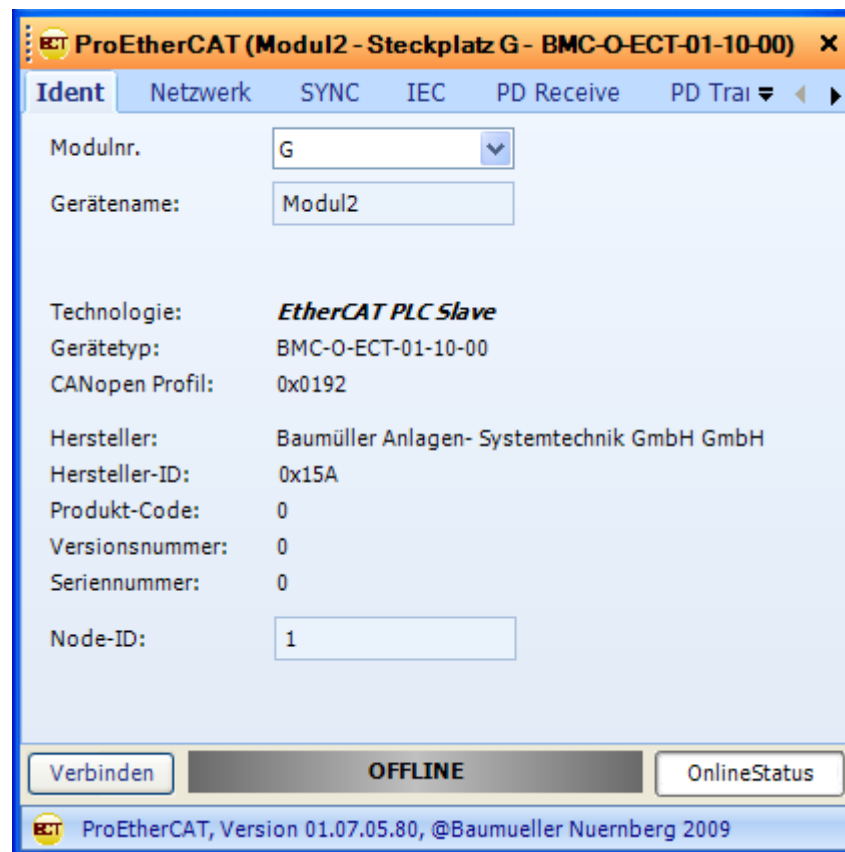


Abbildung 32: ProEtherCAT - Register Ident geöffnet

### Register "Netzwerk"

Belassen Sie die hier voreingestellten Netzwerkeinstellungen bis auf das Häkchen "Tunneling EoE", welches aktiviert sein muss, um einen TCP/IP-Zugang zur Kommunikationsschnittstelle der lokalen PLC (ProProg-Online-Protokoll auf IP-Port 20547) für ProProg wt, OPC-Server, ProMaster etc. zu erlauben.

Im Feld "IP-Adresse" tragen Sie die am Modul EtherCAT-Slave eingestellte Adresse ein, siehe Kapitel [Einstellen von IP-Adresse und Subnetzmaske an den Kommunikationsbaugruppen](#) ab Seite 21.

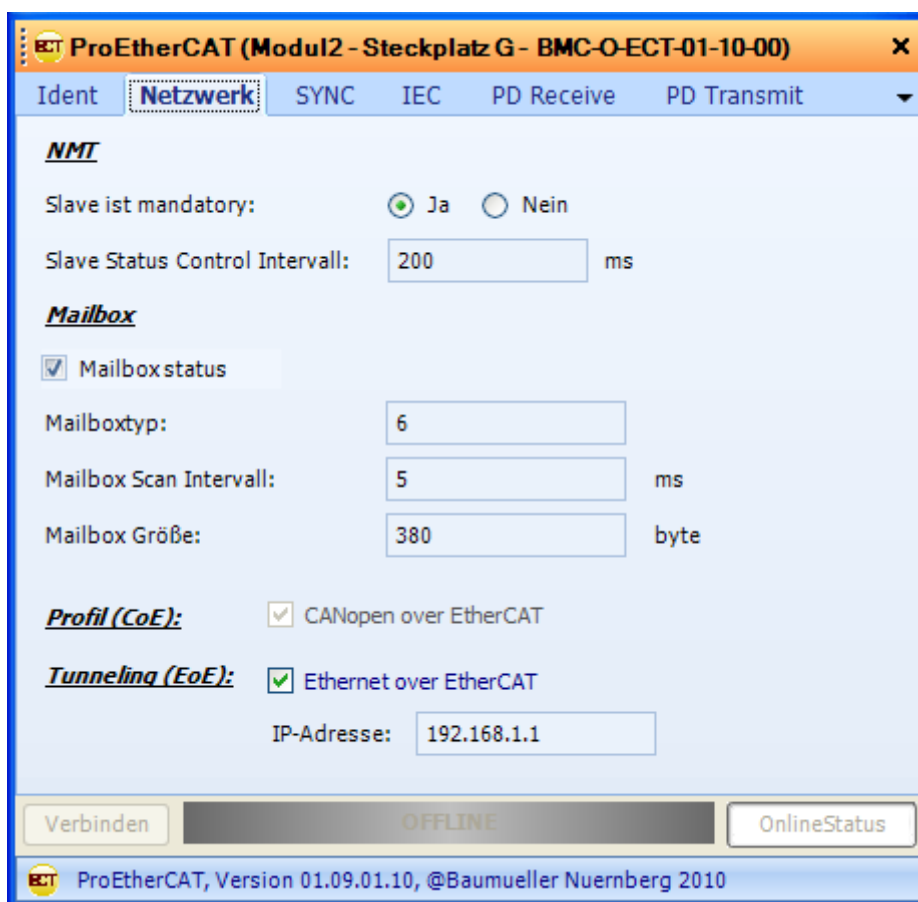


Abbildung 33: ProEtherCAT - Register Netzwerk geöffnet

### Register "SYNC"

Das Modul EtherCAT-Slave für b maXX PLC unterstützt sowohl Synchronisierung auf das Prozessdatentelegramm als auch Synchronisierung mittels "Distributed Clocks".

Die "Zykluszeit für SYNC" ist das Zeitintervall, in dem der EtherCAT-Master Prozessdaten mit dem EtherCAT-Slave austauscht.

Die Änderung der "Zykluszeit für SYNC" wirkt sich im ProMaster Projekt auf alle Slaves an demselben EtherCAT-Bus und dem zugehörigen Master aus. Weiterhin wirkt sich die Änderung der "Zykluszeit für SYNC" auch im IEC Projekt auf die Motion Control Event Task aus.

**HINWEIS!**

Die Änderung "Zykluszeit für SYNC" wird automatisch für den EtherCAT Bus, d. h. den EtherCAT-Master und alle daran angeschlossenen EtherCAT-Slaves übernommen.

Mit der Checkbox "Verteilte Uhren Status (Distributed Clocks)" wird der Mechanismus der Distributed Clocks am EtherCAT-Bus für diesen EtherCAT-Slave aktiviert bzw. deaktiviert.

In der Edit-Box "System Zeit Offset" kann die Generierung des SYNC-Signals durch Distributed Clocks für diesen Slave verzögert werden.

Im Block "Synchronisation der Slave PLC" kann das vom EtherCAT-Slave zu generierende Synchronisationssignal ausgewählt werden. ProMaster erzeugt die Konfiguration des zugehörigen Slave-Objektes 5E00 sub1, welche vom EtherCAT-Master beim Aufstarten des Busses am EtherCAT-Slave eingetragen wird und erzeugt im Anwenderprogramm der Slave-PLC die zugehörige Bypass-Event-Task zur Bearbeitung der Prozessdaten.

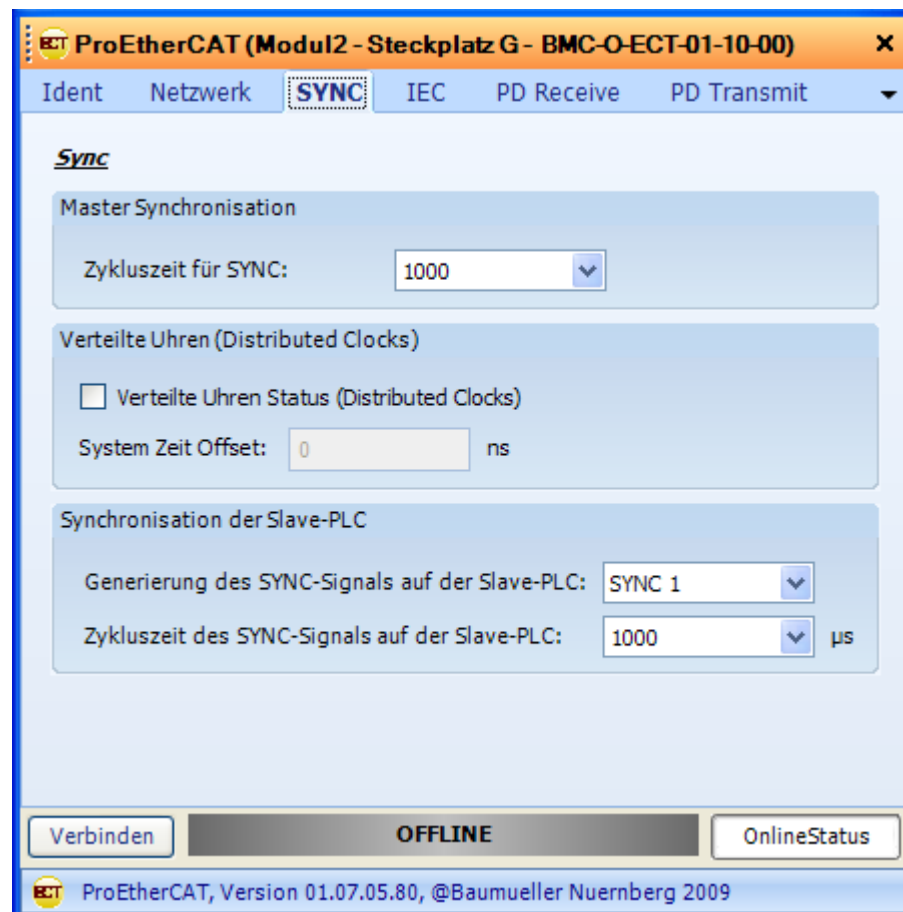


Abbildung 34: ProEtherCAT - Register SYNC geöffnet

### Register "PD Receive"

Hier werden die Sollwerte eingetragen, welche der EtherCAT-Master an diesen EtherCAT-Slave senden soll.

Bitte beachten Sie, dass hier im Gegensatz zu anderen EtherCAT-CoE-Slaves keine Zuordnung einer Netzwerkvariablen im Anwenderprogramm der Master-PLC zu einem Kommunikations-Objekt des EtherCAT-Slaves vorgenommen wird. Stattdessen werden direkt zwei Netzwerkvariablen einander zugeordnet, je eine Variable im IEC 61131-Anwenderprogramm der Master-PLC und der Slave-PLC. Siehe [▶Abbildung 35◀](#) auf Seite 70.

Wählen Sie zuerst rechts oben den Datentyp aus. Dann können Sie die automatisch generierten Variablennamen ändern. Hier im Beispiel „d\_Sollwert001\_SL1“ für das IEC-Programm der Master-PLC und „d\_Sollwert001“ für das IEC-Programm der Slave-PLC. Klicken Sie zur Übernahme der Variablen auf die Schaltfläche "Neue PDO hinzufügen".

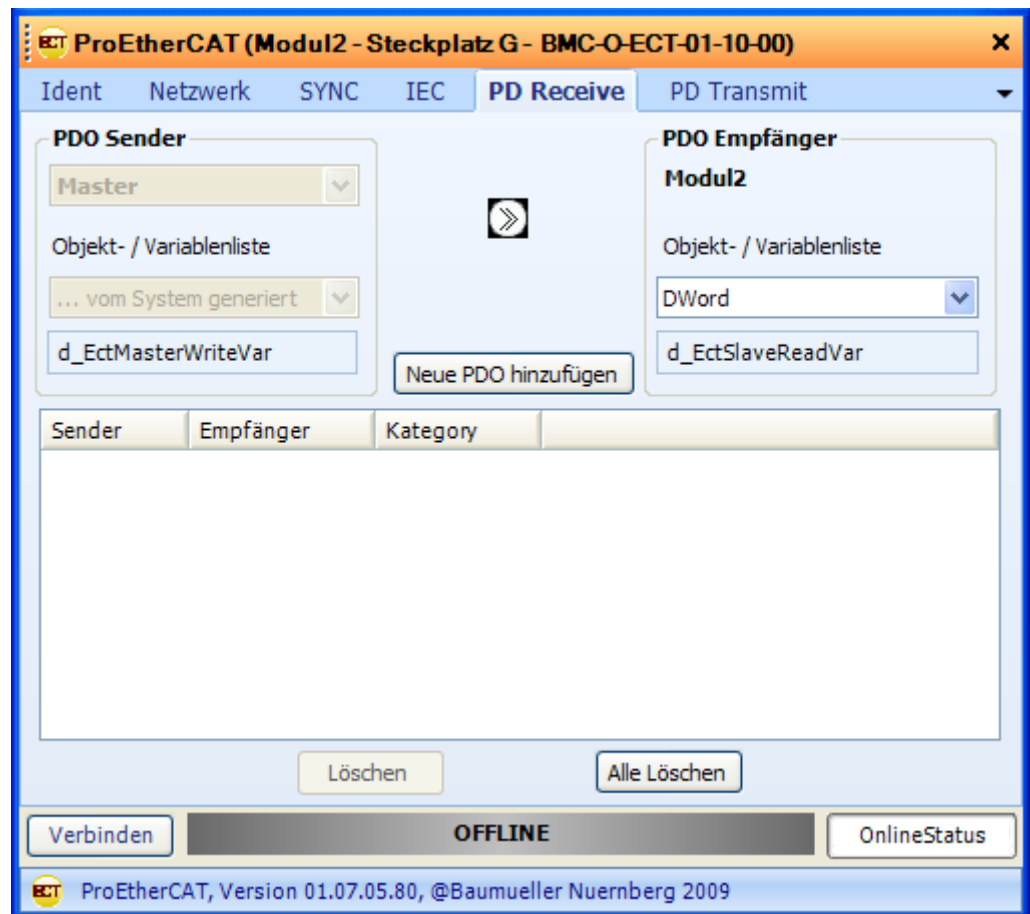


Abbildung 35: ProEtherCAT - Register PD Receive geöffnet

Nach viermaligem Klicken auf die Schaltfläche "Neue PDO hinzufügen" haben Sie genügend Testvariablen für die Beispielprogramme erzeugt.

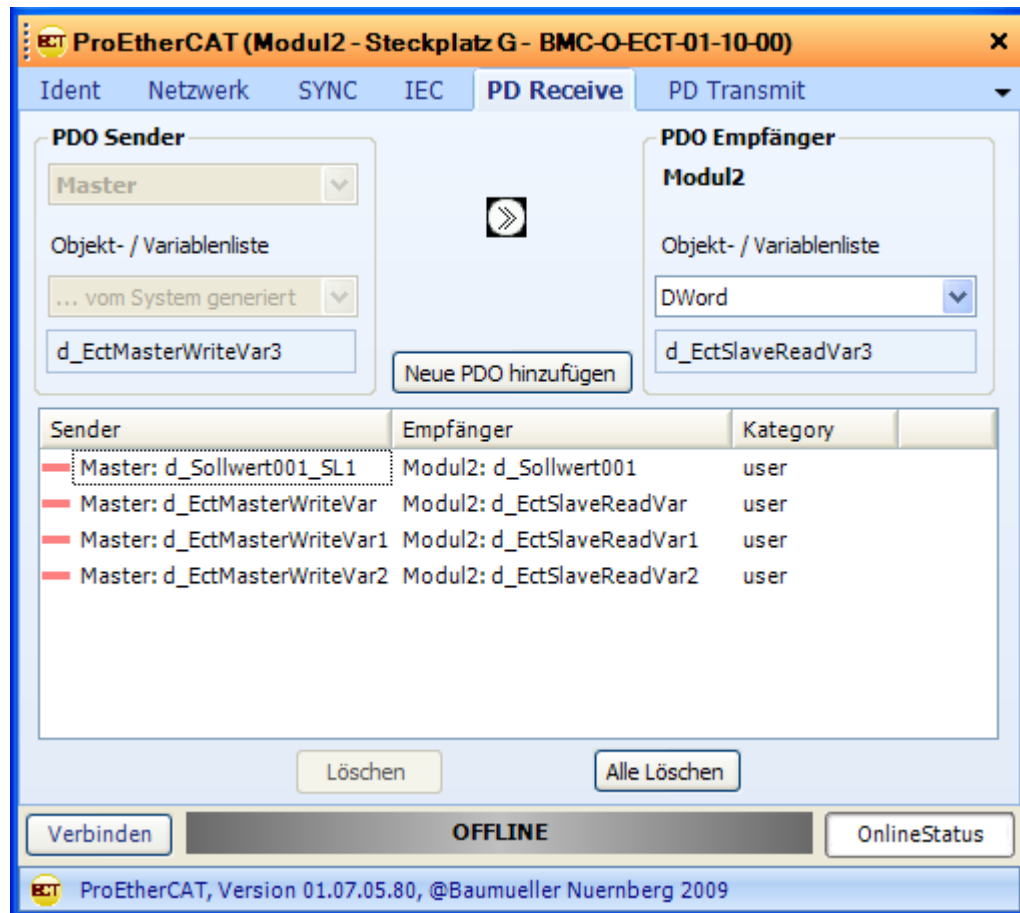


Abbildung 36: ProEtherCAT - Register PD Receive mit neu generierten Variablen

### Register "PD Transmit"

Hier werden die Istwerte eingetragen, welche der EtherCAT-Master von diesem EtherCAT-Slave erfragen soll. Die Vorgehensweise ist analog der in Register "PD Receive".

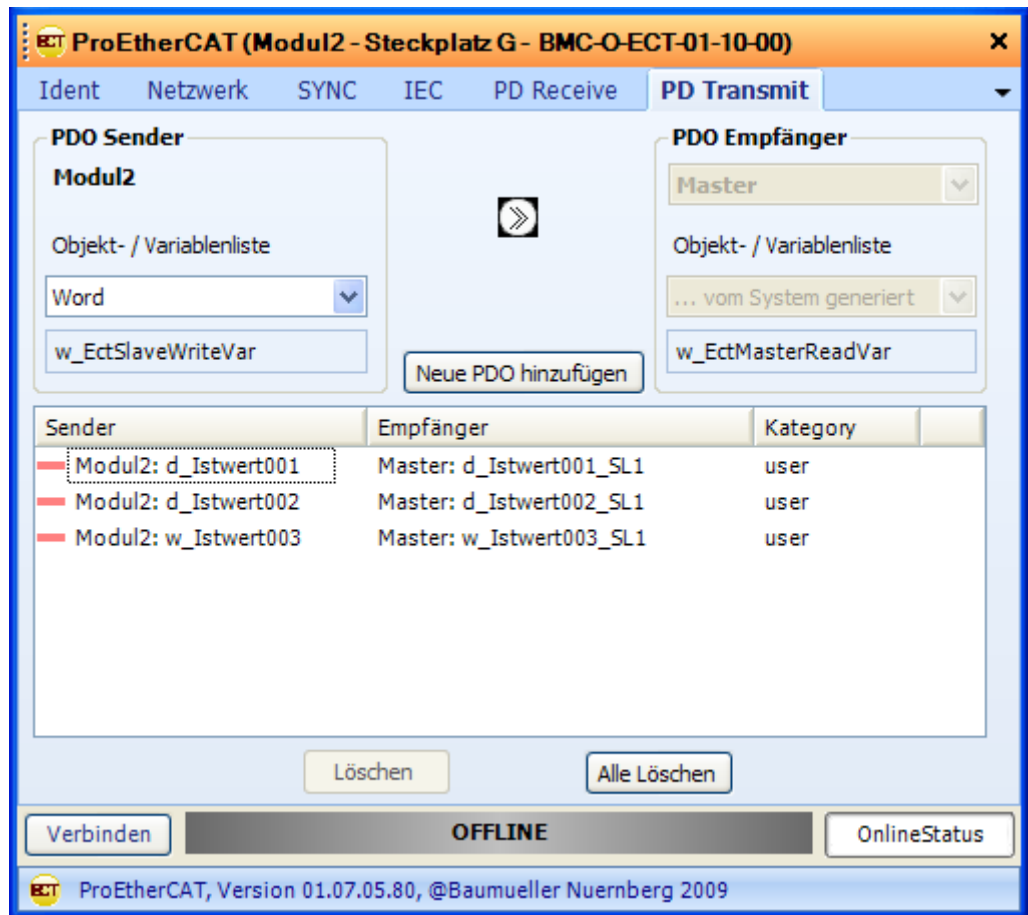


Abbildung 37: ProEtherCAT - Register PD Transmit geöffnet

### Register "IEC"

Die hier gezeigte Liste der IEC-Variablen wird automatisch erzeugt, aus den Eintragungen, welche auf den Registern "PD Receive" und "PD Transmit" vorgenommen wurden.



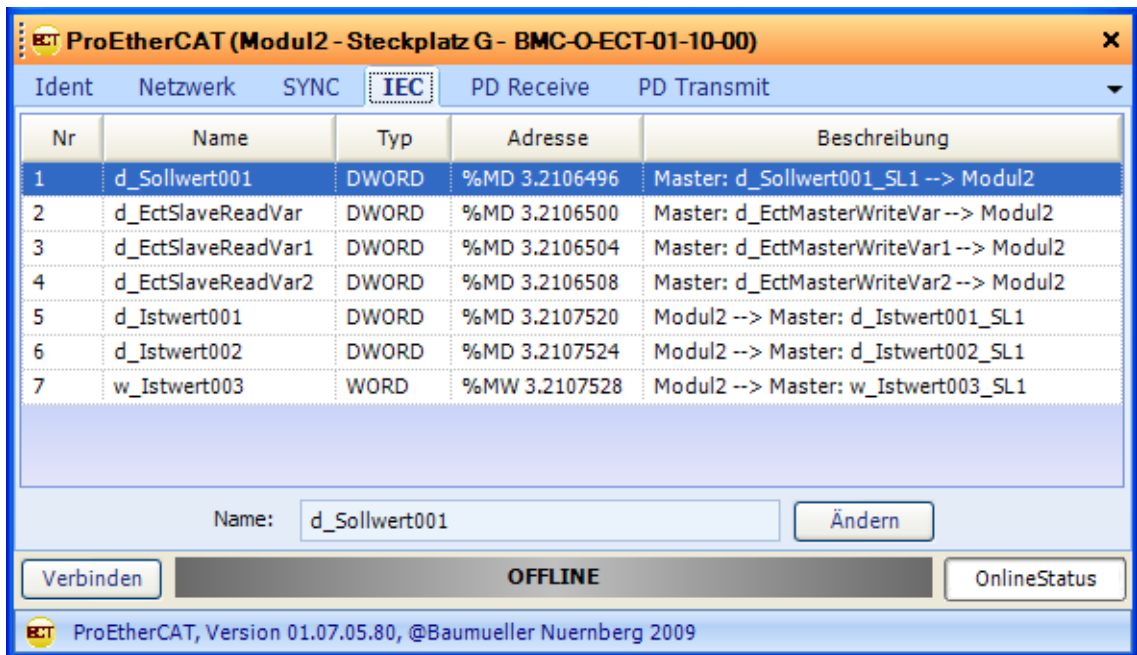


Abbildung 38: ProEtherCAT - Register IEC geöffnet

#### 6.3.4.2 Konfiguration mittels "ProEtherCAT" - masterseitige Einstellungen

Der zweite Teil der Konfiguration mittels "ProEtherCAT" betrifft den EtherCAT-Master.

Markieren Sie den Master und öffnen Sie im "Workspace" unter "EtherCAT-Master Steckplatz G .." den Eintrag "Master Bus konfigurieren (ProEtherCAT)"

Beachten Sie die auf dem Register "SYNC" für alle EtherCAT-Slaves am selben Strang gemeinsam eingestellte Zykluszeit.

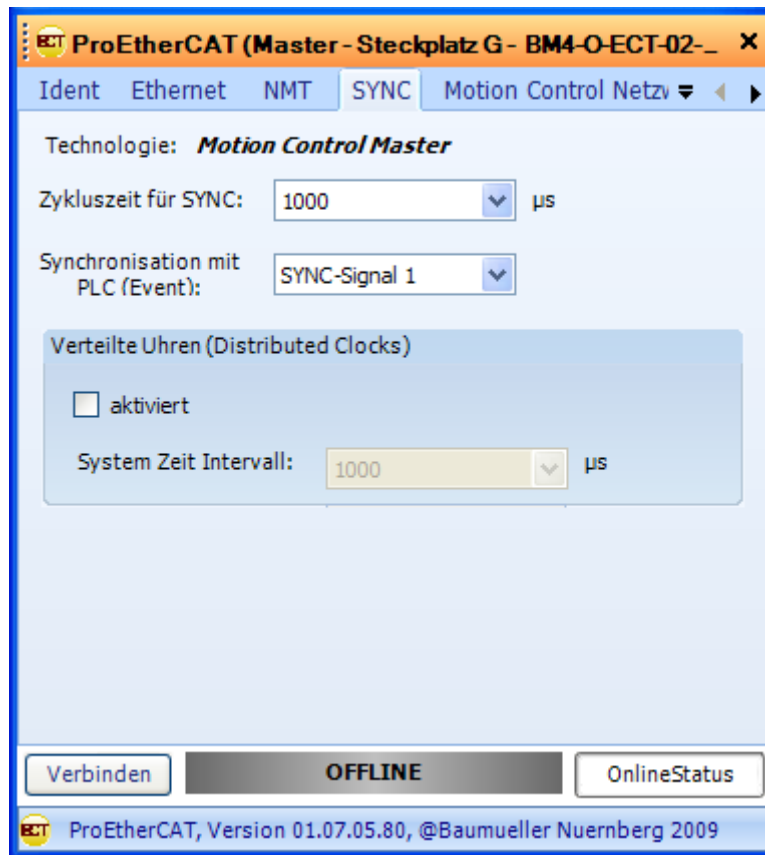


Abbildung 39: ProEtherCAT - Master Einstellungen - Register SYNC geöffnet

Die Einstellungen auf den Registern "Motion Control", "PD Transmit" und "PD Receive" betreffen die lokale Achse der Master-PLC (b maXX drive PLC) und sollten nicht verwechselt werden mit denen aus "Slave Bus konfigurieren (ProEtherCAT)".

Im Register "IEC" finden sich jedoch die masterseitigen Netzwerkvariablen, die zuvor bei der slaveseitigen Projektierung der Soll- und Istwerte des Slaves angelegt wurden.

Vergleichen Sie mit [▶Abbildung 38◀](#) auf Seite 73.

Beachten Sie bitte, dass diese Adressen erst berechnet bzw. aktualisiert werden, nachdem Sie die Schaltfläche "Liste aktualisieren" im Register "Download" von "ProEtherCAT" oder die Schaltfläche "Gesamtes IEC-Projekt aktualisieren" im Register "IEC" von "ProPLC" betätigt haben.

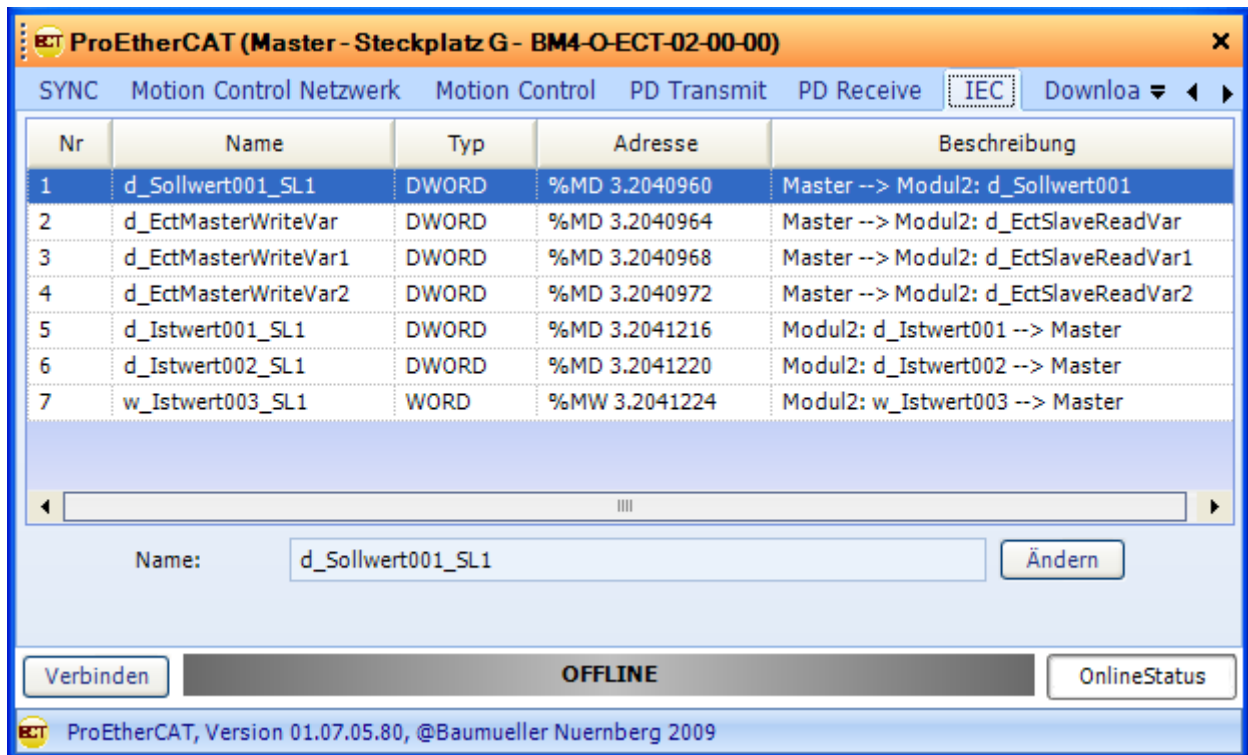


Abbildung 40: ProEtherCAT - Master Einstellungen - Register IEC geöffnet

### 6.3.4.3 Übernahme der Konfiguration in das IEC-Projekt

Die mittels "ProEtherCAT" vorgenommenen Einstellungen haben Auswirkungen auf das IEC 61131-Anwenderprogramm sowohl der Slave-PLC als auch der Master-PLC und müssen in beiden übernommen werden.

- Markieren Sie den Master und öffnen Sie im "Workspace" unter "PLC Steckplatz H .." den Eintrag "PLC Konfiguration (ProPLC)".
- Wechseln Sie nun auf das Register "IEC", kontrollieren die Verknüpfung zur entsprechenden Ressource im IEC-Projekt und betätigen Sie die Schaltfläche "Gesamtes IEC-Projekt aktualisieren" (links unten).
- Markieren Sie den Slave und öffnen Sie im "Workspace" unter "PLC Steckplatz H .." den Eintrag "PLC Konfiguration (ProPLC)".
- Wechseln Sie nun auf das Register "IEC", kontrollieren Sie die Verknüpfung zur entsprechenden Ressource im IEC-Projekt und betätigen Sie die Schaltfläche "Gesamtes IEC-Projekt aktualisieren" (links unten).
- Beachten Sie auch den Abschnitt [Anlegen der Bypass-Event-Task](#) in Kapitel "6.3.4.4 Download" ab Seite 79.

### 6.3.4.4 Download

Die restlichen Schritte (Download der Daten auf den EtherCAT-Master, Download der Bootprojekte auf die jeweilige PLC) erfolgen wie im Kapitel [EtherCAT-Master](#) ab Seite 37 und in der Online-Hilfe des ProProg-Programmiersystems beschrieben.

## 6.4 Diagnose und Steuerung seitens der lokalen PLC

---

Markieren Sie den Master und öffnen Sie im "Workspace" unter "EtherCAT-Master Steckplatz G .." den Eintrag "Master Bus konfigurieren (ProEtherCAT)".

Wechseln Sie nun auf das Register "Download".

Sie benötigen eine aktive Online-Verbindung zum EtherCAT-Master, um den Download vornehmen zu können.

## 6.4 Diagnose und Steuerung seitens der lokalen PLC

---

### 6.4.1 Erkennen des Moduls EtherCAT-Slave für b maXX PLC

---

Siehe Kapitel [▶Erkennen der Baugruppe / Versionsabfrage im Anwenderprogramm der PLC](#) ab Seite 14.

### 6.4.2 Erkennen der Netzwerk-Einstellungen des Moduls EtherCAT-Slave für b maXX PLC

---

Da das Modul EtherCAT-Slave für b maXX PLC das EtherCAT-Profil EoE (Ethernet over EtherCAT) unterstützt, verfügt es über lokale Netzwerkeinstellungen wie IP-Adresse, MAC-Adresse etc.

Siehe Kapitel [▶Einstellen von IP-Adresse und Subnetzmaske an den Kommunikationsbaugruppen](#) ab Seite 21.

### 6.4.3 Ändern der Netzwerk-Einstellungen des Moduls EtherCAT-Slave für b maXX PLC

---

Diese Netzwerkeinstellungen können Sie über die lokale PLC ändern. Siehe Kapitel [▶Einstellen von IP-Adresse und Subnetzmaske an den Kommunikationsbaugruppen](#) ab Seite 21.

Zusätzlich kann der EtherCAT-Master mit regulären EoE-Kommandos die IP-Adresse und das Standard-Gateway ändern. Diese Einstellungen sind jedoch nicht auf dem Slave remanent, sondern gehen mit dem Ausschalten verloren.

#### 6.4.4 Diagnose LEDs

Die Diagnose-LEDs an der Frontseite der Baugruppen sind in den jeweiligen Betriebsanleitungen beschrieben.

Exemplarisch hier das Optionsmodul BM4-O-ECT-01-01-11 (EtherCAT-Slave für b maXX drive PLC).

Auf der Frontseite des Optionsmoduls sind neben den RJ-45-Netzwerksteckverbindern LEDs zur Diagnose des Modulzustandes sichtbar.

H1	Rot	Störung
H2	Grün	Link an X1 (ECS in), leuchtet wenn Trägersignal anliegt, flackert bei Traffic
H3	Grün	EtherCAT Betriebsart (INIT = aus, PREOPERATIONAL = schnelles Flackern, SAFEOPERATIONAL = langsames Aufblitzen, OPERATIONAL = Dauerlicht)
H4	Grün	Link an X2 (ECS out)
H5 .. H7	Grün	Nicht sichtbar an ECT-01-01
H8	Rot	Nicht sichtbar an ECT-01-01

#### 6.4.5 Diagnose FBs

Funktionsbausteine zur Verwendung im Anwenderprogramm der PLC des EtherCAT-Slaves sind in Vorbereitung.

##### Betriebszustand

Ein EtherCAT-Slave kennt die Betriebszustände:

- INIT (nach Einschalten)
- PREOPERATIONAL (Mailboxen sind initialisiert, CoE-Objekte sind zugänglich, EoE-Tunneling möglich)
- SAFEOPERATIONAL (Eingänge Istwerte können abgefragt werden, Ausgänge bleiben im Grundzustand)
- OPERATIONAL (voller Prozessdatenzugriff möglich)

Für das Modul EtherCAT-Slave für b maXX PLC steht ein Funktionsbaustein zur Verwendung im Anwenderprogramm der PLC des EtherCAT-Slaves bereit, mit welchem das Anwenderprogramm den aktuellen Betriebszustand ermitteln kann: ECS\_GET\_STATE.

Details hierzu entnehmen Sie bitte der Online-Hilfe des FBs in der Bibliothek.

##### EtherCAT-Node-ID (Stationsadresse)

Mittels des FBs ECS\_GET\_LOCAL\_NODE\_ID kann das Anwenderprogramm der Slave-PLC die aktuell gültige (vom EtherCAT-Master vergebene) EtherCAT-Node-ID ermitteln.

Details hierzu entnehmen Sie bitte der Online-Hilfe des FBs in der Bibliothek.

### 6.4.6 Steuerungs FBs

---

Funktionsbausteine zur Verwendung im Anwenderprogramm der PLC des EtherCAT-Slaves sind in Vorbereitung.

#### Initialisierung

Die Initialisierung des Optionsmodules EtherCAT-Slave für b maXX PLC und das Aufstarten des Feldbusses erfolgen ausschließlich durch den EtherCAT-Master.

Es ist kein Initialisierungs-FB im Anwenderprogramm der PLC des EtherCAT-Slaves notwendig.

#### Betriebszustand

Ein EtherCAT-Slave kennt die Betriebszustände:

- INIT (nach Einschalten)
- PREOPERATIONAL (Mailboxen sind initialisiert, CoE-Objekte sind zugänglich, EoE-Tunneling möglich)
- SAFEOPERATIONAL (Eingänge Istwerte können abgefragt werden, Ausgänge bleiben im Grundzustand)
- OPERATIONAL (voller Prozessdatenzugriff möglich)

Grundsätzlich kann ein EtherCAT-Slave einen Request des Masters zum "Hochschalten" in den Zustand SAFEOPERATIONAL oder OPERATIONAL abweisen, z. B. bei fehlerhafter Konfiguration der E/A-Bereiche. Er kann auch selbstständig "Herunterschalten", z. B. aufgrund fehlender Steuerspannung der Ausgangstreiber. Ein selbstständiges "Hochschalten" jedoch ist dem Slave nicht erlaubt; hierzu muss ein Request des Masters vorliegen.

Zusätzlich zu den modul-internen Mechanismen steht für das Modul EtherCAT-Slave für b maXX PLC ein Funktionsbaustein zur Verwendung im Anwenderprogramm der PLC des EtherCAT-Slaves bereit, mit welchem das Anwenderprogramm die Zustände SAFEOPERATIONAL oder OPERATIONAL abweisen bzw. verlassen kann: ECS\_RESTRICT\_STATE.

Details hierzu entnehmen Sie bitte der Online-Hilfe des FBs in der Bibliothek.

#### CoE-Emergencies

Mittels des FBs ECS\_EMICY\_SEND kann das Anwenderprogramm der Slave-PLC ein CoE-Emergency-Telegramm an den EtherCAT-Master senden.

Details hierzu entnehmen Sie bitte der Online-Hilfe des FBs in der Bibliothek.

## 6.5 Datenzugriff im Anwenderprogramm der lokalen PLC

---

### 6.5.1 Prozessdatenzugriff

---

Der Feldbus EtherCAT überträgt ein Prozessabbild, d. h. der EtherCAT-Master sendet Sollwerte an den EtherCAT-Slave und liest Istwerte vom EtherCAT-Slave.

Da es sich bei der Baugruppe "Optionsmodul BM4-O-ECT-01-01-11" um einen EtherCAT-Slave für b maXX drive PLC handelt, stehen diese Soll- und Istwerte auf dem DPRAM des Optionsmoduls dem Anwenderprogramm der b maXX PLC zur Verfügung:

Sollwerte ab Adresse MB3.x106496 (Basisadresse Modul + 16#0001A000)

Istwerte ab Adresse MB3.x107520 (Basisadresse Modul + 16#0001A400)

Diese Adressen sind vom Steckplatz des Optionsmodul abhängig: (x = 2,...,7 für Steckplatz G,..., M)

(Diese Angaben gelten analog auch für das „Erweiterungsmodul BMC-M-ECT-01“. Steckplatz G entspricht hier der Modulnummer 1, Steckplatz H der Nummer 2,...).

Auf diesem Adressbereich legt der in ProMaster integrierte EtherCAT-Konfigurator entsprechend den dort projektierten Soll- und Istwerten die zugeordneten Programm-Variablen an. Siehe Kapitel [►Konfiguration mittels "ProEtherCAT" - slaveseitige Einstellungen◄](#) ab Seite 67.

Desweiteren liefert das Optionsmodul ein Hardwaresignal (z. B. BACI\_SYNC1) zur Synchronisierung des Anwenderprogrammes der b maXX PLC auf die Datenübertragung des Feldbusses.

Das Anwenderprogramm sollte eine Bypass-Event-Task, verbunden mit diesem Event-Signal, enthalten, in welcher das Anwenderprogramm die Sollwerte übernehmen und die Istwerte schreiben soll. Dies stellt die Zyklus-Konsistenz der Programmvariablen im gesamten Sollwert- bzw. Istwertbereiches sicher.

Sie können das Optionsmodul EtherCAT-Slave für b maXX drive PLC auch ohne Event-Signal und Bypass-Event-Task betreiben. In diesem Fall besteht keine Synchronität zwischen den Zugriffen des Feldbusses und des Anwenderprogrammes auf die Prozessdaten. Nur das Lesen und Schreiben von Programm-Variablen elementaren Typs ist konsistent (Doppelwort-Konsistenz).

In diesem Fall ist es erforderlich, dass Sie bei der Konfiguration des Slave-Moduls in ProEtherCAT auf dem Register "SYNC" in der Gruppe "Synchronisation der Slave-PLC" die Listbox "Generierung des SYNC-Signals auf der Slave-PLC" auf "deaktiviert" stellen.

### Anlegen der Bypass-Event-Task

Für synchronen Prozessdatenaustausch benötigen Sie im IEC-Programm der Slave-PLC eine mit dem vom Optionsmodul EtherCAT-Slave für b maXX drive PLC verwendeten Synchronisationssignal verbundene Bypass-Event-Task.

Das manuelle Anlegen der Bypass-Event-Task entfällt, wenn Sie als Vorlage für das Anwenderprogramm der Slave-PLC ein Motion-Control-Template (z. B. Tmpl\_PLC01\_MA\_1\_0103.zwt) gewählt haben, weil Sie Motion Control-Zugriff auf die lokale Achse benötigen.

Im hier erzeugten Beispiel (in Kapitel 3.3) sind Sie jedoch vom übersichtlicheren Standard-Template ausgegangen, welches die benötigte Bypass-Event-Task noch nicht enthält.

Zum Anlegen einer Task in ProProg wt öffnen Sie das Projektbaumfenster und suchen im Zweig Hardwarestruktur die Ressource der Slave-PLC (im Beispiel die Ressource "Slave"). Markieren Sie dort den Ordner "Tasks" und wählen im Kontextmenü "Einfügen" -> "Task". Als Tasknamen geben Sie z.B. "ECPD" ein ("EtherCAT" wäre zu lang). Als Tasktyp benötigen Sie "EVENT". Im folgenden Fenster "Task-Einstellungen" muss das Häkchen "Bypass" gesetzt und das Ereignis 9 (reserviert für ProMaster) gewählt werden.



### HINWEIS!

In der Listbox zur Ereignisauswahl werden Sie das vom Optionsmodul erzeugte BACI-Sync-Signal auch bei den Ereignissen 11..13 wiederfinden. ProMaster konfiguriert das Laufzeitsystem der PLC aber so, dass das für ihn reservierte Ereignis 9 verwendet wird und von ihnen hier ausgewählt werden muss.

Nur wenn Sie Ihre Slave-PLC völlig ohne ProMaster konfigurieren (z. B. weil Sie den EtherCAT-Slave für b maXX drive PLC an einem fremden EtherCAT-Master betreiben) kommen die Ereignisse 11..13 in Betracht. Sie müssen dann jedoch Konflikte mit anderen Synchronisationsquellen (z. B. Motion Control der lokalen Achse oder weitere Optionsmodule) beachten und das von Ihnen verwendete Hardwaresignal (z. B. BACI-SYNC2) mithilfe des FBs INTR\_SET aus der Bibliothek SYSTEM2\_PLC01\_30bdXX als Ereignis auf der PLC freischalten.

Beispiel in ST zur Verwendung in einer POE in Kalt- und Warmstart-Task:

```
(* Initialization for a Bypass-Event-Task on Event#12 *)
INTR_SET_3(i_EVENT:= INT#12    (* 12 = BACI SYNC 2, Level 14 *)
           ,i_MODE:= INT#0
           ,i_PAR1:= INT#0      (* not used for event 12 *)
           ,i_PAR2:= INT#0
           ,x_EN:= TRUE
           );
x_BaciSync2IrpInitOk:= NOT INTR_SET_3.x_ERR;
```

Nachdem Sie die Bypass-Event-Task erzeugt haben, müssen Sie dieser Task eine Instanz einer Programm-POE zuordnen, die den im Interrupt auszuführenden Teil Ihrer Prozessdatenverarbeitung implementiert. Nutzen Sie hierfür Kontextmenü "Einfügen" -> "Programminstanz".

Beachten Sie hierzu die Hinweise zur "synchronen Bufferumschaltung" im folgenden Abschnitt.

### Eventsynchrone Bufferumschaltung Slave

Mit Einstellung eines Hardwaresignals zur Synchronisation (siehe Konfiguration des Slave-Moduls in ProEtherCAT auf dem Register "SYNC" in der Gruppe "Synchronisation der Slave-PLC") wird auch die eventsynchrone Bufferumschaltung aktiviert. Diese gewährleistet zusammen mit der Bypass-Event-Task einen blockadefreien und konsistenten Zugriff auf die Prozessdaten. Vereinfachend erklärt besitzen sowohl das Modul EtherCAT-Slave als auch die Slave-PLC einen exklusiven Pufferbereich für alle Soll- und Istwerte. Bei Auftreten des Synchronisations-Signals werden diese Puffer schlagartig ausgetauscht. Lesezugriffe der einen Seite werden nicht durch Schreibzugriffe der anderen unterbrochen (Blockkonsistenz). Voraussetzung ist, dass beide Seiten ihre Prozessdatenverarbeitung innerhalb des Prozessdatenintervalls abgeschlossen haben.

Bei Verwendung der eventsynchrone Bufferumschaltung ist es erforderlich, dass in der zugeordneten Bypass-Event-Task der Slave-PLC ein Istwert in zwei aufeinanderfolgenden



den Zyklen geschrieben wird - besser noch: alle Istwerte in jedem Zyklus geschrieben werden.

Einmaliges Schreiben eines Istwertes setzt den Wert auf einem Buffer (demjenigen, der gerade für die PLC sichtbar ist) - auf dem anderen Buffer jedoch bleibt der alte Wert bestehen. In Zukunft sieht der EtherCAT-Master für diesen Istwert also eine alternierende Folge aus altem und neuem Wert.

Wenn in Ihrer konkreten Applikation die Istwerte nicht sowieso schon mit jedem Aufruf der Bypass-Event-Task generiert werden, sollten Sie Zwischenvariablen benutzen, die wiederum in jedem Aufruf der Bypass-Event-Task auf die von ProMaster angelegten Istwert-Variablen auf dem DPRAM des Optionsmoduls kopiert werden. Diese Zwischenvariablen können dann auch (natürlich unter Beachtung eines konsistenten Zugriffs) in POEs außerhalb der Bypass-Event-Task gesetzt werden.

Nebenbei bemerkt benutzt auch das Interface zwischen EtherCAT-Master und Master-PLC diese eventsynchrone Bufferumschaltung. Hier müssen jedoch die Sollwerte (anstelle der Istwerte) in jedem Zyklus geschrieben werden (siehe [►Eventsynchrone Bufferumschaltung Master](#) auf Seite 39).

### 6.5.2 Bedarfsdaten

Das EtherCAT-Profil CoE ermöglicht die Übertragung von Bedarfsdaten mittels SDO-Transfer (SDO = Service Data Object). Diese Übertragung benutzt die Mailbox und ist daher ab dem Betriebszustand PREOPERATIONAL möglich.

Angesichts des schnellen Prozessdatenaustausches und des großen Prozessdatenbereichs eines Optionsmoduls EtherCAT-Slave für b maXX drive PLC von jeweils 512 Byte Soll- und Istwerten ist der CoE-SDO-Transfer für Applikationen im IEC-Anwenderprogramm der Slave-PLC belanglos. Überdies steht der Aufwand zur Deklaration applikationsspezifischer CoE-Objekte (eines variablen Objektverzeichnis also) in keinem günstigen Verhältnis zum Nutzen.

Desweiteren sind die SDO-Upload und SDO-Download-Dienste nur in der Richtung implementiert, dass der EtherCAT-Master Zugriff auf die Objekte des EtherCAT-Slaves hat. Anders ausgedrückt, das Optionsmodul EtherCAT-Slave für b maXX drive PLC ist stets Server eines SDO-Transfers, niemals Client. Aus diesem Grund gibt es auch keine Funktionsbausteine SDO\_SEND und SDO\_RECEIVE für den Slave.

Aus Kompatibilitätsgründen zum Optionsmodul EtherCAT-Slave für b maXX drive Controller existieren die 16 festen Applikationsobjekte 0x4CF2 .. 0x4D01 vom Typ Signed32 (= DINT). Die Lese- und Schreibanforderungen des EtherCAT-Masters auf diese Objekte werden vom Optionsmodul (also ohne Zutun des Anwenderprogrammes der Slave-PLC) abgearbeitet. Die Werte der Applikationsobjekte sind der Slave-PLC zugänglich auf dem DPRAM des Optionsmoduls ab Adresse %MD3.x127020 .. %MD3.x127080 (x = 2,..., 7 für Steckplatz G,..., M).



# ETHERCAT-CLUSTER

## 7.1 Begriff Cluster-Baugruppe

---

Als EtherCAT-Cluster-Baugruppe bezeichnen wir eine Kombination aus EtherCAT-Slave für b maXX PLC und EtherCAT-Master. Eine solche Baugruppe dient der hierarchischen Kopplung zweier EtherCAT-Stränge, -Segmente oder -Teilnetze.

Im übergeordneten EtherCAT-Segment stellt sich diese Baugruppe als Slave dar und ist gleichzeitig Master eines untergeordneten EtherCAT-Segmentes.

Sie können damit ein komplexes EtherCAT-Netzwerk strukturieren und autark funktionsfähige Teilnetze schaffen, die trotzdem miteinander synchron gekoppelt sind. Der Datenaustausch zwischen den beiden EtherCAT-Segmenten erfolgt typischerweise gefiltert über die b maXX PLC.

Anstelle einer Cluster-Baugruppe könnten also auch einzelne Slave- und Master-Baugruppen benutzt werden (mit einem kleinen Unterschied, siehe [►Prozess-Datenaustausch zwischen den EtherCAT-Segmenten◄](#) auf Seite 92 und [►EoE-Datenaustausch zwischen den EtherCAT-Segmenten◄](#) auf Seite 92).

Die Funktionsweise sowohl eines EtherCAT-Slave für b maXX PLC als auch eines EtherCAT-Masters wurde in den vorherigen Kapiteln beschrieben.

Im Folgenden wird auf die Kopplung der EtherCAT-Segmente eingegangen.

## 7.2 Synchronisation der EtherCAT-Segmente

---

Zur Verdeutlichung betrachten Sie bitte folgendes Beispiel.

Angenommen, aus applikationstechnischen Gründen würden sieben Antriebe eine wie auch immer geartete Einheit bilden, welche einerseits autonom funktionsfähig sein soll, andererseits aber im Normalfall mit anderen Einheiten synchronisiert werden muss.

Einer dieser sieben Antriebe wird daher mit PLC und EtherCAT-Master ausgerüstet (Master 2), die restlichen sechs Antriebe der Einheit (Axis\_1 bis Axis\_6) erhalten ein Optionsmodul EtherCAT-Slave und werden über "Bus 2" mit "Master 2" verbunden. (Wobei es hier belanglos ist, ob sie ausgerüstet werden mit a) PLC + EtherCAT-Slave für PLC oder mit b) nur EtherCAT-Slave für Regler ...).

## 7.2 Synchronisation der EtherCAT-Segmente

"Master 3" möge im Beispiel mit "Bus 3" und seinen Slaves eine ebensolche Einheit bilden.

Die Kopplung dieser autarken Einheiten erfolge mit "Bus 1" und einem übergeordneten "Master 1".

Dazu müssen "Master 2" und "Master 3" neben der EtherCAT-Master-Baugruppe auch mit je einem "EtherCAT-Slave für b maXX PLC" ausgerüstet werden, oder eben gleich mit einer Cluster-Baugruppe.

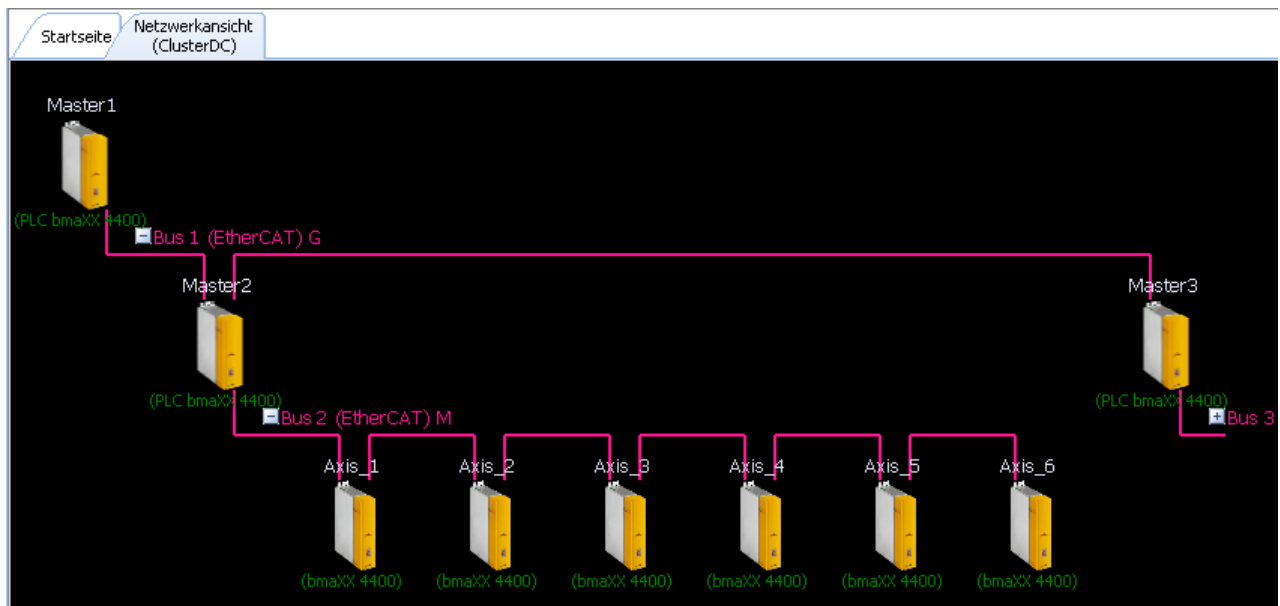


Abbildung 41: Beispiel einer Konfiguration mit 3 Master

Die Konfiguration ist komplex und erfordert daher Überblick und einige Überlegung. Sie wird aber durch Assistenten in ProMaster unterstützt.

Beginnen wir mit dem übergeordneten "Bus 1". Dessen Konfiguration ist trivial und erfolgt so wie in den vorhergehenden Kapiteln beschrieben, da die untergeordneten EtherCAT-Segmente in ihm lediglich durch je einen EtherCAT-Slave (für b maXX PLC) repräsentiert werden. Die Komplexität der tieferen EtherCAT-Segmente ist in ihm nicht sichtbar. Zu beachten ist lediglich, dass die Synchronisationsmethode "Distributed Clocks" gewählt wird.

Gleiches lässt sich vom untergeordneten "Bus 2" sagen. Der EtherCAT-Master im Gerät "Master 2" und sein Bus kennen die Komplexität der oberen EtherCAT-Segmente ebenfalls nicht.

Der Trick liegt in der Zusammenschaltung mithilfe der Cluster-Baugruppe und der PLC. Nicht vergessen werden sollte die Anbindung der lokalen Achse im Gerät "Master 2".

Vorgehensweise:

- Markieren Sie in der Netzwerkansicht von ProMaster das Gerät "Master".  
Im "Workspace" finden Sie im Bereich "PLC - Steckplatz H [<<Plc-Typ>>]" das Symbol "Synchronisation". Damit startet das ProMaster-Tool "ProSynchronisation".
- Wählen Sie dort unter "Konfiguration" die Standard-Konfiguration "EtherCAT-Cluster mit Distributed Clocks". Im darunter befindlichen Feld "Beschreibung" erscheint nun eine Kurzfassung der folgenden Schritte.

Die Kartenreiter des darunter befindlichen Tab-Controls listen die im Gerät "Master 2" befindlichen Baugruppen auf und ermöglichen den Zugang zu den jeweiligen, jetzt relevanten Synchronisations-Einstellungen der Baugruppen.

Beginnen wir also mit "EtherCAT Slave [Steckplatz G]":

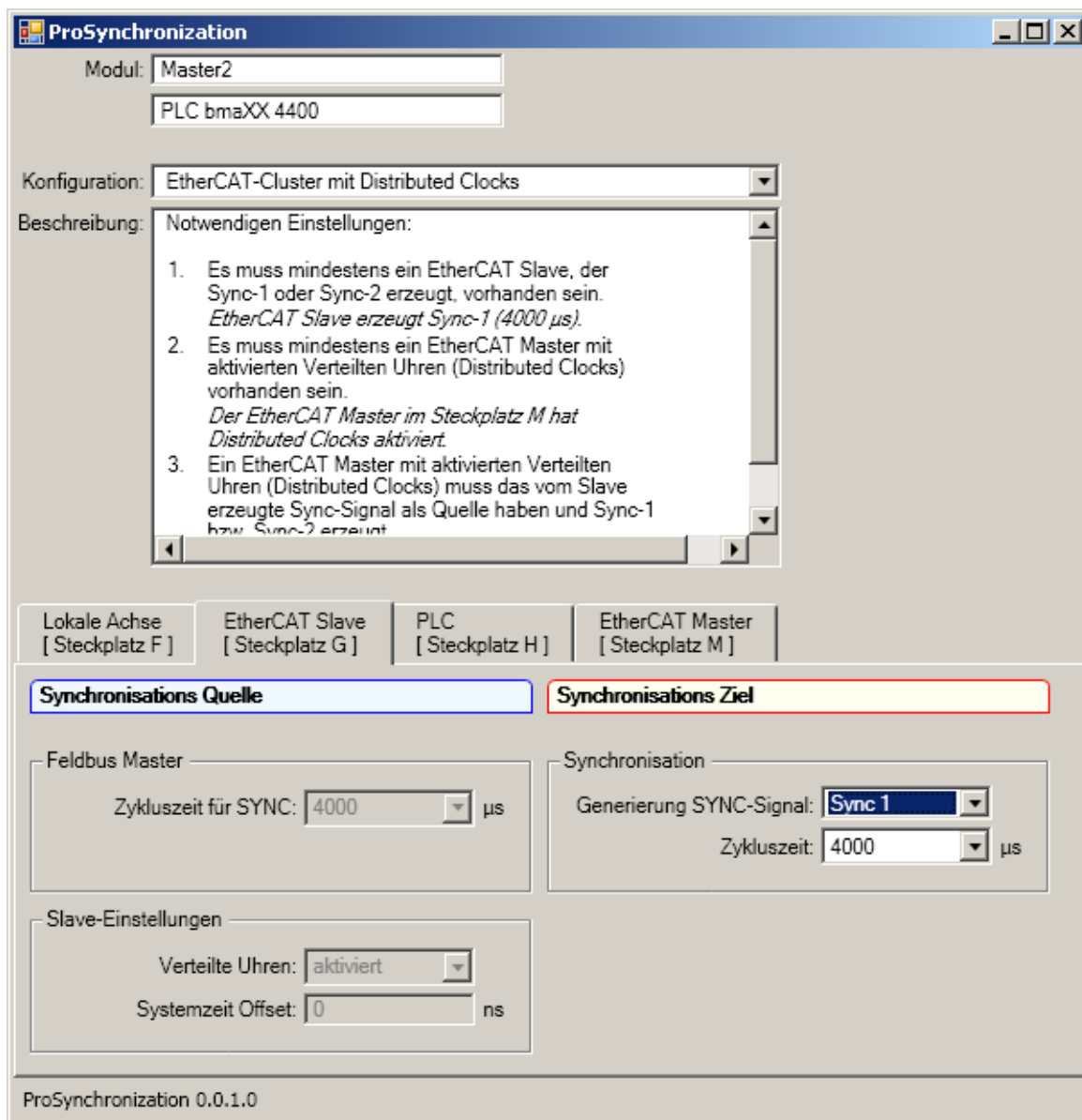


Abbildung 42: ProMaster-Tool "ProSynchronization"

Der linke, grau hinterlegte Bereich zeigt, dass dieser Slave in einen EtherCAT-Bus eingebunden ist, der mittels Distributed Clocks auf ein 4 ms Prozessdatenintervall synchronisiert wird.

Im rechten Bereich stellen wir ein, dass der Slave das Hardware-Signal "Sync 1" generieren soll.

Diese Einstellungen korrespondieren mit den Einstellungen in ProEtherCAT für den Slave im Gerät "Master 2", siehe folgende [Abbildung 43](#). Sie haben also eine Rückwir-

## 7.2 Synchronisation der EtherCAT-Segmente

kung auf die Einstellungen für "Bus 1" und müssen auf dessen EtherCAT-Master abgelegt werden.

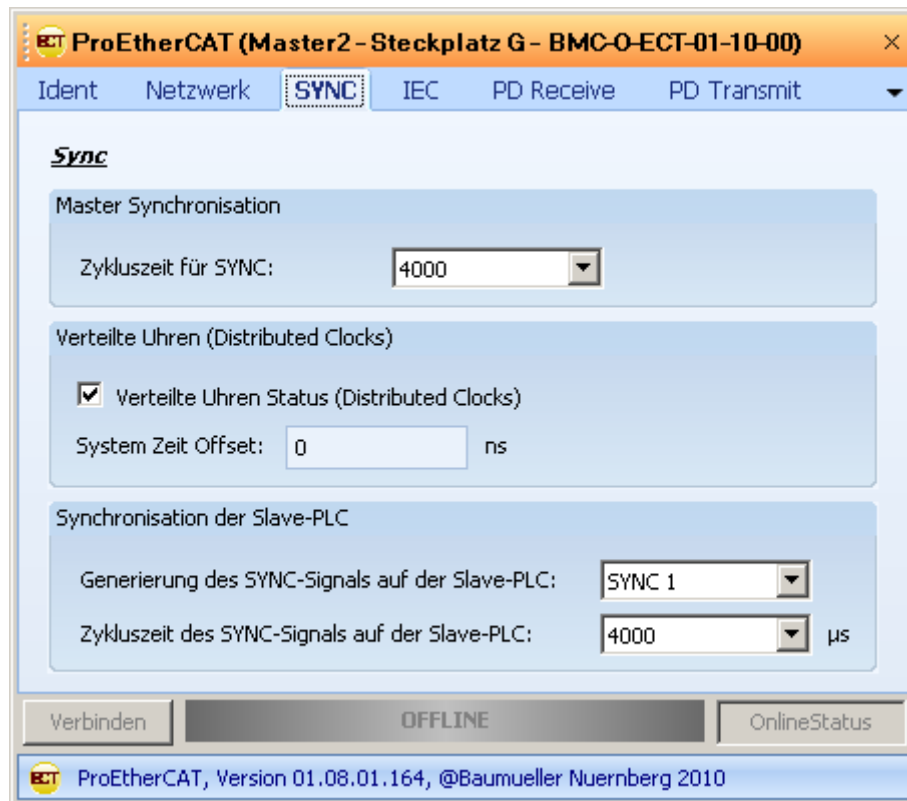


Abbildung 43: SYNC-Einstellung in ProEtherCAT

Wechseln wir nun zum "EtherCAT-Master [Steckplatz M]"

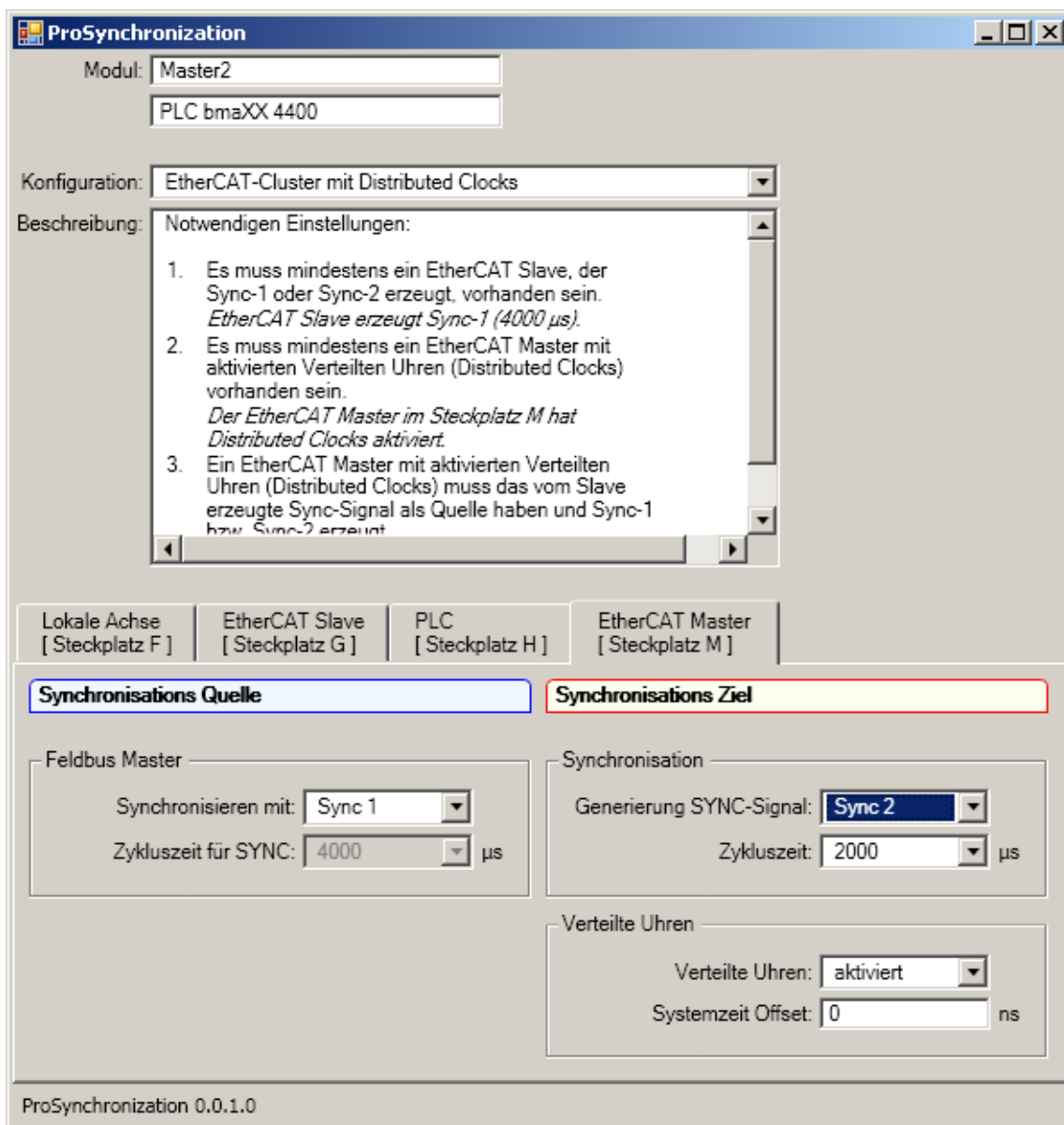


Abbildung 44: ProMaster-Tool "ProSynchronization" Einstellungen Steckplatz M

Auf der rechten Seite stellen wir ein, dass die Baugruppe EtherCAT-Master das Hardware-Signal "Sync 2" im Intervall 2 ms erzeugen soll und dies ebenfalls mit Distributed Clocks auf "Bus 2" weitergeben soll.

Beachten Sie, dass ein Hardware-Signal nur innerhalb eines Gerätes existiert und also nur zwischen den Baugruppen (hier Optionsmodulen) des Gerätes verwendet werden kann.

Die Information (Taktintervall und Synchronisationszeitpunkt) kann aber mittels Distributed Clocks über den EtherCAT-Bus weitergegeben werden. Praktisch läuft es aber auf das Gleiche heraus.

Nun kommt der entscheidende Schritt zur Synchronitäts-Kopplung der beiden EtherCAT-Segmente "Bus 1" und "Bus 2".

Auf der linken Seite stellen wir ein, dass die Baugruppe EtherCAT-Master das Hardware-Signal "Sync 1" als Quelle verwenden soll, um per PLL (Phase-locked loop) das von ihr erzeugte Hardware-Signal "Sync 2" dem "externen" "Sync 1" nachzuführen.

Oder mit anderen Worten: Das vom EtherCAT-Slave erzeugte "Sync 1" ist die lokale Repräsentation (im Gerät "Master 2") eines externen Sync-Signales (von Gerät "Master 1"). Das vom EtherCAT-Master erzeugte "Sync 2" synchronisiert sich darauf. Gibt es eine unerwünschte Abweichung zwischen den Synchronisationszeitpunkten beider Signale, wird das Intervall von "Sync 2" kurzzeitig verlängert oder verkürzt. Dies erfolgt schrittweise, also langsam genug, dass auch die am "Bus 2" angeschlossenen Antriebe folgen können, ohne ihre Synchronität zu verlieren.

Die Kopplung per PLL hat einige Vorteile:

- Beide Signale können ein unterschiedliches Intervall haben (1, 2, 4 oder 8 ms).
- Entkopplung, Aspekt 1: "Sync 2" kann auch ohne "Sync 1" anlaufen. Kommt später dann "Sync 1" hinzu, wird sich "Sync 2" aufsynchronisieren.
- Entkopplung, Aspekt 2: Ein Ausfall von "Sync 1" führt nicht zum Ausfall von "Sync 2". Jedoch werden "Sync 2" und das ursprüngliche Signal auf "Master 1" (Quelle des "Sync 1") langsam auseinanderlaufen. Kommt dann "Sync 1" wieder hinzu, wird sich "Sync 2" aufsynchronisieren.

Wechseln wir nun zur "PLC [Steckplatz H]"



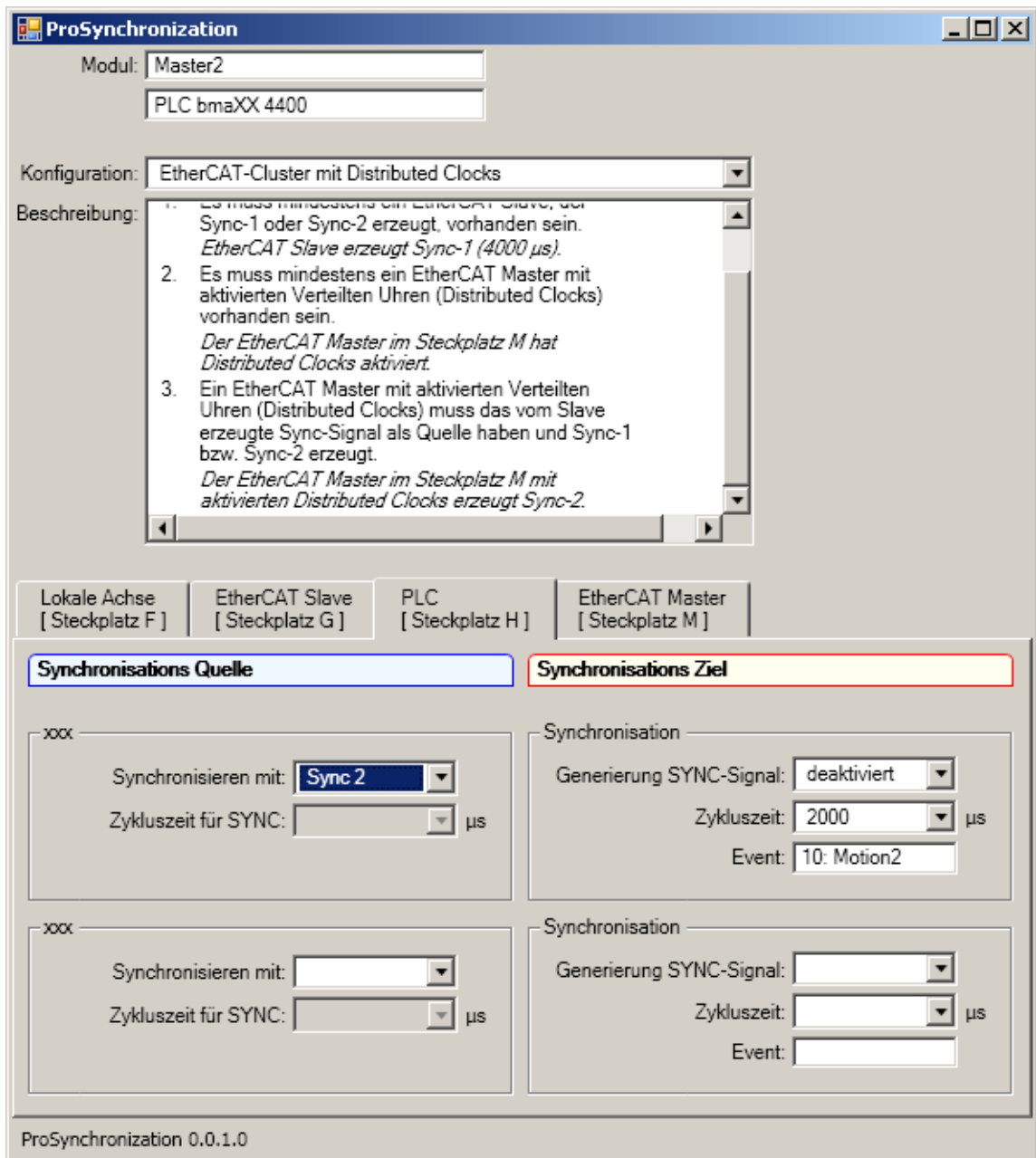


Abbildung 45: ProMaster-Tool "ProSynchronization" Einstellungen Steckplatz H

Die Hauptaufgabe des Anwenderprogrammes in der PLC ist die Steuerung der weitgehend autarken Einheit der sieben Antriebe.

Daher empfiehlt es sich, die Motion Control-Eventtask an das, wie zuvor erläutert, vom EtherCAT-Master erzeugte Hardware-Signal "Sync 2" zu binden. Wobei es zunächst keine Rolle spielt, ob die Task "Motion 1 Event 9" oder "Motion 2 Event 10" benutzt werden.

Damit ist die Konsistenz des IEC-Codes der Task mit der Prozessdatenübertragung auf "Bus 2" sichergestellt. Im Normalfall sind "Sync 2" und "Sync 1" synchron, so dass auch die Prozessdaten des Slaves aus "Bus 1" konsistent erreichbar sind.

## 7.2 Synchronisation der EtherCAT-Segmente

Der Übergangszeitraum des Aufsynchronisierens von "Sync 2" auf "Sync 1" muss aber vom Anwenderprogramm abgefangen werden.

Denkbar wäre auch die Nutzung der zweiten Motion Control-Eventtask mit Anbindung an "Sync 1". In diesem Fall ist dann aber auch die Priorisierung der beiden Tasks zu beachten. Die Task "Motion 1 Event 9" hat (voreingestellt) die höhere Priorität gegenüber "Motion 2 Event 10".

Die Anbindung der lokalen Achse:

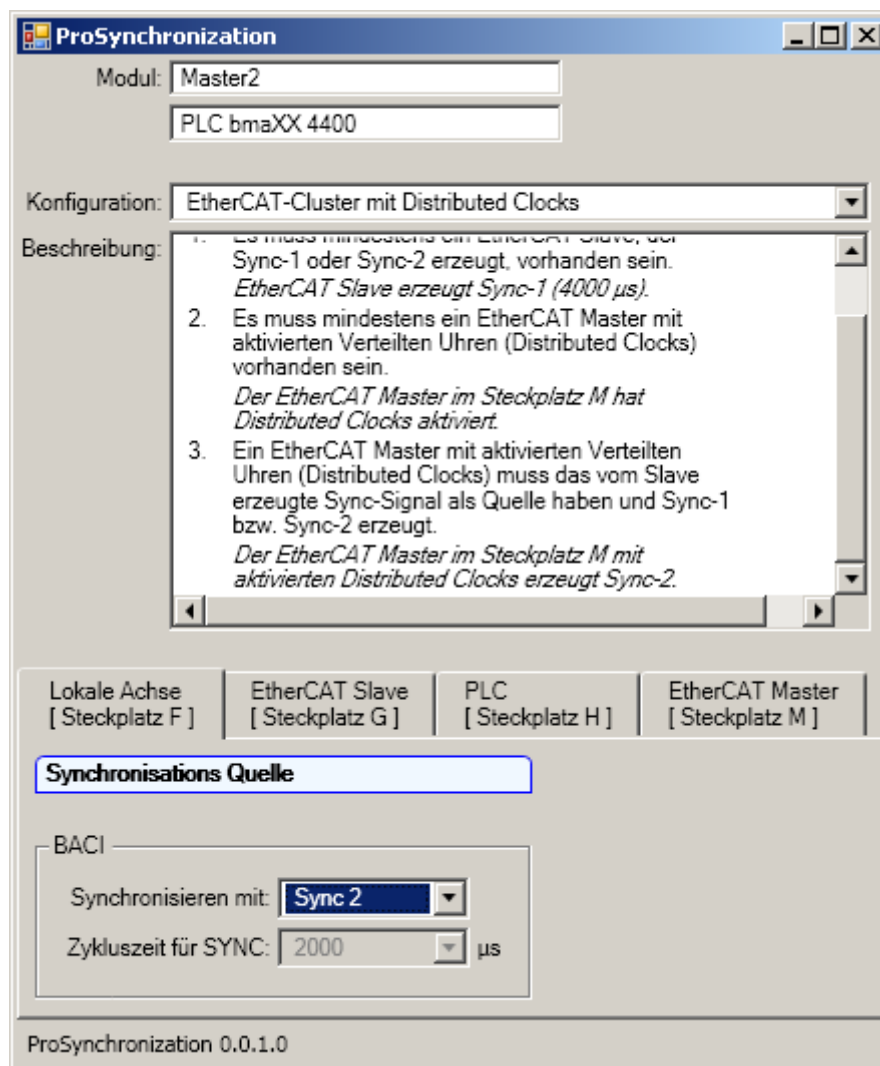


Abbildung 46: ProMaster-Tool "ProSynchronization" Anbindung lokale Achse

Da die Lokale Achse mit den sechs EtherCAT-Achsen eine Einheit bilden soll, ist die Anbindung an das Hardware-Signal "Sync 2" sinnvoll.

Ein weiterer Unterschied der lokalen Achse zu den EtherCAT-Achsen darf nicht vergessen werden. Sie ist zeitlich gesehen enger angebunden, die Verzögerung durch die Feldbusübertragung fehlt.

Die Kompensation dieser fehlenden Verzögerung erfolgt durch Motion Control, wie in den folgenden Abbildungen dargestellt.

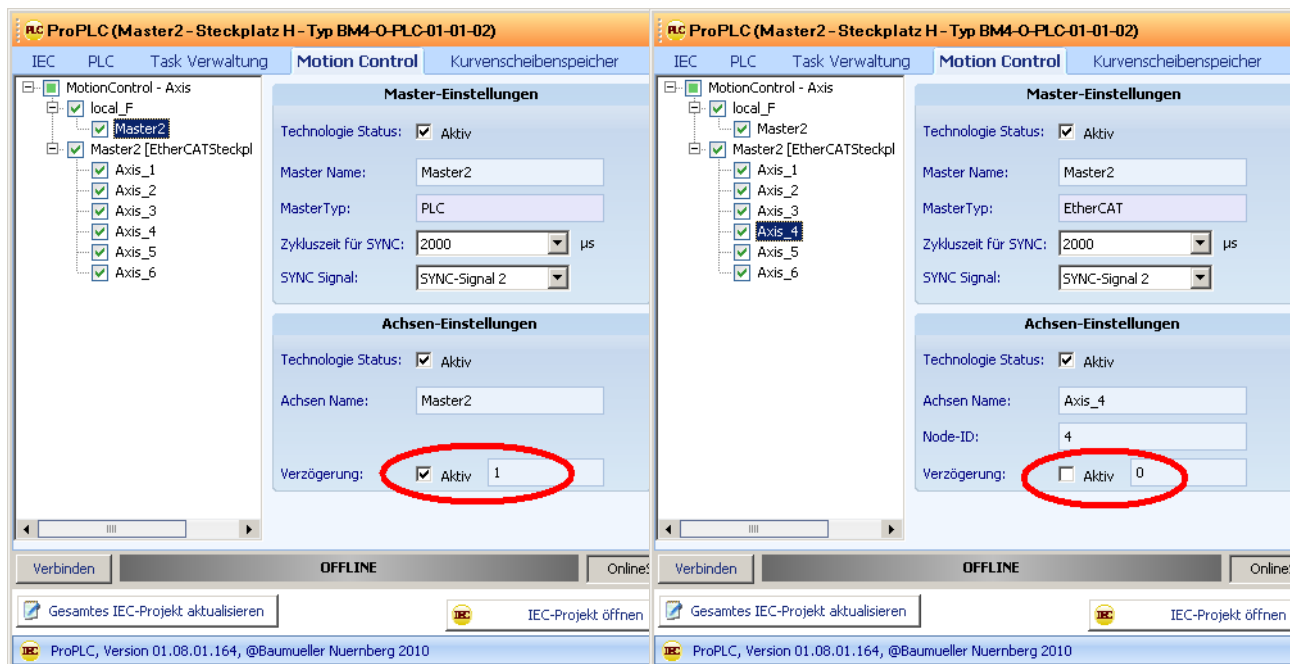


Abbildung 47: ProPLC Motion Control-Einstellungen

Wenn die Sollwertvorgabe der Achspositionen (gemeinsame Leitachse) aus dem Gerät "Master 1" erfolgt, so muss die Lokale Achse des Gerätes "Master 1" um drei Zyklen verzögert werden und über EtherCAT direkt an "Master 1" angeschlossene Achsen mit "EtherCAT-Slave für Regler" müssen um zwei Zyklen verzögert werden. Diese Verzögerungen stellen sicher, dass ein einzelner Leitachs-Sollwert zeitgleich an allen Achsen einer zweistufigen Hierarchie übernommen wird.

Damit wären die Einstellungen zur Kopplung zweier EtherCAT-Segmente abgeschlossen.

Da es sich um tiefgreifende Änderungen im Projekt handelt, sind Exporte / Aktualisierungen zur Hardware bzw. zu ProProg wt III erforderlich:

- ProMaster-Projekt neu erstellen - F9.
- Für alle beteiligten PLC-Komponenten, also neben "Master 2" auch der übergeordnete "Master 1" und falls die Slave-Antriebe mit PLC ausgestattet sind - ProPLC, Seite "IEC", Schaltfläche "Gesamtes IEC-Projekt aktualisieren", Schaltfläche "Download Motion Control" für MCConfig.MC1
- Download der EtherCAT-Konfigurationen - ProEtherCAT, Seite "Download", Schaltfläche "Download".

### 7.3 Prozess-Datenaustausch zwischen den EtherCAT-Segmenten

---

Der Datenaustausch zwischen den EtherCAT-Segmenten erfolgt einerseits typischerweise gefiltert über die b maXX PLC; durch Lesen, Verarbeiten und Schreiben im Anwenderprogramm in der Motion-Event-Task.

Andererseits können in ProMaster direkte Kopiervorgänge innerhalb der Clusterbaugruppe

- vom Sollwertbereich des übergeordneten EtherCAT-Segmentes (Slave)
- in den Sollwertbereich des untergeordneten EtherCAT-Segmentes (Master)

und umgekehrt

- vom Istwertbereich des untergeordneten EtherCAT-Segmentes (Master)
- in den Istwertbereich des übergeordneten EtherCAT-Segmentes (Slave)

konfiguriert werden (siehe Online-Hilfe "ProMaster", Stichwort "CopyManager").

Vorteil der letztgenannten Methode ist die Entlastung der PLC und die fehlende Verzögerung durch die PLC. Allerdings kann die PLC diese Daten nicht beeinflussen.

### 7.4 EoE-Datenaustausch zwischen den EtherCAT-Segmenten

---

Die Clusterbaugruppe ist ebenso in der Lage, Ethernet-Telegramme, welche ihr Slave-Teil durch den EoE-Tunnel aus dem übergeordneten EtherCAT-Segment empfangen hat, nicht nur an den eigenen TCP/IP-Stack sondern auch an den Master-Teil der Baugruppe und damit an den EoE-Tunnel des untergeordneten EtherCAT-Segmentes weiterzugeben. Der umgekehrte Weg vom "unteren" in das "obere" Segment ist ebenso möglich.

Durch diese Kopplung der beiden EoE-Tunnel ist TCP/IP-basierte Kommunikation - wie in Kapitel 3 beschrieben - auch in kaskadierten EtherCAT-Netzwerken möglich. Zum Beispiel kann in der eingangs beschriebenen Konfiguration aus [▶Abbildung 41◀](#) auf Seite 84 das Gerät "Master1" über X4 seiner Masterbaugruppe BM4-O-ECT-02 mit einem LAN verbunden werden, so dass PCs in diesem LAN mit den entsprechenden Applikationen wie ProProg und ProDrive auf alle für EoE freigegebenen Geräte zugreifen können.

Gleichermaßen könnte ein Servicetechniker vor Ort direkt an Master3 sein Notebook anschließen und alle für EoE freigegebenen Antriebe mit ProDrive erreichen, auch diejenigen unter Master2.

Allerdings sinkt mit jeder Kaskadierungsstufe die Performance der Übertragung.

Eine solche Kopplung ist nicht immer erwünscht. Beispielsweise wenn Geräte sowohl des oberen als auch des unteren EtherCAT-Segmentes mit demselben LAN verbunden sind (...am selben Switch) werden zirkulierende Broadcast-Telegramme die EoE-Tunnel überlasten.

Dieses Feature ist daher zuschalt- bzw. abstellbar in ProEtherCAT, Registerkarte "Netzwerk".



## ANHANG A - ABKÜRZUNGEN

<b>CAN</b>	Controller Area Network	<b>OPC</b>	OLE for Process Control (OLE: Object Linking and Embedding)
<b>CBPB</b>	Controller Based Parallel Bus	<b>PDO</b>	Prozess-Daten-Objekte
<b>CoE</b>	CANopen over EtherCAT	<b>PFD</b>	Probability of Failure on Demand (mittlere Restfehlerwahrscheinlichkeit für einen gefährlichen Fehler bei Anforderung)
<b>CPU</b>	Central Processing Unit	<b>PFH</b>	Probability of Failure per Hour (Restfehlerrate für einen gefährlichen Fehler pro Stunde)
<b>DC</b>	Diagnostic Coverage (Diagnosedeckungsgrad)	<b>PLC</b>	Process loop control, Speicher programmierbare Steuerung, SPS
<b>DPRAM</b>	Dual Ported RAM	<b>PLL</b>	Phase-locked loop (Phasenregelschleife)
<b>DRAM</b>	Dynamic RAM	<b>PROPROG wt II</b>	Tool zur Programmierung der b maXX PLC (BMC-M-PLC-01)
<b>EMV</b>	Elektromagnetische Verträglichkeit	<b>ProProg wt III</b>	Tool zur Programmierung der b maXX PLC (BMC-M-PLC-01 und BMC-M-PLC-02)
<b>EN</b>	Europäische Norm	<b>RAM</b>	Random access memory
<b>ENI-File</b>	von der ETG standardisierte EtherCAT XML Konfigurationsbeschreibung für Master	<b>RISC</b>	Reduced Instruction Set Computers
<b>EoE</b>	Ethernet over EtherCAT	<b>SDO</b>	Service-Daten-Objekte
<b>ESD</b>	Electrostatic sensitive device (elektrostatisch gefährdetes Bauteil, EGB)	<b>SDRAM</b>	Synchronized Dynamic RAM
<b>ESI-File</b>	von der ETG standardisierte EtherCAT XML Gerätebeschreibungen für Slaves	<b>SFF</b>	Safe Failure Fraction (Anteil der Ausfälle, die in den sicheren Zustand führen)
<b>EXT, ext</b>	Extern	<b>SIL</b>	Sicherheits-Integritätslevel (Safety integrity level)
<b>I/O</b>	Input/Output, Eingang und Ausgang	<b>SW</b>	Software
<b>I/O-Bus</b>	Bus für die Eingangs- und Ausgangsmodule (Input module, Output module; I/O)	<b>USS®</b>	Warenzeichen Siemens, universelle serielle Schnittstelle
<b>LAN</b>	lokales Netz (Local Area Network)		
<b>LED</b>	Leuchtdiode		
<b>MTTF<sub>d</sub></b>	Mean Time To Failure (mittlere Zeit bis zu einem gefährlichen Ausfall)		
<b>NAT</b>	Network Address Translation		
<b>NOVRAM</b>	<b>Non-volatile RAM</b>		



# B

## ANHANG B - TABELLEN

### B.1 Übersicht CoE-Objekte des "EtherCAT-Slave für b maXX PLC"

---

<b>0x1000</b>	<b>Bedeutung</b>
<b>0x1008</b>	Device type
<b>0x1009</b>	Manufacturer device name
<b>0x1018</b>	Manufacturer HW Version
<b>0x1100</b>	Identity Object
<b>0x1110</b>	EtherCAT Address
<b>0x1111</b>	virtual MAC Address
<b>0x1600 bis 0x17FF</b>	virtual IP Address info
<b>0x1A00 bis 0x1BFF</b>	RxPDO mapping
<b>0x1C00</b>	TxPDO mapping
<b>0x1C10 bis 0x 1C2F</b>	SM Communication Type
<b>0x1C30 bis 0x 1C4F</b>	SM0..SM31 PDO assignment
<b>0x5E00</b>	SM0..SM31 Parameter
<b>0x5E10</b>	BACI-Konfiguration Prozessdaten Sollwerte 1 (von Master an Slave)
<b>0x6000</b>	BACI-Konfiguration Prozessdaten Istwerte 1 (von Slave an Master)
<b>0x7000</b>	Platzhalter Prozessdaten Istwerte

### B.1.1 Für "b maXX PLC" relevante Standard-Objekte (ETG-definiert)

Die Objekte 0x1000 bis 0x1018 identifizieren einen Slave. Details siehe EtherCAT-Spezifikation.

Die Objekte 0x1100 bis 0x1111 informieren über die aktuellen Einstellungen des Slave und sind derzeit noch nicht implementiert. Details siehe EtherCAT-Spezifikation.

Die Objekte 0x1600 bis 0x17FF (RxPDO mapping) sind von der ETG konform zu CANopen definiert. Details siehe EtherCAT-Spezifikation.

Die Objekte 0x1A00 bis 0x1BFF (TxPDO mapping) sind von der ETG konform zu CANopen definiert. Details siehe EtherCAT-Spezifikation.

#### 0x1C00 - SM Communication Type

Enthält Daten zur Verwendung der SM 1 bis 31.

Index	Subindex	Name	Datentyp	Zugriff	Defaultwert
0x1C00	-	SM Communication Type	Record	-	-
	0	Largest sub-index supported	Unsigned8	ro	4
	1	SM 0	Unsigned8	ro	1 = RxMailbox
	2	SM 1	Unsigned8	ro	2 = TxMailbox
	3	SM 2	Unsigned8	ro	3 = ProcessData Out
	4	SM 3	Unsigned8	ro	4 = ProcessData In

**Subindex 0** gibt die Nummer des letzten gültigen Subindex an.

**Subindex 1** gibt an, dass SM0 für die RxMailbox verwendet wird.

**Subindex 2** gibt an, dass SM1 für die TxMailbox verwendet wird.

**Subindex 3** gibt an, dass SM2 für Sollwerte verwendet wird.

**Subindex 4** gibt an, dass SM3 für Istwerte verwendet wird.

Dieses Objekt ist nur lesbar und ermöglicht Online-Konfiguratoren eine Konfiguration ohne Kenntnis der Gerätebeschreibung-XML-Datei.

#### 0x1C10 - SM0 PDO assignment

fest auf den Wert 0 = not used for PDO, RxMBX

#### 0x1C11 - SM1 PDO assignment

fest auf den Wert 0 = not used for PDO, TxMBX

#### 0x1C12 - SM2 PDO assignment

fest auf den Wert 0x1600 = first RxPDO



**0x1C13 - SM3 PDO assignment**

fest auf den Wert 0x1A00 = first TxPDO

**0x1C14 - SM4 PDO assignment**

fest auf den Wert 0 = not used for PDO

**0x1C15 - SM5 PDO assignment**

fest auf den Wert 0 = not used for PDO

Die Objekte 0x1C10 usw. sind nur lesbar und ermöglichen Online-Konfiguratoren eine Konfiguration ohne Kenntnis der Gerätebeschreibungs-XML-Datei.

**0x1C30 bis 0x1C4F - SM xx Parameter**

Enthält Daten zur Verwendung der SM 1 bis 31 in Verbindung mit der Synchronisation "distributed clocks".

Objekt 0x1C30 beschreibt SM0, 0x1C31 beschreibt SM1, usw..

**HINWEIS!**

Die tatsächlich gültigen Synchronisationseinstellungen werden in den Slave-ASIC-Registern 0980 usw. vom Master eingestellt!

Diese Objekte dienen Informationszwecken:

z. B. kann die SPS-Applikation des Slaves bei Bedarf ermitteln, wie der Master die Synchronisation eingestellt hat (in SAFEOP und OPERATIONAL).

z. B. ermöglichen sie Online-Konfiguratoren, welche das Objektverzeichnis browsen, eine Konfiguration ohne Kenntnis der Gerätebeschreibungs-XML-Datei wenn ein anderes Tool diese Objekte zuvor entsprechend der Applikation des Slaves eingestellt und im Slave remanent gespeichert hat (vom "EtherCAT-Slave für b maXX PLC" in Step 1 nicht unterstützt) oder der Slave sie unabhängig von der Applikation fest vorgeben kann (unsere Default-Einstellung = FREERUN).

Die Firmware des Slaves setzt die Werte dieses Objekts im Übergang PREOP -> SAFEOP entsprechend der tatsächlich verwendeten Registereinstellung.

Die Firmware des Slaves und der ASIC des Slaves verwenden diese Objekte nicht.

Index	Subindex	Name	Datentyp	Zugriff	Defaultwert
<b>0x1C30 - 0x1C4F</b>	-	SM xx Parameter	Record	-	-
	0	Largest sub-index supported	Unsigned8	ro	3
	1	SM xx Synchronization type	Unsigned16	rw	0 = FREERUN
	2	SM xx Cycle Time	Unsigned32	rw	0
	3	SM xx Shift Time	Unsigned32	rw	0

**Subindex 0** gibt die Nummer des letzten gültigen Subindex an.

**Subindex 1** gibt den Synchronisationstyp an.

SYNCTYPE_FREERUN	0x0000
SYNCTYPE_SYNCHRON	0x0001
SYNCTYPE_DCSYNC0	0x0002
SYNCTYPE_DCSYNC1	0x0003
SYNCTYPE_SM2INT	0x0022
SYNCTYPE_SM3INT	0x0023

**Subindex 2** enthält die Cycle Time in ns.

**Subindex 3** enthält die Shift Time in ns.

### B.1.2 Baumüller-definierte Objekte

#### 0x5E00 BACI-Konfiguration - Prozessdaten Sollwerte 1 (von Master an Slave)

Enthält die Konfiguration der vom Master gesendeten Prozessdaten - Konfiguration 1. Dieses Objekt entspricht in seinem Aufbau dem Master-Objekt 0x2300 (neue Definition!). Wird dieses Objekt nicht vom Master in PREOP geschrieben, gelten die Default-Werte.

Index	Subindex	Name	Datentyp	Zugriff	Defaultwert	Bemerkung
<b>0x5E00</b>	-	Processdata Transmit Konfig 1	Record	-	-	-
	0	Last valid Sub-Index	Unsigned8	ro	5	
	1	Event of b maXX	Unsigned8	rw	0	
	2	Target address offset for process data (set values) in DPRAM	Unsigned32	rw	0x0001A000	0

Index	Subindex	Name	Datentyp	Zugriff	Defaultwert	Bemerkung
	3	Source address of process data as global EtherCAT-address	Unsigned32	rw	0	0
	4	Size	Unsigned32	rw	0	max. 0x200 Byte
	5	Interval of event in ns	Unsigned32	rw	0	

**Subindex 0** gibt die Nummer des letzten gültigen Subindex an.

**Subindex 1** gibt das Event des b maXX Systems an, auf welches die Übertragung der Prozessdaten synchronisiert wird. Folgende Werte sind möglich:

- 1 Das Optionsmodul generiert BACI-"SYNC-Signal 1", für Event-Tasks unter ProProg wt.
- 2 Das Optionsmodul generiert BACI-"SYNC-Signal 2", für Event-Tasks unter ProProg wt.

**Subindex 2** enthält die Zieladresse für Prozessdaten-Sollwerte im DPRAM. Wird als Byte-Offset zum Beginn des DPRAMs auf MB3.x000000 (x = Steckplatz) angegeben. Zu beachten sind 256 Byte alignment und Überschneidungen mit z. B. Ethernet-Bereich und (Cluster-Karte) EtherCAT-Master-Bereichen!

**Subindex 3** gibt die Quelladresse für Prozessdaten-Sollwerte im globalen, logischen EtherCAT Adressraum an.

**Subindex 4** enthält die Größe des Prozessdatenbereichs in Byte (max. 0x0200 Byte).

**Subindex 5** ist das Intervall des synchronen Events in ns. Die Zeit in ns wird in Vielfachen von 125000 ns (125 µs Auflösung) angegeben. Davon abweichende Werte werden beim Schreiben automatisch an Vielfache von 125000 ns angepasst.

**0x5E10 BACI-Konfiguration - Prozessdaten Istwerte 1 (von Slave an Master)**

Enthält die Konfiguration der vom Slave zu sendenden Prozessdaten - Konfiguration 1. Dieses Objekt entspricht in seinem Aufbau dem Master-Objekt 0x2320 (neue Definition!). Wird dieses Objekt nicht vom Master in PREOP geschrieben, gelten die Default-Werte.

Index	Subindex	Name	Datentyp	Zugriff	Defaultwert	Bemerkung
<b>0x5E10</b>	-	Processdata Receive Konfig 1	Record	-	-	-
	0	Last valid Sub-Index	Unsigned8	ro	5	
	1	Event of b maXX	Unsigned8	rw	0	
	2	Source address offset for process data (actual values) in DPRAM	Unsigned32	rw	0x0001A400	0
	3	Target address of process data as global EtherCAT-address	Unsigned32	rw	0	0

Index	Subindex	Name	Datentyp	Zugriff	Defaultwert	Bemerkung
	4	Size	Unsigned32	rw	0	max. 0x200 Byte
	5	Interval of event in ns	Unsigned32	rw	0	

**Subindex 0** gibt die Nummer des letzten gültigen Subindex an.

**Subindex 1** gibt das Event des b maXX Systems an, auf welches die Übertragung der Prozessdaten synchronisiert wird. Folgende Werte sind möglich:

- 1 Das Optionsmodul generiert BACI-"SYNC-Signal 1", für Event-Tasks unter ProProg wt.
- 2 Das Optionsmodul generiert BACI-"SYNC-Signal 2", für Event-Tasks unter ProProg wt.

**Subindex 2** enthält die Quelladresse für Prozessdaten-Istwerte im dpRAM. Wird als Byte-Offset zum Beginn des dpRAMs auf MB3.x000000 (x = Steckplatz) angegeben. Zu beachten sind 256 Byte alignment und Überschneidungen mit z. B. Ethernet-Bereich und (Cluster-Karte) EtherCAT-Master-Bereichen!

**Subindex 3** gibt die Zieladresse für Prozessdaten-Istwerte im globalen, logischen EtherCAT Adressraum an.

**Subindex 4** enthält die Größe des Prozessdatenbereichs in Byte (max. 0x0200 Byte).

**Subindex 5** ist das Intervall des synchronen Events in ns. Die Zeit in ns wird in Vielfachen von 125000 ns (125 µs Auflösung) angegeben. Davon abweichende Werte werden beim Schreiben automatisch an Vielfache von 125000 ns angepasst.

#### 0x6000 - Platzhalter Prozessdaten Istwerte

Dieses Objekt füllt das CoE-Mapping-Objekt 0x1A00 (TxPDO-Mapping, Inputs). Es hat keine weitere Verwendung.

Index	Subindex	Name	Datentyp	Zugriff	Defaultwert	Bemerkung
<b>0x6000</b>	-	Processdata Input area alias	Record	-	-	-
	0	Anzahl Sub-Indices	Unsigned8	ro	32	
	1	Alias Feld 1	Array_16_Byte	ro	0	
	2	Alias Feld 2	Array_16_Byte	ro	0	
	...	...	...	...	...	
	32	Alias Feld 32	Array_16_Byte	ro	0	

**Subindex 0** gibt die Nummer des letzten gültigen Subindex an.

**Subindex 1..32** sind Felder von 16 Byte Größe.

Die erste TxPDO ist durch das Mapping Objekt 0x1A00 fortlaufend mit 0x6000:1 = Feld 1, 0x6000:2 = Feld 2, 0x6000:3 = Feld 3 usw. gefüllt, so dass ein für CoE gültiges PDO-Mapping entsteht.

Das Mapping Objekt 0x1A00 ist pro forma schreibbar (Attribut rw), der "EtherCAT-Slave für b maXX PLC" erlaubt jedoch nur das Schreiben der sowieso vorhandenen Default-Einstellung.

Die Default-Einstellung bewirkt, dass ein Master bzw. Konfigurator, der die Gerätebeschreibungsfeld des "EtherCAT-Slave für b maXX PLC" nicht kennt und stattdessen das Objektverzeichnis browsst, einen Prozessdatenbereich (als Block) von 0x200 = 512 Byte vorfindet.

### 0x7000 - Platzhalter Prozessdaten Sollwerte

Dieses Objekt füllt das CoE-Mapping-Objekt 0x1600 (RxPDO-Mapping, Outputs). Es hat keine weitere Verwendung.

Index	Subindex	Name	Datentyp	Zugriff	Defaultwert	Bemerkung
<b>0x7000</b>	-	Processdata Output area alias	Record	-	-	-
	0	Anzahl Sub-Indizes	Unsigned8	ro	32	
	1	Alias Feld 1	Array_16_Byte	ro	0	
	2	Alias Feld 2	Array_16_Byte	ro	0	
	...	...	...	...	...	
	32	Alias Feld 32	Array_16_Byte	ro	0	

**Subindex 0** gibt die Nummer des letzten gültigen Subindex an.

**Subindex 1..32** sind Felder von 16 Byte Größe.

Die erste RxPDO ist durch das Mapping Objekt 0x1600 fortlaufend mit 0x7000:1 = Feld 1, 0x7000:2 = Feld 2, 0x7000:3 = Feld 3 usw. gefüllt, so dass ein für CoE gültiges PDO-Mapping entsteht.

Das Mapping Objekt 0x1600 ist pro forma schreibbar (Attribut rw), der "EtherCAT-Slave für b maXX PLC" erlaubt jedoch nur das Schreiben der sowieso vorhandenen Default-Einstellung.

Die Default-Einstellung bewirkt, dass ein Master bzw. Konfigurator, der die Gerätebeschreibungsfeld des "EtherCAT-Slave für b maXX PLC" nicht kennt und stattdessen das Objektverzeichnis browsst, einen Prozessdatenbereich (als Block) von 0x200 = 512 Byte vorfindet.

Außer den beiden Alias-Objekten 0x7000 und 0x6000 gibt es keine Slave-CoE-Objekte, welche "pdo-mappable" sind.

Hintergrund-Info:

In den Mapping-Objekten wird (laut CANopen DS301) die Größe in Bit angegeben und es steht nur ein Byte dafür zur Verfügung. -> 0xFF = 255 Bit = 31,875 Byte

Wir sehen die Prozessdaten (RxPDOs, TxPDOs) jedoch als Block, der im Ganzen übertragen wird (vom Bus in das DPRAM zur PLC bzw. umgekehrt).

Weder EtherCAT-Master noch EtherCAT-Slave kennen Struktur oder Semantik der übertragenen Daten (im Gegensatz z. B. zur BM4-O-ECT-01 = Slave für b maXX drive controller).

Dies ist ausschließlich Sache der Applikation (d. h. der PLC-Programme von Slave und Master).

ProMaster legt in beiden PLC-Programmen die Netzwerkvariablen auf dem DPRAM an, richtet die Prozessdatenevent-Tasks ein und konfiguriert EtherCAT entsprechend; den EtherCAT-Master direkt, den EtherCAT-Slave über "Concise DCF" etc.

## B.2 Busdiagnose

TYPE

```
(* *** master status *** AT %MB3.2016672 *)
```

```
ECM_MASTER_STATUS:
```

```
STRUCT
```

```
    b_MasterState      : BYTE;          (* 0x0000 master state *)
    b_MasterHostCmd    : BYTE;          (* 0x0001 last state change command to master *)
    u_MasterAlive      : UINT;          (* 0x0002 alive counter *)
    d_StateFlags       : DWORD;         (* 0x0004 global status flags *)
    d_ErrorFlags       : DWORD;         (* 0x0008 global error flags *)
    d_Reserved_01      : DWORD;         (* 0x000C - not used - *)
    d_ErrorDetail1     : DWORD;         (* 0x0010 error details 1 : e.g. HW=NodeID, LW=ErrorCode *)
    d_ErrorDetail2     : DWORD;         (* 0x0014 error details 2 : e.g. HW=ObjIdx, LW=SubIdx *)
    d_StaMaActual      : DWORD;         (* 0x0018 actual state machine state *)
    d_StaMaStopped     : DWORD;         (* 0x001C last state machine state when aborted *)
    u_BaciIsrAlive     : UINT;          (* 0x0020 alive counter *)
    u_MonitorAlive     : UINT;          (* 0x0022 alive counter *)
    a_UserDataSetIdent : BYTE_16_BMARRAY; (* 0x0024 user data set identification code *)
    d_UserDataSetCrc   : DWORD;         (* 0x0034 reserved for CRC *)
    d_Reserved_02      : DWORD;         (* 0x0038 - not used - *)
    d_Reserved_03      : DWORD;         (* 0x003C - not used - *)
    u_SlavesConfigured : UINT;          (* 0x0040 number of slaves: configured *)
    u_SlavesFound      : UINT;          (* 0x0042 number of slaves: found on bus wire *)
    u_SlavesAssigned   : UINT;          (* 0x0044 number of slaves: assigned *)
    u_SlavesActual     : UINT;          (* 0x0046 number of slaves: monitored *)
    u_SlavesINIT       : UINT;          (* 0x0048 number of slaves: in state INIT *)
    u_SlavesPREOP      : UINT;          (* 0x004a number of slaves: in state PREOP *)
    u_SlavesSAFEOP     : UINT;          (* 0x004c number of slaves: in state SAFEOP *)
    u_SlavesOPERAT     : UINT;          (* 0x004e number of slaves: in state OPERATIONAL *)
```

```
END_STRUCT;          (* size = 0x0050 = 80 dez. *)

(* *** slave status *** *)
ECM_SLAVE_STATUS:
STRUCT
    b_ALState          : BYTE;          (* 0x0000 slave state, register 0x0130 *)
    b_ALSpecific       : BYTE;          (* 0x0001                register 0x0131 *)
    w_GenStatFlags     : WORD;          (* 0x0002 general status flags (e.g. 0020=optional Slave
                                         missing) *)
    d_GenErrFlags      : DWORD;         (* 0x0004 general error flags (e.g.
                                         00000010=mandatory Slave missing,
                                         00020000=emergency) *)
    b_PortLinkStatus   : BYTE;          (* 0x0008 port link status, register 0x0111
                                         (e.g. 5a=middle Slave, 56=last Slave) *)
    b_Fill101          : BYTE;          (* 0x0009 - reserved - *)
    w_Fill102          : WORD;          (* 0x000a - reserved - *)
END_STRUCT;

ECM_SLAVE_STATES     : ARRAY [0..1024] OF ECM_SLAVE_STATUS; (* AT %MB3.2027648 *)

END_TYPE
```







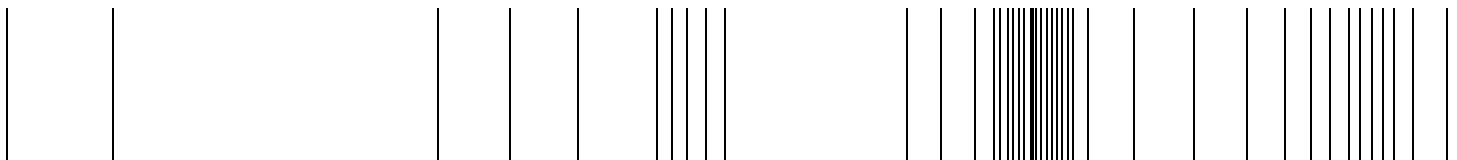
# Index

<b>A</b>		<b>N</b>	
Adresse		Netzwerkkarte	27
physikalisch	59	Netzwerkstruktur	19
<b>B</b>		<b>O</b>	
BACI-Konfiguration	98	Objekte	
Bedarfsdaten	81	Baumüller-definiert	98
Begriffe		Standard	96
Definition	9	<b>P</b>	
Betriebszustände	50	PLL	88
Bufferumschaltung	80	ProMaster	57, 60
Bypass-Event-Task	79	Inbetriebnahme	50
<b>C</b>		Katalog	40
Cluster-Baugruppe	83	Konfiguration EtherCAT-Master	40
CoE (CANopen over EtherCAT)	58	ProPLC	64
CoE-Emergencies	78	Protokoll	34
<b>D</b>		Prozessdatenzugriff	54, 78
Diagnose LEDs	77	<b>R</b>	
Dip-Schalter	21, 25	Register	
SW13100 und SW13000	21	"Ident"	67
Distributed Clocks	35, 60	"IEC"	72
Download	75	"Netzwerk"	68
DPRAM-Interface	12, 16	"PD Receive"	70
Drehschalter	21	"PD Transmit"	71
<b>E</b>		"SYNC"	68
Einleitung	5	<b>S</b>	
EoE (Ethernet over EtherCAT)	34, 58	Standard-Objekte	96
EtherCAT	33	Subnetzmaske	20, 23
Ethernet over EtherCAT	34	Synchronisierung	57
Ethernet-TCP/IP		<b>T</b>	
ProProg wt III	31	TCP/IP-Einstellungen	
<b>F</b>		mit ProMaster	27
Frei positionierbare Slaves	38	TCP/IP-Kommunikationsverbindungen	19
<b>I</b>		Telegramm	34
IEC 61131-Anwenderprogramm	46, 47	<b>V</b>	
Busdiagnose	55	Versionsabfrage	
Prozessdaten-Zugriff	54	im Anwenderprogramm der PLC	14
IEC Projekt in ProMaster	63	in ProMaster	13
Initialisierung	58	<b>W</b>	
IP-Adresse	23	Windows-Betriebssystem	27
fest	25	<b>X</b>	
variabel	25	XML Gerätebeschreibung	44
IP-Adressen an EoE-Slaves	47		
<b>K</b>			
Katalog ProMaster	40		
Kommunikationseinstellungen	64		
Konfiguration			
EtherCAT-Cluster	84		





**be in motion**



Baumüller Nürnberg GmbH Ostendstraße 80-90 90482 Nürnberg T: +49(0)911-5432-0 F: +49(0)911-5432-130 [www.baumueller.de](http://www.baumueller.de)

Alle Angaben in dieser Betriebsanleitung sind unverbindliche Kundeninformationen, unterliegen einer ständigen Weiterentwicklung und werden fortlaufend durch unseren permanenten Änderungsdienst aktualisiert. Bitte beachten Sie, dass Angaben/Zahlen/Informationen aktuelle Werte zum Druckdatum sind.  
Zur Ausmessung, Berechnung und Kalkulationen sind diese Angaben nicht rechtlich verbindlich. Bevor Sie in dieser Betriebsanleitung aufgeführte Informationen zur Grundlage eigener Berechnungen und/oder Verwendungen machen, informieren Sie sich bitte, ob Sie den aktuellsten Stand der Informationen besitzen.  
Eine Haftung für die Richtigkeit der Informationen wird daher nicht übernommen.