

INTELLIGENT DRIVESYSTEMS, WORLDWIDE SERVICES

EtherCAT®

EtherNet/IP™

ETHERNET  
POWERLINK

PROFI®  
NET



BU 0620 – de

Industrial Ethernet

Zusatzanleitung für Baureihe SK 500P







## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>8</b>
1.1	Allgemeines .....	8
1.1.1	Dokumentation .....	8
1.1.2	Dokumenthistorie.....	8
1.1.3	Urheberrechtsvermerk .....	8
1.1.4	Herausgeber.....	8
1.1.5	Zu diesem Handbuch .....	9
1.2	Mitgelte Dokumente .....	9
1.3	Darstellungskonventionen.....	9
1.3.1	Warnhinweise .....	9
1.3.2	Andere Hinweise .....	9
1.3.3	Textauszeichnungen .....	10
1.3.4	Abkürzungen .....	11
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>13</b>
2.1	NORD-Systembus.....	14
2.1.1	Beschreibung.....	14
2.1.2	Teilnehmer am NORD-Systembus .....	15
2.1.3	Fernwartung .....	16
2.2	EtherCAT-Grundlagen .....	17
2.2.1	Eigenschaften.....	17
2.2.2	Topologie.....	17
2.2.3	Busprotokoll.....	18
2.2.4	Hot-Connect-Funktion .....	18
2.2.5	NMT-Zustandsmaschine .....	19
2.2.6	Prozessdatenübertragung .....	19
2.2.6.1	Prozessdatentelegramme .....	19
2.2.7	Parameterdatenübertragung.....	20
2.2.7.1	EtherCAT-Parameter (CoE-Verzeichnis)	20
2.2.7.2	SDO-Fehlercodes .....	21
2.3	EtherNet/IP-Grundlagen.....	22
2.3.1	Eigenschaften.....	22
2.3.2	Topologie.....	23
2.3.3	Busprotokoll.....	24
2.3.4	Prozessdatenübertragung .....	25
2.3.4.1	Assembly Objekt .....	25
2.3.5	Parameterdatenübertragung.....	26
2.4	POWERLINK-Grundlagen.....	28
2.4.1	Eigenschaften.....	28
2.4.2	Topologie.....	29
2.4.3	Busprotokoll.....	30
2.4.3.1	Vorgeschriebene POWERLINK-Adressbereiche	32
2.4.4	NMT-Zustandsmaschine .....	33
2.4.5	Prozessdatenübertragung .....	34
2.4.6	Parameterdatenübertragung.....	36
2.4.7	SDO-Fehlercodes .....	38
2.5	PROFINET IO-Grundlagen .....	39
2.5.1	Eigenschaften.....	39
2.5.2	Topologie.....	40
2.5.3	Busprotokoll.....	41
2.5.4	Struktur der Nutzdaten .....	46
2.5.5	Prozessdatenübertragung .....	48
2.5.5.1	Prozessdatentelegramme .....	49
2.5.6	Parameterdatenübertragung.....	51
2.5.6.1	Ablauf des azyklischen Parameterdatenaustauschs (Records)	52
2.5.6.2	Datensätze für azyklische Parameteraufträge	53
2.5.6.3	Format der Datensätze .....	54
2.5.6.4	Beispiele für Datensatzübertragung	58
<b>3</b>	<b>Ersteinrichtung</b> .....	<b>61</b>
3.1	Inbetriebnahme des NORD-Systembusses .....	61
3.2	Feldbus anschließen .....	63

3.3	Feldbusprotokoll einstellen.....	64
3.4	Gerätebeschreibungsdatei installieren.....	64
3.5	EtherNet/IP einrichten.....	65
3.5.1	Automatische Geräteerkennung.....	65
3.5.2	EtherNet/IP-Feldbusadresse.....	65
3.6	EtherCAT einrichten.....	67
3.6.1	Automatische Geräteerkennung.....	67
3.6.2	EtherCAT-Feldbusadresse.....	68
3.7	POWERLINK einrichten.....	69
3.7.1	Automatische Geräteerkennung.....	69
3.7.2	Initialisierung der Parameter.....	69
3.7.3	POWERLINK-Feldbusadresse.....	70
3.8	PROFINET IO einrichten.....	71
3.8.1	Frequenzrichter adressieren.....	71
3.8.2	Datenformat der Prozessdaten festlegen.....	73
3.9	Beispiel: Inbetriebnahme eines Systembus-Netzwerks.....	73
<b>4</b>	<b>Parameter.....</b>	<b>75</b>
4.1	NORD-Standardparameter.....	76
4.2	Feldbuspezifische Standardparameter.....	77
4.2.1	EtherCAT-Standardparameter.....	77
4.2.2	EtherNet/IP-Standardparameter.....	78
4.2.3	POWERLINK-Standardparameter.....	80
4.2.4	PROFINET IO-Standardparameter.....	82
4.3	NORD-Informationsparameter.....	84
4.4	Feldbuspezifische Informationsparameter.....	86
4.4.1	EtherNet/IP-Informationsparameter.....	86
4.4.2	POWERLINK-Informationsparameter.....	87
4.4.3	PROFINET IO-Informationsparameter.....	88
4.5	Parametereinstellungen am Frequenzrichter.....	90
<b>5</b>	<b>Fehlerüberwachung und Störungsmeldungen.....</b>	<b>92</b>
5.1	Überwachungsfunktionen für Busbetrieb.....	92
5.2	Störungsmeldungen zurücksetzen.....	93
5.3	Störungsmeldungen – allgemeine Kommunikationsstörungen.....	94
5.4	Störungsbehandlung – Industrial Ethernet.....	95
5.4.1	POWERLINK.....	95
5.4.1.1	Fehlerüberwachung über Frequenzrichter.....	95
5.4.1.2	Fehlerüberwachung über POWERLINK.....	95
5.4.2	PROFINET IO.....	98
5.5	LEDs.....	99
5.5.1	Gerätespezifische LEDs.....	100
5.5.1.1	LED „DEV“.....	100
5.5.1.2	LED „BUS“.....	100
5.5.2	Status-LEDs Industrial Ethernet.....	101
5.5.2.1	EtherCAT.....	101
5.5.2.2	EtherNet/IP.....	102
5.5.2.3	POWERLINK.....	103
5.5.2.4	PROFINET IO.....	104
<b>6</b>	<b>Zusatzinformationen.....</b>	<b>105</b>
6.1	Datenübertragung.....	105
6.1.1	Einführung.....	105
6.1.1.1	Prozessdaten.....	105
6.1.1.2	Parameterdaten.....	105
6.1.2	Prozessdatenübertragung.....	106
6.1.2.1	Steuerwort.....	106
6.1.2.2	Zustandswort.....	107
6.1.2.3	Zustandsmaschine des Frequenzrichters.....	108
6.1.2.4	Sollwerte und Istwerte.....	112
6.1.3	Beispiel für Sollwertvorgabe.....	114
6.2	Topologien im Überblick.....	115
6.2.1	Linientopologie.....	115
6.2.2	Sterntopologie.....	116
6.2.3	Ringtopologie.....	117
6.2.4	Baumtopologie.....	118

<b>7</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>119</b>
	7.1 Servicehinweise .....	119
	7.2 Dokumente und Software.....	120

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel für den Aufbau eines NORD-Systembusses .....	14
Abbildung 2: Fernwartung über das Internet (schematische Darstellung) .....	16
Abbildung 3: EtherCAT-Telegramm.....	18
Abbildung 4: NMT-Zustandsmaschine.....	19
Abbildung 5: EtherNet/IP-Anpassung an das OSI-Schichtenmodell.....	22
Abbildung 6: Ethernet-Telegramm (Mindeststrahlenlänge 64 Byte).....	24
Abbildung 7: POWERLINK-Anpassung an das OSI-Schichtenmodell.....	28
Abbildung 8: Ethernet-Telegramm (Mindeststrahlenlänge 64 Byte).....	30
Abbildung 9: POWERLINK-Übertragungszyklus .....	31
Abbildung 10: NMT-Zustandsmaschine.....	33
Abbildung 11: PROFINET IO-Kommunikation über Application Relation AR .....	40
Abbildung 12: PROFINET IO-Telegramm (Kommunikation innerhalb eines Subnetzes) .....	41
Abbildung 13: PROFINET IO-Datenzykluszeiten.....	43
Abbildung 14: Aufbau Nutzdatenbereich – Telegrammverkehr .....	46
Abbildung 15: Beispiel – PROFINET IO-Gerätmodell.....	48
Abbildung 16: Ablauf des azyklischen PROFINET IO-Parameterdatenaustauschs.....	52
Abbildung 17: Beispiel zur Einstellung der Überwachungsparameter .....	93
Abbildung 18: LEDs – Statusanzeigen am Gerät .....	99
Abbildung 19: Zustandsmaschine des Frequenzumrichters .....	108
Abbildung 20: Linientopologie (Beispiel).....	115
Abbildung 21: Sterntopologie (Beispiel).....	116
Abbildung 22: Ringtopologie (Beispiel).....	117
Abbildung 23: Baumtopologie (Beispiel).....	118

# 1 Einleitung

## 1.1 Allgemeines

### 1.1.1 Dokumentation

Bezeichnung:	<b>BU 0620</b>
Materialnummer:	<b>6076201</b>
Reihe:	<b>Buskommunikation mit dem NORDAC PRO, SK 550P</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EtherCAT®</li> <li>• Ethernet/IP®</li> <li>• POWERLINK</li> <li>• PROFINET® IO</li> </ul>

### 1.1.2 Dokumenthistorie

Ausgabe	Bestellnummer	Softwareversion	Bemerkungen
<b>BU 0620</b> , Mai 2019	<b>6076201</b> / 1819	V 1.0 R0	• Erste Ausgabe
<b>BU 0620</b> , März 2020	<b>6076201</b> / 1020	V 1.1 R1	• Fehlerkorrekturen

### 1.1.3 Urheberrechtsvermerk

Das Dokument ist als Bestandteil des hier beschriebenen Gerätes bzw. der hier beschriebenen Funktionalität jedem Nutzer in geeigneter Form zur Verfügung zu stellen.

Jegliche Bearbeitung oder Veränderung des Dokuments ist verboten.

### 1.1.4 Herausgeber

#### Getriebebau NORD GmbH & Co. KG

Getriebebau-Nord-Straße 1  
22941 Bargteheide, Germany

<http://www.nord.com/>

Fon +49 (0) 45 32 / 289-0

Fax +49 (0) 45 32 / 289-2253

### 1.1.5 Zu diesem Handbuch

Dieses Handbuch soll Ihnen bei der Integration eines Frequenzumrichters vom Typ NORDAC PRO, SK 550P der Getriebebau NORD GmbH & Co. KG in ein Feldbussystem helfen. Es richtet sich an Elektrofachkräfte, die das Feldbussystem projektieren, installieren und einrichten. Die in diesem Handbuch enthaltenen Informationen setzen voraus, dass die mit der Arbeit betrauten Elektrofachkräfte mit der Technologie des Feldbussystems und speicherprogrammierbarer Steuerungen (SPS) vertraut sind.

Dieses Handbuch enthält ausschließlich Informationen und Beschreibungen der Frequenzumrichter der Getriebebau NORD GmbH & Co. KG. Es enthält keine Beschreibung der Steuerung und der benötigten Konfigurationssoftware anderer Hersteller.

## 1.2 Mitgeltende Dokumente

Dieses Handbuch ist nur zusammen mit der Betriebsanleitung des eingesetzten Frequenzumrichters ([BU 0600](#)) gültig. Nur mit diesen Dokumenten stehen alle für die sichere Einbindung in ein Feldbussystem und die sichere Inbetriebnahme erforderlichen Informationen zur Verfügung.

Die aktuellen Fassungen der betreffenden Dokumente finden Sie unter [www.nord.com](http://www.nord.com).

## 1.3 Darstellungskonventionen

### 1.3.1 Warnhinweise

#### **GEFAHR**

Kennzeichnet eine unmittelbar drohende Gefahr, die zum Tod bzw. zu schwersten Verletzungen führt, wenn sie nicht vermieden wird.

#### **WARNUNG**

Kennzeichnet eine gefährliche Situation, die zum Tod bzw. zu schwersten Verletzungen führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.

#### **VORSICHT**

Kennzeichnet eine gefährliche Situation, die zu leichten Verletzungen führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.

#### **ACHTUNG**

Kennzeichnet eine Situation, die zu Schäden am Produkt oder der Umgebung führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.

### 1.3.2 Andere Hinweise

#### **Information**

Kennzeichnet Anwendungstipps und besonders wichtige Informationen zur Gewährleistung der Betriebssicherheit.

### 1.3.3 Textauszeichnungen

Zur Unterscheidung verschiedener Informationsarten gelten die folgenden Auszeichnungen:

#### Text

Art der Information	Beispiel	Auszeichnung
Handlungsanweisung	1. 2.	Handlungsanweisungen, deren Reihenfolge beachtet werden muss, sind durchnummeriert.
Aufzählungen	•	Aufzählungen sind mit einem Punkt gekennzeichnet.
Parameter	<b>P850</b>	Parameter sind durch ein vorangestelltes „P“, eine dreistellige Nummer und Fettschrift gekennzeichnet.
Arrays	[-01]	Elemente von Arrays sind durch eckige Klammern gekennzeichnet.
Werkseinstellungen	{ 0,0 }	Werkseinstellungen sind durch geschweifte Klammern gekennzeichnet.
Softwarebeschreibung	„Abbrechen“	Menüs, Felder, Fenster, Schaltflächen und Registerkarten sind durch Anführungszeichen und Fettschrift gekennzeichnet.

#### Zahlen

Art der Information	Beispiel	Auszeichnung
Binäre Zahlen	100001b	Binäre Zahlen sind durch das nachgestellte „b“ gekennzeichnet.
Hexadezimale Zahlen	0000h	Hexadezimale Zahlen sind durch das nachgestellte „h“ gekennzeichnet.

#### Verwendete Symbole

Art der Information	Beispiel	Auszeichnung
Querverweis	 Kapitel 2 "Grundlagen"	Interner Querverweis: Ein Mausklick auf den Text ruft die angegebene Stelle im Dokument auf.
	 Zusatzhandbuch	Externer Querverweis.
Hyperlink	<a href="http://www.nord.com/">http://www.nord.com/</a>	Verweise auf externe Webseiten sind blau und unterstrichen dargestellt. Ein Mausklick ruft die Webseite auf.

## 1.3.4 Abkürzungen

In diesem Handbuch verwendete Abkürzungen:

Abkürzung	Bedeutung
AG	Absolutwertgeber
AK	Auftragskennung/Antwortkennung
AR	Application Relation, Anwendungsbeziehung
ASnd	Asynchronous Send (asynchrones Senden), POWERLINK-Telegrammtyp, der SDO- oder NMT-Nachrichten enthält
CAN	Controller Area Network
CIP	Common Industrial Protocol, Anwendungsprotokoll von EtherNet/IP
CN	Controlled Node, Slave am POWERLINK-Feldbus
CoE	CAN over EtherCAT
CR	Communication Relation, Kommunikationsbeziehung
DAP	Device Access Point
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol, Kommunikationsprotokoll zum Verwalten von IP-Adressen in einem Netzwerk
DIP	Dual In-line Package (= zweireihiges Gehäuse), kompakter Schalterblock
DLR	Device Level Ring, EtherNet/IP-Option für Ringtopologie
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
FU	Frequenzumrichter
HMI	Human-Machine Interface – Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine
ID	Identifizier, Kennung
IGBT	Insulated-Gate Bipolar Transistor, bipolarer Isolierschicht-Transistor (Halbleiterbauelement)
IND	Index
IP	Internetprotokoll
I/O	Input, Output
IW	Istwert
MN	Managing Node, POWERLINK-Busmaster (SPS, Industrie-PC) zur Steuerung der Datenübertragung
NMT	Network Management
PDO	Process Data Object, Prozessdatenobjekt
PKE	Parameterkennung
PKW	Parameterkennung-Wert
PNU	Parameternummer
PPO	Parameter/Process Data Object, Parameter-/Prozessdatenobjekt
PReq	Poll Request, zyklische Daten vom CN abrufen
Pres	Poll Response, zyklische Daten des CN senden
PWE	Parameterwert
PZD	Prozessdaten
Rx	Receive, Empfangen

Abkürzung	Bedeutung
SDO	Service Data Object, Servicedatenobjekt
SoA	Start of Asynchronous, Start der asynchronen Phase signalisieren
SoC	Start of Cycle, Start eines neuen Übertragungszyklus
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
STW	Steuerwort
SW	Sollwert
TCP	Transmission Control Protocol, Übertragungssteuerungsprotokoll
Tx	Transmit, Senden
UCMM	Unconnected Message Manager, Funktion eines EtherNet/IP-Busteilnehmers zum Senden und Empfangen von Explicit Messages
UDP	User Datagram Protocol
USS	Universelle serielle Schnittstelle
ZSW	Zustandswort

## 2 Grundlagen

Voraussetzung für die Einbindung eines Gerätes in ein Feldbussystem ist eine Schnittstelle, die die Kommunikation zwischen beiden ermöglicht. Diese Schnittstelle besteht aus Hardwarekomponenten (u. A. Elementen zum elektrischen Anschluss an das Feldbussystem sowie einem Kommunikationsprozessor) und einer Firmware, die die Kommunikation des Frequenzumrichters mit dem Feldbusprotokoll erlaubt.

Der Frequenzumrichter *NORDAC PRO*, SK 550P ist mit einer Busschnittstelle für den Anschluss an folgende ethernetbasierte Feldbussysteme ausgestattet:

- EtherCAT
- EtherNet/IP
- POWERLINK
- PROFINET IO

Das unterstützte Feldbusprotokoll wird durch einen Parameter eingestellt.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, mehrere Geräte aus dem Hause NORD über den NORD-Systembus untereinander zu koppeln und somit indirekt in ein übergeordnetes Feldbussystem einzubinden.

## 2.1 NORD-Systembus

### 2.1.1 Beschreibung

Die Kommunikation zwischen verschiedenen Geräten der Getriebefabrik NORD GmbH & Co. KG (Frequenzumrichter und Optionsbaugruppen) und ggf. weiterem Zubehör (Absolutwertgeber) erfolgt über einen eigenen NORD-Systembus. Der NORD-Systembus ist ein CAN-Feldbus, die Kommunikation erfolgt über das CANopen-Protokoll.

Werden an einen Frequenzumrichter mit Feldbusschnittstelle (SK 550P) über den Systembus weitere Geräte angeschlossen, so können diese, auch ohne eigene Feldbusschnittstelle, indirekt in die Feldbuskommunikation eingebunden werden. Es können mehrere Frequenzumrichter über eine SK 550P erreicht werden.

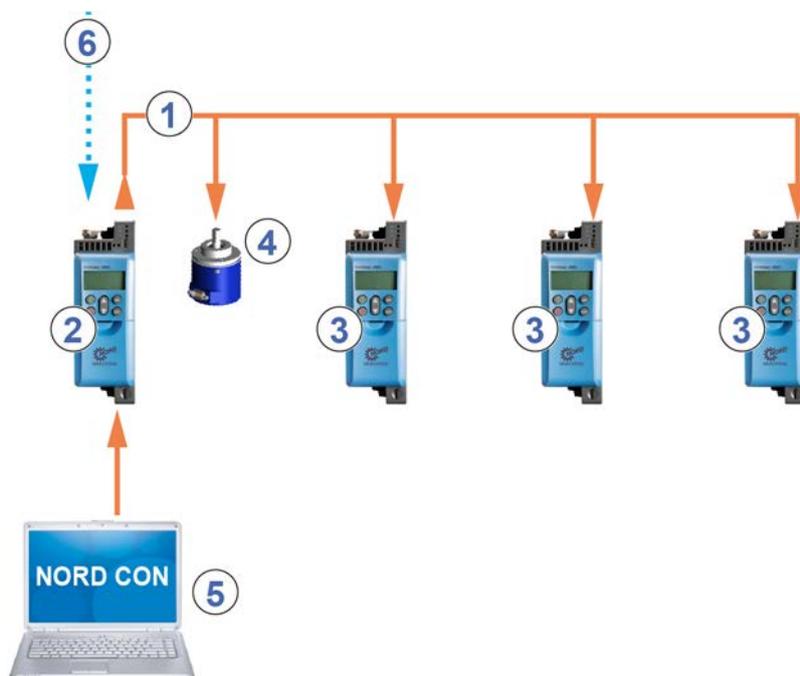


Abbildung 1: Beispiel für den Aufbau eines NORD-Systembusses

Pos.	Beschreibung
1	NORD-Systembus (CAN-Feldbus)
2	Frequenzumrichter mit Feldbusschnittstelle SK 550P
3	Frequenzumrichter SK 5x0P
4	Absolutwertgeber
5	NORDCON-Rechner (auf Windows® basierender PC, auf dem die Parametrier- und Bediensoftware NORDCON installiert ist)
6	Feldbus

### 2.1.2 Teilnehmer am NORD-Systembus

Insgesamt können bis zu 8 Frequenzumrichter mit zugehörigen Absolutwertgebern in den NORD-Systembus eingebunden werden. Allen Teilnehmern am NORD-Systembus muss eine eindeutige Adresse (CAN-ID) zugewiesen werden. Die Adressen der Frequenzumrichter werden mit dem Parameter **P515 CAN-Adresse** eingestellt.

Die Adresse angeschlossener Absolutwertgeber wird über DIP-Schalter eingestellt. Absolutwertgeber müssen einem Frequenzumrichter direkt zugeordnet werden. Dies geschieht über folgende Gleichung:

$$\text{Adresse Absolutwertgeber} = \text{CAN-ID des Frequenzumrichters} + 1$$

Daraus ergibt sich folgende Matrix:

<b>Gerät</b>	FU1 (SP 550P)	AG1	FU2	AG2	...
<b>CAN-ID</b>	32	33	34	35	...

Am ersten und am letzten Teilnehmer im Systembus muss der Abschlusswiderstand aktiviert werden ( Handbuch des Frequenzumrichters). Die Busgeschwindigkeit der Frequenzumrichter muss auf „250 kBaud“ eingestellt werden (**P514 CAN-Baudrate**). Das gilt auch für angeschlossene Absolutwertgeber.

### 2.1.3 Fernwartung

Der Frequenzumrichter und alle am NORD-Systembus angeschlossenen Geräte der Getriebebau NORD GmbH & Co. KG können zu Wartungszwecken auch über LAN oder über das Internet erreicht werden.

#### **i** Information

Bei der Verwendung von EtherCAT ist Fernwartung nicht möglich.

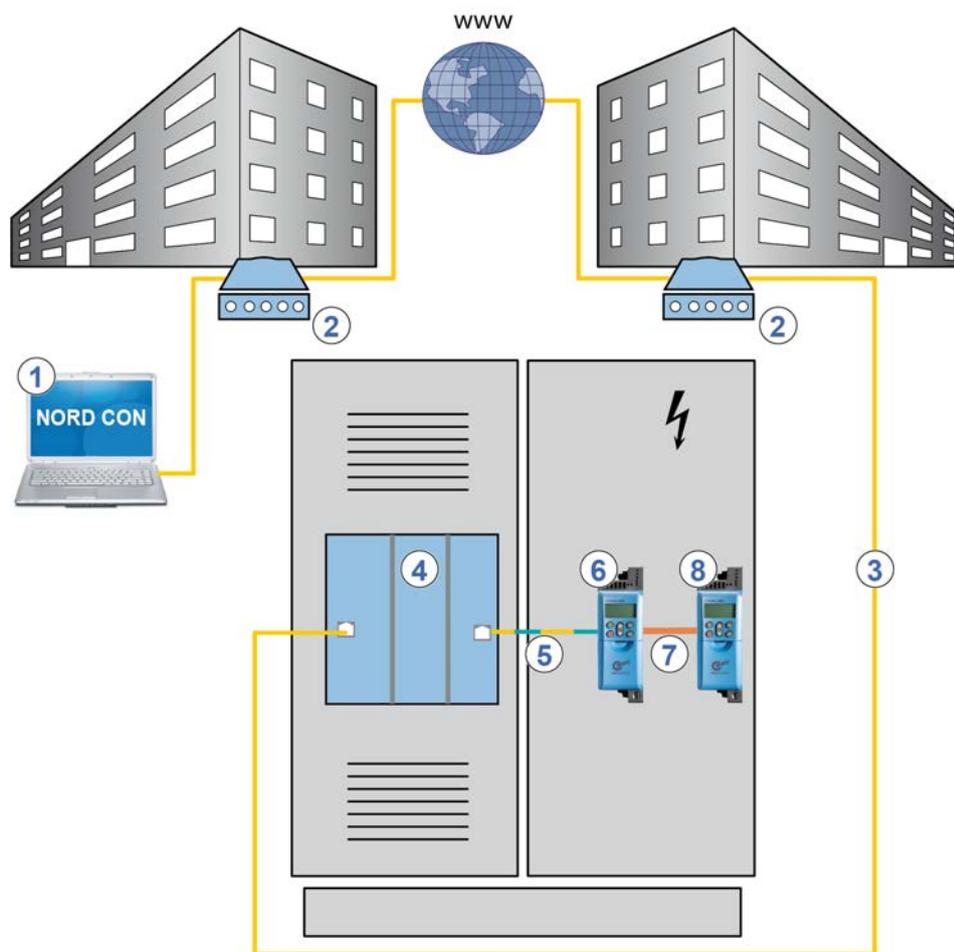


Abbildung 2: Fernwartung über das Internet (schematische Darstellung)

Pos.	Beschreibung
1	NORDCON-Software
2	Modem
3	LAN
4	Feldbus-Gateway oder Busmaster (SPS)
5	Feldbus
6	Frequenzumrichter SK 550P
7	NORD-Systembus
8	NORD-Frequenzumrichter SK 5x0P

### 2.2 EtherCAT-Grundlagen

#### 2.2.1 Eigenschaften

EtherCAT (**E**thernet **C**ontrol **A**utomation **T**echnology) ist ein Echtzeit-Ethernet. Es nutzt Standard-Frames und die physikalischen Schichten aus dem Ethernet Standard IEEE 802.3. EtherCAT ist im Standard IEC 61158 offengelegt.

Jeder Busteilnehmer entnimmt nur die für ihn bestimmten Daten, während ihn das vom Busmaster versendete Telegramm durchläuft. Ebenso werden Ausgangsdaten im Durchlauf in das Telegramm eingefügt. Gleichzeitig wird das Telegramm mit geringfügiger Verzögerung (wenige Nanosekunden) bereits weitergeschickt. Der Busteilnehmer erkennt die für ihn bestimmten Kommandos und führt sie aus. Der letzte Busteilnehmer schickt das bereits vollständig verarbeitete Telegramm zurück, sodass es vom ersten Busteilnehmer – wie ein Antworttelegramm – zur Steuerung gesendet wird.

Eine Adressierung der EtherCAT-Busteilnehmer ist nicht erforderlich, sie erfolgt automatisch durch den Busmaster (SPS) entsprechend der physikalischen Anschlussreihenfolge am Bus.

#### Leistungsbeschreibung

<b>Standards</b>	IEC 61158, IEC 61784, ISO 15745, SEMI E54.20
<b>Mögliche Anzahl Busteilnehmer</b>	65.535
<b>Übertragungsrate</b>	100 MBits (Fast Ethernet, Vollduplex)
<b>Update-Zeit</b>	1000 FU-Achsen (je 8 Byte Eingangs- und Ausgangsdaten) in 1 ms
<b>Verkabelung</b>	Standard-Ethernet-Kabel CAT5 oder besser
<b>Kabellänge</b>	Max. 100 m zwischen zwei Knoten

#### 2.2.2 Topologie

Folgenden Topologien werden unterstützt:

- Linientopologie
- Sterntopologie
- Baumtopologie

### 2.2.3 Busprotokoll

Die EtherCAT-Nutzdaten sind in die Standard-Ethernet-Frames eingebettet. Bei der Übertragung von Prozessdaten wird ein EtherCAT-Frame durch die Kennung „0x88A4“ im Typ-Feld „Ethertype“ identifiziert.

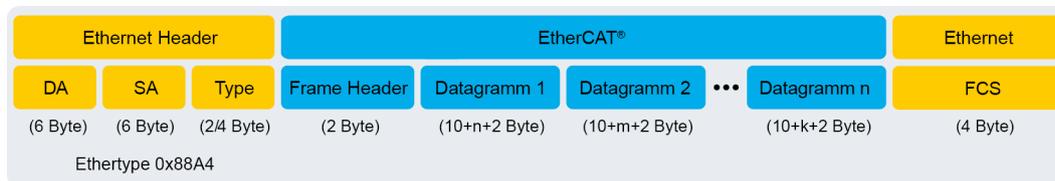


Abbildung 3: EtherCAT-Telegramm

	Bezeichnung	Beschreibung
Ethernet Header	DA	Destination Address = Zieladresse des EtherCAT-Frames
	SA	Source Address = Quelladresse des EtherCAT-Frames
	Type	Typ des EtherCAT-Frames (Ethertype 0x88A4)
Frame Header	—	Informationen über Länge der Datagramme innerhalb des EtherCAT-Frames und Typ der Datagramme
Ethernet	FCS	Prüfsumme des EtherCAT-Frames

Das EtherCAT-Telegramm kann aus mehreren Datagrammen (EtherCAT-Kommandos) bestehen. Im Datagramm wird festgelegt, welchen Zugriff der Busmaster im Bussystem ausführen darf (Lesen, Schreiben, Lesen und Schreiben, Zugriff auf einen oder viele Busteilnehmer). Jedes Datagramm adressiert einen bestimmten Bereich des bis zu 4 Gigabyte großen logischen Prozessabbilds. Jeder Busteilnehmer bekommt beim Hochlaufen des Bussystems eine oder mehrere eindeutige Adressen zugewiesen. Mehrere Busteilnehmer mit einer Adresse im gleichen Bereich können so über ein einziges Datagramm angesprochen werden.

Ausführliche Informationen  Kapitel 2.2.7 "Parameterdatenübertragung".

### 2.2.4 Hot-Connect-Funktion

„Hot Connect“ bezeichnet bei EtherCAT das Entfernen oder Hinzufügen von Busteilnehmern im laufenden Busbetrieb. Dies kann durch Aus-/Einschalten des Busteilnehmers oder durch Trennen/Verbinden von Teilen des Netzwerks erfolgen.

Normalerweise vergibt der EtherCAT-Busmaster die Adressen an die Busteilnehmer nach ihrer physikalischen Reihenfolge im Feldbus. Ohne Hot-Connect-Funktion müsste die Steuerung bei jedem Zu- oder Ausschalten eines Busteilnehmers ihre Buskonfiguration neu anpassen.

Busteilnehmer, die für die Hot-Connect-Funktion konfiguriert sind, müssen eindeutig identifizierbar sein. So können Busteilnehmer einzeln oder als Hot-Connect-Gruppe jederzeit aus dem Feldbussystem entfernt oder hinzugefügt werden, ohne dass eine Anpassung des SPS-Projekts erforderlich ist. Verschiedene Ausbaustufen des EtherCAT-Feldbussystems können mit nur einem SPS-Projekt betrieben werden.

Die Konfiguration erfolgt durch Einstellen einer Adresse („Second Address“) über den Parameter **P850** ( Abschnitt 4.2.1 "EtherCAT-Standardparameter"), die beim Einschalten des Frequenzumrichters eingelesen wird.

### 2.2.5 NMT-Zustandsmaschine

Beim Hochfahren des Bussystems durchläuft die Busschnittstelle die NMT-Zustandsmaschine des EtherCAT. Die Umschaltung zwischen den einzelnen Zuständen erfolgt durch den Busmaster (SPS).

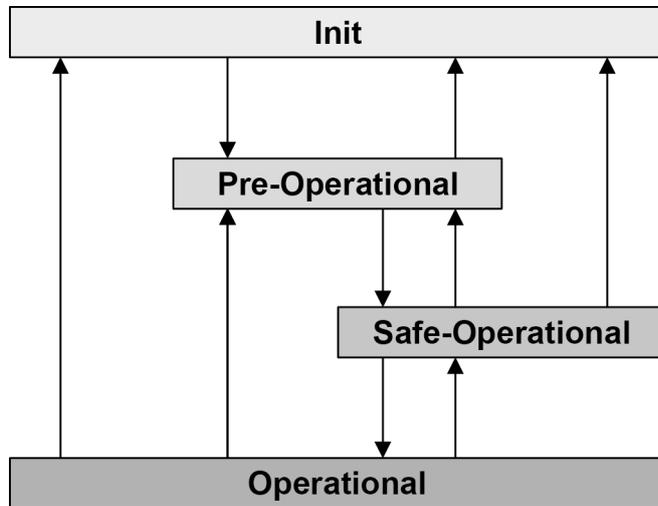


Abbildung 4: NMT-Zustandsmaschine

### 2.2.6 Prozessdatenübertragung

Als Prozessdaten (PZD) werden das Steuerwort (STW) und bis zu 5 Sollwerte (SW) vom Busmaster zum Frequenzumrichter und das Zustandswort (ZSW) und bis zu 5 Istwerte (IW) vom Frequenzumrichter zum Busmaster übertragen.

Der Aufbau der EtherCAT-Prozessdaten ist fest vorgegeben und wird über die Gerätebeschreibungsdatei (📖 Abschnitt 3.4 "Gerätebeschreibungsdatei installieren") bestimmt.

#### 2.2.6.1 Prozessdatentelegramme

Das Prozessdatentelegramm für einen Frequenzumrichter enthält 12 Byte Frequenzumrichterdaten:

Senderichtung	Gesendete Daten					
	1. Wort	2. Wort	3. Wort	4. Wort	5. Wort	6. Wort
	12 Byte					
zum Frequenzumrichter	Steuerwort	Sollwert 1	Sollwert 2	Sollwert 3	Sollwert 4	Sollwert 5
vom Frequenzumrichter	Zustandswort	Istwert 1	Istwert 2	Istwert 3	Istwert 4	Istwert 5

## 2.2.7 Parameterdatenübertragung

Die Übertragung von Parameterdaten erfolgt im „CAN over EtherCAT“-Protokoll (CoE) über nur einen SDO-Kanal. Übertragen werden

- Parameterdaten des Frequenzumrichters sowie von bis zu 7 weiteren über den Systembus angeschlossenen Frequenzumrichtern,
- Parameterdaten, die vom Busmaster von einem Frequenzumrichter (FU) abgefragt werden.

Da die NORD-Parameternummern des Frequenzumrichters (0 bis 999) in einem bereits belegten Nummernbereich des EtherCAT-Feldbussystems liegen, hat Getriebebau NORD GmbH & Co. folgenden Parameternummernbereich definiert:

	FU1	FU2	FU3	FU4	FU5	FU6	FU7	FU8
Start-Offset	2000h							
Geräte-Offset	0	800h	1000h	1800h	2000h	2800h	3000h	3800h
Nummernbereich	2000h-27FFh	2800h-2FFFh	3000h-37FFh	3800h-3FFFh	4000h-47FFh	4800h-4FFFh	5000h-57FFh	5800h-5FFFh

NORD-Parameternummern müssen nach folgender Formel konvertiert werden:

***Start-Offset + Geräte-Offset + NORD-Parameternummer = EtherCAT-Parameternummer***

- **Beispiel für Parameter Nr. 102** ( $P102 \rightarrow 102_{dez} = 66h$ ),  
**Frequenzumrichter FU3:  $2000h + 1000h + 66h = 3066h$**

### Information

Bei Parametern mit Subindex befindet sich der erste Wert immer auf dem Subindex „1“. Der Subindex „0“ beinhaltet die maximale Arraygröße.

#### 2.2.7.1 EtherCAT-Parameter (CoE-Verzeichnis)

Index	Subindex	Objektname	Beschreibung	Read/Write	Typ (Wert)
1000h	0	Device Type	Gerätetyp und Funktionalität	RO	U32
1008h	0	Device Name	Gerätename	RO	STR
1009h	0	Hardware Version	Hardware-Ausbaustufe	RO	STR
100Ah	0	Software Version	Softwareversion	RO	STR
1018h	REC	Identity Object	Allgemeine Geräteinformationen	—	U32
	0	Largest subindex	Anzahl der Elemente (=4)	RO	U8
	1	Vendor ID	Herstellerkennung (Getriebebau Nord: 00000538h)	RO	U32
	2	Product Code	Geräteversion (Produktnummer)	RO	U32
	3	Revision Number	Softwareversions- und revisionsnummer (2 x 16 Bit)	RO	U32
	4	Serial Number	Wird nicht unterstützt	RO	U32
1600h...1607h*	0	Largest subindex	Anzahl der Elemente	RO	U8
1600h...1607h*	0-4	RxPDO Mapping	Sollwerte für FU 1 bis FU 8	RO	U32
1A00h...1A07h*	0	Largest subindex	Anzahl der Elemente	RO	U8
1A00h...1A07h*	0-4	TxPDO Mapping	Istwerte für FU 1 bis FU 8	RO	U32

Index	Subindex	Objektname	Beschreibung	Read/Write	Typ (Wert)
1C00h	0-4	Sync.Manager Com. Type	Zeigt die Belegung und Verwendung der Sync-Kanäle	RO	U8
1C10h	0	Sync.Manager Channel 0	Mailbox Empfangen	RO	UCHAR
1C11h	0	Sync.Manager Channel 1	Mailbox Senden	RO	UCHAR
1C12h	5	Sync.Manager Process Data Output	Prozessdatenausgang	RO	U16
1C13h	5	Sync.Manager Process Data Input	Prozessdateneingang	RO	U16

\* xx00 = FU 1, xx01 = FU 2, ..., xx07 = FU 8

### 2.2.7.2 SDO-Fehlercodes

Schlägt eine SDO-Übertragung fehl, wird ein entsprechender Fehlercode ausgegeben:

Fehlercode	Beschreibung
05030000h	Toggle Bit unverändert
05040000h	Timeout SDO-Nachricht (Zeitüberschreitung bei der SDO-Antwort der Busschnittstelle)
05040001h	SDO-Kommando ungültig/unbekannt
05040005h	Kein Speicherplatz (Speicherplatz nicht ausreichend)
06010000h	Ungültiger Zugriff auf ein Objekt
06010001h	Lesezugriff auf nur beschreibbaren Parameter
06020002h	Schreibzugriff auf ein nur lesbares Objekt
06020000h	Objekt existiert im Objektverzeichnis nicht (Zugriff auf nicht existenten Parameter)
06040043h	Parameter-Inkompatibilität
06060047h	Interne Inkompatibilität in der Busschnittstelle
06060000h	Zugriff erfolglos wegen eines Hardwarefehlers
06070012h	Falscher Datentyp, Parameter zu lang
06070013h	Falscher Datentyp, Parameter zu kurz
06090011h	Subindex des Parameters existiert nicht
06090030h	Wertebereich des Parameters überschritten
06090031h	Parameterwert zu groß
06090032h	Parameterwert zu klein
06090036h	Der Maximalwert ist kleiner als der Minimalwert
08000000h	Allgemeiner Fehler
08000020h	Datenübertragung oder -speicherung nicht möglich, da keine Verbindung zwischen Busschnittstelle und Frequenzumrichter besteht

## 2.3 EtherNet/IP-Grundlagen

### 2.3.1 Eigenschaften

EtherNet/IP (Ethernet Industrial Protocol) ist ein offenes Kommunikationsprofil für industrielle Automatisierungssysteme, das die Basistechnologie des Ethernet TCP/IP und das Anwendungsprotokoll CIP (Common Industrial Protocol) nutzt. EtherNet/IP basiert im OSI-Modell (Open Systems Interconnection Model = Referenzmodell für Netzwerkprotokoll als Schichtenarchitektur) auf Anpassungen an die CIP-Technologie in den drei oberen Schichten (5...7) und an die EtherNet/IP-Technologie in den vier unteren Schichten (1...4).

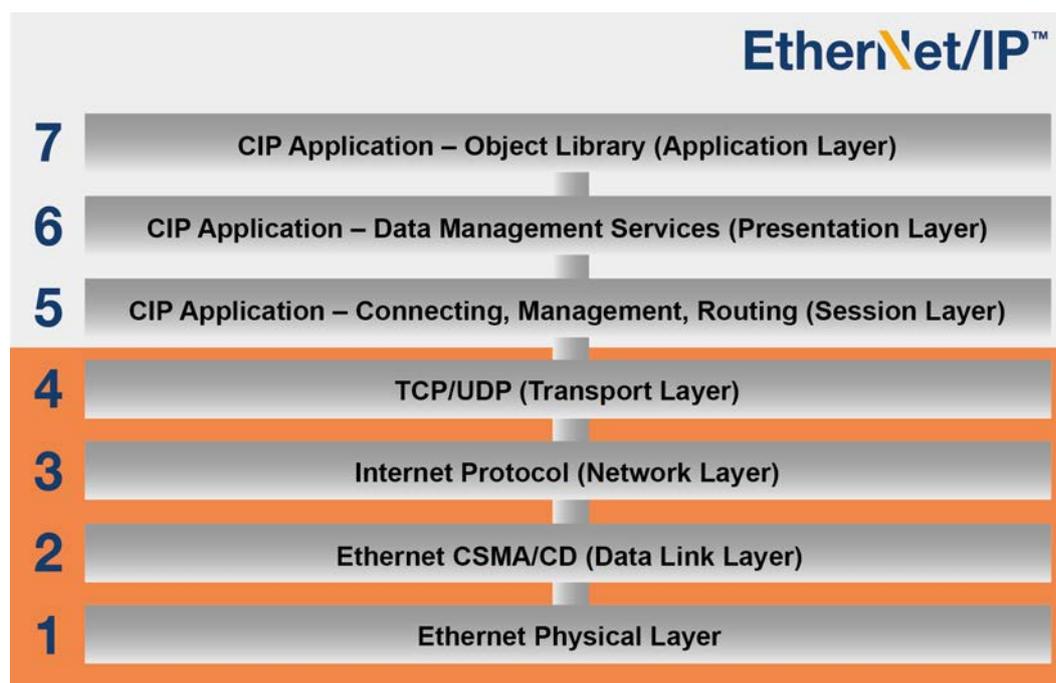


Abbildung 5: EtherNet/IP-Anpassung an das OSI-Schichtenmodell

Schicht	OSI-Beschreibung	EtherNet/IP-Anpassung
1	Physikalische Schicht, definiert die Hardware, Codierung, Geschwindigkeit etc. der Datenübertragung.	Technologie nach Standard IEEE 802.3: Definition der physikalischen Medien, Rahmenformat für Datenübertragung, Datenübertragungsregeln CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection = Mehrfachzugriff mit Trägerprüfung und Kollisionserkennung).
2	Verbindungsschicht, definiert die Übertragungsphysik (Zugriffsverfahren im Feldbus und Datensicherung).	Technologie nach Standard IEEE 802.3: Zugriffsverfahren nach CSMA/CD, das das Verhalten der Geräte im Feldbusssystem regelt.
3...4	Die Vermittlungsschicht (Network) übernimmt das Routing der Datenpakete zum nächsten Busteilnehmer, die Transportschicht (Transport) ordnet die Datenpakete einer Anwendung zu.	TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) und TCP/UDP (Transmission Control Protocol/User Datagram Protocol)
5...7	CIP-Anwendungsschichten (objektorientiert), definieren die Schnittstelle zum Anwendungsprogramm mit den anwendungsorientierten Kommandos.	

EtherNet/IP wird von der Nutzer- und Herstellervereinigung ODVA (Open DeviceNet Vendors Association) gepflegt.

EtherNet/IP® und CIP® sind eingetragene Warenzeichen der ODVA.

EtherNet/IP ist ein objektorientiertes Feldbussystem, das gemäß CIP nach dem Producer-/Consumer-Verfahren arbeitet. Im Gegensatz zum herkömmlichen Sender-/Empfänger-Verfahren, bei dem Nachrichten an bestimmte Empfänger adressiert werden, bestimmen beim Consumer-/Producer-Verfahren die Feldbusteilnehmer anhand des im Datentelegramm enthaltenen Verbindungs-Identifiers (connection ID), ob sie eine Nachricht verarbeiten.

EtherNet/IP-Geräte können ohne Konfiguration in ein EtherNet/IP-Feldbussystem integriert werden, müssen aber mit einer eindeutigen IP-Adresse spezifiziert werden.

### Leistungsbeschreibung

<b>Mögliche Anzahl Busteilnehmer</b>	255
<b>Übertragungsrate</b>	100 MBit (Switched Ethernet, Vollduplex)
<b>Unterstützte Funktionen</b>	UCMM, DLR
<b>Unterstützte Verbindungsarten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicit Messaging Connection (Parameterdaten)</li> <li>• I/O Connection (Prozessdaten): 1 Exclusive Owner, 2 Listen Only</li> </ul>
<b>Verkabelung</b>	Standard-Ethernet-Kabel CAT5 oder besser
<b>Kabellänge</b>	Max. 100 m zwischen zwei Geräten

### 2.3.2 Topologie

Folgenden Topologien werden unterstützt:

- Linientopologie
- Sterntopologie
- Ringtopologie (Bei Busteilnehmern mit DLR-Option (Device Level Ring) kein externer Switch erforderlich.)

### 2.3.3 Busprotokoll

Die über den EtherNet/IP-Feldbus zu übertragenden Daten sind in Standard-Ethernet-Frames eingebettet.

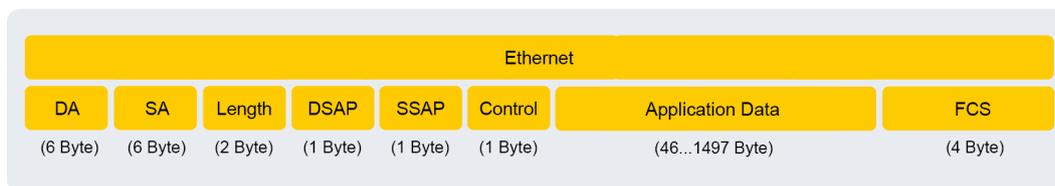


Abbildung 6: Ethernet-Telegramm (Mindeststrahlenlänge 64 Byte)

Bezeichnung	Beschreibung
DA	Destination Address = Zieladresse des Ethernet-Frames
SA	Source Address = Quelladresse des Ethernet-Frames
Length	Informationen über die Länge der Nutzdaten (Application Data)
DSAP	Destination Service Access Point = Ziel-Dienstzugangspunkt
SSAP	Source Service Access Point = Quell-Dienstzugriffspunkt
Control	Typ des LLC-Frames (Logical Link Control Frame)
Application Data	Nutzlast (min. 46 Byte, max. 1497 Byte)
FCS	Prüfsumme des Ethernet-Frames

#### Datenübertragung (Network Layer und Transport Layer)

Für den Nutzdatenaustausch muss eine Verbindung zwischen dem sendenden und dem empfangenden Busteilnehmer (über Unconnected Message Manager UCMM) eingerichtet werden. Eine aufgebaute Verbindung wird zum Übertragen sogenannter „Explicit Messages“ (Bedarfsdaten für Konfiguration, Diagnose und Management) oder „I/O Messages“ (Echtzeit-I/O-Daten, auch „Implicit Messages“ genannt) genutzt.

#### CIP-Protokoll (Application Layer)

Die CIP-Anwendungsschicht definiert den Austausch der I/O Messages und der Explicit Messages. Die Kommunikation zwischen zwei Feldbusteilnehmern erfolgt nach einem verbindungsorientierten Kommunikationsmodell über eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung. Der Datenaustausch erfolgt über Objekte, die im Objektverzeichnis des Feldbusgeräts eingetragen sind.

Im CIP-Protokoll enthält jeder Feldbusteilnehmer eine Objektsammlung. CIP-Objekte unterteilen sich in Klassen, Instanzen und Attribute. Eine Klasse besteht aus Objekten, die die Systemkomponenten eines Feldbusteilnehmers definieren. Eine Instanz ist ein bestimmtes Objekt innerhalb einer Klasse. Alle Instanzen einer Klasse haben die gleichen Attribute, aber eigene Attributwerte.

Ausführliche Informationen  Kapitel 2.3.5 "Parameterdatenübertragung".

### 2.3.4 Prozessdatenübertragung

Im Prozessdatenbereich PZD werden Steuerworte (STW) und Sollwerte (SW) vom Master zum Umrichter übertragen und im Gegenzug Zustandsworte (ZSW) und Istwerte (IW) vom Umrichter zum Master gesendet. Der Aufbau des PZD-Bereichs ist in der Reihenfolge seiner Elemente (Worte) immer gleich, wird jedoch je nach Datenrichtung Master → Slave / Slave → Master unterschiedlich bezeichnet. Jedes einzelne Wort hat eine Länge von 16 Bit. Für die Übertragung von 32 Bit-Werten (z. B. Positionswert) werden 2 Worte benötigt (z. B. Sollwert 1 und Sollwert 2).

Der Austausch der Prozessdaten zwischen Frequenzumrichter und dem EtherNet/IP-Busmaster erfolgt über I/O Connections. Nach Aufbau einer „Exclusive Owner“-Verbindung (exclusive owner = alleiniger Eigentümer) können Soll- und Istwerte ausgetauscht werden. Zusätzlich stehen zwei „Listen Only“-Verbindungen (listen only = nur horchen) zur Verfügung, über die die aktuellen Istwerte des Frequenzumrichters „mitgelesen“ werden können.

#### 2.3.4.1 Assembly Objekt

Die Prozessdaten (ohne Protokollinformationen) werden mithilfe des I/O Message Objekts übertragen. Die Zuordnung zu den jeweiligen Soll- und Istwerten erfolgt über das Assembly Objekt. Die folgende Tabelle enthält definierte Konfigurationen (Instanzen).

Instanz	Datenlänge	Beschreibung	Länge
100	96 Byte	8 Frequenzumrichter (je Frequenzumrichter: STW + SW1 + SW2 + SW3 + SW4 + SW5)	variabel
101	96 Byte	8 Frequenzumrichter (je Frequenzumrichter: ZSW + IW1 + IW2 + IW3 + IW4 + IW5)	variabel

### 2.3.5 Parameterdatenübertragung

Der Zugriff auf alle Parameter des Frequenzumrichters erfolgt über Explicit Messages. Für die Übertragung wird eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung nach dem Client/Server-Prinzip aufgebaut.

Angeschlossene Frequenzumrichter werden über verschiedene Klassen (Classes) angesprochen.

EtherNet/IP Class	Angesprochenes Gerät
101	Frequenzumrichter FU1
102	Frequenzumrichter FU2
103	Frequenzumrichter FU3
104	Frequenzumrichter FU4
105	Frequenzumrichter FU5
106	Frequenzumrichter FU6
107	Frequenzumrichter FU7
108	Frequenzumrichter FU8

#### Kodierung der Frequenzumrichterparameter in das EtherNet/IP-Format:

Parameternummer in EtherNet/IP-Format	
Class	☞ vorherige Tabelle
Attribut	Parameternummer
Instanz	Subindex

EtherNet/IP-Format in Parameternummer	
Parameternummer	Attribut
Subindex	Instanz

Eine Instanz wird in Abhängigkeit von der Struktur des Parameters gebildet.

Für parametersatzabhängige Parameter ohne Arrays (z. B. Parameter **P103**) gilt:

Parametersatz	Bit 1	Bit 0	Instanz
1	0	0	0
2	0	1	1
3	1	0	2
4	1	1	3

Für nicht parametersatzabhängige Parameter mit Arrays (z. B. **P465**) gilt:

Array	...	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Instanz
[-01]		0	0	0	0	0
[-02]		0	0	0	1	1
[-03]		0	0	1	0	2
[-04]		0	0	1	1	3
[-05]		0	1	0	0	4
...						

Für parametersatzabhängige Parameter mit Arrays (z. B. **P400**) gilt:

Array	Parametersatz	Array			Parametersatz		Instanz
		...	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	
[-01]	1		0	0	0	0	0
[-01]	2		0	0	0	1	1
[-01]	3		0	0	1	0	2
[-01]	4		0	0	1	1	3
[-02]	1		0	1	0	0	4
[-02]	2		0	1	0	1	5
...							

Beispiele:

Gerät	Parameter	Array	Parametersatz		Class	Attribut	Instanz
FU1	P103	—	1	→	101	103	0
FU4	P103	—	3	→	104	103	2
FU3	P465	[-01]	—	→	103	465	0
FU3	P465	[-02]	—	→	103	465	1
FU2	P400	[-01]	3	→	103	400	2
FU2	P400	[-03]	1	→	103	400	12
FU2	P400	[-03]	3	→	103	400	14

## 2.4 POWERLINK-Grundlagen

### 2.4.1 Eigenschaften

POWERLINK ist ein Echtzeit-Ethernet zur Übertragung von Echtzeitdaten mit dem Schwerpunkt auf der Übertragung von Prozessdaten in Automatisierungssystemen. POWERLINK verwendet die Schichten 2 (Datenübertragung) und 7 (Anwendungsschicht) des OSI-Modells (Open Systems Interconnection Model = Referenzmodell für Netzwerkprotokolle als Schichtenarchitektur, ISO 11898). In der Schicht 7 des OSI-Modells integriert POWERLINK die CANopen-Profile.

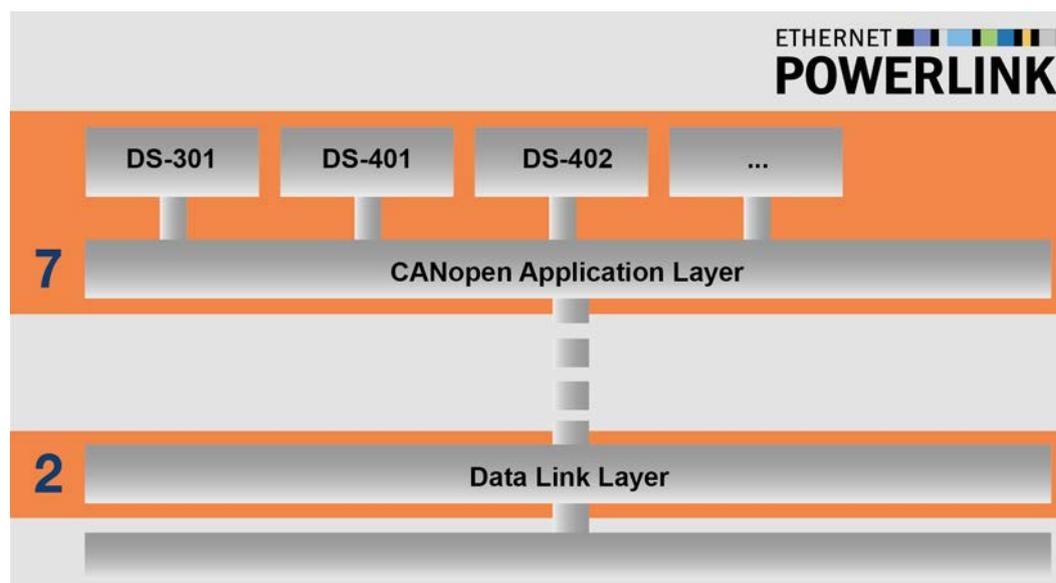


Abbildung 7: POWERLINK-Anpassung an das OSI-Schichtenmodell

Pos.	Beschreibung
<b>2 Data Link Layer</b>	Physikalische Schicht, definiert die Hardware, Codierung, Geschwindigkeit etc. der Datenübertragung.
<b>7 CANopen Application Layer</b>	CANopen-Anwendungsschicht (objektorientiert), definiert die Schnittstelle zum Anwendungsprogramm mit den anwendungsorientierten Kommandos.
<b>DS-301</b>	CANopen-Kommunikationsprofil DS-301
<b>DS-401</b>	CANopen-Geräteprofil DS-401, I/=O-Module
<b>DS-402</b>	CANopen-Geräteprofil DS-402, Antriebe

POWERLINK wird von der Nutzerorganisation Ethernet POWERLINK Standardization Group (EPSG) gepflegt und ist in den Normen IEC 61784-2, IEC 61158-3, IEC 61158-4, IEC 61158-5 und IEC 61158-6 offengelegt. POWERLINK ist konform zum Ethernet-Standard IEEE 802.3 und steht als kosten- und lizenzfreie Open-Source-Version zur Verfügung.

Für den zyklischen Datenaustausch über das POWERLINK-Feldbussystem wird die Steuerung (SPS oder Industrie-PC) zum sogenannten „Managing Node“ (MN, führender Knoten = Busmaster), der den Zeittakt zur Synchronisation bestimmt und den zyklischen Datenaustausch steuert. Die anderen Busteilnehmer sind die „Controlled Nodes“ (CN, gesteuerte Knoten = Slaves). Der MN sendet in einer festgelegten Reihenfolge Anfragen an alle CNs. Jeder CN sendet sofort eine Antwort.

POWERLINK-Feldgeräte können, abhängig von der Konfiguration des Busmaster, während des Netzwerkbetriebs am Feldbus angeschlossen oder vom Feldbus getrennt werden, ohne die Netzwerkfunktionen zu beeinträchtigen. Ein Neustart des Feldbussystems ist nicht erforderlich.

Die Adressierung der POWERLINK-Busteilnehmer erfolgt durch

- die eindeutige MAC-Adresse des Geräts,
- die zugewiesene eindeutige IP-Adresse.

### Leistungsbeschreibung

<b>Standards</b>	IEC 61784-2, IEC 61158-3, IEC 61158-4, IEC 61158-5 und IEC 61158-6
<b>Mögliche Anzahl Busteilnehmer</b>	240
<b>Übertragungsrage</b>	100 MBit (Switched Ethernet, Vollduplex)
<b>Unterstützte Funktionen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hot Plugging (CN-Anbindung während des Busbetriebs)</li> <li>• Isochrone PDO-Übertragung (statisches Mapping)</li> <li>• Asynchrone Datenübertragung (SDO over ASnd oder UDP/IP)</li> </ul>
<b>Verkabelung</b>	Standard-Ethernet-Kabel CAT5 oder besser
<b>Kabellänge</b>	Max. 100 m zwischen zwei Busschnittstellen

### 2.4.2 Topologie

Folgenden Topologien werden unterstützt:

- Linientopologie
- Sterntopologie
- Baumtopologie
- Ringtopologie (nur möglich, wenn vom Busmaster unterstützt)

Für Stern- oder Baumstrukturen sind spezielle POWERLINK-Hubs oder Switches erforderlich.

### 2.4.3 Busprotokoll

Die über den POWERLINK-Feldbus zu übertragenden Daten sind in Standard-Ethernet-Frames eingebettet.

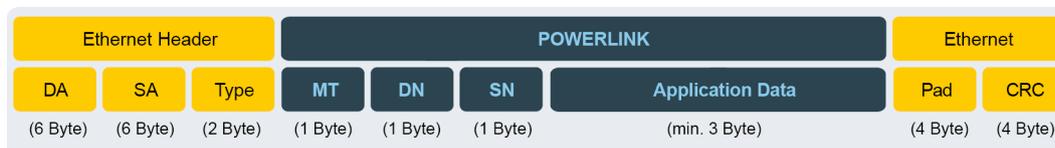


Abbildung 8: Ethernet-Telegramm (Mindeststrahlenlänge 64 Byte)

Bezeichnung	Beschreibung
<b>DA</b>	Destination Address = Zieladresse des Ethernet-Frames
<b>SA</b>	Source Address = Quelladresse des Ethernet-Frames
<b>Type</b>	Typ des Ethernet-Frames (0x88AB)
<b>MT</b>	Message Type = POWERLINK-Nachrichtentyp
<b>DN</b>	Destination Node = Zielknoten
<b>SN</b>	Source Node = Quellknoten
<b>Application Data</b>	Nutzlast (min. 3 Byte, max. 1475 Byte)
<b>Pad</b>	Padding Bytes = Bytes zum Auffüllen des Ethernet-Frames auf die erforderliche Mindeststrahlenlänge von 64 Byte
<b>CRC</b>	Prüfsumme des Ethernet-Frames

POWERLINK verwendet vordefinierte Nachrichtentypen (Message Types).

Message Type	ID	Name	Verwendung	Ethernet-Transfertyp
SoC	01h	Start of Cycle	Definiert den Start eines neuen Übertragungszyklus	Multicast
PReq	03h	Poll Request	Zyklische Daten des CN abrufen	Unicast
PRes	04h	Poll Response	Aktuelle zyklische Daten des CN senden	Multicast
SoA	05h	Start of Asynchronous	Start der asynchronen Phase signalisieren	Multicast
ASnd	06h	Asynchronous Send	Asynchrone Daten senden	Multicast

Zur Gewährleistung einer deterministischen Datenübertragung ohne Kollisionen auf dem Feldbus wird die POWERLINK-Datenübertragung durch den Managing Node (MN, Busmaster) gesteuert. Die Controlled Nodes (CN, Slaves) dürfen nur senden, wenn sie dazu aufgefordert wurden.

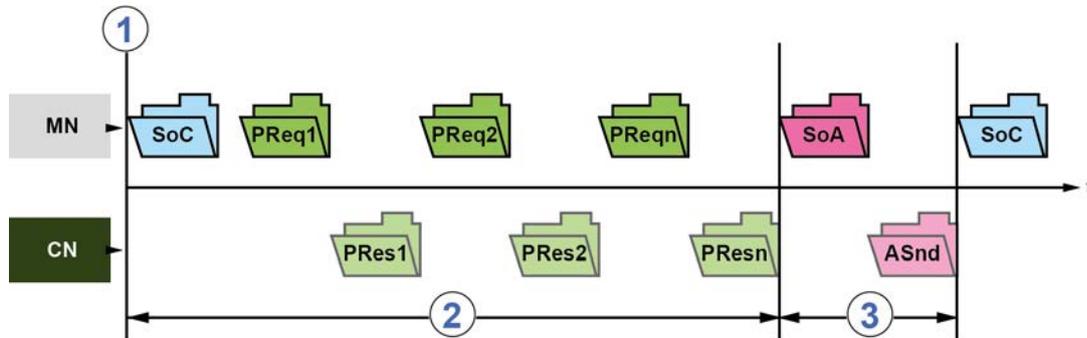


Abbildung 9: POWERLINK-Übertragungszyklus

Pos.	Beschreibung
1	Start des Übertragungszyklus
2	Isochrone Phase
3	Asynchrone Phase

Ein Übertragungszyklus startet mit dem Nachrichtentyp „SoC“. Danach wird jeder CN vom MN mit einem „PReq“ abgefragt, die der CN mit einem „PRes“ beantwortet. Nach Beenden des Übertragungszyklus startet die asynchrone Phase mit Übertragen des „SoA“-Pakets. In dieser Phase sendet ein vom MN beauftragter CN azyklische Daten.

Bei POWERLINK werden alle Kommunikations- und Anwenderobjekte in einem an den Feldbusstandard CANopen angelehnten Objektverzeichnis (OV) spezifiziert, das als Bindeglied zwischen der Anwendung und dem Kommunikationsgerät dient. Jedes Kommunikationsobjekt im Objektverzeichnis wird durch einen 16-Bit-Index gekennzeichnet. Ein Index kann bis zu 256 Subindizes (8 Bit) enthalten. Die Zuordnung zu einem jeweiligen Index ist in den CANopen-Profilen DS-301 (Kommunikationsprofil) und DS-402 (Anwendungsprofil) definiert.

Indexbereich	Verwendung
0000h	nicht genutzt
0001h...009Fh	Datentypen (Sonderfall)
00A0h...0FFFh	reserviert
1000h...1FFFh	Kommunikationsprofil
2000h...5FFFh	herstellerspezifische Objekte
6000h...9FFFh	bis zu 8 standardisierte Geräteprofile
A000h...AFFFh	standardisierte Schnittstellenprofile
C000h...FFFFh	reserviert

Ausführliche Informationen  Kapitel 2.4.6 "Parameterdatenübertragung".

### 2.4.3.1 Vorgeschriebene POWERLINK-Adressenbereiche

Beim Zuweisen der eindeutigen Node-ID (viertes Byte der IP-Adresse) der Busschnittstelle müssen die von POWERLINK vorgegebenen Adressenbereiche strikt eingehalten werden.

POWERLINK Node-ID		POWERLINK-Bezeichnung	Bedeutung	Zugriffsoptionen
0	C_ADR_INVALID	Invalid	Ungültige POWERLINK-Adresse	no (keine)
1 ... 239	—	POWERLINK Controlled Node	POWERLINK-Adresse für Feldbuslave (CN)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• no (keine)</li> <li>• mandatory (zwingend)</li> <li>• optional</li> <li>• isochronous (isochron)</li> <li>• async only (nur asynchron)</li> </ul>
240	C_ADR_MN_DEF_NODE_ID	POWERLINK Managing Node	POWERLINK-Adresse für Busmaster (MN)	mandatory isochronous (zwingend isochron)
241 ... 250	Reserviert (EPSG Profil DS-302-A [1])			
251	C_ADR_SELF_ADR_NODE_ID	POWERLINK Pseudo Node	POWERLINK-Adresse zur Selbstadressierung eines Feldbusteilnehmers	no (keine)
252	C_ADR_DUMMY_NODE_ID	POWERLINK Dummy Node	POWERLINK-Adresse als Platzhalter	no (keine)
253	C_ADR_DIAG_DEF_NODE_ID	Diagnostic device	POWERLINK-Standardadresse für Diagnosegerät	<ul style="list-style-type: none"> <li>• optional</li> <li>• isochronous (isochron)</li> <li>• async only (nur asynchron)</li> </ul>
254	C_ADR_RT1_DEF_NODE_ID	POWERLINK to legacy Ethernet router	POWERLINK-Standardadresse für Router Typ 1 (veralteter Ethernet-Router)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• no (keine)</li> <li>• mandatory (zwingend)</li> <li>• optional</li> <li>• isochronous (isochron)</li> </ul>
255	C_ADR_BROADCAST	POWERLINK Broadcast	POWERLINK-Broadcast-Adresse	no (keine)

### 2.4.4 NMT-Zustandsmaschine

Beim Hochfahren des Bussystems durchläuft die Busschnittstelle die NMT-Zustandsmaschine des POWERLINK.

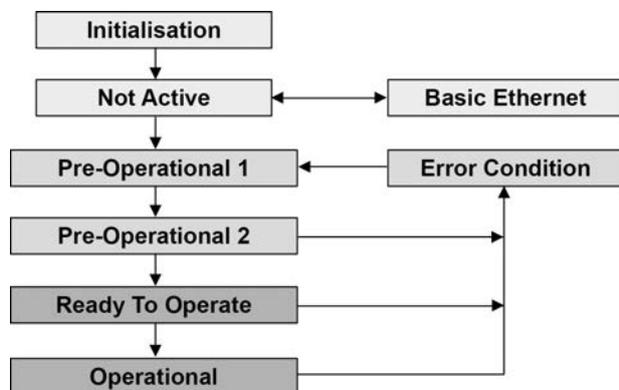


Abbildung 10: NMT-Zustandsmaschine

Zustand	Beschreibung
<b>Initialisation</b>	Initialisierungsphase: <ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Prozessdaten- und Parameterkommunikation.</li> <li>Das Feldbussystem wird auf POWERLINK-Frames überwacht. Wird in der eingestellten Zeit (Timeout) kein Frame empfangen, geht die Busschnittstelle in den Zustand „Basic Ethernet“ über. Wird vor Ablauf der eingestellten Zeit ein POWERLINK-Frame erkannt, geht die Busschnittstelle in den „Zustand „Pre-Operational 1“ über.</li> </ul>
<b>Pre-Operational 1</b>	Feldbus läuft: <ul style="list-style-type: none"> <li>Parameterkommunikation möglich.</li> <li>Keine Prozessdatenkommunikation.</li> <li>Der Controlled Node wartet auf den Empfang eines SoC-Frames und wechselt danach in den Zustand „Pre-Operational 2“. Leuchtet in diesem Zustand die rote LED „BE“ an der Busschnittstelle, ist der Managing Node ausgefallen.</li> </ul>
<b>Pre-Operational 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parameterkommunikation möglich.</li> <li>Keine Prozessdatenkommunikation.</li> <li>In diesem Zustand wird die Busschnittstelle vom Managing Node konfiguriert. Danach wird mit einem Kommando in den Zustand „Ready To Operate“ gewechselt. Leuchtet in diesem Zustand die rote LED „BE“, ist der Managing Node ausgefallen.</li> </ul>
<b>Ready To Operate</b>	Betriebsbereit: <ul style="list-style-type: none"> <li>Parameterkommunikation läuft.</li> <li>Prozessdatenkommunikation eingeschränkt möglich.</li> <li>Die Konfiguration der Busschnittstelle durch den Managing Node ist abgeschlossen. Normale zyklische und asynchrone Kommunikation ist möglich. Die gesendeten PDO-Daten entsprechen dem PDO-Mapping. Zyklische Daten werden nicht ausgewertet. Leuchtet in diesem Zustand die rote LED „BE“, ist der Managing Node ausgefallen.</li> </ul>
<b>Operational</b>	Normaler Betrieb: <ul style="list-style-type: none"> <li>Parameterkommunikation läuft.</li> <li>Prozessdatenkommunikation läuft.</li> </ul>
<b>Basic Ethernet</b>	Parameterkommunikation nur über UDP/IP möglich. Wird während dieses Zustands Kommunikation auf dem POWERLINK-Feldbus erkannt, wechselt die Busschnittstelle in den Zustand „Pre-Operational 1“. Leuchtet die rote LED „BE“, ist der Managing Node ausgefallen.
<b>Stopped</b>	Ausgangsdaten werden nicht ausgegeben und Eingangsdaten nicht geliefert. Dieser Zustand kann nur durch ein entsprechendes Kommando vom Managing Node erreicht und wieder verlassen werden.

## 2.4.5 Prozessdatenübertragung

Im Prozessdatenbereich PZD werden Steuerworte (STW) und Sollwerte (SW) vom Master zum Umrichter übertragen und im Gegenzug Zustandsworte (ZSW) und Istwerte (IW) vom Umrichter zum Master gesendet. Der Aufbau des PZD-Bereichs ist in der Reihenfolge seiner Elemente (Worte) immer gleich, wird jedoch je nach Datenrichtung Master → Slave / Slave → Master unterschiedlich bezeichnet. Jedes einzelne Wort hat eine Länge von 16 Bit. Für die Übertragung von 32 Bit-Werten (z. B. Positionswert) werden 2 Worte benötigt (z. B. Sollwert 1 und Sollwert 2).

Länge und Daten der Prozessdaten sind bei POWERLINK fest eingestellt und werden über die Gerätebeschreibungsdatei (XDD-File) bestimmt. Je Senderichtung und angeschlossenem Frequenzumrichter stehen 6 Prozesswerte zur Verfügung: 1 Steuerwort oder 1 Zustandswort und 5 Sollwerte oder 5 Istwerte.

### PDO-Mapping

Der Frequenzumrichter unterstützt dynamisches Mapping. Im Default-Mapping sind alle maximal 8 möglichen Frequenzumrichter gemapped. Das Prozessdatentelegramm enthält somit 96 Byte Frequenzumrichterdaten.

Senderichtung	Gesendete Daten (96 Byte)					
	Frequenzumrichter FU1					
	1. Wort	2. Wort	3. Wort	4. Wort	5. Wort	6. Wort
zum FU (RX)	Steuerwort	Sollwert 1	Sollwert 2	Sollwert 3	Sollwert 4	Sollwert 5
Adresse	5000.1h	5000.2h	5000.3h	5000.4h	5000.5h	5000.6h
vom FU (TX)	Zustandswort	Istwert 1	Istwert 2	Istwert 3	Istwert 4	Istwert 5
Adresse	5010.1h	5010.2h	5010.3h	5010.4h	5010.5h	5010.6h
Senderichtung	Frequenzumrichter FU2					
	7. Wort	8. Wort	9. Wort	10. Wort	11. Wort	12. Wort
	zum FU (RX)	Steuerwort	Sollwert 1	Sollwert 2	Sollwert 3	Sollwert 4
Adresse	5001.1h	5001.2h	5001.3h	5001.4h	5001.5h	5001.6h
vom FU (TX)	Zustandswort	Istwert 1	Istwert 2	Istwert 3	Istwert 4	Istwert 5
Adresse	5011.1h	5011.2h	5011.3h	5011.4h	5011.5h	5011.6h
Senderichtung	Frequenzumrichter FU3					
	13. Wort	14. Wort	15. Wort	16. Wort	17. Wort	18. Wort
	zum FU (RX)	Steuerwort	Sollwert 1	Sollwert 2	Sollwert 3	Sollwert 4
Adresse	5002.1h	5002.2h	5002.3h	5002.4h	5002.5h	5002.6h
vom FU (TX)	Zustandswort	Istwert 1	Istwert 2	Istwert 3	Istwert 4	Istwert 5
Adresse	5012.1h	5012.2h	5012.3h	5012.4h	5012.5h	5012.6h
Senderichtung	Frequenzumrichter FU4					
	19. Wort	20. Wort	21. Wort	22. Wort	23. Wort	24. Wort
	zum FU (RX)	Steuerwort	Sollwert 1	Sollwert 2	Sollwert 3	Sollwert 4
Adresse	5003.1h	5003.2h	5003.3h	5003.4h	5003.5h	5003.6h
vom FU (TX)	Zustandswort	Istwert 1	Istwert 2	Istwert 3	Istwert 4	Istwert 5
Adresse	5013.1h	5013.2h	5013.3h	5013.4h	5013.5h	5013.6h

Senderichtung	Frequenzumrichter FU5					
	25. Wort	26. Wort	27. Wort	28. Wort	29. Wort	30. Wort
zum FU (RX)	Steuerwort	Sollwert 1	Sollwert 2	Sollwert 3	Sollwert 4	Sollwert 5
Adresse	5004.1h	5004.2h	5004.3h	5004.4h	5004.5h	5004.6h
vom FU (TX)	Zustandswort	Istwert 1	Istwert 2	Istwert 3	Istwert 4	Istwert 5
Adresse	5014.1h	5014.2h	5014.3h	5014.4h	5014.5h	5014.6h
Senderichtung	Frequenzumrichter FU6					
	31. Wort	32. Wort	33. Wort	34. Wort	35. Wort	36. Wort
zum FU (RX)	Steuerwort	Sollwert 1	Sollwert 2	Sollwert 3	Sollwert 4	Sollwert 5
Adresse	5005.1h	5005.2h	5005.3h	5005.4h	5005.5h	5005.6h
vom FU (TX)	Zustandswort	Istwert 1	Istwert 2	Istwert 3	Istwert 4	Istwert 5
Adresse	5015.1h	5015.2h	5015.3h	5015.4h	5015.5h	5015.6h
Senderichtung	Frequenzumrichter FU7					
	37. Wort	38. Wort	39. Wort	40. Wort	41. Wort	42. Wort
zum FU (RX)	Steuerwort	Sollwert 1	Sollwert 2	Sollwert 3	Sollwert 4	Sollwert 5
Adresse	5006.1h	5006.2h	5006.3h	5006.4h	5006.5h	5006.6h
vom FU (TX)	Zustandswort	Istwert 1	Istwert 2	Istwert 3	Istwert 4	Istwert 5
Adresse	5016.1h	5016.2h	5016.3h	5016.4h	5016.5h	5016.6h
Senderichtung	Frequenzumrichter FU8					
	43. Wort	44. Wort	45. Wort	46. Wort	47. Wort	48. Wort
zum FU (RX)	Steuerwort	Sollwert 1	Sollwert 2	Sollwert 3	Sollwert 4	Sollwert 5
Adresse	5007.1h	5007.2h	5007.3h	5007.4h	5007.5h	5007.6h
vom FU (TX)	Zustandswort	Istwert 1	Istwert 2	Istwert 3	Istwert 4	Istwert 5
Adresse	5017.1h	5017.2h	5017.3h	5017.4h	5017.5h	5017.6h

## 2.4.6 Parameterdatenübertragung

Der Zugriff auf alle Parameter des Frequenzumrichters erfolgt über Objekte (SDO).

Objektadresse (SDO-ID)		Angesprochenes Gerät
Geräte-ID	Adressbereich	
2000h	2000h...25FFh	Frequenzumrichter FU1
2600h	2600h...2BFFh	Frequenzumrichter FU2
2C00h	2C00h...31FFh	Frequenzumrichter FU3
3200h	3200h...37FFh	Frequenzumrichter FU4
3800h	3800h...3DFFh	Frequenzumrichter FU5
3E00h	3E00h...43FFh	Frequenzumrichter FU6
4400h	4400h...49FFh	Frequenzumrichter FU7
4A00h	4A00h...4FFFh	Frequenzumrichter FU8

### Information

Die Verarbeitung beim Senden/Abfragen von SDO hängt von der eingesetzten SPS ab ( Herstellerinformationen).

Der Zugriff auf die Parameter des Frequenzumrichters erfolgt durch Erzeugen eines Index und eines Subindex.

### Index

Zum Erzeugen eines Index muss die betreffende Parameternummer nach folgender Formel in die SDO-ID konvertiert werden:

<b>Formel</b>	<b>SDO-ID = Geräte-ID + Parameternummer</b>
<b>Rechenbeispiel</b>	<b>Parameter P102, Frequenzumrichter FU5</b>
	<b>SDO-ID = 3800h + 102 = 3800h + 66h = 3866h</b>

### Subindex

Das Erzeugen eines Subindex hängt vom Aufbau des betreffenden Parameters ab:

NORD-spezifisch					POWERLINK-Subindex
Parametertyp	Beispiel	Subindex	Arrayelement	Parametersatz	
einfach	<b>P218</b>	0	—	—	00h
parametersatzabhängig	<b>P102</b>	Array size			00h
		0	—	P1	01h
		0	—	P2	02h
		0	—	P3	03h
		0	—	P4	04h
Array-Parameter	<b>P480</b>	Array size			00h
		1	[-01]	—	01h
		2	[-02]	—	02h
		3	[-03]	—	03h
parametersatzabhängiger Array-Parameter	<b>P525</b>	Array size			00h
		1	[-01]	P1	01h
				P2	02h
				P3	03h
				P4	04h
		2	[-02]	P1	05h
				P2	06h
				P3	07h
P4	08h				

## 2.4.7 SDO-Fehlercodes

Bei Problemen während der Parameterdatenkommunikation (z. B. Überschreiten des Wertebereichs) wird ein Abbruchtelegramm übertragen. Die Fehlercodes entsprechen der POWERLINK-Norm EPSG DS-301.

Fehlercode	Beschreibung
05040000h	Timeout SDO-Nachricht (Zeitüberschreitung bei der SDO-Antwort der Busschnittstelle)
05040001h	SDO-Kommando ungültig/unbekannt
05040002h	Unzulässige Größe der übertragenen Daten
05040003h	Fehler im Sequence-Layer
05040005h	Kein Speicherplatz (Speicherplatz nicht ausreichend)
06010000h	Ungültiger Zugriff auf ein Objekt
06010001h	Lesezugriff auf einen nur beschreibbaren Parameter
06020002h	Schreibzugriff auf einen nur lesbaren Parameter
06020000h	Zugriff auf nicht existenten Parameter
06040043h	Parameter-Inkompatibilität
06060047h	Interne Inkompatibilität in der Busschnittstelle
06060000h	Zugriff erfolglos wegen eines Hardwarefehlers
06070010h	Datentyp stimmt nicht mit Länge des Zugriffs überein
06070012h	Falscher Datentyp, Parameter zu lang
06070013h	Falscher Datentyp, Parameter zu kurz
06090011h	Subindex des Parameters existiert nicht
06090030h	Wertebereich des Parameters überschritten
06090031h	Parameterwert zu groß
06090032h	Parameterwert zu klein
06090036h	Der Maximalwert ist kleiner als der Minimalwert
08000000h	Allgemeiner Fehler
08000020h	Datenübertragung oder –speicherung nicht möglich, da keine Verbindung zwischen Busschnittstelle und Frequenzrichter besteht
08000021h	Busschnittstelle reagiert nicht

## 2.5 PROFINET IO-Grundlagen

### 2.5.1 Eigenschaften

PROFINET IO ist ein Protokoll zur Kommunikation mit Peripherie, basierend auf dem Ethernet Standard IEEE 802.3. PROFINET IO baut auf PROFIBUS DP auf und benutzt die Switched-Ethernet-Technologie als physikalisches Übertragungsmedium zur schnellen Übertragung von I/O-Daten und Parametern. PROFINET IO ist in den Standards IEC 61158 und IEC 61784 offengelegt.

Im Gegensatz zum Master-Slave-Verfahren des PROFIBUS ist PROFINET IO ein Provider-Consumer-Modell (Lieferant-Verbraucher-Modell), das Kommunikationsbeziehungen (Communication Relations CR) zwischen gleichberechtigten Feldbusteilnehmern unterstützt. Neben dem zyklischen Prozessdatenaustausch können über das PROFINET IO-Feldbussystem Diagnosedaten, Parameter und Alarmer übertragener werden.

PROFIBUS® und PROFINET® sind eingetragene Markenzeichen der PROFIBUS and PROFINET International (PI).

PROFINET IO-Busteilnehmer werden nach ihren Aufgaben unterschiedener:

Name	PROFINET IO Busteilnehmer	Aufgabe
IO-Controller	Steuerung (SPS)	Übernimmt die Masterfunktion für die I/O-Datenkommunikation mit den Busteilnehmern und steuert den Prozess. Der IO-Controller sendet als Provider (Lieferant) die Ausgangsdaten an die IO-Devices und verarbeitet als Consumer (Verbraucher) die von den IO-Devices gesendeten Eingangsdaten.
IO-Device	Dezentral angeordnetes Feldbusgerät	Das IO-Device sendet als Provider (Lieferant) die Eingangsdaten an den IO-Controller und verarbeitet als Consumer (Verbraucher) die vom IO-Controller gesendeten Ausgangsdaten.
IO-Supervisor	Programmiergerät, HMI oder PC	PROFINET IO-Werkzeug zum Parametrieren und Diagnostizieren der IO-Devices, das für Inbetriebnahme und Diagnose nur temporär eingesetzt wird.

Die Adressierung der PROFINET IO-Busteilnehmer erfolgt durch:

- die eindeutige MAC-Adresse des Geräts,
- den zugewiesenen eindeutigen Gerätenamen und
- die zugewiesene eindeutige IP-Adresse.

Für die Kommunikation zwischen dem IO-Controller und einem IO-Device wird eine sogenannte „Application Relation“ (Anwendungsbeziehung) **AR** aufgebaut, über die die „Communication Relations“ (Kommunikationsbeziehungen) **CR** festgelegt werden.

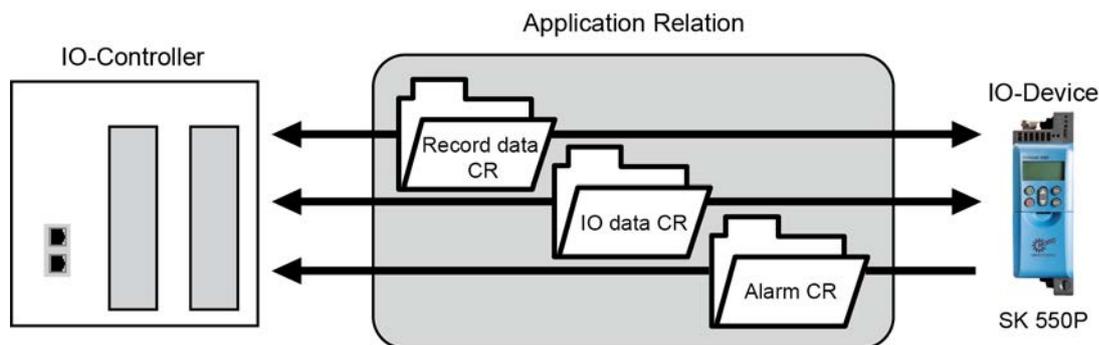


Abbildung 11: PROFINET IO-Kommunikation über Application Relation AR

Communication Relation CR	Beschreibung
IO data CR	Für zyklische Prozessdatenübertragung
Record data CR	Für azyklische Parameterdatenübertragung
Alarm CR	Für Alarmmeldungen in Echtzeit

### Leistungsbeschreibung

<b>Standards</b>	IEC 61158, IEC 61784
<b>Mögliche Anzahl Busteilnehmer</b>	faktisch unbegrenzt, abhängig von der Anzahl der Teilnehmer, mit denen der eingesetzte IO-Controller kommunizieren kann
<b>Übertragungsrage</b>	100 MBit (Switched Ethernet, Vollduplex)
<b>Update-Intervall</b>	≥ 5 ms (Prozessdatenaustausch mit dem Frequenzumrichter)
<b>Conformance Class</b>	B, C
<b>Sende- und Empfangsleitung</b>	Auto Crossover, Auto Negotiation, Auto Polarity
<b>Verkabelung</b>	Standard-Ethernet-Kabel CAT5 oder besser
<b>Kabellänge</b>	Max. 100 m zwischen zwei Knoten

### 2.5.2 Topologie

Folgenden Topologien werden unterstützt:

- Linientopologie
- Sterntopologie
- Baumtopologie
- Ringtopologie (Media Redundancy Protocol (MRP) erforderlich)

### 2.5.3 Busprotokoll

Die PROFINET IO-Prozessdaten sind in Standard-Ethernet-Frames eingebettet. Bei der Übertragung von Prozessdaten werden ein PROFINET IO-Frame durch die Kennung „8892h“ im Typ-Feld „Ethertype“ und eine Frame-ID identifiziert.

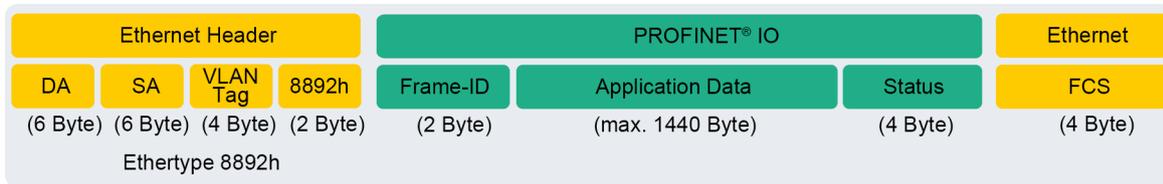


Abbildung 12: PROFINET IO-Telegramm (Kommunikation innerhalb eines Subnetzes)

	Bezeichnung	Beschreibung
Ethernet Header	DA	Destination Address = Zieladresse des PROFINET IO-Frames
	SA	Source Address = Quelladresse des PROFINET IO-Frames
	VLAN Tag	Kennung zur Übertragung der Priorität
	8892h	Ether-type-Kennung
PROFINET IO	Frame-ID	Kennzeichnung der Daten für zyklische oder azyklische Übertragung
	Status	Statusinformation
Ethernet	FCS	Prüfsumme des PROFINET IO-Frames

PROFINET IO ist in verschiedene Leistungsklassen unterteilt, den sogenannten „Conformance Classes“ (Konformitätsklassen) CC-A, CC-B und CC-C.

Conformance Class	Beschreibung
<b>CC-A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zyklischer Austausch von I/O-Daten mit Real Time-Eigenschaften</li> <li>• Azyklischer Datenaustausch zum Lesen und Schreiben von Parametern und Diagnosedaten einschließlich der Funktion Identification &amp; Maintenance I&amp;M (Identifikation und Wartung) zum Auslesen der Geräteinformationen</li> <li>• Alarmfunktion zum Signalisieren von Geräte- und Netzwerkfehlern in drei Stufen (Wartungsanforderung, dringende Wartungsanforderung, Diagnose)</li> </ul>
<b>CC-B</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zyklischer Austausch von I/O-Daten mit Real Time-Eigenschaften</li> <li>• Azyklischer Datenaustausch zum Lesen und Schreiben von Parametern und Diagnosedaten einschließlich der Funktion Identification &amp; Maintenance I&amp;M (Identifikation und Wartung) zum Auslesen der Geräteinformationen</li> <li>• Alarmfunktion zum Signalisieren von Geräte- und Netzwerkfehlern in drei Stufen (Wartungsanforderung, dringende Wartungsanforderung, Diagnose)</li> <li>• Netzwerkdiagnose mit dem Simple Network Management Protocol (SNMP)</li> <li>• Topologieerkennung (Nachbarschaftserkennung) mit dem Link Layer Discovery Protocol (LLDP)</li> </ul>
<b>CC-C</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zyklischer Austausch von I/O-Daten mit dem Isochronous Real Time Protocol</li> <li>• Azyklischer Datenaustausch zum Lesen und Schreiben von Parametern und Diagnosedaten einschließlich der Funktion Identification &amp; Maintenance I&amp;M (Identifikation und Wartung) zum Auslesen der Geräteinformationen</li> <li>• Alarmfunktion zum Signalisieren von Geräte- und Netzwerkfehlern in drei Stufen (Wartungsanforderung, dringende Wartungsanforderung, Diagnose)</li> <li>• Netzwerkdiagnose mit dem Simple Network Management Protocol (SNMP)</li> <li>• Topologieerkennung (Nachbarschaftserkennung) mit dem Link Layer Discovery Protocol (LLDP)</li> <li>• Bandbreitenreservierung: Ein Teil der verfügbaren Übertragungsbandbreite von 100 MBit wird nur für Echtzeitaufgaben reserviert</li> <li>• Taktsynchronisation des Anwendungsprogramms auf den Buszyklus</li> </ul>

Die Prozessdaten werden vom IO-Controller zyklisch in Echtzeit an die IO-Devices und umgekehrt von den IO-Devices in das Prozessabbild des IO-Controllers übertragen. Da der IO-Controller die Daten ohne Aufforderung überträgt, wird den IO-Devices beim Hochlaufen des Systems mitgeteilt, dass sie in einem bestimmten Buszyklus aktuelle Daten empfangen.

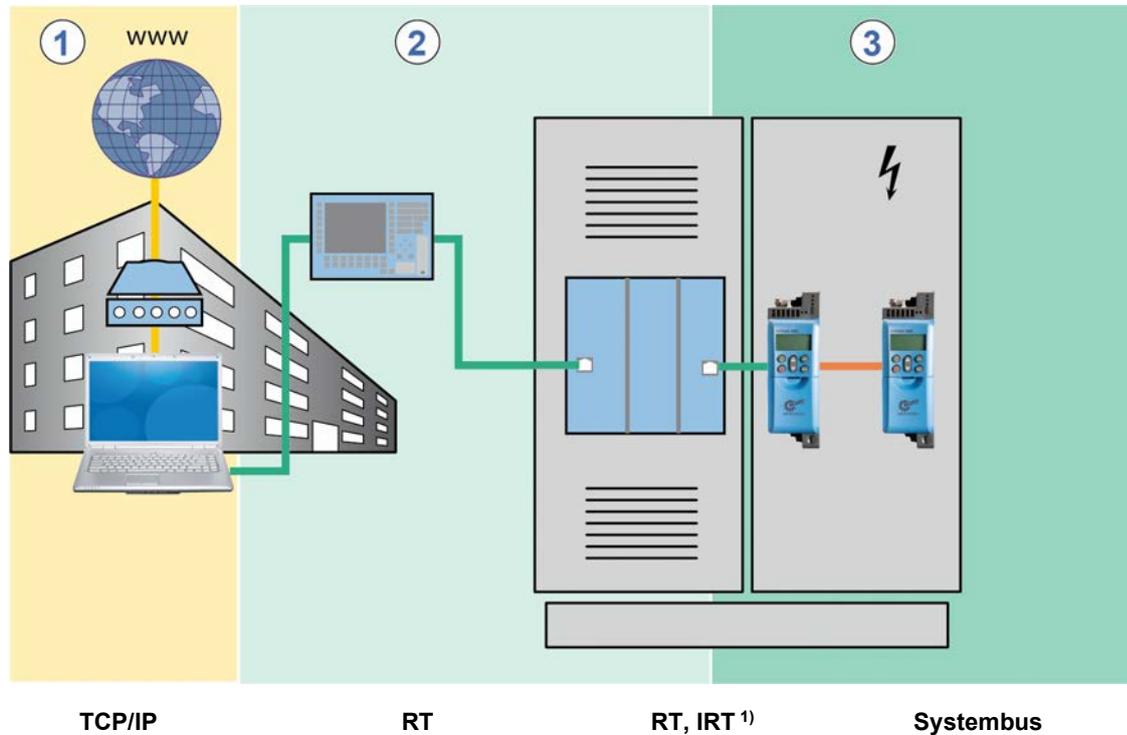


Abbildung 13: PROFINET IO-Datenzykluszeiten

Pos.	Beschreibung
1	Standardkommunikation (IT-Dienste, TCP/IP)
2	Prozessautomatisierung
3	Motion Control (Antriebssteuerung)
<b>TCP/IP</b>	Internetprotokoll, Zykluszeit unter 100 ms
<b>RT</b>	Real Time protocol, Zykluszeit unter 10 ms
<b>IRT</b>	Isonchronous Real Time protocol, Zykluszeit 0,25 ms... 1,0 ms
<b>Systembus</b>	NORD spezifisches Bussystem zwischen Frequenzumrichtern, Zykluszeit $\geq 5$ ms

Die PROFINET IO-Echtzeitkommunikation ist in folgende Klassen unterteilt:

RT-Klasse	Beschreibung
<b>RT_CLASS_1</b>	Unsynchronisierte Echtzeitkommunikation innerhalb eines Teilnetzes (gleiche Netzwerk-ID). Die unsynchronisierte RT-Kommunikation ist die übliche PROFINET IO-Datenübertragung und in jedem IO-Feldgerät implementiert. In dieser RT-Klasse können industrietaugliche Standard-Switches eingesetzt werden. Geeignet für Zykluszeiten von typisch 10 ms.
<b>RT_CLASS_2 (IRT Flex)</b>	RT_CLASS_2-Frames können synchronisiert oder unsynchronisiert übertragen werden. Bei der synchronisierten Kommunikation wird der Beginn eines Buszyklus für alle Teilnehmer definiert. Damit ist genau festgelegt, wann Feldgeräte senden dürfen. Dies ist für alle an der Kommunikation beteiligten Feldgeräte in der RT_CLASS_2 immer der Anfang des Buszyklus (Takt synchronisation). Eine Kombination mit RT_Class_1 ist möglich.
<b>RT_CLASS_3 (IRT oder IRT Top)</b>	Synchronisierte Kommunikation innerhalb eines Subnetzes. Das Senden der Prozessdaten erfolgt in einer genauen, beim Anlagen-Engineering festgelegten Reihenfolge. Diese optimierte Datenübertragung erfordert erheblichen Planungsaufwand, spezielle Hardware-Vorkehrungen sowie den Einsatz von Echtzeit-Switches. Geeignet für Zykluszeiten von 0,25 ms...1 ms.
<b>RT_CLASS_UDP</b>	Unsynchronisierter Datenaustausch von UDP-Datenpaketen zwischen unterschiedlichen Teilnetzen. Geeignet für die Übertragung zeitunkritischer PROFINET IO-Daten. Diese RT-Kommunikation (Transportprotokoll TCP/UDP-IP) kann mit allen verfügbaren Standardnetzwerkkomponenten realisiert werden (z. B. Internet, firmeneigenes Intranet etc.). Datenzyklen von 5 ms bei 100 Mbit/s im Vollduplex-Betrieb werden erreicht.

### Details Kommunikationsablauf

PROFINET IO arbeitet grundsätzlich auf Basis der Realtime-Kommunikation (RT). Es besteht jedoch die Möglichkeit das Bussystem so zu konfigurieren, dass zusätzlich zur RT-Kommunikation auch eine isochrone Realtime-Kommunikation (IRT) möglich ist, die insbesondere für zeitsensible Abläufe (wie für Motion-Control-Anwendungen) von Bedeutung ist. Bei entsprechender Konfiguration eines IO-Controllers verläuft die Kommunikation im PROFINET IO in zwei Phasen, der IRT-Phase und der offenen Phase.

Die IRT-Phase ist ausschließlich für IRT-Frames reserviert. Im Zuge der Projektierung wird vom Anwender genau festgelegt, in welcher Reihenfolge die Teilnehmer senden. Die Kommunikation zwischen den Teilnehmern erfolgt synchronisiert. Eventuell auflaufende RT-Frames oder UDP/IP-Frames werden unbearbeitet in den Switches zwischengespeichert. Somit können die IRT-Frames ohne Wartezeiten an den IO-Controller übertragen werden. Die resultierende Telegrammlaufzeit der IRT-Frames hängt damit letztlich nur von der Anzahl der in der Kommunikationslinie eingebundenen Switches und deren Durchleitezeiten ab.

In der offenen Phase, die durch den IO-Controller definiert wird, erfolgt die Weitergabe der zwischengespeicherten RT-Frames oder UDP/IP-Frames. Dabei kann jedoch ein Zielport nur einen Frame gleichzeitig vom Switch empfangen. Weitere Frames, die für diesen Zielport bestimmt sind, werden im Switch zwischengespeichert. Abhängig von der Struktur bzw. dem Aufbau der Kommunikationsstrecke kann es dabei zu Verzögerungen im Datenaustausch während der offenen Phase kommen.

Das bedeutet, die Nachrichtenlaufzeiten bei isochroner Realtime-Kommunikation (IRT) zwischen den Devices und dem IO-Controller sind immer identisch, bei der Realtime-Kommunikation (RT) hingegen sind sie abhängig von der Buslast und damit in jedem Zyklus verschieden. Der Unterschied zwischen RT- und IRT-Kommunikation liegt somit nicht in der Leistungsfähigkeit der einzelnen Komponenten sondern in der Begrenzung durch den Aufbau der Kommunikationsstrecke.

Die Busschnittstelle des SK 550P besitzt einen integrierten Switch mit zwei Ports für den Aufbau einer Linientopologie.

Die Kommunikation zwischen den Antriebskomponenten von NORD erfolgt über den NORD-Systembus. Die erforderliche Kommunikationszeit addiert sich zur Laufzeit der PROFINET IO Kommunikation.

Die Kennwerte für das Updateintervall der Prozessdaten, Parameterlese- und -schreibzugriff sind dem Handbuch für den Frequenzumrichter (BU 0600) zu entnehmen.

### 2.5.4 Struktur der Nutzdaten

Der zyklische Austausch der Nutzdaten zwischen IO-Controller und Frequenzumrichter erfolgt über zwei Bereiche:

- PKW-Bereich = **P**arameter-**K**ennung-**W**ert (Parameterebene)
- PZD-Bereich = **P**ro**Z**ess**D**aten (Prozessdatenebene)

Über den PKW-Bereich werden Parameterwerte gelesen und geschrieben. Im Wesentlichen sind dies Aufgaben zur Konfiguration, Beobachtung und Diagnose.

Über den PZD-Bereich wird der Frequenzumrichter gesteuert. Dies erfolgt durch Übertragen von Steuerwort, Zustandswort sowie Soll- und Istwerten.

Ein Zugriff besteht immer aus Auftragstelegramm und Antworttelegramm. Im Auftragstelegramm werden die Nutzdaten vom IO-Controller an das IO-Device übertragen. Im Antworttelegramm werden die Nutzdaten vom IO-Device an den IO-Controller übertragen.

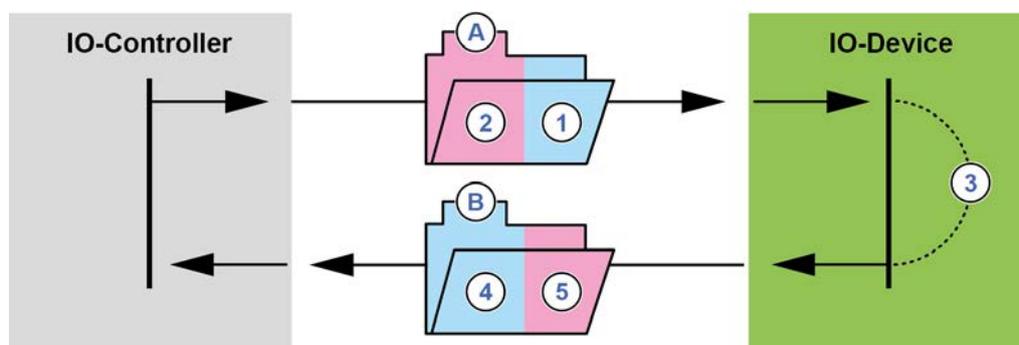


Abbildung 14: Aufbau Nutzdatenbereich – Telegrammverkehr

Pos.	Bedeutung
<b>A</b>	Auftragstelegramm
<b>1</b>	Parameterauftrag
<b>2</b>	Steuerwort und Sollwerte
<b>3</b>	Verarbeitung
<b>B</b>	Antworttelegramm
<b>4</b>	Parameterantwort
<b>5</b>	Zustandswort und Istwerte

Die Verarbeitung der Prozessdaten im Frequenzumrichter erfolgt mit hoher Priorität, damit eine schnelle Reaktion auf Steuerbefehle erfolgt und Zustandsänderungen ohne Verzögerung an den IO-Controller übermittelt werden.

Die Verarbeitung der PKW-Daten erfolgt mit niedriger Priorität und kann deutlich länger dauern.

Der zyklische Datenverkehr erfolgt über in PROFIBUS definierte Parameter-Prozessdaten-Objekte (PPO), mit denen sowohl Prozessdaten (PZD) als auch Parameter (PKW) vom IO-Controller zum IO-Device übertragen werden. NORD-Frequenzumrichter können die PPO-Typen 1, 2, 3, 4 und 6 verarbeiten.

### Struktur der PPO-Typen:

	PKW				PZD					
	PKE	IND	PWE	PWE	PZD1	PZD2	PZD3	PZD4	PZD5	PZD6
					STW	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5
					ZSW	IW1	IW2	IW3	IW4	IW5
1. Wort	2. Wort	3. Wort	4. Wort	5. Wort	6. Wort	7. Wort	8. Wort			
PPO 1	x	x	x	x	x	x				
PPO 2	x	x	x	x	x	x	x	x		
					1. Wort	2. Wort	3. Wort	4. Wort	5. Wort	6. Wort
PPO 3					x	x				
PPO 4					x	x	x	x		
PPO 6					x	x	x	x	x	x

Ausführliche Informationen  Abschnitt 2.5.5.1 "Prozessdatentelegamme".

### 2.5.5 Prozessdatenübertragung

Als Prozessdaten (PZD) werden das Steuerwort (STW) und bis zu 5 Sollwerte (SW) vom IO-Controller zum Frequenzumrichter und das Zustandswort (ZSW) und bis zu 5 Istwerte (IW) vom Frequenzumrichter zum IO-Controller übertragen.

Die Adressierung der Prozessdaten erfolgt über Slot-/Subslot-Kombinationen. Die Slots und Subslots der NORD-Frequenzumrichter werden vom IO-Controller aus der Gerätebeschreibungsdatei (📖 Abschnitt 3.4 "Gerätebeschreibungsdatei installieren") ausgelesen.

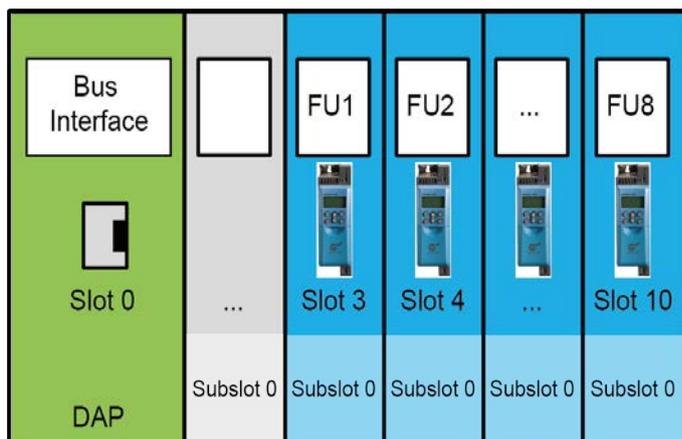


Abbildung 15: Beispiel – PROFINET IO-Gerätemodell

Bezeichnung	Beschreibung
DAP	Device Access Point, Zugangspunkt für die Kommunikation mit der Ethernet-Schnittstelle
FU1	Frequenzumrichter 1 (SK 550P)
FU2...FU8	Frequenzumrichter 2...8 (SK 5x0P)

Länge und Aufbau der Prozessdaten werden durch PPO-Typen bestimmt, die vom IO-Controller aus der Gerätebeschreibungsdatei ausgelesen werden. Die PPO-Typen müssen bei der Konfiguration des IO-Controllers (SPS-Projekt) den Slots der Busteilnehmer zugewiesen werden. Die PPO-Typen sind im PROFIBUS-Profil definiert.

### 2.5.5.1 Prozessdatentelegramme

Als Prozessdatentelegramme für die zyklische Prozessdatenübertragung verwendet Getriebebau NORD GmbH & Co. KG die PPO-Typen PPO3, PPO4 und PPO6.

#### PPO3

Senderichtung	Gesendete Daten (4 Byte)	
	1. Wort	2. Wort
zum Frequenzumrichter	Steuerwort	Sollwert 1
vom Frequenzumrichter	Zustandswort	Istwert 1

#### PPO4

Senderichtung	Gesendete Daten (8 Byte)			
	1. Wort	2. Wort	3. Wort	4. Wort
zum Frequenzumrichter	Steuerwort	Sollwert 1	Sollwert 2	Sollwert 3
vom Frequenzumrichter	Zustandswort	Istwert 1	Istwert 2	Istwert 3

#### PPO6

Senderichtung	Gesendete Daten (12 Byte)					
	1. Wort	2. Wort	3. Wort	4. Wort	5. Wort	6. Wort
zum Frequenzumrichter	Steuerwort	Sollwert 1	Sollwert 2	Sollwert 3	Sollwert 4	Sollwert 5
vom Frequenzumrichter	Zustandswort	Istwert 1	Istwert 2	Istwert 3	Istwert 4	Istwert 5

Für den zyklischen Austausch von Prozess- und Parameterdaten verwendet Getriebebau NORD GmbH & Co. KG die PPO-Typen PPO1 und PPO2.

#### PPO1

Senderichtung	Gesendete Daten (12 Byte)					
	1. Wort	2. Wort	3. Wort	4. Wort	5. Wort	6. Wort
zum Frequenzumrichter	AK und PNU	IND	PWE HI	PWE LO	Steuerwort	Sollwert 1
vom Frequenzumrichter	AK und PNU	IND	PWE HI	PWE LO	Zustandswort	Istwert 1

AK Auftragskennung  
 IND Parameterindex  
 PNU Parameternummer  
 PWE Parameterwert

([↩](#) Abschnitt 2.5.6 "Parameterdatenübertragung")

**PPO2**

Senderichtung	Gesendete Daten (16 Byte)							
	1. Wort	2. Wort	3. Wort	4. Wort	5. Wort	6. Wort	7. Wort	8. Wort
zum Frequenzumrichter	AK und PNU	IND	PWE HI	PWE LO	STW	Sollwert 1	Sollwert 2	Sollwert 3
vom Frequenzumrichter	AK und PNU	IND	PWE HI	PWE LO	ZSW	Istwert 1	Istwert 2	Istwert 3

AK Auftragskennung

IND Parameterindex

PNU Parameternummer

PWE Parameterwert

( Abschnitt 2.5.6 "Parameterdatenübertragung")

### 2.5.6 Parameterdatenübertragung

Die Übertragung von Parameterdaten erfolgt azyklisch. Ebenso wie die Prozessdaten, werden die Parameterdaten über Slots zugeordnet (☞ Abschnitt 2.5.5 "Prozessdatenübertragung"). Übertragen werden Parameterdaten der Frequenzumrichter FU1... (Zuordnung Slot 3...).

Über den PKW-Bereich (☞ Abschnitt 2.5.5 "Prozessdatenübertragung") kann eine Parameterbearbeitung auch im zyklischen Datenverkehr durchgeführt werden. Hierzu formuliert der IO-Controller einen Auftrag und der Frequenzumrichter formuliert die passende Antwort. Der PKW-Bereich wird nur bei der Übertragung mit den PPO-Typen 1 und 2 verwendet.

Der PKW-Bereich besteht prinzipiell aus

- einer **Parameterkennung (PKE)**, in der die Auftragsart (Schreiben, Lesen etc.) und der betreffende Parameter festgelegt werden,
- einem **Index (IND)**, mit dem einzelne Parametersätze bzw. Arrays adressiert werden,
- dem **Parameterwert (PWE)**, der den zu lesenden oder zu schreibenden Wert enthält.

Feld <sup>1</sup>		Datengröße	Erläuterung
<b>PKE</b>	Parameterkennung (Auftragskennung <b>AK</b> und Parameternummer <b>PNU</b> )	2 Byte	Parameter der Busschnittstelle oder des Frequenzumrichters. Die Parameternummer, addiert mit „1000“. Die Auftragskennung wird an die Parameternummer angehängt (oberes Nibble).
<b>IND</b>	Parameterindex	2 Byte	Subindex des Parameters
<b>PWE</b>	Parameterwert	4 Byte	Neuer Einstellwert

<sup>1</sup> Beschreibung der Felder in den folgenden Abschnitten.

Ein Parameterauftrag muss solange wiederholt werden, bis der Frequenzumrichter mit dem entsprechenden Antworttelegramm antwortet.

### Information

#### Max. 100.000 zulässige Schreibzyklen

Werden Parameteränderungen durchgeführt (Anforderung durch den IO-Controller über PKW-Kanal) darf die maximale Anzahl der zulässigen Schreibzyklen auf das EEPROM des Frequenzumrichters (100.000 Zyklen) nicht überschritten werden, d. h. ein dauerhaftes zyklisches Schreiben muss vermieden werden.

Bei bestimmten Anwendungen ist es ausreichend, wenn die Werte nur im RAM des Frequenzumrichters abgelegt werden. Die entsprechende Einstellung kann durch Auswählen der entsprechenden AK oder über den Parameter **P560 Speichern im EEPROM** vorgenommen werden.

### 2.5.6.1 Ablauf des azyklischen Parameterdatenaustauschs (Records)

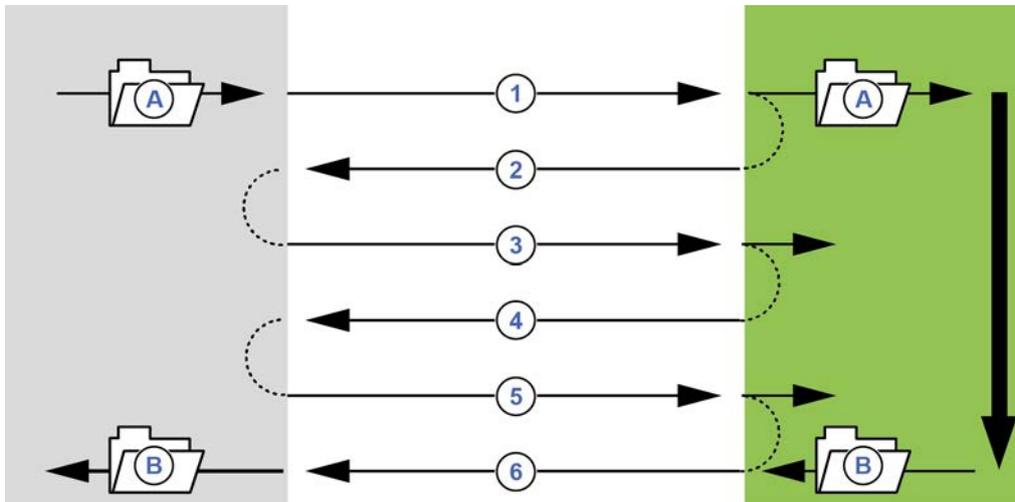


Abbildung 16: Ablauf des azyklischen PROFINET IO-Parameterdatenaustauschs

Pos.	Bedeutung	Bemerkung
<b>A</b>	Parameterauftrag	
<b>B</b>	Parameterantwort	
<b>1</b>	Write Request (mit Daten, Slot 3...10)	Mit „Write Request“ wird der Parameterauftrag an das IO-Device übergeben.
<b>2</b>	Write Response (ohne Daten, Slot 3...10)	Mit „Write Response“ erhält der IO-Controller die Bestätigung über den Eingang der Nachricht.
<b>3</b>	Read Request (ohne Daten, Slot 3...10)	Mit „Read Request“ fordert der IO-Controller eine Antwort vom IO-Device an.
<b>4</b>	Read Response (-) (ohne Daten, Slot 3...10)	Das IO-Device antwortet mit „Read Response (-)“, sofern die Bearbeitung noch nicht abgeschlossen ist.
<b>5</b>	Read Request (ohne Daten, Slot 3...10)	Mit „Read Request“ fordert der IO-Controller eine Antwort vom IO-Device an.
<b>6</b>	Read Response (+) (mit Daten, Slot 3...10)	Nach Bearbeitung des Parameterauftrags antwortet das IO-Device mit „Read Response (+)“. Der Parameterauftrag ist abgeschlossen.

Bei der Übertragung von Parameteraufträgen kann sich die positive Antwort vom IO-Device an den IO-Controller um einen oder mehrere Kommunikationszyklen verzögern. Der IO-Controller muss den Auftrag daher solange wiederholen, bis die entsprechende Antwort vom IO-Device empfangen wurde.

### 2.5.6.2 Datensätze für azyklische Parameteraufträge

Die Parameteraufträge werden als Datensätze übertragen. Die Datensätze werden generell an FU1 (Slot 3) übertragen. Die Datensatznummer bestimmt den Empfänger des Parameterauftrags:

<b>Datensatz 100</b>	Auftrag an die Busschnittstelle (Parameter P850...P899)
<b>Datensatz 101</b>	Auftrag an den Frequenzumrichter 1 (Parameter P000...P849 und P900...P999)
<b>Datensatz 102</b>	Auftrag an den Frequenzumrichter 2 (Parameter P000...P849 und P900...P999)
...	
<b>Datensatz 108</b>	Auftrag an den Frequenzumrichter 8 (Parameter P000...P849 und P900...P999)

Der Aufbau dieser Datensätze ist im Abschnitt  2.5.6.3 "Format der Datensätze" beschrieben.

---

#### **Information**

##### **Parameternummern**

Die Parameternummern P000...P999 der Getriebefabrik NORD GmbH & Co. KG müssen in den Nummernbereich 1000...1999 konvertiert werden, d. h. bei der Parametrierung müssen die Parameternummern mit dem Wert „1000“ addiert werden.

---

### 2.5.6.3 Format der Datensätze

#### Parametererkennung PKE

In der Parametererkennung PKE sind der Auftrag oder die Antwort und der zugehörige Parameter verschlüsselt.

PKE																IND	PWE1	PWE2
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0			
AK				SPM	PNU													

Die Parametererkennung PKE ist immer ein 16-Bit-Wert:

- PNU** Bit 0...10 enthalten die Nummer des gewünschten Parameters bzw. die Nummer des aktuellen Parameters im Antworttelegramm des Frequenzumrichters.  
 Parameternummern  Handbuch des jeweiligen Frequenzumrichters.
- SPM** Bitt 11 ist das Toggle-Bit für Spontanmeldungen. Diese Funktion wird **nicht** unterstützt.
- AK** Bit 12...15 enthalten die Auftrags- oder Antwortkennung.

#### Information

##### Parameternummern

Die Parameternummern P000...P999 der Getriebebau NORD GmbH & Co. KG müssen in den Nummernbereich 1000...1999 konvertiert werden, d. h. bei der Parametrierung müssen die Parameternummern mit dem Wert „1000“ addiert werden.

##### Auftragskennung und Antwortkennung AK

Insgesamt können 15 Parameteraufträge vom IO-Controller übertragen werden.

Die rechte Spalte der nachfolgenden Tabelle listet die entsprechende Kennung einer jeweils positiven Antwort auf. Die Kennung einer positiven Antwort ist abhängig von der Auftragskennung.

### Bedeutung der Auftragskennungen

Auftragskennung	Funktion	Antwortkennung (positiv)
0	Kein Auftrag	0
1	Parameterwert anfordern	1 oder 2
2	Parameterwert ändern (Wort)	1
3	Parameterwert ändern (Doppelwort)	2
4 <sup>1</sup>	Reserviert	—
5 <sup>1</sup>	Reserviert	—
6	Parameterwert anfordern (Array)	4 oder 5
7	Parameterwert ändern (Array, Wort)	4
8	Parameterwert ändern (Array, Doppelwort)	5
9 <sup>1</sup>	Anzahl der Arrayelemente anfordern	6
10 <sup>1</sup>	Reserviert	—
11 <sup>1</sup>	Parameterwert ändern (Array, Doppelwort) ohne in das EEPROM zu schreiben	5
12 <sup>1</sup>	Parameterwert ändern (Array, Wort) ohne in das EEPROM zu schreiben	4
13 <sup>1</sup>	Parameterwert ändern (Doppelwort) ohne in das EEPROM zu schreiben	2
14 <sup>1</sup>	Parameterwert ändern (Wort) ohne in das EEPROM zu schreiben	1

<sup>1</sup> nur relevant für Frequenzumrichter mit aufgesetzter Busschnittstelle

Der SK 550P unterstützt alle o.g. Auftragskennungen.

Alle weiteren am NORD-Systembus angeschlossenen Frequenzumrichter unterstützen nur die Auftragskennungen 1, 2, 3, 6, 7 und 8.

### Bedeutung der Antwortkennungen

Antwortkennung	Bedeutung
0	Keine Antwort
1	Parameterwert übertragen (Wort)
2	Parameterwert übertragen (Doppelwort)
4	Parameterwert übertragen (Array, Wort)
5	Parameterwert übertragen (Array, Doppelwort)
6	Anzahl der Arrayelemente übertragen
7	<b>Auftrag nicht ausführbar (mit Fehlernummer in PWE2)</b>

Die Kennung einer negativen Antwort ist für alle Auftragskennungen immer der Wert „7“ (Auftrag nicht ausführbar). Bei negativer Antwort wird im Parameterwert PWE2 der Antwort vom Frequenzumrichter zusätzlich eine Fehlermeldung angeführt.

### Bedeutung der Fehlermeldungen im Parameterwert PWE2

Fehlermeldung	Bedeutung
0	Unzulässige Parameternummer
1	Parameterwert nicht änderbar
2	Untere oder obere Wertgrenze überschritten
3	Fehlerhafter Subindex
4	Kein Array
5	Unzulässiger Datentyp
6	Nur rücksetzbar (es darf nur 0 geschrieben werden)
7	Beschreibungselement nicht änderbar
9	Beschreibungsdaten nicht vorhanden
201	Ungültiges Auftragsselement im zuletzt empfangenen Auftrag
202	Interne Antwortkennung nicht abbildbar

#### Information

#### Auftrags- und Antwortkennung

In den Datentelegrammen werden sowohl die Auftragskennung als auch die Antwortkennung mit „AK“ gekennzeichnet. Deshalb müssen insbesondere Antwort- oder Auftragskennungen „AK1“, „AK2“ und „AK4“ bis „AK7“ sorgfältig interpretiert werden.

### Parameterindex IND

Aufbau und Funktion des Parameterindex sind von der Art des zu übertragenden Parameters abhängig.

PKE	IND															PWE1	PWE2	
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			0
								P1...P4		Keine Information (alle „0“)								
	Arrays 1...64							P1...P4										
	Subindex																	

Bei **parametersatzabhängigen Werten** kann der Parametersatz über Bit 8 und Bit 9 des Indexes ausgewählt werden (0 = Parametersatz 1, 1 = Parametersatz 2 etc.).

Bei **Array-Parametern** kann der Subindex über Bit 10 bis Bit 15 angesprochen werden (0 = Arrayelement 1, 1 = Arrayelement 2 etc.).

Bei **nicht parametersatzabhängigen Parametern** werden Bit 8 bis Bit 15 für den Subindex verwendet. Damit ein Subindex wirksam wird, muss die entsprechende Auftragskennung (Nummer 6, 7, 8 sowie 11 und 12) verwendet werden.

### Beispiele für die Adressbildung bei parametersatzabhängigen Array-Parametern

Arrayelement						Parametersatz		Keine Information							
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	1	0	1	0	1	Keine Information (alle „0“)							
5 (0001 01b)						2 (01b)									

Arrayelement						Parametersatz		Keine Information							
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	1	0	1	0	1	1	1	Keine Information (alle „0“)							
21 (0101 01b)						4 (11b)									

Aufbau der Parameter und Subindex-Werte  Handbuch des eingesetzten Frequenzumrichters.

### Parameterwert PWE

Parameterwerte werden entsprechend Parameter als Wort (16 Bit) oder Doppelwort (32 Bit) übertragen. Bei negativen Werten müssen die High-Bytes mit „FFh“ aufgefüllt werden.

Der Parameterwert wird als ganzzahliger Wert übertragen.

Bei Parametern mit den Auflösungen „0,1“ oder „0,01“ muss der Parameterwert mit dem Kehrwert der Auflösung multipliziert werden.

### Beispiel

Es soll eine Hochlaufzeit von 99,99 Sekunden eingestellt werden.

$$99,99s = \frac{99,99 \times 1}{0,01} = 99,99 \times 100 = 9999$$

Es muss der Wert „9999“ (270Fh) übertragen werden.

### 2.5.6.4 Beispiele für Datensatzübertragung

#### Lesen des Parameters P717 Aktuelle Drehzahl

Es wird der Datensatz 100 verwendet.

#### Beispieltelegramm

Feld	Datengröße	Byte	Datum	Erläuterung
Auftragskennung AK	1 Byte (oberes Nibble)	2	1h	Parameterwert anfordern (lesen)
und Parameterwert PWE	1 Byte (unteres Nibble)			6B5h
			16B5h	
Parameterindex	2 Byte	3	00h	Subindex des Parameters
		4	00h	
Parameterwert	4 Byte	5	00h	Einstellwert bei Leseauftrag nicht gesetzt
		6	00h	
		7	00h	
		8	00h	

Beispielcode (SIMATIC STEP 7 V5.5)	Erläuterung
CALL „WRREC“, DB53 REQ :=#bStart ID :=DW#16#7FC INDEX :=100 LEN :=8 DONE :=#bEnd BUSY :=#bBusy ERROR :=#bError STATUS :=wStatus RECORD :=P#DB10.DBX0.0 BYTE 8	→ Schreib Anforderung (Write Request)  → Diagnoseadresse → Datensatz 100 → Länge: 8 Byte
CALL “RDREC”, DB52 REQ :=#bStart ID :=DW#16#7FC INDEX :=100 MLEN :=8 VALID :=... BUSY :=... ERROR :=... STATUS :=... LEN :=... RECORD :=P#DB10.DBX12.0 BYTE 8	→ Antwort lesen (Read Response)  → Diagnoseadresse → Datensatz 100
<b>Gelesener Wert: P717 = 1020 (03FCh)</b>	

### Schreiben des Parameters P102 Hochlaufzeit, Index 1

Es wird der Datensatz 101 verwendet.

#### Beispieltelegramm

Feld	Datengröße	Byte	Datum	Erläuterung
Auftragskennung AK	1 Byte (oberes Nibble)	2	2h	Parameterwert anfordern (lesen)
und Parameterwert PWE	1 Byte (unteres Nibble)		44Eh	
			244Eh	
Parameterindex	2 Byte	3	01h	Subindex des Parameters
		4	00h	
Parameterwert	4 Byte	5	00h	Es soll die Zeit „2,5 s“ (250 = FAh) eingestellt werden.
		6	00h	
		7	00h	
		8	FAh	

Beispielcode (SIMATIC STEP 7 V5.5)	Erläuterung
CALL „WRREC“, DB53 REQ :=#bStart ID :=DW#16#7FC INDEX :=101 LEN :=8 DONE :=#bEnd BUSY :=#bBusy ERROR :=#bError STATUS :=wStatus RECORD :=P#DB10.DBX0.0 BYTE 8	→ Schreibenanforderung (Write Request)  → Diagnoseadresse → Datensatz 101 → Länge: 8 Byte        → Daten: 24h, 4Eh, 01h, 00h, 00h, 00h, 00h, FAh
CALL “RDREC”, DB52 REQ :=#bStart ID :=DW#16#7FC INDEX :=101 MLEN :=8 VALID :=... BUSY :=... ERROR :=... STATUS :=... LEN :=... RECORD :=P#DB10.DBX12.0 BYTE 8	→ Antwort lesen (Read Response)  → Referenz → Datensatz 101        → Antwort: 14h, 4Eh, 01h, 00h, 00h, 00h, 00h, 00h

### Telegrammaufbau bei Parametrierung über PPO1 oder PPO2

Der Parameter **P102 Hochlaufzeit** soll im Parametersatz 3 auf den Wert „10 s“ eingestellt werden (es wird nur der PKW-Kanal betrachtet). Da die Hochlaufzeit eine FU-interne Auflösung von „0,01 s“ hat, muss der Parameterwert „1000“ („3E8h“) übertragen werden.

#### Vorgehensweise

1. Auftragskennung festlegen (AK 7 = „Parameterwert ändern (Array, Wort“).
2. Parameter auswählen (P102 = P66h).
3. Parametersatz 3 auswählen (IND = 02).
4. Parameterwert einstellen (1000 = 3E8h).
5. Antworttelegramm prüfen (positiv bei Array Wort 4).

#### Auftragstelegramm vom IO-Controller

Wort	1		2		3		4	
Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Bez.	PKE	PKE	IND	IND	PWE	PWE	PWE	PWE
Wert	70h	66h	02h	00h	00h	00h	03h	E8h

#### Antworttelegramm vom Frequenzumrichter (nach vollständiger Abarbeitung des Auftrags)

Wort	1		2		3		4	
Byte	3	4	5	6	7	8	9	10
Bez.	PKE	PKE	IND	IND	PWE	PWE	PWE	PWE
Wert	40h	66h	02h	00h	00h	00h	03h	E8h

## 3 Ersteinrichtung

### 3.1 Inbetriebnahme des NORD-Systembusses

An einem NORD-Systembus können bis zu 8 Frequenzumrichter mit entsprechender Peripherie (z. B. Absolutwertgeber) angeschlossen werden.

#### Elektrischer Anschluss

Der elektrische Anschluss an den Systembus erfolgt über die Klemme X15.



#### Adressierung

Allen Teilnehmern am NORD-Systembus (Busknoten) muss eine eindeutige Adresse (CAN-ID) zugewiesen werden.

**P515[1] = 32**

Weitere Frequenzumrichter müssen die CAN-IDs 34, 36, 37, 38, 40, 42, 44, und 46 erhalten. Über die Zuweisung der CAN-ID erfolgt gleichzeitig die eindeutige Zuordnung peripherer Systembusteilnehmer (z. B. Absolutwertgeber) zu einem bestimmten Frequenzumrichter. Dies geschieht über folgende Gleichung:

$$\text{Adresse Absolutwertgeber} = \text{CAN-ID des Frequenzumrichters} + 1$$

Daraus ergibt sich folgende Matrix:

Gerät	FU1	AG1	FU2	AG2	...
CAN-ID	32	33	34	35	...

Die Zuweisung der CAN-ID des Frequenzumrichters erfolgt über den Parameter P515 „CAN-Adresse“ im Arrayelement [-01] „Slaveadresse“, die eines ggf. angeschlossenen Absolutwertgebers üblicherweise über dessen DIP-Schalter (Beschreibung des Absolutwertgebers beachten).

### Abschlusswiderstand

Am ersten und am letzten Teilnehmer im Systembus muss der Abschlusswiderstand aktiviert werden. Dies erfolgt durch Setzen des DIP-Schalters „CAN“ am Klemmenblock X15 in Position „ON“:



### DIP-Schalter

ON - OFF



### Busgeschwindigkeit

Die Busgeschwindigkeit der Frequenzumrichter muss auf „250 kBaud“ eingestellt werden (P514 „CAN-Baudrate“). Das gilt für alle Busknoten, so auch für angeschlossene Absolutwertgeber.

### 3.2 Feldbus anschließen

Der elektrische Anschluss an das Feldbussystem erfolgt über die beiden RJ45-Buchsen (X17).



#### Anschluss Feldbus

RJ45 (1)    RJ45 (2)



#### Zuordnung der Anschlussbuchsen

	RJ45 (1)	RJ45 (2)
PROFINET IO	Port 1	Port 2
EtherNet/IP	Port 1	Port 2
EtherCAT	IN	OUT
POWERLINK	Port 1	Port 2

### 3.3 Feldbusprotokoll einstellen

Über die Feldbusschnittstelle kann der Frequenzumrichter mit unterschiedlichen Feldbussystemen kommunizieren. Das Feldbusprotokoll wird mit dem Parameter **P899** eingestellt. Folgende Werte sind möglich:

- 0: Keine Änderung
- 1: PROFINET IO
- 2: EtherCAT
- 3: EtherNet/IP
- 4: POWERLINK

---

#### Information

Der Parameter ist nur änderbar, wenn eine 24 V-Spannungsversorgung am Gerät anliegt. Eine Parameteränderung nur über USB-Schnittstellen-Versorgung ist nicht möglich.

Nach erfolgreichem Abschluss der Umstellung setzt sich der Parameter auf die Einstellung 0 zurück. Für eine erfolgreiche Umstellung des Bussystems darf keine Kommunikation über Ethernet stattfinden oder es wird nicht über Ethernet gesteuert (**P509/P510**).

Das aktuell eingestellte Feldbusprotokoll kann mit dem Parameter **P870** ausgelesen werden.

### 3.4 Gerätebeschreibungsdatei installieren

Damit der Frequenzumrichter während der Busteilnehmersuche (Bus-Scan) durch den Busmaster identifiziert werden kann, benötigt der Busmaster eine Gerätebeschreibungsdatei.

Die zur Erkennung des Frequenzumrichters notwendige, aktuelle Gerätebeschreibungsdatei kann von unserer Webseite [www.nord.com](http://www.nord.com) direkt unter dem Link

[NORDAC Options](#)

heruntergeladen werden.

Die Gerätebeschreibungsdatei enthält eine Beschreibung der Geräteeigenschaften des Frequenzumrichters.

## 3.5 EtherNet/IP einrichten

Für die Inbetriebnahme des Feldbussystems muss die Busschnittstelle eingerichtet werden. Dies beinhaltet folgende Arbeiten:

Art der Arbeit	Beschreibung 
Steuerungsprojekt konfigurieren	Abschnitt 3.4 "Gerätebeschreibungsdatei installieren"
Busadresse zuweisen	Abschnitt 3.5.2 "EtherNet/IP-Feldbusadresse"
Erforderliche Parametereinstellungen vornehmen	Kapitel 4 "Parameter"

Zur Kommunikation mit dem Frequenzumrichter muss zunächst der Busmaster (SPS-Projekt des Busmasters) konfiguriert werden. Die Konfiguration muss mit einem Softwaresystem für EtherNet/IP-Feldbussysteme erstellt werden.

Ein Beispiel zur Vorgehensweise beim Einrichten des Feldbussystems finden Sie am Ende dieses Kapitels ( Abschnitt 3.9 "Beispiel: Inbetriebnahme eines Systembus-Netzwerks").

Ausführliche Informationen zur EMV-gerechten Installation finden Sie in der Technischen Information [TI 80\\_0011](#) unter [www.nord.com](http://www.nord.com).

### 3.5.1 Automatische Geräteerkennung

Damit der Frequenzumrichter bei einem Bus-Scan vom Busmaster automatisch erkannt und eindeutig identifiziert werden kann, müssen nach Installieren der Gerätebeschreibungsdatei folgende Einstellungen in der Konfigurationssoftware vorgenommen werden:

- Frequenzumrichter in das EtherNet/IP-Feldbussystem einfügen
- Eigenschaften (Assembly, IP-Adresse) des Frequenzumrichters spezifizieren

### 3.5.2 EtherNet/IP-Feldbusadresse

Damit der Frequenzumrichter vom Busmaster erkannt wird, muss ihm eine IP-Adresse zugewiesen werden. Die Einstellungen können auf zwei verschiedene Arten vorgenommen werden:

#### 1. IP-Adresse über DHCP oder BOOTUP einstellen

Parameter **P856 Adressierungs Mode** auf „DHCP“ oder „BOOTP“ einstellen ( Abschnitt 4.2.2 "EtherNet/IP-Standardparameter"), anschließend den Frequenzumrichter in der EtherNet/IP-Konfigurationssoftware einrichten.

#### 2. IP-Adresse über Parameter in der NORDCON-Software einstellen, wie unten beschrieben.

#### Information

Bei Einstellen des Parameters **P856** auf den Wert „0“ wird die IP-Adresse aus den Einstellungen der Parameter **P850 IP Adresse**, **P851 IP Subnetzmaske** und **P852 IP Gateway** übernommen.

#### IP-Adresse über Parameter in der NORDCON-Software einstellen (Punkt 2.)

In der NORDCON-Software müssen folgende Parameter eingestellt werden:

- **P856 Adressierungs Mode**
- **P850 IP Adresse**
- **P851 IP Subnetzmaske**
- **P852 IP Gateway** (bei konfigurierter Gatewayfunktion)

### Voraussetzung

- Das EtherNet/IP-Feldbussystem ist gemäß Herstelleranweisungen installiert und in Betrieb genommen.
- Ein NORDCON-Rechner steht zur Verfügung ( [BU 0000](#)).

### Vorgehensweise

1. Im Baumverzeichnis der NORDCON-Software den Eintrag des Frequenzumrichters mit einem Doppelklick öffnen, den Standardparameter **P856 Adressierungs Mode** aufrufen, die Einstellung „0“ wählen und mit „**ENTER**“ speichern.
2. Den Standardparameter **P850 IP Adresse** aufrufen, die IP-Adresse eingeben und mit „**ENTER**“ speichern.
3. Den Standardparameter **P851 IP Subnetzmaske** aufrufen, die IP-Subnetzmaske eingeben und mit „**ENTER**“ speichern.
4. Den Standardparameter **P852 IP Gateway** aufrufen, die IP-Adresse für die Gatewayfunktion eingeben und mit „**ENTER**“ speichern.
5. Frequenzumrichter neu starten (Spannungsversorgung aus- und wieder einschalten), damit die Parametereinstellungen eingelesen werden.

### 3.6 EtherCAT einrichten

Für die Inbetriebnahme des Feldbussystems muss der Frequenzumrichter eingerichtet werden. Dies beinhaltet folgende Arbeiten:

Art der Arbeit	Beschreibung 
Steuerungsprojekt konfigurieren	Abschnitt 3.4 "Gerätebeschreibungsdatei installieren"
Busadresse zuweisen	Abschnitt 3.6.2 "EtherCAT-Feldbusadresse"
Erforderliche Parametereinstellungen vornehmen	Kapitel 4 "Parameter"

Zunächst muss der Busmaster (SPS-Projekt) konfiguriert werden. Die Konfiguration muss mit einem Softwaresystem für EtherCAT-Feldbussysteme, Echtzeitausführung und Diagnose erstellt werden (z. B. „TwinCAT“ der Beckhoff Automation GmbH & Co. KG).

Ein Beispiel zur Vorgehensweise beim Einrichten des Feldbussystems finden Sie am Ende dieses Kapitels ( Abschnitt 3.9 "Beispiel: Inbetriebnahme eines Systembus-Netzwerks").

Ausführliche Informationen zur EMV-gerechten Installation finden Sie in der Technischen Information [TI 80\\_0011](http://TI_80_0011) unter [www.nord.com](http://www.nord.com).

#### 3.6.1 Automatische Geräteerkennung

Nach Installieren der Gerätebeschreibungsdatei wird der Frequenzumrichter bei einem Bus-Scan von der Konfigurationssoftware automatisch erkannt und eindeutig identifiziert. Dies erfolgt über die Parameter

- „Software Version“,
- „Vendor ID“ (NORD-Herstellererkennung „00000538h“) und
- „Product Code“,

die im sogenannten „CoE-Verzeichnis“ ( Abschnitt 2.2.7 "Parameterdatenübertragung") hinterlegt sind.

Der Parameter „Produkt Code“ wird während der Hochlaufphase des Feldbussystems an den Busmaster übertragen, der anhand dieses Codes die Einstellungen aus der Gerätebeschreibungsdatei übernimmt.

### 3.6.2 EtherCAT-Feldbusadresse

EtherCAT-Geräte brauchen nicht adressiert zu werden. Ihre Adressierung erfolgt automatisch durch den Busmaster (SPS) entsprechend ihrer physikalischen Anschlussreihenfolge am Bus.

Nur für den Fall, dass die Hot-Connect-Funktion genutzt wird, muss dem Frequenzumrichter eine eindeutige Adresse („Second Address“) zugewiesen werden. Die Zuweisung erfolgt über den Parameter **P850 Second Address**.

Die Adresse wird beim Anschließen der Frequenzumrichters an die Spannungsversorgung vom Frequenzumrichter selbst eingelesen.

---

#### Information

Busteilnehmer ohne Hot-Connect-Funktion müssen physikalisch immer am Anfang des Feldbussystems angeordnet sein. Hinter einem Busteilnehmer mit Hot-Connect-Funktion darf im EtherCAT-Strang kein Busteilnehmer ohne diese Funktion mehr folgen.

---

#### Voraussetzung

- Das EtherCAT-Feldbussystem ist gemäß Herstelleranweisungen installiert und in Betrieb genommen.

#### Vorgehensweise

1. Busadresse („Second Address“) mit dem Parameter **P850 Second Address** einstellen.
2. Frequenzumrichter im betreiberseitigen EtherCAT-Konfigurationsprojekt für Hot-Connect-Funktion konfigurieren (ADO 0x134).

## 3.7 POWERLINK einrichten

Für die Inbetriebnahme des Feldbussystems muss der Frequenzumrichter für die Feldbuskommunikation eingerichtet werden. Dies beinhaltet folgende Arbeiten:

Art der Arbeit	Beschreibung 
Steuerungsprojekt konfigurieren	Abschnitt 3.4 "Gerätebeschreibungsdatei installieren"
Busadresse zuweisen	Abschnitt 3.7.3 "POWERLINK-Feldbusadresse"
Erforderliche Parametereinstellungen vornehmen	Kapitel 4 "Parameter"

Zunächst muss der Busmaster (SPS-Projekt) konfiguriert werden. Die Konfiguration muss mit einem Softwaresystem für POWERLINK-Feldbussysteme erstellt werden.

Ein Beispiel zur Vorgehensweise beim Einrichten des Feldbussystems finden Sie am Ende dieses Kapitels ( Abschnitt 3.9 "Beispiel: Inbetriebnahme eines Systembus-Netzwerks").

Ausführliche Informationen zur EMV-gerechten Installation finden Sie in der Technischen Information [TI 80\\_0011](#) unter [www.nord.com](http://www.nord.com).

### 3.7.1 Automatische Geräteerkennung

Damit der Frequenzumrichter bei einem Bus-Scan vom Busmaster automatisch erkannt und eindeutig identifiziert werden kann, müssen nach Installieren der Gerätebeschreibungsdatei folgende Einstellungen in der Konfigurationssoftware vorgenommen werden:

- Frequenzumrichter in das POWERLINK-Feldbussystem einfügen
- Frequenzumrichter aus der SPS-Datenbank in das Projekt einfügen (Control Node hinzufügen)
- Frequenzumrichter adressieren (POWERLINK-Node-ID zuweisen)
- Prozessdaten mit Variablen verknüpfen

### 3.7.2 Initialisierung der Parameter

Um Parameter beim Starten der SPS automatisch zu beschreiben, müssen die betreffenden gerätespezifischen Parameter in der Gerätekonfiguration der SPS mit einem Initialwert versehen werden. Sobald die SPS eine Verbindung zum Controlled Node aufbaut, werden alle Parameter einmal beschrieben.

#### Information

Beim Starten der SPS muss der Frequenzumrichter betriebsbereit sein. Anderenfalls kann er keine Daten speichern und antwortet mit einem Fehler. Bei eingeschalteter Modulüberwachung ( Abschnitt 5.4 "Störungsbehandlung – Industrial Ethernet") schaltet die SPS in dem Fall in den Service Mode.

### 3.7.3 POWERLINK-Feldbusadresse

Damit der Frequenzumrichter vom Busmaster erkannt wird, muss ihm eine IP-Adresse zugewiesen werden.

Nur das vierte Byte der IP-Adresse (Node-ID) muss eingestellt werden. Die ersten drei Byte der IP-Adresse und die vier Byte der Subnetzmaske sind bei POWERLINK fest vorgegeben:

IP-Adresse	<b>192.168.100.xxx (xxx = Node-ID)</b>
Subnetzmaske	<b>255.255.255.0</b>

Folgende Parameter des Frequenzumrichters müssen eingestellt werden:

- **P850 Node Id**
- **P852 IP Gateway** (bei konfigurierter Gatewayfunktion)

---

#### Information

Für die Adressenvergabe schreibt POWERLINK bestimmte Bereiche vor, die unbedingt beachtet werden müssen.  Abschnitt 4.2.3 "POWERLINK-Standardparameter".

---

#### Voraussetzung

- Das POWERLINK-Feldbussystem ist gemäß Herstelleranweisungen installiert und in Betrieb genommen.
- Ein Parametrierungstool (z. B. NORDCON oder ParameterBox) steht zur Verfügung.

#### Vorgehensweise

1. Parameter **P850 Node Id** aufrufen und die Node-ID einstellen.
2. Parameter **P852 IP Gateway** aufrufen und die IP-Adresse des Gateways einstellen.

---

#### Information

Die IP-Adresse des Gateways darf sich nur im Bereich „192.168.100.1“ ... „192.168.100.240“ befinden. Anderenfalls wird der Fehler „5605 Konfig. setzen“ ausgelöst.

---

3. Den Frequenzumrichter neu starten (Spannungsversorgung aus- und wieder einschalten), damit die Parametereinstellungen eingelesen werden.

### 3.8 PROFINET IO einrichten

Für die Inbetriebnahme des Feldbussystems muss die Busschnittstelle eingerichtet werden. Dies beinhaltet folgende Arbeiten:

Art der Arbeit	Beschreibung 
Steuerungsprojekt konfigurieren	Abschnitt 3.4 "Gerätebeschreibungsdatei installieren"
Busadresse zuweisen	Abschnitt 3.8.1 "Frequenzumrichter adressieren "
Erforderliche Parametereinstellungen vornehmen	Kapitel 4 "Parameter"

Zur Kommunikation mit dem Frequenzumrichter muss zunächst der Busmaster (SPS-Projekt des IO-Controllers) konfiguriert werden. Die Konfiguration muss mit einem Softwaresystem für PROFINET IO-Feldbussysteme erstellt werden (z. B. „Simatic Step 7“ der Siemens AG).

Für die Einbindung von NORD-Frequenzumrichtern in den SIMATIC-Manager der Siemens AG bietet Getriebefabrik NORD GmbH & Co. KG S7-Standardbausteine an, die sowohl für PROFINET IO- als auch für PROFIBUS-Feldbussysteme verwendet werden können ( Handbuch [BU 0940](#)).

Ein Beispiel zur Vorgehensweise beim Einrichten des Feldbussystems finden Sie am Ende dieses Kapitels ( Abschnitt 3.9 "Beispiel: Inbetriebnahme eines Systembus-Netzwerks").

Ausführliche Informationen zur EMV-gerechten Installation finden Sie in der Technischen Information [TI 80\\_0011](#) unter [www.nord.com](http://www.nord.com).

#### 3.8.1 Frequenzumrichter adressieren

Damit der Frequenzumrichter vom IO-Controller erkannt wird, müssen dem Frequenzumrichter eine IP-Adresse und ein Geräte-Name zugewiesen werden. Die Einstellungen müssen sowohl in der betreiberseitigen PROFINET IO-Konfigurationssoftware als auch in der NORDCON-Software vorgenommen werden.

Folgende Parameter sind für den Aufbau der Kommunikation über PROFINET IO relevant:

- **P850 IP Adresse**
- **P851 IP Subnetzmaske**
- **P854 Geräte-Name**
- **P852 IP Gateway** (bei konfigurierter Gatewayfunktion)

Dabei ist lediglich die Vergabe des Geräte-Names (**P854**) durch den Inbetriebnehmer erforderlich. Die Vergabe der IP-Adressdaten (**P850**, **P851**, **P852**) erfolgt üblicherweise automatisch durch den IO-Controller.

#### Voraussetzung

- Das PROFINET IO-Feldbussystem ist gemäß Herstelleranweisungen installiert und in Betrieb genommen.
- Der Zugriff auf die Parameter ist möglich (ein Bedienmodul TU5-CTR oder ein NORDCON-Rechner stehen zur Verfügung ( [BU 0000](#))).

#### Vorgehensweise

1. In der PROFINET IO-Konfigurationssoftware des Busmasters einen Geräte-Name, eine IP-Adresse und eine Subnetzmaske zuweisen und ggf. die Gatewayfunktion aktivieren.
2. Den Parameter **P854 Geräte-Name** des Frequenzumrichters aufrufen, den Geräte-Name eingeben und speichern.

---

### Information

Damit der Frequenzumrichter beim Hochfahren des IO-Controllers erkannt wird, muss der hier eingegebene Gerätenamen mit dem im SPS-Projekt zugewiesenen Gerätenamen übereinstimmen.

Bei Eingabe des Gerätenamens folgende Konventionen beachten:

- Der Gerätenamen kann aus max. 127 Zeichen bestehen. Dabei sind nur die Kleinbuchstaben a...z, die Ziffern 0...9, der Bindestrich „-“ und der Punkt „.“ zulässig.
- Eine Zeichenkette zwischen zwei Bindestrichen oder zwei Punkten darf nur max. 63 Zeichen lang sein.
- Der Gerätenamen darf keine Sonderzeichen (Umlaute, Klammern, Schrägstrich und Unterstrich etc.) oder Leerzeichen enthalten.
- Der Gerätenamen darf nicht mit einem Bindestrich beginnen oder enden.
- Der Gerätenamen darf nicht mit einer Ziffer beginnen.
- Der Gerätenamen darf nicht das Format „n.n.n.n“ haben oder mit der Zeichenfolge „port-*nnn*“ (*n* = 0...9) beginnen.

---

Darüber hinaus können die IP-Adressdaten wie folgt parametrisiert werden:

3. Den Parameter **P850 IP Adresse** aufrufen, die IP-Adresse eingeben und speichern.

---

### Information

Wurde die IP-Adresse des Frequenzumrichters im SPS-Projekt konfiguriert, wird sie dem Frequenzumrichter beim Hochfahren des IO-Controllers automatisch zugewiesen. Die aktuell eingestellte IP-Adresse kann in dem Fall über den Parameter **P875** ermittelt werden.

Widerspricht die eingegebene IP-Adresse der unter Parameter **P851** eingegebenen IP-Subnetzmaske, wird die IP-Subnetzmaske automatisch korrigiert.

4. Den Parameter **P851 IP Subnetzmaske** aufrufen, die IP-Subnetzmaske eingeben und speichern.

---

### Information

Wurde die IP-Subnetzmaske im SPS-Projekt konfiguriert, wird sie dem Frequenzumrichter beim Hochfahren des IO-Controllers automatisch zugewiesen. Die hier eingestellte IP-Subnetzmaske kann in dem Fall über den Parameter **P876** ermittelt werden.

Die IP-Subnetzmaske wird erst nach Eingabe eines Werts im Arrayelement [-04] gespeichert.

Widerspricht die eingegebene IP-Subnetzmaske der unter Parameter **P850** eingetragenen IP-Adresse, wird die Eingabe nicht gespeichert.

5. Den Parameter **P852 IP Gateway** aufrufen, die IP-Adresse des Gateways eingeben und speichern.

---

### Information

Wurde die IP-Adresse für die Gatewayfunktion im SPS-Projekt konfiguriert, wird die Adresse dem Frequenzumrichter beim Hochfahren des IO-Controllers automatisch übermittelt. Die hier eingestellte IP-Adresse kann in dem Fall über den Parameter **P877** ermittelt werden.

---

#### 3.8.2 Datenformat der Prozessdaten festlegen

Für die zyklische Übertragung der Prozessdaten des Frequenzumrichters muss im Konfigurationsprojekt das Datenformat festgelegt werden. Ausführliche Informationen zu den Prozessdaten finden Sie in folgenden Abschnitten:

- EtherCAT  Abschnitt 2.2.6 "Prozessdatenübertragung"
- EtherNet/IP  Abschnitt 2.3.4 "Prozessdatenübertragung"
- POWERLINK  Abschnitt 2.4.5 "Prozessdatenübertragung "
- PROFINET IO  Abschnitt 2.5.5 "Prozessdatenübertragung"

#### 3.9 Beispiel: Inbetriebnahme eines Systembus-Netzwerks

Das folgende Beispiel enthält eine Übersicht über die notwendigen Arbeitsschritte zur Inbetriebnahme des Frequenzumrichters in einem Feldbussystem. Das Beispiel enthält keine Angaben zu anwendungsspezifischen Einstellungen (Motordaten, Regelungsparameter etc.).

##### Beispiel:

3 Frequenzumrichter sollen über eine Feldbusschnittstelle unabhängig voneinander im Positionierbetrieb mit einer Drehzahl- und einer Positionsvorgabe angesteuert werden.

Gerätetyp	Name	Angeschlossener Motor	Eigenschaften
Frequenzumrichter SK 550P	FU1	4-polig/n=1390 rpm/50 Hz	Motor mit CANopen-Absolutwertgeber AG1
Frequenzumrichter SK 5x0P	FU2	4-polig/n=1390 rpm/50 Hz	Motor mit CANopen-Absolutwertgeber AG2
Frequenzumrichter SK 5x0P	FU3	4-polig/n=1390 rpm/50 Hz	Motor mit CANopen-Absolutwertgeber AG3

Kommunikation	Schritt	Erläuterung	
NORD-Systembus	1	Abschlusswiderstände einstellen.	
		DIP-Schalter CAN an FU1 in Stellung „ON“.	
		DIP-Schalter CAN an FU2 in Stellung „OFF“.	
	3	Systembusadressen einstellen.	DIP-Schalter CAN an FU3 in Stellung „ON“.
			FU über <b>P515</b> , AG über DIP-Schalter
			FU1 Adresse „32“
			FU2 Adresse „34“
			FU3 Adresse „36“
			AG1 Adresse „33“
			AG2 Adresse „35“
AG3 Adresse „37“			
4	Systembus-Baudrate einstellen.	Am FU1 bis FU3 sowie an AG1 bis AG3 auf „250 kBaud“ einstellen.	

Kommunikation	Schritt	Erläuterung	
	5	Parameter für Systembuskommunikation einstellen.	An jedem Frequenzumrichter folgende Parameter einstellen:
			<b>P509</b> 6 (CANopen)
			<b>P510, [-01]</b> 0 (Auto)
			<b>P510, [-02]</b> 0 (Auto)
			<b>P543, [-01]</b> 1 (Istfrequenz)
			<b>P543, [-02]</b> 10 (Istpos. Ink.LowWord)
			<b>P543, [-03]</b> 15 (Istpos. Ink.HighWord)
			<b>P546, [-01]</b> 1 (Sollfrequenz)
			<b>P546, [-02]</b> 23 (Sollpos. Ink.LowWord)
<b>P546, [-03]</b> 24 (Sollpos. Ink.HighWord)			
<b>Feldbus</b>	6	Feldbuskommunikation einrichten.	📖 Abschnitte 3.5 "EtherNet/IP einrichten" bis 3.8 "PROFINET IO einrichten"
<b>NORD-Systembus</b>	7	Parameter für Systembusüberwachung einstellen.	An jedem Frequenzumrichter folgenden Parameter einstellen (📖 BU 0600):
			<b>P120, [-01]</b> 1 (Auto) oder 2 (Überw. sofort aktiv)
	8	Systembuskommunikation überprüfen.	Anzeige der folgenden Informationsparameter aller Frequenzumrichter überprüfen (📖 BU 0600):
			<b>P748</b> „CANopen Zustand“
			<b>P740, [-01]</b> „Steuerwort“ (047Eh = „Einschaltbereit“ <sup>1</sup> )
<b>P740, [-02]</b> „Sollwert 1“			
<b>P741, [-01]</b> „Zustandswort“ (0B31h = „Einschaltbereit“)			
<b>P741, [-02]</b> „Istwert 1“			
<b>Feldbus</b>	9	Feldbuskommunikation überprüfen.	Anzeigen der folgenden Informationsparameter überprüfen (📖 Abschnitt 4.4 "Feldbusspezifische Informationsparameter").
			<b>P872</b> „Bus Zustand“
			<b>P873</b> „Prozess Daten In ETH“
<b>P874</b> „Prozess Daten Out ETH“			

<sup>1</sup> Vorausgesetzt, die SPS hat das Steuerwort bereits gesendet. Anderenfalls wird der Parameter mit „0h“ angezeigt.

## 4 Parameter

Die Parameter der Frequenzumrichter werden als Wörter (16 Bit/Wort) übertragen. Ausnahme hiervon sind Positionswerte (POSITION), die als Doppelwörter (32 Bit) übertragen werden.

Für den Feldbusbetrieb müssen einige Parameter am Frequenzumrichter eingestellt werden.

Die Parameter können eingestellt werden über

- ein Bedienmodul SK TU5-CTR,
- die NORDCON-Software (📖 Handbuch [BU 0000](#)) oder
- das betreiberseitige SPS-Projekt.

Die Parameter unterteilen sich in

- NORD-spezifische und feldbusspezifische Standardparameter und
- NORD-spezifische und feldbusspezifische Informationsparameter:

Über die NORD-Standardparameter werden die Grundeinstellungen des Frequenzumrichters vorgenommen.

Über die feldbusspezifischen Standardparameter werden die feldbusspezifischen Einstellungen vorgenommen.

Die NORD-Informationsparameter dienen zur Anzeige aktueller und archivierter Störungsmeldungen sowie aktueller Betriebszustände.

Die feldbusspezifischen Informationsparameter dienen zur Anzeige feldbusspezifischer Zustände und Einstellungen.

Parameter-Nr.	Beschreibung
<b>P850...858</b>	Feldbusspezifische-Standardparameter (einstell- und speicherbar)
<b>P870...874</b>	NORD-Informationsparameter (Anzeige)
<b>P875...879</b>	Feldbusspezifische-Informationsparameter (Anzeige)

In den folgenden Abschnitten finden Sie eine ausführliche Beschreibung der Parameter, die für die Feldbuskommunikation relevant sind.

## 4.1 NORD-Standardparameter

<b>P899</b>	<b>Bus Protokoll ändern</b>													
<b>Einstellbereich</b>	0...4													
<b>Werkseinstellung</b>	{ 0 }													
<b>Beschreibung</b>	Zum Ändern des Feldbusprotokolls den entsprechenden Wert eingeben. Nach erfolgreichem Abschluss der Umstellung setzt sich der Parameter auf die Einstellung 0 zurück. Für eine erfolgreiche Umstellung des Feldbusprotokolls darf keine Kommunikation über Ethernet stattfinden oder es wird nicht über Ethernet gesteuert (P509/P510).													
<b>Hinweis</b>	Der Parameter ist nur änderbar, wenn eine 24 V-Spannungsversorgung am Gerät anliegt. Eine Parameteränderung nur über USB-Schnittstellen-Versorgung ist nicht möglich.													
<b>Einstellwerte</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wert</th> <th>Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Keine Aktion</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>PROFINET IO</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>EtherCAT</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Ethernet/IP</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Powerlink</td> </tr> </tbody> </table>	Wert	Bedeutung	0	Keine Aktion	1	PROFINET IO	2	EtherCAT	3	Ethernet/IP	4	Powerlink	
Wert	Bedeutung													
0	Keine Aktion													
1	PROFINET IO													
2	EtherCAT													
3	Ethernet/IP													
4	Powerlink													

## 4.2 Feldbusspezifische Standardparameter

### 4.2.1 EtherCAT-Standardparameter

P850	Second Address			
<b>Einstellbereich</b>	0...4096			
<b>Werkseinstellung</b>	{ 0 }			
<b>Beschreibung</b>	„Second Address“ für die Hot-Connect-Funktion einstellen.			
<b>Hinweis</b>	Die eingestellte Adresse wird erst nach einem „POWER ON“ des Frequenzumrichters übernommen.			

## 4.2.2 EtherNet/IP-Standardparameter

<b>P850</b>	<b>IP Adresse</b>			
<b>Einstellbereich</b>	0...255			
<b>Array</b>	[-01] = IP-High (NET-ID)		[-03] = IP (NET-ID)	
	[-02] = IP (NET-ID)		[-04] = IP Lo (Host)	
<b>Werkseinstellung</b>	{ [-01] = 192 }	{ [-02] = 168 }	{ [-03] = 1 }	{ [-04] = 100 }
<b>Beschreibung</b>	Die aus 4 Byte bestehende IP-Adresse des Frequenzumrichters einstellen. Nach dem Einstellen den Frequenzumrichter neu starten (Spannungsversorgung aus- und wieder einschalten), damit die Parametereinstellung eingelesen wird.			
<b>Hinweis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Damit die hier eingestellte IP-Adresse übernommen wird, muss der Parameter <b>P856 Adressierungs Mode</b> auf den Wert „0“ eingestellt sein.</li> <li>• Die aktuell eingestellte IP-Adresse kann über den Parameter <b>P875</b> ermittelt werden.</li> </ul>			
<b>P851</b>	<b>IP Subnetzmaske</b>			
<b>Einstellbereich</b>	0...255			
<b>Array</b>	[-01] = IP Sub 1	[-02] = IP Sub 2	[-03] = IP Sub 3	[-04] = IP Sub 4
<b>Werkseinstellung</b>	{ [-01] = 255 }	{ [-02] = 255 }	{ [-03] = 255 }	{ [-04] = 0 }
<b>Beschreibung</b>	Die aus 4 Byte bestehende IP-Subnetzmaske einstellen. Nach dem Einstellen den Frequenzumrichter neu starten (Spannungsversorgung aus- und wieder einschalten), damit die Parametereinstellung eingelesen wird.			
<b>Hinweis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Damit die hier eingestellte IP-Adresse übernommen wird, muss der Parameter <b>P856 Adressierungs Mode</b> auf den Wert „0“ eingestellt sein.</li> <li>• Die hier eingestellte IP-Subnetzmaske kann über den Parameter <b>P876</b> ermittelt werden.</li> </ul>			
<b>P852</b>	<b>IP Gateway</b>			
<b>Einstellbereich</b>	0...255			
<b>Array</b>	[-01] = IP High (NET-ID)		[-03] = IP (NET-ID)	
	[-02] = IP (NET-ID)		[-04] = IP Lo (Host)	
<b>Werkseinstellung</b>	{ [-01] = 0 }	{ [-02] = 0 }	{ [-03] = 0 }	{ [-04] = 0 }
<b>Beschreibung</b>	Die aus 4 Byte bestehende IP-Adresse des Gateways einstellen. Nach dem Einstellen den Frequenzumrichter neu starten (Spannungsversorgung aus- und wieder einschalten), damit die Parametereinstellung eingelesen wird.			

<b>P853</b>	<b>Rechte TCP Ethernet</b>																
<b>Einstellbereich</b>	0...3																
<b>Werkseinstellung</b>	{ 0 }																
<b>Beschreibung</b>	Legt die Zugriffsrechte für Parameter und Sollwerte für TCP-Zugriffe fest.																
<b>Hinweis</b>	Beschreiben nur über USS oder USB möglich.																
<b>Einstellwerte</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wert</th> <th colspan="2">Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Para read/</td> <td>Steuern aus</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Para read &amp; write/</td> <td>Steuern aus</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Para read/</td> <td>Steuern an</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Para read &amp; write/</td> <td>Steuern an</td> </tr> </tbody> </table>		Wert	Bedeutung		0	Para read/	Steuern aus	1	Para read & write/	Steuern aus	2	Para read/	Steuern an	3	Para read & write/	Steuern an
Wert	Bedeutung																
0	Para read/	Steuern aus															
1	Para read & write/	Steuern aus															
2	Para read/	Steuern an															
3	Para read & write/	Steuern an															
<b>P856</b>	<b>Adressierungs Mode</b>																
<b>Einstellbereich</b>	0...2																
<b>Werkseinstellung</b>	{ 1 }																
<b>Beschreibung</b>	Die Einstellung dieses Parameters bestimmt, auf welche Art die IP-Adresse eingestellt wird. Nach dem Einstellen Den Frequenzumrichter neu starten (Spannungsversorgung aus- und wieder einschalten), damit die Parametereinstellung eingelesen wird.																
<b>Hinweis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wird dieser Parameter auf den Wert „0“ gestellt, wird die IP-Adresse aus den Einstellungen der Parameter <b>P850</b>, <b>P851</b> und <b>P852</b> übernommen.</li> </ul>																
<b>Einstellwerte</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wert</th> <th>Bedeutung</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Fest</td> <td>Die Parameter P850, P851, P852 einstellen</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>BOOTP</td> <td>IP-Konfiguration in der EtherNet/IP-Konfigurationssoftware im BOOTUP-Modus einstellen</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>DHCP</td> <td>IP-Konfiguration in der EtherNet/IP-Konfigurationssoftware über DHCP einstellen</td> </tr> </tbody> </table>		Wert	Bedeutung		0	Fest	Die Parameter P850, P851, P852 einstellen	1	BOOTP	IP-Konfiguration in der EtherNet/IP-Konfigurationssoftware im BOOTUP-Modus einstellen	2	DHCP	IP-Konfiguration in der EtherNet/IP-Konfigurationssoftware über DHCP einstellen			
Wert	Bedeutung																
0	Fest	Die Parameter P850, P851, P852 einstellen															
1	BOOTP	IP-Konfiguration in der EtherNet/IP-Konfigurationssoftware im BOOTUP-Modus einstellen															
2	DHCP	IP-Konfiguration in der EtherNet/IP-Konfigurationssoftware über DHCP einstellen															

### 4.2.3 POWERLINK-Standardparameter

<b>P850</b>	<b>Node ID</b>		
<b>Einstellbereich</b>	0...255		
<b>Beschreibung</b>	Node-ID einstellen. Nach dem Einstellen den Frequenzumrichter neu starten (Spannungsversorgung aus- und wieder einschalten), damit die Parametereinstellung eingelesen wird.		
<b>Hinweis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die aktuell eingestellte Node-ID kann über den Parameter <b>P875</b> [-04] ermittelt werden.</li> </ul>		
<b>P852</b>	<b>IP Gateway</b>		
<b>Einstellbereich</b>	0...255		
<b>Array</b>	[-01] = IP High (NET-ID)	[-03] = IP (NET-ID)	
	[-02] = IP (NET-ID)	[-04] = IP Lo (Host)	
<b>Werkseinstellung</b>	{ [-01] = 0 }	{ [-03] = 0 }	
	{ [-02] = 0 }	{ [-04] = 0 }	
<b>Beschreibung</b>	Die aus 4 Byte bestehende IP-Adresse des Gateways einstellen. Nach dem Einstellen den Frequenzumrichter neu starten (Spannungsversorgung aus- und wieder einschalten), damit die Parametereinstellung eingelesen wird.		
<b>Hinweis</b>	Die IP-Adresse des Gateways darf sich nur im Bereich „192.168.100.1“ ... „192.168.100.240“ befinden. Anderenfalls wird der Fehler „5605 Konfig. setzen“ ausgelöst.		
<b>P853</b>	<b>Rechte TCP Ethernet</b>		
<b>Einstellbereich</b>	0...3		
<b>Werkseinstellung</b>	{ 0 }		
<b>Beschreibung</b>	Legt die Zugriffsrechte für Parameter und Sollwerte für TCP-Zugriffe fest.		
<b>Hinweis</b>	Beschreiben nur über USS oder USB möglich.		
<b>Einstellwerte</b>	<b>Wert</b>	<b>Bedeutung</b>	
	0	Para read/Steuern aus	
	1	Para read & write/Steuern aus	
	2	Para read/Steuern an	
	3	Para read & write/Steuern an	
<b>P854</b>	<b>Geräte Name</b>		
<b>Einstellbereich</b>	0...122 (ASCII)		
<b>Werkseinstellung</b>	{ 0 }		
<b>Beschreibung</b>	Gerätenamen für den Frequenzumrichter im POWERLINK-Bussystem eintragen. Nach dem Einstellen den Frequenzumrichter neu starten (Spannungsversorgung aus- und wieder einschalten), damit die Parametereinstellung eingelesen wird.		
<b>Hinweis</b>	Wird hier kein Geräte name eingegeben, meldet sich der Frequenzumrichter im POWERLINK-Feldbussystem mit dem Standardnamen „Powerlink <nnn>-0xEd“ (nnn = Node-ID).		

P858	POWERLINK Zyklus
<b>Einstellbereich</b>	400...2000 $\mu$ s
<b>Werkseinstellung</b>	{ 1000 }
<b>Beschreibung</b>	Buszykluszeit einstellen, die für die Synchronisation des Frequenzumrichters (Controlled Node CN) mit dem Busmaster (Managing Node MN) verwendet wird.

#### 4.2.4 PROFINET IO-Standardparameter

<b>P850</b>	<b>IP Adresse</b>			
<b>Einstellbereich</b>	0...255			
<b>Array</b>	[-01] = IP-High (NET-ID)		[-03] = IP (NET-ID)	
	[-02] = IP (NET-ID)		[-04] = IP Lo (Host)	
<b>Werkseinstellung</b>	{ [-01] = 192 }	{ [-02] = 168 }	{ [-03] = 20 }	{ [-04] = 200 }
<b>Beschreibung</b>	Die aus 4 Byte bestehende IP-Adresse des Frequenzumrichters einstellen.			
<b>Hinweis</b>	<p>Wurde die IP-Adresse des Frequenzumrichters im SPS-Projekt konfiguriert, wird sie dem Frequenzumrichter beim Hochfahren des IO-Controllers automatisch zugewiesen. Die Einstellung dieses Parameters wird dann auf „0“ gesetzt. Die aktuell eingestellte IP-Adresse kann in dem Fall über den Parameter <b>P875</b> ermittelt werden.</p> <p>Damit die hier eingestellte IP-Adresse übernommen wird, muss der Parameter <b>P856 Adressierungs Mode</b> auf den Wert „0“ eingestellt sein.</p> <p>Widerspricht die eingegebene IP-Adresse der unter Parameter <b>P851</b> eingegebenen IP-Subnetzmaske, wird die IP-Subnetzmaske automatisch korrigiert.</p> <p>Bei Ändern der IP-Adresse (z. B. mit NORDCON-Software) wird diese erst nach Eingabe eines Werts im Element [-04] gespeichert.</p>			
<b>P851</b>	<b>IP Subnetzmaske</b>			
<b>Einstellbereich</b>	0...255			
<b>Array</b>	[-01] = IP Sub 1	[-02] = IP Sub 2	[-03] = IP Sub 3	[-04] = IP Sub 4
<b>Werkseinstellung</b>	{ [-01] = 255 }	{ [-02] = 255 }	{ [-03] = 255 }	{ [-04] = 0 }
<b>Beschreibung</b>	Die aus 4 Byte bestehende IP-Subnetzmaske einstellen.			
<b>Hinweis</b>	<p>Wurde die IP-Subnetzmaske im SPS-Projekt konfiguriert, wird sie beim Hochfahren des IO-Controllers automatisch zugewiesen. Die Einstellung dieses Parameters wird dann auf „0“ gesetzt. Die hier eingestellte IP-Subnetzmaske kann in dem Fall über den Parameter <b>P876</b> ermittelt werden.</p> <p>Damit die hier eingestellte IP-Adresse übernommen wird, muss der Parameter <b>P856 Adressierungs Mode</b> auf den Wert „0“ eingestellt sein.</p> <p>Bei Ändern der IP-Subnetzmaske (z. B. mit NORDCON-Software) wird diese erst nach Eingabe eines Werts im Arrayelement [-04] gespeichert.</p> <p>Widerspricht die eingegebene IP-Subnetzmaske der unter Parameter <b>P850</b> eingetragenen IP-Adresse, wird die Eingabe nicht gespeichert.</p>			

P852	IP Gateway			
<b>Einstellbereich</b>	0...255			
<b>Array</b>	[-01] = IP High (NET-ID)		[-03] = IP (NET-ID)	
	[-02] = IP (NET-ID)		[-04] = IP Lo (Host)	
<b>Werkseinstellung</b>	{ [-01] = 0 }	{ [-02] = 0 }	{ [-03] = 0 }	{ [-04] = 0 }
<b>Beschreibung</b>	Die aus 4 Byte bestehende IP-Adresse Gateways einstellen.			
<b>Hinweis</b>	<p>Wurde die IP-Adresse des Gateways im SPS-Projekt konfiguriert, wird sie dem Frequenzrichter beim Hochfahren des IO-Controllers automatisch zugewiesen. Die Einstellung dieses Parameters wird dann auf „0“ gesetzt. Die aktuell eingestellte IP-Adresse kann in dem Fall über den Parameter <b>P877</b> ermittelt werden.</p> <p>Damit die hier eingestellte IP-Adresse übernommen wird, muss der Parameter <b>P856 Adressierungs Mode</b> auf den Wert „0“ eingestellt sein.</p> <p>Bei Ändern der IP-Adresse (z. B. mit NORDCON-Software) wird diese erst nach Eingabe eines Werts im Index [-04] gespeichert.</p>			
P854	Geräte Name			
<b>Einstellbereich</b>	0...122 (ASCII)			
<b>Werkseinstellung</b>	{ 0 }			
<b>Beschreibung</b>	Gerätenamen für den Frequenzrichter im Feldbussystem eintragen.			
<b>Hinweis</b>	<p>Damit der Frequenzrichter beim Hochfahren des IO-Controllers erkannt wird, muss der hier eingegebene Geräte name mit dem im SPS-Projekt zugewiesenen Gerätenamen übereinstimmen.</p> <p>Bei Eingabe des Gerätenamens folgende Konventionen beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Geräte name kann aus max. 240 Zeichen bestehen. Dabei sind nur die Kleinbuchstaben a...z, die Ziffern 0...9, der Bindestrich „-“ und der Punkt „.“ zulässig.</li> <li>• Eine Zeichenkette zwischen zwei Bindestrichen oder zwei Punkten darf nur max. 63 Zeichen lang sein.</li> <li>• Der Geräte name darf keine Sonderzeichen (Umlaute, Klammern, Schrägstrich und Unterstrich etc.) oder Leerzeichen enthalten.</li> <li>• Der Geräte name darf nicht mit einem Bindestrich beginnen oder enden.</li> <li>• Der Geräte name darf nicht mit einer Ziffer beginnen.</li> <li>• Der Geräte name darf nicht das Format „n.n.n.n“ haben oder mit der Zeichenfolge „port-<i>nnn</i>“ (<i>n</i> = 0...9) beginnen.</li> </ul>			

### 4.3 NORD-Informationsparameter

P870	Aktuelles Busprotokoll												
<b>Anzeigebereich</b>	0 ... 4												
<b>Beschreibung</b>	Anzeige des aktuell eingestellten Busprotokolls												
<b>Hinweis</b>	Das Busprotokoll ist nur lesbar, wenn eine externe 24 V-Spannungsversorgung anliegt. Die alleinige Versorgung über die USB-Schnittstelle ist nicht ausreichend.												
<b>Anzeigewerte</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wert</th> <th>Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Kein Bussystem aktiv</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>PROFINET IO</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>EtherCAT</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Ethernet/IP</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Powerlink</td> </tr> </tbody> </table>	Wert	Bedeutung	0	Kein Bussystem aktiv	1	PROFINET IO	2	EtherCAT	3	Ethernet/IP	4	Powerlink
Wert	Bedeutung												
0	Kein Bussystem aktiv												
1	PROFINET IO												
2	EtherCAT												
3	Ethernet/IP												
4	Powerlink												

P872	Buszustand																																		
<b>Anzeigebereich</b>	0...FFFFh																																		
<b>Beschreibung</b>	Anzeige des Betriebszustands der Busschnittstelle.																																		
<b>Anzeigewerte</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bit</th> <th>Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Baugruppe betriebsbereit</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Zyklische PZD-Kommunikation</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Feldbus-Timeout</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Timeout P513</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>netX nicht ansprechbar</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>netX im Fehlerzustand</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>(reserviert)</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>(reserviert)</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>FU1 online</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>FU2 online</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>FU3 online</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>FU4 online</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>FU5 online</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>FU6 online</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>FU7 online</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>FU8 online</td> </tr> </tbody> </table>	Bit	Bedeutung	0	Baugruppe betriebsbereit	1	Zyklische PZD-Kommunikation	2	Feldbus-Timeout	3	Timeout P513	4	netX nicht ansprechbar	5	netX im Fehlerzustand	6	(reserviert)	7	(reserviert)	8	FU1 online	9	FU2 online	10	FU3 online	11	FU4 online	12	FU5 online	13	FU6 online	14	FU7 online	15	FU8 online
Bit	Bedeutung																																		
0	Baugruppe betriebsbereit																																		
1	Zyklische PZD-Kommunikation																																		
2	Feldbus-Timeout																																		
3	Timeout P513																																		
4	netX nicht ansprechbar																																		
5	netX im Fehlerzustand																																		
6	(reserviert)																																		
7	(reserviert)																																		
8	FU1 online																																		
9	FU2 online																																		
10	FU3 online																																		
11	FU4 online																																		
12	FU5 online																																		
13	FU6 online																																		
14	FU7 online																																		
15	FU8 online																																		

P873	Prozessdaten Bus In																																								
<b>Anzeigebereich</b>	0...FFFFh																																								
<b>Array</b>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>[-01]</td> <td>Steuerwort</td> <td>[-02]...[-06]</td> <td>Sollwert 1...5</td> <td>an FU1</td> </tr> <tr> <td>[-07]</td> <td>Steuerwort</td> <td>[-08]...[-13]</td> <td>Sollwert 1...5</td> <td>an FU2</td> </tr> <tr> <td>[-13]</td> <td>Steuerwort</td> <td>[-14]...[-19]</td> <td>Sollwert 1...5</td> <td>an FU3</td> </tr> <tr> <td>[-19]</td> <td>Steuerwort</td> <td>[-20]...[-24]</td> <td>Sollwert 1...5</td> <td>an FU4</td> </tr> <tr> <td>[-25]</td> <td>Steuerwort</td> <td>[-26]...[-30]</td> <td>Sollwert 1...5</td> <td>an FU5</td> </tr> <tr> <td>[-31]</td> <td>Steuerwort</td> <td>[-32]...[-36]</td> <td>Sollwert 1...5</td> <td>an FU6</td> </tr> <tr> <td>[-37]</td> <td>Steuerwort</td> <td>[-38]...[-42]</td> <td>Sollwert 1...5</td> <td>an FU7</td> </tr> <tr> <td>[-43]</td> <td>Steuerwort</td> <td>[-44]...[-48]</td> <td>Sollwert 1...5</td> <td>an FU8</td> </tr> </tbody> </table>	[-01]	Steuerwort	[-02]...[-06]	Sollwert 1...5	an FU1	[-07]	Steuerwort	[-08]...[-13]	Sollwert 1...5	an FU2	[-13]	Steuerwort	[-14]...[-19]	Sollwert 1...5	an FU3	[-19]	Steuerwort	[-20]...[-24]	Sollwert 1...5	an FU4	[-25]	Steuerwort	[-26]...[-30]	Sollwert 1...5	an FU5	[-31]	Steuerwort	[-32]...[-36]	Sollwert 1...5	an FU6	[-37]	Steuerwort	[-38]...[-42]	Sollwert 1...5	an FU7	[-43]	Steuerwort	[-44]...[-48]	Sollwert 1...5	an FU8
[-01]	Steuerwort	[-02]...[-06]	Sollwert 1...5	an FU1																																					
[-07]	Steuerwort	[-08]...[-13]	Sollwert 1...5	an FU2																																					
[-13]	Steuerwort	[-14]...[-19]	Sollwert 1...5	an FU3																																					
[-19]	Steuerwort	[-20]...[-24]	Sollwert 1...5	an FU4																																					
[-25]	Steuerwort	[-26]...[-30]	Sollwert 1...5	an FU5																																					
[-31]	Steuerwort	[-32]...[-36]	Sollwert 1...5	an FU6																																					
[-37]	Steuerwort	[-38]...[-42]	Sollwert 1...5	an FU7																																					
[-43]	Steuerwort	[-44]...[-48]	Sollwert 1...5	an FU8																																					
<b>Beschreibung</b>	Anzeige der vom Busmaster empfangenen Daten.																																								

P874	Prozessdaten Bus Out				
<b>Anzeigebereich</b>	0...FFFFh				
<b>Array</b>	[-01]	Zustandswort	[-02]...[-06] =	Istwert 1...5	von FU1
	[-07]	Zustandswort	[-08]...[-12]	Istwert 1...5	von FU2
	[-13]	Zustandswort	[-14]...[-18]	Istwert 1...5	von FU3
	[-19]	Zustandswort	[-20]...[-24]	Istwert 1...5	von FU4
	[-25]	Zustandswort	[-26]...[-30]	Istwert 1...5	von FU5
	[-31]	Zustandswort	[-32]...[-36]	Istwert 1...5	von FU6
	[-37]	Zustandswort	[-38]...[-42]	Istwert 1...5	von FU7
	[-43]	Zustandswort	[-44]...[-48]	Istwert 1...5	von FU8
<b>Beschreibung</b>	Anzeige der vom Frequenzumrichter an den Busmaster gesendeten Daten.				

## 4.4 Feldbusspezifische Informationsparameter

### 4.4.1 EtherNet/IP-Informationsparameter

<b>P875</b>	<b>Akt. IP Adresse</b>			
<b>Anzeigebereich</b>	0...255			
<b>Array</b>	[-01]...[-04]			
<b>Beschreibung</b>	Anzeige der aktuellen IP-Adresse des Frequenzumrichters, nur wenn eine Verbindung aktiv ist.			
<b>P876</b>	<b>Akt. IP Subnetzmaske</b>			
<b>Anzeigebereich</b>	0...255			
<b>Array</b>	[-01]...[-04]			
<b>Beschreibung</b>	Anzeige der aktuell eingestellten Subnetzmaske, nur wenn eine Verbindung aktiv ist.			
<b>P878</b>	<b>MAC Adresse</b>			
<b>Anzeigebereich</b>	0...FFh			
<b>Array</b>	[-01]...[-03] = Hersteller-Kennung (Getriebebau NORD GmbH & Co. KG „F0.5F.5A“) [-04]...[-06] = freier Adressbereich (für Getriebebau NORD GmbH & Co. KG)			
<b>Beschreibung</b>	Anzeige der eindeutigen MAC-Adresse des Frequenzumrichters.			
<b>P879</b>	<b>Aktives Assembly</b>			
<b>Anzeigebereich</b>	0...255			
<b>Array</b>	[-01] = Assembly-Nummer für Sollwerte [-02] = Assembly-Nummer für Istwerte			
<b>Beschreibung</b>	Anzeige des aktuell zugewiesenen Assembly-Objekts.			

**4.4.2 POWERLINK-Informationsparameter**

<b>P875</b>	<b>Akt. IP Adresse</b>			
<b>Anzeigebereich</b>	0...255			
<b>Array</b>	[-01]...[-04]			
<b>Beschreibung</b>	Anzeige der aktuellen IP-Adresse des Frequenzumrichters, nur wenn eine Verbindung aktiv ist.			
<b>P876</b>	<b>Akt. IP Subnetzmaske</b>			
<b>Anzeigebereich</b>	0...255			
<b>Array</b>	[-01]...[-04]			
<b>Beschreibung</b>	Anzeige der aktuell eingestellten Subnetzmaske, nur wenn eine Verbindung aktiv ist.			
<b>P877</b>	<b>Akt. IP Gateway</b>			
<b>Anzeigebereich</b>	0...255			
<b>Array</b>	[-01]...[-04]			
<b>Beschreibung</b>	Anzeige der aktuell eingestellten IP-Adresse (Parameter <b>P852</b> ) des Gateways.			
<b>P878</b>	<b>MAC Adresse</b>			
<b>Anzeigebereich</b>	0...FFh			
<b>Array</b>	[-01]...[-03] = Hersteller-Kennung (Getriebebau NORD GmbH & Co. KG „F0.5F.5A“) [-04]...[-06] = freier Adressbereich (für Getriebebau NORD GmbH & Co. KG)			
<b>Beschreibung</b>	Anzeige der eindeutigen MAC-Adresse des Frequenzumrichters.			

### 4.4.3 PROFINET IO-Informationsparameter

<b>P875</b>	<b>Akt. IP Adresse</b>			
<b>Anzeigebereich</b>	0...255			
<b>Array</b>	[-01]...[-04]			
<b>Beschreibung</b>	Anzeige der aktuellen IP-Adresse des Frequenzumrichters, nur wenn eine Verbindung aktiv ist.			
<b>Hinweis</b>	Die hier angezeigte IP-Adresse kann von der in Parameter <b>P850</b> eingestellten IP-Adresse abweichen (bei Adresszuweisung durch den IO-Controller).			
<b>P876</b>	<b>Akt. IP Subnetzmaske</b>			
<b>Anzeigebereich</b>	0...255			
<b>Array</b>	[-01]...[-04]			
<b>Beschreibung</b>	Anzeige der aktuell eingestellten Subnetzmaske, nur wenn eine Verbindung aktiv ist.			
<b>Hinweis</b>	Die hier angezeigte Subnetzmaske kann von der in Parameter <b>P851</b> eingestellten Subnetzmaske abweichen (bei Adresszuweisung durch den IO-Controller).			
<b>P877</b>	<b>Akt. IP Gateway</b>			
<b>Anzeigebereich</b>	0...255			
<b>Array</b>	[-01]...[-04]			
<b>Beschreibung</b>	Anzeige der aktuell eingestellten IP-Adresse (Parameter <b>P852</b> ) des Gateways.			
<b>P878</b>	<b>MAC Adresse</b>			
<b>Anzeigebereich</b>	0...FFh			
<b>Array</b>	[-01]...[-03] = Hersteller-Kennung (Getriebebau NORD GmbH & Co. KG „F0.5F.5A“) [-04]...[-06] = freier Adressbereich (für Getriebebau NORD GmbH & Co. KG)			
<b>Beschreibung</b>	Anzeige der eindeutigen MAC-Adresse des Frequenzumrichters.			

<b>P879</b>	<b>PPO-Typ</b>			
<b>Anzeigebereich</b>	0...255			
<b>Array</b>	[-01] ... [-08] FU1 ... FU8			
<b>Beschreibung</b>	Anzeige des aktuell zugewiesenen PPO-Typs.			
<b>Hinweis</b>	Der PPO-Typ wird über die PROFINET IO-Konfigurationssoftware zugewiesen.			
<b>Anzeigewerte</b>	<b>Wert</b>	<b>Bedeutung</b>		
	3	Leerer Slot		
	6	PPO3		
	7	PPO4		
	8	PPO6		
	9	PPO1		
	10	PPO2		

## 4.5 Parametereinstellungen am Frequenzumrichter

Nach dem Adressieren der Busschnittstelle müssen die nachfolgend aufgelisteten Zusatzparameter des Frequenzumrichters eingestellt werden.

Eine ausführliche Beschreibung der Parameter finden Sie im Handbuch des Frequenzumrichters.

### Zusatzparameter

Die nachfolgende Tabelle enthält eine Auflistung der busschnittstellenrelevanten Zusatzparameter.

Nr.	Parametername	Empfohlene Einstellung	Bemerkung
<b>P509</b>	Quelle Steuerwort	„8“ = Ethernet	Weitere Frequenzumrichter „6“ = CANopen
<b>P510</b>	Quelle Sollwerte	„8“ = Ethernet	Weitere Frequenzumrichter „6“ = CANopen
<b>P513</b>	Telegrammausfallzeit (Array [-3] = CANopen, [-4] = Ethernet)	Aus	
<b>P514</b>	CAN-Baudrate	„5“ = 250 kBaud*	
<b>P515</b>	CAN-Adresse (Array [-01])	32	Systembusadresse, Weitere Frequenzumrichter 34, 36, 38 ... 46
<b>P543</b>	Bus-Istwert Arrays [-01]...[-05]	Funktionsabhängig: Einstellung erforderlich in Abhängigkeit von gewünschten Funktionen.	Siehe Handbuch des Frequenzumrichters
<b>P546</b>	Fkt. Bus-Sollwert Array [-01]...[-05]	Funktionsabhängig: Einstellung erforderlich in Abhängigkeit von gewünschten Funktionen	Siehe Handbuch des Frequenzumrichters

### Informationsparameter

Informationsparameter dienen zur Anzeige aktueller und archivierter Störungsmeldungen sowie aktueller Betriebszustände und Einstellungen.

Die nachfolgende Tabelle enthält eine Auflistung der busschnittstellenrelevanten Informationsparameter.

Nr.	Parametername	Bemerkung							
P700	Aktueller Betriebszustand	Array [-01]:	Aktuelle Störung						
		Array [-02]:	Aktuelle Warnung						
		Array [-03]:	Grund Einschaltsperr						
		Array [-04]:	Erweiterte aktuelle Störung						
P701	Letzte Störung								
P740	Prozeßdaten Bus In								
P741	Prozeßdaten Bus Out								
P744	Ausbaustufe	Array [-02]:	XU5 Typ						
		<b>Mögliche Werte:</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Wert</th> <th>Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Keine Erweiterung vorhanden</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>reserviert</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Industrial Ethernet vorhanden</td> </tr> </tbody> </table>		Wert	Bedeutung	0	Keine Erweiterung vorhanden	1	reserviert
Wert	Bedeutung								
0	Keine Erweiterung vorhanden								
1	reserviert								
2	Industrial Ethernet vorhanden								
P745	Baugruppen Version	Array [-07]:	XU5 Version						
		Array [-08]:	XU5 Revision						
		Array [-09]:	XU5 Sonderversion						
		Array [-10]:	XU5 Stack 1						
		Array [-11]:	XU5 Stack 2						
P746	Baugruppen State	Array [-03]:	XU5 Status						
		<b>Mögliche Werte:</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Wert</th> <th>Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>nicht bereit</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>bereit</td> </tr> </tbody> </table>		Wert	Bedeutung	0	nicht bereit	1	bereit
Wert	Bedeutung								
0	nicht bereit								
1	bereit								
P748	CANopen Zustand	Array [-01]:	Anzeige des Systembuszustands						

## 5 Fehlerüberwachung und Störungsmeldungen

Die Frequenzrichter verfügen über Überwachungsfunktionen und generieren bei Abweichungen vom normalen Betriebszustand Störungsmeldungen.

### 5.1 Überwachungsfunktionen für Busbetrieb

Unabhängig von busspezifischen Watchdogs sind umfangreiche Überwachungsfunktionen in den Frequenzrichter integriert. Mit Hilfe dieser „Timeout“-Überwachungen werden Kommunikationsprobleme erkannt, die sich entweder auf allgemeine Funktionalitäten („Keine Buskommunikation“) oder auf spezielle Komponenten („Ausfall eines Teilnehmers“) beziehen.

Auch eine Störung der Kommunikation im NORD-Systembus wird im Frequenzrichter registriert und führt zu spezifischen Fehlermeldungen.

Funktion	Parameter
Optionsüberwachung einstellen	<b>P120</b>
Telegrammausfallzeit (Timeout) einstellen	<b>P513</b>
Zustand des Feldbusses anzeigen	<b>P872</b>
Fehler des Frequenzrichters anzeigen	<b>P700</b>

#### Information

Über die Einstellung („Aus“ = Kein Fehler) des Parameters **P513 Telegrammausfallzeit** [-03] und [-04] wird gewährleistet, dass der Frequenzrichter alle Kommunikationsfehler sowohl auf Feldbus- als auch auf Systembusebene ignoriert. Der Frequenzrichter behält seinen Betriebszustand bei.

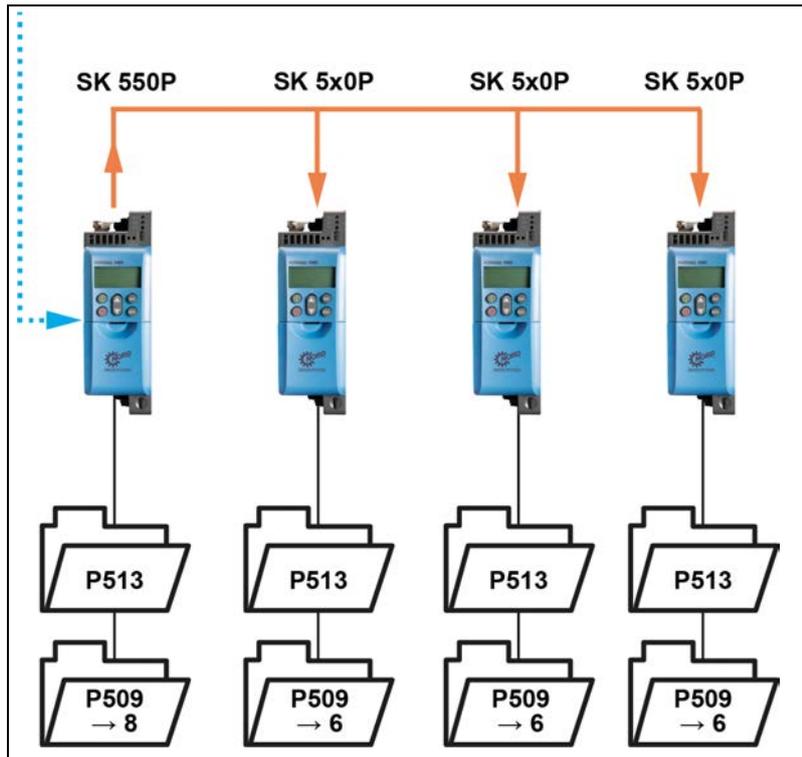


Abbildung 17: Beispiel zur Einstellung der Überwachungsparameter

Einstellwerte Parameter **P509 Quelle Sollwerte:**

- 6 = CANopen
- 8 = Ethernet

### 5.2 Störungsmeldungen zurücksetzen

Es gibt mehrere Möglichkeiten, eine Störungsmeldung zurückzusetzen (quittieren).

- Netzversorgung aus- und wieder einschalten, oder
- den über Parameter **P420 Digitaleingänge** mit der Einstellung 12 = „Störung quittieren“ programmierten Digitaleingang betätigen, oder
- „Freigabe“ am Frequenzumrichter ausschalten (wenn kein Digitaleingang auf die Funktion „Störungsquittierung“ parametriert ist), oder
- Busquittierung durchführen, oder
- automatische Störungsquittierung über Parameter **P506 Auto. Störungsquitt.** aktivieren.

### 5.3 Störungsmeldungen – allgemeine Kommunikationsstörungen

Störungsmeldungen, die im Zusammenhang mit der Feldbusschnittstelle auftreten, werden mit den Parametern **P700** und **P701** angezeigt.

Fehlernummer (P700 [-01])	DS402: Erweiterte Fehlernummer (P700 [-04])	Fehlerbeschreibung
10.0	0x7580	Verbindungsfehler CAN/CANopen
10.0	0x7581	Telegrammausfallzeit CAN Broadcast Telegramme
10.0	0x7582	Telegrammausfallzeit CANopen NodeGuard
10.0	0x7583	Telegrammausfallzeit CANopen HeartBeat Überwachung
10.0	0x7584	Telegrammausfallzeit USS
10.0	0x7585	CAN in Bus off State
10.0	0x7586	Telegrammausfallzeit USB
10.0	0x7587	Ini CAN Hardware Problem
10.1	0x7590	Reserve
10.2	0x7591	Telegrammausfallzeit der Feldbusschnittstelle (Timeout durch SPS)
10.3	0x7592	Telegrammausfallzeit der Feldbusschnittstelle (Timeout durch <b>P513</b> )
10.4	0x7593	Initialisierungsfehler externe Busbaugruppe
10.5	0x7594	Systemfehler externe Busbaugruppe
10.5	0x7595	Systemfehler: netX und Steuerungscontroller sind nicht kompatibel
10.5	0x7596	Fehler beim Umschalten des Feldbusprotokolls
10.5	0x7597	Systemfehler: Paketlänge zur Feldbusschnittstelle zu lang
10.5	0x7598	Bedingung zum Umschalten des Feldbusprotokolls nicht gegeben
10.6	0x7599	Ethernetkabel ist nicht angeschlossen
10.7	0x759A	Reserve
10.8	0x759B	Kommunikationsfehler zur Feldbusschnittstelle

### 5.4 Störungsbehandlung – Industrial Ethernet

#### 5.4.1 POWERLINK

Bei eingeschalteter Modulüberwachung kontrolliert die SPS ständig die Verbindung zum Feldbusteilnehmer (CN). Wird die Verbindung durch einen Fehler des CN unterbrochen, stoppt die SPS und wechselt in den Service Mode.

Mögliche Gründe für die Verbindungsunterbrechung:

- Der Frequenzumrichter löst einen Fehler aus und der Parameter **P857 FU setzt Busfehler** ist auf „1“ gestellt (Werkseinstellung)
- Die Buslast ist zu hoch

Wird die Modulüberwachung in der SPS ausgeschaltet, bleibt die SPS auch im Fall eines CN-Fehlers im RUN Mode, und es wird kein Fehler im Logger der SPS erzeugt. Die SPS versucht dennoch, die Verbindung zum CN wiederherzustellen.

Damit die SPS die POWERLINK-Verbindung überwacht und bei einer Frequenzumrichterstörung nicht in den Service Mode wechselt, kann der Parameter **P857** im SPS-Projekt auf „False“ gesetzt werden. Um dennoch eine Frequenzumrichterstörung zu erfassen, müssen das Bit 3 „Störung“ und das Bit 1 „Betriebsbereit“ im Zustandswort überwacht werden.

##### 5.4.1.1 Fehlerüberwachung über Frequenzumrichter

Durch Überwachen des Bit 3 „Störung“ im Zustandswort der Prozessdaten können Fehler erkannt werden. Tritt ein Fehler am Frequenzumrichter auf, wird dieses Flag gesetzt, und die Fehlerursache kann über den Parameter **P700** oder das Objekt des Frequenzumrichters (z. B. „3000h“ + „700“ = „32BC“) ermittelt werden.

##### 5.4.1.2 Fehlerüberwachung über POWERLINK

Tritt ein Fehler am Frequenzumrichter auf, erzeugt der CN im Objekt „1003h“ = „ERR\_History\_ADOM“ einen Fehlereintrag. Darüber hinaus werden Fehler über die „Emergency Queue“ an den Managing Node übertragen, sofern der Managing Node diese Funktion unterstützt.

Eine Fehlernachricht ist wie folgt aufgebaut:

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6...13
Entry Type	Error Code		Time Stamp		FU-ID <sup>1</sup> (ASCII)	FU Error Code (ASCII)

<sup>1</sup> Die FU-ID identifiziert den Frequenzumrichter, an dem der Fehler auftrat (FU1 = 1, FU2 = 2 etc.)

Ausführliche Informationen zu dem Objekt  POWERLINK-Spezifikation DS-301.

## Fehlergruppen

Das CANopen-Kommunikationsprofil DS-301, das bei POWERLINK angewendet wird (Protokoll „CANopen over POWERLINK“), definiert folgende Fehlergruppen:

Fehlercode	Bedeutung
00xxh	Kein Fehler
10xxh	Nicht definierter Fehlertyp
20xxh	Stromfehler
30xxh	Spannungsfehler
40xxh	Temperaturfehler
50xxh	Fehler in der Hardware
60xxh	Fehler in der Software
70xxh	Zusatzmodule
80xxh	Kommunikation
90xxh	Externer Fehler
FF00h	Gerätespezifisch

## Zuordnung der Frequenzumrichter-Fehlercodes:

Fehlercode	Fehlerregister	Frequenzumrichter (P700)*	
		Fehlercode	Bedeutung
1000h	0	0	Kein Fehler
1000h	1	—	Der Fehler muss über Parameter P700 oder einen Istwert ausgelesen werden.
2200h	3	4.0/4.1	Überstrom Frequenzumrichter/Strommessung
2310h	3	3.0	Überstrom I <sup>2</sup> -Grenze
2311h	3	3.2	Überstrom IGBT 125%
2312h	3	3.3	Überstrom IGBT 150%
3110h	5	5.1	Netzspannung zu hoch
3120h	5	6.1	Netzspannung zu niedrig
3130h	5	7.0	Netzanschlussfehler
3210h	5	5.0	Zwischenkreisspannung zu hoch
3230h	5	6.0	Zwischenkreisspannung zu niedrig
4210h	9	1.1	Übertemperatur im Frequenzumrichter
4310h	9	2.0/2.1/2.2	Übertemperatur Motor
5000h	1	10.8	Kommunikationsfehler Busschnittstelle
5110h	1	11.0	Externer Busfehler
5300h	1	17.0	EMV-Störung
5510h	1	20.0	Reserviert
5520h	1	20.8	EEPROM-Fehler
5530h	1	8.2	Externer Kopierfehler
6000h	1	15.0...15.8/ 20.1...20.7/21.3	Systemfehler
6310h	1	8.0	Parameterverlust (EEPROM-Maximalwert überschritten)
7112h	3	3.1	Überstrom Bremschopper
7120h	1	16.0/16.1	Motorfehler

## 5 Fehlerüberwachung und Störungsmeldungen

Fehlercode	Fehlerregister	Frequenzumrichter (P700)*	
		Fehlercode	Bedeutung
7300h	1	14.3	Absolutwertgeberfehler
7305h	1	13.0	Drehgeberfehler
7306h	1	14.4	Absolutwertgeberfehler
7310h	1	14.5	Positionsdifferenz
7320h	1	14.6...14.8	Positionsfehler
7330h	1	25.0	Positionsabweichung
7331h	1	25.1	Kommunikationsfehler Universalgeber
7332h	1	25.2	
7333h	1	25.3	Universalgeberfehler
7334h	1	25.4	
8100h	17	10.0...10.2	Bus-Timeout
8111h	17	10.3...10.7/10.9	Kommunikationsfehler Busschnittstelle
8300h	1	13.2	Schleppfehler Ausschaltüberwachung
8400h	1	13.1	Schleppfehler Drehzahl
8600h	1	14.0...14.1	Referenzpunktfehler
8612h	1	14.2	
8710h	1	13.5	Beschleunigungswegfehler
8711h	1	13.6	
9000h	1	12.0...12.2	Externer Watchdog
FF10h	129	18.0	Reserviert
FF11h	129	19.0	Angeschlossener Motor wurde nicht erkannt

\* Ausführliche Beschreibung der Fehlercodes  Handbuch des Frequenzumrichters.

## 5.4.2 PROFINET IO

Tritt ein Fehler an den am NORD-Systembus angeschlossenen Frequenzumrichtern auf, sendet der in PROFINET IO eingebundene Frequenzumrichter einen Diagnosealarm als „kommendes Ereignis“ an den IO-Controller. Der Fehlerwert ist codiert:

**Fehlernummer (Wert aus P700) + 100h = Alarmnummer des Diagnosealarms**

**Beispiel:**

Während des Betriebs tritt der Fehler E10.3 „Timeout durch P872/P513“ auf (**P700**, Index 1 = 103). Der Frequenzumrichter sendet einen Diagnosealarm mit dem Wert „359“ ( $100h + 103 = 256 + 103 = 359$ ) an den IO-Controller.

Format	Fehlernummer	Alarmcode	Alarmnummer
Dezimal	10.3 = 103	256	$103 + 256 = 359$
Hexadezimal	67h	100h	167h

Wurde der Fehler behoben oder quittiert, wird ein Diagnosealarm als „gehendes Ereignis“ gesendet, der den Fehler im IO-Controller zurücksetzt.

### Information

Bei Verlust der Verbindung zu einem am NORD-Systembus angeschlossenen Frequenzumrichter wird ein Alarm mit der Fehlernummer „1000“ an den Diagnosepuffer des IO-Controllers ( $256 + 1000 = 1256$ ) gesendet.

### 5.5 LEDs

Der Frequenzumrichter ist mit mehreren zweifarbigen LEDs (rot und grün) zur Diagnose ausgestattet.

- Die gerätespezifischen LEDs **(1)** sind mit „DEV“ und „BUS“ gekennzeichnet.
- Die beiden Status-LEDs **A** und **B** **(2)**, die für die Kommunikation im Industrial Ethernet von Bedeutung sind, sind nicht direkt gekennzeichnet.

Nachfolgend sind die Erläuterungen zu den einzelnen LEDs beschrieben.

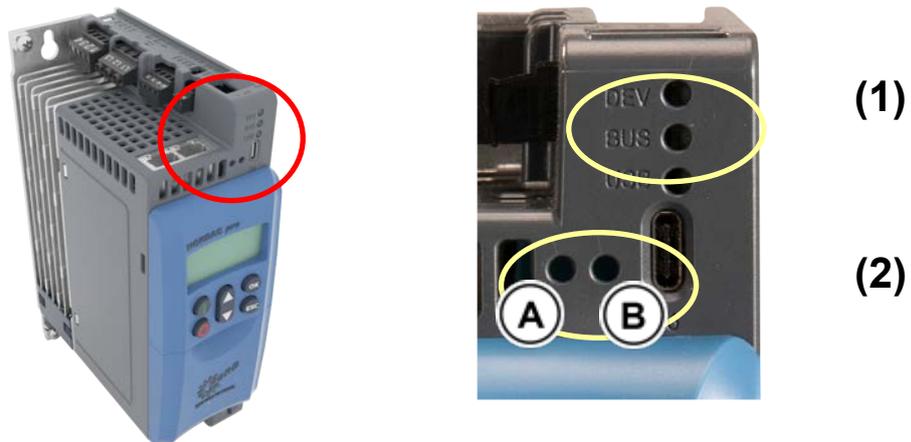


Abbildung 18: LEDs – Statusanzeigen am Gerät

## 5.5.1 Gerätespezifische LEDs

### 5.5.1.1 LED „DEV“

Die mit „DEV“ gekennzeichnete LED signalisiert den allgemeinen Gerätestatus.

Zustand	Bedeutung
aus	<ul style="list-style-type: none"> <li>FU nicht betriebsbereit, keine Netz und Steuerspannung</li> </ul>
grün leuchtet	<ul style="list-style-type: none"> <li>FU ist freigegeben</li> </ul>
grün blinkt (4 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>FU ist in Einschaltsperr</li> </ul>
grün blinkt (0,5 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>FU ist einschaltbereit, aber nicht freigegeben</li> </ul>
grün und rot blinken abwechselnd (4 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Warnung</li> </ul>
rot blinkt (2 Hz/1 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausgabe der Fehlernummer (z. B. Fehler 3: dreimal blinken, dann Pause)</li> </ul>
grün und rot leuchten	<ul style="list-style-type: none"> <li>FU im Update-Modus</li> </ul>
grün und rot blinken gleichzeitig	<ul style="list-style-type: none"> <li>Updatedaten werden übertragen</li> </ul>

### 5.5.1.2 LED „BUS“

Die mit „BUS“ gekennzeichnete LED signalisiert den Status der Kommunikation auf Systembusebene.

Zustand	Bedeutung
aus	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Prozessdatenkommunikation</li> </ul>
grün leuchtet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prozessdatenkommunikation aktiv</li> </ul>
grün blinkt (4 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bus-Warnung</li> </ul>
grün blinkt (0,5 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>FU ist einschaltbereit, aber nicht freigegeben</li> </ul>
rot blinkt (4 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Überwachungsfehler P120 oder P513 (E10.0/E10.9)</li> </ul>
rot blinkt (1 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Telegrammausfallzeit der Feldbusschnittstelle (E10.2/E10.3)</li> </ul>
rot leuchtet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Systembus im Status „Bus off“</li> </ul>

### 5.5.2 Status-LEDs Industrial Ethernet

Diese LEDs signalisieren den Status der Kommunikation im Industrial Ethernet. Abhängig vom ausgewählten Busprotokoll (**P899**) haben die beiden LEDs verschiedene, spezifische Bedeutungen.

#### 5.5.2.1 EtherCAT

##### LED A

Die LED **A** wird mit „RUN“ benannt und signalisiert den „Ethernet State“.

Zustand	Bedeutung
aus	<b>State: <i>Init</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Prozessdaten und Parameterkommunikation</li> </ul>
grün blinkt	<b>State: <i>Pre-Operational</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Parameterkommunikation läuft</li> <li>Keine Prozessdatenkommunikation</li> </ul>
grün Single Flash	<b>State: <i>Save-Operational</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Parameterkommunikation läuft</li> <li>Prozessdatenkommunikation läuft eingeschränkt</li> <li>Istwerte keine Einschränkung</li> <li>Sollwerte werden nicht ausgewertet</li> </ul>
grün leuchtet	<b>State: <i>Operational</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Parameterkommunikation läuft</li> <li>Prozessdatenkommunikation läuft</li> </ul>

##### LED B

Die LED **B** wird mit „ERR“ benannt und signalisiert den „Ethernet Error“.

Zustand	Bedeutung
aus	<b>State: <i>No Error</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>EtherCAT auf dem Gerät arbeitet normal</li> </ul>
rot blinkt	<b>State: <i>Invalid Configuration</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Allgemeiner EtherCAT-Konfigurationsfehler, kann durch eine falsche XML-Datei erzeugt werden</li> </ul>
rot Single Flash	<b>State: <i>Unsolicited State Change</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Das Gerät hat den EtherCAT-State unerlaubt gewechselt</li> </ul>
rot Double Flash	<b>State: <i>Application Watchdog Timeout</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>EtherCAT oder FU TimeOut (P513 bzw. P151)</li> </ul>

### 5.5.2.2 EtherNet/IP

#### LED A

Die LED **A** wird mit „MS“ benannt und signalisiert den „Module State“.

Zustand	Bedeutung
aus	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Betriebsspannung</li> </ul>
grün blinkt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Busschnittstelle im FU nicht konfiguriert</li> </ul>
grün leuchtet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Busschnittstelle im FU arbeitet korrekt</li> </ul>
rot blinkt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geringfügiger Fehler</li> <li>Fehlerhafte Konfiguration</li> </ul>
rot leuchtet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nicht behebbarer Fehler</li> </ul>
grün und rot blinken	<ul style="list-style-type: none"> <li>Power up, Selbsttest</li> </ul>

#### LED B

Die LED **B** wird mit „NS“ benannt und signalisiert den „Network State“.

Zustand	Bedeutung
aus	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Betriebsspannung</li> </ul>
grün blinkt	<ul style="list-style-type: none"> <li>IP Adresse konfiguriert, aber keine CIP-Verbindung vorhanden</li> </ul>
grün leuchtet	<ul style="list-style-type: none"> <li>CIP-Verbindung(en) vorhanden</li> </ul>
rot blinkt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Time Out, eine „Exclusive Owner Connection“ hat einen TimeOut-Fehler</li> </ul>
rot leuchtet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Doppelte IP, die von der Busschnittstelle verwendete IP-Adresse wird schon benutzt</li> </ul>
grün und rot blinken	<ul style="list-style-type: none"> <li>Power up, Selbsttest</li> </ul>

### 5.5.2.3 POWERLINK

#### LED A

Die LED **A** wird mit „BS“ benannt und signalisiert den „Module State“.

Zustand	Bedeutung
aus	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Kommunikation</li> </ul>
grün blinkt (1x)	<b>State: Pre-Operational 1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Parameterkommunikation läuft</li> <li>Keine Prozessdatenkommunikation</li> </ul>
grün blinkt (2x)	<b>State: Pre-Operational 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wie Pre-Operational 1</li> </ul>
grün blinkt (3x)	<b>State: Ready To Operate</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Parameterkommunikation läuft</li> <li>Prozessdatenkommunikation läuft eingeschränkt</li> </ul>
grün leuchtet	<b>State: Operational</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Parameterkommunikation läuft</li> <li>Prozessdatenkommunikation läuft</li> </ul>
grün Flash (10 Hz)	<b>State: Basic Ethernet</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Parameterkommunikation läuft über UDP</li> <li>Keine Prozessdatenkommunikation</li> </ul>
grün blinkt (2,5 Hz)	<b>State: Stopped</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Kommunikation</li> </ul>

#### LED B

Die LED **B** wird mit „BE“ benannt und signalisiert den „Network Error“.

Zustand	Bedeutung
aus	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kein POWERLINK-Fehler</li> </ul>
rot leuchtet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Allgemeiner POWERLINK-Fehler</li> </ul>

#### 5.5.2.4 PROFINET IO

Die LED **A** wird mit „BF“ benannt und signalisiert den „Ethernet Error“.

Die LED **B** wird mit „RUN“ benannt und signalisiert den „Ethernet State“.

Zustand		Bedeutung
LED A	LED B	
aus	aus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerät ausgeschaltet</li> <li>• Ethernetverbindung zur Steuerung besteht (AR aufgebaut)</li> <li>• Alarm quittiert</li> </ul>
aus	grün leuchtet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Ethernet-Verbindung               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gerät einschalten</li> <li>– Ethernet-Stecker ziehen und erneut stecken</li> </ul> </li> </ul>
aus	grün blinkt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AR nicht vorhanden oder verloren gegangen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ethernet-Stecker (Port 1 oder Port 2) stecken und Verbindung zum Switch herstellen</li> </ul> </li> </ul>
rot leuchtet	aus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alarm</li> </ul>

## **6 Zusatzinformationen**

### **6.1 Datenübertragung**

#### **6.1.1 Einführung**

Bei der Datenübertragung zwischen dem Frequenzumrichter und dem Busmaster (SPS) werden Prozessdaten und Parameterdaten ausgetauscht.

##### **6.1.1.1 Prozessdaten**

- Prozessdaten sind das Steuerwort und bis zu 5 Sollwerte sowie das Zustandswort und bis zu 5 Istwerte. Steuerwort und Sollwerte werden vom Busmaster an den Frequenzumrichter übertragen. Zustandswort und Istwerte werden vom Frequenzumrichter an den Busmaster übertragen.
- Prozessdaten werden zur Steuerung des Frequenzumrichters benötigt.
- Die Übertragung der Prozessdaten erfolgt zyklisch mit Priorität zwischen dem Busmaster und den Frequenzumrichtern.
- In der SPS werden die Prozessdaten direkt im I/O-Bereich abgelegt.
- Im Frequenzumrichter werden die Prozessdaten nicht gespeichert.

 Abschnitt 2.5.5.1 "Prozessdatentelegramme".

##### **6.1.1.2 Parameterdaten**

- Parameterdaten sind die Einstellwerte und Gerätedaten des Frequenzumrichters.
- Die Übertragung der Parameterdaten erfolgt azyklisch ohne Priorität.
- Bei PROFINET IO und Verwendung der PPO-Typen 1 und 2 ( Abschnitt 2.5.5.1 "Prozessdatentelegramme") kann die Übertragung der Parameter auch zyklisch erfolgen.

 Abschnitt 2.5.6 "Parameterdatenübertragung".

## 6.1.2 Prozessdatenübertragung

### 6.1.2.1 Steuerwort

Das Steuerwort (STW) ist das erste Wort eines Prozessdatentelegramms, das vom Busmaster an den Frequenzumrichter gesendet wird (Auftragstelegramm). Um den Antrieb in Betriebsbereitschaft zu schalten, muss der Frequenzumrichter durch Übertragen des ersten Steuerkommandos „047Eh“ („1000111110b“) in den Zustand „Einschaltbereit“ gesetzt werden.

Bit	Bezeichnung	Wert	Steuerkommando	Priorität <sup>1</sup>															
0	Betriebsbereit	0	Rücklauf mit Bremsrampe, bei f = 0 Hz Spannungsfreischaltung (betriebsbereit).	3															
		1	Frequenzumrichter betriebsbereit setzen.	5															
1	Spannung sperren	0	Ausgangsspannung des Frequenzumrichters abschalten (der Frequenzumrichter geht in den Zustand „Einschaltsperr“).	1															
		1	„Spannung sperren“ aufheben.	—															
2	Schnellhalt	0	Schnellhalt mit programmierter Schnellhaltzeit. Bei f = 0 Hz Spannungsfreischaltung (der Frequenzumrichter geht in den Zustand „Einschaltsperr“).	2															
		1	Betriebsbedingung „Schnellhalt“ aufheben.	—															
3	Betrieb freigeben	0	Spannung sperren: Ausgangsspannung des Frequenzumrichters abschalten (der Frequenzumrichter geht in den Zustand „Einschaltbereit“).	6															
		1	Ausgangsspannung freigeben. Hochlauf des Frequenzumrichters auf anliegenden Sollwert.	4															
4	Impulse freigeben	0	Hochlaufgeber auf 0 setzen, bei f = 0 Hz keine Spannungsfreischaltung (der Frequenzumrichter bleibt im Zustand „Betrieb freigeben“).	—															
		1	Hochlaufgeber freigeben.	—															
5	Rampe freigeben	0	Einfrieren des aktuellen, vom Hochlaufgeber vorgegebenen Sollwerts (Frequenz halten).	—															
		1	Sollwert am Hochlaufgeber freigeben.	—															
6	Sollwert freigeben	0	Angewählten Sollwert am Hochlaufgeber auf 0 setzen.	—															
		1	Angewählten Sollwert am Hochlaufgeber aktivieren.	—															
7	Fehler quittieren (0→1)	0	Mit Wechsel von 0 auf 1, nicht mehr aktive Störungen quittieren.	7															
		1	<b>Hinweis:</b> Ist ein Digitaleingang auf die Funktion „Stoer.Quit“ programmiert, darf dieses Bit über den Bus nicht dauerhaft auf 1 gesetzt sein, da sonst die Flankenwertung verhindert wird.	—															
8	Funktion 480.11 starten	0	—	—															
		1	Bus-Bit 8 des Steuerworts ist gesetzt.  Parameter <b>P480</b> im Handbuch des Frequenzumrichters.	—															
9	Funktion 480.12 starten	0	—	—															
		1	Bus-Bit 9 des Steuerworts ist gesetzt.  Parameter <b>P480</b> im Handbuch des Frequenzumrichters.	—															
10 <sup>2</sup>	Steuerdaten gültig	0	Die gesendeten Prozessdaten sind ungültig.	—															
		1	Der Busmaster überträgt gültige Prozessdaten.	—															
11 <sup>3</sup>	Drehrichtung rechts ein	0	—	—															
		1	Drehrichtung rechts einschalten.	—															
12 <sup>3</sup>	Drehrichtung links ein	0	—	—															
		1	Drehrichtung links (vorrangig) einschalten.	—															
13	Reserviert																		
14	Parametersatz Bit 0 ein	0	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <thead> <tr> <th>Bit 15</th> <th>Bit 14</th> <th>aktiviert Parametersatz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>Parametersatz 1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>Parametersatz 2</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>Parametersatz 3</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>Parametersatz 4</td> </tr> </tbody> </table>	Bit 15	Bit 14	aktiviert Parametersatz	0	0	Parametersatz 1	0	1	Parametersatz 2	1	0	Parametersatz 3	1	1	Parametersatz 4	—
		Bit 15		Bit 14	aktiviert Parametersatz														
0	0	Parametersatz 1																	
0	1	Parametersatz 2																	
1	0	Parametersatz 3																	
1	1	Parametersatz 4																	
1																			
15	Parametersatz Bit 1 ein	0																	
		1																	

<sup>1</sup> Bei gleichzeitigem Setzen mehrerer Steuerbits gilt die in dieser Spalte angegebene Priorität.

<sup>2</sup> Das Telegramm wird vom Frequenzumrichter nur als gültig interpretiert und die über den Feldbus übertragenen Sollwerte werden nur gesetzt, wenn Steuerbit 10 auf 1 gesetzt ist.

<sup>3</sup> Wenn Bit 12 = 0, gilt „Drehrichtung rechts ein“,  
Wenn Bit 12 = 1, gilt „Drehrichtung links ein“, unabhängig von Bit 11.

### 6.1.2.2 Zustandswort

Das Zustandswort (ZSW) ist das erste Wort des Prozessdatentelegramms, das vom Frequenzumrichter an den Busmaster gesendet wird (Antworttelegramm). Mit dem Zustandswort wird der Status des Frequenzumrichters an den Busmaster gemeldet. Als Antwort auf das Steuerwort-Kommando „047Eh“ meldet der Frequenzumrichter typischerweise „0B31h“ („101100110001b“) und signalisiert damit den Zustand „Einschaltbereit“.

Bit	Bedeutung	Wert	Zustandsmeldung															
0	Einschaltbereit	0																
		1	Initialisierung beendet, Laderelais eingeschaltet, Ausgangsspannung gesperrt.															
1	Betriebsbereit	0	Einschaltkommando liegt nicht an, oder Störung liegt an, oder Kommando „Spannung sperren“ oder „Schnellhalt“ liegt an oder Zustand „Einschaltsperr“ liegt an.															
		1	Einschaltkommando liegt an und keine Störung liegt an. Der Frequenzumrichter kann mit dem Kommando „Betrieb freigeben“ starten.															
2	Betrieb freigegeben	0																
		1	Freigabe der Ausgangsspannung, Hochlauf des Frequenzumrichters auf anliegenden Sollwert.															
3	Störung	0																
		1	Antrieb gestört und dadurch „nicht betriebsbereit“. Frequenzumrichter geht nach erfolgreicher Quittierung in den Zustand „Einschaltsperr“.															
4	Spannung freigegeben	0	Kommando „Spannung sperren“ liegt an.															
		1																
5	Schnellhalt	0	Kommando „Schnellhalt“ liegt an.															
		1																
6	Einschaltsperr	0																
		1	Frequenzumrichter geht durch Kommando „Betriebsbereit“ in den Zustand „Einschaltbereit“.															
7	Warnung aktiv	0																
		1	Antrieb weiter in Betrieb, keine Quittierung erforderlich.															
8	Sollwert erreicht	0	Istwert entspricht nicht dem Sollwert. Bei Einsatz von POSICON: Sollposition nicht erreicht.															
		1	Istwert entspricht dem Sollwert (Sollwert erreicht). Bei Einsatz von POSICON: Sollposition erreicht.															
9	Bussteuerung aktiv	0	Lokale Führung am Gerät aktiv.															
		1	Der Busmaster wird aufgefordert, die Führung zu übernehmen.															
10	Funktion 481.9 starten	0																
		1	Bus-Bit 10 des Zustandsworts ist gesetzt.  Parameter <b>P481</b> im Handbuch des Frequenzumrichters.															
11	Drehrichtung rechts ein	0																
		1	Ausgangsspannung des Frequenzumrichters hat rechtes Drehfeld.															
12	Drehrichtung links ein	0																
		1	Ausgangsspannung des Frequenzumrichters hat linkes Drehfeld.															
13	Funktion 481.10 starten	0																
		1	Bus-Bit 13 des Zustandsworts ist gesetzt.  Parameter <b>P481</b> im Handbuch des Frequenzumrichters.															
14	Parametersatz Bit 0 ein	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bit 15</th> <th>Bit 14</th> <th>aktiver Parametersatz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>Parametersatz 1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>Parametersatz 2</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>Parametersatz 3</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>Parametersatz 4</td> </tr> </tbody> </table>	Bit 15	Bit 14	aktiver Parametersatz	0	0	Parametersatz 1	0	1	Parametersatz 2	1	0	Parametersatz 3	1	1	Parametersatz 4
		Bit 15		Bit 14	aktiver Parametersatz													
0	0	Parametersatz 1																
0	1	Parametersatz 2																
1	0	Parametersatz 3																
1	1	Parametersatz 4																
1																		
15	Parametersatz Bit 1 ein	0																
		1																

### 6.1.2.3 Zustandsmaschine des Frequenzumrichters

Der Frequenzumrichter durchläuft eine interne Zustandsmaschine. Die Übergänge zwischen den Zuständen werden automatisch oder durch Steuerkommandos im Steuerwort der Prozessdaten ausgelöst. Der aktuelle Zustand wird im Zustandswort der Prozessdaten zurückgemeldet.

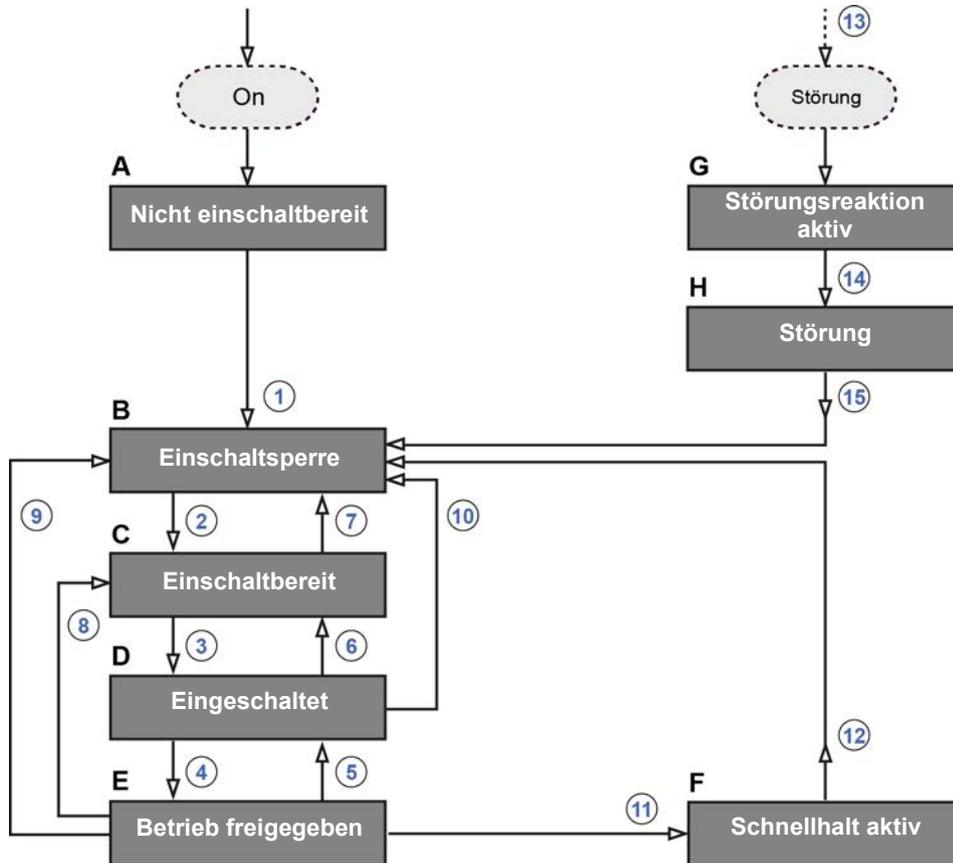


Abbildung 19: Zustandsmaschine des Frequenzumrichters

Pos.	Bedeutung
A...H	Zustände des Frequenzumrichters (📖 Tabelle „Zustände des Frequenzumrichters“)
1...15	Zustandsübergänge (📖 Tabelle „Zustandsübergänge“)

### Zustände des Frequenzumrichters

Zustand		Beschreibung
<b>A</b>	Nicht einschaltbereit	Erster Zustand nach Einschalten des Frequenzumrichters. Sofern das Laderelais anzieht, wechselt der Frequenzumrichter automatisch in den Zustand „Einschaltsperr“.
<b>B</b>	Einschaltsperr	Zweiter Zustand nach Einschalten des Frequenzumrichters, der nur durch das Steuerkommando „Stillsetzen“ verlassen werden kann. Das Laderelais ist eingeschaltet.
<b>C</b>	Einschaltbereit	In diesem Zustand ist die Initialisierung des Frequenzumrichters beendet. Die Ausgangsspannung ist gesperrt.
		<p><b>i Information</b></p> <p>Während des Initialisierungsprozesses enthält die Antwort auf ein Busmaster-Telegramm noch nicht die Reaktion auf das erteilte Steuerkommando. Die Steuerung muss anhand der Antwort des Busteilnehmers ermitteln, ob das Steuerkommando ausgeführt wurde.</p>
<b>D</b>	Eingeschaltet	Der Frequenzumrichter ist betriebsbereit.
<b>E</b>	Betrieb freigegeben	Der Frequenzumrichter empfängt und verarbeitet Sollwerte.
<b>F</b>	Schnellhalt aktiv	Schnellhaltfunktion wird ausgeführt (Antrieb wird gestoppt), der Frequenzumrichter wechselt in den Zustand „Einschaltsperr“.
<b>G</b>	Störungsreaktion aktiv	Bei Auftreten einer Störung wechselt der Frequenzumrichter in diesen Zustand und alle Funktionen sind gesperrt.
<b>H</b>	Störung	Nach Abarbeiten der Störungsreaktion wechselt der Frequenzumrichter in diesen Zustand, der nur durch das Steuerkommando „Fehler quittieren“ verlassen werden kann.

## Zustandsübergänge

Ausgelöster Zustandsübergang		Steuerkommando	Bit 7...0 des Steuerworts <sup>1</sup>								
			7	6	5	4	3	2	1	0	
1	Von „Nicht einschaltbereit“ zu „Einschaltsperr“	—	—								
	Automatisch nach Anziehen des Laderelais										
2	Von „Einschaltsperr“ zu „Einschaltbereit“	Stillsetzen	X	X	X	X	X	1	1	0	
3	Von „Einschaltbereit“ zu „Eingeschaltet“	Einschalten	X	X	X	X	X	1	1	1	
4	Von „Eingeschaltet“ zu „Betrieb freigegeben“	Betrieb freigeben	X	1	1	1	1	1	1	1	
	Ausgangsspannung wird freigegeben										
5	Von „Betrieb freigegeben“ zu „Eingeschaltet“	Betrieb sperren	X	X	X	X	0	1	1	1	
	Ausgangsspannung wird gesperrt										
6	Von „Eingeschaltet“ zu „Einschaltbereit“	Stillsetzen	X	X	X	X	X	1	1	0	
	Spannungsfreischaltung bei „f = 0 Hz“										
7	Von „Einschaltbereit“ zu „Einschaltsperr“	Spannung sperren	X	X	X	X	X	X	0	X	
		Schnellhalt	X	X	X	X	X	0	1	X	
8	Von „Betrieb freigegeben“ zu „Einschaltbereit“	Stillsetzen	X	X	X	X	X	1	1	0	
9	Von „Betrieb freigegeben“ zu „Einschaltsperr“	Spannung sperren	X	X	X	X	X	X	0	X	
10	Von „Eingeschaltet“ zu „Einschaltsperr“	Spannung sperren	X	X	X	X	X	X	0	X	
		Schnellhalt	X	X	X	X	X	0	1	X	
11	Von „Betrieb freigegeben“ zu „Schnellhalt aktiv“	Schnellhalt	X	X	X	X	X	0	1	X	
12	Von „Schnellhalt aktiv“ zu „Einschaltsperr“	Spannung sperren	X	X	X	X	X	X	0	X	
13	Automatisch nach Auftreten einer Störung aus jedem Zustand heraus	—	—								
14	Automatisch nach abgeschlossener Störungsreaktion	—	—								
15	Störung beenden	Fehler quittieren	0	X	X	X	X	X	X	X	X
			→								
			1	X	X	X	X	X	X	X	X

X = Der Bitstatus (0 oder 1) ist für das Erreichen des Zustands nicht von Bedeutung. Bitte beachten Sie hierzu auch die Auflistung der Steuerbits,  Abschnitt 6.1.2.1 "Steuerwort".

<sup>1</sup> Komplette Liste der Steuerbits (Bit 0...15)  Abschnitt 6.1.2.1 "Steuerwort".

### Information

### Steuerbit 10

Das Steuerbit 10 „Steuerdaten gültig“ muss immer auf 1 gesetzt sein. Anderenfalls werden die Prozessdaten vom Frequenzumrichter nicht ausgewertet.

### Auscodierte Zustände des Frequenzumrichters

Zustand	Zustandsbit <sup>1</sup>						
	6	5	4	3	2	1	0
Nicht einschaltbereit	0	X	X	0	0	0	0
Einschaltsperr	1	X	X	0	0	0	0
Einschaltbereit	0	1	1	0	0	0	1
Eingeschaltet	0	1	1	0	0	1	1
Betrieb freigegeben	0	1	1	0	1	1	1
Störung	0	X	X	1	0	0	0
Störung aktiv	0	X	X	1	1	1	1
Schnellhalt aktiv	0	0	1	0	1	1	1

<sup>1</sup> Komplette Liste der Zustandsbits (Bit 0...15)  Abschnitt 6.1.2.2 "Zustandswort".

#### 6.1.2.4 Sollwerte und Istwerte

Sollwerte (vom Busmaster an den Frequenzumrichter) und Istwerte (vom Frequenzumrichter an den Busmaster) werden über folgende Parameter des Frequenzumrichters spezifiziert:

Senderichtung	Prozesswert	Parameter
zum Frequenzumrichter	Sollwert 1	<b>P546, Array [-01]</b>
	Sollwert 2	<b>P546, Array [-02]</b>
	Sollwert 3	<b>P546, Array [-03]</b>
	Sollwert 4	<b>P546, Array [-04]</b>
	Sollwert 5	<b>P546, Array [-05]</b>
vom Frequenzumrichter	Istwert 1	<b>P543, Array [-01]</b>
	Istwert 2	<b>P543, Array [-02]</b>
	Istwert 3	<b>P543, Array [-03]</b>
	Istwert 4	<b>P543, Array [-04]</b>
	Istwert 5	<b>P543, Array [-05]</b>

Sollwerte und Istwerte werden auf drei verschiedene Arten übertragen:

#### Prozentuale Übertragung

Der Prozesswert wird als ganze Zahl mit dem Wertebereich -32768...32767 (8000h bis 7FFFh) übertragen. Der Wert „16384“ (4000h) entspricht 100%. Der Wert „-16384“ (C000h) entspricht -100%.

Für Frequenzen entspricht der 100%-Wert dem Parameter **P105 Maximale Frequenz** des Frequenzumrichters. Für Strom entspricht der 100%-Wert dem Parameter **P112 Momentstromgrenze** des Frequenzumrichters.

Frequenzen und Strom ergeben sich nach folgenden Formeln:

$$Frequenz = \frac{Wert^* \times P105}{16384} \quad Strom = \frac{Wert^* \times P112}{16384}$$

\* 16 Bit-Sollwert oder -Istwert, der über den Bus übertragen wird.

#### Binäre Übertragung

Ein- und Ausgänge sowie digitale Eingangsbits und Bus-Ausgangsbits werden bitweise ausgewertet.

### Übertragung von Positionen

Positionen im Frequenzumrichter haben einen Wertebereich von -50000,00...50000,00 Umdrehungen. Eine Motorumdrehung kann in maximal 1000 Inkremente unterteilt werden. Die Unterteilung ist vom eingesetzten Encoder abhängig.

Der 32-Bit-Wertebereich wird in ein „Low“- und ein „High“-Wort aufgeteilt, sodass zwei Soll- oder Istwerte für die Übertragung benötigt werden.

Senderichtung	Gesendete Daten					
	1. Wort	2. Wort	3. Wort	4. Wort	5. Wort	6. Wort
zum Frequenzumrichter	Steuerwort	32 Bit Sollwert		Sollwert 3	Sollwert 4	Sollwert 5
vom Frequenzumrichter	Zustandswort	Istwert 1	32 Bit Istwert		Istwert 4	Istwert 5

Es kann auch nur das „Low“-Wort der Position übertragen werden. Daraus ergibt sich ein eingeschränkter Wertebereich von 32,767...-32,768 Umdrehungen. Dieser Wertebereich kann mit dem Übersetzungsfaktor (**Parameter P607 Übersetzung** und **P608 Untersetzung**) erweitert werden, allerdings verringert sich dabei die Auflösung entsprechend.

### 6.1.3 Beispiel für Sollwertvorgabe

Das nachfolgende Beispiel zeigt die Sollwertvorgabe für das Ein- und Ausschalten eines Frequenzumrichters. Der Frequenzumrichter wird mit einem Sollwert (Sollfrequenz) betrieben und meldet einen Istwert (Istfrequenz) zurück. Die maximale Frequenz ist auf 50 Hz eingestellt.

Parametereinstellungen am Frequenzumrichter:

Parameter-Nr.	Parametername	Einstellwert
P105	Maximale Frequenz	50 Hz
P543	Bus-Istwert 1	1 (= Istfrequenz)
P546	Fkt. Bus-Sollwert 1	1 (= Sollfrequenz)

#### Beispiel

Auftrag an den FU		Antwort vom FU		Anmerkung
Steuerwort	Sollwert 1	Zustandswort	Istwert 1	
—	—	0000h	0000h	
—	—	xx40h	0000h	Am Frequenzumrichter wird die Netzspannung eingeschaltet.
047Eh	0000h	xx31h	0000h	Der Frequenzumrichter wird in den Zustand „Einschaltbereit“ gesetzt.
047Fh	2000h	xx37h	2000h	Der Frequenzumrichter wird in den Zustand „Betrieb freigegeben“ gesetzt und mit einem Sollwert von 50% angesteuert.
Der Frequenzumrichter ist freigegeben, der Motor wird bestromt und dreht mit einer Frequenz von 25 Hz.				
0047Eh	2000h	xx31h	0000h	Der Frequenzumrichter wird in den Zustand „Einschaltbereit“ gesetzt. Der Motor bremst entsprechend der parametrisierten Rampe auf Drehzahl 0 und wird stromlos geschaltet.
Der Frequenzumrichter ist wieder gesperrt und der Motor ist stromlos.				
047Fh	1000h	xx37h	1000h	Der Frequenzumrichter wird in den Zustand „Betrieb freigegeben“ gesetzt und mit einem Sollwert von 25% angesteuert.
Der Frequenzumrichter ist freigegeben, der Motor wird bestromt und dreht mit einer Frequenz von 12,5 Hz.				

### 6.2 Topologien im Überblick

Ein Industrial Ethernet kann, abhängig vom verwendeten Feldbusprotokoll, auf unterschiedliche Weise aufgebaut werden. Busspezifische Besonderheiten bzw. Voraussetzungen sind im  Kapitel 2 "Grundlagen" beschrieben.

#### 6.2.1 Linientopologie

Die Linientopologie verbindet Busteilnehmer, die mit integrierten Switches ausgestattet sind. Ein HMI kann optional mit eingebunden werden.

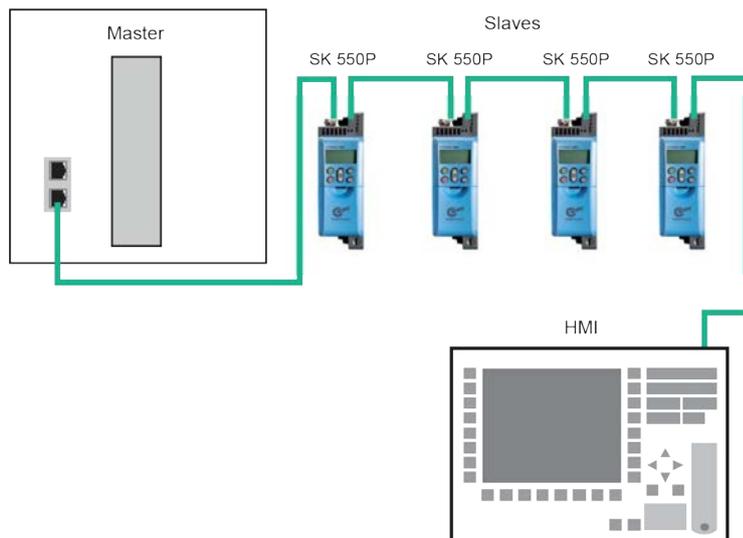


Abbildung 20: Linientopologie (Beispiel)

**Vorteile:** Erfordert wenig Kabelmaterial, am Ende der Linie mit wenig Aufwand erweiterbar.

**Nachteile:** Bei Unterbrechung der Linie (Ausfall eines Geräts oder defektes Kabel) sind die dahinter angeschlossenen Busteilnehmer nicht mehr erreichbar.

## 6.2.2 Sterntopologie

Die Sterntopologie benötigt einen zentralen Switch (im Schaltschrank). Ein HMI kann optional mit eingebunden werden.

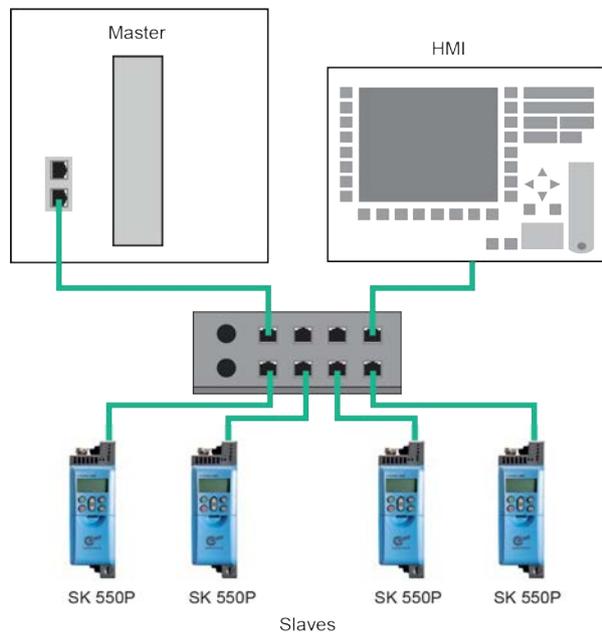


Abbildung 21: Sterntopologie (Beispiel)

**Vorteile:** Geräteausfall hat keine Auswirkungen auf andere Busteilnehmer, mit wenig Aufwand erweiterbar, einfache Fehlersuche und -behebung.

**Nachteile:** Bei Problemen am Switch ist kein Netzwerkbetrieb möglich.

### 6.2.3 Ringtopologie

Bei der Ringtopologie wird ein Strang für Medienredundanz zu einem Ring geschlossen. Ein HMI kann optional mit eingebunden werden.

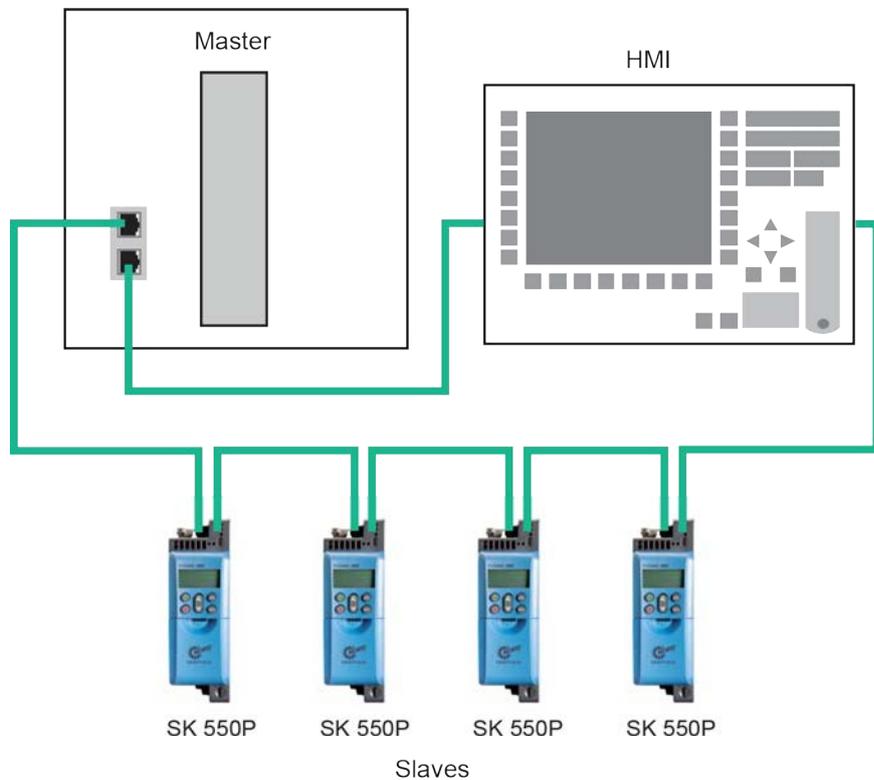


Abbildung 22: Ringtopologie (Beispiel)

- Vorteile:** Die Kommunikation wird auch bei einem defekten Kabel fortgesetzt.
- Nachteile:** Hohe Lastzustände führen zu Engpässen.

## 6.2.4 Baumtopologie

Bei der Baumtopologie können Linien- und Sterntopologie gemischt werden. Ein HMI kann optional mit eingebunden werden.

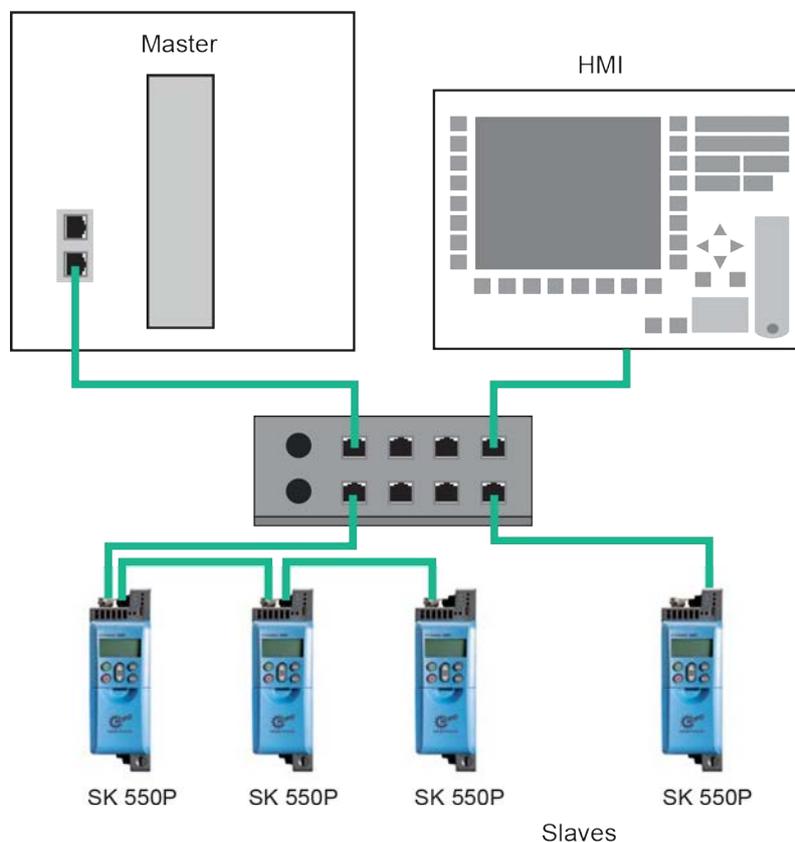


Abbildung 23: Baumtopologie (Beispiel)

**Vorteile:** Verbindet die Vorteile aus Linien- und Sterntopologie, mit wenig Aufwand erweiterbar, einfache Fehlersuche und -behebung.

**Nachteile:** Bei Problemen am Switch ist kein Netzwerkbetrieb möglich.

## 7 Anhang

### 7.1 Servicehinweise

Für technische Rückfragen steht Ihnen unser technischer Support zur Verfügung.

Bei Anfragen an unseren technischen Support halten Sie bitte den genauen Gerätetyp (Typenschild/Display) ggf. mit Zubehör oder Optionen, die eingesetzte Softwareversion (P707) und die Seriennummer (Typenschild) bereit.

Im Reparaturfall ist das Gerät an folgende Anschrift einzusenden:

**NORD Electronic DRIVESYSTEMS GmbH**  
 Tjüchkampstraße 37  
 D-26605 Aurich

Bitte entfernen Sie alle nicht originalen Teile vom Gerät.

Es wird keine Gewähr für eventuelle Anbauteile, wie z. B. Netzkabel, Schalter oder externe Anzeigen übernommen!

Bitte sichern Sie vor der Einsendung des Gerätes die Parametereinstellungen.

#### Information

Bitte vermerken Sie den Grund der Einsendung des Bauteil/Gerätes und benennen Sie einen Ansprechpartner für eventuelle Rückfragen an Sie.

Den Rückwarenschein erhalten Sie über unsere Webseite ([Link](#)) bzw. über unseren technischen Support.

Wenn nicht anders vereinbart, wird das Gerät nach erfolgter Überprüfung / Reparatur in Werkseinstellungen zurückgesetzt.

#### Information

Um auszuschließen, dass die Ursache für einen Gerätedefekt in einer Optionsbaugruppe liegt, sollten im Fehlerfall auch die angeschlossenen Optionsbaugruppen eingeschickt werden.

#### Kontakte (Telefon)

<b>Technischer Support</b>	Während der üblichen Geschäftszeiten	+49 (0) 4532-289-2125
	Außerhalb der üblichen Geschäftszeiten	+49 (0) 180-500-6184
<b>Rückfragen zur Reparatur</b>	Während der üblichen Geschäftszeiten	+49 (0) 4532-289-2115

Das Handbuch und zusätzliche Informationen finden Sie im Internet unter [www.nord.com](http://www.nord.com).

## 7.2 Dokumente und Software

Dokumente und Software können Sie von unserer Internetseite [www.nord.com](http://www.nord.com) herunterladen.

### Mitgeltende und weiterführende Dokumente

Dokumentation	Inhalt
<a href="#">BU_0600</a>	Handbuch für Frequenzumrichter NORDAC <i>PRO SK 500P</i>
<a href="#">BU_0000</a>	Handbuch zum Umgang mit der NORDCON-Software

### Software

Software	Beschreibung
<a href="#">Gerätebeschreibungsdateien</a>	Gerätebeschreibungsdatei für Konfigurationssoftware im Industrial Ethernet
<a href="#">NORDCON</a>	Parametrier- und Diagnosesoftware

## Stichwortverzeichnis

### A

Abschlusswiderstand .....	62
Adressierungs Mode (P856) .....	79
Akt. IP Adresse (P875) .....	86, 87, 88
Akt. IP Gateway (P877) .....	87, 88
Akt. IP Subnetzmaske (P867) .....	86, 87, 88
Aktives Assembly (P879) .....	86
Aktuelles Busprotokoll (P870) .....	84
Anschluss	
Feldbus .....	63
Systembus .....	61
Anschrift .....	119
Antwortkennung .....	55
Auftragskennung .....	55

### B

Binäre Übertragung .....	112
Bus Protokoll ändern (P899) .....	76
Busknoten .....	15, 61
Busprotokoll .....	18
Buszustand (P872) .....	84

### C

CAN over EtherCAT (CoE) .....	20
CAN-Adresse (P515) .....	15, 61
CAN-Baudrate (P514) .....	15, 62
CAN-ID .....	15, 61
CANopen .....	14
Client/Server-Prinzip .....	26

### D

Datensätze	
Format .....	53, 54
Parameternaufträge .....	53
Datensatzübertragung	
Beispiele .....	58
Datenübertragung .....	105
Dokumente	
mitgeltend .....	120

### E

EtherCAT	
Eigenschaften .....	17
Parameter (CoE-Verzeichnis) .....	20
Telegramm .....	18

### F

Fehlerüberwachung .....	92
Feldbusadresse .....	65, 67, 68, 69, 70
Feldbusprotokoll einstellen .....	64
Fernwartung .....	16
Frequenzumrichter adressieren .....	71

### G

Geräte Name (P854) .....	80, 83
Gerätebeschreibungsdatei .....	19, 48, 64, 65, 67, 69, 71
Geräteeigenschaften .....	64
Geräteerkennung .....	65, 67, 69

### H

Hot-Connect-Funktion .....	18, 68
----------------------------	--------

### I

I/O-Connections .....	25
Inbetriebnahme .....	65, 67, 69, 71, 73
Informationsparameter .....	91
Internet .....	119

### IO

-Controller .....	39
-Device .....	39
-Supervisor .....	39

IP Adresse (P850) .....	78, 82
IP Gateway (P852) .....	78, 80, 83
IP Subnetzmaske (P851) .....	78, 82

### Istwert

IW .....	19, 48
Istwerte .....	112

### K

Kontakt .....	119
---------------	-----

<b>L</b>		Prozessdaten Bus In (P873).....	84
LED.....	99	Prozessdaten Bus Out (P874).....	85
<b>M</b>		Prozessdatentelegramm.....	19
MAC Adresse (P878).....	86, 87, 88	Prozessdatentelegramme.....	47, 49, 105
<b>N</b>		Prozessdatenübertragung ..	19, 48, 51, 73, 106
NMT-Zustandsmaschine .....	19, 33	<b>R</b>	
Node ID (P850).....	80	Rechte TCP Ethernet (P853).....	79, 80
NORD		Records.....	52
Parameternummern .....	20	Reparatur .....	119
Systembus .....	14	<b>S</b>	
NORDCON-Rechner .....	14	SDO-Fehlercodes .....	21
Nutzdaten .....	46	Second Address.....	68
<b>O</b>		Second Address (P850).....	77
OSI-Schichtenmodell.....	22, 28	Service .....	119
<b>P</b>		Software .....	120
Parameter .....	75, 90	Sollwert	
-antwort .....	52	SW .....	19, 48
-auftrag.....	52	Sollwerte .....	112
-datenübertragung .....	20, 26, 36	Sollwertvorgabe	
Einstellungen .....	90	Beispiel.....	114
-index .....	57	Steuerbit.....	106
-nummern.....	53, 54	Steuerwort.....	106, 110
Parameterdaten.....	105	STW.....	19, 48
Parameterdatenübertragung ....	49, 50, 51, 105	Störungsbehandlung	
Parameterwert PWE2		Industrial Ethernet .....	69, 95
Fehlermeldungen .....	56	Störungsmeldungen.....	92
Parametrierung		Frequenzumrichter .....	94
PPO1 oder PPO2.....	60	Kommunikationsstörungen, allgemein .....	94
PKW-Bereich .....	53, 54	zurücksetzen .....	93
POWERLINK Zyklus (P858.....)	81	Support .....	119
PPO-Typ.....	48	<b>T</b>	
PPO1.....	49	Telegrammausfallzeit (P513).....	92
PPO2.....	50	Timeout .....	92
PPO3.....	49	Topologie .....	17, 23, 29, 40
PPO4.....	49	Baum .....	118
PPO6.....	49	Linie .....	115
PPO-Typ (P879) .....	89	Ring .....	117
PROFIBUS-Profil.....	48	Stern.....	116
Prozentuale Übertragung .....	112	<b>U</b>	
Prozessdaten.....	73, 105	Übertragung von Positionen .....	113

Überwachungsfunktionen .....	92
<b>Z</b>	
zulässige Schreibzyklen .....	51
Zusatzparameter .....	90
Zustandsbit .....	107

Zustandsmaschine	
Frequenzumrichter .....	108
Zustandswort .....	107, 111
ZSW.....	19, 48

**NORD DRIVESYSTEMS Group**

**Headquarters and Technology Centre**  
in Bargteheide, close to Hamburg

**Innovative drive solutions**  
for more than 100 branches of industry

**Mechanical products**  
parallel shaft, helical gear, bevel gear and worm gear units

**Electrical products**  
IE2/IE3/IE4 motors

**Electronic products**  
centralised and decentralised frequency inverters,  
motor starters and field distribution systems

**7 state-of-the-art production plants**  
for all drive components

**Subsidiaries and sales partners**  
**in 98 countries on 5 continents**  
provide local stocks, assembly, production,  
technical support and customer service

**More than 4,000 employees throughout the world**  
create customer oriented solutions

[www.nord.com/locator](http://www.nord.com/locator)

**Headquarters:**

**Getriebebau NORD GmbH & Co. KG**

Getriebebau-Nord-Straße 1  
22941 Bargteheide, Germany

T: +49 (0) 4532 / 289-0

F: +49 (0) 4532 / 289-22 53

[info@nord.com](mailto:info@nord.com), [www.nord.com](http://www.nord.com)

**Member of the NORD DRIVESYSTEMS Group**

