



BU 0620 – de

Industrial Ethernet

Zusatzanleitung für Baureihe SK 500P





Dokument lesen und für späteres Nachschlagen aufbewahren

Lesen Sie dieses Dokument sorgfältig durch, bevor Sie an dem Gerät arbeiten und das Gerät in Betrieb nehmen. Befolgen Sie unbedingt die Anweisungen in diesem Dokument. Diese bilden die Voraussetzung für den störungsfreien und sicheren Betrieb und die Erfüllung eventueller Mängelhaftungsansprüche.

Wenden Sie sich an Getriebbau NORD GmbH & Co. KG, falls Ihre Fragen im Umgang mit dem Gerät in dem hier vorliegenden Dokument nicht beantwortet werden oder Sie weitere Informationen benötigen.

Bei der deutschen Fassung dieses Dokuments handelt es sich um das Original. Das deutschsprachige Dokument ist immer maßgebend. Wenn dieses Dokument in anderen Sprachen vorliegt, handelt es sich hierbei um eine Übersetzung des Originaldokuments.

Bewahren Sie dieses Dokument in der Nähe des Geräts so auf, dass es bei Bedarf verfügbar ist.

Für Ihr Gerät verwenden Sie die zum Zeitpunkt der Auslieferung gültige Version dieser Dokumentation. Die aktuell gültige Version der Dokumentation finden Sie unter www.nord.com.

Beachten Sie auch die folgenden Unterlagen:

- Dokumentation für den Frequenzumrichter
- Dokumentationen für optionales Zubehör,
- Dokumentationen von angebauten oder beigestellten Komponenten.

Wenn Sie weitere Informationen benötigen, fragen Sie bei [Getriebbau NORD GmbH & Co. KG](http://www.nord.com) nach.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	8
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	Mitgeltende 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
2	Grundlagen	13
2.1	NORD-Systembus.....	14
2.1.1	Beschreibung.....	14
2.1.2	Teilnehmer am NORD-Systembus	16
2.1.3	Physikalischer Aufbau	16
2.1.4	Fernwartung	17
2.2	EtherCAT-Grundlagen	18
2.2.1	Eigenschaften.....	18
2.2.2	Topologie.....	18
2.2.3	Busprotokoll.....	19
2.2.4	Hot-Connect-Funktion	19
2.2.5	NMT-Zustandsmaschine	20
2.2.6	Prozessdatenübertragung	20
2.2.6.1	Prozessdatentelegramme	20
2.2.7	Parameterdatenübertragung.....	21
2.2.7.1	EtherCAT-Parameter (CoE-Verzeichnis)	21
2.2.7.2	SDO-Fehlercodes	22
2.3	EtherNet/IP-Grundlagen.....	23
2.3.1	Eigenschaften.....	23
2.3.2	Topologie.....	24
2.3.3	Busprotokoll.....	25
2.3.4	Prozessdatenübertragung	26
2.3.4.1	Assembly Objekt	26
2.3.5	Parameterdatenübertragung.....	27
2.4	POWERLINK-Grundlagen.....	29
2.4.1	Eigenschaften.....	29
2.4.2	Topologie.....	30
2.4.3	Busprotokoll.....	31
2.4.3.1	Vorgeschriebene POWERLINK-Adressenbereiche	33
2.4.4	NMT-Zustandsmaschine	34
2.4.5	Prozessdatenübertragung	35
2.4.6	Parameterdatenübertragung.....	37
2.4.7	SDO-Fehlercodes.....	39
2.5	PROFINET IO-Grundlagen	40
2.5.1	Eigenschaften.....	40
2.5.2	Topologie.....	41
2.5.3	Busprotokoll.....	42
2.5.4	Prozessdatenübertragung	46
2.5.5	Prozessdatentelegramme.....	47
2.5.6	Parameterdatenübertragung.....	49
2.5.6.1	Ablauf des azyklischen Parameterdatenaustauschs (Records)	50
2.5.6.2	Datensätze für azyklische Parameternaufträge	51
2.5.6.3	Format der Parameternaufträge	52
2.5.6.4	Beispiele für Datensatzübertragung	56
2.5.6.5	Telegrammaufbau bei Parametrierung über PPO1 oder PPO2	58
3	Ersteinrichtung	59
3.1	Inbetriebnahme des NORD-Systembusses	59

3.2	Feldbus anschließen	61
3.3	Feldbusprotokoll einstellen	62
3.4	Gerätebeschreibungsdatei installieren	62
3.5	EtherCAT einrichten	63
3.5.1	Automatische Geräteerkennung	63
3.5.2	EtherCAT-Feldbusadresse	64
3.6	EtherNet/IP einrichten	65
3.6.1	Automatische Geräteerkennung	65
3.6.2	EtherNet/IP-Feldbusadresse	65
3.7	POWERLINK einrichten	67
3.7.1	Automatische Geräteerkennung	67
3.7.2	Initialisierung der Parameter	67
3.7.3	POWERLINK-Feldbusadresse	68
3.8	PROFINET IO einrichten	69
3.8.1	Frequenzrichter adressieren	69
3.9	Datenformat der Prozessdaten festlegen	71
3.10	Beispiel: Inbetriebnahme eines Systembus-Netzwerks	71
4	Parameter	73
4.1	NORD-Standardparameter	74
4.2	Feldbuspezifische Standardparameter	75
4.2.1	EtherCAT-Standardparameter	75
4.2.2	EtherNet/IP-Standardparameter	76
4.2.3	POWERLINK-Standardparameter	78
4.2.4	PROFINET IO-Standardparameter	79
4.3	NORD-Informationsparameter	81
4.4	Feldbuspezifische Informationsparameter	83
4.4.1	EtherNet/IP-Informationsparameter	83
4.4.2	POWERLINK-Informationsparameter	84
4.4.3	PROFINET IO-Informationsparameter	85
4.5	Parametereinstellungen am Frequenzrichter	86
5	Fehlerüberwachung und Störungsmeldungen	88
5.1	Überwachungsfunktionen für Busbetrieb	88
5.2	Störungsmeldungen zurücksetzen	89
5.3	Störungsmeldungen – allgemeine Kommunikationsstörungen	90
5.4	Störungsbehandlung – Industrial Ethernet	92
5.4.1	POWERLINK	92
5.4.2	Fehlerüberwachung über Frequenzrichter	92
5.4.3	Fehlerüberwachung über POWERLINK	92
5.4.4	PROFINET IO	95
5.5	LEDs	96
5.5.1	Gerätespezifische LEDs	97
5.5.1.1	LED „DEV“	97
5.5.1.2	LED „BUS“	97
5.5.2	Status-LEDs Industrial Ethernet	98
5.5.2.1	EtherCAT	98
5.5.2.2	EtherNet/IP	99
5.5.2.3	POWERLINK	100
5.5.2.4	PROFINET IO	101
6	Zusatzinformationen	102
6.1	Datenübertragung	102
6.1.1	Einführung	102
6.1.2	Prozessdaten	102
6.1.3	Parameterdaten	102
6.1.4	Prozessdatenübertragung	103
6.1.4.1	Steuerwort	103
6.1.5	Zustandswort	104
6.1.6	Zustandsmaschine des Frequenzrichters	105
6.1.7	Sollwerte und Istwerte	109
6.1.8	Beispiel für Sollwertvorgabe	111
6.2	Topologien im Überblick	112
6.2.1	Linientopologie	112
6.2.2	Sterntopologie	113

6.2.3	Ringtopologie.....	114
6.2.4	Baumtopologie.....	115
7	Anhang.....	116
7.1	Servicehinweise.....	116
7.2	Dokumente und Software.....	117

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel für den Aufbau eines NORD-Systembusses	15
Abbildung 2: Fernwartung über das Internet (schematische Darstellung)	17
Abbildung 3: EtherCAT-Telegramm.....	19
Abbildung 4: NMT-Zustandsmaschine.....	20
Abbildung 5: CIP-Anpassung bei EtherNet/IP nach dem OSI-Schichtenmodell	23
Abbildung 6: Ethernet-Telegramm (Mindeststrahlenlänge 64 Byte).....	25
Abbildung 7: POWERLINK-Anpassung an das OSI-Schichtenmodell.....	29
Abbildung 8: Ethernet-Telegramm (Mindeststrahlenlänge 64 Byte).....	31
Abbildung 9: POWERLINK-Übertragungszyklus	32
Abbildung 10: NMT-Zustandsmaschine.....	34
Abbildung 11: PROFINET IO-Kommunikation über Application Relation AR	41
Abbildung 12: PROFINET IO-Telegramm (Kommunikation innerhalb eines Subnetzes)	42
Abbildung 13: PROFINET IO-Datenzykluszeiten.....	44
Abbildung 14: Beispiel – PROFINET IO-Gerätemodell.....	46
Abbildung 15: Ablauf des azyklischen PROFINET IO-Parameterdatenaustauschs.....	50
Abbildung 16: Beispiel zur Einstellung der Überwachungsparameter	89
Abbildung 17: LEDs – Statusanzeigen am Gerät	96
Abbildung 18: Zustandsmaschine des Frequenzumrichters	105
Abbildung 19: Linientopologie (Beispiel).....	112
Abbildung 20: Sterntopologie (Beispiel).....	113
Abbildung 21: Ringtopologie (Beispiel).....	114
Abbildung 22: Baumtopologie (Beispiel).....	115

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

1.1.1 Dokumentation

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

1.1.2 Dokumenthistorie

Ausgabe	Bestellnummer	Softwareversion	Bemerkungen
BU 0620 , Mai 2019	6076201 / 1819	V 1.0 R0	• Erste Ausgabe
BU 0620 , März 2020	6076201 / 1020	V 1.1 R1	• Fehlerkorrekturen
BU 0620 , Januar 2025	6076201 / 0225	V 1.4 R2	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlerkorrekturen • Anpassung Parameter P850 (EtherCat), P853, P899 • Erweiterung Störungsmeldungen • Hinweis auf zwingend notwendige 24 V DC-Versorgung für Buskommunikation

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.

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	P850	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	http://www.nord.com/	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
FoE	File over EtherCAT
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.

Information

24 V DC-Spannungsversorgung

Für eine Buskommunikation ist der Anschluss einer 24 V DC-Steuerspannung über die Klemmen X6:44 / X6:40 (24 V / GND) zwingend erforderlich.

Auch für das Ändern des Protokolls (**P899**) muss die 24 V DC-Spannungsversorgung **unterbrechungsfrei** anliegen.

2.1 NORD-Systembus

2.1.1 Beschreibung

Die Kommunikation zwischen verschiedenen Geräten der Getriebebau 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. Es gibt Einschränkungen bei der Nutzung der Systembusschnittstelle bei dem SK 500P und dem SK 510P. Diese können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden:

Funktion	SK 500P/SK 510P	SK 530P/SK 540P	SK 550P
SK EBIOE-2/CU4//TU4-IOE	nein	ja	ja
SK CU4-TU4-PBR als PROFIBUS-Gateway	nein	ja	nicht sinnvoll → Industrial Ethernet on board
CANopen-Absolutwertgeber	ja	ja	ja
Leitfunktion – Master-Slave	ja	ja	ja
NORDCON-Tunnelung	nur passiv	ja	ja
Industrial-Ethernet-Gateway	Slave	Slave	Master

Werden an einen Frequenzumrichter mit integrierter Ethernet basierter 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 einen SK 550P erreicht werden.

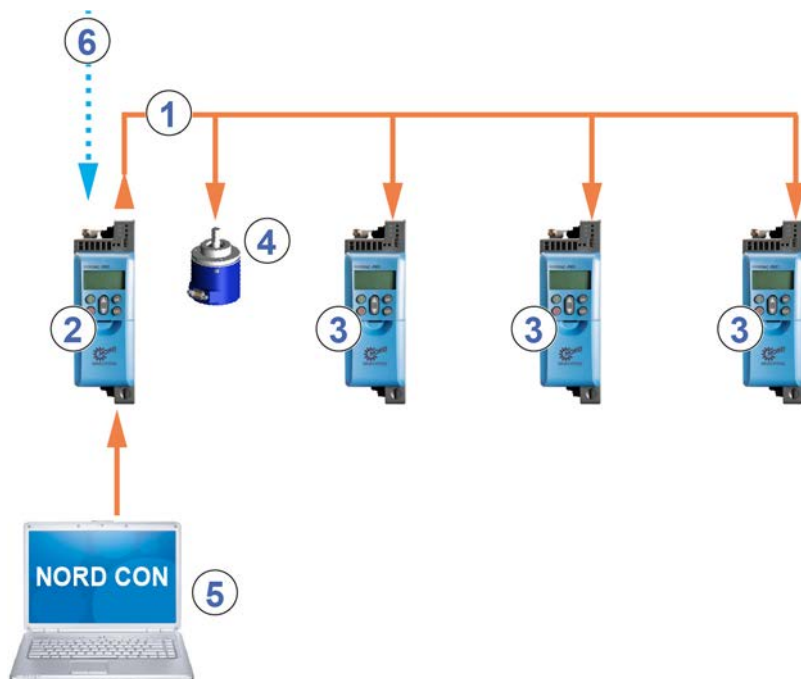


Abbildung 1: Beispiel für den Aufbau eines NORD-Systembusses

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

Information

24 V DC-Spannungsversorgung

Für eine Buskommunikation ist der Anschluss einer 24 V DC-Steuerspannung über die Klemmen X6:44 / X6:40 (24 V / GND) zwingend erforderlich.

Auch für das Ändern des Protokolls (**P899**) muss die 24 V DC-Spannungsversorgung **unterbrechungsfrei** anliegen.

2.1.2 Teilnehmer am NORD-Systembus


Insgesamt können bis zu 4 Frequenzumrichter mit zugehörigen Absolutwertgebern in den NORD-Systembus eingebunden werden. Allen Teilnehmern am NORD-Systembus muss eine eindeutige Adresse (Node ID) zugewiesen werden. Die Adressen der Frequenzumrichter werden mit dem Parameter **P515 [-01]** „CAN-Adresse“ eingestellt.

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

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

Daraus ergibt sich folgende Matrix:

Gerät	FU1	AG1	FU2	AG2	...
Node-ID (CAN-Adresse)	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 Physikalischer Aufbau

Standard	CAN
Kabel, Spezifikation	2x2, Twisted Pair, geschirmt, Litzenadern, Leitungsquerschnitt $\geq 0,25 \text{ mm}^2$ (AWG23), Wellenwiderstand ca. 120Ω
Buslänge	max. 20 m Gesamtausdehnung, max. 20 m zwischen 2 Teilnehmern,
Struktur	vorzugsweise Linienstruktur
Stichleitungen	möglich (max. 6 m)
Abschlusswiderstände	120Ω , 250 mW an beiden Enden eines Systembusses (zuschaltbar über DIP-Schalter)
Baudrate	250 kBaud

Der Anschluss der Signale CAN_H und CAN_L ist über ein verdrehtes Aderpaar vorzunehmen. Die Verbindung der GND-Potentiale erfolgt über das zweite Aderpaar.



2.1.4 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.

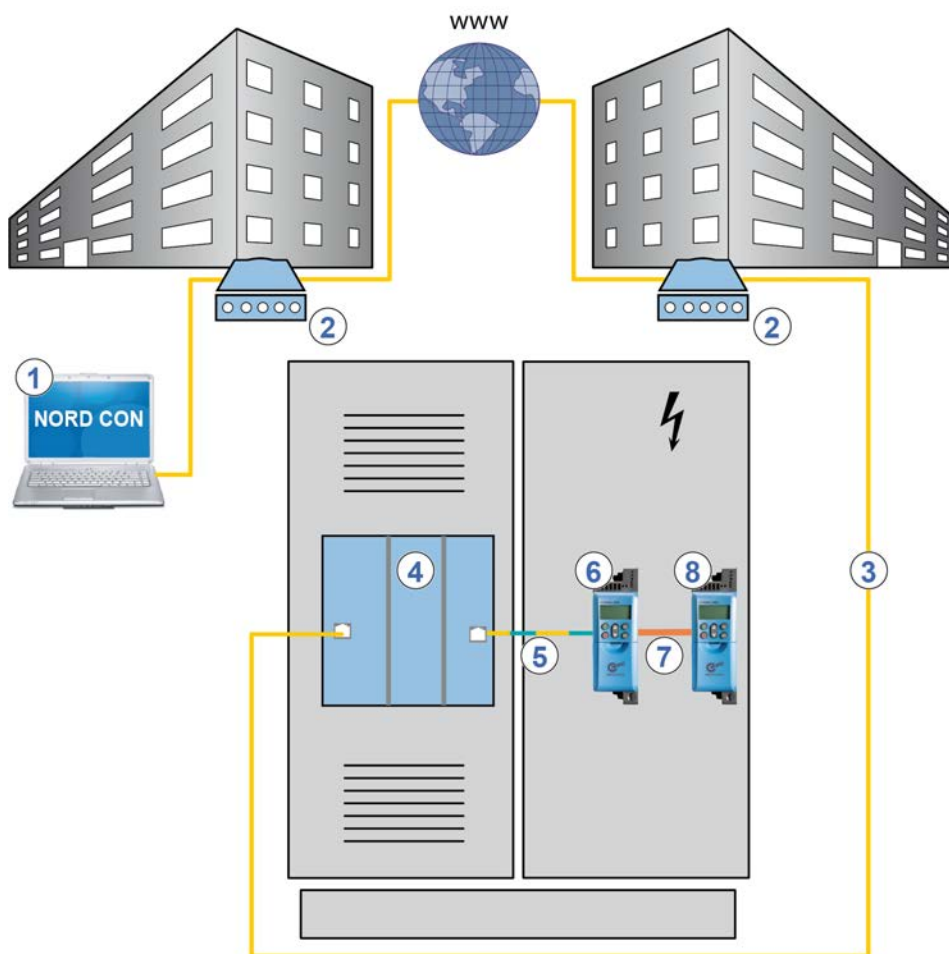


Abbildung 2: Fernwartung über das Internet (schematische Darstellung)

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

Eine Adressierung der EtherCAT-Slaves ist nicht erforderlich, sie erfolgt automatisch durch den EtherCAT-Master entsprechend der physikalischen Anschlussreihenfolge am Bus.

Leistungsbeschreibung

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

Antriebsprofil DS402

Die Auswahl des Antriebsprofils erfolgt über Parameter **P551**. Die Beschreibung des Parameters finden Sie im Handbuch zum Frequenzumrichter **BU 0600**.

Bei Rückfragen zur Nutzung von DS402-Funktionalitäten wenden Sie sich an NORD.

2.2.2 Topologie

Folgende Topologien werden unterstützt:

- Linientopologie
- Sterntopologie
- Baumtopologie

Weitere Informationen zu Topologien siehe Abschnitt 6.2 "Topologien im Überblick".

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.

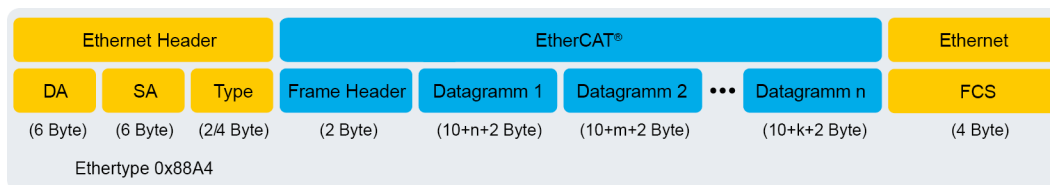


Abbildung 3: EtherCAT-Telegramm

	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)
EtherCAT	Frame Header	Informationen über Länge der Datagramme innerhalb des EtherCAT-Frames und Typ der Datagramme
	Datagramm	Maximal 15 Datagramme, bestehend aus einem Header, zu lesenden oder zu schreibenden Daten und einem Working Counter
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 mehrere EtherCAT-Slaves). Jedes Datagramm adressiert einen bestimmten Bereich des bis zu 4 Gigabyte großen logischen Prozessabbilds. Jeder EtherCAT-Slave bekommt beim Hochlaufen des Bussystems eine oder mehrere eindeutige Adressen zugewiesen. Mehrere EtherCAT-Slaves mit einer Adresse im gleichen Bereich können so über ein einziges Datagramm angesprochen werden.

2.2.4 Hot-Connect-Funktion

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

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

EtherCAT-Slaves, die für die Hot-Connect-Funktion konfiguriert sind, müssen eindeutig identifizierbar sein. So können EtherCAT-Slaves 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).

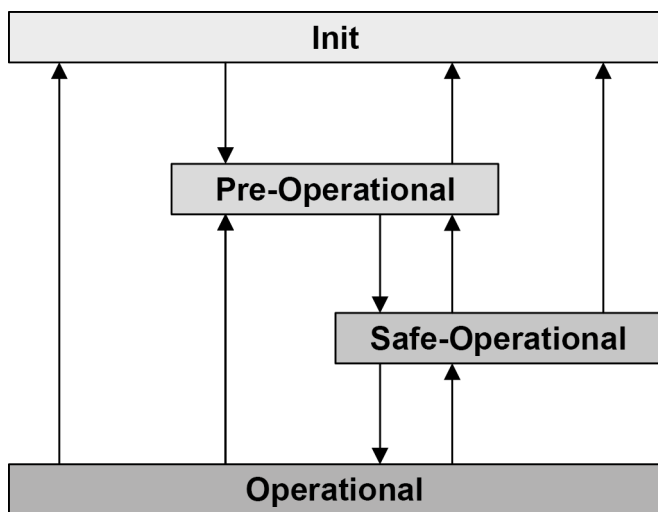


Abbildung 4: NMT-Zustandsmaschine

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 3.5.1 "Automatische Geräteerkennung") 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** ($P102 \rightarrow 102_{\text{dez}} = 66h$),
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 Frequenzrichter 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.

Nach dem OSI-Referenzmodell (Open Systems Interconnection Model = Referenzmodell für Netzwerkprotokolle als Schichtenarchitektur) besteht EtherNet/IP in den drei oberen Schichten (5...7) aus einer Anpassung der CIP-Technologie und in den vier unteren Schichten (1...4) aus Standard-Ethernet.

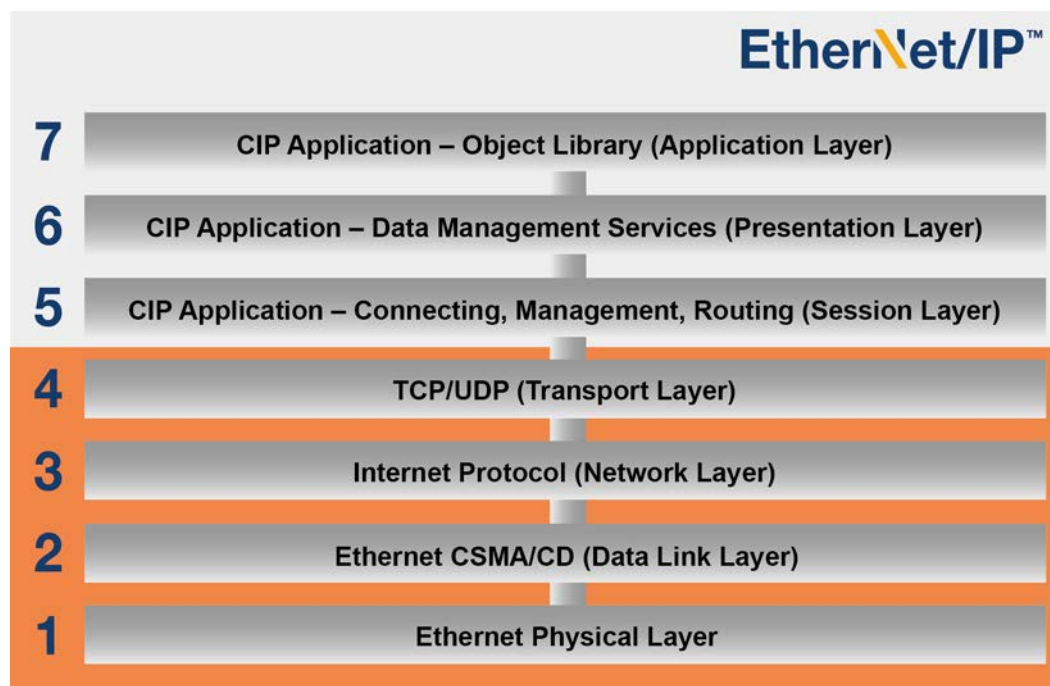


Abbildung 5: CIP-Anpassung bei EtherNet/IP nach dem OSI-Schichtenmodell

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 Feldbussystem 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 UDP (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

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

2.3.2 Topologie

Folgende Topologien werden unterstützt:

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

Weitere Informationen zu Topologien siehe Abschnitt 6.2 "Topologien im Überblick".

2.3.3 Busprotokoll

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

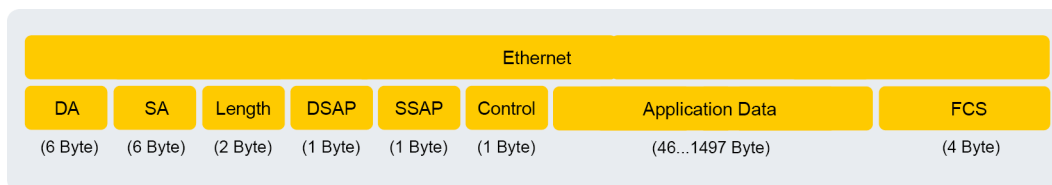


Abbildung 6: Ethernet-Telegramm (Mindeststrahlenlänge 64 Byte)

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	→	102	400	2
FU2	P400	[-03]	1	→	102	400	8
FU2	P400	[-03]	3	→	102	400	10

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.

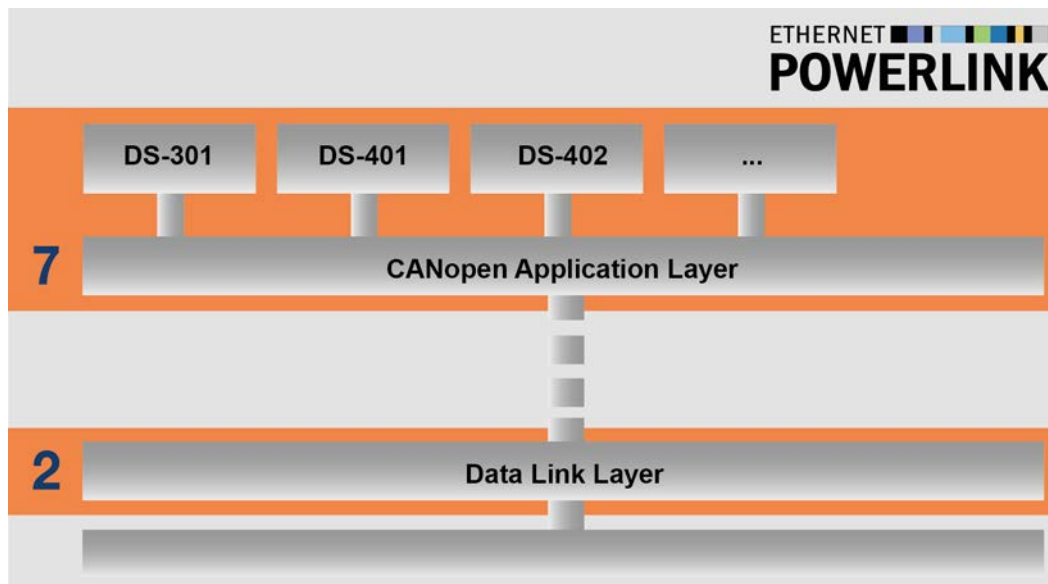


Abbildung 7: POWERLINK-Anpassung an das OSI-Schichtenmodell

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

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

2.4.2 Topologie

Folgende Topologien werden unterstützt:

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

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

Weitere Informationen zu Topologien siehe Abschnitt 6.2 "Topologien im Überblick".

2.4.3 Busprotokoll

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

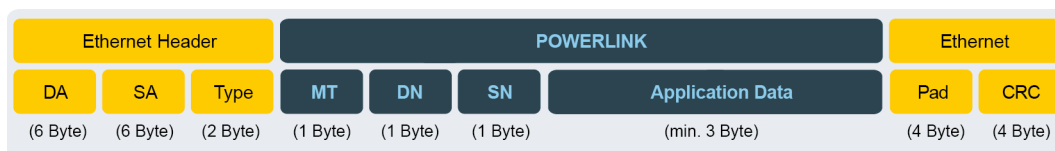


Abbildung 8: Ethernet-Telegramm (Mindeststrahlenlänge 64 Byte)

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

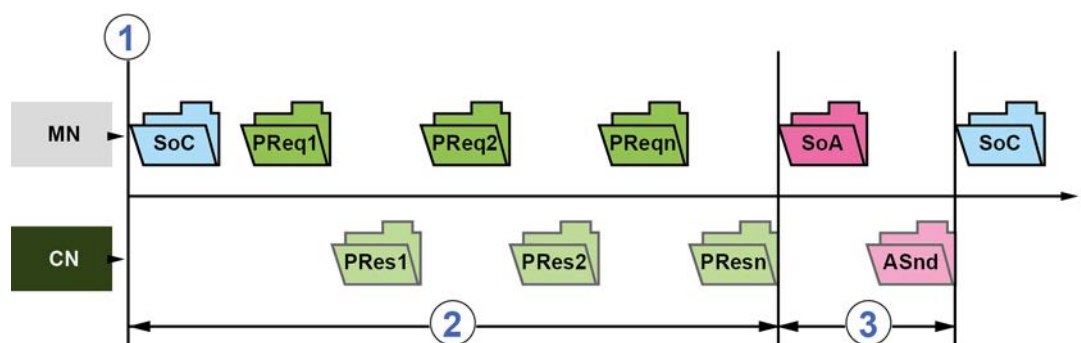


Abbildung 9: POWERLINK-Übertragungszyklus

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“-Paketes. 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"> • no (keine) • mandatory (zwingend) • optional • isochronous (isochron) • async only (nur asynchron)
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"> • optional • isochronous (isochron) • async only (nur asynchron)
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"> • no (keine) • mandatory (zwingend) • optional • isochronous (isochron)
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.

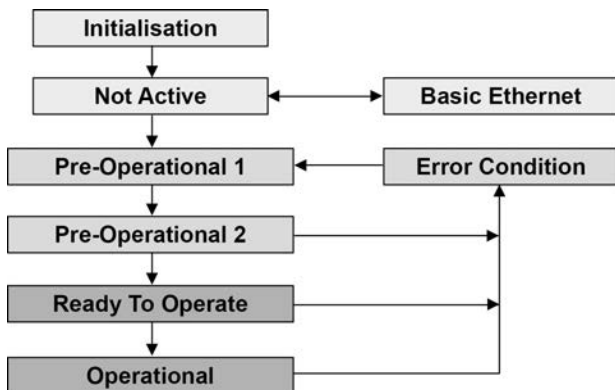


Abbildung 10: NMT-Zustandsmaschine

Zustand	Beschreibung
Initialisation	Initialisierungsphase: <ul style="list-style-type: none"> Keine Prozessdaten- und Parameterkommunikation. 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.
Pre-Operational 1	Feldbus läuft: <ul style="list-style-type: none"> Parameterkommunikation möglich. Keine Prozessdatenkommunikation. 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.
Pre-Operational 2	<ul style="list-style-type: none"> Parameterkommunikation möglich. Keine Prozessdatenkommunikation. 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.
Ready To Operate	Betriebsbereit: <ul style="list-style-type: none"> Parameterkommunikation läuft. Prozessdatenkommunikation eingeschränkt möglich. 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.
Operational	Normaler Betrieb: <ul style="list-style-type: none"> Parameterkommunikation läuft. Prozessdatenkommunikation läuft.
Basic Ethernet	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.
Stopped	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:

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

Subindex

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

NORD-spezifisch					POWERLINK-Subindex
Parametertyp	Beispiel	Subindex	Arrayelement	Parametersatz	
einfach	P218	0	—	—	00h
parametersatzabhängig	P102	Array size			00h
		0	—	P1	01h
		0	—	P2	02h
		0	—	P3	03h
		0	—	P4	04h
Array-Parameter	P480	Array size			00h
		1	[-01]	—	01h
		2	[-02]	—	02h
		3	[-03]	—	03h
parametersatzabhängiger Array-Parameter	P525	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 Frequenzumrichter 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 übertragbar werden.

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

PROFINET IO-Busteilnehmer werden nach ihren Aufgaben unterschieden:

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.

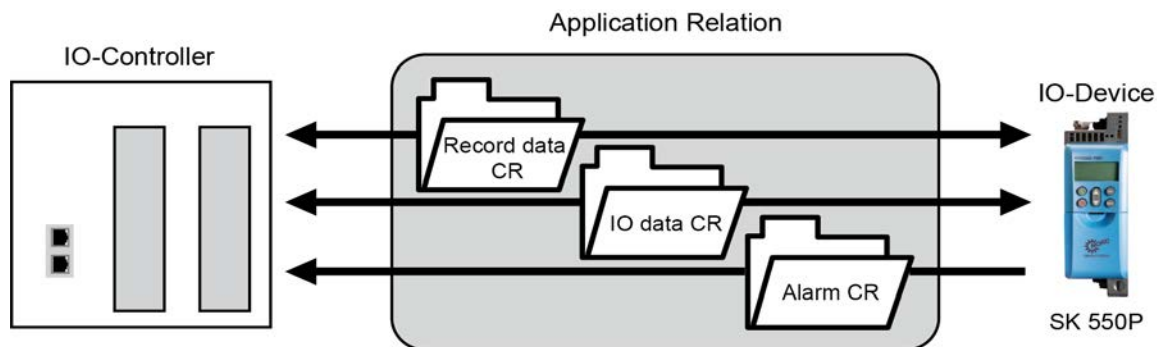


Abbildung 11: PROFINET IO-Kommunikation über Application Relation AR

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

Leistungsbeschreibung

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

2.5.2 Topologie

Folgende Topologien werden unterstützt:

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

Weitere Informationen zu Topologien siehe Abschnitt 6.2 "Topologien im Überblick".

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.

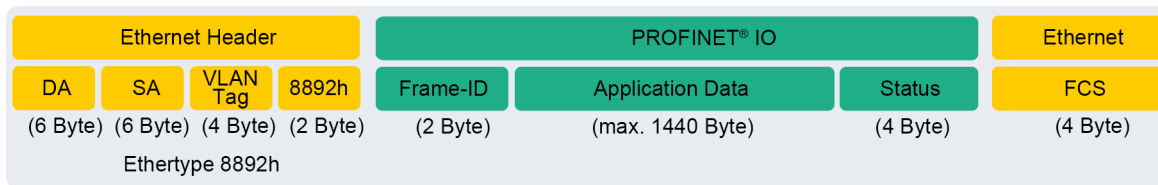


Abbildung 12: PROFINET IO-Telegramm (Kommunikation innerhalb eines Subnetzes)

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

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.

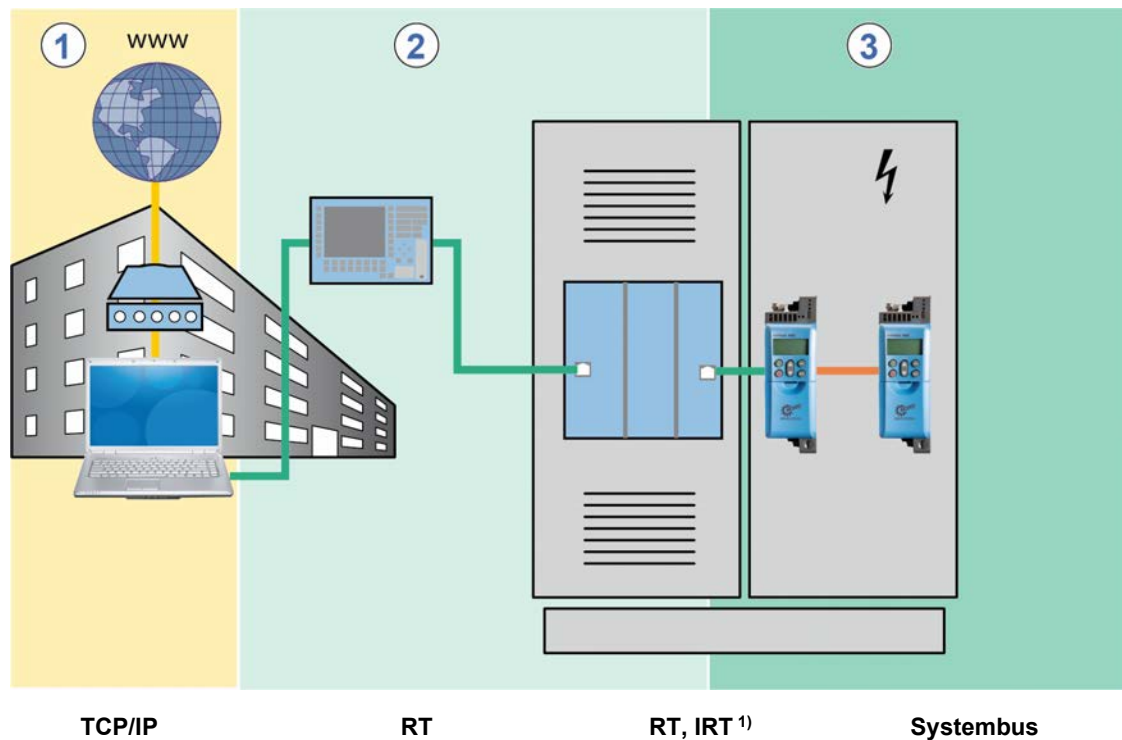


Abbildung 13: PROFINET IO-Datenzykluszeiten

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

Die PROFINET IO-Echtzeitkommunikation ist in folgende Klassen unterteilt:

RT-Klasse	Beschreibung
RT_CLASS_1	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.
RT_CLASS_2 (IRT Flex)	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 (Taktsynchronisation). Eine Kombination mit RT_Class_1 ist möglich.
RT_CLASS_3 (IRT oder IRT Top)	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.
RT_CLASS_UDP	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.

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 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.

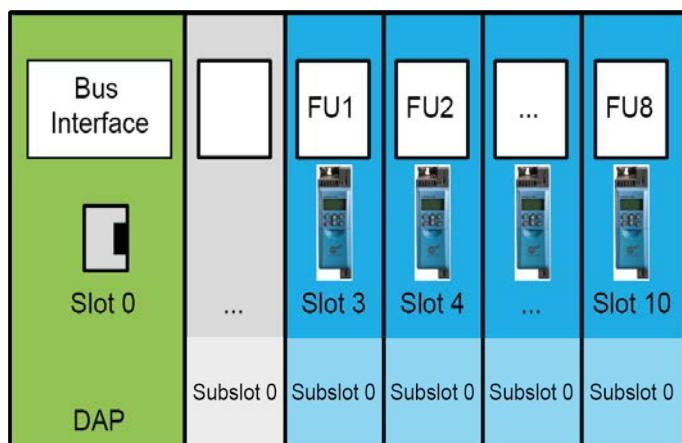


Abbildung 14: Beispiel – PROFINET IO-Gerätemodell

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 Prozessdatentelegramme

Als Prozessdatentelegramme für die zyklische Prozessdatenübertragung verwendet Getriebbau 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 Getriebbau 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 2.5.4 "Prozessdatenübertragung"). Übertragen werden Parameterdaten der Frequenzumrichter FU1... (Zuordnung Slot 3...).

Über den PKW-Bereich (☞ 2.5.4 "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 ausgelesenen oder zu schreibenden Wert enthält.

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

1) Beschreibung der Felder in den folgenden Abschnitten.

2) 1 Nibble = 4 Bit

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 EPPROM des Frequenzumrichters (100.000 Zyklen) nicht überschritten werden, d. h. ein dauerhaftes zyklisches Schreiben muss vermieden werden. Dies gilt auch für andere Parametrierwege und die azyklische Datenübertragung.

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)

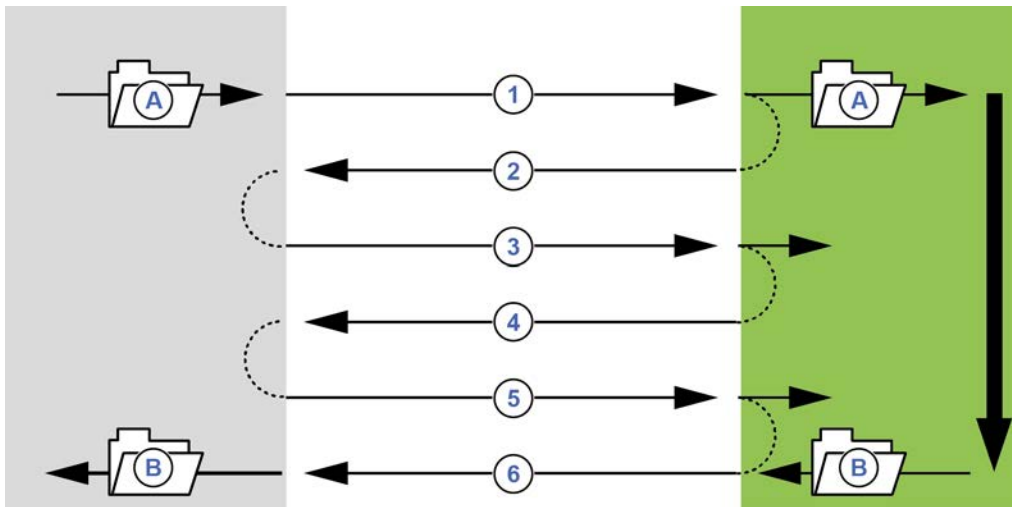


Abbildung 15: Ablauf des azyklischen PROFINET IO-Parameterdatenaustauschs


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

Bei der Übertragung von Parameternaufträgen 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:

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

Der Aufbau dieser Datensätze ist im Abschnitt  2.5.6.3 "Format der Parameteraufträge" 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 Parameteraufträge

Parameterkennung PKE

In der Parameterkennung 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 Parameterkennung 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** Bit 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 Getriebekonstruktion 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 ¹	Reserviert	—
5 ¹	Reserviert	—
6	Parameterwert anfordern (Array)	4 oder 5
7	Parameterwert ändern (Array, Wort)	4
8	Parameterwert ändern (Array, Doppelwort)	5
9 ¹	Anzahl der Arrayelemente anfordern	6
10 ¹	Reserviert	—
11 ¹	Parameterwert ändern (Array, Doppelwort) ohne in das EEPROM zu schreiben	5
12 ¹	Parameterwert ändern (Array, Wort) ohne in das EEPROM zu schreiben	4
13 ¹	Parameterwert ändern (Doppelwort) ohne in das EEPROM zu schreiben	2
14 ¹	Parameterwert ändern (Wort) ohne in das EEPROM zu schreiben	1

¹ 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	Auftrag nicht ausführbar (mit Fehlernummer in PWE2)

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 Fehlernummer oder ein Fehlercode 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		
							P1...P4		Keine Information (alle „0“)								
	Arrays 1...64						P1...P4										
	Arrays 1...256																

Bei **parametersatzabhängigen Parametern** kann der Parametersatz über Bit 8 und Bit 9 des Index ausgewählt werden (Parametersatz 1: 00b, Parametersatz 2: 01b etc.).

Bei **parametersatzabhängigen Array-Parametern** kann der Parametersatz über Bit 8 und Bit 9 und der Arrayindex über Bit 10 bis Bit 15 des Index ausgewählt werden (Arrayindex 1: 000000b, Arrayindex 2: 000001b etc.).

Bei **nicht parametersatzabhängigen Array-Parametern** kann der Arrayindex über Bit 8 bis Bit 15 des Index ausgewählt werden (Arrayindex 1: 00000000b, Arrayindex 2: 00000001b etc.).

Beispiele für die Adressbildung bei parametersatzabhängigen Array-Parametern

Arrayelement						Parametersatz									
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									
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)									

Zum Aufbau der Parameter und Arrays  Handbuch des eingesetzten Frequenzumrichters.

Parameterwert PWE

Parameterwerte werden abhängig von den entsprechenden Parametereigenschaften als Wort (16 Bit) oder Doppelwort (32 Bit) übertragen. Bei vorzeichenbehafteten Werten muss darauf geachtet werden, dass der Datentyp (Integer oder double Integer) mit dem Datentyp des Parameters übereinstimmt. Wird beispielsweise eine 16 Bit Variable mit einem negativen Wert in einen 32 Bit Frequenzumrichterparameter geschrieben, so wird dieser Wert als ein positiver Wert interpretiert. Führen Sie in diesem Fall, vor der Datenübertragung eine Datentypumwandlung durch.

Der Parameterwert wird als ganzzahliger Wert übertragen.

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

Beispiel

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

$$PWE = P102 * (1 / \text{Parameterauflösung } P102) = 99,99 * (1 / 0,01) = 9999 = 270Fh$$

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	Daten größe	Byte	Datum			Erläuterung	
Auftragskennung AK	4 Bit	1 (oberes Nibble)	1h			Parameterwert anfordern (lesen)	
Spontanmeldung SPM	1 Bit	1 (unteres Nibble)		0h		Spontanmeldung	
Parameternummer PNU	11 Bit	1 (unteres Nibble) und 2		6h	Bh	5h	Parameternummer P717 (717+1000) = 6B5h
			16B5h				
Parameterindex	2 Byte	3	00h			Array 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	→ Schreibanforderung (Write Request) → Diagnoseadresse → Datensatz 100 → Länge: 8 Byte → Daten: 16h,B5h, 00h,00h, 00h,00h, 00h,00h
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 → Antwort: 16h,B5h, 00h,00h, 00h,00h, 03h,FCh
Gelesener Wert: P717 = 1020 (03FCh)	

Schreiben des Parameters P102 Hochlaufzeit, Index 1

Es wird der Datensatz 100 verwendet.

Beispieltelegramm

Feld	Datengröße	Byte	Datum			Erläuterung	
Auftragskennung AK	4 Bit	1 (oberes Nibble)	2h			Parameterwert anfordern (lesen)	
Spontanmeldung SPM	1 Bit	1 (unteres Nibble)		0h		Spontanmeldung	
Parameternummer PNU	11 Bit	1 (unteres Nibble) und 2		4h	4h	Eh	Parameternummer P102 (102+1000) = 44Eh
			244Eh				
Parameterindex	2 Byte	3	01h			Array 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 :=100 LEN :=8 DONE :=#bEnd BUSY :=#bBusy ERROR :=#bError STATUS :=wStatus RECORD :=P#DB10.DBX0.0 BYTE 8	→ Schreibenanforderung (Write Request) → Diagnoseadresse → Datensatz 100 → Länge: 8 Byte → Daten: 24h, 4Eh, 01h, 00h, 00h, 00h, 00h, FAh
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) → Referenz → Datensatz 100 → Antwort: 14h, 4Eh, 01h, 00h, 00h, 00h, 00h, 00h

2.5.6.5 Telegrammaufbau bei Parametrierung über PPO1 oder PPO2

Der Parameter **P102 Hochlaufzeit** soll im Parametersatz 3 auf den Wert 2,5 s eingestellt werden (es wird nur der PKW-Kanal betrachtet). Da die Hochlaufzeit eine Parameterrauflösung von 0,01 s hat, muss der Parameterwert 250 (FAh) übertragen werden.

Vorgehensweise

1. Auftragskennung festlegen (7 = „Parameterwert ändern (Array, Wort“).
2. Parameter auswählen (P102 + 1000 = 44Eh).
3. Parametersatz 3 auswählen (IND = 02h).
4. Parameterwert einstellen (250 = FAh).
5. Antworttelegramm prüfen (positiv bei einer 4 in der AK (obersten Nibble des PKE)).

Auftragstelegramm vom IO-Controller

Wort	1		2		3		4	
Byte	1	2	3	4	5	6	7	8
Bez.	PKE	PKE	IND	IND	PWE	PWE	PWE	PWE
Wert	74h	4Eh	02h	00h	00h	00h	00h	FAh

Antworttelegramm vom Frequenzumrichter (nach vollständiger Abarbeitung des Auftrags)

Wort	1		2		3		4	
Byte	1	2	3	4	5	6	7	8
Bez.	PKE	PKE	IND	IND	PWE	PWE	PWE	PWE
Wert	44h	4Eh	02h	00h	00h	00h	00h	FAh

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.

Information

24 V DC-Spannungsversorgung

Für eine Buskommunikation ist der Anschluss einer 24 V DC-Steuerspannung über die Klemmen X6:44 / X6:40 (24 V / GND) zwingend erforderlich.

Auch für das Ändern des Protokolls (**P899**) muss die 24 V DC-Spannungsversorgung **unterbrechungsfrei** anliegen.

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

Information

24 V DC-Spannungsversorgung

Für eine Buskommunikation ist der Anschluss einer 24 V DC-Steuerspannung über die Klemmen X6:44 / X6:40 (24 V / GND) zwingend erforderlich.

Auch für das Ändern des Protokolls (**P899**) muss die 24 V DC-Spannungsversorgung **unterbrechungsfrei** anliegen.

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

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.

Information

24 V DC-Spannungsversorgung

Für eine Buskommunikation ist der Anschluss einer 24 V DC-Steuerspannung über die Klemmen X6:44 / X6:40 (24 V / GND) zwingend erforderlich.

Auch für das Ändern des Protokolls (**P899**) muss die 24 V DC-Spannungsversorgung **unterbrechungsfrei** anliegen.

3.4 Gerätebeschreibungsdatei installieren




Nach Anschluss des Frequenzumrichters sollte zunächst die aktuelle Gerätebeschreibungsdatei von unserer Webseite www.nord.com direkt unter dem Link [NORDAC_Options](#) heruntergeladen werden.

Dadurch können Sie ausschließen, dass der Frequenzumrichter während der Busteilnehmersuche (Bus-Scan) durch den Busmaster zwar identifiziert werden kann, aber dennoch nicht alle Details angezeigt werden können.


Die Gerätebeschreibungsdatei enthält eine Beschreibung der Geräteeigenschaften des Frequenzumrichters.

3.5 EtherCAT einrichten

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

Art der Arbeit	Beschreibung
Steuerungsprojekt konfigurieren	 3.4 "Gerätebeschreibungsdatei installieren"
Busadresse zuweisen	 3.5.2 "EtherCAT-Feldbusadresse"
Erforderliche Parametereinstellungen vornehmen	 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 3.10 "Beispiel: Inbetriebnahme eines Systembus-Netzwerks").

3.5.1 Automatische Geräteerkennung

Sie können bei EtherCAT die Adressierung der Buskomponenten sowohl im direkten Zugriff auf die Anlage als auch ohne direkten Zugriff auf die Anlage durchführen.

- Ist die Anlage physikalisch vorhanden, installieren Sie die Gerätebeschreibungsdatei und starten Sie einen Bus-Scan. Der EtherCAT Master ermittelt über die Parameter „Software-Version“, „Vendor-ID“ und „Product Code“ die Reihenfolge der EtherCAT Slaves und hinterlegt diese in der Konfigurationssoftware.
- Ist die Anlage nicht verfügbar, können Sie die Konfiguration in der Software auch offline durchführen. Projektieren Sie die EtherCAT Slaves manuell in der späteren physikalischen Reihenfolge der EtherCAT Slaves.

Information

Die Gerätebeschreibungsdatei ist im Auslieferungszustand auf einen angeschlossenen Frequenzumrichter (FU1) eingestellt.

Sollen mehrere Frequenzumrichter an die Busschnittstelle angeschlossen werden, müssen diese nach Installation der Gerätebeschreibungsdatei in der Konfigurationssoftware eingestellt werden.

Damit ist grundsätzlich die Konfiguration angelegt. Wird allerdings zur Laufzeit die Konfiguration geändert, dann ist es notwendig, dass die EtherCAT-Slaves zusätzlich eine eindeutige Adresse erhalten. Das ist dann die Second-Adress, die entweder über den Parameter **P850** oder über die DIP-Schalter der Busschnittstelle eingestellt und im EtherCAT Master projiziert wird. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass es für die Second Adress zwei unterschiedliche Verfahren gibt: "Configured Station Alias" und "Explicit Device Identificaton". Die "Configured Station Alias" wird in **P850 [-01]** eingestellt und "Explicit Device Identificaton" wird in **P850[-02]** oder per DIP-Schalter eingestellt. Dabei hat der DIP-Schalter die höhere Priorität. Sobald eine DIP-Adresse größer 0 gesetzt ist, wird **P850 [-02]** ignoriert. Die DIP-Adresse wird nicht in **P850 [-02]** zurückgespiegelt.

i 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.

3.5.2 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 des Frequenzumrichters an die Spannungsversorgung vom Frequenzumrichter selbst eingelesen.

i 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).

i Information**Definition der Zugriffsrechte über P853**


Über den Parameter **P853** können die TCP-Zugriffsrechte angepasst werden. Details entnehmen Sie der Parameterbeschreibung.

3.6 EtherNet/IP einrichten

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

Art der Arbeit	Beschreibung
Steuerungsprojekt konfigurieren	 3.4 "Gerätebeschreibungsdatei installieren"
Busadresse zuweisen	 3.6.2 "EtherNet/IP-Feldbusadresse"
Erforderliche Parametereinstellungen vornehmen	 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 3.10 "Beispiel: Inbetriebnahme eines Systembus-Netzwerks").

3.6.1 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

3.6.2 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.




Information

Definition der Zugriffsrechte über P853

Über den Parameter **P853** können die TCP-Zugriffsrechte angepasst werden. Details entnehmen Sie der Parameterbeschreibung.

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	 3.4 "Gerätebeschreibungsdatei installieren"
Busadresse zuweisen	 3.7.3 "POWERLINK-Feldbusadresse"
Erforderliche Parametereinstellungen vornehmen	 4 "Parameter"

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

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	192.168.100.xxx (xxx = Node-ID)
Subnetzmaske	255.255.255.0

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.




Information

Definition der Zugriffsrechte über P853


Über den Parameter **P853** können die TCP-Zugriffsrechte angepasst werden. Details entnehmen Sie der Parameterbeschreibung.


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	 3.4 "Gerätebeschreibungsdatei installieren"
Busadresse zuweisen	 3.8.1 "Frequenzumrichter adressieren "
Erforderliche Parametereinstellungen vornehmen	 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. „TIA Portal“ der Siemens AG).

Für die Einbindung von NORD-Frequenzumrichtern in den SIMATIC-Manager der Siemens AG bietet Getriebebau NORD GmbH & Co. KG TIA-Standardbausteine an, die für PROFINET IO verwendet werden können ( [BU 0950](#)).

Ein Beispiel zur Vorgehensweise beim Einrichten des Feldbussystems finden Sie am Ende dieses Kapitels ( Abschnitt 3.10 "Beispiel: Inbetriebnahme eines Systembus-Netzwerks").

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 Gerätename mit dem im SPS-Projekt zugewiesenen Gerätenamen übereinstimmen.

Bei Eingabe des Gerätenamens folgende Konventionen beachten:

- Der Gerätename 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 Gerätename darf keine Sonderzeichen (Umlaute, Klammern, Schrägstrich und Unterstrich etc.) oder Leerzeichen enthalten.
- Der Gerätename darf nicht mit einem Bindestrich beginnen oder enden.
- Der Gerätename darf nicht mit einer Ziffer beginnen.
- Der Gerätename 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.

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.

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.





Information

Definition der Zugriffsrechte über P853

Über den Parameter **P853** können die TCP-Zugriffsrechte angepasst werden. Details entnehmen Sie der Parameterbeschreibung.

3.9 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 2.5.4 "Prozessdatenübertragung"

3.10 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“.	
	2	Systembus aufbauen.	DIP-Schalter CAN an FU3 in Stellung „ON“.
	3	Systembusadressen einstellen.	FU über P515 , 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: P509 6 (CANopen) P510, [-01] 0 (Auto) P510, [-02] 0 (Auto) P543, [-01] 1 (Istfrequenz) P543, [-02] 10 (Istpos. Ink.LowWord) P543, [-03] 15 (Istpos. Ink.HighWord) P546, [-01] 1 (Sollfrequenz) P546, [-02] 23 (Sollpos. Ink.LowWord) P546, [-03] 24 (Sollpos. Ink.HighWord)
Feldbus	6	Feldbuskommunikation einrichten.  Abschnitte 3.6 "EtherNet/IP einrichten" bis 3.8 "PROFINET IO einrichten"
NORD-Systembus	7	Parameter für Systembusüberwachung einstellen. An jedem Frequenzumrichter folgenden Parameter einstellen ( BU 0600): P120, [-01] 1 (Auto) oder 2 (Überw. sofort aktiv)
	8	Systembuskommunikation überprüfen. Anzeige der folgenden Informationsparameter aller Frequenzumrichter überprüfen ( BU 0600): P748 „CANopen Zustand“ P740, [-01] „Steuerwort“ (047Eh = „Einschaltbereit“ ¹) P740, [-02] „Sollwert 1“ P741, [-01] „Zustandswort“ (0B31h = „Einschaltbereit“) P741, [-02] „Istwert 1“
Feldbus	9	Feldbuskommunikation überprüfen. Anzeigen der folgenden Informationsparameter überprüfen ( Abschnitt 4.4 "Feldbusspezifische Informationsparameter"). P872 „Bus Zustand“ P873 „Prozess Daten In ETH“ P874 „Prozess Daten Out ETH“

¹ 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 und der Busschnittstelle 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.

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

4.1 NORD-Standardparameter

P853	Rechte TCP Ethernet													
Einstellbereich	0...3													
Array	[-01] = Rechtevergabe für Parameter und Sollwerte für TCP-Zugriffe [-02] = Rechtevergabe für Firmware-Updates													
Werkseinstellung	{ [-01] = 0 }	{ [-02] = 1 }												
Beschreibung	Dieser Parameter ist ausschließlich relevant für den Zugriff von NORDCON über Ethernet. Er legt für diese TCP-Zugriffe die Zugriffsrechte für Parameter und Sollwerte sowie für Firmware-Updates fest. Das Lesen der Parameter ist von der Einstellung in P853 unabhängig und ist daher immer möglich.													
Hinweis	Beschreiben nur über USS / USB möglich.													
Einstellwerte	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wert [-01]</th> <th>Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bit 0</td> <td>Schreiben erlaubt</td> </tr> <tr> <td>Bit 1</td> <td>Steuern erlaubt</td> </tr> <tr> <th>Wert [-02]</th> <th>Bedeutung</th> </tr> <tr> <td>Bit 0</td> <td>FW-Update erlaubt</td> </tr> </tbody> </table>		Wert [-01]	Bedeutung	Bit 0	Schreiben erlaubt	Bit 1	Steuern erlaubt	Wert [-02]	Bedeutung	Bit 0	FW-Update erlaubt		
Wert [-01]	Bedeutung													
Bit 0	Schreiben erlaubt													
Bit 1	Steuern erlaubt													
Wert [-02]	Bedeutung													
Bit 0	FW-Update erlaubt													
P899	Bus Protokoll ändern													
Einstellbereich	0 ... 4													
Werkseinstellung	{ 0 }													
Beschreibung	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).													
Hinweis	Die Änderung der Parametereinstellung, d. h. die Änderung des Feldbusprotokolls ist nur dann möglich, wenn eine 24 V DC-Spannungsversorgung unterbrechungsfrei am Gerät anliegt. Eine Änderung der Parametereinstellung nur über die USB-Schnittstelle bzw. nur bei Anliegen der Netzspannung ist nicht möglich.													
Einstellwerte	<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
Einstellbereich	0 ... 32767
Array	[-01] = Configured Station Alias [-02] = Explicit Device Identificaton
Werkseinstellung	[-01] = { 0 }, [-02] = { 0 }
Beschreibung	„Second Address“ für die Hot-Connect-Funktion einstellen. Der Frequenzumrichter ist in der Hot-Connect-Funktion über den Parameter „Configured Station Alias“ oder „Explicit Device Identification“ erreichbar.
Hinweis	Die eingestellte Adresse wird erst nach einem „POWER ON“ des Frequenzumrichters übernommen.

4.2.2 EtherNet/IP-Standardparameter

P850	IP Adresse			
Einstellbereich	0 ... 255			
Array	[-01] = IP-High (NET-ID)		[-03] = IP (NET-ID)	
	[-02] = IP (NET-ID)		[-04] = IP Lo (Host)	
Werkseinstellung	{ [-01] = 192 }	{ [-02] = 168 }	{ [-03] = 1 }	{ [-04] = 100 }
Beschreibung	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.			
Hinweis	<ul style="list-style-type: none"> • Damit die hier eingestellte IP-Adresse übernommen wird, muss der Parameter P856 Adressierungs Mode auf den Wert „0“ eingestellt sein. • Die aktuell eingestellte IP-Adresse kann über den Parameter P875 ermittelt werden. 			
P851	IP Subnetzmaske			
Einstellbereich	0 ... 255			
Array	[-01] = IP Sub 1	[-02] = IP Sub 2	[-03] = IP Sub 3	[-04] = IP Sub 4
Werkseinstellung	{ [-01] = 255 }	{ [-02] = 255 }	{ [-03] = 255 }	{ [-04] = 0 }
Beschreibung	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.			
Hinweis	<ul style="list-style-type: none"> • Damit die hier eingestellte IP-Adresse übernommen wird, muss der Parameter P856 Adressierungs Mode auf den Wert „0“ eingestellt sein. • Die hier eingestellte IP-Subnetzmaske kann über den Parameter P876 ermittelt werden. 			
P852	IP Gateway			
Einstellbereich	0 ... 255			
Array	[-01] = IP High (NET-ID)		[-03] = IP (NET-ID)	
	[-02] = IP (NET-ID)		[-04] = IP Lo (Host)	
Werkseinstellung	{ [-01] = 0 }	{ [-02] = 0 }	{ [-03] = 0 }	{ [-04] = 0 }
Beschreibung	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.			

P856	Adressierungs Mode														
Einstellbereich	0...2														
Werkseinstellung	{ 1 }														
Beschreibung	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.														
Hinweis	<ul style="list-style-type: none"> Wird dieser Parameter auf den Wert „0“ gestellt, wird die IP-Adresse aus den Einstellungen der Parameter P850, P851 und P852 übernommen. 														
Einstellwerte	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wert</th> <th colspan="2">Bedeutung</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

P850	Node ID	
Einstellbereich	0 ... 255	
Beschreibung	Node-ID einstellen. Nach dem Einstellen den Frequenzumrichter neu starten (Spannungsversorgung aus- und wieder einschalten), damit die Parametereinstellung eingelesen wird.	
Hinweis	<ul style="list-style-type: none"> Die aktuell eingestellte Node-ID kann über den Parameter P875 [-04] ermittelt werden. 	
P852	IP Gateway	
Einstellbereich	0 ... 255	
Array	[-01] = IP High (NET-ID)	[-03] = IP (NET-ID)
	[-02] = IP (NET-ID)	[-04] = IP Lo (Host)
Werkseinstellung	{ [-01] = 0 }	{ [-03] = 0 }
	{ [-02] = 0 }	{ [-04] = 0 }
Beschreibung	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.	
Hinweis	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.	
P854	Knoten Name	
Einstellbereich	0...122 (ASCII)	
Werkseinstellung	{ 0 }	
Beschreibung	Knotennamen für den Frequenzumrichter im POWERLINK-Bussystem eintragen. Nach dem Einstellen den Frequenzumrichter neu starten (Spannungsversorgung aus- und wieder einschalten), damit die Parametereinstellung eingelesen wird.	
Hinweis	Wird hier kein Knotenname eingegeben, meldet sich der Frequenzumrichter im POWERLINK-Feldbussystem mit dem Standardnamen „Powerlink <nnn>-0xED“ (nnn = Node-ID).	

4.2.4 PROFINET IO-Standardparameter

P850	IP Adresse			
Einstellbereich	0 ... 255			
Array	[-01] = IP-High (NET-ID)		[-03] = IP (NET-ID)	
	[-02] = IP (NET-ID)		[-04] = IP Lo (Host)	
Werkseinstellung	{ [-01] = 192 }	{ [-02] = 168 }	{ [-03] = 20 }	{ [-04] = 200 }
Beschreibung	Die aus 4 Byte bestehende IP-Adresse des Frequenzumrichters einstellen.			
Hinweis	<ul style="list-style-type: none"> • 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 P875 ermittelt werden. • Bei Änderung der IP-Adresse (z. B. mit NORDCON-Software) wird diese erst nach Eingabe eines Werts im Index [-04] gespeichert. 			
P851	IP Subnetzmaske			
Einstellbereich	0 ... 255			
Array	[-01] = IP Sub 1	[-02] = IP Sub 2	[-03] = IP Sub 3	[-04] = IP Sub 4
Werkseinstellung	{ [-01] = 255 }	{ [-02] = 255 }	{ [-03] = 255 }	{ [-04] = 0 }
Beschreibung	Die aus 4 Byte bestehende IP-Subnetzmaske einstellen.			
Hinweis	<ul style="list-style-type: none"> • 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 P876 ermittelt werden. 			
P852	IP Gateway			
Einstellbereich	0 ... 255			
Array	[-01] = IP High (NET-ID)		[-03] = IP (NET-ID)	
	[-02] = IP (NET-ID)		[-04] = IP Lo (Host)	
Werkseinstellung	{ [-01] = 0 }	{ [-02] = 0 }	{ [-03] = 0 }	{ [-04] = 0 }
Beschreibung	Die aus 4 Byte bestehende IP-Adresse Gateways einstellen.			
Hinweis	<ul style="list-style-type: none"> • Wurde die IP-Adresse des Gateways 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 P877 ermittelt werden. • Bei Ändern der IP-Adresse (z. B. mit NORDCON-Software) wird diese erst nach Eingabe eines Werts im Index [-04] gespeichert. 			

P854	Konten Name
Einstellbereich	0 ... 122 (ASCII)
Werkseinstellung	{ 0 }
Beschreibung	Kontennamen für den Frequenzumrichter im Feldbussystem eintragen.
Hinweis	<p>Damit der Frequenzumrichter beim Hochfahren des IO-Controllers erkannt wird, muss der hier eingegebene Knotenname mit dem im SPS-Projekt zugewiesenen Knotennamen übereinstimmen.</p> <p>Bei Eingabe des Knotennamens folgende Konventionen beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der Knotenname kann aus max. 240 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 Knotenname darf keine Sonderzeichen (Umlaute, Klammern, Schrägstrich und Unterstrich etc.) oder Leerzeichen enthalten. • Der Knotenname darf nicht mit einem Bindestrich beginnen oder enden. • Der Knotenname darf nicht mit einer Ziffer beginnen. • Der Knotenname darf nicht das Format „n.n.n.n“ haben oder mit der Zeichenfolge „port-<i>nnn</i>“ (<i>n</i> = 0 ... 9) beginnen.

4.3 NORD-Informationsparameter

P870	Aktuelles Busprotokoll																																																																																									
Anzeigebereich	0 ... 4																																																																																									
Beschreibung	Anzeige des aktuell eingestellten Busprotokolls																																																																																									
Hinweis	Das Busprotokoll ist nur lesbar, wenn eine externe 24 V-Spannungsversorgung anliegt. Die alleinige Versorgung über die USB-Schnittstelle bzw. nur das Anlegen der Netzspannung ist nicht ausreichend.																																																																																									
Anzeigewerte	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wert</th> <th colspan="4">Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td colspan="4">Kein Bussystem aktiv</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="4">PROFINET IO</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td colspan="4">EtherCAT</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td colspan="4">Ethernet/IP</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td colspan="4">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																																																																																									
Anzeigebereich	0000h ... FFFFh																																																																																									
Beschreibung	Anzeige des Betriebszustands der Busschnittstelle.																																																																																									
Anzeigewerte	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bit</th> <th colspan="4">Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td colspan="4">Baugruppe betriebsbereit</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="4">Zyklische PZD-Kommunikation</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td colspan="4">Feldbus-Timeout</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td colspan="4">Timeout P513</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td colspan="4">netX nicht ansprechbar</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td colspan="4">netX im Fehlerzustand</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td colspan="4">(reserviert)</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td colspan="4">(reserviert)</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td colspan="4">FU1 online</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td colspan="4">FU2 online</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td colspan="4">FU3 online</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td colspan="4">FU4 online</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td colspan="4">FU5 online</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td colspan="4">FU6 online</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td colspan="4">FU7 online</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td colspan="4">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																																																																																									
Anzeigebereich	0000h ... FFFFh																																																																																									
Array	[-01]	Steuerwort	[-02] ... [-06]	Sollwert 1 ... 5	an FU1																																																																																					
	[-07]	Steuerwort	[-08] ... [-12]	Sollwert 1 ... 5	an FU2																																																																																					
	[-13]	Steuerwort	[-14] ... [-18]	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																																																																																					
Beschreibung	Anzeige der vom Busmaster empfangenen Daten.																																																																																									

P874	Prozessdaten Bus Out			
Anzeigebereich	0000h ... FFFFh			
Array	[-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
Beschreibung	Anzeige der vom Frequenzumrichter an den Busmaster gesendeten Daten.			

4.4 Feldbusspezifische Informationsparameter

4.4.1 EtherNet/IP-Informationsparameter

P875	Akt. IP Adresse			
Anzeigebereich	0 ... 255			
Array	[-01] ... [-04]			
Beschreibung	Anzeige der aktuellen IP-Adresse des Frequenzumrichters, nur wenn eine Verbindung aktiv ist.			
P876	Akt. IP Subnetzmaske			
Anzeigebereich	0 ... 255			
Array	[-01] ... [-04]			
Beschreibung	Anzeige der aktuell eingestellten Subnetzmaske, nur wenn eine Verbindung aktiv ist.			
P877	Akt. IP Gateway			
Anzeigebereich	0 ... 255			
Array	[-01] ... [-04]			
Beschreibung	Anzeige der aktuell eingestellten IP-Adresse (Parameter P852) des Gateways.			
P878	MAC Adresse			
Anzeigebereich	0000h ... FFFFh			
Array	[-01] ... [-03] = Hersteller-Kennung (Getriebebau NORD GmbH & Co. KG „F0:5F:5A“) [-04] ... [-06] = freier Adressbereich (für Getriebebau NORD GmbH & Co. KG)			
Beschreibung	Anzeige der eindeutigen MAC-Adresse des Frequenzumrichters.			
P879	Aktives Assembly			
Anzeigebereich	0 ... 255			
Array	[-01] = Assembly-Nummer für Sollwerte [-02] = Assembly-Nummer für Istwerte			
Beschreibung	Anzeige des aktuell zugewiesenen Assembly-Objekts.			

4.4.2 POWERLINK-Informationsparameter

P875	Akt. IP Adresse			
Anzeigebereich	0 ... 255			
Array	[-01] ... [-04]			
Beschreibung	Anzeige der aktuellen IP-Adresse des Frequenzumrichters, nur wenn eine Verbindung aktiv ist.			
P877	Akt. IP Gateway			
Anzeigebereich	0 ... 255			
Array	[-01] ... [-04]			
Beschreibung	Anzeige der aktuell eingestellten IP-Adresse (Parameter P852) des Gateways.			
P878	MAC Adresse			
Anzeigebereich	0000h ... FFFFh			
Array	[-01] ... [-03] = Hersteller-Kennung (Getriebebau NORD GmbH & Co. KG „F0:5F:5A“) [-04] ... [-06] = freier Adressbereich (für Getriebebau NORD GmbH & Co. KG)			
Beschreibung	Anzeige der eindeutigen MAC-Adresse des Frequenzumrichters.			

4.4.3 PROFINET IO-Informationsparameter

P875	Akt. IP Adresse																
Anzeigebereich	0 ... 255																
Array	[-01] ... [-04]																
Beschreibung	Anzeige der aktuellen IP-Adresse des Frequenzumrichters, nur wenn eine Verbindung aktiv ist.																
Hinweis	Die hier angezeigte IP-Adresse kann von der in Parameter P850 eingestellten IP-Adresse abweichen (bei Adresszuweisung durch den IO-Controller).																
P876	Akt. IP Subnetzmaske																
Anzeigebereich	0 ... 255																
Array	[-01] ... [-04]																
Beschreibung	Anzeige der aktuell eingestellten Subnetzmaske, nur wenn eine Verbindung aktiv ist.																
Hinweis	Die hier angezeigte Subnetzmaske kann von der in Parameter P851 eingestellten Subnetzmaske abweichen (bei Adresszuweisung durch den IO-Controller).																
P877	Akt. IP Gateway																
Anzeigebereich	0 ... 255																
Array	[-01] ... [-04]																
Beschreibung	Anzeige der aktuell eingestellten IP-Adresse (Parameter P852) des Gateways.																
P878	MAC Adresse																
Anzeigebereich	0000h ... FFFFh																
Array	[-01] ... [-03] = Hersteller-Kennung (Getriebebau NORD GmbH & Co. KG „F0:5F:5A“) [-04] ... [-06] = freier Adressbereich (für Getriebebau NORD GmbH & Co. KG)																
Beschreibung	Anzeige der eindeutigen MAC-Adresse des Frequenzumrichters.																
P879	PPO-Typ																
Anzeigebereich	0 ... 255																
Arrays	[-01] Busbaugruppe	[-02] ... [-08] FU1 ... FU7															
Beschreibung	Anzeige des aktuell zugewiesenen PPO-Typs.																
Hinweis	Der PPO-Typ wird über die PROFINET IO-Konfigurationssoftware zugewiesen.																
Anzeigewerte	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wert</th> <th>Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>Leerer Slot</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>PPO3</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>PPO4</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>PPO6</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>PPO1</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>PPO2</td> </tr> </tbody> </table>			Wert	Bedeutung	3	Leerer Slot	6	PPO3	7	PPO4	8	PPO6	9	PPO1	10	PPO2
Wert	Bedeutung																
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
P509	Quelle Steuerwort	„8“ = Ethernet	Weitere Frequenzumrichter „6“ = CANopen
P510	Quelle Sollwerte	„8“ = Ethernet	Weitere Frequenzumrichter „6“ = CANopen
P513	Telegrammausfallzeit (Array [-3] = CANopen, [-4] = Ethernet)	Aus	
P514	CAN-Baudrate	„5“ = 250 kBaud*	
P515	CAN-Adresse (Array [-01])	32	Systembusadresse, Weitere Frequenzumrichter 34, 36, 38 ... 46
P543	Bus-Istwert Arrays [-01]...[-05]	Funktionsabhängig: Einstellung erforderlich in Abhängigkeit von gewünschten Funktionen.	Siehe Handbuch des Frequenzumrichters
P546	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						
		Mögliche Werte: <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						
		Mögliche Werte: <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 Frequenzumrichter 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 Frequenzumrichter 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 Frequenzumrichter registriert und führt zu spezifischen Fehlermeldungen.

Funktion	Parameter
Optionsüberwachung einstellen	P120
Telegrammausfallzeit (Timeout) einstellen	P513
Zustand des Feldbusses anzeigen	P872
Fehler des Frequenzumrichters anzeigen	P700

Information

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

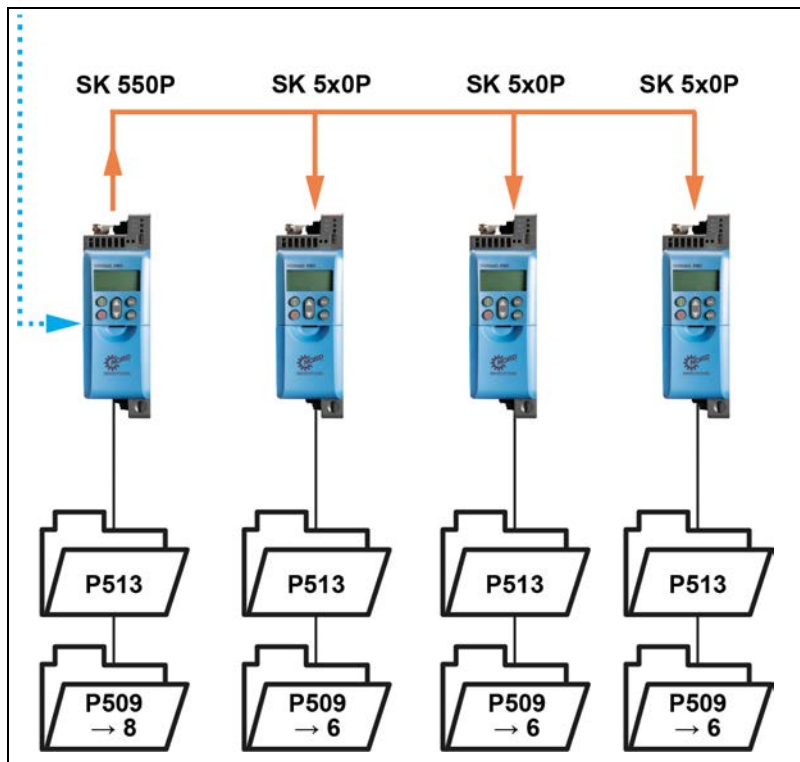


Abbildung 16: Beispiel zur Einstellung der Überwachungsparameter

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“ parametrier 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 P513)
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
90.0	0x0000	Unbekannte Fehlernummer. Der FU hat eine Fehlernummer von einer externen Baugruppe empfangen, die er nicht kennt. FU Update erforderlich. Die Neue erweiterte Fehlernummer kann in P700 [-04] ausgelesen werden. Dadurch lässt sich der Fehler unterscheiden.
91.0	0x62B0..0x62FF	Update fehlgeschlagen
91.1	0x62D8	Updatedatei defekt Es gab einen Fehler beim Identifizieren der Updatedatei
91.2	0x62D9	Update Timeout Das Übertragen des Updatefiles hat zu lange gedauert oder die Verbindung zur SPS / PC wurde beim Übertragen unterbrochen.
91.3	0x62DA	Typ Update Datei Das Update ist nicht möglich, weil Parameter P853[-01]=0.
99.0	0x60xx	Systemfehler
200.0	0x6110	Ethernet change Das Umstellen auf ein anderes Bussystem hat nicht geklappt. Evtl. liegt das Bussystem nicht im externen Flash. Es wurde während der Proessdatenkommunikation mit einer SPS versucht umzuschalten.
200.1	0x75A0	Duplicate node Die IP-Adresse der Busbaugruppe ist im Bussystem schon vergeben (nur EtherNet IP).

5 Fehlerüberwachung und Störungsmeldungen

220.0	0x75A1	Timeout SPS Prozessdaten Time Out, die Time Out Zeit wird durch die SPS gesetzt.
220.1	0x75A2	Timeout Busbaugruppe Prozessdaten Time Out, die Time Out Zeit wird durch die Busbaugruppe gesetzt.
220.2	0x75A4	Netzwerkfehler Ethernet Verbindung physisch unterbrochen, Netzkabel abgezogen, der vorherige Teilnehmer in der Linie hat keine Versorgungsspannung, usw.
299.0	0x6111 - 0x6115	System-Fehler Busbaugruppe

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.

5.4.2 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.

5.4.3 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 ¹ (ASCII)	FU Error Code (ASCII)

¹ 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 ² t-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
7300h	1	14.3	Absolutwertgeberfehler

Fehlercode	Fehlerregister	Frequenzumrichter (P700)*	
		Fehlercode	Bedeutung
7305h	1	13.0	Drehgeberfehler
7306h	1	14.4	Absolutwertgeberfehler
7310h	1	14.5	Positionsdivergenz
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.

5.4.4 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.

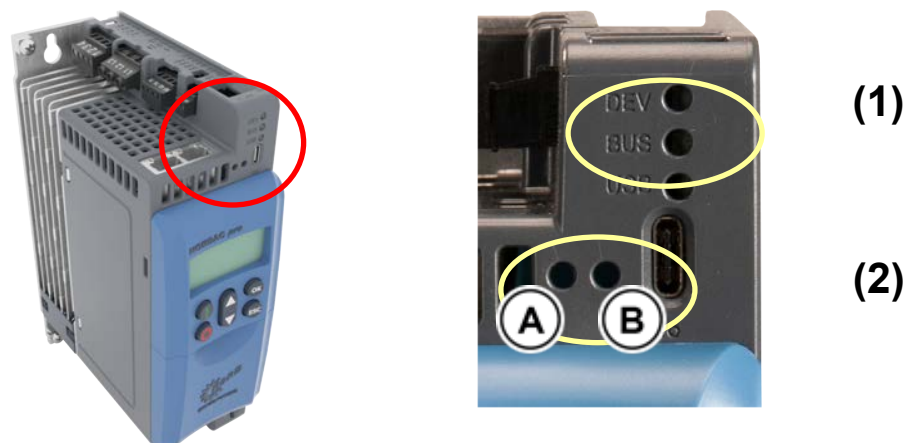


Abbildung 17: LEDs – Statusanzeigen am Gerät

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

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

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

LED B

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

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

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

LED B

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

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

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

LED B

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

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

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

6 Zusatzinformationen

6.1 Datenübertragung

6.1.1 Einführung

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

6.1.2 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 "Prozessdatentelegramme".

6.1.3 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 kann die Übertragung der Parameter auch zyklisch erfolgen.

6.1.4 Prozessdatenübertragung

6.1.4.1 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 ¹⁾															
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 Schnellhaltezeit. 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 freigegeben“).	—															
		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	Hinweis: Ist ein Digitaleingang auf die Funktion „Stoer.Quit“ programmiert, darf dieses Bit über den Bus nicht dauerhaft auf 1 gesetzt sein, da sonst die Flankenbewertung verhindert wird.	—															
8	Funktion 480.11 starten	0		—															
		1	Bus-Bit 8 des Steuerworts ist gesetzt.  Parameter P480 im Handbuch des Frequenzumrichters.	—															
9	Funktion 480.12 starten	0		—															
		1	Bus-Bit 9 des Steuerworts ist gesetzt.  Parameter P480 im Handbuch des Frequenzumrichters.	—															
10 ²⁾	Steuerdaten gültig	0	Die gesendeten Prozessdaten sind ungültig.	—															
		1	Der Busmaster überträgt gültige Prozessdaten.	—															
11 ³⁾	Drehrichtung rechts ein	0		—															
		1	Drehrichtung rechts einschalten.	—															
12 ³⁾	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																	


1) Bei gleichzeitigem Setzen mehrerer Steuerbits gilt die in dieser Spalte angegebene Priorität.

2) 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.

3) Wenn Bit 12 = 0, gilt „Drehrichtung rechts ein“,
Wenn Bit 12 = 1, gilt „Drehrichtung links ein“, unabhängig von Bit 11.

6.1.5 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 481.11 starten	0																
		1	Bus-Bit 10 des Zustandsworts ist gesetzt.  Parameter P481 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 481.12 starten	0																
		1	Bus-Bit 13 des Zustandsworts ist gesetzt.  Parameter P481 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																

6.1.6 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.

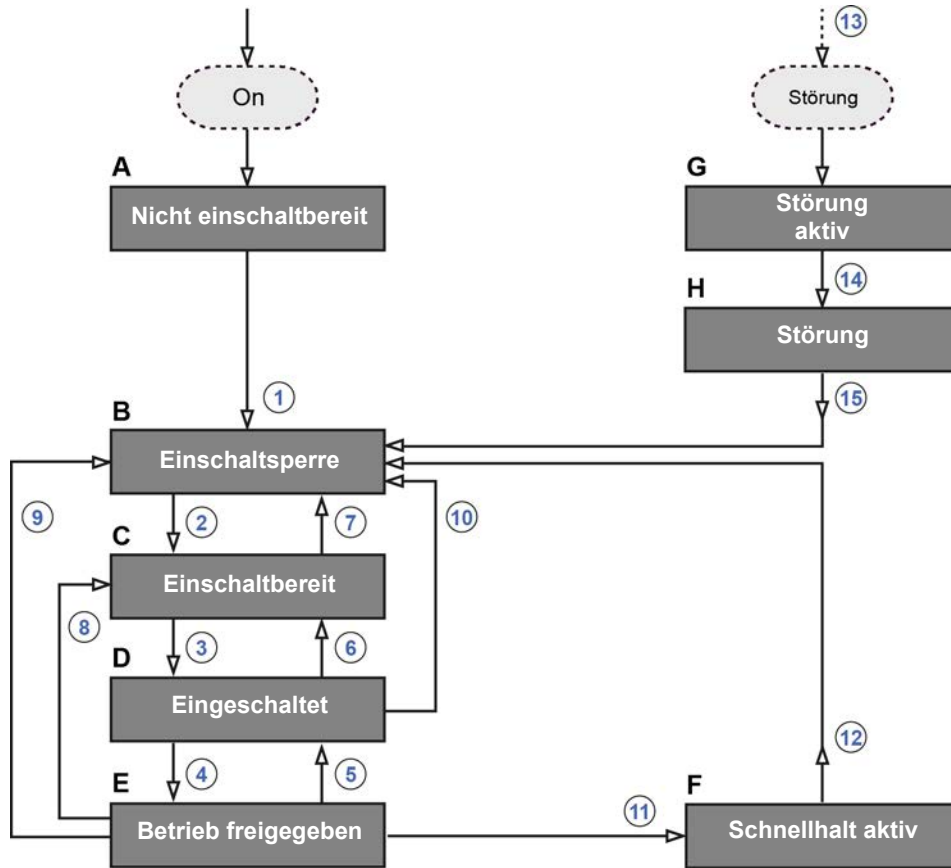


Abbildung 18: Zustandsmaschine des Frequenzumrichters

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


Zustände des Frequenzumrichters

Zustand		Beschreibung
A	Nicht einschaltbereit	Erster Zustand nach Einschalten des Frequenzumrichters. Sofern das Laderelais anzieht, wechselt der Frequenzumrichter automatisch in den Zustand „Einschaltsperr“.
B	Einschaltsperr	Zweiter Zustand nach Einschalten des Frequenzumrichters, der nur durch das Steuerkommando „Stillsetzen“ verlassen werden kann. Das Laderelais ist eingeschaltet.
C	Einschaltbereit	In diesem Zustand ist die Initialisierung des Frequenzumrichters beendet. Die Ausgangsspannung ist gesperrt. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> i Information </div> 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.
D	Eingeschaltet	Der Frequenzumrichter ist betriebsbereit.
E	Betrieb freigegeben	Der Frequenzumrichter empfängt und verarbeitet Sollwerte.
F	Schnellhalt aktiv	Schnellhaltfunktion wird ausgeführt (Antrieb wird gestoppt), der Frequenzumrichter wechselt in den Zustand „Einschaltsperr“.
G	Störung aktiv	Bei Auftreten einer Störung wechselt der Frequenzumrichter in diesen Zustand und alle Funktionen sind gesperrt.
H	Störung	Nach Abarbeiten der Störungsreaktion (Störung aktiv) 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 ¹⁾							
			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 („Störung aktiv“)	—	—							
15	Störung beenden	Fehler quittieren	0	X	X	X	X	X	X	X
			→							
			1	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.

¹⁾ Komplette Liste der Steuerbits (Bit 0...15)  Abschnitt 6.1.4.1 "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	Zustandsbits ¹⁾						
	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

¹⁾ Komplette Liste der Zustandsbits (Bit 0...15)  Abschnitt 6.1.5 "Zustandswort".

6.1.7 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	P546, Array [-01]
	Sollwert 2	P546, Array [-02]
	Sollwert 3	P546, Array [-03]
	Sollwert 4	P546, Array [-04]
	Sollwert 5	P546, Array [-05]
vom Frequenzumrichter	Istwert 1	P543, Array [-01]
	Istwert 2	P543, Array [-02]
	Istwert 3	P543, Array [-03]
	Istwert 4	P543, Array [-04]
	Istwert 5	P543, Array [-05]

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:

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

* 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 -50000,000...50000,000 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.

6.1.8 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 bremsst 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.

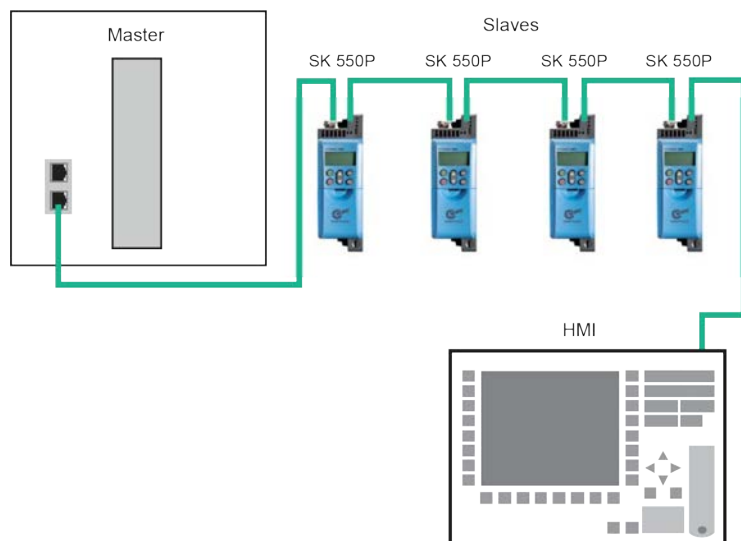


Abbildung 19: Linientopologie (Beispiel)

- 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.

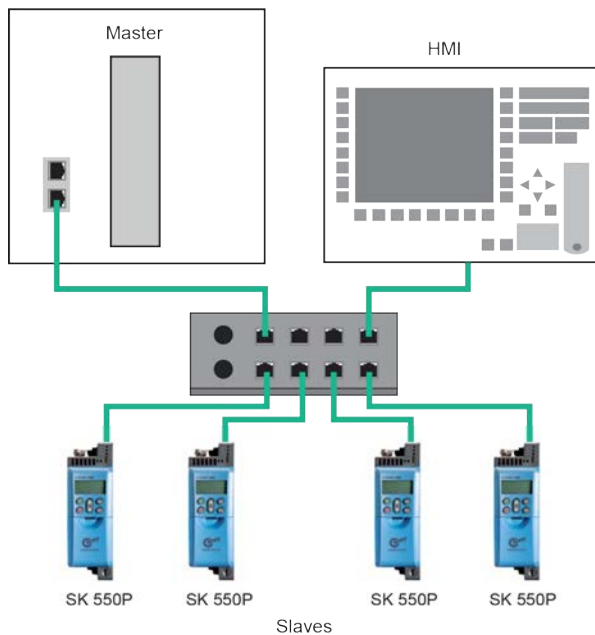


Abbildung 20: Sterntopologie (Beispiel)

- 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.

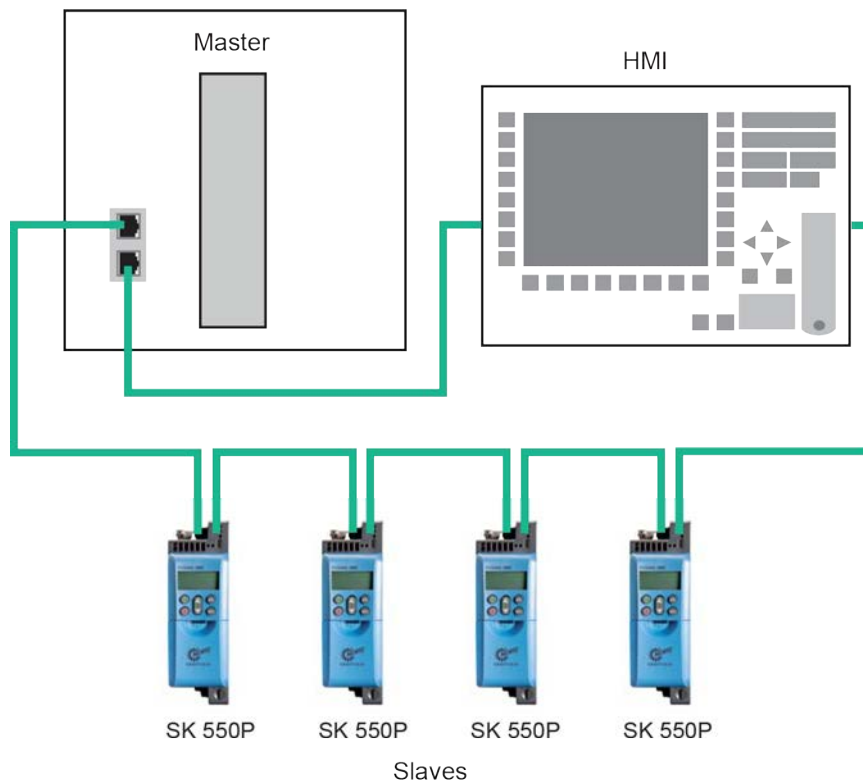


Abbildung 21: Ringtopologie (Beispiel)

- 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.

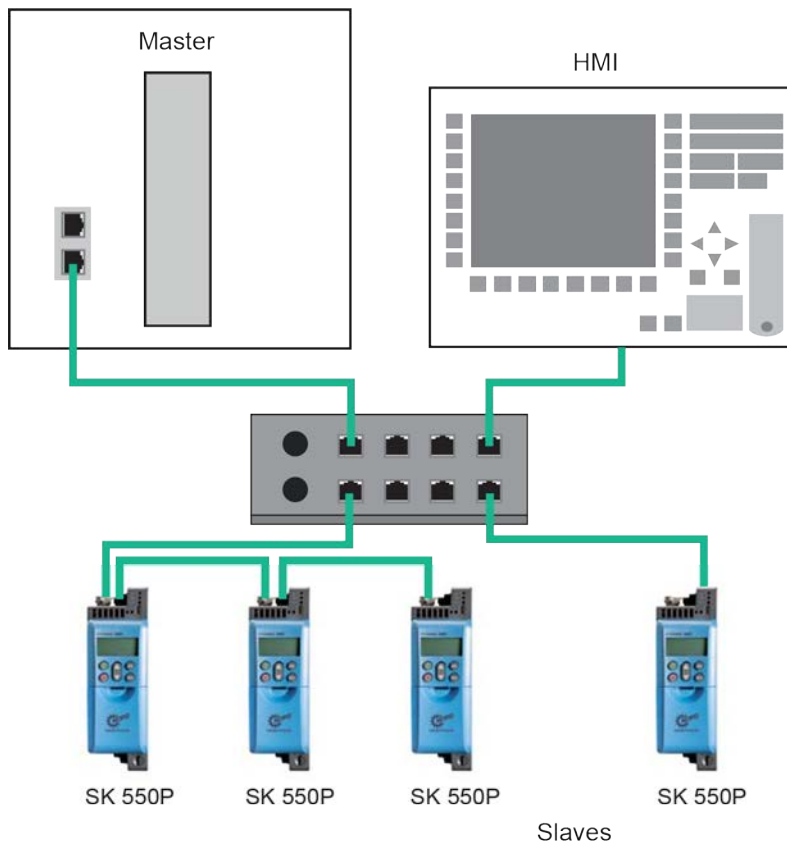


Abbildung 22: Baumtopologie (Beispiel)

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

Im Service- / Reparaturfall wenden Sie sich an Ihren NORD-Service-Ansprechpartner. Den für Sie zuständigen Ansprechpartner finden Sie auf Ihrer Auftragsbestätigung. Darüber hinaus finden Sie mögliche Ansprechpartner unter folgendem Link: <https://www.nord.com/de/global/locator-tool.jsp>.

Bei Anfragen an unseren technischen Support halten Sie bitte folgende Informationen bereit:

- Gerätetyp (Typenschild / Display)
- Seriennummer (Typenschild)
- Softwareversion (Parameter P707)
- Informationen zu verwendetem Zubehör und Optionen

Möchten Sie das Gerät zur Reparatur einsenden, gehen Sie wie folgt vor:

- Entfernen Sie alle nicht originalen Teile vom Gerät.

NORD übernimmt keine Gewähr für eventuelle Anbauteile, wie z. B. Netzkabel, Schalter oder externe Anzeigen!

- Sichern Sie vor der Einsendung des Geräts die Parametereinstellungen.
- Vermerken Sie den Grund der Einsendung des Bauteils / Geräts.
 - Einen Rückwarenschein erhalten Sie über unsere Webseite ([Link](#)) bzw. über unseren technischen Support.
 - Um auszuschließen, dass die Ursache für einen Gerätedefekt in einer Optionsbaugruppe liegt, sollten im Fehlerfall auch die angeschlossenen Optionsbaugruppen eingeschickt werden.
- Benennen Sie einen Ansprechpartner für eventuelle Rückfragen an Sie.

Information

Werkseinstellung der Parameter

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

Das Handbuch und zusätzliche Informationen finden Sie im Internet unter www.nord.com.

7.2 Dokumente und Software

Dokumente und Software können Sie von unserer Internetseite www.nord.com herunterladen.

Mitgeltende und weiterführende Dokumente

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

Software

Software	Beschreibung
Gerätebeschreibungsdateien	Gerätebeschreibungsdatei für Konfigurationssoftware im Industrial Ethernet
NORDCON	Parametrier- und Diagnosesoftware

Stichwortverzeichnis

A

Abschlusswiderstand	60
Adressierungs Mode (P856).....	77
Akt. IP Adresse (P875).....	83, 84, 85
Akt. IP Gateway (P877).....	83, 84, 85
Akt. IP Subnetzmaske (P867)	83, 85
Aktives Assembly (P879).....	83
Aktuelles Busprotokoll (P870)	81
Anschluss	
Feldbus	61
Systembus	59
Antwortkennung.....	53
Auftragskennung	53

B

Binäre Übertragung	109
Bus Protokoll ändern (P899)	74
Busknoten.....	16, 59
Busprotokoll	19
Buszustand (P872)	81

C

CAN over EtherCAT (CoE).....	21
CAN-Adresse (P515).....	16, 59
CAN-Baudrate (P514)	16, 60
CAN-ID	16, 59
CANopen	14
Client/Server-Prinzip.....	27

D

Datensätze	
Parameteraufträge	51
Datensatzübertragung	
Beispiele.....	56
Datenübertragung.....	102
Dokumente	
mitgeltend	117

E

EtherCAT	
Eigenschaften	18
Parameter (CoE-Verzeichnis).....	21
Telegramm.....	19

F

Fehlerüberwachung	88
Feldbusadresse	63, 64, 65, 67, 68
Feldbusprotokoll einstellen	62
Fernwartung.....	17
Frequenzumrichter adressieren.....	69

G

Gerätebeschreibungsdatei.....	46, 62, 63, 65, 67, 69
Geräteigenschaften.....	62
Geräteerkennung	20, 63, 65, 67

H

Hot-Connect-Funktion.....	19, 64
---------------------------	--------

I

I/O-Connections	26
Inbetriebnahme	63, 65, 69, 71
Informationsparameter.....	86
Internet	116

IO

-Controller.....	40
-Device	40
-Supervisor	40

IP Adresse (P850).....	76, 79
------------------------	--------

IP Gateway (P852).....	76, 78, 79
------------------------	------------

IP Subnetzmaske (P851).....	76, 79
-----------------------------	--------

Istwert

IW	20, 46
----------	--------

Istwerte	109
----------------	-----

K

Knoten Name (P854)	78, 80
--------------------------	--------

L

LED	96
-----------	----

M

MAC Adresse (P878)	83, 84, 85
--------------------------	------------

N

NMT-Zustandsmaschine.....	20, 34
---------------------------	--------

Node ID (P850).....	78
---------------------	----

NORD

Parameternummern	21
------------------------	----

Systembus.....	14
----------------	----

NORDCON-Rechner	15	S	
O		SDO-Fehlercodes	22
OSI-Schichtenmodell	23, 29	Second Address	64
P		Second Address (P850)	75
Parameter	73, 86	Software	117
-antwort	50	Sollwert	
-auftrag	50	SW	20, 46
-datenübertragung	21, 27, 37	Sollwerte	109
Einstellungen	86	Sollwertvorgabe	
-index	55	Beispiel	111
-nummern	51, 52	Steuerbit	103
Parameteraufträge		Steuerwort	103, 107
Format	51, 52	STW	20, 46
Parameterdaten	102	Störungsbehandlung	
Parameterdatenübertragung	49	Industrial Ethernet	67, 92
Parameterwert PWE2		Störungsmeldungen	88
Fehlermeldungen	54	Frequenzumrichter	90
Parametrierung		Kommunikationsstörungen, allgemein	90
PPO1 oder PPO2	58	zurücksetzen	89
PKW-Bereich	51, 52	T	
PPO-Typ	46	Telegrammausfallzeit (P513)	88
PPO1	47	Timeout	88
PPO2	48	Topologie	18, 24, 30, 41
PPO3	47	Baum	115
PPO4	47	Linie	112
PPO6	47	Ring	114
PPO-Typ (P879)	85	Stern	113
PROFIBUS-Profil	46	U	
Prozentuale Übertragung	109	Übertragung von Positionen	110
Prozessdaten	71, 102	Überwachungsfunktionen	88
Prozessdaten Bus In (P873)	81	Z	
Prozessdaten Bus Out (P874)	82	zulässige Schreibzyklen	49
Prozessdatentelegramm	20	Zusatzparameter	86
Prozessdatentelegramme	47, 102	Zustandsbit	104
Prozessdatenübertragung .. 20, 46, 49, 71, 103		Zustandsmaschine	
R		Frequenzumrichter	105
Rechte TCP Ethernet (P853)	74	Zustandswort	104, 108
Records	50	ZSW	20, 46

Headquarters
Getriebebau NORD GmbH & Co. KG
Getriebebau-Nord-Str. 1
22941 Bargteheide, Deutschland
T: +49 45 32 / 289 0
F: +49 45 32 / 289 22 53
info@nord.com