

# Handbuch

## Neigungssensor IN88

Neigungssensor 1-dimensional  
Neigungssensor 2-dimensional



<b>Herausgeber</b>	Kübler Group, Fritz Kübler GmbH Schubertstr. 47 78054 Villingen-Schwenningen Deutschland www.kuebler.com
<b>Applikationssupport</b>	Tel. +49 7720 3903-849 Fax +49 7720 21564 support@kuebler.com
<b>Dokumenten-Nr.</b>	<b>R67028.0001 – Index 4</b>
<b>Dokumenten-Titel</b>	Handbuch
<b>Sprachversion</b>	Deutsch (DEU) - Deutsch ist die Originalversion
<b>Ausgabedatum</b>	09.02.2021, R67028 – Index 4
<b>Copyright</b>	©2021, Kübler Group, Fritz Kübler GmbH
<b>Rechtliche Hinweise</b>	Sämtliche Inhalte dieser Gerätebeschreibung unterliegen den Nutzungs- und Urheberrechten der Fritz Kübler GmbH. Jegliche Vervielfältigung, Veränderung, Weiterverwendung und Publikation in anderen elektronischen oder gedruckten Medien, sowie deren Veröffentlichung im Internet, bedarf einer vorherigen schriftlichen Genehmigung durch die Fritz Kübler GmbH.

# Inhaltsverzeichnis

*Inhaltsverzeichnis*

*Abkürzungsverzeichnis*

*Verwendete Symbole / Warn- und Sicherheitshinweise*

<b>1. Technische Details und Eigenschaften.....</b>	<b>5</b>
1.1 Arbeitstemperaturbereich .....	5
1.2 Versorgungsspannung und Stromverbrauch.....	5
1.3 Hardware-Eigenschaften .....	5
1.4 Unterstützte Standards und Protokolle .....	5
1.5 Das CANopen Communication Profil DS 301 V4.2.0 .....	7
1.6 Das Inclinometer Geräteprofil DS 410 .....	7
1.7 LSS Dienste DS 305 V2.0 .....	8
1.8 Datenübertragung.....	8
1.9 Objekte und Funktionscode im Predefined Connection Set .....	8
1.10 Übertragung der Prozess Daten .....	10
1.11 Übertragung der Service Daten .....	12
1.12 Fehlermeldungen.....	13
1.13 Zusätzliche Error Codes des DS 410 Profils .....	14
<b>2. Elektrische Installation – Versorgungsspannung und CANbus.....</b>	<b>15</b>
2.1 Elektrische Installation .....	15
2.2 Anschlussbelegung .....	15
2.3 Funktions- und Status LED.....	16
2.4 CANopen LED-Kombinationen während des Betriebes .....	17
2.5 CANopen Fehleranzeige nach dem Einschalten.....	17
<b>3. Quick-Start Guide – Generelle Einstellung am Gerät.....</b>	<b>18</b>
<b>4. LSS Dienste DS 305.....</b>	<b>22</b>
<b>5. CANopen Objekte .....</b>	<b>25</b>
<b>6. Das Kommunikationsprofil DS 301 .....</b>	<b>28</b>
6.1 Dynamisches Mapping .....	33
6.2 Emergency Nachricht .....	35
<b>7. Objekte des Inclinometer Profil DS 410 .....</b>	<b>37</b>
<b>8. Hersteller spezifische Objekte.....</b>	<b>44</b>
8.1 Tiefpassfilter .....	46
<b>9. Netzwerkmanagement.....</b>	<b>50</b>

<b>10. NMT-Kommandos.....</b>	<b>51</b>
<b>11. Glossar.....</b>	<b>52</b>

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Begriff
CAL	CAN Application Layer. Anwendungsschicht (Schicht 7) im CAN Kommunikations-Modell
CAN	Controller Area Network
CiA	CAN in Automation. Internationaler Verein der Anwender und Hersteller von CAN-Produkten.
CMS	CAN Message Specification. Service-Element von CAL.
COB	Communication Object. Transporteinheit im CAN Netzwerk (CAN Nachricht). Daten werden innerhalb eines COB über das Netzwerk gesendet.
COB-ID	COB-Identifizier. Eindeutige Kennung einer CAN-Nachricht. Der Identifizier bestimmt die Priorität des COB's im Netzwerk.
DBT	Distributor. Service-Element von CAL, verantwortlich für die dynamische Vergabe von Identifiern.
DS	Draft Standard; Normentwurf
DSP	Draft Standard Proposal; Normentwurfs-Vorschlag
ID	Identifizier, siehe COB-ID
LMT	Layer Management. Service-Element von CAL, verantwortlich für die Konfiguration der Parameter in den einzelnen Schichten des Kommunikationsmodells.
LSB	Least Significant Bit/Byte; niederwertigstes Bit/Byte
MSB	Most Significant Bit/Byte; höchstwertigstes Bit/Byte
NMT	Network Management. Service-Element von CAL, verantwortlich für die Initialisierung, Konfiguration und Fehlerbehandlung im Netzwerk.
MT	Multiturn Geber
OSI	Open Systems Interconnection. Schichtenmodell zur Beschreibung der Funktionsbereiche in einem Datenkommunikationssystem.
PDO	Process Data Object. Objekt für den Austausch von Prozessdaten.
RTR	Remote Transmission Request; Datenanforderungstelegramm
SDO	Service Data Object; Kommunikationsobjekt, über das der Master auf das Objektverzeichnis eines Knotens zugreifen kann.
SYNC	Synchronisations-Telegramm. Busteilnehmer antworten mit ihrem Prozesswert auf das SYNC-Kommando.

## Verwendete Symbole / Warn- und Sicherheitshinweise




 <b>GEFAHR</b>	<p><b>Klassifizierung:</b> Dieses Symbol in Zusammenhang mit dem Signalwort <b>GEFAHR</b> warnt vor einer unmittelbar drohenden Gefahr für das Leben und die Gesundheit von Personen. Das Nichtbeachten dieses Sicherheitshinweises führt zu Tod oder schwersten Gesundheitsschäden.</p>
 <b>WARNUNG</b>	<p><b>Klassifizierung:</b> Dieses Symbol in Zusammenhang mit dem Signalwort <b>WARNUNG</b> warnt vor einer möglicherweise drohenden Gefahr für das Leben und die Gesundheit von Personen. Das Nichtbeachten dieses Sicherheitshinweises kann zu Tod oder schweren Gesundheitsschäden führen.</p>
 <b>VORSICHT</b>	<p><b>Klassifizierung:</b> Dieses Symbol in Zusammenhang mit dem Signalwort <b>VORSICHT</b> warnt vor einer möglicherweise drohenden Gefahr für die Gesundheit von Personen. Das Nichtbeachten dieses Sicherheitshinweises kann zu leichten oder geringfügigen Gesundheitsschäden führen.</p>
<b>ACHTUNG</b>	<p><b>Klassifizierung:</b> Das Nichtbeachten des Hinweises <b>ACHTUNG</b> kann zu Sachschäden führen.</p>
<b>HINWEIS</b>	<p><b>Klassifizierung:</b> Ergänzende Informationen zur Bedienung des Produktes sowie Tipps und Empfehlungen für einen effizienten und störungsfreien Betrieb.</p>

Tabelle 1

# 1. Technische Details und Eigenschaften

## 1.1 Arbeitstemperaturbereich

-40°C ... +85°C

## 1.2 Versorgungsspannung und Stromverbrauch

10 ... 30 VDC

70 mA bei 10 VDC

30 mA bei 24 VDC

26 mA bei 30 VDC

## 1.3 Hardware-Eigenschaften

2-dimensional Sensor: Messbereich pro Achse	max. $\pm 85^\circ$
1-dimensional Sensor: Messbereich pro Achse	max. $\pm 180^\circ$ (0 ... 360°)
Auflösung Analogausgang (D/A)	4096 steps (12 bit)
Interner Zyklus	20 ms

Tabelle 2

CANopen Interface **Transceiver according ISO 11898**

**Funktionsanzeige** und Diagnostik mittels LEDs (rot/grün)

## 1.4 Unterstützte Standards und Protokolle

CiA Standard 301 Communication Profile 4.2.0

CiA Standard 305 Layer Setting Services 2.2

CiA Standard 410 Device Profile for Inclinometers 1.3.0

Die CANopen-Neigungssensor unterstützen das neueste CANopen Kommunikations-Profil nach **DS 301 V4.2.0**. Zusätzlich stehen gerätespezifische Profile wie das Inclinometerprofil **DS 410 V1.3.0** zur Verfügung.

Mit den zusätzlich integrierten LSS Diensten **DS 305** kann die Vergabe der Knotennummer und die Konfiguration der CAN Bitrate direkt über den CAN-Bus erfolgen. Über die LSS-Funktionalitäten ist eine einfache und schnelle Erkennung und Adressierung neuer, unkonfigurierter Geräte zu realisieren.

**Betriebsarten**

Als Betriebsarten können Polled Mode, Cyclic Mode, Sync Mode gewählt werden. Weiterhin lassen sich Skalierungen, Presetwerte und viele weitere, zusätzliche Parameter über den CAN-Bus programmieren. Beim Einschalten werden sämtliche Parameter aus einem Flash-Speicher geladen, die zuvor nullspannungssicher abgespeichert wurden. Als Ausgabewerte können z.B. **Winkel der Messachsen und Temperatur** sehr variabel als **PDO** kombiniert werden (PDO Mapping).

**Fehlerstatus**

Eine **2-farbige LED** signalisiert Betriebs- und Fehlerstatus des CAN-Busses.

**Neigungsrichtung**

1-dimensional 0 ... 360°

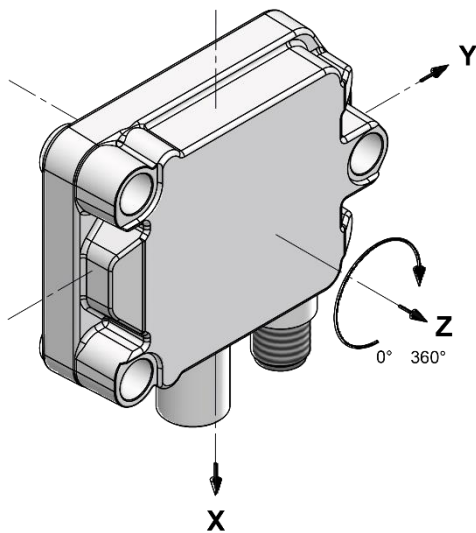


Abbildung 1

2-dimensional ±85°

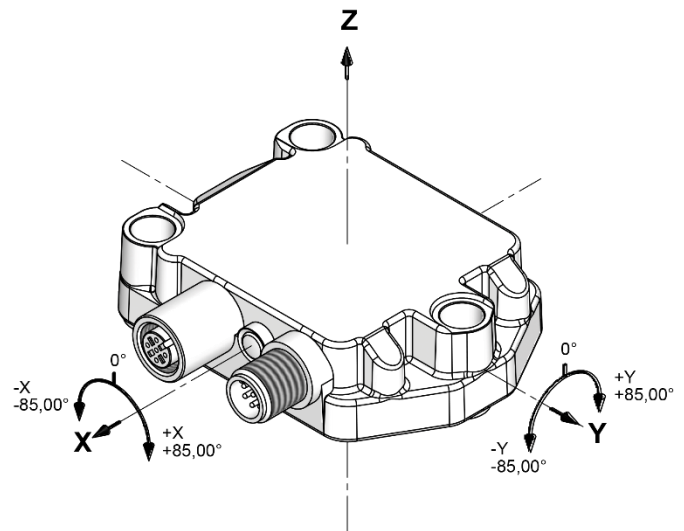


Abbildung 2



## 1.5 Das CANopen Communication Profil DS 301 V4.2.0

CANopen stellt eine einheitliche Anwenderschnittstelle dar und ermöglicht dadurch einen vereinfachten Systemaufbau mit unterschiedlichsten Geräten. CANopen ist optimiert für den schnellen Datenaustausch in Echtzeitsystemen und verfügt über verschiedene Geräteprofile, die standardisiert wurden. Der CAN in Automation (CiA) Hersteller- und Anwenderverein ist zuständig für die Erstellung und Normung der entsprechenden Profile.

### **CANopen** bietet

- komfortablen Zugriff auf alle Geräteparameter
- Auto-Konfiguration des Netzwerkes und der Geräte
- Gerätesynchronisation innerhalb des Netzwerkes
- zyklischen und ereignisgesteuerten Prozessdatenverkehr
- gleichzeitiges Einlesen oder Ausgeben von Daten

### **CANopen** nutzt vier Kommunikationsobjekte (COB) mit unterschiedlichen Eigenschaften

- Prozess-Daten-Objekte (PDO) für Echtzeitdaten,
- Service-Daten-Objekte (SDO) für Parameter- und Programmübertragung,
- Netzwerk Management (NMT, Life-Guarding, Heartbeat)
- Vordefinierte Objekte (für Synchronisation, Emergency)

Alle Geräteparameter sind in einem **Objektverzeichnis** abgelegt. Dieses Objektverzeichnis enthält die Beschreibung, Datentyp und Struktur der Parameter sowie die Adresse (Index).

Das Verzeichnis ist gegliedert in einen Kommunikations-Profil-Teil, einen Geräte-Profil bezogenen Teil sowie einen herstellerspezifischen Teil.

## 1.6 Das Inclinometer Geräteprofil DS 410

Dieses Profil beschreibt eine herstellerunabhängige und verbindliche Festlegung der Schnittstelle für Inclinometer. Im Profil ist definiert, welche CANopen Funktionen verwendet werden und ebenso wie sie zu verwenden sind. Dieser Standard ermöglicht ein offenes und herstellerunabhängiges Bussystem.

Das Geräteprofil ist gegliedert in vier Klassen:

- Inclinometer 1 Messachse 15 Bit Messdaten + 1Bit Vorzeichen
- Inclinometer 2 Messachsen 15 Bit Messdaten + 1Bit Vorzeichen

## 1.7 LSS Dienste DS 305 V2.0

CiA DSP 305 CANopen Layer Setting Service und Protokoll (LSS) sind entstanden, um folgende Parameter über das Netzwerk zu lesen und zu ändern:

- Knotenadresse
- Baudrate
- LSS-Adresse

Diese Fähigkeiten erhöhen die „Plug-and-Play“ Kompatibilität des Gerätes und die Konfigurationsmöglichkeit wurde wesentlich vereinfacht. Der LSS-Master ist verantwortlich für die Konfiguration dieser Parameter von einem oder mehreren Slaves im Netzwerk.

## 1.8 Datenübertragung

Daten werden bei CANopen über zwei verschiedene Kommunikationsarten (COB=Communication Object) mit unterschiedlichen Eigenschaften übertragen:

- Prozess-Daten-Objekte (PDO - echtzeitfähig)
- Service-Daten-Objekte (SDO)

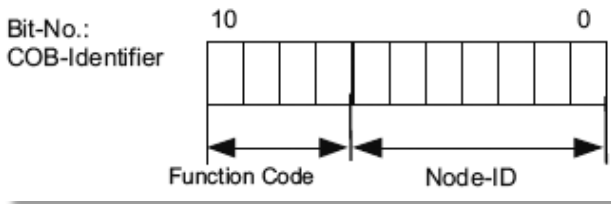
Die Prozess-Daten-Objekte (**PDO**) dienen dem hochdynamischen Austausch von Echtzeitdaten (z.B. Winkelinformation, Temperatur) mit maximal 8 Byte Länge. Diese Daten werden mit hoher Priorität (niedriger COB Identifier) übertragen. PDO's sind Broadcast-Nachrichten und stellen ihre Echtzeitdaten allen gewünschten Empfängern gleichzeitig zur Verfügung. PDO's können gemappt werden, d.h. in einem 8 Byte Datenwort können 4 Byte Winkelinformation und 2 Byte Temperatur zusammengefasst werden.

Die Service-Daten-Objekte (**SDO**) bilden den Kommunikationskanal für die Übertragung von Geräteparametern (z.B. Programmierung der Messauflösung). Da diese Parameter azyklisch (z.B. nur einmal beim Hochfahren des Netzes) übertragen werden, haben die SDO-Objekte eine niedrige Priorität (hoher COB-Identifier).

## 1.9 Objekte und Funktionscode im Predefined Connection Set

Zur einfacheren Verwaltung der Identifier verwendet CANopen das „Predefined Master/Slave Connection Set“. Dabei sind alle Identifier mit Standard-Werten im Objektverzeichnis definiert. Diese Identifier können jedoch über SDO-Zugriff kundenspezifisch geändert werden.

Der 11-Bit Identifier setzt sich aus einem **4 Bit Funktionscode** und einer **7 Bit Knotennummer** zusammen.

**Broadcast (netzwerkweite) Objekte**

Object	Function code (binary)	Resulting COB-ID	Communication Parameters at Index
NMT	0000	0	–
SYNC	0001	128 (80h)	1005h, 1006h, 1007h
TIME STAMP	0010	256 (100h)	1012h, 1013h

**Peer-To Peer (Gerät zu Gerät) Objekte**

Object	Function code (binary)	Resulting COB-IDs	Communication Parameters at Index
EMERGENCY	0001	129 (81h) - 255 (FFh)	1014h, 1015h
PDO1 (tx)	0011	385 (181h) - 511 (1FFh)	1800h
PDO1 (rx)	0100	513 (201h) - 639 (27Fh)	1400h
PDO2 (tx)	0101	641 (281h) - 767 (2FFh)	1801h
PDO2 (rx)	0110	769 (301h) - 895 (37Fh)	1401h
PDO3 (tx)	1111	897 (381h) - 1023 (3FFh)	1802h
PDO3 (rx)	1000	1025 (401h) - 1151 (47Fh)	1502h
PDO4 (tx)	1001	1153 (481h) - 1279 (4FFh)	1803h
PDO4 (rx)	1010	1281 (501h) - 1407 (57h)	1403h
SDO (tx)	1011	1409 (581h) - 1535 (56FFh)	1200h
SDO (rx)	1100	1537 (601h) - 1663 (67Fh)	1200h
NMT Error Control	1110	1793 (701h) - 1919 (77Fh)	1016h, 1017h

**Eingeschränkte, reservierte Objekte**

COB	Used by object
0 (000h)	NMT
1 (001h)	reserved
257 (101h) - 384 (180h)	reserved
1409 (581h) - 1535	default SDO (tx)
1537 (601h) - 1663	default SDO (rx)
1760 (6E0h)	reserved
1793 (701h) - 1919	NMT Error Control
2020 (780h) - 2047	reserved

## 1.10 Übertragung der Prozess Daten

Zur Übertragung der Prozessdaten stehen die **2 PDO-Dienste** PDO1 (tx) ... PDO2(tx) zur Verfügung. Eine PDO-Übertragung kann durch verschiedene Ereignisse initiiert werden (siehe Objektverzeichnis Index 1800h):

- **asynchron** (Ereignisgesteuert) durch einen internen zyklischen Eventtimer oder durch eine Prozesswertänderung der Sensordaten
- **synchron** als Antwort auf ein SYNC-Telegramm; (per SYNC-Befehl werden alle CANopen-Knoten zum synchronen Abspeichern ihrer Werte veranlasst, um sie dann nacheinander gemäß der eingestellten Priorität auf den Bus zu legen)
- **Antwort** auf ein RTR-Anfrage **wird nicht unterstützt**

### Standardeinstellung für das Mapping der Transmit PDO1-2 → 2-dimensional

Die PDO-Übertragungsart (Transmission Type) legt fest, wie das Versenden des PDOs ausgelöst wird:

Mapping	TPDO1 1800h		
Mappingobjekt	1A00_01h	1A00_02h	1A00_03h
Eintrag	0x60100010	0x60200010	0x50000010
Prozess	Slope long axis	Slope lateral	Temperatur
Objekt	3010h	6020h	5000h
Subindex	00	00	00
Datenlänge	10h (16 Bit)	10h (16 Bit)	10h (16 Bit)
	<b>Asynchron</b>	<b>Asynchron</b>	<b>Asynchron</b>

Mapping	TPDO01 1801h		
Mappingobjekt	1A01_01h	1A01_02h	1A01_03h
Eintrag	0x60100010	0x60200010	0x50000010
Prozess	Slope long axis	Slope lateral	Temperatur
Objekt	3010h	6020h	5000h
Subindex	00	00	00
Datenlänge	10h (16 Bit)	10h (16 Bit)	10h (16 Bit)
	<b>Synchron</b>	<b>Synchron</b>	<b>Synchron</b>

Transmit PDO1 (1800h) Position asynchron

Default COB-ID ist 180 + Knotennummer: Beispiel 180h + 3Eh = 1BEh

Nachricht	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
1BE	Slope long axis LSB	Slope long axis MSB	Slope lateral axis LSB	Slope lateral axis MSB	Temp. MSB	Temp. MSB

**Alle Werte sind INT16 vorzeichenbehaftet.**

Transmit PDO2 (1801h) Position synchron

Default COB-ID ist 280 + Knotennummer: Beispiel 280h + 3Eh = 2BEh

Nachricht	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
2BE	Slope long axis LSB	Slope long axis MSB	Slope lateral axis LSB	Slope lateral axis MSB	Temp. MSB	Temp. MSB

**Standardeinstellung für das Mapping der Transmit PDO1-2 → 1-dimensional**

Mapping	TPDO1 1800h	
Mappingobjekt	1A00_01h	1A00_02h
Eintrag	0x60100010	0x50000010
Prozess	Slope long axis	Temperatur
Objekt	6010h	5000h
Subindex	00	00
Datenlänge	10h (16 Bit)	10h (16 Bit)
	<b>Asynchron</b>	<b>Asynchron</b>

Mapping	TPDO1 1801h	
Mappingobjekt	1A01_01h	1A01_02h
Eintrag	0x60100010	0x50000010
Prozess	Slope long axis	Temperatur
Objekt	6010h	5000h
Subindex	00	00
Datenlänge	10h (16 Bit)	10h (16 Bit)
	<b>Synchron</b>	<b>Synchron</b>

Transmit PDO 1 (1800h) Position asynchron

Default COB-ID ist 180 + Knotennummer: Beispiel 180h + 3Eh = 1BEh

Nachricht	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
1BE	Slope long axis LSB	Slope long axis MSB	Temp. LSB	Temp. MSB

**Alle Werte sind INT16 vorzeichenbehaftet.**

Transmit PDO2 (1801h) Position synchron

Default COB-ID ist 280 + Knotennummer: Beispiel 280h + 3Eh = 2BEh

Nachricht	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2BE	Slope long axis LSB	Slope long axis MSB	Temp. LSB	Temp. MSB

## 1.11 Übertragung der Service Daten

### SDO-COB-ID

Folgende Identifier stehen standardmäßig für die SDO- Service Dienste zur Verfügung:

SDO (tx) (Geber → Master): 580h (1408) + Knotennummer

SDO (rx) (Master → Geber): 600h (1536) + Knotennummer

Das Kommando-Byte beschreibt die Art der SDO-Nachricht:

Kommando (Expedited Protocol)	Art	Funktion
22h	SDO(rx), Initiate Download Request	Parameter an Slave senden (Datenlänge max. 4 Byte)
23h	SDO(rx), Initiate Download Request	Parameter an Slave senden (Datenlänge max. 4 Byte)
2Bh	SDO(rx), Initiate Download Request	Parameter an Slave senden (Datenlänge max. 2 Byte)
2Fh	SDO(rx), Initiate Download Request	Parameter an Slave senden (Datenlänge max. 1 Byte)
60h	SDO(tx), Initiate Download Response	Bestätigung der Übernahme an Master
40h	SDO(rx), Initiate Upload Request	Parameter vom Slave anfordern
43h	SDO(tx), Initiate Upload Response	Parameter an Master (Datenlänge = 4 Byte UINT32)
4Bh	SDO(tx), Initiate Upload Response	Parameter an Master (Datenlänge = 2 Byte UINT16)
4Fh	SDO(tx), Initiate Upload Response	Parameter an Master (Datenlänge = 1 Byte UINT8)
80h	SDO(tx), Abort Domain Transfer	Slave meldet Fehlercode an Master

## 1.12 Fehlermeldungen

Eine Fehlermeldung (Kommando 80h) ersetzt im Fehlerfall die normale Bestätigung (Response).

Die Fehlermeldung umfasst sowohl **Kommunikations-Protokoll-Fehler** (z.B. falsches Kommando-Byte) als auch **Objektverzeichnis-Zugriffsfehler** (z.B. falscher Index, Schreibversuch auf Read-Only-Objekt, falsche Datenlänge etc).

Die Fehlercodes sind im CANopen-Profil (DS 301) bzw. im Geräteprofil (DS 410) beschrieben.

Abort code	Description
0503 0000 <sub>c</sub>	Toggle bit not alternated
0504 0000 <sub>h</sub>	SDO protocol timed out
0504 0001 <sub>h</sub>	Client/server command specifier not valid or unknown
0504 0002 <sub>h</sub>	Invalid block size (block mode only)
0504 0003 <sub>h</sub>	Invalid sequence number (block mode only)
0504 0004 <sub>h</sub>	CRC error (block mode only)
0504 0005 <sub>h</sub>	Out of memory
0601 0000 <sub>h</sub>	Unsupported access to an object
0601 0001 <sub>h</sub>	Attempt to read a write only object
0601 0002 <sub>h</sub>	Attempt to write a read only object
0602 0000 <sub>h</sub>	Object does not exist in the object dictionary
0604 0041 <sub>h</sub>	Object cannot be mapped to the PDO
0604 0042 <sub>h</sub>	The number and length of the objects to be mapped would exceed PDO length
0604 0043 <sub>h</sub>	General parameter incompatibility reason
0604 0047 <sub>h</sub>	General internal incompatibility in the device
0606 0000 <sub>h</sub>	Access failed due to an hardware error
0607 0010 <sub>h</sub>	Data type does not match, length of service parameter does not match
0607 0012 <sub>h</sub>	Data type does not match, length of service parameter too high
0607 0013 <sub>h</sub>	Data type does not match, length of service parameter too low
0609 0011 <sub>h</sub>	Sub-index does not exist
0609 0030 <sub>h</sub>	Invalid value for parameter (download only)
0609 0031 <sub>c</sub>	Value of parameter written too high (download only)
0609 0032 <sub>h</sub>	Value of parameter written too low (download only)
0609 0036 <sub>h</sub>	Maximum value is less then minimum value
060A 0023 <sub>h</sub>	Resource not available: SDO connection
0800 0000 <sub>h</sub>	General error
0800 0020 <sub>h</sub>	Data cannot be transferred or stored to the application
0800 0021 <sub>h</sub>	Data cannot be transferred or stored to the application because of local control
0800 0022 <sub>h</sub>	Data cannot be transferred or stored to the application because of the present device state
0800 0023 <sub>h</sub>	Object dictionary dynamic generation fails or no object dictionary is present (e.g. object dictionary is generated from file and generation fails because of an file error)
0800 0024 <sub>h</sub>	No data available

## 1.13 Zusätzliche Error Codes des DS 410 Profils

Errorcode	Subindex	Fehlerbeschreibung
4200h		<b>Temperatursensor Fehler</b>
	01h	Fehler bei der Initialisierung des Temperatursensors
	02h	Fehler beim lesen des Temperatursensors
5010h		<b>Fehler SELFTEST</b>
FF00h		<b>Sensorfehler</b>
	01h	Fehler bei der Initialisierung des Sensorinterface
	02h	Fehler bei der Sensormodulinitialisierung
	03h	Fehler beim zyklischen lesen der Positionswerte
FF20h		<b>Fehler beim Schreiben in den nicht-flüchtigen Speicher</b>



## 2. Elektrische Installation – Versorgungsspannung und CANbus

Dieses Kapitel informiert Sie über die Elektroinstallation, Konfiguration und Inbetriebnahme des Neigungssensors CANopen.



Abbildung 3

### 2.1 Elektrische Installation

<b>HINWEIS</b>	<p><b>Schalten Sie die Anlage spannungsfrei!</b></p> <p>Bitte beachten Sie, dass die gesamte Anlage während der Elektroinstallation in spannungsfreiem Zustand ist.</p> <p>Zur Elektroinstallation benötigen Sie Anschlussstecker oder Verbindungskabel (siehe Datenblatt).</p>
----------------	---

### 2.2 Anschlussbelegung

Schnittstelle	Anschlussart	1 x M12 Stecker, 5-polig						
2	1	Bus IN						
		Signal:	+V	0 V	CAN_GND	CAN_H		CAN_L
		Pin:	2	3	1	4		5
Schnittstelle	Anschlussart	2 x M12 Stecker, 5-polig						
2	3	Bus OUT						
		Signal:	+V	0 V	CAN_GND	CAN_H		CAN_L
		Pin:	2	3	1	4		5
		Bus IN						
		Signal:	+V	0 V	CAN_GND	CAN_H		CAN_L
		Pin:	2	3	1	4		5

Tabelle 3

<b>HINWEIS</b>	<p><b>Verbinden Sie den Schirm mit dem Gehäuse des Inclinometers.</b></p> <p>Beachten Sie die maximalen Leitungslängen bei Stichleitungen und bei der Gesamtlänge des CANbus.</p> <p>Montieren Sie alle Kabel wenn möglich mit Zugentlastung.</p> <p>Überprüfen Sie die maximale Versorgungsspannung am Gerät.</p>
----------------	--

## 2.3 Funktions- und Status LED

Das Gerät verfügt über **zwei** LED's zur Anzeige von Status und Fehlernachrichten

**Grün** = CANopen BUS Status

**Rot** = CANopen ERR Anzeige

Anzeige	LED	Bedeutung	Fehlerursache	Zusatz
Alle LED aus	●●●	Keine Verbindung zum Master	Datenleitungsunterbrechung Falsche Baudrate Vertauschte Datenleitung <b>Keine Spannung</b>	Kombination mit ERR LED beachten Wenn ERR - LED auch aus ist, bitte Spannungsversorgung
<b>Bus</b> Blinkend ca. 250 ms	●	Verbindung zum Master <b>Pre-operational Status</b>		SDO Kommunikation
<b>Bus</b> Blinkend ca. 1 sec.	●	Verbindung zum Master <b>Stopped Status</b>		SDO Kommunikation nicht möglich Nur NMT Befehle
<b>Bus</b> Ein	●	Verbindung zum Master <b>Operational Status</b>		PDO Transfer ist aktiv
<b>ERR</b> aus	●●	Gerät arbeitet fehlerfrei		Kombination mit BUS LED beachten
<b>ERR</b> blinkend	●	Verbindung zum Master unterbrochen. <b>Rote</b> LED (1000 ms)	Kombination mit Bus-Status	Bus - LED grün blinkend oder an - ist abhängig von Objekt 1029h Error Behaviour
<b>ERR</b> Ein	●	BUS-OFF Status	Kurzschluss am Bus oder falsche Baudrate	

Tabelle 4

Die einzelnen LED-Anzeigen können natürlich auch in Kombinationen auftreten.

➔<sup>2</sup> **Master kann SPS oder 2-ter Kommunikationspartner sein**  
<sup>3</sup> **Betriebsspannung**

## 2.4 CANopen LED-Kombinationen während des Betriebes


Anzeige	LED	Bedeutung	Fehlerursache	Zusatz
<b>ERR</b> blinkend <b>Bus</b> ein oder blinkend		<b>Blinken von roter LED</b> <b>Rote LED blinkt kurz</b> <b>Dauer 3 sec</b>	Temperaturüberlauf Sensorüberwachung	Gerät am CAN-Bus Verbindung zum Master ok + zusätzliche Fehlerursache

Tabelle 5

## 2.5 CANopen Fehleranzeige nach dem Einschalten





Anzeige	LED	Bedeutung	Fehlerursache	Zusatz
<b>ERR</b> + BUS blinkend		<b>Abwechselndes schnelles Blinken von grüner und roter LED</b>	Datenverbindung zum Sensor fehlerhaft Sensor	Gerät muss zur Wartung zum Hersteller
<b>ERR</b> + <b>BUS</b> blinkend		<b>Gleichzeitiges schnelles Blinken von grüner und roter LED (300 ms)</b>	Watchdog Fehler	Gerät muss zur Wartung zum Hersteller
<b>ERR</b> blinkend		Verbindung zum Master unterbrochen <b>rote LED (1000 ms)</b>		Kein CAN-Bus vorhanden
<b>BUS</b> + <b>ERR</b> Schnell blinkend 50 ms		LSS Layer Service aktiv Global mode aktiv	Geber wartet auf Konfiguration	LSS-Modus

Tabelle 6

### 3. Quick-Start Guide – Generelle Einstellung am Gerät

- Führen Sie die Elektrische Installation aus (Spannungsversorgung, Busanschluss)
- **Gerät einschalten**
- Busparameter über LSS-Dienste oder direkt über die Objekttablelle einstellen
- Einstellen der benötigten Baudrate           Object 2100h Baudrate
- Einstellen der Knotenadresse                Object 2101h Knotenadresse
- Einstellen der Terminierung               Object 2102h Terminierung
- Abspeichern der Busparameter            Object 2105h Save all Bus parameters
- **Gerät aus/ein Zyklus**

#### Objekt 2100h            Baudrate Defaulteinstellung: 250 kBit/s (Eintrag 5)

Die Baudrate kann **mit einer CANopen-Software auf Objekt 2100h** oder über den entsprechenden **LSS-Dienst** geändert werden.

Wert	Baudrate in kBit/s
0	10
1	20
2	50
3	---
4	125
5	250
6	500
7	800
8	1000

Bitte beachten bei entsprechender Baudrate.

Die gewählte Zykluszeit (siehe Objekt 1800h, Subindex 5 Event Timer) muss größer als die Busübertragungsdauer sein, damit die PDO's fehlerfrei abgesetzt werden können!

Bei allen Baudraten generelle Zykluszeit mindestens **20ms**.

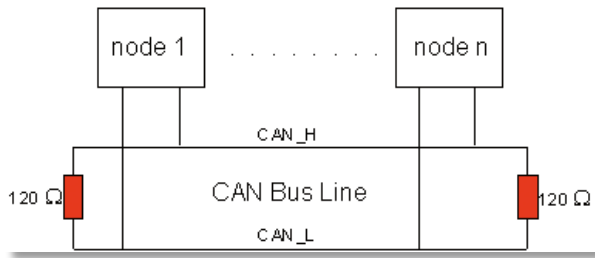
#### Objekt 2101h            Knotenadresse Defaulteinstellung: 0x3E (62 dezimal)

Die Knotennummer kann ebenfalls **per Software auf Objekt 2101h** oder den entsprechenden **LSS-Dienst** geändert werden.

Die **Knotennummer 0** ist reserviert und darf von keinem Knoten verwendet werden.

Die resultierenden Knotennummern liegen im Bereich **1...7Fh** hexadezimal (1...127 dezimal).

Übernahme einer neuen Knotennummer erfolgt erst beim nächsten Hochlaufen (Reset/Power-on) des Inclinometers oder über einen **NMT-Reset Node** Befehl.

**Objekt 2102h Terminierung Defaulteinstellung: 0x1 (ein)**

CAN ist ein 2-Draht-Bussystem, an dem alle Teilnehmer parallel (d.h. mit kurzen Stichleitungen) angeschlossen werden. Der Bus muss an jedem Ende mit einem Abschlusswiderstand von 120 (bzw. 121) Ohm abgeschlossen werden, um Reflexionen zu vermeiden. Dies ist auch bei sehr kurzen Leitungslängen erforderlich!

Die **CAN-Bus Terminierung** muss per Software auf **Objekt 2102h** geändert werden.

Da die CAN-Signale als Differenzpegel auf dem Bus dargestellt werden, ist die CAN-Leitung vergleichsweise unempfindlich gegen eingeprägte Störungen (EMI). Es sind jeweils beide Leitungen betroffen, somit verändert die Störung den Differenzpegel kaum.

Die maximale Buslänge wird bei CAN vorwiegend durch die Signallaufzeit beschränkt. Das Multi-Master-Buszugriffsverfahren (Arbitrierung) erfordert, dass die Signale quasi gleichzeitig (vor der Abtastung innerhalb einer Bitzeit) an allen Knoten anliegen. Da die Signallaufzeit in den CAN-Anschaltungen (Transceiver, Optokoppler, CAN-Controller) nahezu konstant sind, muss die Leitungslänge an die Baud-Rate angepasst werden.

Baud-Rate	Buslänge
1 MBit/s	< 20 m*
800 kBit/s	< 50 m
500 kBit/s	< 100 m
<b>250 kBit/s</b>	<b>&lt; 250 m</b>
125 kBit/s	< 500 m
50 kBit/s	< 1000 m
20 kBit/s	< 2500 m
10 kBit/s	< 5000 m

\*) Häufig findet man in der Literatur für CAN die Angabe 40 m bei 1 MBit/s. Dies gilt jedoch nicht für Netze mit optoentkoppelten CAN-Controllern. Die worst-case Berechnung mit Optokopplern ergibt bei 1 MBit/s eine maximale Buslänge von 5 m - erfahrungsgemäß sind jedoch 20 m problemlos erreichbar.

Bei Buslängen über 1000 m kann der Einsatz von Repeatern notwendig werden.

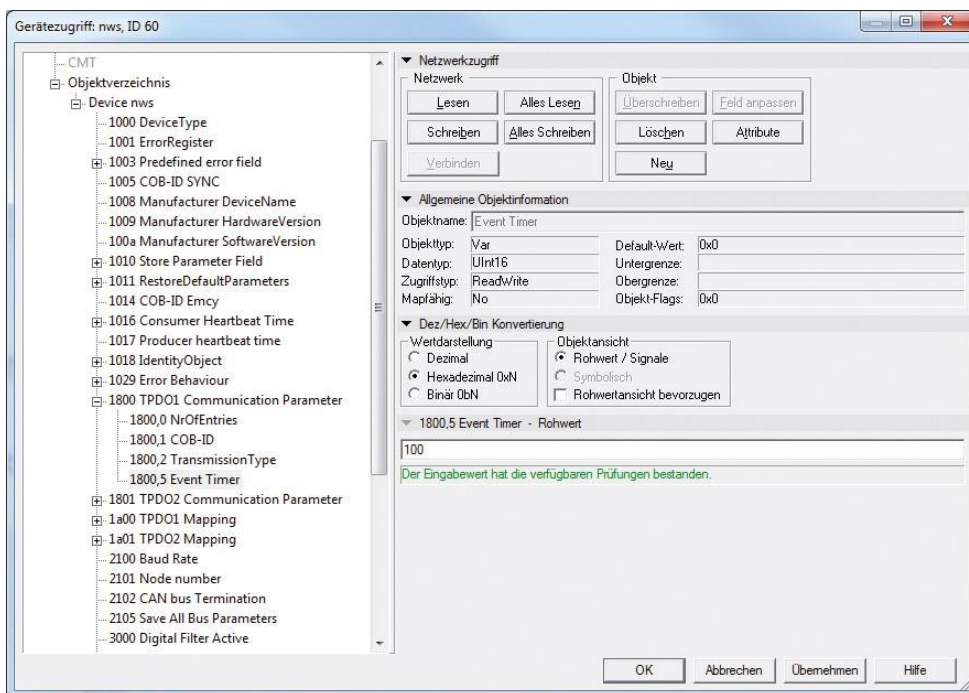
## Object 2105h Save All Bus Parameters

Dieser Parameter (**Objekt 2105h**) speichert die gewünschten Busparameter (Objekt 2100h, 2101h, 2102h) **permanent** im Flash-Speicher. Dieses Objekt dient als zusätzliche Absicherung vor ungewolltem Ändern der Baudrate und Knotenadresse.

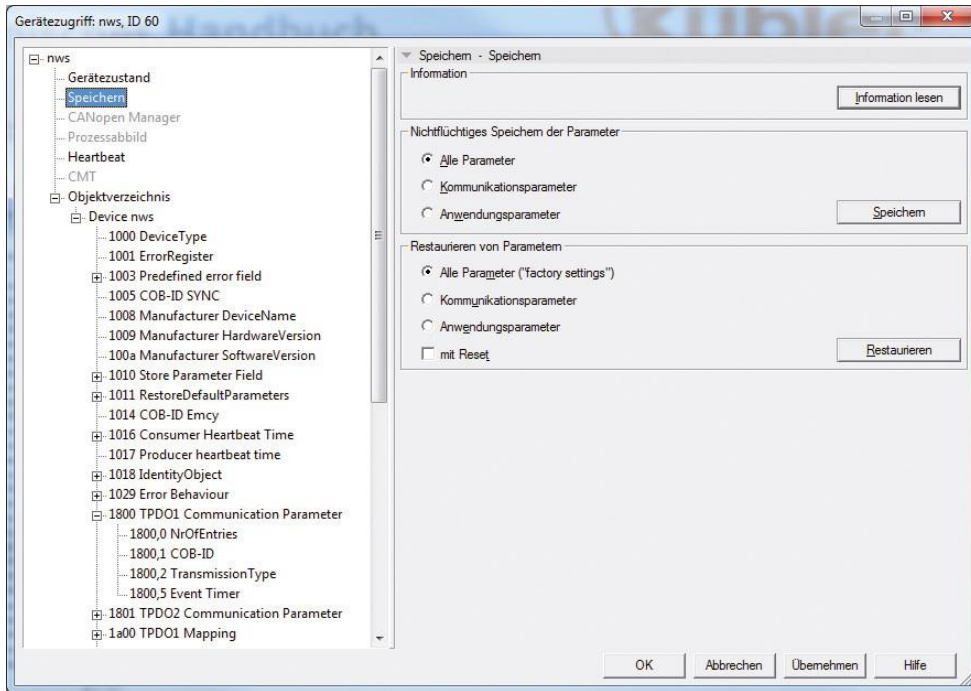
Erst durch gezieltes Abspeichern mit dem Parameter „save“ (hexadezimal 0x65766173) werden die Busparameter **Baudrate, Knotenadresse und Terminierung** permanent abgespeichert.

## Beispiel: Zyklisches Senden des TPDO1 mit Eventtimer

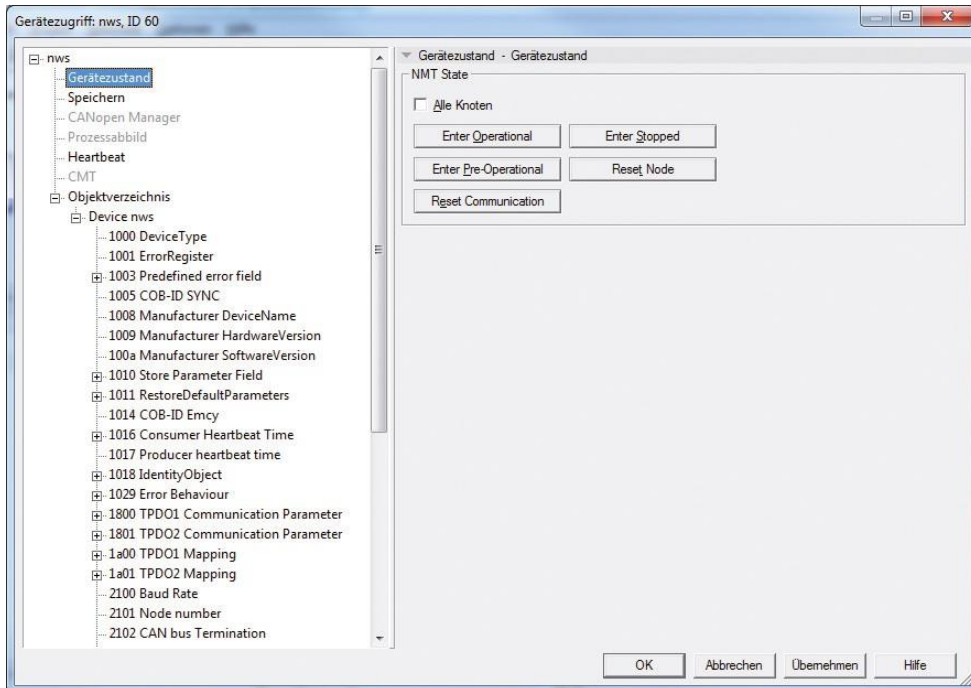
Eventtimer des TPDO1 wird z.B. auf 100ms eingestellt:



Anschließend werden die Einstellungen nichtflüchtig gespeichert über das Objekt 1010\_01h:



Wechsel Sie anschließend in den Operational Mode. Die gemappten Objekte des TPDO1 werden im 100ms Zyklus gesendet:



## 4. LSS Dienste DS 305

### LSS Hardware Anforderungen (LSS Address)

Alle LSS-Slaves müssen einen gültigen Objekteintrag im Objektverzeichnis für das Identity-Object [1018h] vorweisen, um eine selektive Konfiguration des Knotens vornehmen zu können. Dieses Objekt besteht aus folgenden Sub-Indices:

- Vendor-ID (numerical number)
- Product-Code (numerical number)
- Revision-Number (major and minor revision as numerical number)
- Serial-Number (numerical number)

Ein Produkt-Code, eine Revision-Nummer und eine Serial-Nummer werden vom Hersteller eingestellt. Die LSS-Adresse muss im Netzwerk eindeutig sein.

### LSS Operative Einschränkungen

Um eine reibungslose LSS Funktionalität zu gewährleisten, müssen alle Geräte im Netz die LSS-Dienste unterstützen. Es kann nur einen LSS-Master geben. Alle Knoten müssen mit derselben Baudrate starten. Eine LSS Kommunikation kann nur im "Stopp-Mode" oder im "Pre-Operational" Mode stattfinden.

Exakt zwei Bedingungen müssen bei Geräten, die an ein CANopen Netzwerk angeschlossen werden, erfüllt sein - alle Geräte müssen dieselbe Baudrate haben und die Knotenadresse muss einzig innerhalb des Netzwerkes sein. Die Bedingungen für einen Einsatz unter LSS sind, dass zum Gerät eine 1:1 CAN-Verbindung besteht. Über einen speziellen Dialogmodus können danach die Baudrate und die Knotenadresse verändert werden. Die COB-ID **0x7E5** wird vom Master zum Slave verwendet, der Slave antwortet mit der COB-ID **0x7E4**.

LSS-Nachrichten sind immer 8 Bytes lang. Nicht verwendete Bytes sind reserviert und sollten mit 0 aufgefüllt werden. Der LSS Service ist auch in der Lage die Knotenadresse eines LSS-Slaves zu verändern. Dazu versetzt der LSS-Master den LSS-Slave wieder in den Konfigurationsmodus. Dann gibt er dem LSS-Slave seine neue Knotenadresse bekannt. Der LSS-Slave antwortet darauf, um den LSS-Master mitzuteilen, ob diese Knotenadresse in den unterstützten Bereich liegt. Nach dem Zurückschalten in den Operationsmodus des LSS-Slaves führt dieser einen Software-Reset aus, so dass er die Kommunikationsobjekte mit seiner neuen Knotennummer konfigurieren kann. Es werden im Standard CiA DSP-305 weitere LSS-Dienste beschrieben.

### CANopen Fehleranzeige nach dem Einschalten

Identifizier	DLC	Daten							
		0	1	2	3	4	5	6	7
0x7E5	8	0x04	mod	reserviert					

mod: neuer LSS-Modus

0 = Operationsmodus einschalten

1 = Konfigurationsmodus einschalten



## Configure Bit-Timing

Identifizier	DLC	Daten							
		0	1	2	3	4	5	6	7
0x7E5	8	0x13	tab	ind	reserviert				

tab: gibt an, welche Baudratentabelle verwendet werden soll

0 = Baudratentabelle, die nach CiA DSP-305 definiert ist

1 ... 127 = reserviert

128 ... 255 = kann der Anwender selbst definieren

Ind: Index innerhalb der Baudratentabelle, in der die neue Baudrate für das CANopen-Gerät abgelegt ist.

## Standardisierte Baudraten nach CiA DS305 sind folgende

Baudrate table 0x00	
Table index	Baudrate
0	1000 kBit/s
1	800 kBit/s
2	500 kBit/s
3	250 kBit/s
4	125 kBit/s
5	---
6	50 kBit/s
7	20 kBit/s
8	10 kBit/s

## Configure Node-ID

Zuordnen einer neuen Knotenadresse

Identifizier	DLC	Daten							
		0	1	2	3	4	5	6	7
0x7E5	8	0x11	nid	reserviert					

nid: neue Knotenadresse für den LSS-Slave (Werte von 1 bis 127 erlaubt)

**Antwort auf Configure Node-ID**

Identifizier	DLC	Daten							
		0	1	2	3	4	5	6	7
0x7E4	8	0x11	err	spec	reserviert				

err: Fehlercode

0 = erfolgreich ausgeführt

1 = Knotenadresse ungültig (nur Werte 1 bis 127 erlaubt)

2 ... 254 = reserviert

255 = spezieller Fehlercode in spec

spec: herstellerspezifischer Fehlercode (wenn err =255)

**Switch Mode Global**

Zum Abschluss des LSS-Service wird das Gerät vom LSS-Konfigurationsmodus zurückgeschaltet in den Preoperational Modus mit dem Kommando „Switch Mode Global“:

Identifizier	DLC	Daten							
		0	1	2	3	4	5	6	7
0x7E4	8	0x04	mod	reserviert					

mod: neuer LSS-Modus

0 = Operationsmodus einschalten

1 = Konfigurationsmodus einschalten

Nach einer **Boot-up (Reset node) Sequenz** sind alle neuen Einstellungen gültig.

## 5. CANopen Objekte

Index (hex)	Sub Index	Objekt Symbol	Attribut	Type	M / O	Name	Standard-werk	Mapfähig
1000h	00	CONST	RO	U32	M	Device Type		N
1001h	00	VAR	RO	U8	M	Error Register		N
1003h	xx	RECORD	RO	U32	O	Predefined Error Field		N
1005h	00	VAR	RW	U32	O	COB-ID Sync	80h	N
1008h	00	VAR	RO	STRING	O	Device Name		N
1009h	00	VAR	RO	STRING	O	Hardware Version		N
100Ah	00	VAR	RO	STRING	O	Software Version		N
1010h						Store Parameter		N
	01	VAR	RW	U32	O	Save All Parameters		N
1011h						Restore Parameter		N
	01	VAR	RW	U32	O	Restore All Default Parameters		N
1014h	00	VAR	RW	U32	O	COB-ID Emcy	BEh	N
1017h	00	VAR	RW	U32	O	Producer heartbeat time	0	N
1018h		RECORD				Identity Object		N
	01	VAR	RO	U32	M	Vendor ID		N
	02	VAR	RO	U32	M	Product Code		N
	03	VAR	RO	U32	M	Revision Number		N
	04	VAR	RO	U32	M	Serial Number		N
1029h		ARRAY				Error Behaviour		N
	01	VAR	RW	U8	O	Communication Error	0	N
	02	VAR	RW	U8	O	Sync Error	0	N
	03	VAR	RW	U8	O	Internal Device Error	0	N
1800h					O	TPDO1 Communication Parameter		N
	01	VAR	RW	U32	>	COB-ID	1BEh	N
	02	VAR	RW	U8		Transmission Type	255	N
	05	VAR	RW	U16		Event timer	0 [step 1 ms]	N
1801h					O	TPDO2 Communication Parameter		N
	01	VAR	RW	U32	M	COB-ID	2BEh	N
	02	VAR	RW	U8		Transmission Type	1	N
	05	VAR	RW	U16		Event timer	0 [step 1 ms]	N

Mapping bei 2-dimensional								
<b>1A00h</b>					M	TPDO1 Mapping		N
	00	VAR	RW	U8		Number of Entries	3	N
	01	VAR	RW	U32		1.Mapped Object	0x60100010	N
	02	VAR	RW	U32		2.Mapped Object	0x60200010	N
	03	VAR	RW	U32		3.Mapped Object	0x50000010	N
	04	VAR	RW	U32		4.Mapped Object	0	N
<b>1A01h</b>					O	TPDO2 Mapping		N
	00	VAR	RW	U8		Number of Entries	3	N
	01	VAR	RW	U32		1.Mapped Object	0x60100010	N
	02	VAR	RW	U32		2.Mapped Object	0x60200010	N
	03	VAR	RW	U32		3.Mapped Object	0x50000010	N
	04	VAR	RW	U32		4.Mapped Object	0	N
Mapping bei 1-dimensional								
<b>1A00h</b>					M	TPDO1 Mapping		N
	00	VAR	RW	U8		Number of Entries	2	N
	01	VAR	RW	U32		1.Mapped Object	0x60100010	N
	02	VAR	RW	U32		2.Mapped Object	0x50000010	N
	03	VAR	RW	U32		3.Mapped Object	0	N
	04	VAR	RW	U32		4.Mapped Object	0	N
<b>1A01h</b>					O	TPDO2 Mapping		N
	00	VAR	RW	U8		Number of Entries	2	N
	01	VAR	RW	U32		1.Mapped Object	0x60100010	N
	02	VAR	RW	U32		2.Mapped Object	0x50000010	N
	03	VAR	RW	U32		3.Mapped Object	0	N
	04	VAR	RW	U32		4.Mapped Object	0	N
Profil DS410 Inclinometer								
<b>6000h</b>	00	VAR		U16	M	Resolution	0	N
<b>6010h</b>	00	VAR	RO	I16	M	Slope long 16		J
<b>6011h</b>	00	VAR	RW	U8	M	Slope long16 operating parameter	0	N
<b>6012h</b>	00	VAR	RW	I16	O	Slope long16 preset value	0	N
<b>6013h</b>	00	VAR	RW	I16	O	Slope long16 offset	0	N
<b>6014h</b>	00	VAR	RW	I16	O	Differential Slope long16 offset	0	N

6021h .. 6024h nur bei 2-dimensional								
6020h	00	VAR	RO	I16	M	Slope lateral 16		J
6021h	00	VAR	RW	U8	M	Slope lateral16 operating parameter	0	N
6022h	00	VAR	RW	I16	O	Slope lateral16 preset value	0	N
6023h	00	VAR	RW	I16	O	Slope lateral16 offset	0	N
6024h	00	VAR	RW	I16	O	Differential Slope lateral16 offset	0	N
Hersteller spezifische Objekte								
2100h	00	VAR	RW	U8	O	Baudrate	5 (250 kBit/s)	N
2101h	00	VAR	RW	U8	O	Node Number	0x3E (62d)	N
2102h	00	VAR	RW	U8	O	Terminierung	1 = ON	N
2105h	00	VAR	RW	U32	O	Save All Bus Parameters	0x65766173	N
3000h	00	VAR	RW	U16	O	Digital Filter Active	1 = ON	N
3001h	00	VAR	RW	F32	O	Digital Filter Coefficient	10.0	N
5000h	00	VAR	RO	I16	O	Internal Temperatur		J
5001h	00	VAR	RO	U16	O	Sensor Information		J
5002h nur bei 1-dimensional								
5002h	00	VAR	RO	U16	O	*Raw Slope long16 High Resolution		J

Uxx = UNSIGNED  
 Ixx = SIGNED  
 Fxx = FLOAT  
 VAR = Variable  
 ARRAY = Array von Variablen  
 RW = Schreiben/Lesen  
 RO = Nur Lesen  
 const = Konstante  
 Name = Name des Objekts  
 M/O = Zwingend oder Optional

\*Raw Slope long16 High Resolution mit einer Auflösung von 0,01°

## 6. Das Kommunikationsprofil DS 301

Alle Kommunikationsobjekte und alle Anwenderobjekte werden im Objektverzeichnis (OV) (engl. Object Dictionary (OD)) zusammengefasst. Das OV ist im CANopen-Gerätemodell das Bindeglied zwischen der Anwendung und der CANopen-Kommunikationseinheit.

Jeder Eintrag im Objektverzeichnis steht für ein Objekt und wird durch einen 16-Bit-Index gekennzeichnet. Ein Index kann wiederum bis zu 256 Subindizes enthalten. Dadurch können unabhängig von den „11-Bit-Identifiern“ bis zu  $65536 \times 254$  Elemente unterschieden werden. (Die Subindizes 0 und 255 können nicht frei verwendet werden.)

In Profilen ist die Zuordnung von Kommunikations- und Geräteprofilobjekten zu einem jeweiligen Index genau definiert; somit wird mit dem Objektverzeichnis eine eindeutige Schnittstelle zwischen der Anwendung und der Kommunikation nach außen definiert.

So ist beispielsweise jedem CANopen-Knoten im Netz bekannt, dass auf Index 1017h das Heartbeat-Intervall zu finden ist, und jeder Knoten oder jedes Konfigurationsprogramm kann lesend oder schreibend darauf zugreifen.

Indexbereich	Verwendung
<b>0000</b>	nicht genutzt
<b>0001-009F</b>	Datentypen (Sonderfall)
<b>00A0-0FFF</b>	reserviert
<b>1000-1FFF</b>	Kommunikationsprofil
<b>2000-5FFF</b>	herstellerspezifischer Bereich
<b>6000-9FFF</b>	bis zu 8 standardisierte Geräteprofile
<b>A000-AFFF</b>	Prozessabbilder von IEC61131-Geräten
<b>B000-BFFF</b>	Prozessabbilder von CANopen-Gateways nach CiA 302-7
<b>C000-FFFF</b>	reserviert

Servicedatenobjekte (SDO) stellen einen Dienst zum Zugriff auf das Objektverzeichnis bereit. Jedes CANopen-Gerät benötigt mindestens einen SDO-Server, welcher SDO-Anforderungen von anderen Geräten entgegennimmt und bearbeitet. Per Default-Einstellung nutzen Nachrichten zum SDO-Server eines Geräts die Knotennummer des Empfängers + 1536 als COB-ID bzw. als „Identifier“ für die CAN-Nachricht. Für die Antwort des SDO-Servers wird als „Identifier“ die Knotennummer des Senders + 1408 verwendet. Mit diesen relativ hohen und somit niederpriorisierten IDs werden Einträge im OV übertragen. Für diesen SDO-Transfer existiert ein Protokoll, welches 4 Byte benötigt um die Senderichtung, den Index und den Subindex zu kodieren. Somit bleiben nur noch 4 Byte von den 8 Byte eines CAN-Datenfeldes für den Dateninhalt übrig. Für Objekte, deren Dateninhalt größer als 4 Byte ist, gibt es noch zwei weitere Protokolle zum fragmentierten SDO-Transfer.

Im Gegensatz zu dem niederpriorisierten und mit Protokolldaten überladenen SDO-Transfer stellen die Prozessdatenobjekte (PDO) eine schnellere Möglichkeit zum Transport von Prozessdaten zur Verfügung.

Die zum PDO-Transfer genutzten „Identifizier“ liegen bei Defaulteinstellungen im COB-ID-Bereich von 385 bis 1407 und sind somit höherpriorisiert als die SDO-Nachrichten. Weiterhin enthalten sie nur Nutzdaten, und somit stehen 8 Byte zur Verfügung. Der Inhalt der Nutzdaten wird über PDO-Mapping-Einträge bestimmt. Dies sind Objekte im OV, die wie eine Zuordnungstabelle festlegen, welche Daten über ein PDO übertragen werden. Diese Daten sind wiederum Inhalte anderer Objekte des OV.

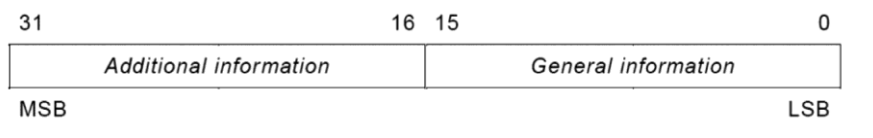
In einem PDO können auch die Werte mehrerer Objekte übertragen werden, und die Empfänger des PDOs können entsprechend ihrer PDO-Mapping-Einträge nur Teile der Daten nutzen. Beim Empfang eines PDOs werden wiederum die Daten entsprechend den Mapping-Einträgen in jeweils andere Objekte des OV, z. B. in ein digitales Ausgangsobjekt, geschrieben. Die Übertragung von PDOs kann zyklisch, ereignisorientiert, abgefragt oder synchronisiert geschehen.

Netzwerkverwaltungsobjekte (NMT) dienen der Verwaltung des Netzes. So gibt es u.a. Nachrichten, welche eine Zustandsänderung in einem Gerät veranlassen oder globale Fehlermeldungen verbreiten.

Das Sync-Objekt sendet oder empfängt beispielsweise die hochpriorisierte SYNC-Nachricht, welche der Synchronisation der Knoten im Netz dient und mit dem Zeitstempel-Objekt eine einheitliche Zeit im Netz sicherstellt. Daneben gibt es im Kommunikationsprofil und insbesondere in den Geräte-Profilen noch eine Vielzahl anderer Objekte.

### Objekt 1000h Device Type

Dieses Objekt zeigt Informationen über das Gerät und das Geräteprofil.

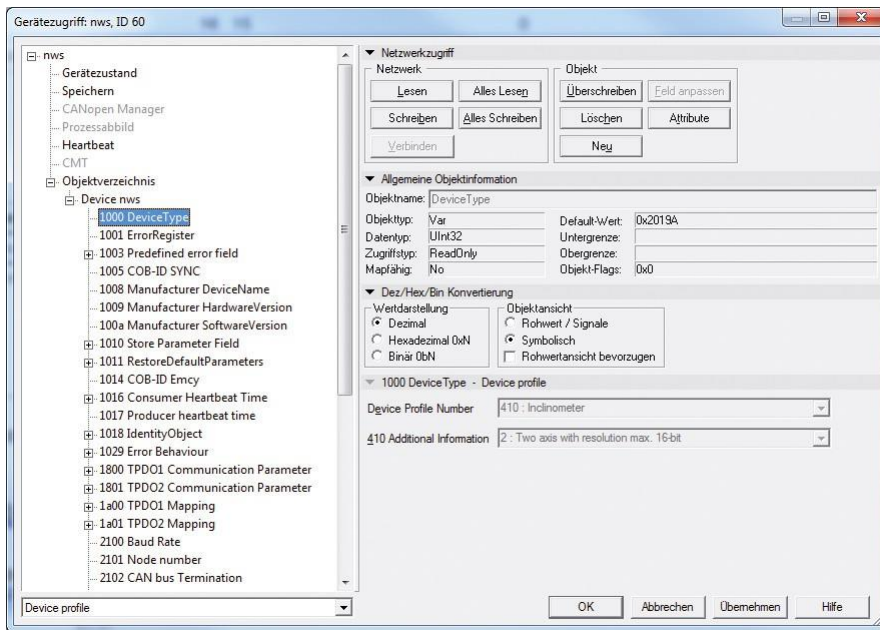


Bit 0-15 zeigt die Geräte Profile Version an

Bit 16-23 spezifiziert den Inclinator Type

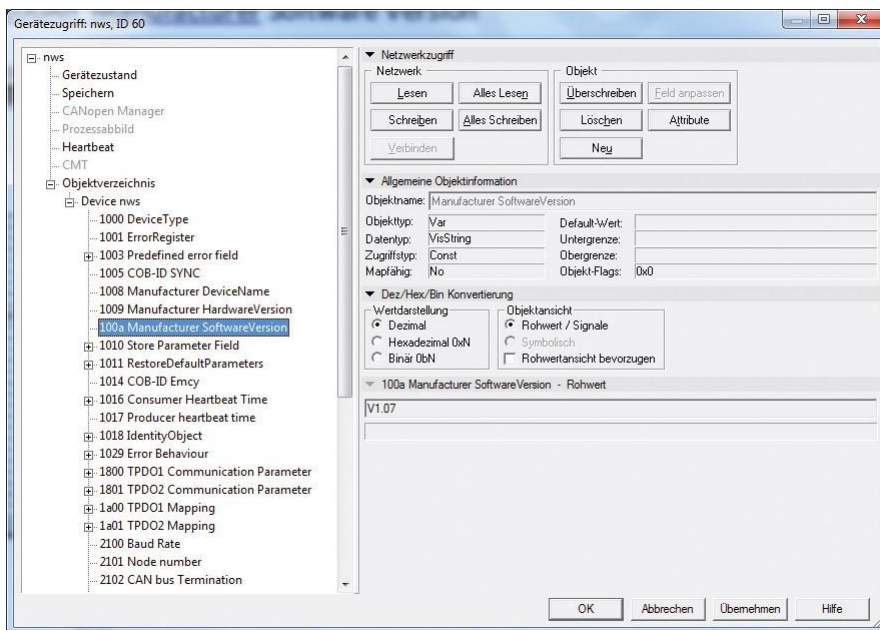
Field	Value	Definition
General Information	410 <sub>d</sub>	Device profile number
Additional information	0000 <sub>h</sub>	see / CiA 301 /
	0001 <sub>h</sub>	One axis with resolution max. 16-bit
	0002 <sub>h</sub>	Two axis with resolution max. 16-bit
	0003 <sub>h</sub>	One axis with resolution max. 32-bit
	0004 <sub>h</sub>	Two axis with resolution max. 32-bit
	0005 <sub>h</sub> to FFFE <sub>h</sub>	reserved
	FFFF <sub>h</sub>	see / CiA 301 /

## Der Kübler Inclinometer IN88 verwendet den Typ 2019Ah



### Objekt 100Ah      Manufacturer Software Version

Informationen aktuell implementierter Software





**Objekt 1010h      CANopen Parameter abspeichern**

Mit Hilfe des Kommandos „save“ unter Sub-Index 1h (save all Parameters) wird das Abspeichern der Parameter in den nicht- flüchtigen Speicher (FLASH-SPEICHER) veranlasst.

Unter diesem Unterpunkt werden alle Kommunikationsobjekte, Applikationsobjekte und herstellerspezifische Objekte abgespeichert. Dieser Vorgang benötigt ca. 20 ms.

Um ein versehentliches Abspeichern zu verhindern, wird der Befehl nur ausgeführt, wenn als Codewort der String „save“ in diesen Sub-Index eingetragen wird.

Parameter „save“ (hexadezimal 0x65766173)

**Objekt 1011h      CANopen Factory-default Werte laden**

Mit Hilfe des Kommandos „load“ unter Sub-Index 1h werden alle Parameter auf ihre Standard-Werte zurückgesetzt. Um ein versehentliches Laden der Standard-Werte zu verhindern, wird der Befehl nur ausgeführt, wenn als Codewort der String „load“ in diesen Sub-Index eingetragen wird.

Parameter „load“ (hexadezimal 0x64616F6C)

**Objekt 1017h      Producer Heartbeat Object****Heartbeat Producer Protocol**

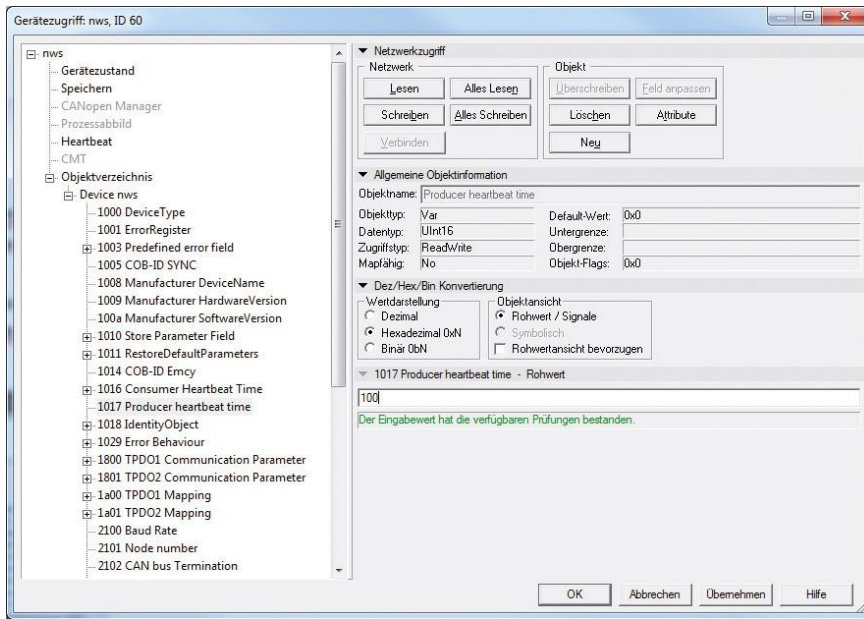
Die Producer Heartbeat-Zeit definiert den Zyklus des Heartbeats. Wenn diese Funktion nicht benötigt wird, muss die Zeit mit 0 eingetragen werden. Aktiviert wird diese Funktion mit einer Zeit ab

1 ms bis max. 65535ms

Object Description	
INDEX	1017h
Name	Producer Heartbeat Time
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED16
Category	Conditional; Mandatory if guarding not supported
Entry Description	
Access	rw
PDO Mapping	No
Value Range	UNSIGNED16
Default Value	0

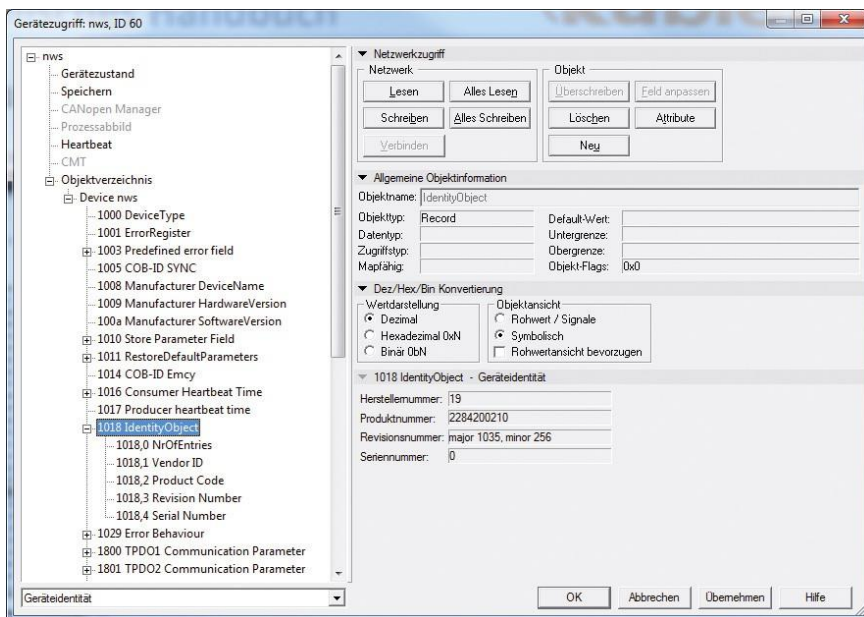
Ein „Heartbeat-Producer“ **überträgt zyklisch mit der eingestellten Zeit die Nachricht**. Der Inhalt des Datenbytes entspricht dem Status des CAN-Knotens (Pre-op, Operational, Stopped).

Zur Überwachung des Knoten wird Heartbeat verwendet. Hier im Beispiel wird ein Wert von **100ms** für den Heartbeat eingestellt.



## Objekt 1018h Identity Object

Informationen über den Hersteller und das Gerät:



### 1018 RECORD Device – Identifikation read only

Sub-Index 0h: Anzahl Subindices“ liefert den Wert 4

Sub-Index 1h: nur „read“ liefert die **Vendor-ID (00000013h) Fritz Kübler GmbH**

Sub-Index 2h: liefert den Product-Code (z.B. 0x08082721 CANopen Inclinometer 2-Achsen)

Sub-Index 3h: nur „read“ liefert die Software -Revisionsnummer (z.B. 108)

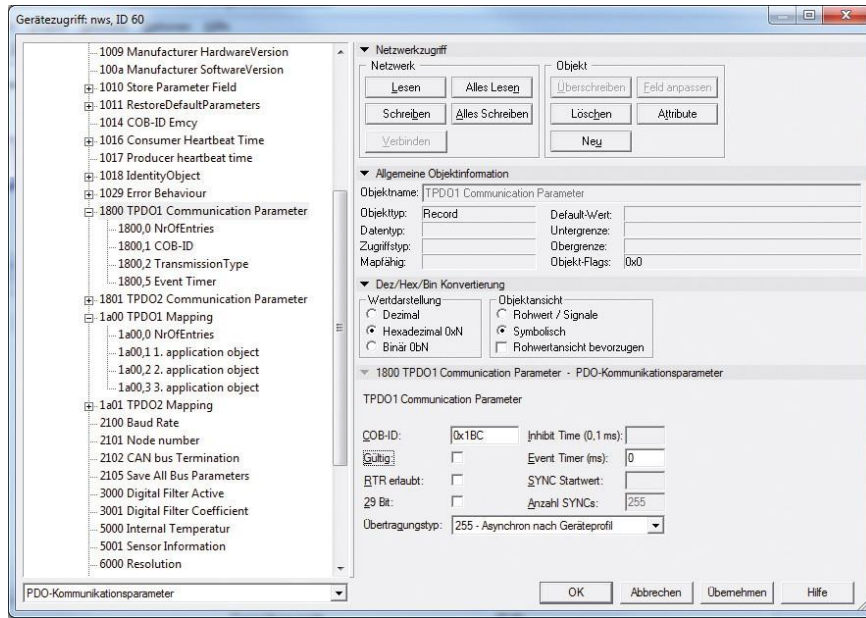
Sub-Index 4h: nur „read“ liefert die 10-stellige **Seriennummer** des Drehgebers

## 6.1 Dynamisches Mapping

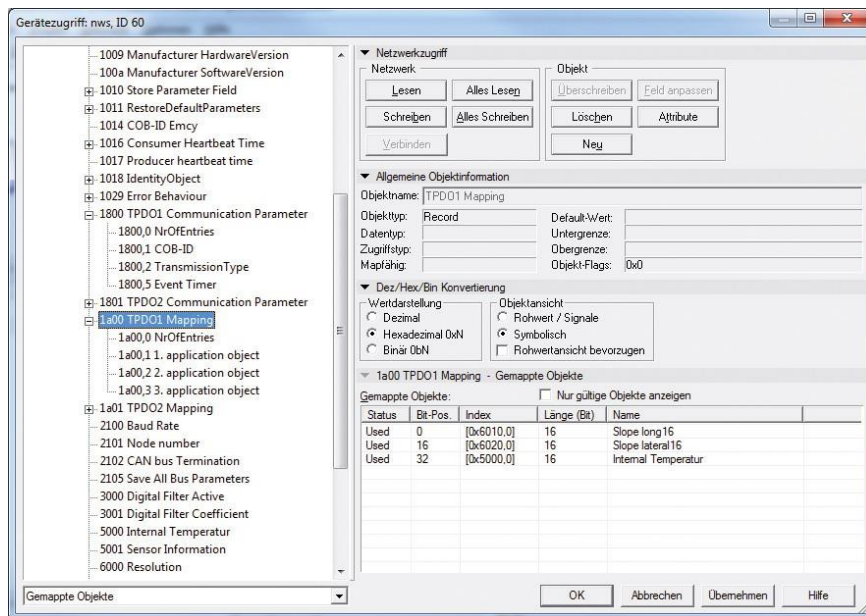
Die Mappingeinträge von TPDO 1&2 können je nach Bedarf verändert werden. Es können pro TPDO, vier map-fähige Objekte a 16 Bit übertragen werden.

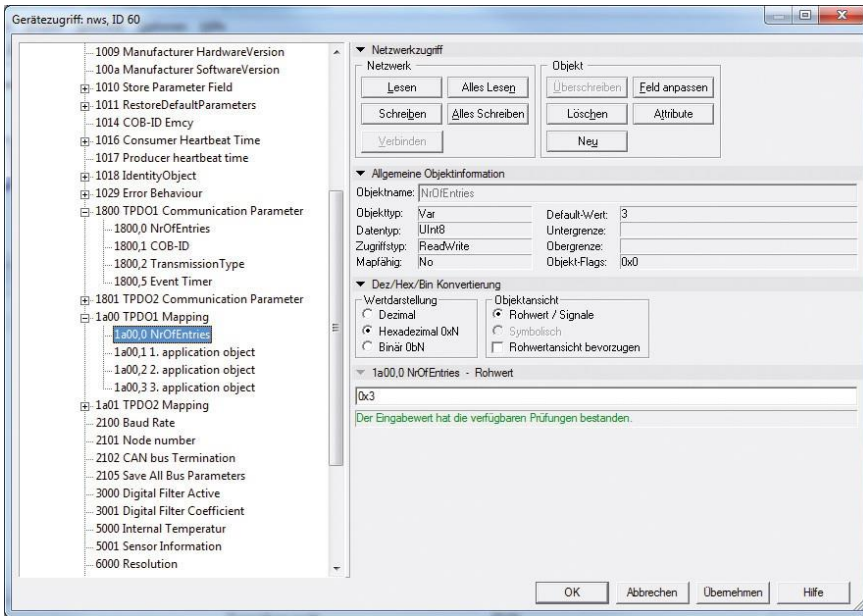
Beispiel: Ändern der Mappingeinträge des TPDO 1:

1. Das TPDO1 wird in Objekt 1800h auf „nicht gültig“ gesetzt:

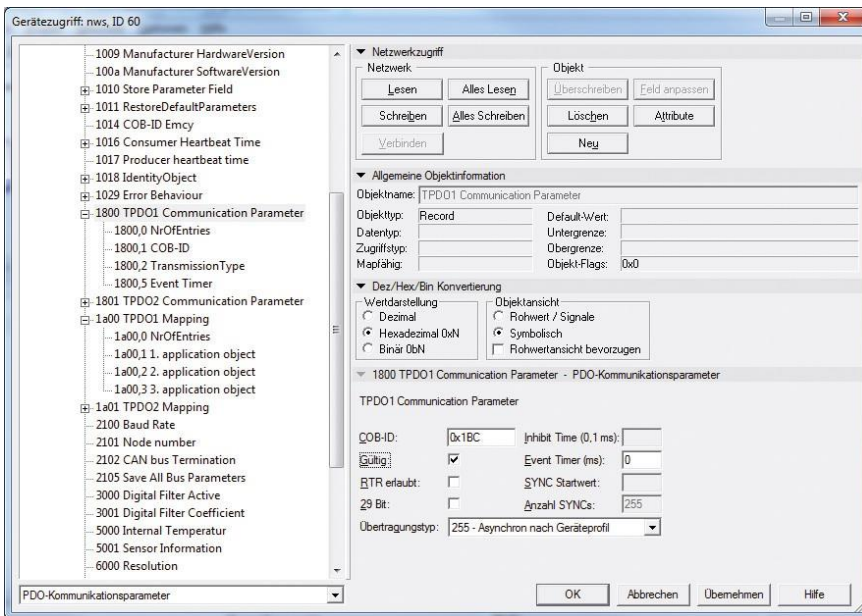


2. Die Mappingeinträge des TPDO 1 werden in Objekt 1A00A verändert und anschließend in 1A00\_00h die Anzahl der tatsächlichen Einträge aktualisiert:





3. Anschließend wird das TPDO1 wieder auf „gültig“ gesetzt:



## 6.2 Emergency Nachricht

Emergency Objekte treten bei fehlerhaften Situationen innerhalb eines CAN-Netzwerkes auf und werden je nach Ereignis ausgelöst und über den Bus mit einer hohen Priorität gesendet.

Wichtig: Ein Emergency Objekt wird nur **einmal pro "Event"** ausgelöst. Solange der Fehler besteht, wird kein neues Objekt generiert. Ist der Fehler behoben, wird ein erneutes Emergency-Objekt mit dem Inhalt 0 (Error Reset oder No Error) generiert und auf den Bus gesendet.

Botschaften vom Typ „Emergency“ werden verwendet, um Fehler eines Gerätes zu signalisieren. In dem Emergency-Telegramm wird ein Code übertragen, der den Fehler eindeutig identifiziert (definiert im Kommunikationsprofil CiA 301 sowie in den jeweiligen Geräteprofilen CiA 410).

Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Content	Emergency Error Code (see Table 21)	Error register (Object 1001 H)	Manufacturer specific Error Field					

Beispiel einer Nachricht bei Übertemperatur:

Transfer Data	00	42	09	80	56	20	50	2E
---------------	----	----	----	----	----	----	----	----

[Errcode]	<b>4200</b>	<b>Temperaturschwellwert des Sensors überschritten</b>
[Error Register]	<b>09</b>	<b>Fehler Register</b>
[ManufacturerSpecific1]	<b>80</b>	Error register
[ManufacturerSpecific2]	<b>56</b>	momentane Temperatur
[ManufacturerSpecific3]	<b>20</b>	aktueller Schwellwert unterer Bereich
[ManufacturerSpecific4]	<b>50</b>	aktueller Schwellwert hoher Bereich
[ManufacturerSpecific5]	<b>2E</b>	Versions Register

Das Verhalten im Fehlerfall wird im **Objekt 1029h Error Behavior** beschrieben

### Objekt 1029h Error Behavior

Wird ein ernsthafter Fehler erkannt, sollte das Gerät automatisch in den Pre-Operational Modus wechseln. Innerhalb dieses Objektes kann eingestellt werden, wie sich das Gerät beim Auftreten eines Fehlerfalles verhalten soll. Folgende Fehlerklassen werden abgedeckt:

#### 1029h, Subindex 1 Kommunikationsfehler

- Bus-off Zustand des CAN Interfaces
- Life guarding Ereignis ist aufgetreten
- Heartbeat Überwachung ist fehlgeschlagen

**1029h, Subindex 2 Device Profile Specific**

- Sensorfehler und Controllerfehler
- Temperaturfehler

**1029h, Subindex 3 Manufacturer Specific**

- interner Fehler

Der Wert der Objektklassen setzt sich folgendermaßen zusammen:

Byte 0
$2^7 \dots 2^0$

**Wertebereich 8-Bit**

- 0 Pre-Operational Modus (nur wenn zuvor Operational-Modus aktiv war)
- 1 keine Änderung des Modus
- 2 Stopped-Modus
- 3 ... 127 reserviert

## 7. Objekte des Inclinometer Profil DS 410

### Objekt 6000h Resolution

Defaulteinstellung 2 Axis Sensor: 10d = 0,01 ° Resolution

Defaulteinstellung 1 Axis Sensor: 100d = 0,1 ° Resolution

(0,01 ° Resolution mit Objekt 5002h ohne Skalierung)

Value	Definition
1d (01h)	0,001° nicht unterstützt
10d (0Ah)	<b>0,01° nur bei 2-dimensional</b>
100d (64h)	0,1°
1000d (3E8h)	1,0°
other	nicht unterstützt

Der Parameter „6000 Resolution“ beeinflusst die Messachsen long16 und lateral16 !

### Winkelberechnungen

#### 2-Achsen Inclinometer

##### Lotwinkel

Mit Hilfe der Angabe der beiden Lotwinkel wird die Neigung des Sensorkoordinatensystems gegenüber der Gravitationsrichtung beschrieben. Der erste ausgegebene Wert entspricht einer Rotation um die y-Achse des Sensors und wird als „Lotwinkel X“ bezeichnet. Der Wert entspricht dem Winkel [°], den der Gravitationsvektor mit der yz-Ebene des Sensors einschließt. Der zweite ausgegebene Wert entspricht einer Rotation um die x-Achse des Sensors und wird als „Lotwinkel Y“ bezeichnet. Der Betrag des Wertes entspricht dem Winkel [°], den der Gravitationsvektor mit der xz-Ebene des Sensors einschließt.

$$\text{Lotwinkel X} = \sin^{-1} \left( \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \right)$$

$$\text{Lotwinkel Y} = \sin^{-1} \left( \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \right)$$

#### 1-Achsen Inclinometer

##### Eulerwinkel

In dieser Einstellung sind die beiden ausgegebenen Winkelwerte als Eulerwinkel zu interpretieren. Dabei geht die aktuelle Lage des Sensors durch zwei nacheinander ausgeführte Rotationen aus dem horizontal ausgerichteten Zustand hervor. Der „Eulerwinkel Z“ gibt den Winkel [°] an, um die die z-Achse des Sensors ausgelenkt ist. Der „Eulerwinkel XY“ entspricht dann dem Winkel [°], um den der Sensor danach um die (ausgelenkte) z-Achse gedreht wurde.



$$\text{Eulerwinkel } Z = \cos^{-1} \left( \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \right)$$

$$\text{Eulerwinkel } Z = \tan^{-1}(x, y)$$

### Objekt 6010h      Slope long16

Der Inclinometer gibt den Messwert der Messachse long16 als 16- Bit Wert vorzeichenbehaftet in Grad [°] aus. Der Messwert ist von den Einstellungen des Objektes 6011h - 6014h abhängig. Diese Werte beeinflussen die Berechnung und das Ergebnis.

Dateninhalt:

Byte 0	Byte 1
$2^7 \dots 2^0$	$2^{15} \dots 2^8$

#### Bei 2-dimensional:

Wertebereich:                      0 ... +/- 85,00 ° (signed value)

Updaterate des Messwerts: 20ms

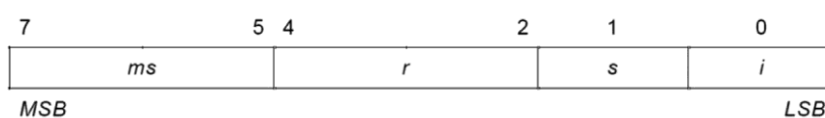
#### Bei 1-dimensional:

Wertebereich:                      0 ... 360,0 °

Updaterate des Messwerts: 20ms

### Objekt 6011h      Slope long16 Operating parameter

Über dieses Objekt, kann die Skalierung mit Offset/Preset aus den Objekten 6012h-6014h und Invertierung des Messwertes von Slope long16 in Objekt 6010h zu- oder abgeschaltet werden.





Field	Value	Definition
ms		ms Manufacturer-specific
r	0 <sub>b</sub>	reserved
s (scaling)	0 <sub>b</sub> 1 <sub>b</sub>	Scaling not enable Scaling enable
i (inversion)	0 <sub>b</sub> 1 <sub>b</sub>	Inversion not enable Inversion enable

**Skalierung:**

Wird die Skalierung eingeschaltet, wird der Messwert von 6010h long16 wie folgt berechnet: Slope long16 = physically measured angle + Differential slope long16 offset + Slope long16 offset Bei abgeschalteter Skalierung gleicht der Messwert in 6010h dem physikalisch gemessenen Wert.

**Invertierung:**

Wird die Invertierung eingeschaltet, wird der Messwert in 6010h, invertiert ausgegeben.

**Objekt 6012 Slope long16 preset value**

Über das Objekt 6012, kann der Messwert 6010h long16, auf einen gewünschten Winkelwert gesetzt werden (PRESET). Der gewünschte Winkelwert wird als 16-Bit vorzeichenbehafteter Wert in Berücksichtigung der zuvor eingestellten Resolution in Objekt 6000, übergeben.

Der Differenzialoffset aus Objekt 6014h wird in die Preset Berechnung mit einbezogen.

Der durch den Presetwert in 6012h errechnete Winkeloffset kann über das Objekt 6013h ausgelesen oder verändert werden.

**Berechnung des Winkeloffset:**

Slope long16 offset = Slope long16 preset value at  $t_{acc}$  – slope physical measured at  $t_{acc}$  – Differential slope long16 offset

$t_{acc}$  = time when accessing object 6012<sub>h</sub>

**Berechnung des Messwertes Objekt 6010h long16:**

Slope long16 = physically measured angle + Differential slope long16 offset + Slope long16 offset

**Beispiel:**

Der Messwert von Objekt 6010h soll auf +45,00 ° gesetzt werden. Die Resolution in Objekt 6000h ist auf 0,01° = 10d eingestellt: Objekt 6012h = 4500 (SIGNED16)

**Dateninhalt:**

Byte 0	Byte 1
2 <sup>7</sup> ... 2 <sup>0</sup>	2 <sup>15</sup> ... 2 <sup>8</sup>

**Bei 2-dimensional:**

Wertebereich: 0 ... +/-85,00° . Beispiel: +45,00° = 4500 (SIGNED16)

**Bei 1-dimensional:**

Wertebereich: 0 ...360,0° . Beispiel: 45,0° = 450 (SIGNED16)

**ACHTUNG:** Eingabe muss an die gewählte Auflösung in Objekt 6000h angepasst werden.

**Objekt 6013h      Slope long16 offset**

Über das Objekt 6013h, kann direkt ein Winkeloffset übergeben werden, der mit dem Messwert von 6010h long16 verrechnet wird. Der Winkeloffset wird mit einem 16-Bit vorzeichenbehafteten Wert übergeben in Abhängigkeit der eingestellten Resolution in Objekt 6000h.

**Wertebereich:****Bei 2-dimensional:**

+/-180,00° . Beispiel: +45,00° = 4500 (SIGNED16)

**Bei 1-dimensional:**

+/-360,0° . Beispiel: +45,0° = 450 (SIGNED16)

**ACHTUNG:** Eingabe muss an die gewählte Auflösung in Objekt 6000h angepasst werden.

Slope long16 = physically measured angle + Differential slope long16 offset + Slope long16 offset

**Dateninhalt:**

Byte 0	Byte 1
$2^7 \dots 2^0$	$2^{15} \dots 2^8$

**Objekt 6014h      Differenzial Slope long16 offset**

Über das Objekt 6014h kann unabhängig von den Objekten 6012h Preset und 6013h Offset, der Messbereich mittels Offset verschoben werden. Hierzu kann dem Objekt 6014 ein 16-Bit vorzeichenbehafteter Winkelwert in Abhängigkeit auf die in Objekt 6000h eingestellte Resolution übergeben werden.

**Wertebereich:****Bei 2-dimensional:**

+/-85,00° . Beispiel: +45,00° = 4500 (SIGNED16)

**Bei 1-dimensional:**

+/-360,0° . Beispiel: +45,0° = 450 (SIGNED16)

**ACHTUNG:** Eingabe muss an die gewählte Auflösung in Objekt 6000h angepasst werden.

Slope long16 = physically measured angle + Differential slope long16 offset + Slope long16 offset

Dateninhalt:

Byte 0	Byte 1
00	10h

**Objekt 6020h      Slope lateral16 (nur bei 2-dimensional)**

Der Inclinometer gibt den Messwert der Messachse lateral16 als 16- Bit Wert **vorzeichenbehaftet** in Grad [°] aus. Der Messwert ist von den **Einstellungen des Objektes 6021h - 6024h** abhängig. Diese Werte beeinflussen die Berechnung und das Ergebnis.

Dateninhalt:

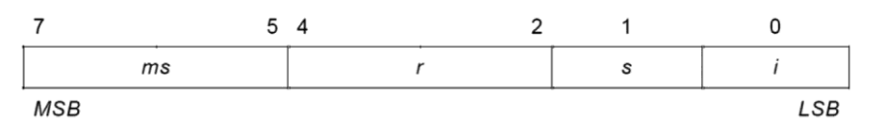
Byte 0	Byte 1
$2^7 \dots 2^0$	$2^{15} \dots 2^8$

Wertebereich:                      +/- 85,00 ° (signed value)

Updaterate des Messwerts: 20ms

**Objekt 6021h      Slope lateral16 operating parameter (neu bei 2-dimensional)**

Über dieses Objekt, kann die Skalierung mit Offset/Preset aus den Objekten 6022h-6024h und Invertierung des Messwertes von Slope lateral16 in Objekt 6020h zu- oder ab geschaltet werden.



Field	Value	Definition
ms		Manufacturer-specific
r	$0_b$	reserved
s (scaling)	0 $b$ 1	Scaling not enable Scaling enable
i (inversion)	$0_b$ $1_b$	Inversion not enable Inversion enable

Skalierung:

Wird die Skalierung eingeschaltet, wird der Messwert von 6020h lateral16 wie folgt berechnet: Slope long16 = physically measured angle + Differential slope lateral16 offset + Slope lateral16 offset  
Bei abgeschalteter Skalierung gleicht der Messwert in 6020h dem physikalisch gemessenen Wert.

Invertierung:

Wird die Invertierung eingeschaltet, wird der Messwert in 6020h, invertiert ausgegeben.

**Objekt 6022 Slope lateral16 preset value (nur bei 2-dimensional)**

Über das Objekt 6022, kann der Messwert 6020h lateral16, auf einen gewünschten Winkelwert gesetzt werden (PRESET). Der gewünschte Winkelwert wird als 16-Bit vorzeichenbehafteter Wert in Berücksichtigung der zuvor eingestellten Resolution in Objekt 6000, übergeben.

Der Differenzialoffset aus Objekt 6024h wird in die Preset Berechnung mit einbezogen.

Der durch den Presetwert in 6022h errechnete Winkeloffset kann über das Objekt 6023h ausgelesen oder verändert werden.

Berechnung des Winkeloffset:

Slope lateral16 offset = Slope lateral16 preset value at  $t_{acc}$  – slope physical measured at  $t_{acc}$  –  
Differential slope lateral16 offset  $t_{acc}$  = time when accessing object 6022<sub>h</sub>

Berechnung des Messwertes Objekt 6020h lateral16:

Slope lateral16 = physically measured angle + Differential slope lateral16 offset + Slope lateral16 offset

Beispiel:

Der Messwert von Objekt 6020h soll auf +45,00 ° gesetzt werden. Die Resolution in Objekt 6000h ist auf 0,01° = 10d eingestellt: Objekt 6022h = 4500 (SIGNED16)

Dateninhalt:

Byte 0	Byte 1
$2^7 \dots 2^0$	$2^{15} \dots 2^8$

Wertebereich: +/-85,00° . Beispiel: +45,00° = 4500 (SIGNED16)

**Objekt 6023h Slope lateral16 offset (nur bei 2-dimensional)**

Über das Objekt 6023h, kann direkt ein Winkeloffset übergeben werden, der mit dem Messwert von 6020h lateral16 verrechnet wird. Der Winkeloffset wird mit einem 16-Bit vorzeichenbehafteten Wert übergeben in Abhängigkeit der eingestellten Resolution in Objekt 6000h.

Wertebereich: +/-180,00° . Beispiel: +45,00° = 4500 (SIGNED16)

Slope lateral16 = physically measured angle + Differential slope lateral16 offset + Slope lateral16 offset

Dateninhalt:

Byte 0	Byte 1
$2^7 \dots 2^0$	$2^{15} \dots 2^8$

**Objekt 6024h Differenzial Slope lateral16 offset**

Über das Objekt 6024h kann unabhängig von den Objekten 6022h Preset und 6023h Offset, der Messbereich mittels Offset verschoben werden. Hierzu kann dem Objekt 6024 ein 16-Bit vorzeichenbehafteter Winkelwert in Abhängigkeit auf die in Objekt 6000h eingestellte Resolution, übergeben werden.

Wertebereich: +/-85,00° . Beispiel: +45,00° = 4500 (SIGNED16)

Slope lateral16 = physically measured angle + Differential slope lateral16 offset + Slope lateral16 offset

Dateninhalt:

Byte 0	Byte 1
00	10h

## 8. Hersteller spezifische Objekte

### Objekt 2100h      Baudrate

Über dieses Objekt kann die Baudrate softwaremäßig verändert werden. Standardmäßig ist der Wert auf 05h eingestellt, d.h. 250kBit/s. Wird der Wert zwischen 0 ... 8 eingestellt und der Parameter über das [Object 2105h Save All Bus Parameters](#) gespeichert, so bootet das Gerät beim erneuten Einschalten oder Reset Node mit der geänderten Baudrate.

Dateninhalt:

Byte 0
$2^7 \dots 2^0$

#### Wertebereich **0 ... 8 ( s. Tabelle Baudrate)**

Die Übernahme einer neuen Knotennummer erfolgt erst beim nächsten Hochlaufen (Reset/Power-on) des Gebers oder über einen **NMT-Reset Node** Befehl. Alle anderen Einstellungen innerhalb der Objekttabelle bleiben aber erhalten.

### Objekt 2101h      Knotenadresse

Über dieses Objekt kann die Knotenadresse softwaremäßig verändert werden. Standardmäßig ist der Wert auf 0x3Eh eingestellt, d.h. Node-ID= 0x3E. Wird der Wert zwischen 1...127 eingestellt und der Parameter über das [Object 2105h Save All Bus Parameters](#) gespeichert, so bootet das Gerät beim erneuten Einschalten oder **Reset Node** mit der geänderten Knotenadresse.

Dateninhalt:

Byte 0
$2^7 \dots 2^0$

#### Wertebereich **1 ... 127 oder 1 ... 7Fh**

Die **Knotennummer 0** ist reserviert und darf von keinem Knoten verwendet werden.

Die resultierenden Knotennummern liegen im Bereich 1...7Fh hexadezimal oder (1...127)

Die Übernahme einer neuen Knotennummer erfolgt erst beim nächsten Hochlaufen (Reset/Power-on) des Gebers oder über einen **NMT-Reset Node** Befehl. Alle anderen Einstellungen innerhalb der Objekttabelle bleiben aber erhalten.

**Objekt 2102h CAN-Busterminierung aus/ein**

Über dieses Objekt kann die Busterminierung softwaremäßig eingeschaltet werden. Standardmäßig ist der Wert auf 0 eingestellt, d.h. die Terminierung ist ausgeschaltet.

Dateninhalt:

Byte 0
$2^7 \dots 2^0$

Wertebereich **0 ... 1**

**\*bei Geräten mit Kabelabgang und einem CAN-Anschluss = 1**

**Objekt 2105h Save All Bus Parameters**

Dieser Parameter speichert die gewünschten Busparameter (Objekt 2100h, 2101h, 2102h) permanent im Flash-Speicher. Dieses Objekt dient als zusätzliche Absicherung vor ungewolltem Ändern der Baudrate und Knotenadresse.

Erst durch gezieltes Abspeichern mit dem Parameter „**save**“ (**hexadezimal 0x65766173**) werden die Busparameter **Baudrate, Knotenadresse und Terminierung** permanent abgespeichert.

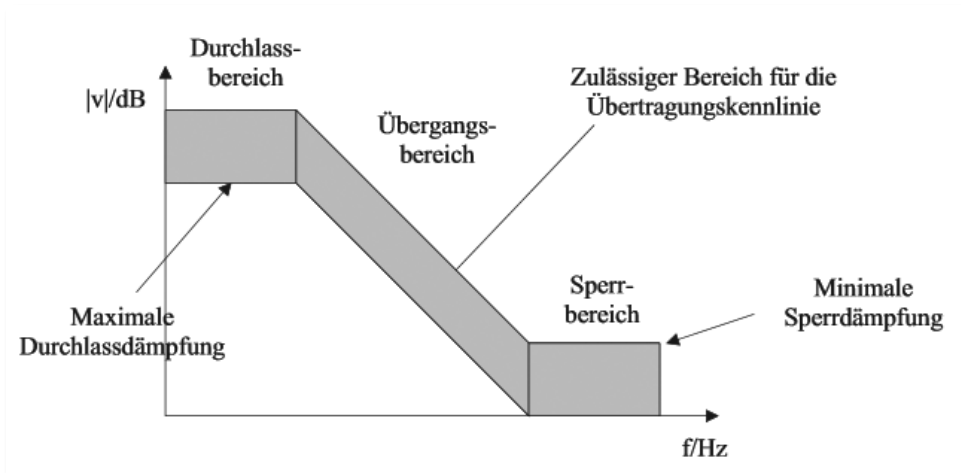
Dateninhalt:

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
$2^7 \dots 2^0$	$2^{15} \dots 2^6$	$2^{23} \dots 2^{16}$	$2^{31} \dots 2^{24}$

Wertebereich: „**save**“ in hexadezimal **0x65766173**

## 8.1 Tiefpassfilter

Als Tiefpassfilter bezeichnet man in der Elektronik solche Filter, die Signalanteile mit Frequenzen unterhalb ihrer Grenzfrequenz annähernd ungeschwächt passieren lassen, Anteile mit höheren Frequenzen dagegen abschwächen.



Einstellmöglichkeiten : Filter ein/aus

Filtereinsatzfrequenz **b** :bestimmt den Einsatzpunkt des Sperrbereichs (Bereich 0.1 ... 10.0 Hz )

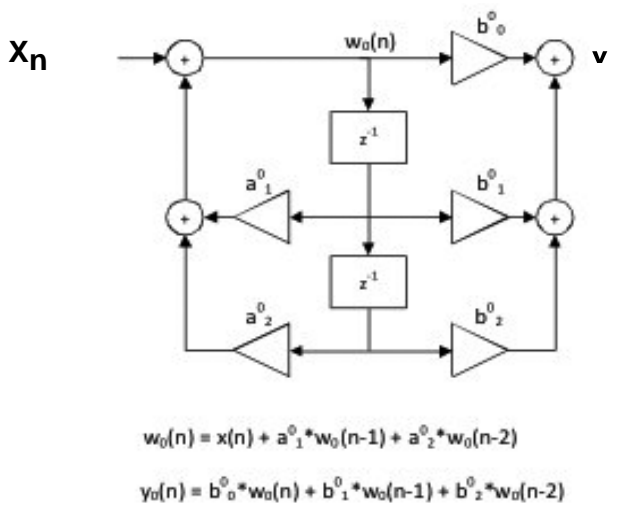


**Filterbeschreibung 2. Ordnung**

Ein IIR-Filter wird meist mit Hilfe von **Teilsystemen 2. Ordnung** in der Direktform realisiert.

Bild unten zeigt das entsprechende Blockschaltbild. Ein Teilsystem besteht aus 2 Verzögerungsgliedern oder Speicherelementen, die die Zwischenwerte  $w_0(n)$  enthalten, sowie den zwei Koeffizienten  $a_{01}$ ,  $a_{02}$  im rekursiven Teil und den drei Koeffizienten  $b_{00}$ ,  $b_{01}$  und  $b_{02}$ .

Der zweite Index (j) dient der Unterscheidung bei mehreren Teilsystemen. Ein Teilsystem wird durch die Gleichungen s.u. beschrieben. Eingesetzt werden 4 Teilsysteme 2. Ordnung, daraus ergibt sich ein **Butterworthfilter 8. Ordnung**.



Dabei ist  $X_n$  ist das Eingangssignal,  $Y_n$  ist der **Filterausgang und gleichzeitig der Eingang** auf eine weiteres Teilsystem.

**Objekt 3000h Tiefpassfilter ein/aus**

Dateninhalt:

Byte 0	Byte 1
$2^7 \dots 2^0$	$2^{15} \dots 2^8$

**Tiefpassfilter ein**    **0x1**

**Tiefpassfilter aus**    **0x0**

**Objekt 3001h Filterkoeffizient**

Standardeinstellung: Filtereinsatzfrequenz b Wert 10.0

Dateninhalt:

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
$2^7 \dots 2^0$	$2^{15} \dots 2^8$	$2^{23} \dots 2^{16}$	$2^{31} \dots 2^{24}$

Mögliche Einstellungen: 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10.0 Hz

Andere Werte werden auf Default 10.0 Hz gesetzt.

**Wertebereich: Real32 0.1 ... 10.0 Hz**

Frequenz [Hz]	Eingabewert	Write command (SDO)
1	0x3F800000	22 01 30 00 00 00 80 3F
2,5	0x40200000	22 01 30 00 00 00 20 40
5	0x40A00000	22 01 30 00 00 00 A0 40
10	0x41200000	22 01 30 00 00 00 20 41
0,1	0x3DCCCCCD	22 01 30 00 CD CC CC 3D
0,3	0x3E99999A	22 01 30 00 9A 99 99 3E
0,5	0x3F000000	22 01 30 00 00 00 00 3F

**Objekt 5000h Actual Temperature Sensor \***

Über dieses Objekt wird die aktuelle Temperatur Im Innern des Sensors als signed 16-Bit Hexadezimalwert angezeigt. Dieser Wert dient zur Feststellung der momentanen Temperatur des Gerätes.

Dateninhalt:

Byte 0	Byte 1
$2^7 \dots 2^0$	$2^{15} \dots 2^8$

Wertebereich bis 00...FFFFh

Beispiel: 0x103 entspricht + 25,9°C

\* Der Temperaturwert kann als 16-Bit Wert zu den Prozessdaten gemappt werden und wird dort alle 2s aktualisiert. Die Genauigkeit beträgt  $\pm 0,2^\circ\text{C}$ , die Messung erfolgt innerhalb der Geber-Elektronik.

**Objekt 5001h      Sensor Information**

Über dieses Objekt können im Betrieb Sensorinformationen angezeigt werden.

Dateninhalt:

Byte 0	Byte 1
$2^7 \dots 2^0$	$2^{15} \dots 2^8$

Bit 0...1 = Overflow: Messbereich wurde überschritten

Value = 0: Positionierung des Sensors im gültigen Messbereich  $> -85,00^\circ$  &  $< +85,00^\circ$

Value = 1: Positionierung des Sensor außerhalb des positiven Messbereichs  $> +85,00^\circ$

Value = 2: Positionierung des Sensor außerhalb des positiven Messbereichs  $< -85,00^\circ$

Bit 2 = Back / Front Indication:

Value = 0 Sensor in Kopflage

Value = 1 Sensor in Normallage/Einbaulage

Bit 8...15 = Orientation:

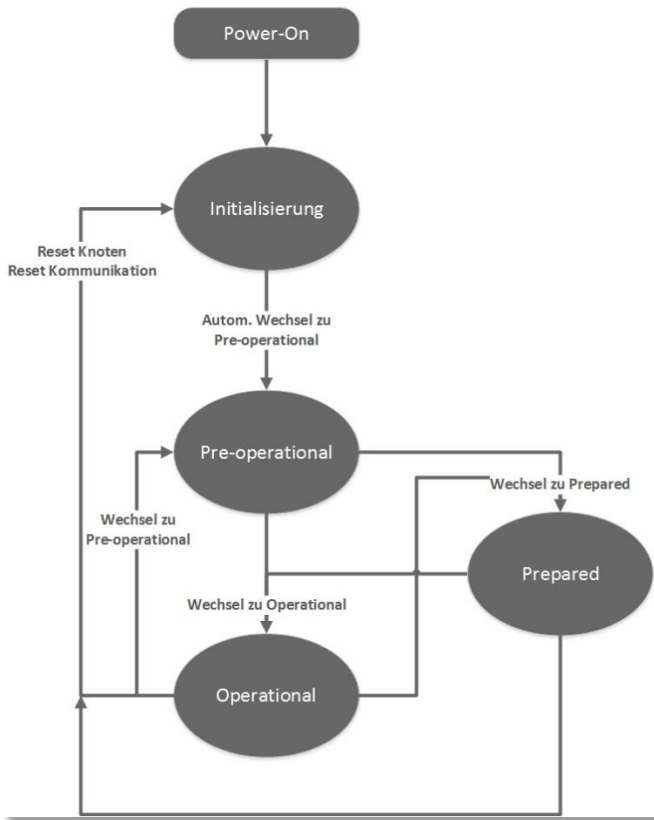
Value = 0 Kopflage X, Normallage Y

Value = 2 X gedreht, Y gedreht

Value = 6 Normallage X, Normallage Y

## 9. Netzwerkmanagement

Der Geber unterstützt das im Profil für „minimum capability devices“ definierte, vereinfachte Netzwerkmanagement (minimum boot up). Folgendes Zustandsdiagramm nach DS 301 zeigt die unterschiedlichen Knoten-Zustände und die entsprechenden Netzwerk-Kommandos (gesteuert vom Netzwerk-Master über NMT-Dienste):



**Initialisierung:** Nach einem Reset des Gerätes oder nach dem Einschalten ist dies der Ausgangszustand nach Anlegen der Versorgungsspannung. Der Knoten wechselt nach Durchlauf der Reset-/Initialisierungsroutinen automatisch in den Zustand Pre-operational. Die LED's zeigen den momentanen Status an.

**Pre-operational:** Der CAN-Knoten kann nun über SDO-Nachrichten oder mit NMT-Befehle unter dem Standard-Identifizier angesprochen werden. Es erfolgt die Programmierung der Geber- oder Kommunikations-Parameter.

**Operational:** Der Knoten ist aktiv. Prozesswerte werden über die PDO's ausgegeben. Alle NMT-Kommandos können ausgewertet werden.

**Prepared oder Stopped:** In diesem Zustand ist der Knoten nicht mehr aktiv, d.h. sowohl eine SDO- als auch eine PDO-Kommunikation ist nicht möglich. Der Knoten kann über NMT-Kommandos entweder in den Zustand Operational oder Pre-operational gesetzt werden.

## 10. NMT-Kommandos

Sämtliche NMT-Kommandos werden als unbestätigtes NMT-Objekt übertragen. Durch das Broadcast (netzwerkweite) Kommunikationsmodell werden die NMT-Kommandos von jedem Teilnehmer erkannt. Ein NMT-Objekt ist folgendermaßen aufgebaut:

Byte 0	Byte 1
$2^7 \dots 2^0$	$2^{15} \dots 2^6$

**COB-ID = 0**

**Byte 0 = Kommandobyte**

**Byte 1 = Knoten-Nummer (z.B. 3F oder 00 für alle Teilnehmer)**

**Der COB-ID des NMT-Objektes ist immer 0**

Über die Knoten-Nummer wird der Knoten adressiert. Bei Knoten-Nummer 0 werden alle Knoten angesprochen.

Kommandobyte (hex)	Beschreibung
01h	Start_Remote_Node: Wechsel zu Operational
02h	Stop_Remote_Node: Wechsel zu Prepared
<b>80h</b>	Enter_Pre-Operational_State: Wechsel zu Pre-operational
81h	Reset_Node: Reset Knoten <sup>1</sup>
82h	Reset_Communication: Reset Kommunikation <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alle Parameter des gesamten Objektverzeichnisses werden auf Power-On Werte gesetzt.

<sup>2</sup>Nur die Parameter im Abschnitt Kommunikationsprofil des Objektverzeichnisses werden auf Power-On Werte gesetzt.

## 11. Glossar

### Baudrate

Die Baudrate ist die Übertragungsgeschwindigkeit. Sie steht in Zusammenhang mit dem nominellen Bit-Timing. Die maximal mögliche Baudrate ist von vielen Faktoren, welche die Laufzeit der Signale auf dem Bus beeinflussen, abhängig. Ein wesentlicher Zusammenhang besteht zwischen der maximalen Baudrate und der Buslänge und dem Kabeltyp. In CANopen sind verschiedene Baudraten zwischen 10 kbit/s und 1 Mbit/s definiert.

### CANopen

CANopen ist ein auf CAN basierendes Protokoll, welches ursprünglich für industrielle Steuerungssysteme entwickelt wurde. Die Spezifikationen beinhalten sowohl verschiedene Geräteprofile, als auch den Rahmen für spezifische Anwendungen. CANopen Netzwerke werden auch in Off-Road Fahrzeugen, Schiffselektronik, medizinischen Geräten und Zügen verwendet. Der sehr flexible Application Layer und die vielen optionalen Features sind ideal für zugeschnittene Lösungen. Weiterhin gibt es eine Vielzahl von Konfigurationstools. Auf dieser Basis kann der Anwender anwendungsspezifische Geräteprofile definieren.

Weitere Informationen zu CANopen finden Sie im Internet unter [www.can-cia.org](http://www.can-cia.org).

### EDS-Datei

Die EDS-Datei (Electronic Data Sheet) wird vom Hersteller eines CANopen-Gerätes bereitgestellt. Sie hat ein standardisiertes Format für die Beschreibung von Geräten. Die EDS-Datei beinhaltet Informationen über:

- Beschreibung der Datei (Name, Version, Erstellungsdatum, u.a.)
- Allgemeine Geräteinformationen (Herstellername und -code)
- Geräte- und -typ, Version, LMT-Adresse
- unterstützte Baudraten sowie Boot-Up-Fähigkeit
- Beschreibung der unterstützten Objekte über deren Attribute.

### Knotennummer

Innerhalb eines CANopen-Netzwerkes wird jedes Gerät über seine Knotennummer (Node-ID) identifiziert. Die erlaubten Knotennummern liegen im Bereich von 1-127 und dürfen nur einmal innerhalb eines Netzwerkes vorkommen.

### Netzwerkmanagement

In einem verteilten System fallen verschiedene Aufgaben im Zusammenhang mit der Konfiguration, Initialisierung und Überwachung der Netzwerkteilnehmer an. Das in CANopen definierte Dienstelement »Netzwerkmanagement (NMT)« stellt diese Funktionalität zur Verfügung.

### PDO

Die Prozessdatenobjekte (PDO) stellen die eigentlichen Transportmittel für die Übertragung von Prozessdaten (Anwendungsobjekten) dar. Ein PDO wird von einem Producer gesendet und kann von einem oder mehreren Consumern empfangen werden.

**PDO-Mapping**

Die Größe eines PDOs kann bis zu 8 Byte betragen. Es kann benutzt werden, um mehrere Anwendungsobjekte zu transportieren. Das PDO-Mapping beschreibt die Festlegung über die Anordnung der Anwendungsobjekte innerhalb des Datenfeldes des PDOs.

**SDO**

Über Dienstdatenobjekte (Service Data Objects, SDO) erfolgt der bestätigte Transfer von Daten beliebiger Länge zwischen zwei Netzteilnehmern. Der Datentransfer findet im Client-Server-Mode statt.

**Kübler Group**  
**Fritz Kübler GmbH**  
Schubertstr. 47  
78054 Villingen-Schwenningen  
Deutschland  
Tel.: +49 7720 3903-0  
Fax: +49 7720 21564  
[info@kuebler.com](mailto:info@kuebler.com)  
[www.kuebler.com](http://www.kuebler.com)