

Handbuch

Dynamische Neigungssensoren

Version: 1.2

Datum: 21.06.2022



IS2BP090-C-DL
IS2BP090-O-DL
IS2BP090-J-DL
IS1BP360-C-DL
IS1BP360-O-DL
IS1BP360-J-DL

Revisionsübersicht

Datum	Revision	Änderung(en)
04.05.2018	1.0	erste Version
30.07.2021	1.1	Erweiterungen CANopen/J1939 CANopen Emergency Error Codes aktualisiert Gehäuseänderungen Kunststoffgehäuse / Außenmaße unverändert Einsatzgebiete "Solarthermie" und "Photovoltaik" ersatzlos gestrichen
21.06.2022	1.2 gültig ab Seriennum- mer 3000	Einsatzgebiete (Erweiterung Punkt 2.2) CE-Konformität (in Tabelle 1) EMV (Tabelle 2 komplett überarbeitet) Zuverlässigkeitsdaten (in Tabelle 1)

© Copyright 2022 GEMAC Chemnitz GmbH

Unangekündigte Änderungen vorbehalten.

Wir arbeiten ständig an der Weiterentwicklung unserer Produkte. Änderungen des Lieferumfangs in Form, Ausstattung und Technik behalten wir uns vor. Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen dieser Dokumentation können keine Ansprüche abgeleitet werden.

Jegliche Vervielfältigung, Weiterverarbeitung und Übersetzung dieses Dokumentes sowie Auszügen daraus bedürfen der schriftlichen Genehmigung durch die GEMAC Chemnitz GmbH.

Alle Rechte nach dem Gesetz über das Urheberrecht bleiben der GEMAC Chemnitz GmbH ausdrücklich vorbehalten.

Hinweis:

Zur Verwendung des Neigungssensors und zum Verständnis dieses Handbuchs sind allgemeine Kenntnisse über das Feldbussystem CAN-Bus, CANopen bzw. SAE J1939 notwendig.

Inhaltsverzeichnis

1	Sicherheitshinweise.....	1
1.1	Eingangskontrolle.....	1
1.2	Bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	1
1.3	Bestimmungswidriger Gebrauch.....	1
1.4	Anforderungen an die Qualifikation des Personals.....	1
2	Übersicht.....	2
2.1	Eigenschaften.....	2
2.2	Einsatzgebiete.....	2
3	Technische Daten.....	3
4	Montage.....	6
4.1	Befestigung.....	6
4.2	Anordnung der Befestigungsbohrungen.....	6
5	Anschluss.....	7
5.1	Allgemeine Informationen zum Anschluss.....	7
5.2	Anforderungen an die Spannungsversorgung.....	7
5.3	Steckverbinder-Belegung.....	7
5.4	Interne Beschaltung.....	8
5.5	Bus-Abschlusswiderstand.....	8
6	Funktionsbeschreibung.....	9
6.1	Digitalfilter.....	9
7	Funktionsbeschreibung CAN Schnittstelle.....	10
7.1	Nullpunkteinstellung.....	10
7.2	Digitalfilter.....	10
7.3	Sensorfusionsfilter.....	10
7.4	Zustandsanzeige der Status-LED.....	10
7.5	Aufbau der CAN-Telegramme.....	11
7.5.1	Datenteil im CAN-Telegramm.....	11
7.5.2	Statusbyte (STATUS).....	11
7.6	Boot-Up-Nachricht.....	12
7.7	Geräteparameter lesen/schreiben.....	12
7.7.1	Set-Parameter-Telegramme.....	13
7.7.2	Reply-Parameter-Telegramme.....	14
7.8	Standardgeräteparameter.....	16
7.9	Übertragung des Neigungswinkels.....	16
7.9.1	Abfragemodus (Polling).....	16
7.9.2	Synchroner Modus.....	17
7.9.3	Zyklischer Modus.....	17
7.10	Alternative Ausgabeformate.....	18
7.10.1	Ausgabe der Euler-Winkel.....	18
7.10.2	Ausgabe der Drehrate (Gyrosensor Rohdaten).....	18
7.10.3	Ausgabe der Beschleunigung.....	18

7.11 Konfiguration des Neigungssensors.....	18
7.11.1 Zyklischen Modus konfigurieren.....	18
7.11.2 CAN-Identifizieren konfigurieren.....	18
7.11.3 Baudrate konfigurieren.....	19
7.11.4 Automatische Bus-Off Erholung konfigurieren.....	19
7.11.5 Grenzfrequenz des Digitalfilters konfigurieren.....	19
7.11.6 Sensorfusion konfigurieren.....	19
7.11.7 Nullpunktoffset konfigurieren.....	20
7.11.8 Standardgeräteparameter wiederherstellen.....	20
7.11.9 Geräteparameter speichern.....	20
8 Funktionsbeschreibung CANopen Schnittstelle.....	21
8.1 Funktionsübersicht.....	21
8.2 CANopen Struktur.....	22
8.3 CANopen Gerätemodell.....	22
8.4 COB-IDs.....	23
8.5 Netzwerkmanagement: NMT.....	23
8.6 Prozessdaten: PDO (TPDO1, TPDO2).....	24
8.6.1 PDO Kommunikationsarten.....	25
8.6.1.1 Individuelle Abfrage (Polling).....	25
8.6.1.2 Zyklisches Senden.....	25
8.6.1.3 Synchronisiertes Senden.....	25
8.6.1.4 Ereignisgesteuertes Senden bei Winkeländerung (herstellerspezifisch).....	25
8.7 Parameterdaten: SDO.....	26
8.8 Objektverzeichnis.....	26
8.8.1 Kommunikationsparameter (nach CiA DS-301).....	27
8.8.1.1 Fehlerregister (1001h).....	28
8.8.1.2 Herstellerstatusregister (1002h).....	29
8.8.1.3 Vordefiniertes Fehlerfeld (1003h).....	29
8.8.1.4 Parameter speichern (1010h) und wiederherstellen (1011h).....	29
8.8.1.5 Transmit PDO – Übertragungstyp (1800h / 1801h).....	30
8.8.2 Herstellerspezifischer Teil.....	30
8.8.2.1 Automatische Bus-Off Erholung (2002h).....	31
8.8.2.2 Digitalfiltereinstellungen (3000h).....	31
8.8.2.3 TPDO1 Senden bei Winkeländerung (3001h).....	32
8.8.3 Profilspezifischer Teil (nach CiA DS-410).....	32
8.8.3.1 Auflösung (6000h).....	33
8.8.3.2 Neigungswert axial (6010h) / Neigungswerte longitudinal und lateral (6010h und 6020h).....	33
8.8.3.3 Betriebsparameter (6011h und 6021h).....	33
8.8.3.4 Nullpunkteinstellung: Vorgabewert, Offsetwert, Differenzoffsetwert (60x1/2/3h).....	33
8.9 Fehlermeldungen: Emergency.....	34
8.10 Ausfallüberwachung.....	35
8.10.1 Nodeguarding / Lifeguarding.....	35
8.10.2 Heartbeat.....	35

8.11 LSS: Layer Setting Service (nach CiA DSP-305).....	36
8.11.1 Einstellung von Node-ID und Baudrate.....	36
8.12 Automatische Baudratenerkennung (nach CiA AN-801).....	36
8.13 Status-LED (nach CiA DR-303-3).....	37
9 Funktionsbeschreibung J1939 Schnittstelle.....	38
9.1 Telegrammformat.....	38
9.2 Geräte-Name und Adresse.....	38
9.3 Prozessdaten (Transmit PGNs).....	39
9.4 Sensor Konfiguration.....	42
9.4.1 Beispiele J1939 Kommunikation.....	44
9.4.2 Bedeutung Statusbyte.....	45
10 Wartung und Kundendienst.....	46
10.1 Kalibrierung.....	46
10.2 Kundendienst.....	46
10.2.1 Rücksendung.....	46
10.2.2 Support.....	46
10.2.3 Gewährleistung und Haftungseinschränkung.....	46
11 Sensorkonfiguration.....	47
11.1 Neigungssensor Programmieradapter.....	47
11.2 PC-Software ISDControl.....	48
12 Bestellinformationen.....	49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Technische Daten.....	4
Tabelle 2: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	4
Tabelle 3: Filterauswahl.....	9
Tabelle 4: Betriebs- und Fehleranzeige der Status-LED.....	10
Tabelle 5: Aufbau der CAN-Telegramme.....	11
Tabelle 6: Statusbyte Typ: IS1BP360-x-DL.....	11
Tabelle 7: Statusbyte Typ: IS2BP090-x-DL.....	11
Tabelle 8: Boot-Up-Nachricht.....	12
Tabelle 9: Funktionscodes und Parameter der Set-Parameter-Telegramme (Anfrage).....	13
Tabelle 10: Funktionscodes und Parameter der Reply-Parameter-Telegramme (Antwort).....	15
Tabelle 11: Standardeinstellungen der Geräteparameter.....	16
Tabelle 12: Abfragetelegramm: Winkelwerte (FSC = 00h).....	16
Tabelle 13: Antworttelegramm: Winkelwerte Typ IS1BP360-x-DL (FSC = 00h).....	16
Tabelle 14: Antworttelegramm: Winkelwerte Typ IS2BP090-x-DL (FSC = 00h).....	16
Tabelle 15: CAN-Identifizier.....	19
Tabelle 16: Standardgeräteparameter wiederherstellen.....	20
Tabelle 17: Geräteparameter speichern.....	20
Tabelle 18: Berechnung der COB-IDs nach Pre-Defined Connection Set.....	23
Tabelle 19: TPDO1 Standardmapping Typ: IS1BP360-O-DL.....	24
Tabelle 20: TPDO1 Standardmapping Typ: IS2BP090-O-DL.....	24
Tabelle 21: TPDO2 Standardmapping Typ: IS1BP360-O-DL, IS2BP090-O-DL.....	24
Tabelle 22: Mappbare Objekte.....	24
Tabelle 23: Kommunikationsparameter im Objektverzeichnis.....	28
Tabelle 24: Fehlerregister (1001h).....	28
Tabelle 25: Herstellerstatusregister (1002h).....	29
Tabelle 26: Fehlereintrag im vordefinierte Fehlerfeld (1003h).....	29
Tabelle 27: Transmit PDO – Übertragungstyp.....	30
Tabelle 28: Herstellerspezifischer Teil des Objektverzeichnisses.....	31
Tabelle 29: Filterauswahl.....	32
Tabelle 30: Profilspezifischer Teil des Objektverzeichnisses.....	33
Tabelle 31: Betriebsparameter (6011h und 6021h).....	33
Tabelle 32: Nullpunkteinstellung.....	34
Tabelle 33: Emergency Object.....	34
Tabelle 34: Emergency Error Code.....	34
Tabelle 35: Emergency: Manufacturer Specific Error Field.....	35
Tabelle 36: LSS Baudratenindex nach CiA DSP-305.....	36
Tabelle 37: Betriebs- und Fehleranzeige der Status-LED.....	37
Tabelle 38: Transmit PGN 1 - 61459 Slope Sensor Information.....	40
Tabelle 39: Transmit PGN 2 – 61481 Slope Sensor Information 2.....	40
Tabelle 40: Transmit PGN 3 – 61482 Angular Rate Information.....	40
Tabelle 41: Transmit PGN 4 – 61485 Acceleration Sensor.....	40

Tabelle 42: Transmit PGN 5 - Winkelausgabe für IS2BP090-J-DL.....	41
Tabelle 43: Transmit PGN 5 - Winkelausgabe für IS1BL360-J-DL.....	41
Tabelle 44: Transmit PGN 6 - Euler Winkel.....	41
Tabelle 45: Transmit PGN 7 – Quaternion.....	41
Tabelle 46: Transmit PGN 8 – Beschleunigung.....	41
Tabelle 47: Transmit PGN 9 – Drehrate.....	41
Tabelle 48: Konfigurationsparameter.....	44
Tabelle 49: Firmware-Version des Sensors mit Adresse 128 lesen.....	44
Tabelle 50: Aktivieren der Sensorfusion bei Sensor mit Adresse 128.....	44
Tabelle 51: Statusbyte.....	45
Tabelle 52: Bestellinformationen.....	49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Orientierung der Messachsen (Werkszustand).....	5
Abbildung 2: Befestigungsbohrungen (Maße in mm).....	6
Abbildung 3: M12-Stecker-Belegung CAN-Bus.....	7
Abbildung 4: M12-Buchse-Belegung CAN-Bus.....	7
Abbildung 5: interne Beschaltung.....	8
Abbildung 6: Impulsantwort und Amplitudenverlauf der beiden Filter.....	9
Abbildung 7: Funktionsweise des zyklischen Modus.....	17
Abbildung 8: CANopen Struktur.....	22
Abbildung 9: NMT Zustandsdiagramm.....	23
Abbildung 10: SDO Protokoll - Zugriff auf Objektverzeichnis.....	26
Abbildung 11: J1939 CAN-Identifizier.....	38
Abbildung 12: Starter-Kit.....	47
Abbildung 13: PC-Software.....	48

1 Sicherheitshinweise

1.1 Eingangskontrolle

Packen Sie das Gerät sofort nach Entgegennahme sorgfältig aus und überprüfen Sie die Lieferung auf Vollständigkeit. Bei Verdacht auf Transportschäden benachrichtigen Sie den Zusteller innerhalb von 72 Stunden und bewahren Sie die Verpackung zur Begutachtung auf. Der Transport des Gerätes darf nur in der Originalverpackung oder in einer gleichwertigen Verpackung erfolgen.

1.2 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Der Neigungssensor ISxBPxxx-x-DL ist ein Gerät, bestehend aus einem elektronischen Sensor und einer integrierten Auswerteelektronik. Das Gerät ist zum Erfassen von Neigungen, Beschleunigungen und Winkelgeschwindigkeiten in ortsfesten Großanlagen oder Anlagen der Industrieautomatisierung sowie beweglichen Maschinen und Verkehrsmitteln zur Personen- und Güterbeförderung wie Land- und Forstmaschinen, Nutzkraftfahrzeugen oder Kran- und Hebetchnik bestimmt.

Die GEMAC Chemnitz GmbH übernimmt keine Haftung für direkte oder indirekte Verluste oder Schäden, die aus der Benutzung des Produkts resultieren. Dies gilt insbesondere für eine andersartige Verwendung des Produkts, die nicht mit dem beabsichtigten Zweck übereinstimmt und die nicht in dieser Dokumentation beschrieben ist.

1.3 Bestimmungswidriger Gebrauch

Der Neigungssensor ISxBPxxx-x-DL ist kein Sicherheitsbauteil gemäß der EG-Maschinenrichtlinie (2006/42/EG). Er darf nicht in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden. Alle unter Abschnitt 1.2 „Bestimmungsgemäßer Gebrauch“ nicht beschriebenen Verwendungen sind verboten. Die Verwendung von Zubehör, welches nicht ausdrücklich durch die GEMAC Chemnitz GmbH freigegeben wurde, erfolgt auf eigenes Risiko.

1.4 Anforderungen an die Qualifikation des Personals

Nur autorisiertes, geschultes und ausreichend qualifiziertes Personal darf an und mit dem Neigungssensor ISxBPxxx-x-DL arbeiten. Eine Fachkraft erfüllt folgende Punkte:

- Kann eine fachliche Ausbildung sowie zusätzliche Kenntnisse und Erfahrungen bezüglich Betrieb und Bedienung des Neigungssensors und des jeweiligen Einsatzgebietes vorweisen.
- Kennt die zugehörigen Fachbegriffe und einschlägigen Bestimmungen.
- Kann die ihr übertragenden Arbeiten beurteilen, mögliche Gefahren erkennen und geeignete Sicherheitsmaßnahmen ergreifen.

2 Übersicht

2.1 Eigenschaften

- 1-dimensionaler Neigungssensor mit Messbereich: 360°
- 2-dimensionaler Neigungssensor mit Messbereich: $\pm 90^\circ$ (X/Y)
- Komfortable Parametrierung mit GEMAC-Programmierool
 - Intelligenter Sensorfusionsfilter, konfigurierbar auf die Zielanwendung
 - Parametrierbare Vibrationsunterdrückung
- Hohe Abtastrate und Bandbreite
- Hohe Auflösung (0,01°)
- statische Genauigkeit unabhängig von der Sensorlage
- Kompensierte Querempfindlichkeit
- Komfortable CAN-, CANopen oder SAE J1939 Schnittstelle
 - Baudraten von 10 kBit/s bis 1 MBit/s
 - Automatische Baudratenerkennung
- UV-beständiges, schlagzähes Kunststoffgehäuse
- großer Eingangsspannungsbereich (8-36 V)
- geringe Stromaufnahme
- Geeignet für industriellen Einsatz:
 - Temperaturbereich: -40 °C bis +80 °C
 - Gehäuseschutzart: IP65/67

Der 1-dimensionale Neigungssensor IS1BP360-x-DL dient zum Messen von Neigungen im Bereich von 360°, der 2-dimensionale Neigungssensor IS2BP090-x-DL zum Messen von Neigungen in 2 Bereichen (X/Y) von $\pm 90^\circ$. Zur Gewährleistung einer hohen Genauigkeit ist der Sensor werksseitig kalibriert.

Der kompakte und robuste Aufbau machen den Sensor zu einem geeigneten Winkelmessgerät in rauer Umgebung für die unterschiedlichsten Einsatzfälle in Fahrzeugtechnik und Industrie. Dabei auftretende Beschleunigungen, z.B. bei Bremsvorgängen oder Kurvenfahrten werden durch den integrierten Fusionsfilter zuverlässig gefiltert.

Über die digitale Schnittstelle ist eine einfache Einstellung sämtlicher Parameter möglich.

2.2 Einsatzgebiete

- Land- und forstwirtschaftliche Maschinen
- Baumaschinen
- Kran- und Hebetchnik
- Bohr- und Gründungsgeräte
- Maschinen für die Herstellung, den Transport, Verdichtung und die Aufbereitung von Beton und Mörtel
- Straßenbau- und Straßeninstandhaltungsmaschinen sowie Gerätschaften

3 Technische Daten

Allgemeine Parameter dynamischer Neigungssensor ¹	IS1BP360-x-DL		IS2BP090-x-DL	
Messbereiche	360°		±90°	
Auflösung	0,01°			
Statische Genauigkeit	typisch	maximal	typisch	maximal
	±0,3°	±0,5°	±0,3°	±0,5°
Dynamische Genauigkeit	typisch ±0,5°			
Dauer der Unterdrückung von Störbeschleunigungen (konfigurierbar)	100 – 10000 ms			
Temperaturkoeffizient (Nullpunkt)	typ. ±0,01 °/K			
Allgemeine Parameter IMU ²	Beschleunigungssensor		Gyrosensor	
Messbereich	±8 g		±250 °/s	
Auflösung	0,244 mg		0,00875 °/s	
In run bias stability	-		typ. 6 °/h	
Angular random walk (ARW)	-		0,2 °/√h	
Temperaturkoeffizient (Nullpunkt)	typ. 0,2 mg/K		typ. 0,005 °/s/K	
Allgemeine Parameter				
Abtastrate	200 Hz			
Arbeitstemperatur	-40 °C bis +80 °C			
Eigenschaften				
Schnittstelle	ISxBPxx0- C -DL	ISxBPxx0- O -DL	ISxBPxx0- J -DL	
	CAN 2.0 A und B (11- und 29-Bit-ID) entsprechend ISO 11898-2	CANopen entsprechend CiA DS-301, Geräteprofil CiA DSP-410	SAE J1939	
Datenraten	10k, 20k, 50k, 100k, 125k, 250k, 500k, 800k Bit/s, 1 MBit/s Automatische Erkennung		250k, 500k Bit/s Automatische Erkennung	
Funktionen	Winkelabfrage, zyklisches und synchronisiertes Senden, Parametrierung, Sensorfusionsfilter, digitaler Tiefpassfilter (kritisch gedämpft oder Butterworth, 8.Ordnung), Konfiguration über die digitale Schnittstelle			
Elektrische Parameter				
Versorgungsspannung	8 bis 36 V DC			
Stromaufnahme	15 mA @ 24 V			
Benötigte Überstromschutzeinrichtung	400 mA ³			
Maximaler Ausgangsstrom	350 mA			
Mechanische Parameter				
Elektrischer Anschluss	2 x Sensorsteckverbinder 5-polig M12 (Stecker - Buchse, durchgeschleift)			
Gehäuseschutzart	IP67/69			
Abmessungen / Masse	Kunststoffgehäuse PBT: 66 mm x 90 mm x 36 mm / ca. 200 g			
Zuverlässigkeit nach EN ISO 13849-1 ⁴				
MTTF	447 Jahre			
MTTFd	684 Jahre			
CE Konformität				

1 alle angegebenen Winkelgenauigkeiten gelten nach einer Einlaufzeit von 10 min bei 25 °C, absolute Kalibriergenauigkeit (bei 25 °C): ±0,05°

2 alle angegebenen Genauigkeiten gelten nach einer Einlaufzeit von 10 min bei 25 °C

3 Die elektrische Versorgung ist so zu dimensionieren, dass ein Strom über 400 mA für höchstens 3 s fließen kann.

4 Bei diesem Produkt handelt es sich um ein Standardprodukt und kein Sicherheitsbauteil im Sinne der Maschinenrichtlinie. Die Berechnung bezieht sich auf eine durchschnittliche Umgebungstemperatur von 40 °C und eine Einsatzhäufigkeit von 8760 h/a.

EG Richtlinien	
RL 2014/30/EU	Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit
RL 2011/65/EU	Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten
RL 2001/95/EG	allgemeine Produktsicherheit
Harmonisierte Normen	
EN ISO 13766-1:2018	Erdbaumaschinen und Baumaschinen - Elektromagnetische Verträglichkeit von Maschinen mit internem elektrischen Bordnetz - Teil 1: Allgemeine EMV-Anforderungen unter typischen EMV-Umgebungsbedingungen
EN 50581:2012	Technische Dokumentation zur Beurteilung von Elektro- und Elektronikgeräten hinsichtlich der Beschränkung gefährlicher Stoffe
EN 62368-1:2014 +AC:2015	Einrichtungen für Audio/Video-, Informations- und Kommunikationstechnik - Teil 1: Sicherheitsanforderungen

Tabelle 1: Technische Daten

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)			
Störaussendung			
Gestrahlte Störaussendung / Funkfeldstärke nach CISPR 25:2008 (ALSE)	breit- und schmalbandig 30 ... 1000 MHz		
Leitungsgebundene Transienten nach ISO 7637-1:2015 ISO 7637-2:2011 ISO 16750-2:2012	Impuls-Amplituden 0 V +27 V		
Störfestigkeit gegen HF-Felder			
Absorberraum nach ISO 11452-2:2004	200 ... 400 MHz 30 V/m Funktionszustand A		
Leitungsbeaufschlagung (BCI) nach ISO 11452-4:2011	20 ... 400 MHz 60 mA Funktionszustand A		
Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen (Bordnetz 24 VDC)			
Impulse nach ISO 7637-1:2015 ISO 7637-2:2011 ISO 16750-2:2012	Impuls	Schärfegrad	Kriterium
	1	-450 V	III
	2a	+55 V	III
	2b	+20 V	III
	3a	-220 V	III
	3b	+220 V	III
	Startprofil	15 V	II
	Lastabwurf ⁵	+58 V	Ri = 2 Ω
			C
			A
			C
			A
			A
			C
Störfestigkeit gegen elektromagnetische Entladung (ESD)			
ESD nach ISO 10605:2008	Entladekombination 150 und 330 pF / 2 kΩ Kontakt- und Luftentladung ± 4 kV Funktionszustand A Kontaktentladung ± 6 kV und Luftentladung ± 8 kV Funktionszustand C		

Tabelle 2: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

⁵ mit zentralem Lastabwurf-Schutzelement

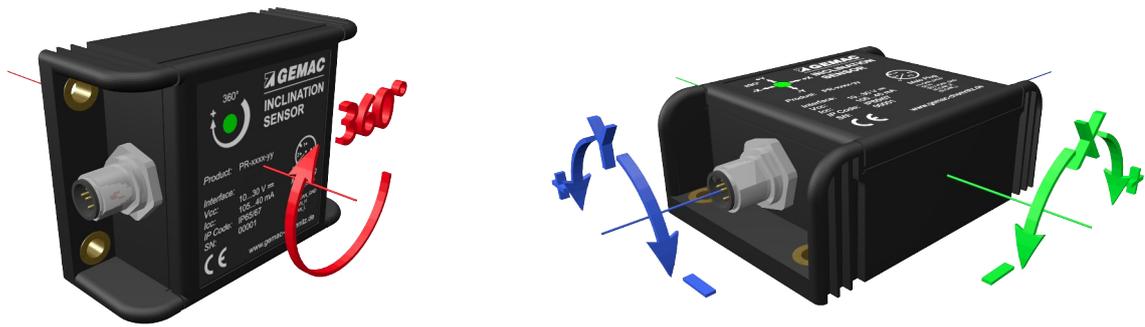


Abbildung 1: Orientierung der Messachsen (Werkszustand)

4 Montage

4.1 Befestigung

Der Sensor muss mit 4 Innensechskantschrauben M5 nach DIN 912 A2 und 4 Sechskantmuttern M5 nach DIN 934 mit einem Drehmoment von 3 Nm so verschraubt werden, dass mindestens ein voller Gewindegang der Schraube übersteht.

4.2 Anordnung der Befestigungsbohrungen

Die Bohrungen zum Verschrauben des Sensors (Abbildung 2) befinden sich in der Grundplatte des Neigungssensors.

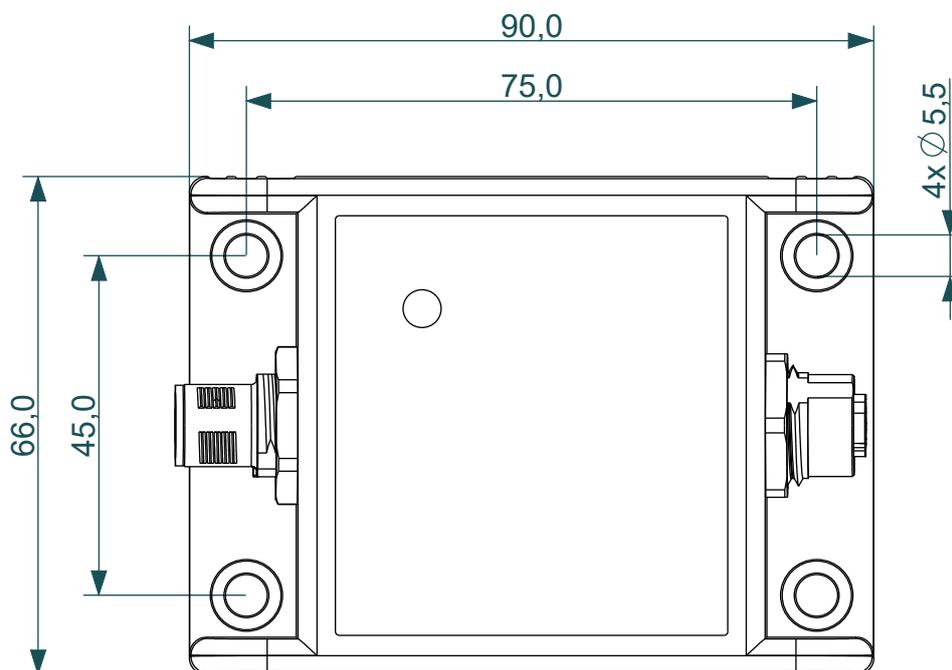


Abbildung 2: Befestigungsbohrungen (Maße in mm)

5 Anschluss

5.1 Allgemeine Informationen zum Anschluss

Der Neigungssensor ist mit einem 5-poligen Rundstecker M12 (A-kodiert) nach IEC 61076-2-101 ausgestattet und verfügen zusätzlich über eine 5-polige M12-Buchse (A-kodiert). Die Spannungsversorgung wird vom Stecker an die Buchse weitergegeben, sodass nachfolgende Sensoren über einen einzelnen Kabelstrang versorgt werden können. Es ist sicherzustellen, dass alle an den Sensor angeschlossenen Geräte zusammen eine Stromaufnahme kleiner 350 mA haben.

5.2 Anforderungen an die Spannungsversorgung

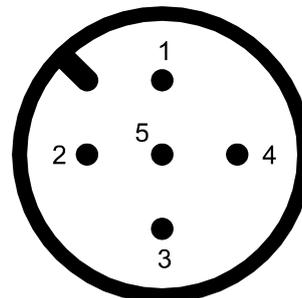
Die Spannungsversorgung ist so zu dimensionieren, dass die in Tabelle 1 angegebenen Spannungswerte eingehalten werden.

Die elektrische Versorgung ist mit einer geeigneten Sicherung abzusichern, sodass sichergestellt ist, dass ein Strom über **400 mA für höchstens 3 s** fließen kann.

5.3 Steckverbinder-Belegung

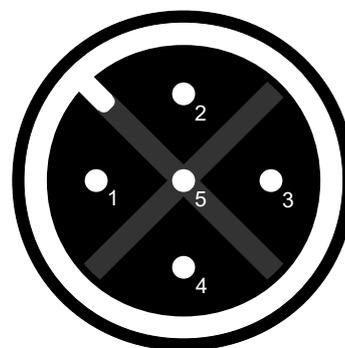
Die Pinbelegung der Anschlüsse entspricht CiA DR-303-1 (Abbildung 3 + Abbildung 4).

Pin	Signal	Belegung
1	CAN_SHLD	Schirm
2	V+	Versorgungsspannung (+24 V)
3	V-	GND / 0 V / V-
4	CAN_H	CAN_H Busleitung
5	CAN_L	CAN_L Busleitung



(Ansicht von außen)

Pin	Signal	Belegung
1	CAN_SHLD	Schirm
2	V+	Versorgungsspannung (+24 V)
3	V-	GND / 0 V / V-
4	CAN_H	CAN_H Busleitung
5	CAN_L	CAN_L Busleitung



(Ansicht von außen)

5.4 Interne Beschaltung

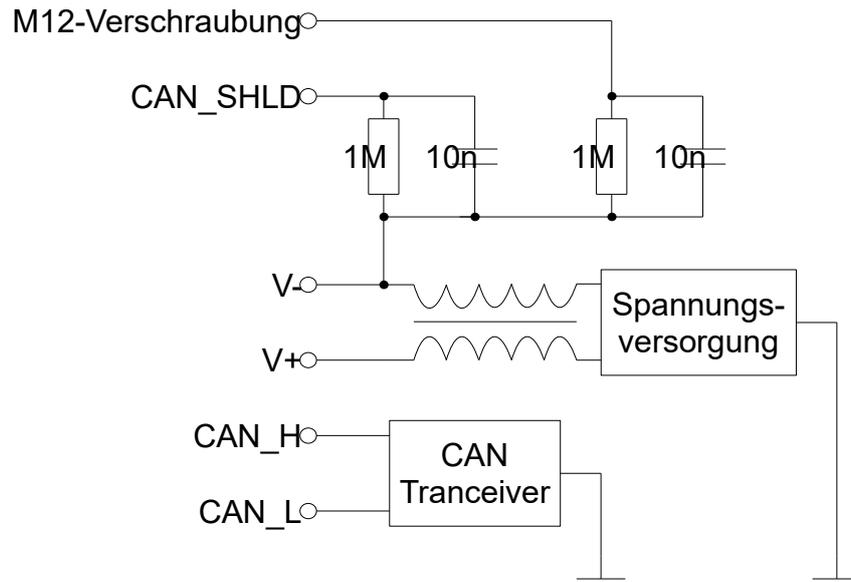


Abbildung 5: interne Beschaltung

5.5 Bus-Abschlusswiderstand

Die Neigungssensoren besitzen **keinen** internen Abschlusswiderstand.

6 Funktionsbeschreibung

6.1 Digitalfilter

Der Neigungssensor basiert auf einer indirekten Messung der Neigung aufgrund des Erdschwerefeldes. Externe Beschleunigungen, wie sie durch Abbremsen oder Kurvenfahrten von Fahrzeugen oder Vibrationen auftreten, stören prinzipbedingt die Funktion des Sensors.

Der Neigungssensor bietet die Möglichkeit, den kontinuierlich entstehenden Winkelwert gegenüber externen, störenden Schwingungen oder Beschleunigungen unempfindlicher zu machen. Im Sensor stehen drei Digitalfilter zur Verfügung, die entsprechend dem Anwendungsgebiet des Sensor ausgewählt werden können.

Mit Hilfe der parametrierbaren Tiefpassfilter (Butterworth oder kritisch gedämpft) achter Ordnung können parasitäre Schwingungen/Vibrationen bis zu 0,1 Hz unterdrückt werden.

Der Sensorfusionsfilter nutzt als Messgröße zusätzlich zum Erdschwerefeld die Drehrateninformation eines Gyroskops. Dadurch können externe Beschleunigungen und Vibrationen unterdrückt werden, ohne dass die Winkelinformation einer merklichen Zeitverzögerung unterliegt.

Filter	einstellbarer Bereich	Einsatzfälle
Butterworth	0,1 Hz ... 25 Hz	statische Neigungsmessung bei hoher Dämpfung gegenüber Vibrationen
Kritisch gedämpft	0,1 Hz ... 8 Hz	Neigungsmessung bei Anwendungen, die einer gewissen Dynamik unterliegen, ohne Überschwingen bei Winkeländerungen bei gleichzeitig guter Dämpfung
Sensorfusion	100 ms...10 s	Dynamische Anwendungen, Messungen bei Beschleunigungs-/ Bremsvorgängen oder Kurvenfahrten, Messung ohne Zeitverzögerung des Signals

Tabelle 3: Filterauswahl

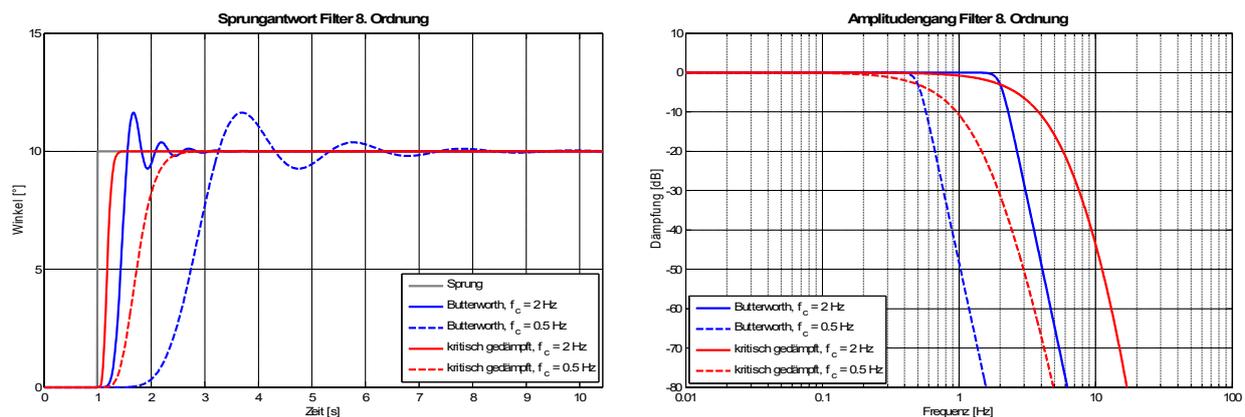


Abbildung 6: Impulsantwort und Amplitudenverlauf der beiden Filter

7 Funktionsbeschreibung CAN Schnittstelle

7.1 Nullpunkteinstellung

Bei allen Neigungssensoren kann der Nullpunkt abgeglichen (parametriert) werden. Damit ist es möglich die Nulllage im eingebauten Zustand des Sensors festzulegen. Die Neigungssensoren besitzen dazu einen Speicher für einen Nullpunktoffset. Hier eingetragene Werte werden bei der Ausgabe des Winkels zum intern gemessenen Winkel addiert.

Soll der Neigungssensor in der aktuellen Lage seinen Nullpunkt erhalten, so muss der aktuell angezeigte Neigungswert negativ als Nullpunktoffset im Sensor eingetragen werden. Der Neigungssensor ist in der Lage diese Art der Nullpunktsetzung selbst auszuführen (Automatische Nullpunktsetzung). Dazu ist ein Telegramm zum Setzen des Nullpunktoffsets **ohne** Parameter (OF/OFX;OFY) zu senden (FSC = 28h;29h, DLC = 1). Der Sensor trägt dann selbständig den gemessenen Winkelwert zum Zeitpunkt des Empfangs des Telegramms als negativen Nullpunktoffset ein.

7.2 Digitalfilter

Die Einstellung der Grenzfrequenz wird mit FSC = 27h (Set Parameter Telegramm) vorgenommen. Dabei sind Werte für FG (Grenzfrequenz) von 100 (= 0,1 Hz) bis 25000/8000 (= 25 Hz / 8 Hz) zulässig. Über den Wert FT wird der Filtertyp ausgewählt.

7.3 Sensorfusionsfilter

Die Sensorfusion von Beschleunigungssensor und Gyroskop kann mittels FSC = 2Bh (Set Parameter Telegramm) aktiviert und deaktiviert werden. Außerdem kann die Filterlänge für die Sensorfusion eingestellt werden (Wert in ms im Bereich von 10ms bis 10s). Dieser Parameter stellt die maximale Unterdrückungsdauer für von außen einwirkende Störungen ein. Der Sensorfusionsfilter kann unabhängig vom Digitalfilter eingestellt werden.

7.4 Zustandsanzeige der Status-LED

Die eingebaute Status-LED zeigt den aktuellen Gerätezustand (Betriebs-LED, grün) sowie eventuell eingetretene CAN-Kommunikationsfehler an (Fehler-LED, rot). Anhand der Farbe und Blinkfrequenz werden die in Tabelle 4 dargestellten Zustände unterschieden.

Status-LED		
Betriebs-LED	LED-Zustand	Beschreibung
	Aus	Das Gerät ist im Zustand Reset oder es ist keine Stromversorgung vorhanden
	Flackert	Automatische Baudratenerkennung läuft gerade (aktiv)
	Ein	Das Gerät ist im normalen Funktionszustand
Fehler-LED	LED-Zustand	Beschreibung
	Aus	Das Gerät arbeitet fehlerfrei
	Einfach Flash	Fehlerzähler CAN-Controller hat seine Warngrenze erreicht oder überschritten.
	Ein	Das Gerät ist im Zustand „Bus Off“

Legende:  LED aus  LED an  LED flackert (50 ms an/aus)  Dauer eines Zustandes (/): 200 ms

Tabelle 4: Betriebs- und Fehleranzeige der Status-LED

7.5 Aufbau der CAN-Telegramme

Für das Lesen bzw. Schreiben der Geräteparameter sowie zum Auslesen der Winkelwerte existiert je eine CAN-ID zum Empfangen von Daten/Kommandos und eine zum Senden der Antwort/Bestätigung. Diese werden in einem Permanentenspeicher (EEPROM) gespeichert und können frei konfiguriert werden. Dabei werden sowohl CAN 2.0 A (Standard Frame Format) als auch CAN 2.0 B (Extended Frame Format) unterstützt.

7.5.1 Datenteil im CAN-Telegramm

Der Datenteil aller Sende- und Empfangstelegramme enthält immer einen Funktionscode (FSC) und zusätzlich maximal 7 Datenbytes, abhängig vom FSC. Die Länge des Datenteils des CAN-Telegramms ist im DLC (Data Length Code) festgelegt. Der allgemeine Aufbau des Datenteils im CAN-Telegramm sieht wie folgt aus:

Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7
FSC	D0/Status	D1	D2	D3	D4	D5	D6

Tabelle 5: Aufbau der CAN-Telegramme

FSC: **F**unction **S**elect **C**ode – Funktionscode. Jedes Telegramm (vom Neigungssensor) enthält immer den gleichen FSC der vorhergehenden Anfrage als Bestätigung.

D0-D7: Datenbytes, abhängig von Funktionscode

Status: Statusinformationen, die in jedem vom Neigungssensor gesendeten Telegramm enthalten sind (siehe Abschnitt 7.5.2 „Statusbyte (STATUS)“).

Telegramme, die an den Neigungssensor gesendet werden, können über die benötigten Datenbytes hinaus weitere Datenbytes enthalten - diese werden nicht ausgewertet. Telegramme, die vom Neigungssensor gesendet werden, enthalten nur die zum Funktionscode definierten Datenbytes.

7.5.2 Statusbyte (STATUS)

Jedes vom Neigungssensor gesendete Telegramm enthält im Byte1 (vgl. Tab. 5) des CAN-Telegramms den aktuellen Status des Gerätes. Das Statusbyte ist wie folgt aufgebaut:

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
reserviert	Accuracy Warning	reserviert	reserviert	CmdParam Error	EEPROM Error	Autobaud Detection	Default Param

Tabelle 6: Statusbyte Typ: IS1BP360-x-DL

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
reserviert	Accuracy Warning	reserviert	reserviert	CmdParam Error	EEPROM Error	Autobaud Detection	Default Param

Tabelle 7: Statusbyte Typ: IS2BP090-x-DL

DefaultParam: Standardgeräteparameter sind eingestellt. Dieses Bit wird erst dann zurückgesetzt, wenn ein Geräteparameter auf einen vom Werkparameter abweichenden Wert geändert wurde. Die Neigungssensoren werden mit Standardgeräteparametern ausge-

liefert, daher ist dieses Bit standardmäßig gesetzt (siehe Abschnitt 7.8 „Standardgeräteparameter“).

AutobaudDetection: Die Baudrate ist auf automatische Erkennung gestellt (BR = 0) (siehe Abschnitt 7.11.3 „Baudrate konfigurieren“).

EEPROMError: Beim Lesen/Schreiben auf den EEPROM ist ein Fehler aufgetreten, z.B. Datenverlust. Die korrekte Funktion des Neigungssensors ist nicht mehr gewährleistet. Dieses Bit wird durch Lesen des Statusbytes (Set-Parameter-Telegramm mit FSC = 02h) rückgesetzt.

CmdParamError: Ein empfangenes Telegramm enthielt einen Kommando- oder Parameterfehler (ungültiger FSC, zu wenig Datenbytes, ungültige Werte). Dieses Bit wird durch Lesen des Statusbytes (Set-Parameter-Telegramm mit FSC = 02h) rückgesetzt.

AccuracyWarning: Genauigkeitswarnung: Durch Überschreiten der Maximalwerte für Beschleunigung oder Drehrate ist die Winkelgenauigkeit des Sensors eingeschränkt. Dieses Bit wird automatisch zurückgesetzt, wenn der Sensor wieder unter den spezifizierten Bedingungen arbeitet.

7.6 Boot-Up-Nachricht

Nach einem Geräteneustart (Hardware- oder Software-Reset) sendet der Neigungssensor zweifach eine „Boot-Up“-Nachricht. Damit wird der korrekte Bootvorgang angezeigt und die Set-Parameter-ID (CAN-ID mit welcher der Neigungssensor parametrieren werden kann) mitgeteilt. Dieses Telegramm enthält folgende Informationen:

„Boot-Up“-Nachricht nach Geräteneustart: Reply-Parameter-ID (Standard-ID: 301h)

FSC	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
FFh	Status	SID0	SID1	SID2	SID3	SWV0	SWV1

Tabelle 8: Boot-Up-Nachricht

SID0-3: Set-Parameter-ID (siehe Abschnitt 7.7 „Geräteparameter lesen/schreiben“)

SWV0-1: Softwareversion; Beispiel: SWV0 = 0x44, SWV1 = 0x03 → Softwareversion v3.44)

7.7 Geräteparameter lesen/schreiben

Mit den **Set-Parameter-Telegrammen** (Anfragetelegramm) können sämtliche Parameter, wie Winkelwerte, CAN-IDs, Baudrate, Zykluszeit, etc. eingestellt bzw. abgefragt werden. Der Neigungssensor bestätigt jedes Set-Parameter-Telegramm mit einem **Reply-Parameter-Telegramm** (Antworttelegramm).

7.7.1 Set-Parameter-Telegramme

Tabelle 9 zeigt alle zulässigen Funktionscodes und Parameter eines Set-Parameter-Telegramms.

FSC	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Beschreibung	
00h	-	-	-	-	-	-	-	Winkelwerte lesen (inkl. Zykluszähler bei zykl. Modus)	
02h	-	-	-	-	-	-	-	Status lesen	
03h	-	-	-	-	-	-	-	Produktnummer und Revision lesen	
04h	-	-	-	-	-	-	-	Seriennummer und Softwareversion lesen	
0Ah	-	-	-	-	-	-	-	Euler-Winkel lesen	
10h	-	-	-	-	-	-	-	Set-Parameter-ID	Geräteparameter lesen
11h	-	-	-	-	-	-	-	Reply-Parameter-ID	
12h	-	-	-	-	-	-	-	Sync-ID	
13h	-	-	-	-	-	-	-	Baudrate	
14h	-	-	-	-	-	-	-	Automatische Bus-Off Erholung	
15h	-	-	-	-	-	-	-	Zykluszeit	
16h	-	-	-	-	-	-	-	Zyklusmodus	
17h	-	-	-	-	-	-	-	Grenzfrequenz Digitalfilter, Filterauswahl	
18h ¹	-	-	-	-	-	-	-	Nullpunktoffset	
18h ²	-	-	-	-	-	-	-	Nullpunktoffset X	
19h ²	-	-	-	-	-	-	-	Nullpunktoffset Y	
1Bh	-	-	-	-	-	-	-	Konfiguration Sensorfusion lesen	
20h	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	-	Set-Parameter-ID*	
21h	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	-	Reply-Parameter-ID*	
22h	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	-	Sync-ID*	
23h	BR	-	-	-	-	-	-	Baudrate*	
24h	ABOR	-	-	-	-	-	-	Automatische Bus-Off Erholung	
25h	ZYZ0	ZYZ1	-	-	-	-	-	Zykluszeit	
26h	ZYM	-	-	-	-	-	-	Zyklusmodus	
27h	FG0	FG1	FT	-	-	-	-	Grenzfrequenz Digitalfilter, Filterauswahl	
28h ¹	OF0	OF1	-	-	-	-	-	Nullpunktoffset	
28h ²	OFX0	OFX1	-	-	-	-	-	Nullpunktoffset X	
29h ²	OFY0	OFY1	-	-	-	-	-	Nullpunktoffset Y	
2Bh	EN	FL0	FL1	-	-	-	-	Konfiguration Sensorfusionsfilter	
40h	'L'	'O'	'A'	'D'	-	-	-	Standard-Geräteparameter laden (Werksparameter)	
50h	'S'	'A'	'V'	'E'	-	-	-	Geräteparameter im EEPROM speichern	
E7h	-	-	-	-	-	-	-	Gyro Rohdaten (Drehrate) lesen	
E8h	-	-	-	-	-	-	-	Rohdaten Beschleunigung lesen	
FFh	'R'	'E'	'S'	'E'	'T'	-	-	Software-Reset	
FFh	-	-	-	-	-	-	-	Alive (Bootstrap)-Telegramm lesen	

Tabelle 9: Funktionscodes und Parameter der Set-Parameter-Telegramme (Anfrage)

¹ nur Typ: IS1BP360-x-DL

² nur Typ: IS2BP090-x-DL

* Änderungen an Kommunikationsparameter wie IDs und Baudrate werden erst nach Neustart aktiv.

7.7.2 Reply-Parameter-Telegramme

Jedes Reply-Parameter-Telegramm enthält als Bestätigung auf ein korrekt empfangenes Set-Parameter-Telegramm den identischen FSC. Im Statusbyte sind ggf. Fehlerbits gesetzt, falls das Set-Parameter-Telegramm unzureichend oder ungültige Parameter enthielt (siehe Abschnitt 7.5.2 „Statusbyte (STATUS)“). Der Aufbau der Reply-Parameter-Telegramme in Abhängigkeit des FSC ist in Tabelle 10 ersichtlich.

FSC	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Beschreibung	
00h	Status	WX0	WX1	WY0	WY1	(CNT0)	(CNT1)	Winkelwerte lesen (inkl. Zykluszähler bei zykl. Modus)	
02h	Status	-	-	-	-	-	-	Status lesen	
03h	Status	PR0	PR1	PR2	PR3	RV0	RV1	Produktnummer und Revision lesen	
04h	Status	SN0	SN1	SN2	SN3	SWV0	SWV1	Seriennummer und Softwareversion lesen	
0Ah	Status	P0	P1	R0	R1	-	-	Euler Winkel lesen (Pitch und Roll)	
10h	Status	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	Set-Parameter-ID	Geräteparameter lesen
11h	Status	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	Reply-Parameter-ID	
12h	Status	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	Sync-ID	
13h	Status	BR	-	-	-	-	-	Baudrate	
14h	Status	ABOR	-	-	-	-	-	Automatische Bus-Off Erholung	
15h	Status	ZYZ0	ZYZ1	-	-	-	-	Zykluszeit	
16h	Status	ZYM	-	-	-	-	-	Zyklusmodus	
17h	Status	FG0	FG1	FT	-	-	-	Grenzfrequenz Digitalfilter, Filterauswahl	
18h ¹	Status	OF0	OF1	-	-	-	-	Nullpunktoffset	
18h ²	Status	OFX0	OFX1	-	-	-	-	Nullpunktoffset X	
19h ²	Status	OFY0	OFY1	-	-	-	-	Nullpunktoffset Y	
1Bh	Status	EN	FL0	FL1	-	-	-	Konfiguration Sensorfusionsfilter	
20h	Status	-	-	-	-	-	-	Set-Parameter-ID*	Geräteparameter setzen
21h	Status	-	-	-	-	-	-	Reply-Parameter-ID*	
22h	Status	-	-	-	-	-	-	Sync-ID*	
23h	Status	-	-	-	-	-	-	Baudrate*	
24h	Status	-	-	-	-	-	-	Automatische Bus-Off Erholung	
25h	Status	-	-	-	-	-	-	Zykluszeit	
26h	Status	-	-	-	-	-	-	Zyklusmodus	
27h	Status	-	-	-	-	-	-	Grenzfrequenz Digitalfilter, Filterauswahl	
28h ¹	Status	-	-	-	-	-	-	Nullpunktoffset	
28h ²	Status	-	-	-	-	-	-	Nullpunktoffset X	
29h ²	Status	-	-	-	-	-	-	Nullpunktoffset Y	
2Bh	Status	-	-	-	-	-	-	Konfiguration Sensorfusionsfilter	
40h	Status	-	-	-	-	-	-	Standard-Geräteparameter laden	
50h	Status	-	-	-	-	-	-	Geräteparameter im EEPROM speichern	
E7h	Status	GX0	GX1	GY0	GY1	GZ0	GZ1	Gyro Rohdaten (Drehrate) lesen	
E8h	Status	AX0	AX1	AY0	AY1	AZ0	AZ1	Rohdaten Beschleunigung lesen	

¹ nur Typ: IS1BP360-x-DL

² nur Typ: IS2BP090-x-DL

* Änderungen an Kommunikationsparameter wie IDs und Baudrate werden erst nach Neustart aktiv.

FFh	Status	Set-Param ID	Set-Param ID	Set-Param ID	Set-Param ID	SWV0	SWV1	Alive (Bootup)-Telegramm Geräteneustart (2 Telegramme mit FSC = FFh)
-----	--------	--------------	--------------	--------------	--------------	------	------	---

Tabelle 10: Funktionscodes und Parameter der Reply-Parameter-Telegramme (Antwort)

7.8 Standardgeräteparameter

Der Neigungssensor wird mit den in Tabelle 11 aufgelisteten Standardeinstellungen der Geräteparameter ausgeliefert. Diese können durch ein Set-Parameter-Telegramm mit FSC = 40h wieder hergestellt werden (siehe Abschnitt 7.7 „Geräteparameter lesen/schreiben“).

Parameter	Standard-Wert	Beschreibung
Set-Parameter-ID	300h	CAN 2.0 A Standard Frame
Reply-Parameter-ID	301h	CAN 2.0 A Standard Frame
Sync-ID	100h	CAN 2.0 A Standard Frame
Baudrate (BR)	0	Automatische Baudratenerkennung
Automatische Bus-Off Erholung	0	deaktiviert
Zykluszeit (ZYZ)	250	250 ms
Zyklusmodus (ZYM)	0	deaktiviert
Grenzfrequenz Digitalfilter (FG); Filtertyp	5000; 2	5000 mHz = 5 Hz; Filtertyp: kritisch gedämpft
Sensorfusion; Störunterdrückungszeit	1; 5000	Sensorfusion aktiviert, 5000 ms = 5 s
Nullpunktoffset	0	Aus

Tabelle 11: Standardeinstellungen der Geräteparameter

Diese Standardeinstellungen werden ebenfalls gesetzt, wenn nach einem Geräteneustart ungültige Geräteparameter aus dem Permanent Speicher gelesenen werden. Wurden die Standardeinstellungen wiederhergestellt, wird dies durch das Statusbit STATUS:DefaultParam = 1 angezeigt.

7.9 Übertragung des Neigungswinkels

Für die Übertragung der Winkelwerte unterstützen die Neigungssensoren folgende Modi:

- Abfragemodus
- Synchroner Modus
- Zyklischer Modus

Alle drei Modi sind zu jeder Zeit aktiv und gleichzeitig verwendbar. Eine Umschaltung ist nicht notwendig.

7.9.1 Abfragemodus (Polling)

Die Abfragemodus ist immer möglich. Die aktuelle Winkellage des Neigungssensors kann mittels eines **Set-Parameter-Telegramms** abgefragt werden. Der Neigungssensor antwortet auf dieses Telegramm mit einem **Reply-Parameter-Telegramm**. Diese beiden Telegramme sind wie folgt aufgebaut:

FSC	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
00h	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 12: Abfragetelegramm: Winkelwerte (FSC = 00h)

FSC	Status	D1	D2	D3	D4	D5	D6
00h	Status	Angle0	Angle1	-	-	-	-

Tabelle 13: Antworttelegramm: Winkelwerte Typ IS1BP360-x-DL (FSC = 00h)

FSC	Status	D1	D2	D3	D4	D5	D6
00h	Status	AngleX0	AngleX1	AngleY0	AngleY1	-	-

Tabelle 14: Antworttelegramm: Winkelwerte Typ IS2BP090-x-DL (FSC = 00h)

Angle0/1: Typ IS1BP360-x-DL: Winkelwert
 Format: 16 Bit ganzzahliger Wert (0 ... 35999)
 Umrechnung: Wert / 100 = Winkelwert
 Beispiel: 1065 / 100 = 10,65°

AngleX/Y0/1: Typ IS2BP090-x-DL: Winkelwert der X/Y-Achse
 Format: 16 Bit vorzeichenbehafteter Wert, Zweierkomplement (-9000 ... +9000)
 Umrechnung: Wert / 100 = Winkelwert

7.9.2 Synchroner Modus

Der synchrone Modus dient dem gleichzeitigen Abfragen der Winkelwerte von mehreren Neigungssensoren. Hierzu dient das Synchronisationstelegramm (Standard: Sync-ID = 100h). Das Sync-Telegramm ist ein Broadcast an alle Busteilnehmer **ohne** Dateninhalt (DLC = 0). Das Sync-Telegramm wird von einem Busteilnehmer (in der Regel vom Master) zyklisch in festen Intervallen versandt. Alle Neigungssensoren lesen ihre aktuellen Winkelwerte bei Empfang der Sync-Nachricht aus und senden die Daten direkt anschließend, sobald der Bus dies zulässt. Das Antworttelegramm auf ein Sync-Telegramm ist ein Reply-Parameter-Telegramm wie im Abfragemodus (Tabelle 13/14).

7.9.3 Zyklischer Modus

Der Neigungssensor unterstützt das zyklische Senden der aktuellen Winkelposition nach Ablauf eines bestimmten Zeitintervalls. Dieser Betriebsmodus kann separat (de)aktiviert und das gewünschte Zeitintervall (Zykluszeit) frei parametrierbar werden. Entsprechend der in Abbildung 7 dargestellten Arbeitsweise, sendet der Neigungssensor in periodischen Abständen (Zykluszeit) die aktuellen Winkelwerte in einem Reply-Parameter-Telegramm wie im Abfrage Modus mit zusätzlichem Zähler in den nachfolgenden Datenbytes (Tabelle 13). Dieser 16 Bit Zähler wird nach dem Ablauf der eingestellten Zykluszeit erhöht - unabhängig davon, ob das zu sendende Telegramm abgesetzt werden konnte oder nicht. Damit lässt sich auch bei verlorengangenen Telegrammen eine zeitliche Zuordnung wieder herstellen.

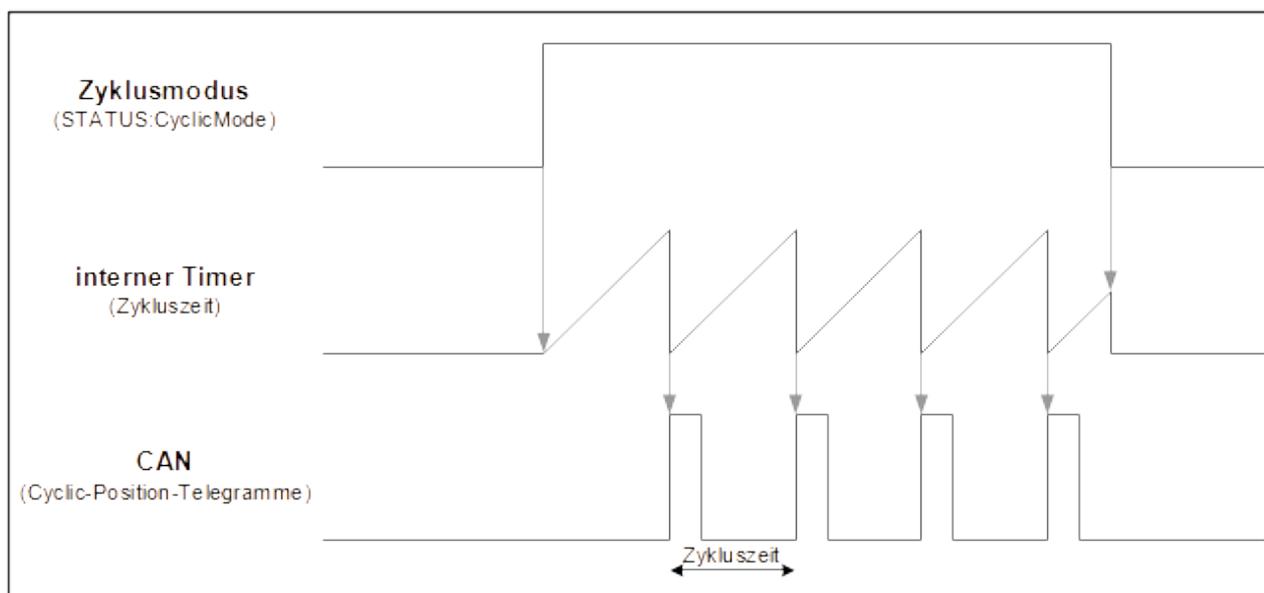


Abbildung 7: Funktionsweise des zyklischen Modus

7.10 Alternative Ausgabeformate

7.10.1 Ausgabe der Euler-Winkel

Mittels FSC 0Ah können die Euler-Winkel Pitch und Roll ausgelesen werden. Der Pitch Winkel entspricht der Neigung des Sensors in x-Richtung (Wertebereich $\pm 90^\circ$). Der Roll Winkel entspricht der Drehung um die Pitch-Achse (Wertebereich $\pm 180^\circ$). Es ist zu beachten, dass der Roll-Winkel für Pitch Werte im Bereich um $\pm 90^\circ$ undefiniert ist.

Format: 16 Bit vorzeichenbehafteter Wert

Umrechnung: Wert/100 = Winkelwert

7.10.2 Ausgabe der Drehrate (Gyrosensor Rohdaten)

Mit dem Set-Parameter Telegramm FSC E7h können die Drehraten aller 3 Achsen des Gyrosensors abgefragt werden.

Format: 16 Bit vorzeichenbehafteter Wert

Umrechnung: Wert*7/800 = Drehrate in $^\circ/s$ (Wertebereich $\pm 250^\circ/s$)

7.10.3 Ausgabe der Beschleunigung

FSC E8h gibt die Beschleunigungswerte aller 3 Achsen des Sensors aus.

Format: 16 Bit vorzeichenbehafteter Wert

Umrechnung: Wert/4096 = Beschleunigung in g (Wertebereich $\pm 8g$)

7.11 Konfiguration des Neigungssensors

7.11.1 Zyklischen Modus konfigurieren

ZYZ0/1: Zykluszeit in ms
Format: 16 Bit ganzzahliger Wert (1 ... 65.535)

ZYM: Zyklusmodus (de)aktivieren
= 0 → Zyklischer Modus deaktiviert
= 1 → Zyklischer Modus aktiviert

Eine detaillierte Beschreibung zur Verwendung des Zyklischen Modus befindet sich in Abschnitt 7.9.3 „Zyklischer Modus“.

7.11.2 CAN-Identifizier konfigurieren

ID0-3: CAN-Identifizier (ID), 11-Bit-ID (CAN 2.0 A) oder 29-Bit-ID (CAN 2.0 B)
Format: 32-Bit-Wert mit folgendem Aufbau:

ID3								ID2								ID1								ID0							
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
0								-								11-Bit-ID (CAN 2.0 A)															
1								-								29-Bit-ID (CAN 2.0 B)															

Tabelle 15: CAN-Identifizier

Beispiel: CAN-ID = 361h (29-Bit-ID, CAN 2.0 B)
 ID0 = 61h, ID1 = 03h, ID2 = 00h, ID3 = 80h

Wird eine CAN-ID neu gesetzt, darf diese nicht bereits durch einen anderen Telegrammtyp in Verwendung sein. Ist dies dennoch der Fall, so wird das Fehlerbit STATUS:CmdParamError im Reply-Parameter-Telegramm gesetzt und die CAN-ID ignoriert.

7.11.3 Baudrate konfigurieren

BR: Kennzahl einer Baudrate
 Format: 8-Bit ganzzahliger Wert (0 ... 10)
 Kennzahlen: 0: Automatische Baudratenerkennung
 1: 10 kBit/s 2: 20 kBit/s 3: 50 kBit/s
 4: 100 kBit/s 5: 125 kBit/s 6: 250 kBit/s
 7: 500 kBit/s 8: 800 kBit/s 9: 1 Mbit/s

7.11.4 Automatische Bus-Off Erholung konfigurieren

ABOR: Automatische Bus-Off Erholung (de)aktivieren
 = 0 → Automatische Bus-Off Erholung deaktiviert (Gerät bleibt im Bus-Off)
 = 1 → Automatische Bus-Off Erholung aktiviert (Gerät startet wieder auf)

7.11.5 Grenzfrequenz des Digitalfilters konfigurieren

FG0/1: Grenzfrequenz in mHz bei Auswahl des Butterworth oder kritisch gedämpften Filters
 Format: 16-Bit ganzzahliger Wert (100 ... 25000/8000)

FT: 0 Digitalfilter deaktiviert
 1 Butterworth Filter ausgewählt
 2 Kritisch gedämpfter Filter ausgewählt

Eine detaillierte Beschreibung zur Verwendung des Digitalfilters befindet sich in Abschnitt 6.1 „Digitalfilter“.

7.11.6 Sensorfusion konfigurieren

EN: 0 Sensorfusion deaktiviert
 1 Sensorfusion aktiviert (Standardwert)

FL: Dauer der Störunterdrückung in Millisekunden bei Auswahl des Sensorfusionsfilter
 Format: 16-Bit ganzzahliger Wert (100 ... 10000)

7.11.7 Nullpunktoffset konfigurieren

OF: Typ: IS1BP360-x-DL: Nullpunktoffset
Format: 16-Bit ganzzahliger Wert (0 ... 35999)

OFX/OFY: Typ: IS2BP090-x-DL : Nullpunktoffset für X/Y
Format: 16-Bit vorzeichenbehafteter Wert (-9000 ... +9000)

Eine detaillierte Beschreibung zur Verwendung des Nullpunktoffset befindet sich in Abschnitt 7.1 „Nullpunkteinstellung“.

7.11.8 Standardgeräteparameter wiederherstellen

Der Sensor kann über den FSC = 40h auf Standardgeräteparameter zurückversetzt werden, indem die Signatur „LOAD“ geschrieben wird. Damit werden die Werksparameter mit Ausnahme der IDs und der Baudrate sofort wieder aktiv. Nach einem Software-Reset des Sensors bzw. einem Hardware-Reset treten dann auch die Werksparameter der IDs und der Baudrate wieder in Kraft.

D0	D1	D2	D3
'L'	'O'	'A'	'D'
4Ch	4Fh	41h	44h

Tabelle 16: Standardgeräteparameter wiederherstellen

Eine detaillierte Beschreibung der Standardgeräteparameter befindet sich in Abschnitt 7.8 „Standardgeräteparameter“.

7.11.9 Geräteparameter speichern

Werden Parameter im Sensor geändert, so treten die Änderungen, mit Ausnahme der IDs und der Baudrate, sofort in Kraft. Damit die geänderten Parameter auch nach einem Reset weiterhin aktiv sind, müssen diese im internen Permanentenspeicher gesichert werden. Die geschieht durch das Schreiben der Signatur „SAVE“ über den FSC = 50h.

D0	D1	D2	D3
'S'	'A'	'V'	'E'
53h	41h	56h	45h

Tabelle 17: Geräteparameter speichern

8 Funktionsbeschreibung CANopen Schnittstelle

8.1 Funktionsübersicht

Die Neigungssensoren IS1BP360-O-DL und IS2BP090-O-DL besitzen eine standardisierte CANopen Schnittstelle gemäß CiA DS-301 und ein Geräteprofil nach CiA DS-410. Sämtliche Messwerte und Parameter sind über das Objektverzeichnis (OV) zugänglich. Die individuelle Konfiguration kann im internen Permanentspeicher (EEPROM) gesichert werden. Folgende CANopen Funktionen sind verfügbar:

- zwei Sende-Datenobjekte (TPDO1, TPDO2), dynamisch mappbar in vier möglichen Betriebsmodi:
 - individuelle Abfrage per Remote-Transmit-Request-Telegramm (RTR)
 - zyklisches Senden per Intervallzeit
 - ereignisgesteuertes Senden bei Winkeländerung (TPDO1)
 - synchronisiertes Senden nach Empfang eines SYNC-Telegramm
- ein Service-Datenobjekt (Standard-SDO)
- Fehlermeldungen per Emergency-Objekt (EMCY) mit Unterstützung:
 - des allgemeinen Fehlerregisters (Error Register)
 - des herstellerspezifischen Statusregisters (Manufacturer Status)
 - der Fehlerliste (Pre-defined Error Field)
- Überwachungsmechanismen Heartbeat sowie Nodeguarding / Lifeguarding
- Speicher- und Wiederherstellungsfunktion aller Parameter (Store und Load Parameter Field)
- Zustands- und Fehleranzeige per Zweifarb-LED (nach CiA DR-303-3)

Zusätzlich zur CiA DS-301-Funktionalität existieren weitere hersteller- bzw. profilspezifische Eigenschaften:

- frei konfigurierbare Grenzfrequenz (Digitalfilter)
- Sensorfusionsfilter
- Konfiguration der minimalen Winkeländerung für TPDO1-Sendeereignis
- Richtungsumschaltung der Neigungswinkel
- Nullpunkteinstellung der Neigungswinkel
- Einstellung von Node-ID und Baudrate über LSS-Service nach CiA DSP-305
- automatische Baudratenerkennung nach CiA AN-801

8.2 CANopen Struktur

CANopen ist ein auf CAN basierender offener Protokollstandard in der Automatisierungstechnik und wurde im Verband „CAN in Automation“ (CiA) standardisiert. Wie praktisch alle Feldbusse setzt auch CANopen auf dem ISO/OSI 7-Schichtmodell auf. Das Protokoll nutzt den CAN-Bus als Übertragungsmedium und definiert die Elemente für das Netzwerkmanagement, die Verwendung der CAN-Identifizier (Nachrichtenadresse), das zeitliche Verhalten auf dem Bus, die Art der Datenübertragung, und anwendungsbezogene Profile. Dies soll gewährleisten, dass CANopen Geräte unterschiedlicher Hersteller kombiniert werden können.

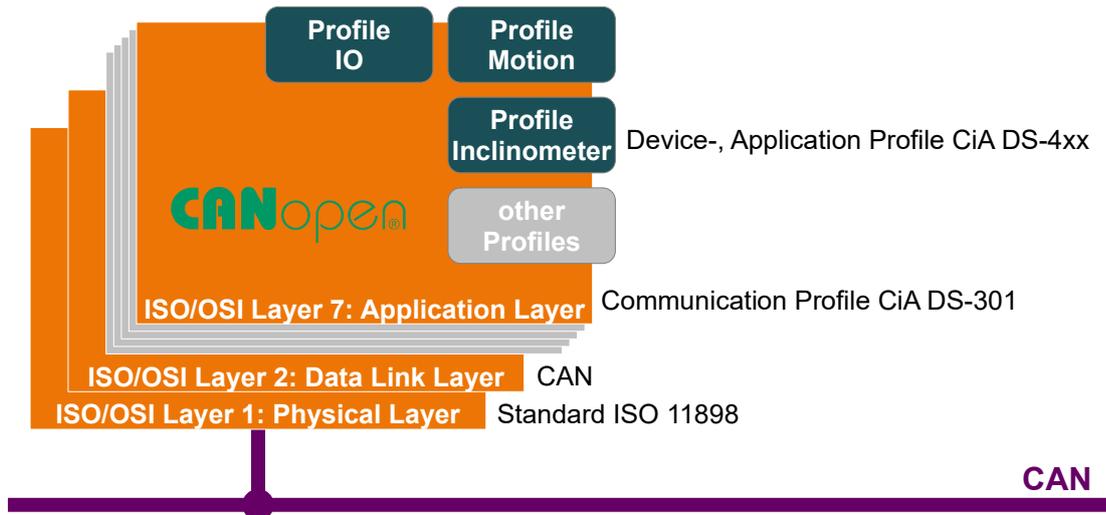


Abbildung 8: CANopen Struktur

CANopen beschreibt die ISO/OSI-Schicht 7 (Application Layer) als Kommunikationsprofil, das von der CiA im Standard CiA DS-301 spezifiziert wurde. Dieses legt die Art der Kommunikation für alle Geräte einheitlich fest. Darüber hinaus sind noch Geräte- und Anwendungsprofile für bestimmte Geräteklassen und Anwendungen im Standard CiA DS-4xx definiert.

8.3 CANopen Gerätemodell

Der Datenaustausch zwischen CANopen Geräten erfolgt über Datenobjekte. Das CANopen Kommunikationsprofil sieht dazu folgende Objektarten vor. Die Prozessdatenobjekte (PDOs) sind hochpriorie Telegramme welche dem Austausch von Prozessdaten dienen. Über die Service-Datenobjekte (SDOs) erfolgt der Zugriff auf die Parameter des Objektverzeichnisses eines Gerätes. Netzwerkmanagement Objekte dienen der Steuerung des Zustandsautomaten des CANopen Geräts und zur Überwachung der Knoten. Des Weiteren gibt es noch Spezialobjekte für Fehlermeldungen (Emergency), Synchronisation (SYNC) und Zeitstempel. Jedes CANopen Gerät besitzt ein CANopen Objektverzeichnis, in dem die Parameter für alle CANopen Objekte eingetragen sind.

8.4 COB-IDs

Die CAN-Identifizierer der Kommunikationsobjekte werden entsprechend des Pre-Defined Connection Set bei jedem Reset (Communication, Application und Hardware Reset) in Abhängigkeit der eingestellten Node-ID bestimmt. Die Tabelle 18 zeigt die Berechnungsgrundlage und die Standardwerte (Node-ID = 10).

Kommunikationsobjekt (COB)	Berechnung der COB-ID	Standardwert (Node-ID = 10)
NMT	0h	0h
SYNC	80h	80h
EMCY	80h + Node-ID	8Ah
TPDO1	180h + Node-ID	18Ah
TPDO2	280h + Node-ID	28Ah
Standard-SDO (Client > Server)	600h + Node-ID	60Ah
Standard-SDO (Server > Client)	580h + Node-ID	58Ah
Heartbeat	700h + Node-ID	70Ah

Tabelle 18: Berechnung der COB-IDs nach Pre-Defined Connection Set

8.5 Netzwerkmanagement: NMT

Abbildung 9 zeigt das NMT Zustandsdiagramm eines CANopen Gerätes. Nach der **Initialisierung** geht das Gerät automatisch in den Zustand **Pre-Operational** über. Dabei sendet das Gerät eine Boot-Up Nachricht. In diesem Zustand kann es über das Objektverzeichnis konfiguriert werden, denn die Service-Datenobjekte (SDO) sind bereits aktiv. Die Prozessdatenobjekte sind hingegen noch gesperrt.

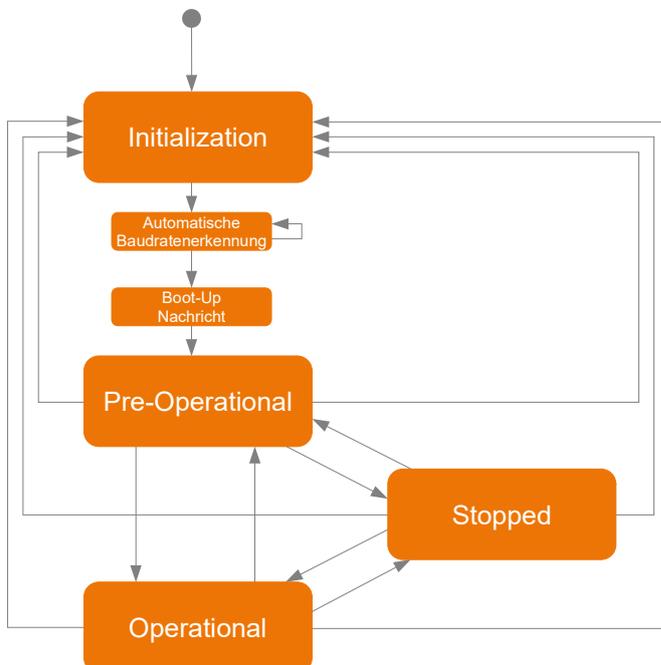


Abbildung 9: NMT Zustandsdiagramm

Durch das Senden der CAN-Nachricht „Start Remote Node“ wechselt das Gerät in den Zustand **Operational**. Jetzt sind auch die Prozessdatenobjekte aktiv. Im Zustand **Stopped** ist keine Kommunikation mit Ausnahme von Node-Guarding und Heartbeat möglich.

8.6 Prozessdaten: PDO (TPDO1, TPDO2)

Jeder Neigungssensor besitzt zwei Sendeprozessdatenobjekte (TPDO1 und TPDO2). TPDO1 enthält standardmäßig die aktuellen Neigungswerte (axial oder longitudinal und lateral). Das PDO Mapping der Messwerte ist dynamisch einstellbar. Das Standardmapping ist in Tabelle 19/20 dargestellt.

Datenteil des CAN-Telegramms des TPDO1							
Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7
Neigungswert axial (OV: 6010h)		unbenutzt					

Tabelle 19: TPDO1 Standardmapping Typ: IS1BP360-O-DL

Datenteil des CAN-Telegramms des TPDO1							
Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7
Neigungswert longitudinal (X-Achse, OV: 6010h)		Neigungswert lateral (Y-Achse, OV: 6020h)		unbenutzt			

Tabelle 20: TPDO1 Standardmapping Typ: IS2BP090-O-DL

Das Sendeprozessdatenobjekt TPDO2 ist standardmäßig deaktiviert (valid Bit der COB-ID gesetzt). Das Standardmapping ist in Tabelle 21 dargestellt.

Datenteil des CAN-Telegramms des TPDO2							
Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7
Euler-Winkel Pitch (OV: 3100h:00h)		Euler-Winkel Roll (OV: 3100h:01h)		unbenutzt			

Tabelle 21: TPDO2 Standardmapping Typ: IS1BP360-O-DL, IS2BP090-O-DL

Folgende Objekte können in die TPDOs gemappt werden:

Index	Subindex	Größe	Beschreibung	Format
0x3100	1	16	Euler-Winkel: Pitch	signed, 0,01°/bit
0x3100	2	16	Euler-Winkel: Roll	signed, 0,01°/bit
0x3101	1	16	Quaternion: w	signed, 1/30000 / bit
0x3101	2	16	Quaternion: x	signed, 1/30000 / bit
0x3101	3	16	Quaternion: y	signed, 1/30000 / bit
0x3101	4	16	Quaternion: z	signed, 1/30000 / bit
0x3102	1	16	Beschleunigung, x-Achse	signed, 1/4096g / bit
0x3102	2	16	Beschleunigung, y-Achse	signed, 1/4096g / bit
0x3102	3	16	Beschleunigung, z-Achse	signed, 1/4096g / bit
0x3103	1	16	Drehrate, x-Achse	signed, 7/800°/s / bit
0x3103	2	16	Drehrate, y-Achse	signed, 7/800°/s / bit
0x3103	3	16	Drehrate, z-Achse	signed, 7/800°/s / bit
0x6010	0	16	Slope Long16	signed, 0,01°/bit
0x6020	0	16	Slope Lateral16	signed, 0,01°/bit
0x6511	0	8	Temperatur	signed, 1K/bit

Tabelle 22: Mappbare Objekte

8.6.1 PDO Kommunikationsarten

8.6.1.1 Individuelle Abfrage (Polling)

Das TPDO1 und TPDO2 (falls aktiviert) kann jederzeit durch Senden eines Remote-Transmit-Request-Telegramms (RTR) abgefragt werden.

8.6.1.2 Zyklisches Senden

Das zyklische Senden des TPDO1 ist aktiviert, wenn der Eintrag 1800h/05h (Intervallzeit in Millisekunden) einen Wert größer 0 enthält. Weiterhin muss der Eintrag 1800h/02h (Übertragungstyp) den Wert 254 (asynchron, herstellerspezifisch) enthalten. Der Neigungssensor sendet dann im Zustand OPERATIONAL zyklisch das TPDO1 mit der eingestellten Periodendauer.

Das zyklische Senden des TPDO2 ist aktiviert, wenn der Eintrag 1801h/05h (Intervallzeit in Millisekunden) einen Wert größer 0 enthält und die COB-ID an Eintrag 1801/01h gültig ist (Bit 31 gelöscht). Weiterhin muss der Eintrag 1801h/02h (Übertragungstyp) den Wert 254 (asynchron, herstellerspezifisch) enthalten. Der Neigungssensor sendet dann im Zustand OPERATIONAL zyklisch das TPDO2 mit der eingestellten Periodendauer.

8.6.1.3 Synchronisiertes Senden

Das synchronisierte Senden dient dem gleichzeitigen Abfragen der Winkelwerte von mehreren Neigungssensoren. CANopen stellt hierzu das SYNC Objekt zur Verfügung, ein CAN-Telegramm hoher Priorität ohne Nutzdaten. Es wird von einem Busteilnehmer (in der Regel vom Master) zyklisch in festen Intervallen versandt. Alle Neigungssensoren lesen ihren aktuellen Winkelwert nach jedem „n-ten“ Empfang des SYNC Objekts aus und senden das TPDO direkt anschließend, sobald der Bus dies zulässt. Dafür muss der Eintrag 1800h/02h (Übertragungstyp) für TPDO1, bzw. 1801h/02h für TPDO2 den Wert $n = 1 \dots 240$ enthalten.

8.6.1.4 Ereignisgesteuertes Senden bei Winkeländerung (herstellerspezifisch)

Die Buslast durch PDOs kann verringert werden, indem nur dann das TPDO1 gesendet wird, wenn eine entsprechende Winkeländerung eingetreten ist. Diese Funktionalität ist im herstellerspezifischen Teil des Objektverzeichnisses unter dem Index 3001h konfigurierbar. Der Eintrag 1800h/02h (Übertragungstyp) muss dazu den Wert 254 (asynchron, herstellerspezifisch) enthalten. Das ereignisgesteuerte Senden bei Winkeländerung kann nur für TPDO1 aktiviert werden.

8.7 Parameterdaten: SDO

Die im Objektverzeichnis aufgeführten Parameter werden über Service-Daten-Objekte (SDOs) gelesen und beschrieben. Wie in Tabelle 23 ersichtlich ist, besitzen die Objektdaten einen 16-Bit Index, über den ein Parameter direkt adressiert werden kann. Zudem existiert noch zu jedem Index ein 8-Bit Sub-Index, der eine weitere Auswahl innerhalb eines Indexes ermöglicht. Die 8 Byte des SDOs sind im Datenbereich der CAN-Nachricht untergebracht.

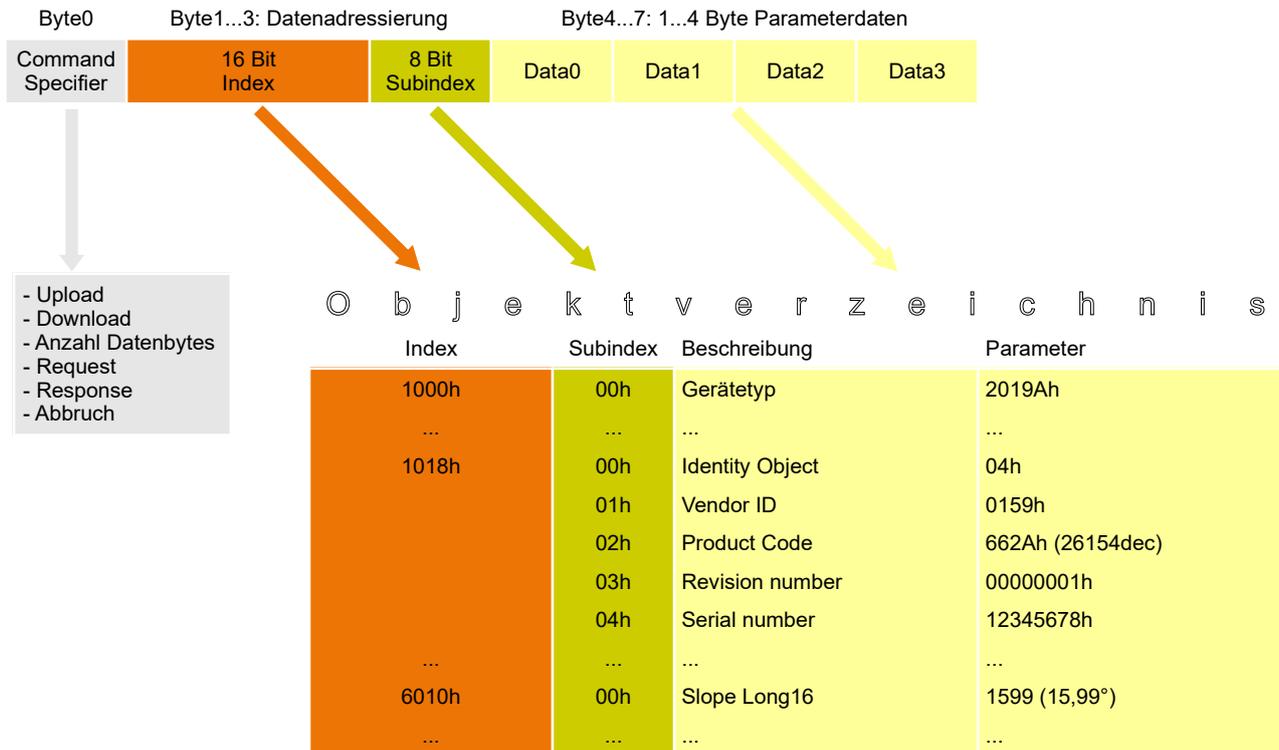


Abbildung 10: SDO Protokoll - Zugriff auf Objektverzeichnis

8.8 Objektverzeichnis

Das Objektverzeichnis enthält alle Datenobjekte, die von außen zugänglich sind und die das Verhalten von Kommunikation, Applikation und Statusmaschinen beeinflussen. Es ist in drei Teile gegliedert:

- kommunikationsspezifischer Teil (Index: 0x1000 – 0x1FFF)
- herstellerspezifischer Teil (Index: 0x2000 – 0x5FFF)
- profilspezifischer Teil (Index: 0x6000 – 0x9FFF)

Die enthaltenen Parameter können mittels des Standard SDOs über Index und Subindex gelesen und geschrieben werden.

Die folgenden Abschnitte beschreiben alle Parameter im Objektverzeichnis eines Neigungssensors mit Index, Subindex, Datentyp, Zugriffsrecht und Standardwert (Werkseinstellung). Die Spalte Speichern kennzeichnet, ob ein Parameter im internen Permanentenspeicher („save“-Signatur in OV-Index 1010h/01h schreiben) gespeichert werden kann.

8.8.1 Kommunikationsparameter (nach CiA DS-301)

Index	Sub-Index	Parameter	Datentyp	Zugriff	Standardwert	Speichern
1000h	0	Gerätetyp (Geräteprofil 410), Typ IS1BP360-O-DL / IS2BP090-O-DL	UNS32	const	1019Ah/2019Ah	
1001h	0	Fehlerregister	UNS8	ro	0	
1002h	0	Herstellerstatusregister	UNS32	ro	0	
1003h	vordefiniertes Fehlerfeld					
	0	Anzahl Fehlereinträge	UNS32	rw	0	
	1..5	Fehler-Code (ältester Fehler auf höchstem Index)	UNS32	ro	0	
1005h	0	COB-ID Sync-Nachricht	UNS32	rw	80h	
1008h	0	Gerätename	VSTR	const	{typabh.}	
100Ah	0	Softwareversion („Vxx.yy“)	VSTR	const	{typabh.}	
100Ch	0	Guard Time (Vielfaches von 1 ms)	UNS16	rw	0	x
100Dh	0	Life Time Factor	UNS8	rw	0	x
1010h	Parameter speichern (Signatur: 's','a','v','e' - 65766173h auf SubIndex 1...4)					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS32	ro	4	
	1	Alle Parameter speichern (OV: 0x1000-0x9FFF)	UNS32	rw	1	
	2	Kommunikationsparameter speichern (OV: 0x1000-0x1FFF)	UNS32	rw	1	
	3	Applikationsparameter speichern (OV: 0x6000-0x9FFF)	UNS32	rw	1	
	4	Herstellerparameter speichern (OV: 0x2000-0x5FFF)	UNS32	rw	1	
1011h	Standardparameter wiederherstellen (Signatur: 'l','o','a','d' - 64616F6Ch auf SubIndex 1...4)					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS32	ro	4	
	1	Alle Parameter wiederherstellen (OV: 0x1000-0x9FFF)	UNS32	rw	1	
	2	Kommunikationsparameter wiederherstellen (OV: 0x1000-0x1FFF)	UNS32	rw	1	
	3	Applikationsparameter wiederherstellen (OV: 0x6000-0x9FFF)	UNS32	rw	1	
	4	Herstellerparameter wiederherstellen (OV: 0x2000-0x5FFF)	UNS32	rw	1	
1014h	0	COB-ID Emergency-Nachricht	UNS32	ro	80h + Node-ID	
1015h	0	Sperrzeit zwischen zwei EMCY-Nachrichten (Vielfaches von 100 µs)	UNS16	rw	0	x
1017h	0	Heartbeat-Intervallzeit (Vielfaches von 1 ms, 0 deaktiviert)	UNS16	rw	0	x
1018h	Identity-Objekt					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	4	
	1	Vendor-ID (Herstellerkennung GEMAC Chemnitz GmbH)	UNS32	ro	159h	
	2	Produkt-Code	UNS32	ro	{typabh.}	
	3	Revisionsnummer	UNS32	ro	{typabh.}	
	4	Seriennummer	UNS32	ro	{typabh.}	
1200h	Server SDO1 Parameter					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	2	
	1	COB-ID Client > Server	UNS32	ro	600h + Node-ID	
	2	COB-ID Server > Client	UNS32	ro	580h + Node-ID	
1800h	Transmit PDO1 Kommunikationsparameter					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	5	
	1	COB-ID	UNS32	ro*	180h + Node-ID	x*
	2	Übertragungstyp (synchron / asynchron-herstellerspezifisch)	UNS8	rw	1	x
	3	Sperrzeit zwischen zwei TPDO-Nachrichten (Vielfaches von 100 µs)	UNS16	rw	0	x
	4	Kompatibilitätseintrag	UNS8	rw	0	x

Index	Sub-Index	Parameter	Datentyp	Zugriff	Standardwert	Speichern
	5	Intervallzeit für zykl. Senden (Vielfaches von 1 ms, 0 deaktiviert)	UNS16	rw	0	x
1801h	Transmit PDO2 Kommunikationsparameter					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	5	
	1	COB-ID	UNS32	ro*	280h + Node-ID	x*
	2	Übertragungstyp (synchron / asynchron-herstellerspezifisch)	UNS8	rw	1	x
	3	Sperrzeit zwischen zwei TPDO-Nachrichten (Vielfaches von 100 µs)	UNS16	rw	0	x
	4	Kompatibilitätseintrag	UNS8	rw	0	x
	5	Intervallzeit für zykl. Senden (Vielfaches von 1 ms, 0 deaktiviert)	UNS16	rw	0	x
1A00h	Transmit PDO1 Mappingparameter					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	{typabh.}	
	1	Mapping Eintrag 1, beide Typen: IS1BP360-O-DL, IS2BP090-O-DL	UNS32	rw	0x60100010	x
	2	Mapping Eintrag 2, Typ: IS1BP360-O-DL / IS2BP090-O-DL	UNS32	rw	0 / 0x60200010	x
	3	Mapping Eintrag 3	UNS32	rw	0	x
	4	Mapping Eintrag 4	UNS32	rw	0	x
	5	Mapping Eintrag 5	UNS32	rw	0	x
	6	Mapping Eintrag 6	UNS32	rw	0	x
	7	Mapping Eintrag 7	UNS32	rw	0	x
	8	Mapping Eintrag 8	UNS32	rw	0	x
1A01h	Transmit PDO2 Mappingparameter					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	2	
	1	Mapping Eintrag 1	UNS32	rw	0x31000110	x
	2	Mapping Eintrag 2	UNS32	rw	0x31000210	x
	3	Mapping Eintrag 3	UNS32	rw	0	x
	4	Mapping Eintrag 4	UNS32	rw	0	x
	5	Mapping Eintrag 5	UNS32	rw	0	x
	6	Mapping Eintrag 6	UNS32	rw	0	x
	7	Mapping Eintrag 7	UNS32	rw	0	x
	8	Mapping Eintrag 8	UNS32	rw	0	x
1F51h	Programmdownload - Steuerung					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	1	
	1	Bereich Firmware	UNS8	rw	1	

* das Gültigkeitsbit (Bit 31) der COB-ID wird gespeichert

Tabelle 23: Kommunikationsparameter im Objektverzeichnis

8.8.1.1 Fehlerregister (1001h)

Das Fehlerregister zeigt den allgemeinen Fehlerstatus des Gerätes an. Jedes Bit steht dabei für eine Fehlergruppe. Ist ein Bit gesetzt (= 1), so ist mindestens ein Fehler dieser Gruppe gerade aktiv. Der Inhalt dieses Registers wird in jeder EMCY-Nachricht übertragen. Folgende Fehlergruppen können auftreten:

Fehlerregister (1001h)							
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Herstellerspezifischer Fehler	Accuracy Warning	Profilspezifischer Fehler	Kommunikationsfehler		unbenutzt		mind. ein Fehler aktiv

Tabelle 24: Fehlerregister (1001h)

Befindet sich das Gerät im Fehlerzustand (mindestens ein Fehler aktiv), wird dies durch das gesetzte Bit 0 angezeigt. Bei Auftreten eines Kommunikationsfehlers (Überlauf der Sende-/Empfangspuffer, Guardingfehler oder CAN-Controller im Modus Passiv/Bus-Off) wird das Bit 4 gesetzt. Ein profilspezifischer Fehler (Sensorfehler) wird durch das Bit 5 angezeigt. Das Bit 7 signalisiert einen herstellerspezifischen Fehler (EEPROM-Fehler).

8.8.1.2 Herstellerstatusregister (1002h)

Dieses Register zeigt den aktuellen Zustand sämtlicher detektierbarer Fehler an. Jedes Bit steht dabei für einen bestimmten Fehler. Ist ein Bit gesetzt (= 1), so ist dieser Fehler gerade aktiv. Die niederwertigen 16 Bit dieses Registers (Bit 15...Bit 0) werden in jeder EMCY-Nachricht in den ersten zwei Bytes des herstellerspezifischen Teils übertragen und ebenfalls in das Zusatzinformationsfeld (Bit 31-Bit 16) des vordefinierten Fehlerfelds 1003h eingetragen. Die Definitionen der einzelnen Bits in den Bitfeldern „Gerätefehler“ und „Kommunikationsfehler“ sind in Tabelle 35 dargestellt.

Herstellerstatusregister (1002h)		
Bit31...Bit16	Bit15...Bit8	Bit7...Bit0
unbenutzt	Bitfeld Kommunikationsfehler	Bitfeld Gerätefehler

Tabelle 25: Herstellerstatusregister (1002h)

8.8.1.3 Vordefiniertes Fehlerfeld (1003h)

Jeder Neigungssensor führt eine Fehlerliste über die fünf zuletzt aufgetretenen Fehler. Der Eintrag 1003h/00h enthält die Anzahl der Fehlereinträge im Fehlerfeld. Alle anderen Subindizes beinhalten sämtliche aufgetretene Fehlerzustände in chronologischer Reihenfolge, wobei der zuletzt aufgetretene Fehler immer unter Subindex 01h zu finden ist. Der älteste Fehler befindet sich im höchsten verfügbaren Subindex (Wert von 1003h/00h) und wird als erstes bei Auftreten von mehr als fünf Fehlern aus der Liste entfernt. Tritt ein Fehler ein, so wird ein neuer Fehlereintrag in 1003h hinzugefügt und ebenfalls per EMCY-Nachricht mitgeteilt. Ein Fehlereintrag ist wie folgt aufgebaut:

Fehlereintrag im vordefinierten Fehlerfeld (1003h)				
Zusatzinformationsfeld (Bit31...Bit16)		Fehler-Code (Bit15...Bit0)		
Bit15...Bit0 des Herstellerstatusregisters 1002h (zum Zeitpunkt des Fehlereintritts)		0000h Fehler rückgesetzt oder kein Fehler mehr vorhanden		
<table border="0"> <tr> <td>Bitfeld Kommunikationsfehler</td> <td>Bitfeld Gerätefehler</td> </tr> </table>		Bitfeld Kommunikationsfehler	Bitfeld Gerätefehler	5010h Sensorfehler / Sensorfehler-X
		Bitfeld Kommunikationsfehler	Bitfeld Gerätefehler	
		5020h Sensorfehler-Y		
		8110h Empfangs-/Sendepuffer-Überlauf		
		8120h CAN Warning Limit überschritten		
8130h Node Guard Event				
		8140h Bus-Off Zustand verlassen		

Tabelle 26: Fehlereintrag im vordefinierte Fehlerfeld (1003h)

Die Fehlerliste kann komplett gelöscht werden, indem der Eintrag 1003h/00h mit 0 beschrieben wird.

8.8.1.4 Parameter speichern (1010h) und wiederherstellen (1011h)

Werden Parameter im Objektverzeichnis geändert, so treten die Änderungen sofort in Kraft. Damit die geänderten Parameter auch nach einem Reset weiterhin aktiv sind, müssen diese im internen Permanent Speicher gesichert werden. Durch das Schreiben der Signatur „save“ (65766173h) auf den Eintrag 1010h/01h werden alle aktuellen Parameter des Objektverzeichnis in den Permanent Speicher übertragen.

Das Objektverzeichnis kann über den Eintrag 1011h/01h auf Werkseinstellungen zurückgesetzt werden, indem die Signatur „load“ (64616F6Ch) auf diesen Eintrag geschrieben wird. Damit werden die Werkparameter in den Permanentenspeicher geschrieben. Nach einem „Reset Application“ (NMT-Kommando) bzw. einem Hardware-Reset treten die Änderungen in Kraft (wird lediglich ein „Reset Communication“ (NMT-Kommando) gesendet, so werden zunächst nur die Werkseinstellungen der Kommunikationsparameter wirksam).

Durch Schreiben der Signatur auf Subindex: 02h, 03h oder 04h besteht die Möglichkeit nur Teile des Objektverzeichnisses zu speichern oder zu laden.

8.8.1.5 Transmit PDO – Übertragungstyp (1800h / 1801h)

Über den Eintrag 1800h/02h bzw. 1801h/02h kann festgelegt werden, wie das Versenden des PDOs ausgelöst wird.

Transmit PDO - Übertragungstyp	
Übertragungstyp	Beschreibung
1...240	Synchron (zyklisch) Übertragung nach jedem 1...240ten Empfang des SYNC Objektes nur „Synchronisierte Übertragung“ mittels SYNC möglich
253	Übertragung ausschließlich mit RTR
254	Asynchron, herstellerspezifisch „Zyklisches Senden“ und/oder „Senden bei Winkeländerung“ (nur TPDO1) durch entsprechende Konfiguration aktivierbar.

Tabelle 27: Transmit PDO – Übertragungstyp

8.8.2 Herstellerspezifischer Teil

Index	Sub-Index	Parameter	Datentyp	Zugriff	Standardwert	Speichern
2002h	0	Automatische Bus-Off Erholung	BOOL	rw	0	x
3000h	Digitalfiltereinstellungen					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	2	
	1	Filtertyp (0=aus, 1=Butterworth, 2=Kritisch gedämpft)	UNS16	rw	2	x
	2	Grenzfrequenz Digitalfilter (100...25000/8000, in mHz)	UNS16	rw	2000	x
3001h	TPDO1 Senden bei Winkeländerung, Typ IS1BP360-O-DL					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	2	
	1	Senden bei Winkeländerung aktivieren/deaktivieren (1/0)	UNS16	rw	0	x
	2	minimale Winkeländerung für axiale Achse (in 1/100°)	UNS16	rw	100	x
3001h	TPDO1 Senden bei Winkeländerung, Typ IS2BP090-O-DL					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	3	
	1	Senden bei Winkeländerung aktivieren/deaktivieren (1/0)	UNS16	rw	0	x
	2	min. Winkeländerung für longitudinale (X) Achse (in 1/100°)	UNS16	rw	100	x
	3	min. Winkeländerung für laterale (Y) Achse (in 1/100°)	UNS16	rw	100	x
3002h	Konfiguration Sensorfusion					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	2	
	1	Sensorfusion aktivieren/deaktivieren (1/0)	UNS8	rw	1	x
	2	maximale Störunterdrückungszeit (in ms)	UNS16	rw	5000	x
	3	dynamische Gyro-Offsetkorrektur aktivieren/deaktivieren	UNS8	rw	1	x

Index	Sub-Index	Parameter	Datentyp	Zugriff	Standardwert	Speichern
	4	Gyro-Offsetkorrektur durchführen	UNS8	w	-	
	5	dynamische Gyro-offsetkorrektur Level	UNS8	rw	3	x
3100h	Ausgabe Euler-Winkel					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	2	
	1	Euler-Winkel Pitch (in 1/100°)	INT16	ro	-	
	2	Euler-Winkel Roll (in 1/100°)	INT16	ro	-	
3101h	Ausgabe Quaternion					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	4	
	1	Quaternion Skarteil w (in 1/30000)	INT16	ro	-	
	2	Quaternion Vektorteil x (in 1/30000)	INT16	ro	-	
	3	Quaternion Vektorteil y (in 1/30000)	INT16	ro	-	
	4	Quaternion Vektorteil z (in 1/30000)	INT16	ro	-	
3102h	Ausgabe Rohdaten Beschleunigungssensor					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	3	
	1	Beschleunigung X-Achse (in 1/4096 g)	INT16	ro	-	
	2	Beschleunigung Y-Achse (in 1/4096 g)	INT16	ro	-	
	3	Beschleunigung Z-Achse (in 1/4096 g)	INT16	ro	-	
3103h	Ausgabe Rohdaten Drehratensensor					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	3	
	1	Drehrate X-Achse (in 7/800 °/s)	INT16	ro	-	
	2	Drehrate Y-Achse (in 7/800 °/s)	INT16	ro	-	
	3	Drehrate Z-Achse (in 7/800 °/s)	INT16	ro	-	
5555h	reservierter Index (ausschließlich für Herstellerzugriff)					

Tabelle 28: Herstellerspezifischer Teil des Objektverzeichnisses

8.8.2.1 Automatische Bus-Off Erholung (2002h)

Diese Eigenschaft regelt das Verhalten des Neigungssensors, wenn er sich im Zustand Bus-Off befindet. Falls aktiviert, so kann der Neigungssensor aus diesem wieder in den fehler-aktiven Zustand mit zurückgesetzten Fehlerzählern wechseln. Dazu muss er 128 mal 11 aufeinanderfolgende rezessiven Bits auf dem Bus detektieren.

Falls deaktiviert, bleibt der Neigungssensor im Zustand Bus-Off.

8.8.2.2 Digitalfiltereinstellungen (3000h)

Über den Eintrag 3000h/01h wird der Digitalfilter ausgewählt. Die Grenzfrequenz wird über das Objekt 3000h/02 eingestellt. Dabei sind Werte von 100 (= 0,1 Hz) bis 25000/8000 (= 25 Hz/8 Hz) zulässig. Eine Beschreibung des Digitalfilters ist in Kapitel 6.1 „Digitalfilter“ zu finden.

Filter	Filtertyp (3000h/01h)	einstellbarer Frequenzbereich (3000h/02h)	Einsatzfälle
deaktiviert	0	-	statische Neigungsmessung bei Anwendungen ohne äußere Kräfteinwirkungen
Butterworth	1	0,1 Hz ... 25 Hz	statische Neigungsmessung bei hoher Dämpfung gegenüber Vibrationen
Kritisch gedämpft	2	0,1 Hz ... 8 Hz	Neigungsmessung bei Anwendungen, die einer gewissen Dynamik unterliegen, ohne Überspringen bei Winkeländerungen bei gleichzeitig guter Dämpfung

Tabelle 29: Filterauswahl

8.8.2.3 TPDO1 Senden bei Winkeländerung (3001h)

Über den Eintrag 3001h/01h kann das ereignisgesteuerte Senden des TPDO1 bei Winkeländerung aktiviert (= 1) bzw. deaktiviert (= 0) werden. Für die Aktivierung muss der Übertragungstyp des TPDO1 auf „Asynchron, herstellereigenspezifisch“ stehen (1800h/02h = 254).

Für den Typ IS1MZ360-O-xL ermöglicht Subindex 02h das Einstellen der minimal notwendigen Winkeländerung für die axiale Achse.

Für den Typ IS2MZ090-O-xL ermöglichen Subindex 02h und 03h das getrennte Einstellen der minimal notwendigen Winkeländerung für die longitudinale (X) und laterale (Y) Achse.

Die Winkelwerte sind in °/100 angegeben (100facher Winkelwert) und können ab 1 (= 0,01°) frei eingestellt werden.

Ist das Senden bei Winkeländerung aktiviert, so gibt der Neigungssensor im Zustand OPERATIONAL stets dann das TPDO1 neu aus, wenn sich der Neigungswert von mindestens einer Achse um den unter 3001h/02h und 03h eingestellten Winkelwert geändert hat. Dabei wird die Winkeldifferenz stets zwischen dem aktuellen Neigungswert und dem zuletzt durch das TPDO1 gesendeten Winkelwertes ermittelt und geprüft. Bei jedem Übergang in den Zustand OPERATIONAL teilt der Neigungssensor die aktuelle Position durch einmaliges Aussenden des TPDO1 mit (nur, wenn 3001h/01h = 1).

Hinweis:

Sollten geringe Winkeldifferenzen unter 3001h/02h und 03h eingetragen werden, so empfiehlt sich die Aktivierung des Digitalfilters (Index 3000h), um den Einfluss von Vibrationen und damit das häufige Ausgeben des TPDO1 zu vermindern.

8.8.3 Profilspezifischer Teil (nach CiA DS-410)

Index	Sub-Index	Parameter	Datentyp	Zugriff	Standardwert	Speichern
6000h	0	Auflösung (Vielfaches von 0,001°)	UNS16	ro	10	
6010h	0	Neigungswert longitudinal (X-Achse, 100facher Winkelwert in °)	INT16	ro	-	
6011h	0	Betriebsparameter longitudinal (Invertierung, Nullpunkteinstellung)	UNS8	rw	0	x
6012h	0	Vorgabewert für longitudinale (X) Achse	INT16	rw	0	x
6013h	0	Offsetwert für longitudinale (X) Achse	INT16	rw	0	x
6014h	0	Differenzoffsetwert für longitudinale (X) Achse	INT16	rw	0	x
6020h	0	Neigungswert lateral (Y-Achse, 100facher Winkelwert in °)	INT16	ro	-	
6021h	0	Betriebsparameter lateral (Invertierung, Nullpunkteinstellung)	UNS8	rw	0	x
6022h	0	Vorgabewert für laterale (Y) Achse	INT16	rw	0	x
6023h	0	Offsetwert für laterale (Y) Achse	INT16	rw	0	x

6024h	0	Differenzoffsetwert für laterale (Y) Achse	INT16	rw	0	x
6511h	0	Temperatur (intern in °C)	INT8	ro	-	

Tabelle 30: Profilspezifischer Teil des Objektverzeichnisses**8.8.3.1 Auflösung (6000h)**

Die Auflösung aller Neigungssensoren beträgt fest 0,01° (default: 10 * 0,001°). Alle Winkelwerte im Objektverzeichnis (6010h, 6012h, 6013h, 6014h sowie 6020h, 6022h, 6023h, 6024h) sind als Vielfaches von 0,01° zu interpretieren.

Beispiel:

Winkelwert = -2370 x 0,01° → -23,70°

8.8.3.2 Neigungswert axial (6010h) / Neigungswerte longitudinal und lateral (6010h und 6020h)

Die aktuellen Winkelwerte der Neigungsachse(n) sind sowohl per SDO-Zugriff auf das Objektverzeichnis (in jedem Gerätezustand) als auch per TPDO zugänglich. Bei aktivierter Nullpunkteinstellung (Betriebsparameter: 6011h und 6021h) wird der Neigungswert wie folgt berechnet:

$$\text{Neigungswert} = \text{physikalisch gemessener Neigungswert} + \text{Differenzoffsetwert} + \text{Offsetwert}$$

Bei deaktivierter Nullpunkteinstellung:

$$\text{Neigungswert} = \text{physikalisch gemessener Neigungswert}$$

Beispiel:

Wertebereich Typ IS1BP360-O-DL: -18000 ... +17999 → -180,00° ... +179,99° = 0 ...359,99°

Wertebereich Typ IS2BP090-O-DL: -9000 ... +9000 → - 90,00° ... + 90,00°

8.8.3.3 Betriebsparameter (6011h und 6021h)

Die Betriebsparametereinstellungen eines Neigungssensors (6011h und 6021h) erlauben das Umstellen des mathematischen Vorzeichens des Neigungswertes als auch eine Nullpunkteinstellung. Werksseitig sind diese Optionen deaktiviert, d.h. die Richtung des Winkelwertes (Polarität der Achsen) entspricht der auf dem Typenschild des Gerätes dargestellten Zuordnung.

Betriebsparameter (6011h und 6021h)							
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
unbenutzt						Nullpunkteinstellung	Invertierung
						0 = /inaktiv 1 = aktiv	0 = /inaktiv 1 = aktiv

Tabelle 31: Betriebsparameter (6011h und 6021h)**8.8.3.4 Nullpunkteinstellung: Vorgabewert, Offsetwert, Differenzoffsetwert (60x1/2/3h)**

Mit Hilfe der Werte für „Vorgabewert“, „Offsetwert“ und „Differenzoffsetwert“ lässt sich eine Nullpunkteinstellung des Neigungswinkels vornehmen. Diese ist nur aktiv, wenn das Bit1 in den Betriebsparametern (6011h/6021h) gesetzt ist.

Wert	Objekt	Beschreibung
Vorgabewert	6012h 6022h	Vorgabewert für die Nullpunkteinstellung Wertebereich abhängig von Einstellung in Objekt 6000h
Offsetwert	6013h 6023h	Berechneter Offsetwert beim Schreiben auf Objekt 6012h oder 6021 Berechneter Offsetwert = Vorgabewert bei tacc – physikalisch gemessener Neigungswert bei tacc – Differenzoffsetwert tacc: Zeitpunkt des schreibenden Zugriffs auf den Vorgabewert (6012h,6022h)
Differenzoffsetwert	6014h 6024h	Zusätzlicher Offset, unabhängig von Objekt 6012h und 6013h / 6022h und 6023h Der hier eingegebene Wert wird direkt auf den aktuellen Neigungswert aufaddiert.

Tabelle 32: Nullpunkteinstellung

8.9 Fehlermeldungen: Emergency

Mit Hilfe von Emergency-Nachrichten werden wichtige interne Gerätefehler und CAN-Kommunikationsfehler an andere Teilnehmer im Bus übermittelt. Tritt einer dieser Fehler ein, so werden die OV-Einträge 1001h (Fehlerregister), 1002h (Herstellerstatusregister) und 1003h (vordefiniertes Fehlerfeld) aktualisiert. Wenn ein Fehler beseitigt wird, so wird eine Emergency-Nachrichten mit dem Error Code 0x0000 gesendet. Dabei werden verbleibende Fehler im Byte 2 (Error Register) und den Bytes 3,4 des herstellerspezifischen Fehlerfeldes signalisiert. Sobald das Gerät fehlerfrei ist, sendet es eine Emergency-Nachricht welches nur Nullen enthält. Der aktuelle Gerätezustand (Pre-Operational, Operational oder Stopped) wird von den Fehlerzuständen, außer beim Guardingfehler, nicht beeinflusst.

Emergency-Nachrichten werden mit hoher Priorität auf dem Bus gesendet und sind stets 8 Byte lang. Der Aufbau des Telegrammes ist in Tabelle 33 dargestellt:

Emergency Object							
Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7
Emergency Error Code		Error Register (1001h)	Herstellerspezifisches Fehlerfeld				
			Bitfeld Kommunikationsfehler	Bitfeld Gerätefehler	0x00	0x00	0x00

Tabelle 33: Emergency Object

Emergency Error Codes	
0x0000	Ein Fehler wurde rückgesetzt oder kein Fehler mehr vorhanden (Error Register = 0)
0x5010	Sensorfehler / Sensorfehler-X, Winkelwert außerhalb des Messbereiches
0x5020	Sensorfehler-Y, Winkelwert außerhalb des Messbereiches
0x5040	Genauigkeitswarnung: Werte für Beschleunigung oder Drehrate außerhalb des Messbereichs, Winkelgenauigkeit des Sensors ist eingeschränkt
0x8110	Empfangs-/Sendepuffer-Überlauf, CAN Nachrichten gingen verloren
0x8120	CAN Warning Limit überschritten
0x8130	Der Ausfall des Guarding-Masters wurde erkannt (Node Guard Event)
0x8140	Bus-Off Zustand verlassen

Tabelle 34: Emergency Error Code

Bitfeld Gerätefehler		
0x01	Sensorfehler	nur Typ: IS1BP360-O-DL
0x01	Sensorfehler X-Achse	nur Typ: IS2BP090-O-DL
0x02	Sensorfehler Y-Achse	nur Typ: IS2BP090-O-DL
0x80	EEPROM Fehler: Beim Speichern der Konfiguration ist ein Fehler aufgetreten	
Bitfeld Kommunikationsfehler		
0x01	CAN Warning Limit überschritten (zu viele Error Frames)	
0x02	CAN Bus-Off Zustand wurde erreicht. Es wird eine Emergency-Nachricht nach automatischen Verlassen des Bus-Off Zustandes gesendet.	
0x04	Receive Queue Overrun,	Empfangspuffer-Überlauf, CAN Nachrichten gingen verloren
0x08	Transmit Queue Overrun,	Sendepuffer-Überlauf, CAN Nachrichten gingen verloren
0x80	Guarding Error,	Der Ausfall des Guarding-Masters wurde erkannt (Node Guard Event)

Tabelle 35: Emergency: Manufacturer Specific Error Field

8.10 Ausfallüberwachung

Da sich in einem CANopen Netzwerk die Knoten bei der ereignisgesteuerten Übertragung nicht regelmäßig melden, stehen für die Ausfallüberwachung Heartbeat- sowie Nodeguarding-/ Lifeguarding-Mechanismen zur Verfügung. Es kann nur eine der beiden Überwachungsmethoden zum Einsatz kommen.

8.10.1 Nodeguarding / Lifeguarding

Nodeguarding ist die Überwachung eines oder mehrerer Knoten durch den NMT-Master. Dazu sendet dieser periodisch ein RTR-Telegramm an den zu überwachenden Slave, welcher darauf mit seinem Status sowie einem Toggle-Bit antwortet. Falls Status oder Toggle-Bit nicht mit den vom Guarding-Master erwarteten Daten übereinstimmen oder falls keine Antwort erfolgt geht der Master von einem Fehler des Slaves aus.

Mit diesem Mechanismus kann der zu überwachende Knoten auch den Ausfall des Guarding-Masters erkennen. Dazu werden zwei Parameter verwendet. Die Intervallzeit, mit welcher der Guarding-Master den zu überwachenden Neigungssensor abfragt, ist die „Guard Time“ (100Ch). Ein zweiter Parameter, der „Life Time Factor“ (100Dh) definiert einen Multiplikator, nach welchem die Verbindung als unterbrochen gilt. Diese Zeit wird als Lebenszeit des Knotens („Node Life Time“) bezeichnet.

$$\text{„Node Life Time“} = \text{„Guard Time“} \times \text{„Life Time Factor“}$$

Sollte der Neigungssensor innerhalb dieser parametrisierten Zeit keine Guarding-Anforderung vom Master erhalten, so geht er von einem Masterausfall aus, sendet ein Emergency Telegramm und geht in den Zustand Pre-Operational zurück. Falls einer der beiden Parameter „0“ ist (Default-Einstellung), erfolgt keine Überwachung des Masters (kein Lifeguarding).

8.10.2 Heartbeat

Heartbeat ist ein Ausfallüberwachungsmechanismus der ohne die Verwendung von RTR-Telegrammen auskommt. Dazu sendet der Neigungssensor zyklisch eine Heartbeat-Nachricht, welche den Status des Gerätes enthält. Der Master kann diese Telegramme überwachen. Heartbeat wird aktiviert sobald im Register Heartbeat-Intervallzeit (1017h) ein Wert größer „0“ eingetragen ist.

Hinweis:

Heartbeat hat einen erheblichen Einfluss auf die Buslast des CANopen Netzwerkes – erzeugt aber nur eine halb so hohe Buslast wie Nodeguarding / Lifeguarding.

8.11 LSS: Layer Setting Service (nach CiA DSP-305)**8.11.1 Einstellung von Node-ID und Baudrate**

Die Einstellung der Teilnehmeradresse (Node-ID) und der Baudrate wird über LSS (Layer Setting Service) realisiert. Für die Kommunikation zwischen LSS-Master und LSS-Slave (Neigungssensor) dienen zwei CAN-Identifizierer (7E5h und 7E4h). Jeder Neigungssensor besitzt eine eindeutige 128 Bit LSS-Adresse über die er im CAN-Netzwerk angesprochen werden kann. Diese setzt sich aus den drei 32 Bit Parametern des Identity-Objekts 1018h und der Seriennummer zusammen:

Vendor-ID	0000 0159h	(Herstellerkennung: GEMAC Chemnitz GmbH)
Produkt-Code	0000 662Ah	(662Ah = 26154dec = PR- 26154-30)
Revisionsnummer	0000 001Eh	(1Eh = 30dec = PR-26154- 30)
Seriennummer	xxxx xxxh	(Seriennummer des Neigungssensors → Typenschild)

Die Standardwerte für Node-ID und Baudrate bei Auslieferung (Werkparameter) sind:

Node-ID	10
Baudrate	automatische Baudratenerkennung

Index	Baudrate
0	1 MBit/s
1	800 kBit/s
2	500 kBit/s
3	250 kBit/s
4	125 kBit/s
5	reserviert
6	50 kBit/s
7	20 kBit/s
8	10 kBit/s
9	Automatische Baudratenerkennung

Tabelle 36: LSS Baudratenindex nach CiA DSP-305

8.12 Automatische Baudratenerkennung (nach CiA AN-801)

Die automatische Baudratenerkennung dient der automatischen Einstellung der Baudrate des Neigungssensors auf die im Netzwerk vorhandene Baudrate. Dazu befindet sich der Neigungssensor nach dem Einschalten der Stromversorgung im sogenannten „Listen-Only“-Modus, in welchem er die auf dem CAN-Bus befindlichen Telegramme beobachtet aber selbst kein Acknowledge gibt. Dieser Betriebszustand ist durch das Flackern der RUN-LED gekennzeichnet (siehe auch Kapitel 8.13 „Status-LED (nach CiA DR-303-3)“). In diesem Zustand testet er alle verfügbaren Baudraten. Bei Empfang eines gültigen CAN-Telegrammes ist die richtige Baudrate gefunden und wird eingestellt. Anschließend startet der Neigungssensor auf, meldet sich mit einer Boot-Up Nachricht und geht in den Modus Pre-Operational (siehe auch Abbildung 9).

Hinweis:

Für die korrekte Funktion der automatischen Baudratenerkennung müssen Telegramme von anderen Bus-Teilnehmern vorhanden sein.

8.13 Status-LED (nach CiA DR-303-3)

Die eingebaute Status-LED zeigt den aktuellen Gerätezustand (RUN LED, grün) sowie eventuell aufgetretene CAN-Kommunikationsfehler an (ERROR LED, rot). Anhand der Farbe und Blinkfrequenz werden die in Tabelle 37 dargestellten Zustände unterschieden.

Status-LED		
RUN LED	LED-Zustand	Beschreibung
	Aus	Das Gerät ist im Zustand Reset oder keine Stromversorgung vorhanden
	Flackert	Automatische Baudratenerkennung läuft gerade (aktiv)
	Blinken	Das Gerät ist im Zustand Pre-Operational
	Einfach Flash	Das Gerät ist im Zustand Stopped
	Ein	Das Gerät ist im Zustand Operational
ERROR LED	LED-Zustand	Beschreibung
	Aus	Das Gerät arbeitet fehlerfrei
	Einfach Flash	Fehlerzähler CAN-Controller hat seine Warngrenze erreicht oder überschritten.
	Doppelt Flash	Das Gerät hat den Ausfall des Guarding-Masters erkannt (Node Guard Event)
	Ein	Das Gerät ist im Zustand „Bus Off“

Legende:  LED aus  LED an  LED flackert (50 ms an/aus) : 200 ms

Tabelle 37: Betriebs- und Fehleranzeige der Status-LED

9 Funktionsbeschreibung J1939 Schnittstelle

9.1 Telegrammformat

J1939 verwendet erweiterte 29bit Identifier für die Kommunikation auf dem CAN-Bus. Allgemein kann man Telegramme unterscheiden, die zwischen zwei Teilnehmern mit direkter Adressierung ausgetauscht werden (PDU-Format 1) und Broadcast-Nachrichten welche an alle Teilnehmer auf dem Bus gesendet werden (PDU-Format 2).

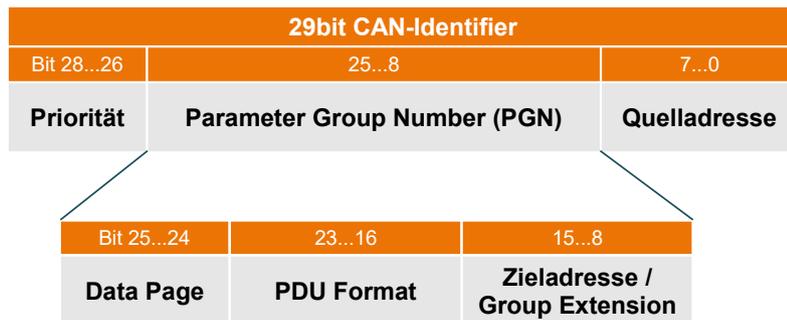


Abbildung 11: J1939 CAN-Identifier

Für Punkt-zu-Punkt Nachrichten sind die Werte 00h bis EFh für das PDU-Format reserviert; die PGN enthält außerdem die Zieladresse. Broadcast-Nachrichten werden mit Werten von F0h bis FFh für das PDU-Format versendet. Durch das Feld Group Extension wird die Anzahl verfügbarer Broadcast-Nachrichten erhöht. Der Neigungssensor verwendet Broadcast-Nachrichten mit PDU-Format 2 für das Aussenden der Prozessdaten (Winkelwerte, Rohdaten, siehe Kapitel 9.3 „Prozessdaten (Transmit PGNs)“). Zur Konfiguration wird die direkte Adressierung im PDU-Format 1 unter Verwendung der Proprietary A PGN unterstützt (siehe Kapitel 9.4 „Sensor Konfiguration“).

9.2 Geräte name und Adresse

Der Sensor startet bei Werkseinstellungen mit der Adresse 128 (80h). Es wird die dynamische Adressvergabe unterstützt. Beim Start sendet der Sensor ein entsprechendes Address-Claim-Telegramm mit der verwendeten Adresse. Dieses Telegramm enthält den 64bit Gerätenamen, wodurch der Sensor eindeutig identifiziert werden kann. Anhand des Namens wird außerdem die Priorität auf dem Bus festgelegt.

Der 64bit Geräte name enthält folgende Felder:

- Arbitrary Address Capable, Unterstützung der dynamischen Adressvergabe (1 Bit)
- Industry Group (3 Bit)
- Vehicle System Instance (4 Bit)
- Vehicle System (7 Bit)
- Function (8 Bit)
- Function Instance (5 Bit)
- ECU Instance (3 Bit)
- Manufacturer Code (11 Bit)
- Identity Number (21 Bit)

Der Manufacturer Code stellt die Herstellerkennung GEMAC Chemnitz GmbH dar (Wert 854 dezimal). Die Identity Number entspricht der J1939 Seriennummer des Sensors.

Ab Werk sind folgende Felder des Gerätenamens voreingestellt:

- Manufacturer Code: 854 (GEMAC Chemnitz GmbH)
- Identity Number: J1939 Seriennummer des Sensors
- Industry Group: 0
- Vehicle System: 0
- Function: 145 (Inertial Sensor)

Die restlichen Bereiche können durch den Benutzer über das Konfigurationsprotokoll geändert werden (siehe Kapitel 9.4 „Sensor Konfiguration“).

9.3 Prozessdaten (Transmit PGNs)

Für das Senden der Messdaten unterstützt der Sensor die PGNs 61459 (Slope Sensor Information) und 61481 (Slope Sensor Information 2) für die Übermittlung der Winkelwerte sowie PGN 61482 (Angular Rate Information) und PGN 61485 (Acceleration Sensor). Außerdem sind für weitere Ausgabeformate Proprietary B Nachrichten (Broadcast) verfügbar.

Das Gerät unterstützt 9 verschiedene Parametergruppen (TxPGNs):

- TxPGN1 61459 Slope Sensor Information
- TxPGN2 61481 Slope Sensor Information 2 (extended range)
- TxPGN3 61482 Angular Rate Information
- TxPGN4 61485 Acceleration Sensor
- Proprietary B TxPGN5 65280 Neigungswert longitudinal, lateral, bzw. Neigungswert axial (Z-Achse)
- Proprietary B TxPGN6 65281 Euler-Winkel Pitch & Roll
- Proprietary B TxPGN7 65282 Quaternion
- Proprietary B TxPGN8 65283 Beschleunigung x, y, z
- Proprietary B TxPGN9 65284 Drehrate x, y, z

Die Aktivierung/Deaktivierung des Sendens, die Zykluszeit und die Priorität der Nachrichten, sowie bei den Proprietary B PGNs das LSB der PGN-Nummer können über Konfigurationsnachrichten eingestellt werden. Per Default sind TxPGNs 2 (Slope Sensor Information 2) und 5 (Neigungswert) mit einer Zykluszeit von 10 ms aktiviert.

PGN	Name	SPN Name	SPN Position (Bit)	SPN Breite (Bit)	Auflösung	Offset	Datenbereich
61459	Slope Sensor Information	Pitch Angle	0	16	0,002 °/bit	-64°	-64...64,51°
		Roll Angle	16	16	0,002 °/bit	-64°	-64...64,51°
		Pitch Rate	32	16	0,002 °/s/bit	-64°/s	-64...64,51°/s
		Pitch Angle Status	48	2	4 States	0	0...3
		Roll Angle Status	50	2	4 States	0	0...3
		Pitch Rate Status	52	2	4 States	0	0...3
		Sensorfusion Status	54	2	4 States	0	0...3
		Latenz	56	8	0,5 ms/bit	0	0...125 ms

Tabelle 38: Transmit PGN 1 - 61459 Slope Sensor Information

PGN	Name	SPN Name	SPN Position (Bit)	SPN Breite (Bit)	Auflösung	Offset	Datenbereich
61481	Slope Sensor Information 2	Pitch Angle (ext. Range)	0	24	1/32768 °/bit	-250°	-250...252° (-90...90°)
		Roll Angle (ext. Range)	24	24	1/32768 °/bit	-250°	-250...252°
		Pitch Angle Sensorfusion	48	2	4 States	0	0...3
		Pitch Angle Status	50	2	4 States	0	0...3
		Roll Angle Sensorfusion	52	2	4 States	0	0...3
		Roll Angle Status	54	2	4 States	0	0...3
		Latenz	56	8	0,5 ms/bit	0	0...125 ms

Tabelle 39: Transmit PGN 2 – 61481 Slope Sensor Information 2

PGN	Name	SPN Name	SPN Position (Bit)	SPN Breite (Bit)	Auflösung	Offset	Datenbereich
61482	Angular Rate Information	Pitch Rate (ext. Range)	0	16	1/128 °/s/bit	-250°/s	-250...250°/s
		Roll Rate (ext. Range)	16	16	1/128 °/s/bit	-250°/s	-250...250°/s
		Yaw Rate (ext. Range)	32	16	1/128 °/s/bit	-250°/s	-250...250°/s
		Pitch Rate Status	48	2	4 States	0	0...3
		Roll Rate Status	50	2	4 States	0	0...3
		Yaw Rate Status	52	2	4 States	0	0...3
		Latenz	56	8	0,5 ms/bit	0	0...125 ms

Tabelle 40: Transmit PGN 3 – 61482 Angular Rate Information

PGN	Name	SPN Name	SPN Position (Bit)	SPN Breite (Bit)	Auflösung	Offset	Datenbereich
61485	Acceleration Sensor	Beschleunigung lateral (Y-Achse)	0	16	0,01 m/s ² /bit	-320m/s ²	-80...80m/s ²
		Beschleunigung longitudinal (X-Achse)	16	16	0,01 m/s ² /bit	-320m/s ²	-80...80m/s ²
		Beschleunigung vertikal (Z-Achse)	32	16	0,01 m/s ² /bit	-320m/s ²	-80...80m/s ²
		Beschleunigung lateral Status	48	2	4 States	0	0...3
		Beschleunigung longitudinal Status	50	2	4 States	0	0...3
		Beschleunigung vertikal Status	52	2	4 States	0	0...3
		Unterstützte Ausgaberate	54	2	4 States	0	0...3

Tabelle 41: Transmit PGN 4 – 61485 Acceleration Sensor

PGN*	Name	SPN Name	SPN Position (Bit)	SPN Breite (Bit)	Auflösung	Offset	Datenbereich
65280	Proprietary B Tx- PGN5 Lotwinkel	Neigungswert longitudinal (X-Achse)	0	16	0,01 °/bit	0°	-90...90°
		Neigungswert lateral (Y-Achse)	16	16	0,01 °/bit	0°	-90...90°

Tabelle 42: Transmit PGN 5 - Winkelausgabe für IS2BP090-J-DL

PGN*	Name	SPN Name	SPN Position (Bit)	SPN Breite (Bit)	Auflösung	Offset	Datenbereich
65280	Proprietary B Tx- PGN5 Lotwinkel	Neigungswert axial	0	16	0,01 °/bit	0°	-180...180°

Tabelle 43: Transmit PGN 5 - Winkelausgabe für IS1BL360-J-DL

PGN*	Name	SPN Name	SPN Position (Bit)	SPN Breite (Bit)	Auflösung	Offset	Datenbereich
65281	Proprietary B Tx- PGN6 Euler-Winkel	Pitch	0	16	0,01 °/bit	0°	-90...90°
		Roll	16	16	0,01 °/bit	0°	-180...180°
		Gyro-Winkel Z-Achse (unreferenziert)	32	16	0,01 °/bit	0°	-180...180°

Tabelle 44: Transmit PGN 6 - Euler Winkel

PGN*	Name	SPN Name	SPN Position (Bit)	SPN Breite (Bit)	Auflösung	Offset	Datenbereich
65282	Proprietary B Tx- PGN7 Quaternion	Quaternion Skalarteil w	0	16	1/30000 / bit	0	-1,0...1,0
		Quaternion Vektorteil x	16	16	1/30000 / bit	0	-1,0...1,0
		Quaternion Vektorteil y	32	16	1/30000 / bit	0	-1,0...1,0
		Quaternion Vektorteil z	48	16	1/30000 / bit	0	-1,0...1,0

Tabelle 45: Transmit PGN 7 – Quaternion

PGN*	Name	SPN Name	SPN Position (Bit)	SPN Breite (Bit)	Auflösung	Offset	Datenbereich
65283	Proprietary B Tx- PGN8 Beschleunigung	Beschleunigung X-Achse	0	16	1/4096g / bit	0	-8g...8g
		Beschleunigung Y-Achse	16	16	1/4096g / bit	0	-8g...8g
		Beschleunigung Z-Achse	32	16	1/4096g / bit	0	-8g...8g

Tabelle 46: Transmit PGN 8 – Beschleunigung

PGN*	Name	SPN Name	SPN Position (Bit)	SPN Breite (Bit)	Auflösung	Offset	Datenbereich
65284	Proprietary B Tx- PGN9 Drehrate	Drehrate X-Achse	0	16	7/800°/s / bit	0	-250...250°/s
		Drehrate Y-Achse	16	16	7/800°/s / bit	0	-250...250°/s
		Drehrate Z-Achse	32	16	7/800°/s / bit	0	-250...250°/s

Tabelle 47: Transmit PGN 9 – Drehrate

* Das LSB der PGN Nummer für Proprietary B Nachrichten kann durch den Benutzer angepasst werden

9.4 Sensor Konfiguration

Für die Konfiguration des Sensors wird Proprietary A PGN 61184 (Punkt-zu-Punkt) verwendet. Der Datenteil des Telegramms besitzt folgenden Aufbau:

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
INDEX		CMD	STATUS	DATA0	DATA1	DATA2	DATA3

INDEX	Parameter-Index (siehe Tabelle 48)
CMD	Command (0x01: Lesen, 0x02: Schreiben)
STATUS	Status (nur in Antwort vom Sensor gültig, siehe Tabelle 51)
DATA0...DATA3	Datenteil 0 bis 4 Bytes (gültige Länge abhängig vom Format des jeweiligen Index)

Index	Parameter	Format	Werte	Zugriff
0x1000	Vendor-ID	UNS32	-	ro
0x1001	Produkt-ID	UNS32	-	ro
0x1002	Produkt-Revision	UNS32	-	ro
0x1003	Seriennummer	UNS32	-	ro
0x1004	Firmware-Version	UNS16	-	ro
0x1005	Geräte-ID	UNS32	-	
0x1100	Gerätestatus	UNS8	-	ro
0x2000	CAN Baudrate	UNS16	0: Autobaud 250 (default) 10, 20, 50, 100, 125, 500, 800, 1000	rw
0x2001	Geräteadresse	UNS8	128 (default)	rw
0x2002	automatic Bus-Off Recovery	UNS8	0 (default) deaktiviert 1 aktiviert	rw
0x2010	Arbitrary Address Capable	UNS8	0: address claiming deaktiviert 1 : address claiming aktiviert (default)	rw
0x2011	Industry Group	UNS8	0	ro
0x2012	Vehicle system instance	UNS8	0...15 (default: 0)	rw
0x2013	Vehicle system	UNS8	0	ro
0x2014	Function	UNS8	145	ro
0x2015	Function Instance	UNS8	0...31 (default: 0)	rw
0x2016	ECU Instance	UNS8	0...7 (default: 0)	rw
0x2100	Digitalfilter Filtertyp	UNS16	0: deaktiviert 1: Butterworth Filter 2: kritisch gedämpft (default)	rw
0x2101	Digitalfilter Cut-Off-Frequenz	UNS16	100...25000 mHz default: 5000 mHz	rw
0x2110	Sensorfusion enable	UNS8	0: Sensorfusion deaktiviert 1: Sensorfusion aktiviert (default)	rw
0x2111	Sensorfusion Störunterdrückungszeit	UNS16	100...10000 ms default: 5000 ms	rw
0x2120	dynamische Gyro-Offsetkorrektur	UNS8	0: deaktiviert 1 :aktiviert (default)	rw
0x2121	Gyro-Offsetkorrektur durchführen	UNS8	Schreiben von 1 führt die Offsetkorrektur durch und speichert die ermittelten Werte permanent ab Die Ermittlung der Offset-Werte dauert ca. 2 s.	wo
0x2122	dynamische Gyro-Offsetkorrektur Level	UNS8	Wertebereich 1...10 (default: 3) 1: für Applikationen mit geringer Dynamik bzw. Bewegungsgeschwindigkeit 10: für Applikationen mit hoher Dynamik	rw
0x2200	Nullpunktoffset X automatisch*	UNS8	Winkel X Null setzen 0: Offset zurücksetzen (absolute Messung) 1: Nullsetzen (relative Messung)	wo

Index	Parameter	Format	Werte	Zugriff
0x2201	Nullpunktoffset X*	INT16	Nullpunktoffset X	rw
0x2202	Invertierung X-Achse	UNS8	0: X-Achse nicht invertiert 1: X-Achse invertiert	rw
0x2210	Nullpunktoffset Y automatisch* (nur IS2BP090-J-DL)	UNS8	Winkel Y Null setzen 0: Offset zurücksetzen (absolute Messung) 1: Nullsetzen (relative Messung)	wo
0x2211	Nullpunktoffset Y* (nur IS2BP090-J-DL)	INT16	Nullpunktoffset Y	rw
0x2212	Invertierung Y-Achse (nur IS2BP090-J-DL)	UNS8	0: Y-Achse nicht invertiert 1: Y-Achse invertiert	rw
0x2300	Parameter speichern	VSTR	'SAVE' (45564153h) schreiben um Konfiguration dauerhaft zu speichern	wo
0x2301	Parameter laden	VSTR	'LOAD' (44414F4Ch) schreiben um Parameter aus dem Permanentspeicher zu laden	wo
0x2302	Defaultparameter laden	VSTR	'CLR' (524C43h) schreiben um Werkseinstellungen wiederherzustellen	wo
0x2303	Reset ausführen	VSTR	'RST' (545352h) schreiben um Gerätereset auszuführen	wo
* die Nullpunkteinstellung gilt derzeit nur für Lotwinkel (TxPGN5)				
Konfiguration TxPGNs				
0x3000	TxPGN1 Zykluszeit PGN 61459 Slope Sensor Information	UNS16	0: deaktiviert (default) 10...10000 ms Zykluszeit	rw
0x3001	TxPGN1 Priorität PGN 61459 Slope Sensor Information	UNS8	0...7 (default: 3)	rw
0x3010	TxPGN2 Zykluszeit PGN 61481 Slope Sensor Information 2	UNS16	0: deaktiviert (default) 10...10000 ms Zykluszeit	rw
0x3011	TxPGN2 Priorität PGN 61481 Slope Sensor Information 2	UNS8	0...7 (default: 3)	rw
0x3020	TxPGN3 Zykluszeit PGN 61482 Angular Rate Information	UNS16	0: deaktiviert (default) 10...10000 ms Zykluszeit	rw
0x3021	TxPGN3 Priorität PGN 61482 Angular Rate Information	UNS8	0...7 (default: 3)	rw
0x3030	TxPGN4 Zykluszeit PGN 61485 Acceleration Sensor	UNS16	0: deaktiviert (default) 10...10000 ms Zykluszeit	rw
0x3031	TxPGN4 Priorität PGN 61485 Acceleration Sensor	UNS8	0...7 (default: 3)	rw
0x3040	TxPGN5 Zykluszeit PGN 65280 Lotwinkel	UNS16	0: deaktiviert 10...10000 ms Zykluszeit default: 10 ms	rw
0x3041	TxPGN5 Priorität PGN 65280 Lotwinkel	UNS8	0...7 (default: 3)	rw
0x3042	TxPGN5 LSB PGN 65280 Lotwinkel	UNS8	0x00...0xFF default: 0x00	rw
0x3050	TxPGN6 Zykluszeit PGN 65281 Euler-Winkel	UNS16	0: deaktiviert (default) 10...10000 ms Zykluszeit	rw
0x3051	TxPGN6 Priorität PGN 65281 Euler-Winkel	UNS8	0...7 (default: 3)	rw

Index	Parameter	Format	Werte	Zugriff
0x3052	TxPGN6 LSB PGN 65281 Euler-Winkel	UNS8	0x00...0xFF default: 0x01	rw
0x3060	TxPGN7 Zykluszeit PGN 65282 Quaternion	UNS16	0: deaktiviert (default) 10...10000 ms Zykluszeit	rw
0x3061	TxPGN7 Priorität PGN 65282 Quaternion	UNS8	0...7 (default: 3)	rw
0x3062	TxPGN7 LSB PGN 65282 Quaternion	UNS8	0x00...0xFF default: 0x02	rw
0x3070	TxPGN8 Zykluszeit PGN 65283 Beschleunigung x, y, z	UNS16	0: deaktiviert 10...10000 ms Zykluszeit default: 10 ms	rw
0x3071	TxPGN8 Priorität PGN 65283 Beschleunigung x, y, z	UNS8	0...7 (default: 3)	rw
0x3072	TxPGN8 LSB PGN 65283 Beschleunigung x, y, z	UNS8	0x00...0xFF default: 0x03	rw
0x3080	TxPGN9 Zykluszeit PGN 65284 Drehrate x, y, z	UNS16	0: deaktiviert 10...10000 ms Zykluszeit default: 10 ms	rw
0x3081	TxPGN9 Priorität PGN 65284 Drehrate x, y, z	UNS8	0...7 (default: 3)	rw
0x3082	TxPGN9 LSB PGN 65284 Drehrate x, y, z	UNS8	0x00...0xFF default: 0x04	rw
Prozessdaten				
0x5000	Winkelwerte lesen	UNS32	Winkelausgabe vgl. Transmit PGN 3	ro
0x5001	Temperatur lesen	INT8	Temperatur in °C	ro

Tabelle 48: Konfigurationsparameter

Zum dauerhaften Speichern der Parameter muss das „SAVE“ Kommando (Index 0x2300) gesendet werden. Die CAN-Baudrate und Geräteadresse werden beim Schreiben sofort in den Permanentenspeicher abgelegt, jedoch nicht sofort übernommen. Zur Übernahme der neuen Parameter ist ein Neustart des Sensors notwendig.

9.4.1 Beispiele J1939 Kommunikation

	CAN-Identifizier	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
		INDEX		CMD	STATUS	DATA0	DATA1	DATA2	DATA3
Anfrage	0x0CEF8001	0x04	0x10	0x01	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00
Antwort	0x0CEF0180	0x04	0x10	0x01	0x00	0x01	0x00	0x00	0x00

Tabelle 49: Firmware-Version des Sensors mit Adresse 128 lesen

	CAN-Identifizier	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
		INDEX		CMD	STATUS	DATA0	DATA1	DATA2	DATA3
Anfrage	0x0CEF8001	0x10	0x21	0x02	0x00	0x01	0x00	0x00	0x00
Antwort	0x0CEF0180	0x10	0x21	0x02	0x00	0x01	0x00	0x00	0x00

Tabelle 50: Aktivieren der Sensorfusion bei Sensor mit Adresse 128

9.4.2 Bedeutung Statusbyte

Wert	Bedeutung
0x00	Ok, Befehl erfolgreich
0xF0	ungültiger Index
0xF1	ungültiger Parameter, außerhalb Wertebereich
0xF2	EEPROM Lese-/Schreibfehler

Tabelle 51: Statusbyte

10 Wartung und Kundendienst

10.1 Kalibrierung

Jeder Sensor wird vor der Auslieferung standardmäßig vom Hersteller GEMAC Chemnitz GmbH kalibriert.

Selbst die hochwertigsten Sensoren müssen in bestimmten Intervallen neu kalibriert werden, um weiterhin zuverlässig sichere und fehlerfreie Messergebnisse liefern zu können. Wir empfehlen Ihnen daher eine regelmäßige Rekalibrierung. Diese erfolgt ausschließlich vom Hersteller GEMAC GmbH.

10.2 Kundendienst

10.2.1 Rücksendung

Die Rücksendung des Sensors für Kalibrier- oder Reparaturarbeiten darf nur in der Originalverpackung oder in einer gleichwertigen Verpackung erfolgen. Bitte geben Sie eine kurze Fehlerbeschreibung und Ihre Telefonnummer für Rückfragen an.

10.2.2 Support

Bei technischen Rückfragen geben Sie bitte Seriennummer und Firmwareversionsnummer des Sensors an.

Hersteller: GEMAC Chemnitz GmbH
Zwickauer Str. 227
09116 Chemnitz
Tel.: +49 371 3377-0
Fax: +49 371 3377-272
Web: www.gemac-chemnitz.com
E-Mail: info@gemac-chemnitz.de

10.2.3 Gewährleistung und Haftungseinschränkung

Für den Sensor besteht eine Gewährleistung von 24 Monaten, welche mit dem Lieferdatum beginnt. Innerhalb dieser Zeit anfallende Reparaturen, die unter die Gewährleistungspflicht des Herstellers fallen, werden kostenfrei ausgeführt. Schäden, die durch unsachgemäßen Gebrauch oder durch Einsatz außerhalb der in diesem Handbuch angegebenen Spezifikation verursacht werden, fallen nicht unter die Verpflichtungen.

Die GEMAC Chemnitz GmbH haftet für Folgeschäden nur im Falle des Vorsatzes oder der groben Fahrlässigkeit, die aus der Verwendung des Produktes entstehen.

Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen der GEMAC Chemnitz GmbH.

11 Sensorkonfiguration

11.1 Neigungssensor Programmieradapter

Der separat erhältliche Neigungssensor Programmieradapter (Starter-Kit ISPA2 - PR-23999-10) dient der komfortablen Einstellung aller Neigungssensoren mit CAN, CANopen oder J1939 Schnittstelle. Der Programmieradapter wird über USB mit einem PC verbunden. Über das beiliegende CAN Adapterkabel, erfolgt die Verbindung des Neigungssensors mit dem Programmieradapter. Der Neigungssensoren wird über diesen mit Spannung versorgt. Es ist keine zusätzliche Spannungsversorgung notwendig.

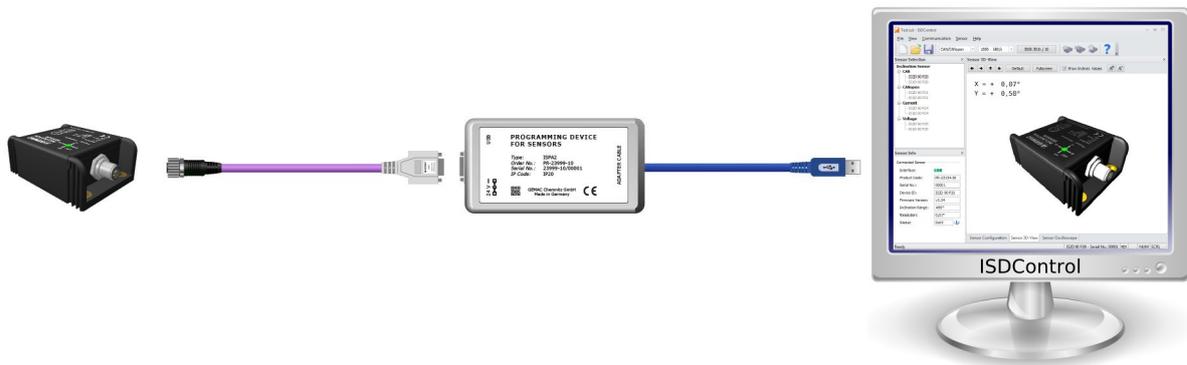


Abbildung 12: Starter-Kit

11.2 PC-Software ISDControl

Über die, allen Starter-Kits beiliegende, PC-Software ISDControl erfolgt die Parametrierung aller einstellbaren Werte. Jede Konfiguration kann dabei in einer Datei gespeichert werden.

Eigenschaften:

- komfortable Konfiguration aller Parameter des Neigungssensors
- 3D-Darstellung und Anzeige der aktuellen Neigungswinkel
- Oszilloskop-Darstellung der aktuellen Neigungswinkel
- Möglichkeit zum Firmwaredownload
- Automatische Neigungssensorsuche bei unbekanntem Kommunikationsparametern

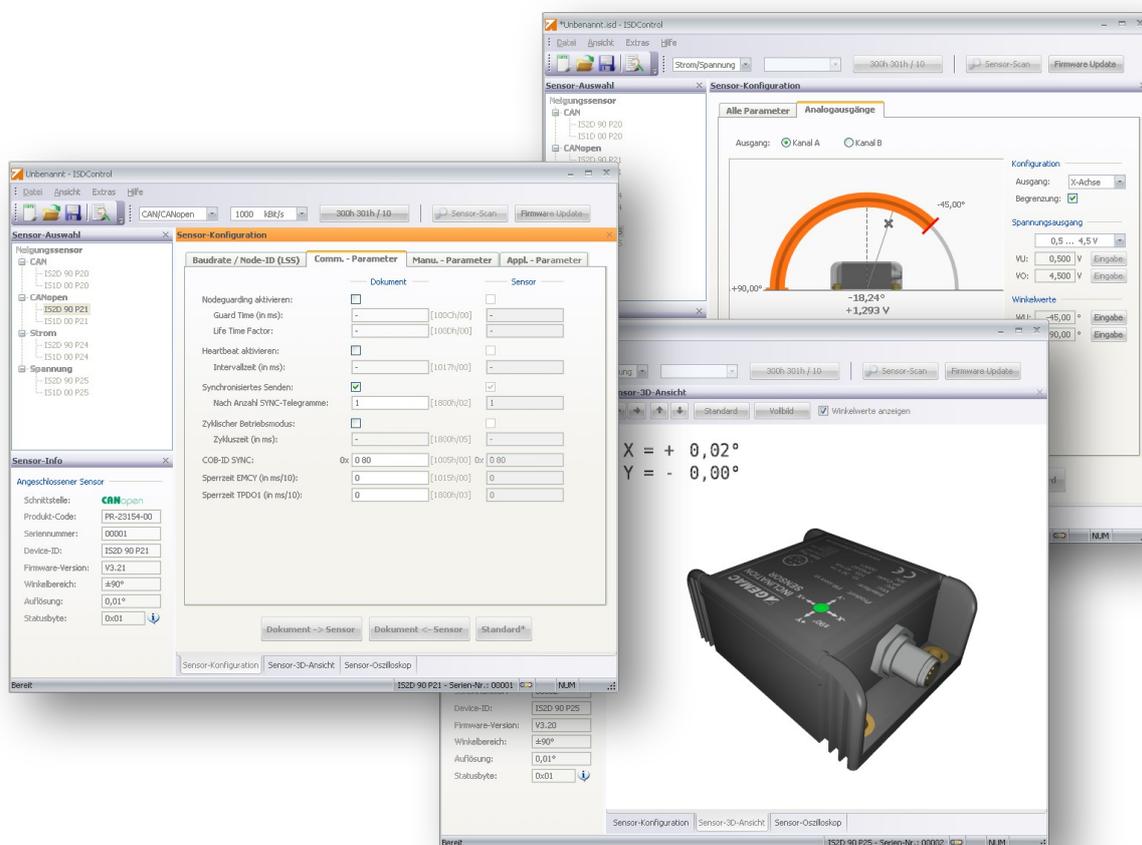


Abbildung 13: PC-Software

12 Bestellinformationen

Artikelnummer	Produkttyp	Schnittstelle	Achsen/Messbereich
PR-26050-30	IS1BP360-C-DL	CAN	1-dimensional, 360°
PR-26054-30	IS2BP090-C-DL	CAN	2-dimensional, ±90°
PR-26150-30	IS1BP360-O-DL	CANopen	1-dimensional, 360°
PR-26154-30	IS2BP090-O-DL	CANopen	2-dimensional, ±90°
PR-26750-30	IS1BP360-J-DL	J1939	1-dimensional, 360°
PR-26754-30	IS2BP090-J-DL	J1939	2-dimensional, ±90°
PR-23999-10	ISPA2	Programmieradapter (Starterkit bestehend aus Programmieradapter, Kabel und PC-Software)	

Tabelle 52: Bestellinformationen