GEMAC
Sensorik. Messtechnik. ASIC-Design.

Handbuch

Neigungssensoren mit CAN-Bus-Schnittstelle

Version: 1.2

Datum: 09.07.2012

GEMAC - Gesellschaft für
Mikroelektronikanwendung Chemnitz mbH
Zwickauer Straße 227
09116 Chemnitz
Germany

Telefon: +49 371 3377 - 0
Telefax: +49 371 3377 - 272
E-Mail: info@gemac-chemnitz.de
Web: www.gemac-chemnitz.de

Revisionsübersicht

Datum	Revision	Änderung(en)
14.09.2010	0	vorläufig
01.07.2011	1	erste Version
09.07.2012	2	Ergänzung Metallgehäuse, Ergänzung kritisch gedämpfter Digitalfilter

© Copyright 2012 GEMAC - Gesellschaft für Mikroelektronikanwendung Chemnitz mbH

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

Hinweis:
Zur Verwendung der Neigungssensoren mit CAN-Bus Schnittstelle und zum Verständnis dieses Handbuchs sind allgemeine Kenntnisse über das Feldbussystem CAN-Bus notwendig.

Inhaltsverzeichnis

1 Übersicht ... 1
1.1 Eigenschaften ... 1
1.2 Einsatzgebiete ... 1
2 Technische Daten ... 2
3 Montage ... 4
3.1 Anordnung der Befestigungsbohrungen ... 4
3.2 Definition der Achsen ... 5
4 Anschluss ... 6
4.1 Steckverbinder-Belegung ... 6
4.2 Bus-Abschlusswiderstand ... 6
5 Funktionsbeschreibung ... 7
5.1 Digitalfilter ... 7
5.2 Nullpunkteinstellung ... 7
5.3 Aktive Kompensation des Temperaturganges ... 8
5.4 Zustandsanzeige der Status-LED ... 8
5.5 Aufbau der CAN-Telegramme ... 9
5.5.1 Datenteil im CAN-Telegramm ... 9
5.5.2 Statusbyte (STATUS) ... 9
5.6 Boot-Up-Nachricht ... 10
5.7 Geräteparameter lesen/schreiben ... 11
5.7.1 Set-Parameter-Telegramme ... 11
5.7.2 Reply-Parameter-Telegramme ... 12
5.8 Standardgeräteparameter ... 13
5.9 Übertragung des Neigungswinkels ... 13
5.9.1 Abfrage Modus (Polling) ... 13
5.9.2 Synchroner Modus ... 14
5.9.3 Zyklischer Modus ... 14
5.10 Konfiguration des Neigungssensors ... 15
5.10.1 Zyklischen Modus konfigurieren ... 15
5.10.2 CAN-Identifier konfigurieren ... 15
5.10.3 Baudrate konfigurieren ... 15
5.10.4 Automatische Bus-Off Erholung konfigurieren ... 15
5.10.5 Grenzfrequenz des Digitalfilters konfigurieren ... 16
5.10.6 Nullpunktoffset konfigurieren ... 16
5.10.7 Standardgeräteparameter wiederherstellen ... 16
5.10.8 Geräteparameter speichern ... 16
6 Sensorkonfiguration ... 17
6.1 Neigungssensor Programmieradapter ... 17
6.2 PC-Software ISDControl ... 18
7 Bestellinformationen ... 19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Technische Daten....2

Tabelle 2: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)....3

Tabelle 3: Filterauswahl....7

Tabelle 4: Betriebs- und Fehleranzeige der Status-LED....8

Tabelle 5: Aufbau der CAN-Telegramme....9

Tabelle 6: Statusbyte Typ: IS1D 00 P20....9

Tabelle 7: Statusbyte Typ: IS2D 90 P20....9

Tabelle 8: Boot-Up-Nachricht....10

Tabelle 9: Funktionscodes und Parameter der Set-Parameter-Telegramme (Anfrage)....11

Tabelle 10: Funktionscodes und Parameter der Reply-Parameter-Telegramme (Antwort)....12

Tabelle 11: Standardeinstellungen der Geräteparameter....13

Tabelle 12: Abfragetelegramm: Winkelwerte (FSC = 00h)....13

Tabelle 13: Antworttelegramm: Winkelwerte Typ IS1D 00 P20 (FSC = 00h)....13

Tabelle 14: Antworttelegramm: Winkelwerte Typ IS2D 90 P20 (FSC = 00h)....13

Tabelle 15: CAN-Identifier....15

Tabelle 16: Standardgeräteparameter wiederherstellen....16

Tabelle 17: Geräteparameter speichern....16

Tabelle 18: Bestellinformationen....19

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Befestigungsbohrungen Metallgehäuse....4
Abbildung 2: Befestigungsbohrungen Kunststoffgehäuse....4
Abbildung 3: Achsendefinitionen Metallgehäuse (Werkszustand)....5
Abbildung 4: Achsendefinitionen Kunststoffgehäuse (Werkszustand)....5
Abbildung 5: Steckverbinderbelegung CAN-Bus....6
Abbildung 6: Impulsantwort und Amplitudenverlauf der beiden Filter....7
Abbildung 7: Funktionsweise des zyklischen Modus....14
Abbildung 8: Starter-Kit....17
Abbildung 9: PC-Software....18

1 Übersicht

1.1 Eigenschaften

- 1-dimensionaler Neigungssensor mit Messbereich: 360°
- 2-dimensionaler Neigungssensor mit Messbereich: ±90° (X/Y)
- Hohe Abtastrate und Bandbreite
- Hohe Auflösung (0,01°) und Genauigkeit (0,05°)
- Kompensierter Temperaturgang für Metallgehäuse
  (10x besserer Temperaturkoeffizient als Kunststoffgehäuse)
- Kompensierte Querempfindlichkeit
- Parametrierbare Vibrationsunterdrückung
- Komfortable CAN-Bus Schnittstelle
  - Frei wählbare IDs
  - Baudraten von 10 kBit/s bis 1 MBit/s
  - Automatische Baudratenerkennung
- Funktionen:
  - Winkelabfrage, zyklische Ausgabe, synchronisierte Ausgabe
  - Frei konfigurierbare Grenzfrequenz (Digitalfilter)
- Metallgehäuse mit Edelstahlgrundplatte oder UV-beständiges, schlagzähes Kunststoffgehäuse
- Geeignet für industriellen Einsatz:
  - Temperaturbereich: -40 °C bis +80 °C
  - Gehäuseschutzart: IP65/67

Der 1-dimensionale Neigungssensor IS1D 00 P20 dient zum Messen von Neigungen im Bereich von 360°, der 2-dimensionale Neigungssensor IS2D 90 P20 zum Messen von Neigungen in 2 Bereichen (X/Y) von ±90°. Zur Gewährleistung einer hohen Genauigkeit sind die Sensoren werksseitig kalibriert.

Der kompakte und robuste Aufbau macht den Sensor zu einem geeigneten Winkelmessgerät in rauer Umgebung für die unterschiedlichsten Einsatzfälle in Fahrzeugtechnik und Industrie . Über die CAN-Bus Schnittstelle ist eine einfache Einstellung sämtlicher Parameter möglich.

1.2 Einsatzgebiete

- Solarthermie, Photovoltaik
- Land- und forstwirtschaftliche Maschinen
- Baumaschinen
- Kran- und Hebetechnik

2 Technische Daten

Allgemeine Parameter[1]	
Messbereiche	360°, ±90°
Auflösung	0,01°
Genauigkeit (Typ: IS1D 00 P20)	Messbereich typisch maximal 0...360° ±0,04° ±0,10°
Genauigkeit (Typ: IS2D 90 P20)	Messbereich typisch maximal bis ±60° ±0,02° ±0,05° bis ±70° ±0,04° ±0,10° bis ±80° ±0,08° ±0,20° bis ±85° ±0,16° ±0,40°
Querempfindlichkeit[2] (kompensiert)	typ. ±0,10%, max. ±0,50%
Temperaturkoeffizient (Nullpunkt)	Metallgehäuse: typ. ±0,0008 °/K (typ. < ±0.10° über Bereich -40 °C ... +80 °C) Kunststoffgehäuse: typ. ±0,0080 °/K
Abtastrate	80 Hz
Grenzfrequenz	typ. 20 Hz, 2.Ordnung (ohne Digitalfilter) / 0,1 ... 25 Hz, 8.Ordnung (mit Digitalfilter)
Arbeitstemperatur	-40 °C bis +80 °C
Eigenschaften	
Schnittstelle	CAN 2.0 A und B (11- und 29-Bit-ID) entsprechend ISO 11898-2
Datenraten	10k, 20k, 50k, 62,5k, 100k, 125k, 250k, 500k, 800k Bit/s, 1 MBit/s Automatische Erkennung
Funktionen	Winkelabfrage, zyklisches und synchronisiertes Senden, Parametrierung, Digitalfilter (Butterworth-Tiefpass, 8.Ordnung), Konfiguration über CAN
Elektrische Parameter	
Versorgungsspannung	8 bis 48 VDC
Stromaufnahme	Metallgehäuse: <200 mA @ 24 V (PPeak ≤4,8 W) Kunststoffgehäuse: <33 mA @ 24 V
Mechanische Parameter	
Anschluss CAN	2x Sensorsteckverbinder 5-polig M12 (Stecker - Buchse, durchgeschleift)
Gehäuseschutzart	IP65/67
Abmessungen / Masse	Metallgehäuse: 82 mm x 82 mm x 25 mm / ca. 310 g Kunststoffgehäuse: 66 mm x 90 mm x 36 mm / ca. 215 g
CE Konformität nach EG-Richtlinie 2006/42/EG	
EG Richtlinien	
RL 2004/108/EG	EMV Richtlinie
RL 2006/95/EG	Niederspannungsrichtlinie (LVD)
Harmonisierte Normen	
DIN EN 50498:2010	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Produktfamiliennorm für elektronische Geräte, die nachträglich in Fahrzeuge eingebaut werden
EN 60950-1:2006/A1:2010	Einrichtungen der Informationstechnik - Sicherheit
EN ISO 14982:2009	Land- und forstwirtschaftliche Maschinen - Elektromagnetische Verträglichkeit - Prüfverfahren und Bewertungskriterien
DIN EN 13309:2010	Baumaschinen - Elektromagnetische Verträglichkeit von Maschinen mit internem elektrischen Bordnetz

Tabelle 1: Technische Daten

1 alle angegebenen Winkelgenauigkeiten gelten nach einer Einlaufzeit von 10 min bei 25°C, Grenzfrequenz 0,3 Hz absolute Kalibriergenauigkeit (bei 25 °C): ±0,05°

2 bei Typ: IS2D 90 P20

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	
Störaussendung	
Gestrahlte Störaussendung / Funkfeldstärke	Grenzwertkurven breit- und schmalbandig nach EN ISO 14982 (Land- und Forstwirtschaft) bzw. EN ISO 13309 (Baumaschinen) 30 ... 1000 MHz (vertikal und horizontal)
Störfestigkeit gegen HF-Felder	
Streifenleitung nach ISO 11452-5	Grenzwerte nach EN ISO 14982 (Land- und Forstwirtschaft) bzw. EN ISO 13309 (Baumaschinen) 20 ... 400 MHz 200 V/m (1 KHz-AM) Funktionszustand A
Absorberraum nach ISO 11452-2	Grenzwerte nach EN ISO 14982 (Land- und Forstwirtschaft) bzw. EN ISO 13309 (Baumaschinen) 200 ... 1000 MHz vertikal / 400 ... 1000 MHz horizontal 100 V/m (1 KHz-AM) Funktionszustand A
Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen (Bordnetz 24 VDC)	
Impulse nach ISO 7637-2:2004	Impuls / Schärfegrad / Kriterium 1 -450 V / III / C 2a +37 V / III / B 2b +20 V / III / C (B*) 3a -150 V / III / A 3b +150 V / III / A 4 -12 V / III / A 5a +70 V / Ri = 1 Ω (10 Ω*) / A 5b +36 V / Ri = 0,5 Ω / A
Störfestigkeit gegen elektromagnetische Endladung (ESD)	
ESD nach ISO 10605:2008	Grenzwerte nach EN ISO 14982 (Land- und Forstwirtschaft) bzw. EN ISO 13309 (Baumaschinen) Entladekombination 330 pF / 330 Ω Kontaktentladung 8 KV bipolar (metallische Teile) Luftentladung 15 KV bipolar Funktionszustand A

Tabelle 2: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

* Metallgehäuse

3 Montage

3.1 Anordnung der Befestigungsbohrungen

Die Bohrungen zum Verschrauben des Sensors (Abbildung 1 und Abbildung 2) befinden sich in der Grundplatte des Neigungssensors.

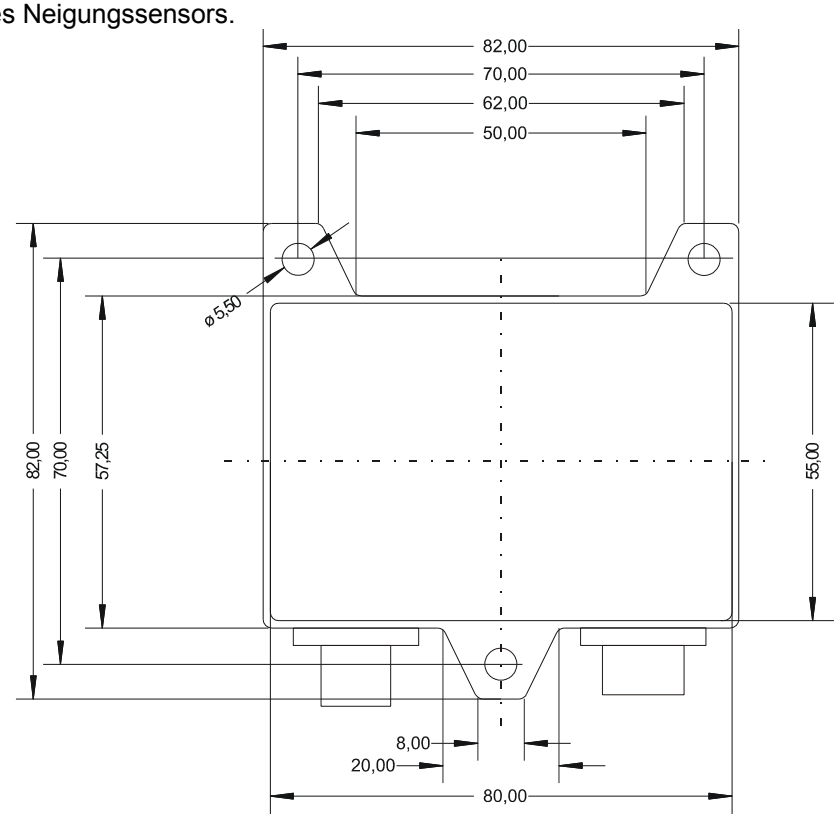


Abbildung 1: Befestigungsbohrungen Metallgehäuse

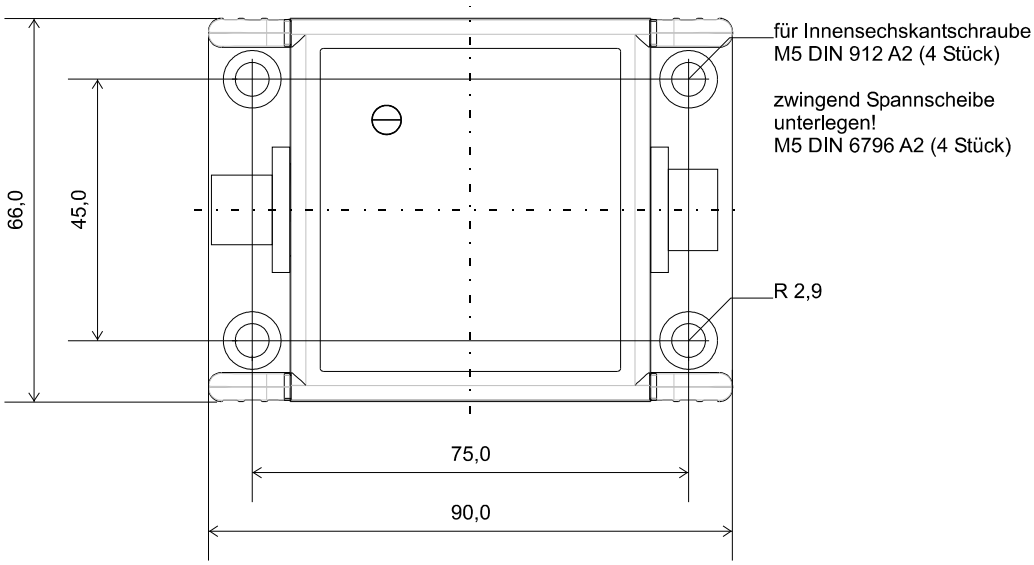


Abbildung 2: Befestigungsbohrungen Kunststoffgehäuse

3.2 Definition der Achsen

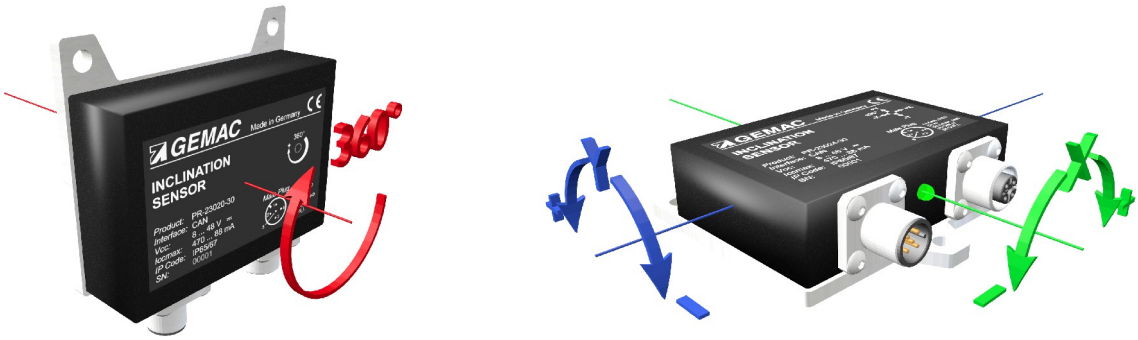


Abbildung 3: Achsendefinitionen Metallgehäuse (Werkszustand)

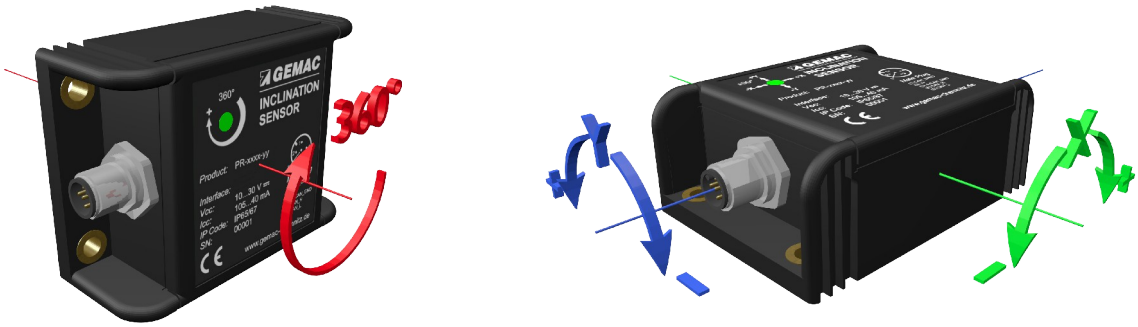


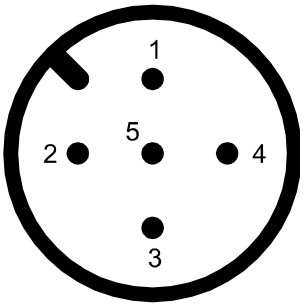
Abbildung 4: Achsendefinitionen Kunststoffgehäuse (Werkszustand)

4 Anschluss

4.1 Steckverbinder-Belegung

Die Neigungssensoren IS1D 00 P20 und IS2D 90 P20 sind mit einem üblichen 5-poligen Rundstecker M12 (A-kodiert) ausgestattet. Die Pinbelegung entspricht CiA DR-303-1 (Abbildung 5).

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



(Ansicht von außen)

Abbildung 5: Steckverbinderbelegung CAN-Bus

4.2 Bus-Abschlusswiderstand

Die Neigungssensoren besitzen keinen internen Abschlusswiderstand.

5 Funktionsbeschreibung

5.1 Digitalfilter

Der Neigungssensor bietet die Möglichkeit, den kontinuierlich entstehenden Winkelwert gegenüber externen, störenden Schwingungen unempfindlicher zu machen. Mit Hilfe der parametrierbaren Tiefpassfilter achter Ordnung können parasitäre Schwingungen/Vibrationen bis zu 0,1 Hz unterdrückt werden. Im Sensor stehen zwei Digitalfilter zur Verfügung, die entsprechend dem Anwendungsgebiet des Sensor ausgewählt werden können.

Filter	einstellbarer Frequenzbereich	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

Tabelle 3: Filterauswahl

Die Einstellung der Grenzfrequenz wird mit FSC = 26h (Set Parameter Telegramm) vorgenommen. Dabei sind Werte für FG von 100 (= 0,1 Hz) bis 25000/8000 (= 25 Hz / 8 Hz) zulässig. Über den Wert FT wird der Filtertyp ausgewählt.

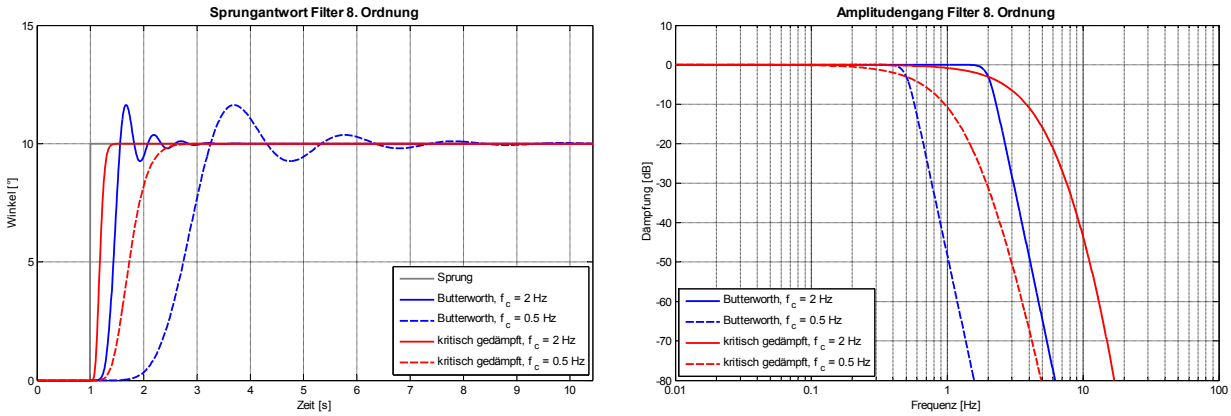


Abbildung 6: Impulsantwort und Amplitudenverlauf der beiden Filter

5.2 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 gleich selbst auszuführen (Automatische Nullpunktsetzung). Dazu ist ein Telegramm zum Setzen des Nullpunktoffsets **ohne** Parameter (OF/OFX/OFY) zu senden (FSC = 27h/28h, DLC = **1**). Der Sensor trägt dann selbständig den gemessenen Winkelwert zum Zeitpunkt des Empfangs des Telegramms als negativen Nullpunktoffset ein.

5.3 Aktive Kompensation des Temperaturganges

Der Neigungssensor im Metallgehäuse verfügt gegenüber der Version im Kunststoffgehäuse über eine aktive Kompensation des Temperaturganges. Dieser wird verbessert, indem das Sensorelement auf einer konstanten Temperatur gehalten wird, die unabhängig von der Einsatztemperatur des Neigungssensors ist.

5.4 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 dargestellten Zustände unterschieden.

Status-LED		
Betriebs-LED	**LED-Zustand**	**Beschreibung**
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○...	Aus	Das Gerät ist im Zustand Reset oder 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 ○/●: 200 ms

Tabelle 4: Betriebs- und Fehleranzeige der Status-LED

5.5 Aufbau der CAN-Telegramme

Für das Lesen/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 Permanentspeicher (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.

5.5.1 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 (von dem 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 5.5.2 „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.

5.5.2 Statusbyte (STATUS)

Jedes vom Neigungssensor gesendete Telegramm enthält im Byte1 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	Sensor Error	CmdParam Error	EEPROM Error	Autobaud Detection	Default Param

Tabelle 6: Statusbyte Typ: IS1D 00 P20

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

Tabelle 7: Statusbyte Typ: IS2D 90 P20

DefaultParam: Die Standardgeräteparameter sind eingestellt. Dieses Bit wird erst dann zurückgesetzt, wenn ein Geräteparameter auf einen vom Werksparameter abweichenden Wert geändert wurde. Die Neigungssensoren werden mit Standardgeräteparametern ausgeliefert, daher ist dieses Bit standardmäßig gesetzt (siehe Abschnitt 5.8 „Standardgeräteparameter“).

AutobaudDetection: Die Baudrate ist auf automatische Erkennung gestellt (BR = 0). Siehe auch Abschnitt 5.10.3 „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). Es wird durch Lesen des Statusbytes (Set-Parameter-Telegramm mit FSC = 02h) rückgesetzt.

SensorError: nur Typ IS1D 00 P20: Der Sensor befindet sich außerhalb der zulässigen Schräglage (Querneigung) - der Winkelwert kann fehlerhaft sein. Dieses Bit wird automatisch zurückgesetzt, wenn sich der Sensor wieder in der zulässigen Vertikallage befindet.

SensorErrorX: nur Typ IS2D 90 P20: Der Sensor der X-Achse befindet sich außerhalb des zulässigen Wertebereichs (Anschlag). Der Winkelwert kann fehlerhaft sein. Dieses Bit wird automatisch zurückgesetzt, wenn der Winkelwert wieder gültig ist.

SensorErrorY: nur Typ IS2D 90 P20: Fehlerbit des Sensors der Y-Achse (wie SensorErrorX).

AccuracyWarning Genauigkeitswarnung: Dieses Bit wird zurückgesetzt, wenn die konstante Temperatur zur Kompensation des Temperaturganges erreicht ist. Erst dann gelten die technischen Angaben zur Genauigkeit aus Tabelle 1.

5.6 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 der der Neigungssensor parametriert 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 5.7 „Geräteparameter lesen/schreiben“)

SWV0-1: Softwareversion, Format: 16 Bit ganzzahliger Wert (Beispiel: 67h = 103 = v01.03)

5.7 Geräteparameter lesen/schreiben

Mit den **Set-Parameter-Telegramm**en (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).

5.7.1 Set-Parameter-Telegramme

Die 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	
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	
20h	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	-	Set-Parameter-ID*	Geräteparameter schreiben
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	
40h	'L'	'O'	'A'	'D'	-	-	-	Standard-Geräteparameter laden (Werksparameter)	
50h	'S'	'A'	'V'	'E'	-	-	-	Geräteparameter im EEPROM speichern	
FFh	'R'	'E'	'S'	'E'	'T'	-	-	Software-Reset	
FFh	-	-	-	-	-	-	-	Alive (Bootup)-Telegramm lesen	

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

1 nur Typ: IS1D 00 P20

2 nur Typ: IS2D 90 P20

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

5.7.2 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. 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	
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	
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	
40h	Status	-	-	-	-	-	-	Standard-Geräteparameter laden	
50h	Status	-	-	-	-	-	-	Geräteparameter im EEPROM speichern	
FFh	Status	SetPa-ramID	SetPa-ramID	SetPa-ramID	SetPa-ramID	SWV0	SWV1	Geräteneustart (2 Telegramme mit FSC = FFh)	
FFh	Status	SetPa-ramID	SetPa-ramID	SetPa-ramID	SetPa-ramID	SWV0	SWV1	Alive (Bootup)-Telegramm	

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

1 nur Typ: IS1D 00 P20

2 nur Typ: IS2D 90 P20

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

5.8 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 5.7 „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
Zykluszeit (ZYZ)	250	250 ms
Zyklusmodus (ZYM)	0	deaktiviert
Grenzfrequenz Digitalfilter (FG)	2000	2000 mHz = 2 Hz
Nullpunktoffset	0	Aus

Tabelle 11: Standardeinstellungen der Geräteparameter

Diese Standardeinstellungen werden ebenfalls gesetzt, wenn nach einem Geräteneustart ungültige Geräte-parameter aus dem Permanentspeicher gelesenen werden. Wurden die Standardeinstellungen wiederher-gestellt, wird dies durch das Statusbit STATUS:DefaultParam = 1 angezeigt.

5.9 Übertragung des Neigungswinkels

Für die Übertragung der Winkelwerte unterstützen die Neigungssensoren folgende Modi:

- Abfrage Modus
- Synchroner Modus
- Zyklischer Modus

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

5.9.1 Abfrage Modus (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	(CNT0)	(CNT1)	-	-

Tabelle 13: Antworttelegramm: Winkelwerte Typ IS1D 00 P20 (FSC = 00h)

FSC	Status	D1	D2	D3	D4	D5	D6
00h	Status	AngleX0	AngleX1	AngleY0	AngleY1	(CNT0)	(CNT1)

Tabelle 14: Antworttelegramm: Winkelwerte Typ IS2D 90 P20 (FSC = 00h)

Angle0/1: Typ IS1D 00 P20: Winkelwert
Format: 16 Bit ganzzahliger Wert (0 ... 35999)
Umrechnung: Wert / 100 = Winkelwert
Beispiel: 1065 / 100 = 10,65°

AngleX/Y0/1: Typ IS2D 90 P20: Winkelwert der X/Y-Achse
Format: 16 Bit vorzeichenbehafteter Wert, Zweierkomplement (-9000 ... +9000)
Umrechnung: Wert / 100 = Winkelwert

5.9.2 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 Winkelwert 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 Abfrage Modus (Tabelle 13/14).

5.9.3 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 parametriert 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 zusätzlichen 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 verlorengegangenen Telegrammen eine zeitliche Zuordnung wieder herstellen.

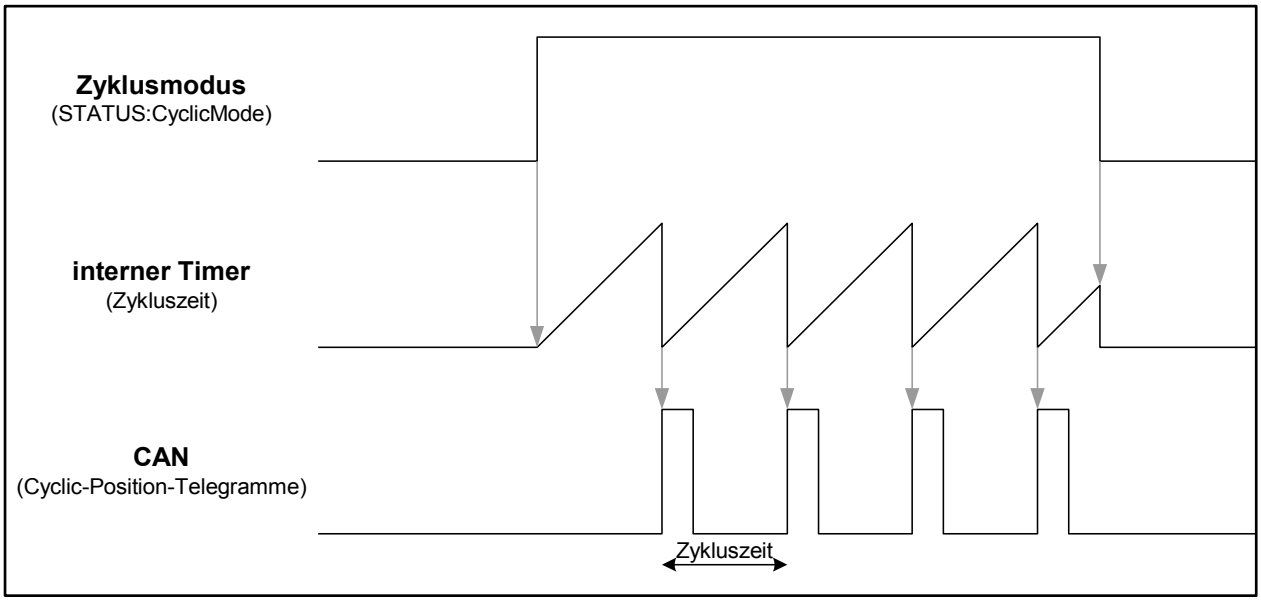


Abbildung 7: Funktionsweise des zyklischen Modus

5.10 Konfiguration des Neigungssensors

5.10.1 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 5.9.3 „Zyklischer Modus“.

5.10.2 CAN-Identifier konfigurieren

ID0-3: CAN-Identifier (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-Identifier

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.

5.10.3 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

10: 62,5 kBit/s (Sonderbaudraten ab 10)

5.10.4 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)

5.10.5 Grenzfrequenz des Digitalfilters konfigurieren

FG0/1: Grenzfrequenz in mHz
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 5.1 „Digitalfilter“.

5.10.6 Nullpunktoffset konfigurieren

OF: Typ: IS1D 00 P20: Nullpunktoffset
Format: 16-Bit ganzzahliger Wert (0 ... 35999)

OFX/OFY: Typ: IS2D 90 P20 : Nullpunktoffset für X/Y
Format: 16-Bit vorzeichenbehafteter Wert (-9000 ... +9000)

Eine detaillierte Beschreibung zur Verwendung des Nullpunktoffset befindet sich in Abschnitt 5.2 „Nullpunkteinstellung“.

5.10.7 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 5.8 „Standardgeräteparameter“.

5.10.8 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 Permanentspeicher 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

6 Sensorkonfiguration

6.1 Neigungssensor Programmieradapter

Der separat erhältliche Neigungssensor Programmieradapter (Starter-Kit) dient der komfortablen Einstellung aller Neigungssensoren mit CAN/CANopen sowie mit Strom-/Spannungsschnittstelle. Es besteht aus einem Programmieradapter, der über USB mit einem PC verbunden wird. Über verschiedene, ebenfalls beiliegende Adapterkabel, erfolgt die Verbindung der Neigungssensoren mit dem Programmieradapter. Die Neigungssensoren werden über diesen mit Spannung versorgt. Eine zusätzliche Spannungsversorgung ist nicht notwendig.

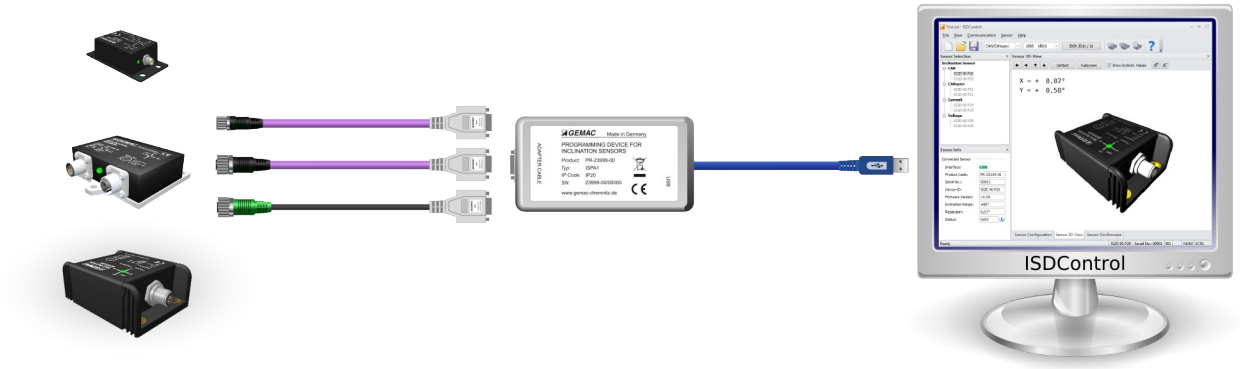


Abbildung 8: Starter-Kit

6.2 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
- Firmwaredownloadmöglichkeit
- Automatische Neigungssensorsuche bei unbekannten Kommunikationsparametern

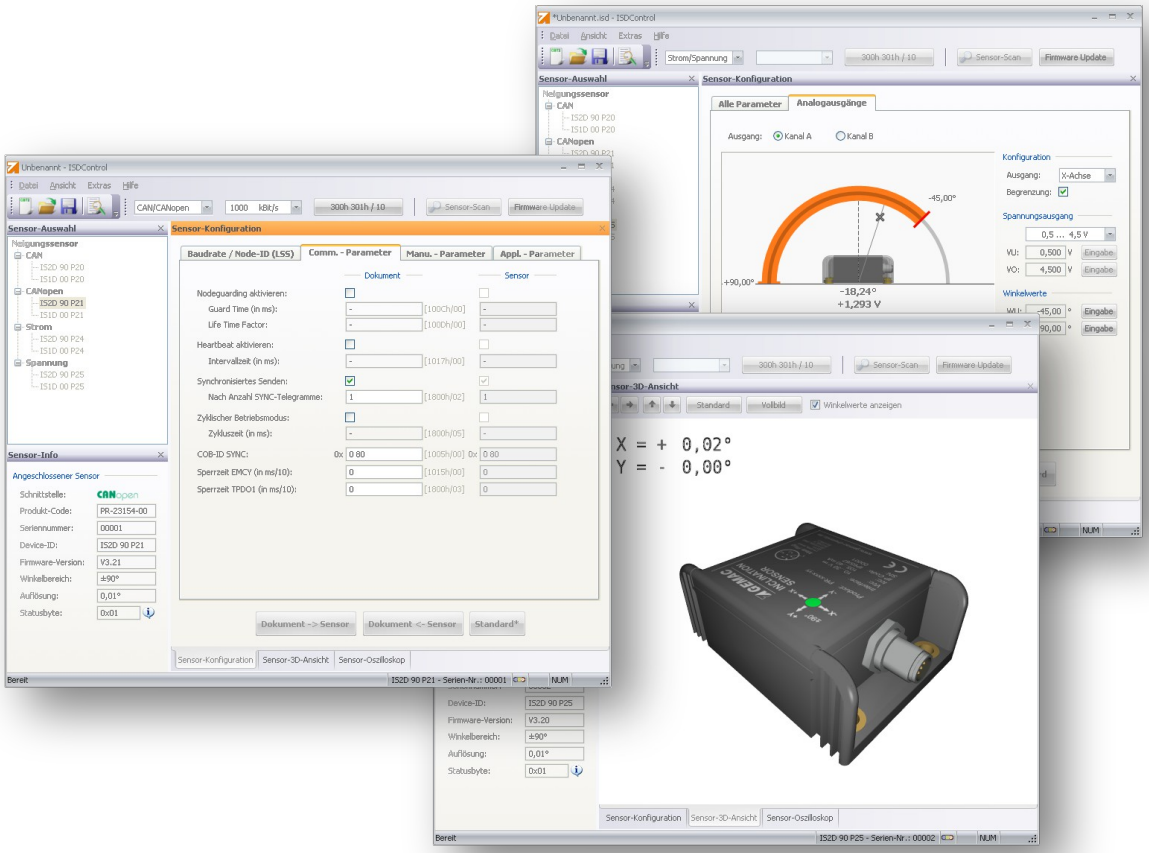


Abbildung 9: PC-Software

7 Bestellinformationen

Artikelnummer	Produkttyp	Beschreibung/Unterscheidung
PR-23050-30	IS1D 00 P20	CAN, 1-dimensional, 360°, Kunststoffgehäuse
PR-23020-30	IS1D 00 P20	CAN, 1-dimensional, 360°, Metallgehäuse
PR-23054-30	IS2D 90 P20	CAN, 2-dimensional, ±90°, Kunststoffgehäuse
PR-23024-30	IS2D 90 P20	CAN, 2-dimensional, ±90°, Metallgehäuse
PR-23999-01	ISPA1	Neigungssensor Programmieradapter (Starterkit bestehend aus Programmieradapter, Kabel und PC-Software)

Tabelle 18: Bestellinformationen