GEMAC
Sensorik. Messtechnik. ASIC-Design.

Handbuch

Neigungssensoren mit Strom-/Spannung-Schnittstelle

Version: 1.2

Datum: 31.05.2012

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)
01.09.2010	0	vorläufig
01.07.2011	1	erste Version
31.05.2012	2	Fehlerbehebungen, 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.

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 4
4 Anschluss 5
4.1 Steckverbinder-Belegung 5
4.2 Anschlussbild 5
4.3 Leitungslänge und minimale Versorgungsspannung bei Stromausgang 6
5 Funktionsbeschreibung 7
5.1 Achsenzuordnung / Richtungsumkehr 7
5.2 Nullpunkteinstellung 7
5.3 Digitalfilter 7
5.4 Status-LED 8
6 Sensorkonfiguration 9
6.1 Neigungssensor-Programmieradapter 9
6.2 PC-Software ISDControl 10
6.2.1 Konfiguration der Werte 10
6.2.2 3D-Ansicht mit Anzeige der aktuellen Neigungswerte 11
6.2.3 Oszilloskop-Darstellung der Neigungswerte 12
7 Bestellinformationen 13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Technische Daten....2
Tabelle 2: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)....3
Tabelle 3: Leitungslängen bei min. Versorgungsspannung und verschied. Leitungsquerschnitten....6
Tabelle 4: Filterauswahl....7
Tabelle 5: Betriebs- und Fehleranzeige der Status-LED....8
Tabelle 6: Bestellinformationen....13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Befestigungsbohrungen Kunststoffgehäuse....4
Abbildung 2: Achsendefinitionen (Werkszustand)....4
Abbildung 3: Steckverbinder-Belegung....5
Abbildung 4: Anschlussbild Stromausgang....5
Abbildung 5: Anschlussbild Spannungsausgang....5
Abbildung 6: Leitungslänge bei Stromausgang....6
Abbildung 7: Impulsantwort und Amplitudenverlauf der beiden Filter....7
Abbildung 8: Starter-Kit....9
Abbildung 9: Numerische Konfiguration aller Parameter des Neigungssensors....10
Abbildung 10: Grafische Konfiguration der Ausgänge A und B....11
Abbildung 11: 3D-Ansicht mit Anzeige der aktuellen Neigungswerte....11
Abbildung 12: Oszilloskop-Darstellung der Neigungswerte....12

1 Übersicht

1.1 Eigenschaften

- Neigungssensoren mit Messbereich: 360° / ±90° (X/Y)
- Linearisierter Ausgang, hohe Genauigkeit (0,06°)
- Kompensierte Querempfindlichkeit
- Parametrierbare Vibrationsunterdrückung
- Frei konfigurierbare Strom-/Spannungs-Schnittstelle
- Robustes, UV-festes, schlagzähes Kunststoffgehäuse
- Geeignet für industriellen Einsatz:
  - Temperaturbereich: -40 °C bis +80 °C
  - Gehäuseschutzart: IP65/67

Die 1-dimensionalen Neigungssensoren IS1D 00 P24 und IS1D 00 P25 dienen zum Messen von Neigungen im Bereich von 360°, die 2-dimensionalen Neigungssensoren IS2D 90 P24 und IS2D 90 P25 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 Industrie und Fahrzeugtechnik.

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 P24/25)	Messbereich 0...360°	typisch ±0,04°	maximal ±0,12°
Genauigkeit (Typ: IS2D 90 P24/25)	Messbereich bis ±60° bis ±70° bis ±80° bis ±85°	typisch ±0,02° ±0,04° ±0,08° ±0,16°	maximal ±0,06° ±0,12° ±0,24° ±0,48°
Querempfindlichkeit[2] (kompensiert)	typ. ±0,10%, max. ±0,50%		
Temperaturkoeffizient (Nullpunkt)	Strom-Schnittstelle: Spannungs-Schnittstelle:	typ. +0,0088 °/K, -0,0102 °/K typ. ±0,0083 °/K	
Abtastrate	100 Hz		
Grenzfrequenz	typ. 20 Hz, 2.Ordnung (ohne Digitalfilter) / 0,1 ... 25 Hz, 8.Ordnung (mit Digitalfilter)		
Arbeitstemperatur	-40 °C bis +80 °C		
Eigenschaften			
Strom-Schnittstelle	frei einstellbarer Ausgang im Bereich 0...20,48 mA (Werkszustand: 4...20 mA) frei einstellbarer Winkelbereich im Bereich 0...360° / ±90°		
Spannungs-Schnittstelle	frei einstellbarer Ausgang im Bereich -10,48...10,48 V (Werkszustand: 0...10 V) frei einstellbarer Winkelbereich im Bereich 0...360° / ±90°		
Funktionen	Teacheingang zur Nullpunkteinstellung im eingebauten Zustand Endwertbegrenzung, Laufrichtung und Achsenzuordnung der Ausgänge einstellbar Digitalfilter (Butterworth-Tiefpass, 8.Ordnung)		
Elektrische Parameter			
Versorgungsspannung	Strom-Schnittstelle: Spannungs-Schnittstelle:	17 bis 35 VDC 10 bis 35 VDC	
Stromaufnahme	Strom-Schnittstelle: Spannungs-Schnittstelle:	45 mA @ 24 V + I_{loop} 45 mA @ 24 V	
Ausgänge (kurzschlussfest)	Strom-Schnittstelle: Spannungs-Schnittstelle:	induktive Last kleiner 1 H, Bürde 500 Ω (standard) kapazitive Last kleiner 1,2 µF, Widerstandslast größer 2 kΩ	
Mechanische Parameter			
Anschluss	Sensorsteckverbinder 5-polig M12		
Gehäuseschutzart	IP65/67		
Abmessungen / Masse	66 mm x 90 mm x 36 mm / ca. 200 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 P24/25

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 V)			
Impulse nach ISO 7637-2:2004	Impuls 1 -450 V 2a +37 V 2b +20 V 3a -150 V 3b +150 V 4 -12 V 5a +70 V 5b +36 V	Schärfegrad III III III III III III Ri = 1 Ω Ri = 0,5 Ω	Kriterium C B C A A B A 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)

3 Montage

3.1 Anordnung der Befestigungsbohrungen

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

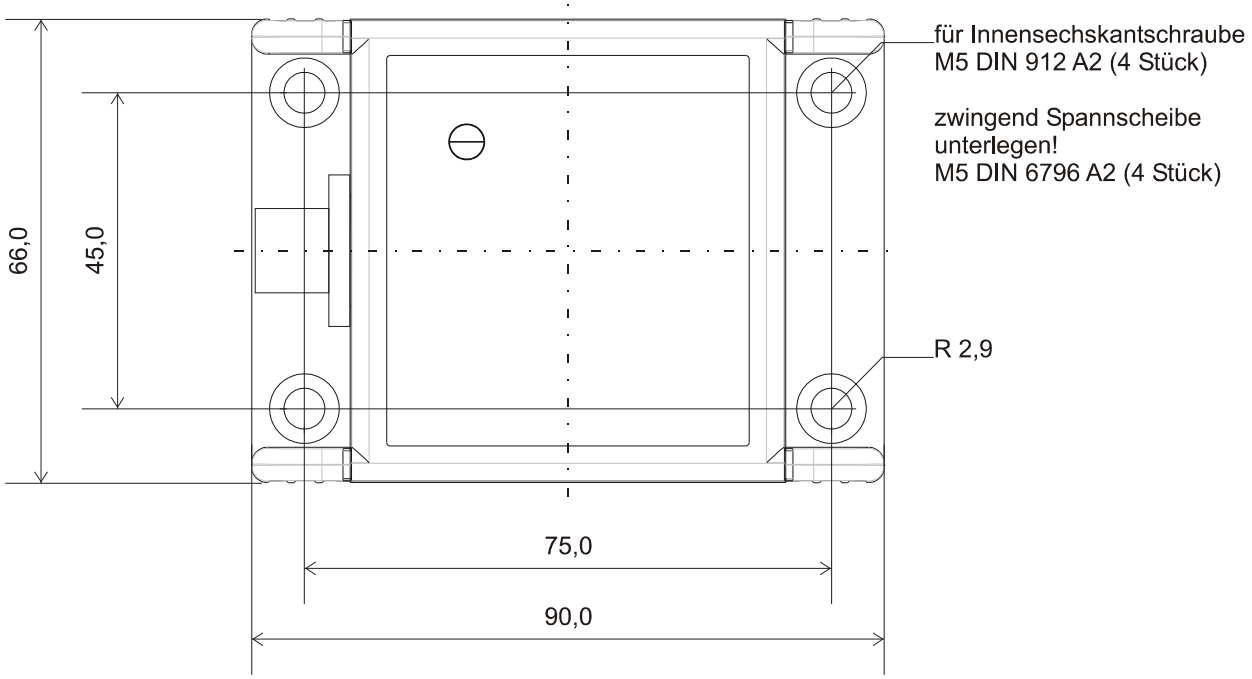


Abbildung 1: Befestigungsbohrungen Kunststoffgehäuse

3.2 Definition der Achsen

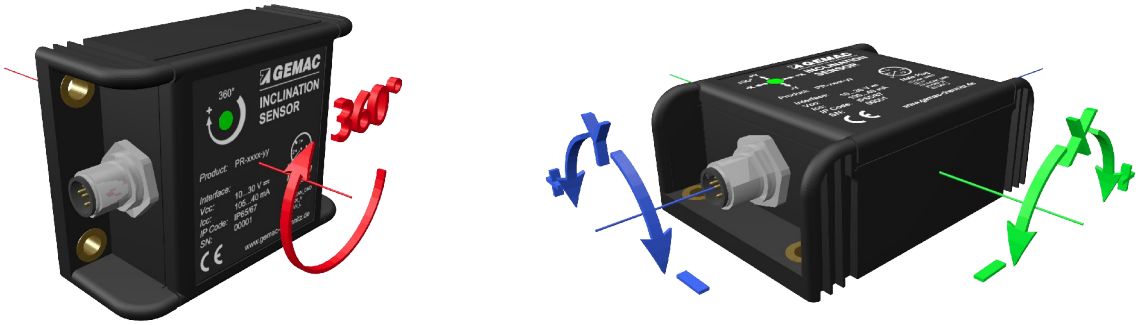


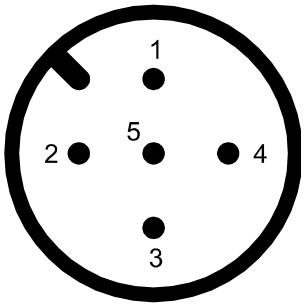
Abbildung 2: Achsendefinitionen (Werkszustand)

4 Anschluss

4.1 Steckverbinder-Belegung

Die Neigungssensoren IS1D 00 P24/25 und IS2D 90 P24/25 sind mit einem üblichen 5-poligen Rundstecker M12 (A-kodiert) ausgestattet.

Pin	Signal	Belegung
1	V+	Versorgungsspannung (+24 V)
2	B-OUT (Standard Y)	Sensorausgang B
3	V- / GND	Versorgungsspannung-Masse / Sensor-Masse
4	A-OUT (Standard X)	Sensorausgang A
5	TEACH	Eingang für Nullpunkteinstellung



(Ansicht von außen)

Abbildung 3: Steckverbinder-Belegung

4.2 Anschlussbild

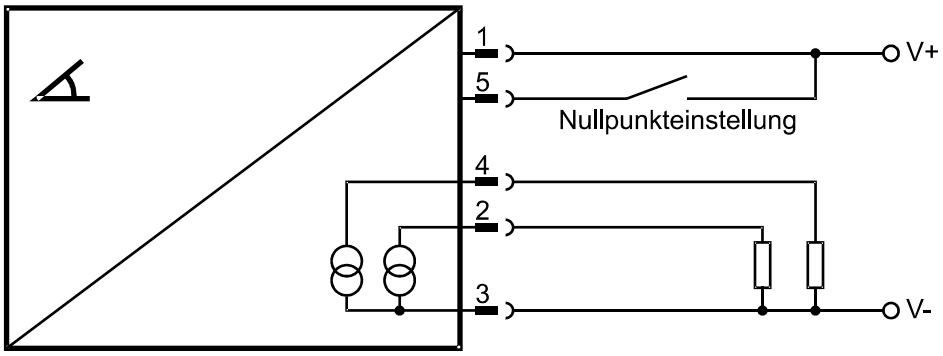


Abbildung 4: Anschlussbild Stromausgang

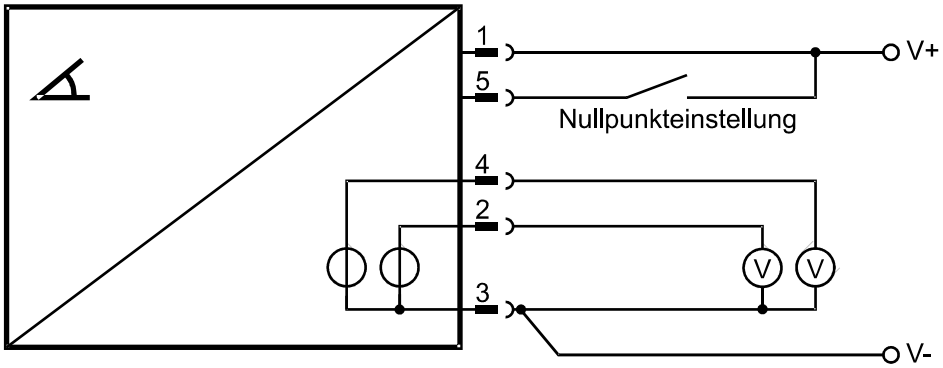


Abbildung 5: Anschlussbild Spannungsausgang

4.3 Leitungslänge und minimale Versorgungsspannung bei Stromausgang

Beim Stromausgang erhöht sich die notwendige Versorgungsspannung um den Spannungsabfall auf der angeschlossen Leitung. Der größte Spannungsabfall auf der Leitung entsteht beim maximal fließenden Strom von 20 mA durch den Widerstand der Leitung (R_L). Dabei sind die Teilwiderstände der Hin- und Rückleitung zu berücksichtigen (siehe auch Abbildung 6).

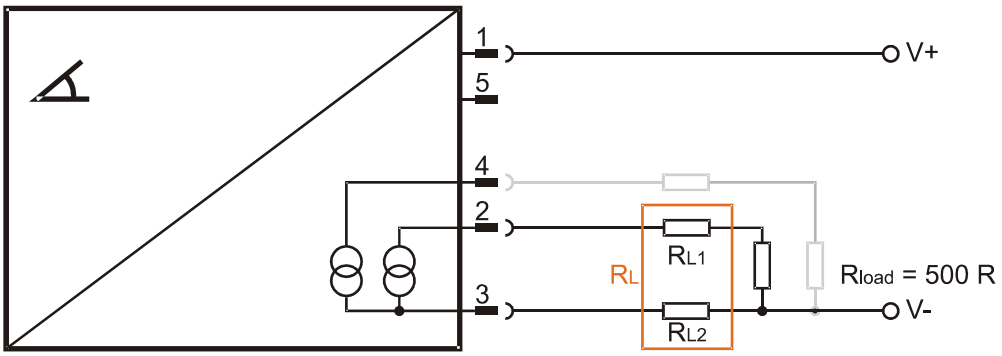


Abbildung 6: Leitungslänge bei Stromausgang

Die nachfolgende Tabelle zeigt exemplarisch die erreichbaren Leitungslängen bei minimaler Betriebspannung und entsprechendem Leitungsquerschnitt. Die Tabelle basiert auf der Berechnung der Leitungswiderstände nach VDE 0295 und einer Bürde (R_{load}) von 500 Ω.

Minimale Versorgungsspannung in V	Leitungswiderstand in Ω	Maximale Leitungslänge in m bei Leitungsquerschnitt von:				
		0,14 mm²	0,25 mm²	0,34 mm²	0,50 mm²	0,75 mm²
17	10	35	60	84	124	187
18	50	176	304	423	623	936
20	150	528	914	1271	1870	2808
22	250	880	1524	2118	3117	4681
24	350	1232	2134	2966	4364	6554
26	450	1584	2743	3813	5610	8426
28	550	1936	3353	4661	6857	10299
30	650	2288	3963	5508	8104	12172

Tabelle 3: Leitungslängen bei min. Versorgungsspannung und verschied. Leitungsquerschnitten

5 Funktionsbeschreibung

5.1 Achsenzuordnung / Richtungsumkehr

Alle Neigungssensoren verfügen über 2 analoge Ausgänge A und B die beliebig auf die in Hardware zur Verfügung stehenden Neigungsachsen X und Y für den 2-dimensionaler Neigungssensor und auf die Rotationsachse beim 1-dimensionaler Neigungssensor gelegt werden können. Es können auch beide Ausgänge derselben Achse zugeordnet werden. Durch die mögliche Richtungsumkehr ist jede denkbare Konstellation der Ausgangszuordnung möglich. Sie erfolgt durch Tausch der Ausgangswerte von Strom oder Spannung.

5.2 Nullpunkteinstellung

Bei allen Neigungssensoren kann der Nullpunkt parametriert werden. Damit ist es möglich, die Nulllage im eingebauten Zustand des Sensors festzulegen. Dies kann entweder über das PC-Programm oder mit Hilfe des Teacheingangs vorgenommen werden. Zum Setzen des Nullpunktes über den Teacheingang, muss dieser für die Dauer von mindestens einer Sekunde mit der Versorgungsspannung (V+, Pin 1) verbunden werden. Die aktuelle Winkellage des Neigungssensors wird dann für beide Ausgänge auf 0 Winkelgrad gesetzt. Der Sensor quittiert das Setzen des Nullpunktes mit einem Ausschalten der Status-LED für ebenfalls eine Sekunde. Zum Rücksetzen des Nullpunktes auf Werksvorgaben ist der Teacheingang für die Dauer von drei weiteren Sekunden mit der Versorgungsspannung zu verbinden. Der Sensor quittiert das Rücksetzen mit einem Ausschalten der Status-LED für ebenfalls drei Sekunden.

5.3 Digitalfilter

Der Neigungssensor bietet die Möglichkeit, den 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 4: Filterauswahl

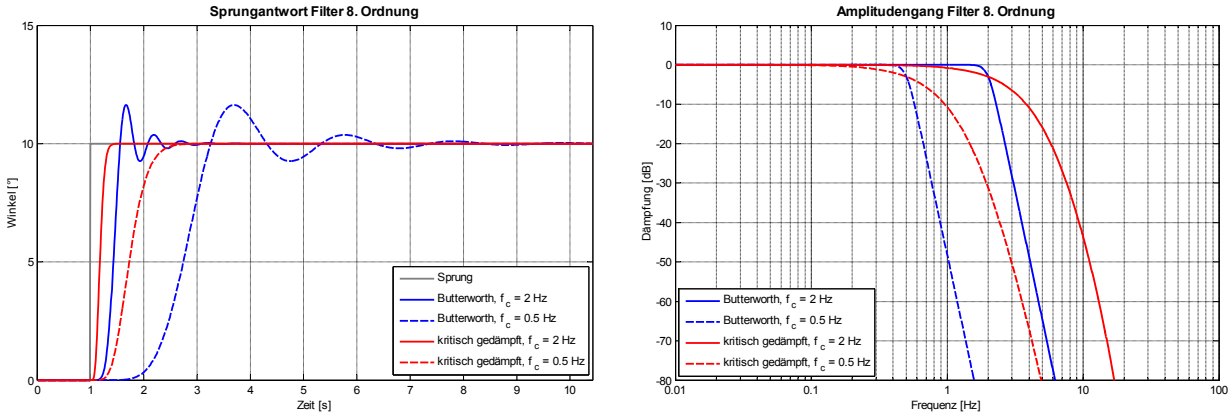


Abbildung 7: Impulsantwort und Amplitudenverlauf der beiden Filter

5.4 Status-LED

Die integrierte Status-LED zeigt den aktuellen Gerätezustand an. Anhand der Farbe werden die in Tabelle 5 dargestellten Zustände unterschieden.

Status-LED	Beschreibung
Aus	Keine Stromversorgung vorhanden oder Teach-Bestätigung
Grün	Das Gerät ist im normalen Funktionszustand
Rot	Strom-Schnittstelle: einer oder beide Ausgänge im Leerlauf (ohne Bürde) oder falsch angeschlossen Spannungs-Schnittstelle: einer oder beide Ausgänge im Kurzschluss oder falsch angeschlossen

Tabelle 5: Betriebs- und Fehleranzeige der Status-LED

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.

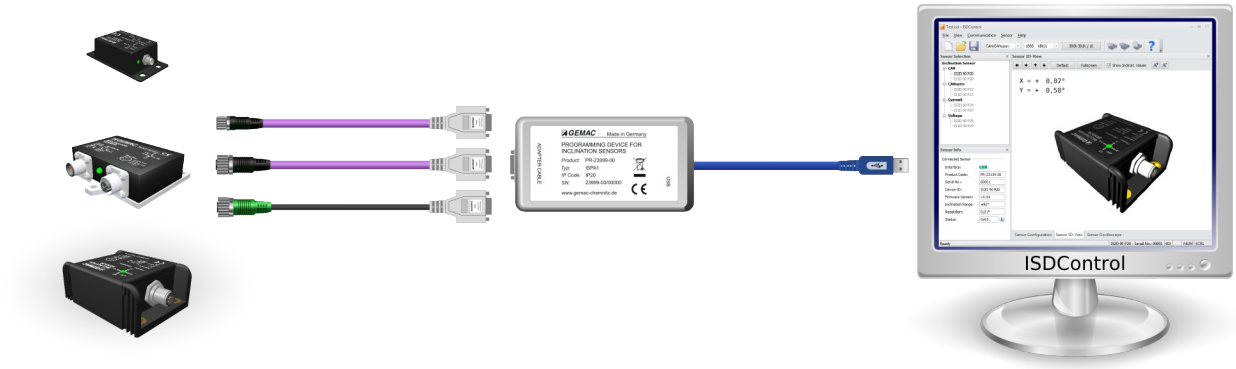


Abbildung 8: Starter-Kit

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.

6.2.1 Konfiguration der Werte

Für alle Neigungssensoren kann eine Einstellung der Parameter entweder numerisch oder grafisch erfolgen (siehe auch Abbildung 9 und 10).

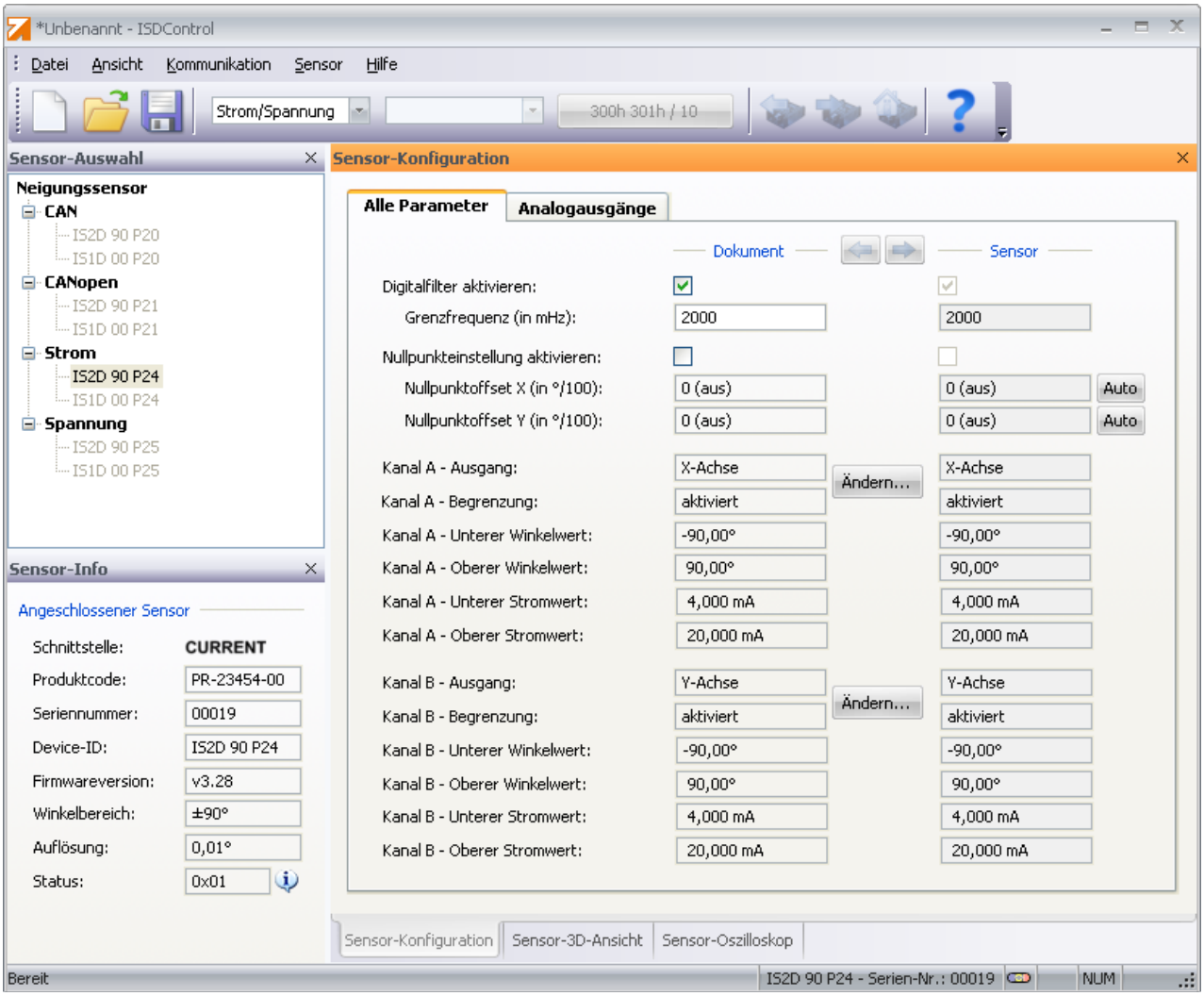


Abbildung 9: Numerische Konfiguration aller Parameter des Neigungssensors

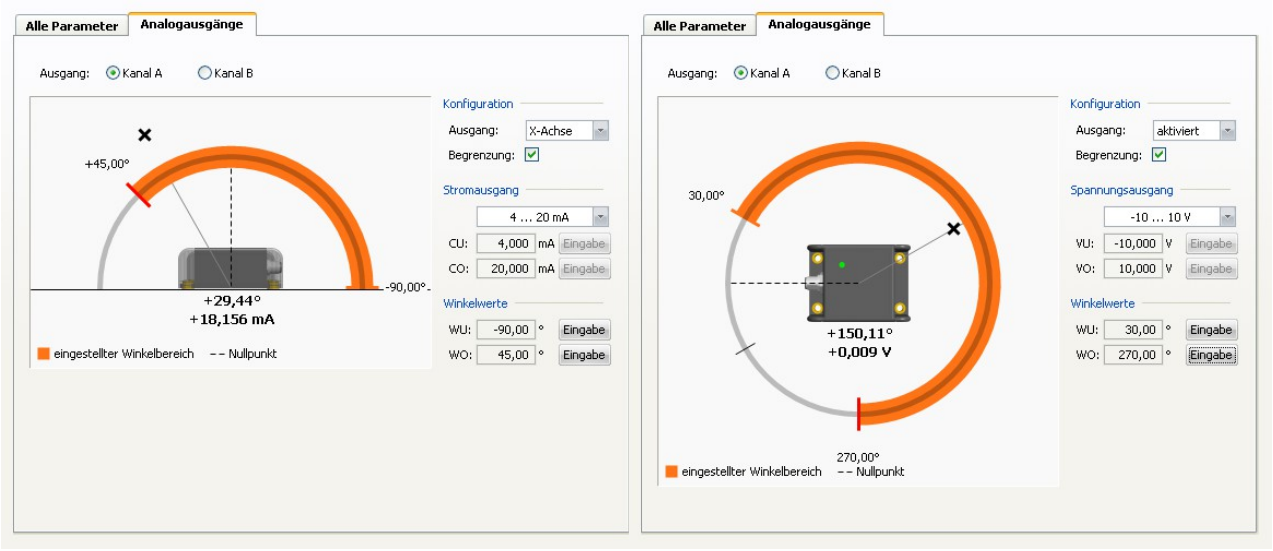


Abbildung 10: Grafische Konfiguration der Ausgänge A und B

6.2.2 3D-Ansicht mit Anzeige der aktuellen Neigungswerte

Über die im Programm integrierte 3D-Ansicht kann die Lage des Sensors im Raum visualisiert werden.

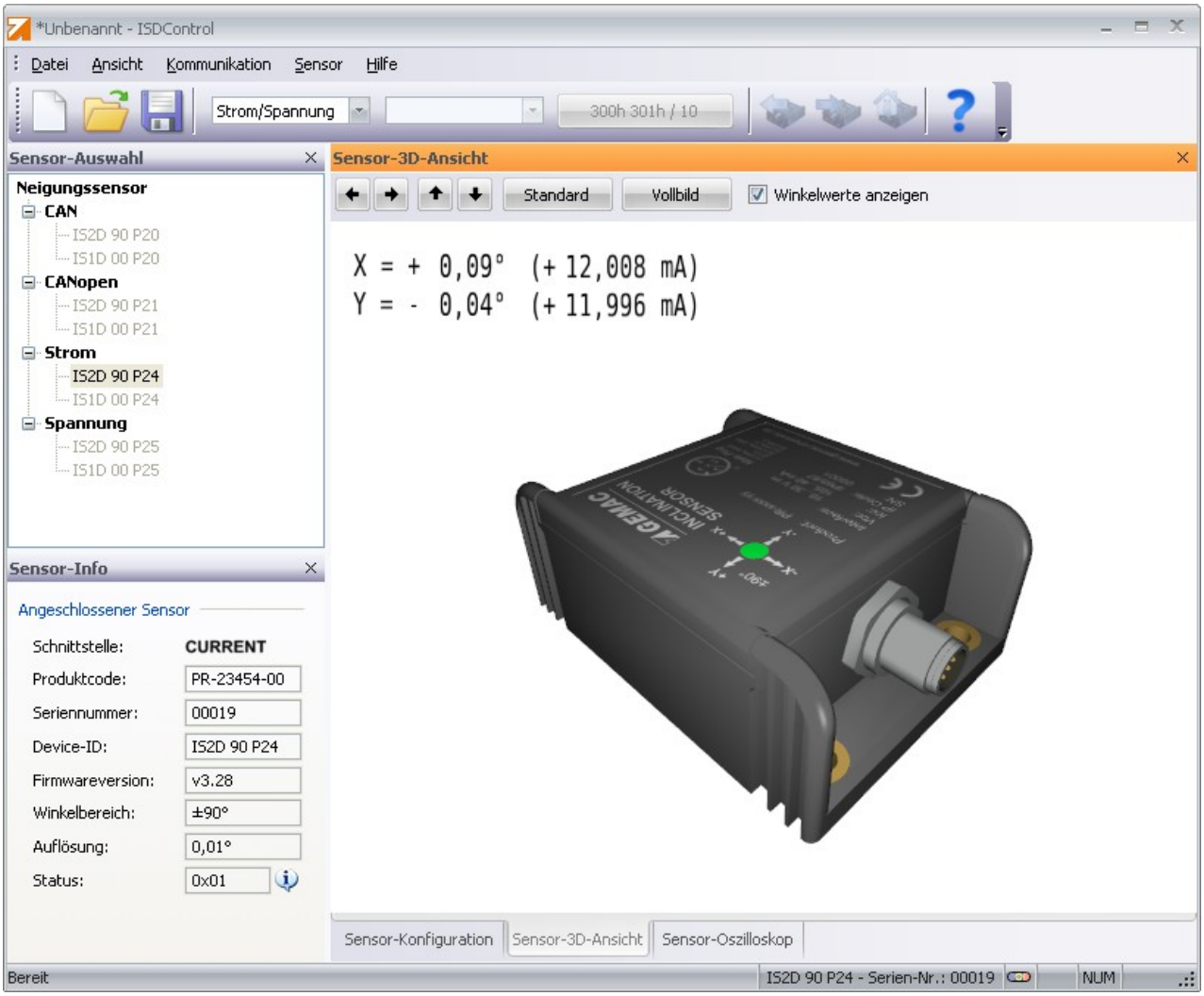


Abbildung 11: 3D-Ansicht mit Anzeige der aktuellen Neigungswerte

6.2.3 Oszilloskop-Darstellung der Neigungswerte

In der Oszilloskop-Darstellung kann der Einfluss des einstellbaren Digitalfilters direkt kontrolliert werden. Zeitbasis der Darstellung sowie Amplitude und Offset können analog zu Bedienung eines Oszilloskopes eingestellt werden.

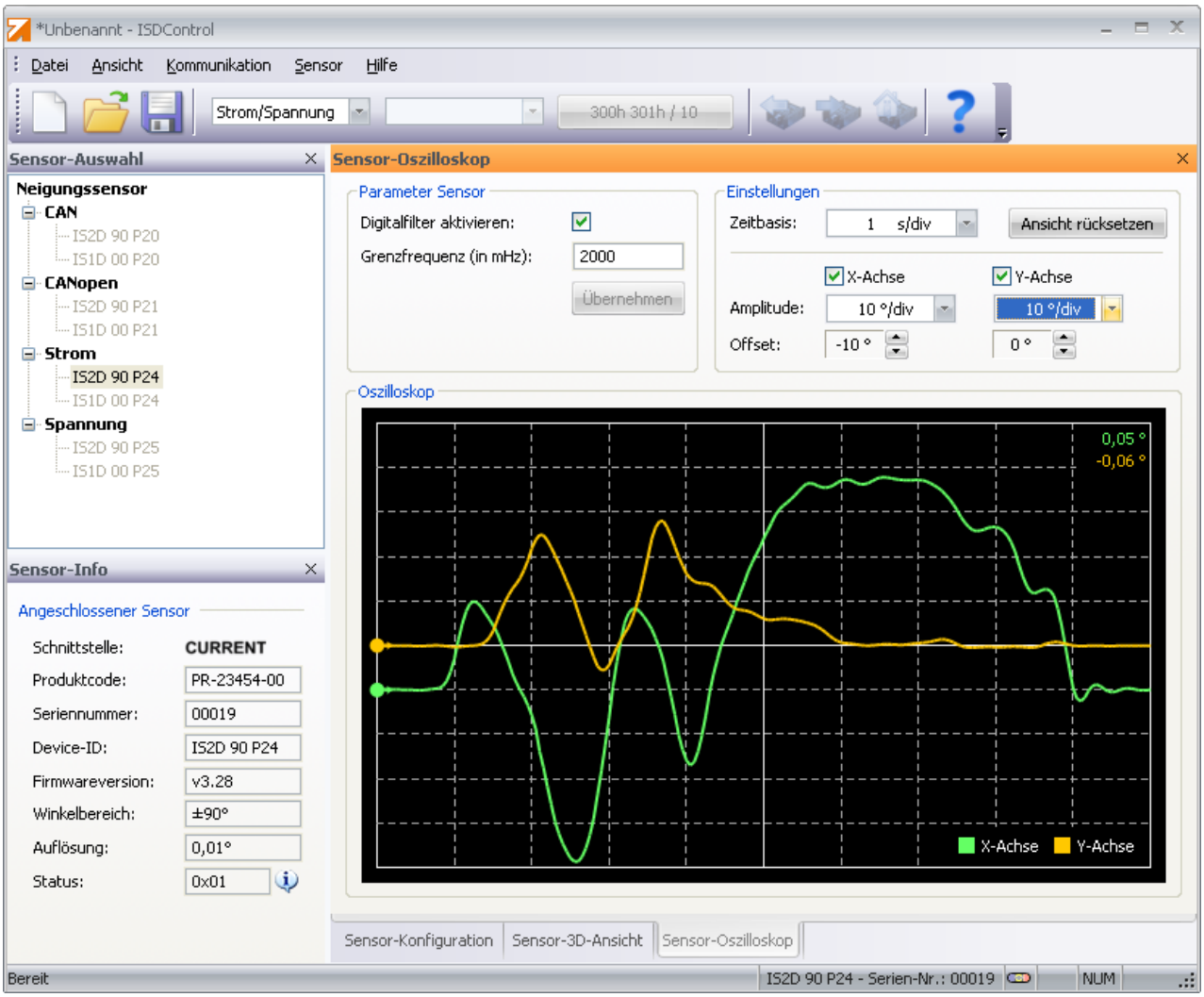


Abbildung 12: Oszilloskop-Darstellung der Neigungswerte

7 Bestellinformationen

Artikelnummer	Produkttyp	Beschreibung/Unterscheidung
PR-23450-00	IS1D 00 P24	1-dimensional, 360°, Strom-Schnittstelle
PR-23454-00	IS2D 90 P24	2-dimensional, ±90°, Strom-Schnittstelle
PR-23550-00	IS1D 00 P25	1-dimensional, 360°, Spannungs-Schnittstelle
PR-23554-30	IS2D 90 P25	2-dimensional, ±90°, Spannungs-Schnittstelle
PR-23998-00	TA1	Teach-Adapter
PR-23999-01	ISPA1	Neigungssensor-Programmieradapter (Starterkit bestehend aus Programmieradapter, Kabel und PC-Software)

Tabelle 6: Bestellinformationen