



NEIGUNGSSENSOREN

FÜR STATISCHE UND DYNAMISCHE ANWENDUNGEN
1- UND 2-ACHSIGE MESSUNG

Neigungssensoren

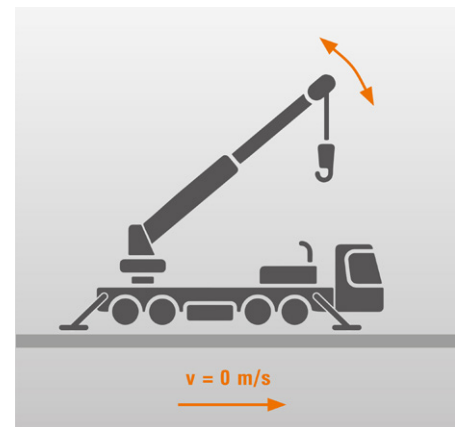
Präzise und zuverlässige Messung – für den Einsatz in rauesten Umgebungsbedingungen

Für jede Applikation die passende Lösung. Egal ob statische oder dynamische Anwendungen, Kübler bietet sowohl für 1-achsige als auch 2-achsige Neigungsmessung die passende Sensorik. Gegenüber alternativer Messsysteme bieten Neigungssensoren mehr Flexibilität und Freiheitsgrade bei der Anlagenkonstruktion, da der Sensor keine mechanische Verbindung zum Beispiel zu einer Welle oder Drehachse benötigt. Das vereinfacht die Montage und reduziert Fehlerquellen erheblich. Mit Hilfe einfachster Tools lassen sich die Sensoren individuell an die jeweiligen Applikationsanforderungen anpassen.

Neigungssensoren für statische Anwendungen

Präzise Messung in stationären Anwendungen mit eingeschränkt dynamischen Bewegungen.

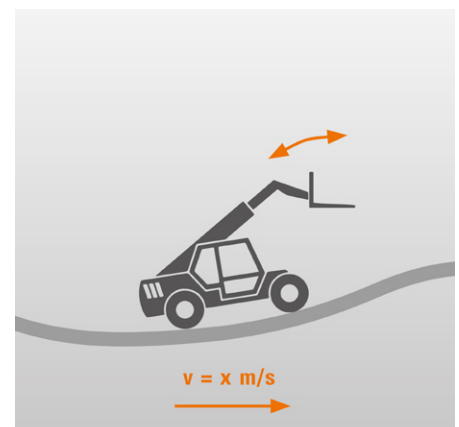
1- oder 2-achsige Messung (0 ... 360° oder $\pm 85^\circ$).



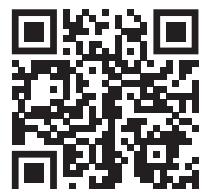
Neigungssensoren für dynamische Anwendungen

Durch innovative Sensorfusion (Beschleunigung und Drehrate) geeignet für Anwendungen, die schnellen Bewegungen oder in einem hohen Maß Vibrationen ausgesetzt sind.

1- oder 2-achsige Messung (0 ... 360° oder $\pm 85^\circ$).

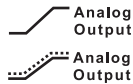


Weitere Informationen
zu Neigungssensoren



Portfoliübersicht

Neigungssensoren für statische Anwendungen



Individuell parametrierbar

- Verschiedene Analogschnittstellen einstellbar
- Messbereich einstellbar
- Filterfunktionen je nach Anwendungsbereich
- Easy-Teach über Teach Adapter
- IO-Link Schnittstelle zur Parametrierung (FDT/IODD)

2 Schaltausgänge

- Individuelle Parametrierung
- Einfache Inbetriebnahme
- Wasserwaagenfunktion
- IO-Link Schnittstelle zur Parametrierung (FDT/IODD)

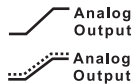
Türöffner für Industrie 4.0 / IIoT

- Einfachste Inbetriebnahme und Diagnose
- Messbereich einstellbar
- Filterfunktionen je nach Anwendungsbereich
- Parametrierung über FDT/IODD

IN61

IN62

IN68



Robust und präzise

- Verschiedene Analogschnittstellen
- Optional mit zusätzlichen Schaltausgängen
- Robustes Metallgehäuse
- Stapelbar für redundante Messung
- Hohe Schutzart IP69k

Verschiedenste Feldbus-Schnittstellen

- Parametrierbare Filtereinstellung
- Robustes Metallgehäuse
- Stapelbar für redundante Messung
- Hohe Schutzart IP69k

Maximal kompakt

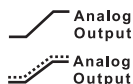
- Passend für engste Einbauträume
- Verschiedene Analogschnittstellen
- Hohe Schutzart IP68/IP69k
- Einfache Inbetriebnahme

IN81

IN88

IS40

Neigungssensoren für dynamische Anwendungen



Individuell parametrierbar

- Verschiedene Analogschnittstellen einstellbar
- Messbereich einstellbar
- Filterfunktionen je nach Anwendungsbereich
- Easy-Teach über Teach Adapter
- IO-Link Schnittstelle zur Parametrierung (FDT/IODD)

2 Schaltausgänge

- Individuelle Parametrierung
- Einfache Inbetriebnahme
- Wasserwaagenfunktion
- IO-Link Schnittstelle zur Parametrierung (FDT/IODD)

Türöffner für Industrie 4.0 / IIoT

- Einfachste Inbetriebnahme und Diagnose
- Messbereich einstellbar
- Filterfunktionen je nach Anwendungsbereich
- Parametrierung über FDT/IODD

IN71

IN72

IN78

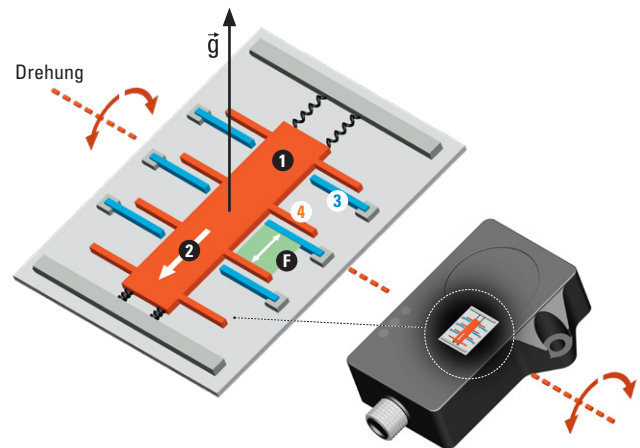
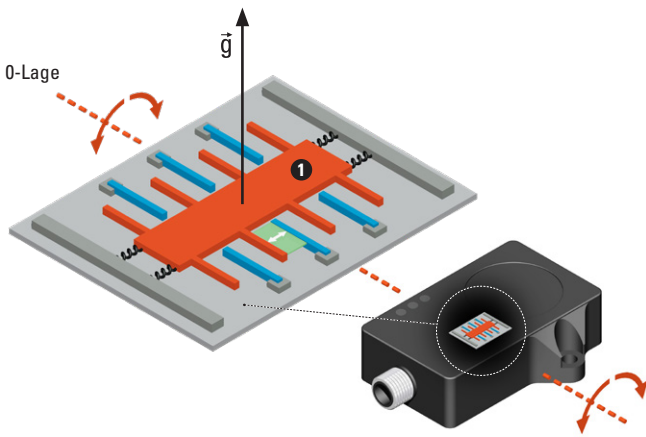
Funktionsprinzipien statische / dynamische Neigungssensoren

Exakte Winkelposition über Beschleunigungsmessung in statischen Neigungssensoren (Typen IN6x, IN8x, IS40)

Beschleunigungsmessung

In der Beschleunigungsmesszelle wird die absolute Winkelposition gegenüber der Erdbeschleunigung \vec{g} kapazitiv ermittelt.

Durch die Verschiebung **2** einer Prüfmasse **1** ändert sich der Abstand und damit auch die Kapazität **F** zwischen feststehenden **3** und beweglichen **4** Elektroden in der Messzelle. Diese gemessene Kapazität steht in direkter Relation zum Neigung des Sensors.



Intelligente Sensorfusion aus Beschleunigungs- und Drehratenmessung für dynamische Anwendungen (Typen IN7x)

In den Neigungssensoren für dynamische Anwendungen wird zusätzlich zur Beschleunigungsmesszelle eine Drehratenmesszelle eingesetzt. Resultat sind noch schnellere und genauere Ausgabeergebnisse.



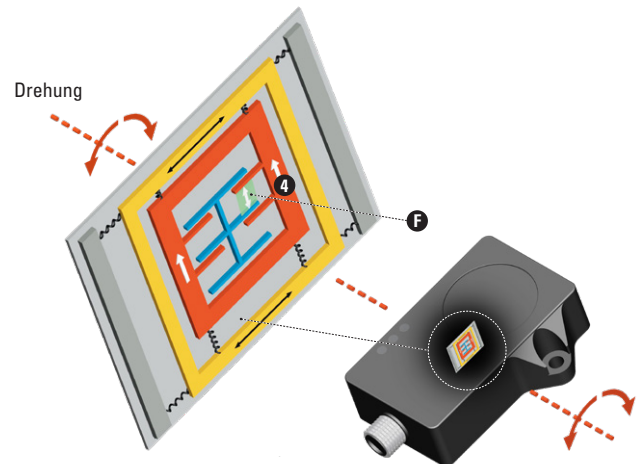
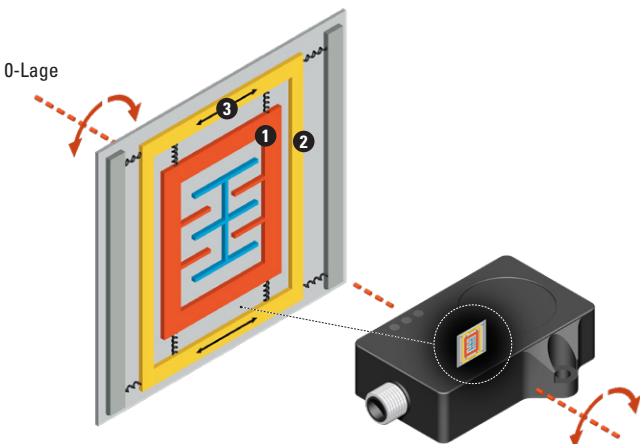
Drehratenmessung

In der Drehratenmesszelle (Gyroskop) wird die durch eine Drehung resultierende Corioliskraft ausgewertet, um den Drehwinkel gegenüber der Ausgangslage zu ermitteln.

Eine Anordnung aus Rahmen **2** und Prüfmasse **1** befindet sich in einer permanenten linearen Bewegung **3** (oszillierend).

Wird dieses System in Rotation gebracht, resultiert daraus eine Kraft (Corioliskraft) **4**, die zu einer Verschiebung der Prüfmasse führt.

Auch diese Verschiebung wird durch die Veränderung der Kapazität **F** zwischen feststehenden und beweglichen Elektroden bestimmt und steht in direkter Relation zur Rotationsgeschwindigkeit (Drehrate). Aus Rotationsgeschwindigkeit und Dauer der Rotation wird der Drehwinkel bestimmt.



Optimierung der Messung in der Beschleunigungsmesszelle durch Filterfunktionen

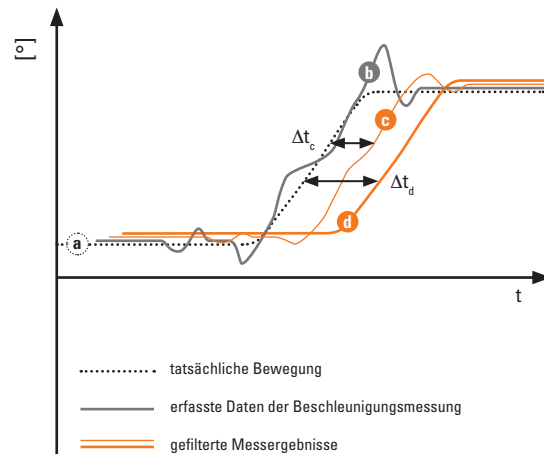
Durch die Trägheit der Prüfmasse gerade bei schnellen oder schnell wechselnden Drehungen sowie bei Vibrationen kann es zu Ungenauigkeiten bei den erfassten Messdaten **(b)** gegenüber der tatsächlichen Bewegung **(a)** kommen. Zur Kompensierung dieser unerwünschten Effekte können verschiedene Filter **(c + d)** im Neigungssensor parametrisiert werden.

Einschränkungen durch Filter

Allerdings führt dies zu einer zeitlichen Verzögerung ($\Delta t_c + \Delta t_d$) für die Ausgabe des Messergebnisses (je genauer die gewünschte Messung, um so größer die Zeitverzögerung).

Weitere Optimierung durch dynamische Neigungssensoren

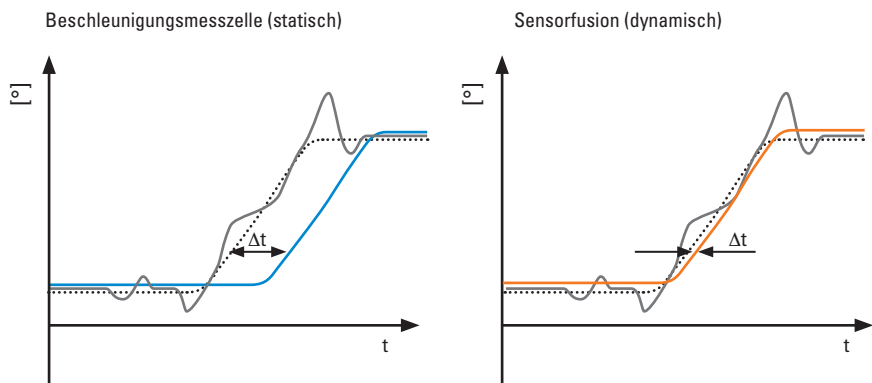
Bei vielen statischen Anwendung (wie Wird dieses System in Rotation gebracht, resultiert daraus eine Kraft (Corioliskraft) **(4)**, die zu einer Verschiebung der Prüfmasse führt. Solarpanels, Kranmast ...) ist diese Zeitverzögerung nicht relevant. Bei dynamischen Anwendungen (wie z. B. bei Fahrzeugen in Bewegung) kann dies aber zu Problemen führen, da auch eine Reaktion auf die Bewegung nur verspätet erfolgen kann. Dann empfehlen wir einen dynamischen Neigungssensor IN7x mit intelligenter Sensorfusion von Kübler einzusetzen, um das Messergebnis noch weiter zu optimieren.



Vergleich statischer Neigungssensor (nur Beschleunigungsmesszelle) – dynamischer Neigungssensor (Sensorfusion)

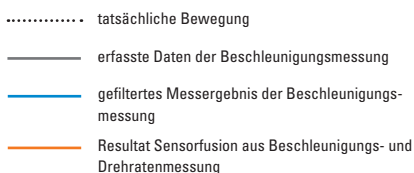
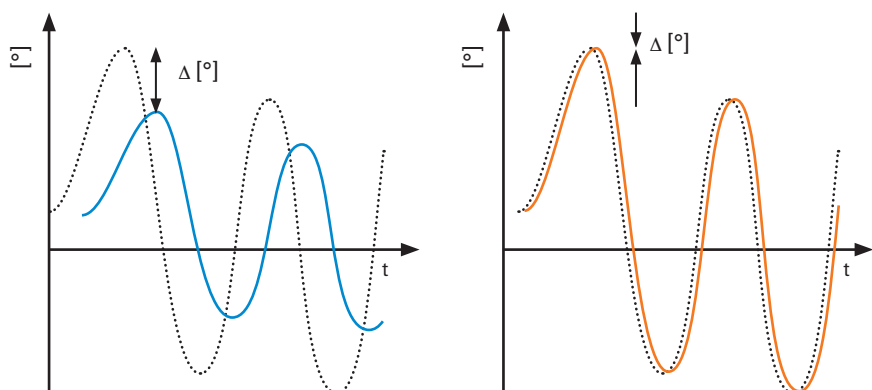
Schnelle Messung

Ungenauigkeiten durch die Trägheit der Prüfmasse können bei der Beschleunigungsmessung über Filter ausgeglichen werden. Allerdings mit einer zeitlichen Verzögerung Δt für die Ausgabe des Messergebnisses. Bei der Sensorfusion wird diese Zeitverzögerung minimiert.

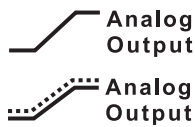


Genauere Messung

Bei schnellen Richtungswechseln führt die Sensorfusion zu genaueren Messergebnissen.

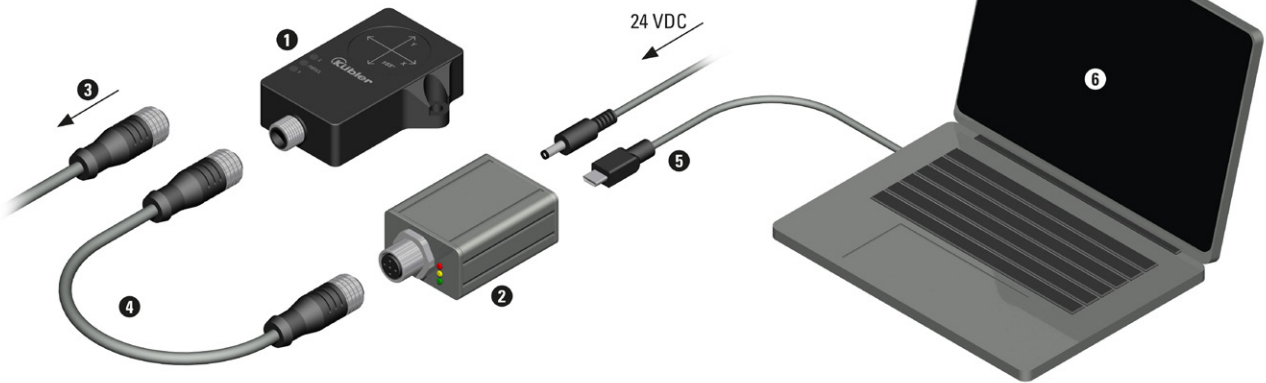


Technik im Detail – Neigungssensoren IN61 / IN71



- **Analogsensor mit integrierter IO-Link Kommunikation**
 - Konfigurierbare Schnittstellen
 - Parametrierung über IO-Link
 - Redundante / gegenläufige Signale möglich (1-achsig)
- **Präzise Messung auch unter rauen Umgebungsbedingungen**
 - Temperaturbereich -40 °C ... +85 °C und Schutzart IP68 / IP69k
 - Schutz auch gegen den Einfluss von Salzsprühnebel und schnelle Temperaturwechsel

Individuelle Einstellmöglichkeiten über FDT/IODD mit IO-Link Master USB



Anschluss

Der Neigungssensor ① ist bzw. wird von der Applikation ③ getrennt. Der IO-Link Master USB ② wird mit dem Adapter-Kabel ④ an den Neigungssensor angeschlossen und über die USB-Schnittstelle ⑤ mit dem PC verbunden. Über eine entsprechende Software ⑥ (z. B. PACTware) lassen sich folgende Parameter einstellen:

Einstellmöglichkeiten

Wasserwaagenfunktion	Kann als Montagehilfe aktiviert werden
Easy Teach	Parametrierung über Easy Teach kann deaktiviert werden
Drehrichtung	Einstellen der Drehrichtung der Achsen. Ausgabe der aufsteigende Analogwerte im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn.
Analogausgang	Mögliche Analogausgänge unabhängig von der Werkseinstellung: Stromausgänge: 0 ... 20 mA 4 ... 20 mA Spannungsausgänge: 0,1 ... 4,9 V 0,5 ... 4,5 V 0 ... 5 V 0 ... 10 V
Startpunkt / Endpunkt	Der Start-/Endpunkt der Ausgangskennlinie kann per Winkeleingabe oder dem aktuellen Neigungswinkel festgelegt werden. Für 2-achsige Geräte kann über diese Funktion ein anderer Messbereich eingestellt werden.
Filter	Ausgewogen (Werkseinstellung) Langsam

Schnelle Einstellmöglichkeiten über die Easy-Teach-Funktion mit Teach-Adapter

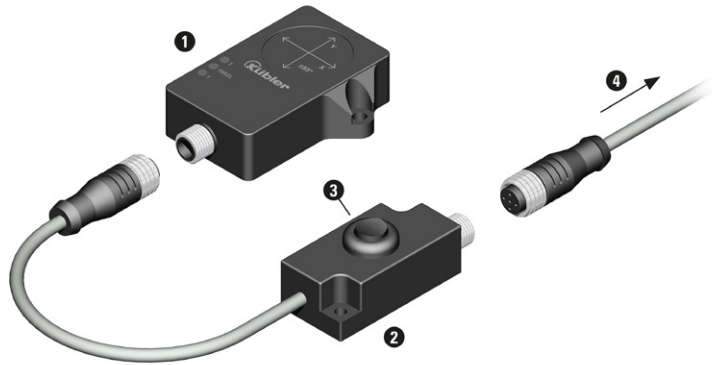
Anschluss

Der Teach-Adapter **2** wird zwischen den Sensor **1** und die Anschlussleitung zur Applikation **4** angeschlossen.

Parametrierung

Durch Betätigung des Kippschalters **3** können folgende Einstellungen schnell und einfach vorgenommen werden:

- Anfang-/Endpunkt des Messbereiches (für 1-achsige Messung)
- Mittelpunkt des Messbereiches
- Rücksetzung auf Werkseinstellung



Einfache Inbetriebnahme

Betriebszustand – LED grün

Dauerlicht	Gerät betriebsbereit
Blinken	FDT/IODD-Kommunikation



Wasserwaagen-Funktion – LED(s) gelb

Dauerlicht	Mittelpunktlage erreicht
Blinken mit zunehmender Frequenz	Annäherung an Mittelpunktlage
Blinken mit abnehmender Frequenz	Entfernung von Mittelpunktlage

1-achsig = 2 LEDs



2-achsig = 3 LEDs



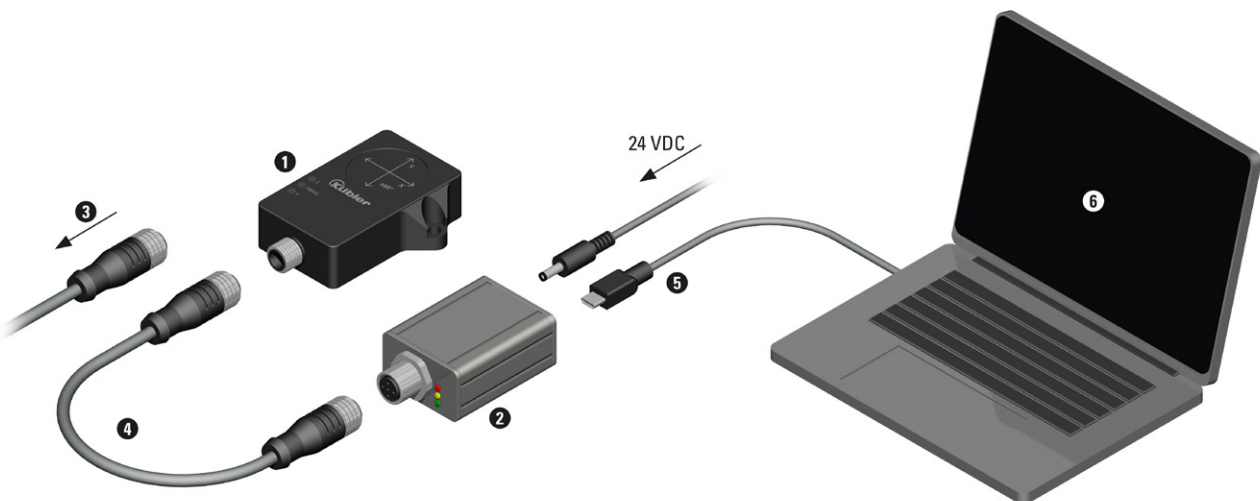
Technik im Detail – Neigungssensoren IN62 / IN72



PNP NPN

- **Zwei frei parametrierbare Schaltausgänge/-bereiche (PNP/NPN)**
 - Einfache Einstellung der gewünschten Endposition / Bereiche über integrierte IO-Link-Schnittstelle.
 - Zwei unterschiedliche Schaltbereiche oder redundante Ausgabe des gleichen Schaltbereiches möglich
- **Präzise Messung auch unter rauen Umgebungsbedingungen**
 - Temperaturbereich -40 °C ... +85 °C und Schutzart IP68 / IP69k
 - Schutz auch gegen den Einfluss von Salzsprühnebel und schnelle Temperaturwechsel

Individuelle Einstellmöglichkeiten über FDT/IODD mit IO-Link Master USB



Anschluss

Der Neigungssensor ① ist bzw. wird von der Applikation ③ getrennt. Der IO-Link Master USB ② wird mit dem Adapter-Kabel ④ an den Neigungssensor angeschlossen und über die USB-Schnittstelle ⑤ mit dem PC verbunden.

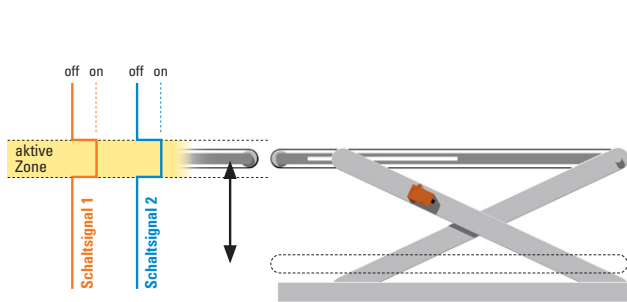
Über eine entsprechende Software ⑥ (z. B. PACTware) lassen sich folgende Parameter einstellen:

Einstellmöglichkeiten

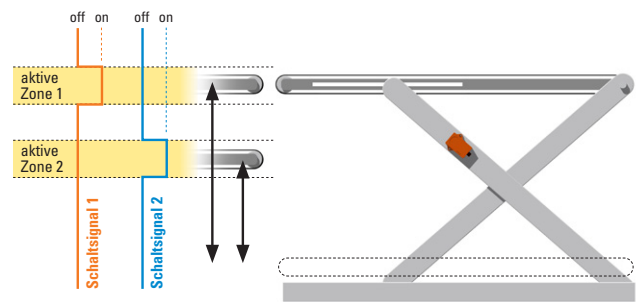
Wasserwaagenfunktion	Kann als Montagehilfe aktiviert werden
Mittelpunkt	Aktuelle Neigung als neuer Messbereichsmittelpunkt festlegen
Schaltausgänge	Als PNP oder NPN konfigurierbar
Achsen	Die Erfassungsachse kann eingestellt werden (2-achsige Geräte)
Startpunkt / Endpunkt	Start- und Endpunkt des Schaltfensters kann per Eingabe oder über den aktuellen Neigungswinkel eingestellt werden. Das Schaltfenster muss > 1° sein.
Hysterese	Das Fenster des Hystereseverhaltens kann eingestellt werden. Die Hysterese muss kleiner als das Schaltfenster sein.
Filter	Ausgewogen (Werkseinstellung) Langsam

Zwei frei parametrierbare Schaltausgänge/-bereiche (Beispiele)

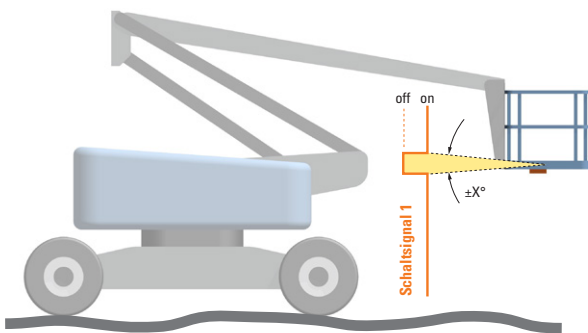
1-achsige Messung / Zwei identische Schaltbereiche (Redundanz)



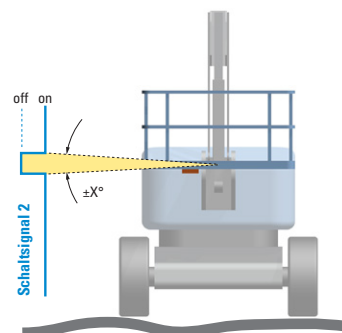
1-achsige Messung / Zwei unterschiedliche Schaltbereiche



2-achsige Messung / Schaltbereiche X-Achse



2-achsige Messung / Schaltbereiche Y-Achse



Einfache Inbetriebnahme

Betriebszustand – LED grün

Dauerlicht	Gerät betriebsbereit
Blinken	FDT/IODD-Kommunikation

Schaltzustand – LEDs gelb

Dauerlicht	Schaltausgang aktiv
------------	---------------------

Wasserwaagen-Funktion – LEDs gelb

Dauerlicht	Mittelpunktlage erreicht
Blinken mit zunehmender Frequenz	Annäherung an Mittelpunktlage
Blinken mit abnehmender Frequenz	Entfernung von Mittelpunktlage



1-achsig = 3 LEDs



2-achsig = 3 LEDs

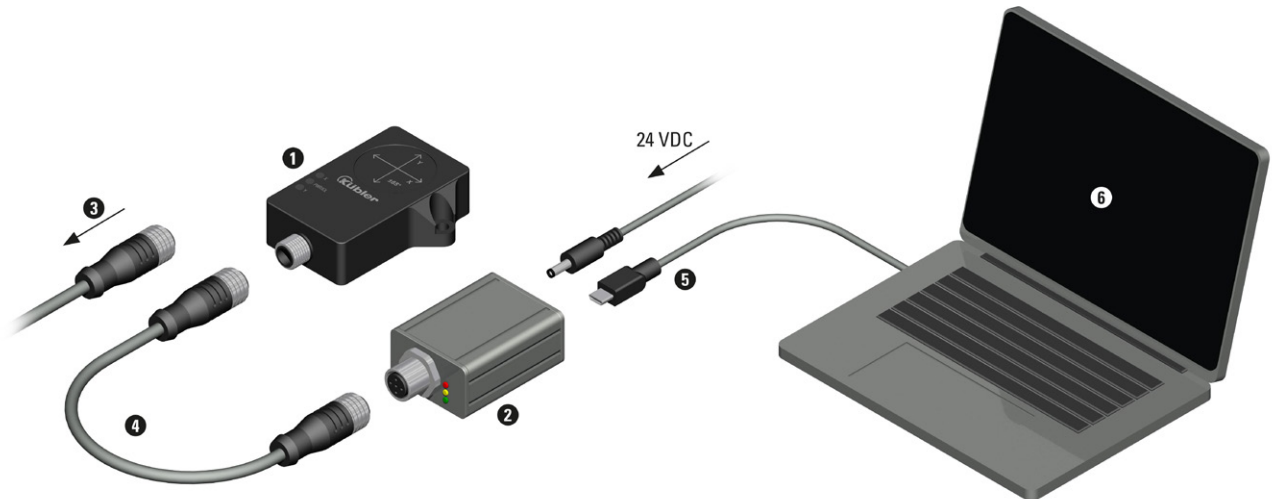


Technik im Detail – Neigungssensoren IN68 / IN78



- **IO-Link Schnittstelle**
Zur einfachen Integration in Industrie 4.0 / IIoT Netzwerke.
- **Präzise Messung auch unter rauen Umgebungsbedingungen**
 - Temperaturbereich -40 °C ... +85 °C und Schutzart IP68 / IP69k
 - Schutz auch gegen den Einfluss von Salzsprühnebel und schnelle Temperaturwechsel

Individuelle Einstellmöglichkeiten über FDT/IODD mit IO-Link Master USB



Anschluss

Der Neigungssensor ① ist bzw. wird von der Applikation ③ getrennt. Der IO-Link Master USB ② wird mit dem Adapter-Kabel ④ an den Neigungssensor angeschlossen und über die USB-Schnittstelle ⑤ mit dem PC verbunden. Über eine entsprechende Software ⑥ (z. B. PACTware) lassen sich folgende Parameter einstellen:

Einstellmöglichkeiten

Wasserwaagenfunktion	Kann als Montagehilfe aktiviert werden
Mittelpunkt	Aktuelle Neigung als neuer Messbereichsmittelpunkt festlegen
Drehrichtung	Einstellen der Drehrichtung der Achsen. Ausgabe der aufsteigende Analogwerte im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn.
Prozessdaten konfigurieren	Die Prozessdaten sind gemäß dem IO-Link Smart Sensor Profile aufgebaut. Bei 1-achsiger Messung wird der Winkelwert zweimal übertragen (einmal invertiert). Winkelinformationen können mit Vorzeichen (1 Bit – Vorzeichen / 15 Bit – Winkelinformationen) oder ohne Vorzeichen (16 Bit) mit einer Genauigkeit von 0,01° übertragen werden.
Filter	Ausgewogen (Werkseinstellung) Langsam

Einfache Inbetriebnahme

Betriebszustand – LED grün

Dauerlicht	Gerät betriebsbereit
Blinken	FDT/IODD-Kommunikation



1-achsig = 2 LEDs

Wasserwaagen-Funktion – LED gelb

Dauerlicht	Mittelpunktlage erreicht
Blinken mit zunehmender Frequenz	Annäherung an Mittelpunktlage
Blinken mit abnehmender Frequenz	Entfernung von Mittelpunktlage



2-achsig = 3 LEDs



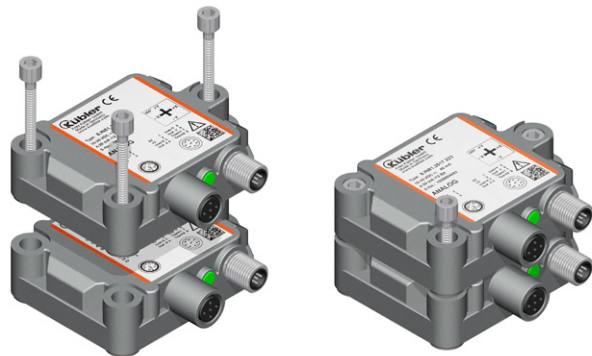
Technik im Detail – Neigungssensoren IN81



- **Analogsensor für präzise Messung**
 - Stabile Genauigkeit über den gesamten Temperaturbereich
 - Analoge Schnittstelle für unterschiedliche Strom- und Spannungsbereiche
- **Einfache Inbetriebnahme und Diagnose**
LED-Anzeige für schnelle und visuelle Erfassung von Betriebszuständen.
- **Maximale Robustheit**
Das robuste Metallgehäuse schützt die Elektronik zusätzlich vor extremen mechanischen Einflüssen.

Einfache Redundanz durch Stapelung

Mit Verwendung der gleichen Befestigungsvorkehrungen an der Applikation können 2 Neigungssensoren Typ IN81 gestapelt montiert werden.



Schnelle Einstellmöglichkeiten über die Easy-Teach-Funktion mit Teach-Adapter

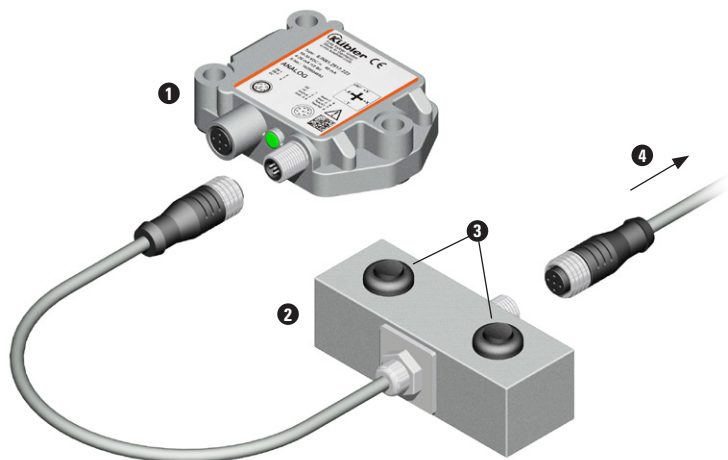
Anschluss

Der Teach-Adapter **2** wird zwischen den Sensor **1** und die Anschlussleitung zur Applikation **4** angeschlossen.

Parametrierung

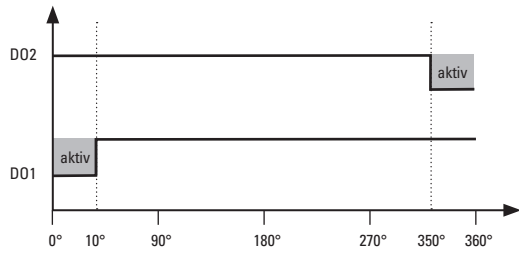
Durch Betätigung der Kippschalter **3** können folgende Einstellungen schnell und einfach vorgenommen werden:

- Preset (Nullpunkt / Mittelpunktlage) definieren
- Skalierung des analogen Messbereichs (Start-/Endposition)
- Einstellen des Sensorfilters
- Setzen der Schalterpunkte der optionalen Schaltausgänge
- Zurücksetzen auf Werkseinstellung

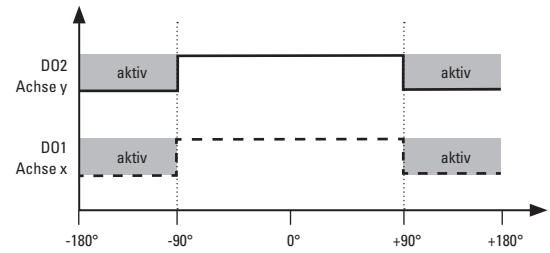


Festlegen der Schaltpunkte für die optionalen Schaltausgänge

1-achsige Messung – Werkseinstellung

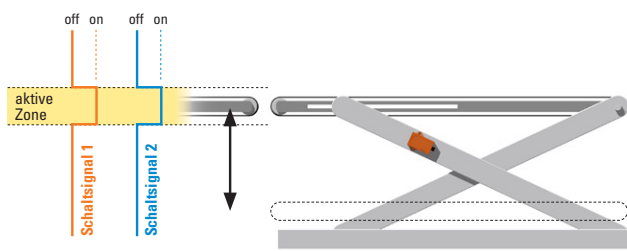


2-achsige Messung – Werkseinstellung



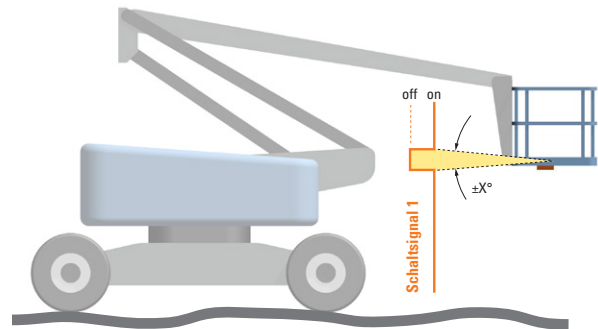
1-achsige Messung – Individuelle Einstellung (Beispiele)

Zwei identische Schaltbereiche (Redundanz)

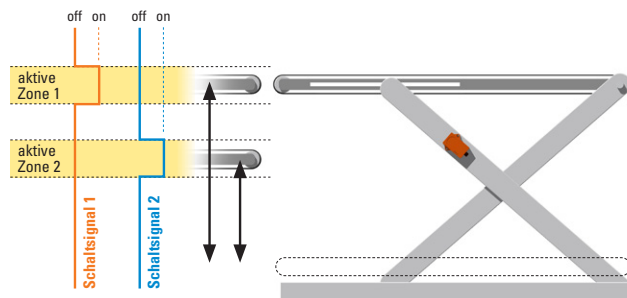


2-achsige Messung – Individuelle Einstellung (Beispiele)

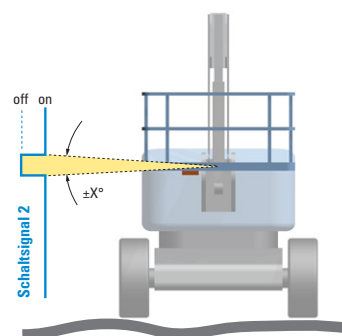
Schaltbereiche X-Achse



Zwei unterschiedliche Schaltbereiche



Schaltbereiche Y-Achse



Technik im Detail – Neigungssensoren IN88



SAE J1939

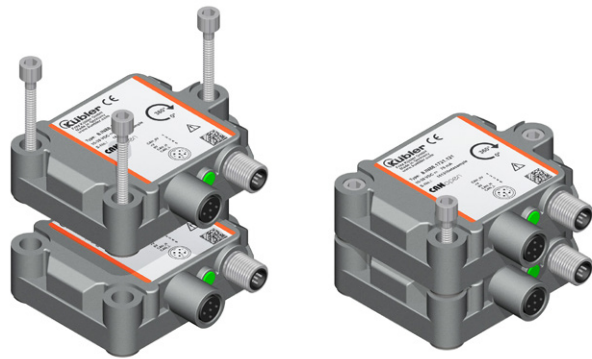


CANopen

- **Für unterschiedliche Feldbus-Systeme**
Varianten für CANopen, SAEJ1939 oder Modbus
- **Individuelle Einstellungen über die Feldbus-Schnittstelle**
 - Preset (Nullpunkt / Mittelpunktlage) definieren
 - Einstellen des Sensorfilters
 - Zurücksetzen auf Werkseinstellung
- **Maximale Robustheit**
Das robuste Metallgehäuse schützt die Elektronik zusätzlich vor extremen mechanischen Einflüssen.

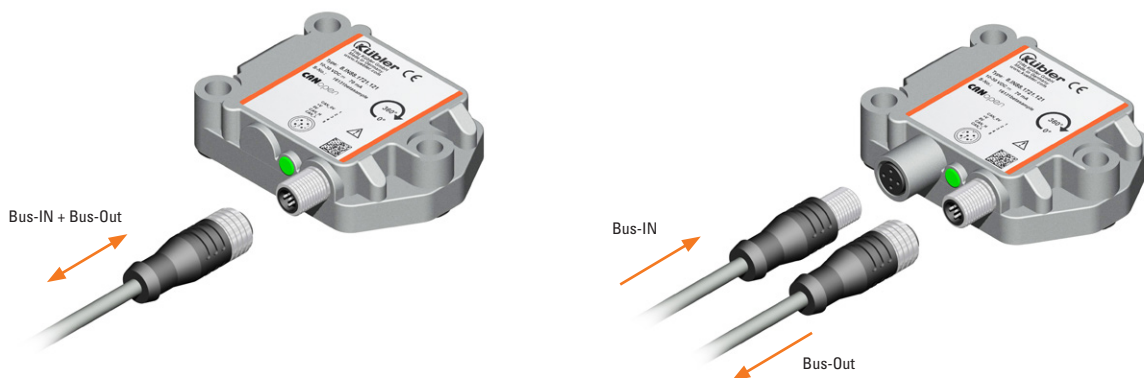
Einfache Redundanz durch Stapelung

Mit Verwendung der gleichen Befestigungsvorkehrungen an der Applikation können 2 Neigungssensoren Typ IN88 gestapelt montiert werden.



Flexibler Einsatz in unterschiedlichen Netzwerk-Topologien

1- oder 2-Stecker-Technologie für Bus-IN/Bus-Out





KÜBLER WELTWEIT

500 MITARBEITER · 4 FERTIGUNGSSTANDORTE · PRÄSENZ IN ÜBER 50 LÄNDERN

EUROPA BELGIEN · BULGARIEN · DÄNEMARK · DEUTSCHLAND · ESTLAND · FINNLAND · FRANKREICH · GRIECHENLAND · GROSSBRITANNIEN · IRLAND · ISLAND · ITALIEN · KROATIEN · LITAUEN · NIEDERLANDE · NORWEGEN · ÖSTERREICH · POLEN · SCHWEDEN · SCHWEIZ · SLOWAKEI · SLOWENIEN · SPANIEN · TSCHECHISCHE REPUBLIK · TÜRKEI · UKRAINE · UNGARN
AFRIKA ÄGYPTEN · MAROKKO · SÜDAFRIKA · TUNESIEN **NORD- UND SÜDAMERIKA** ARGENTINIEN · BRASILIEN · KANADA · MEXIKO · PERU · USA
OZEANIEN AUSTRALIEN · NEUSEELAND **ASIEN** CHINA · HONG KONG, CHINA · INDIEN · INDONESIA · ISRAEL · LIBANON · MALAYSIA · PHILIPPINEN · SINGAPUR · SÜDKOREA · TAIWAN, CHINA · THAILAND · VEREINIGTE ARABISCHE EMIRATE · VIETNAM

KÜBLER GRUPPE

-  FRITZ KÜBLER GMBH
-  FRITZ KÜBLER SARL
-  KÜBLER ITALIA S.R.L.
-  KÜBLER ÖSTERREICH
-  KÜBLER SP. Z.O.O.
-  KÜBLER TURKEY OTOMASYON TICARET LTD. STI.
-  KÜBLER INC.
-  KÜBLER AUTOMATION INDIA PVT. LTD.
-  KUEBLER (BEIJING) AUTOMATION TRADING CO. LTD.
-  KUEBLER KOREA (BY F&B)
-  KÜBLER AUTOMATION SOUTH EAST ASIA SDN. BHD.
-  KUEBLER PTY LTD

Kübler Group

Fritz Kübler GmbH

Schubertstraße 47
78054 Villingen-Schwenningen
Deutschland

Tel. +49 7720 3903-0
Fax +49 7720 21564
info@kuebler.com

kuebler.com