

AUTOMATION & SENSORS

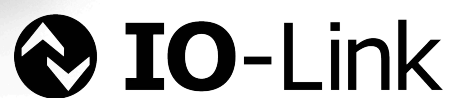


Gerätehandbuch

Neigungssensor  
2-achsig

DE

autosen **AW002**  
Firmware 1.0



80294839/00 05/2020

## Inhalt

1	Vorbemerkung	4
1.1	Verwendete Symbole	4
2	Sicherheitshinweise	4
2.1	Allgemein	4
2.2	Zielgruppe	4
2.3	Elektrischer Anschluss	5
2.4	Eingriffe in das Gerät	5
3	Bestimmungsgemäße Verwendung	5
4	Montage	5
4.1	Befestigung	5
4.2	Montagefläche	5
5	Maßzeichnung	6
6	Elektrischer Anschluss	6
7	IO-Link–Schnittstelle	7
8	Grundlegende Systemeinstellungen und Diagnose	11
8.1	Heizung (ISDU-Index 4102)	12
8.2	Messzellen- und Umgebungstemperatur, Heizleistung (ISDU-Index 4110...4112)	12
8.3	MEMS Selbsttest (System-Kommando 0xB2 und ISDU-Index 4114)	12
9	Parametrierung der Neigungsmessung (ISDU-Index 4106)	13
10	Winkelberechnung (ISDU-Index 4100)	13
10.1	Lotwinkel (ISDU-Index 4100 = 0)	14
10.2	Eulerwinkel (ISDU-Index 4100 = 1)	14
10.3	Kardanwinkel X (ISDU-Index 4100 = 2)	15
10.4	Kardanwinkel Y (ISDU-Index 4100 = 3)	15
10.5	Erläuterndes Beispiel	15
10.6	Grenzfrequenz Digitalfilter (ISDU-Index 4101)	16
10.7	Quadrantenkorrektur (ISDU-Index 4103)	16
10.8	Nullpunkt setzen (System-Kommando 0xE2 und 0xE3 und ISDU-Index 4105)	16
10.9	Teach setzen (System-Kommando 0xE0 und 0xE1 und ISDU-Index 4104)	17
11	Prozessdaten-Übertragung per IO-Link	18
12	Parametrierung der analogen Ausgänge	19
12.1	Analoger Ausgang als Stromquelle 4...20 mA	21
12.2	Analoger Ausgang als Spannungsquelle 2...10 V	23
12.3	Anlernen von ASP und AEP durch System-Kommandos	24
12.4	Störungsmeldung auf analogen Ausgängen	25
13	Parametrierung der digitalen Schaltausgänge	25

13.1	Ausgangsfunktion ou1 und ou2 . . . . .	28
13.2	Ausgangsfunktion „Hysterese (normal AUS; Schließer)“ [Hno] . . . . .	28
13.3	Ausgangsfunktion „Hysterese (normal EIN; Öffner)“ [Hnc]. . . . .	29
13.4	Schaltausgang „Fenster (normal AUS; Schließer)“ [Fno]. . . . .	30
13.5	Schaltausgang „Fenster (normal EIN; Öffner)“ [Fnc] . . . . .	31
13.6	Schaltpunkte SP und Rückschaltpunkte rP . . . . .	31
13.6.1	Einstellung über ISDU-Indexe . . . . .	32
13.7	Anlernen von SP und rP durch System-Kommandos. . . . .	32
13.8	Schaltverzögerung dS1 / dS2 und Rückschaltverzögerung dr1 / dr2. . .	32
13.9	Logische Operation der Schaltausgänge . . . . .	33
13.10	Funktion der Schaltausgänge im Fehlerfall FOU1 bzw. FOU2. . . . .	34
13.11	Verzögerung der Schaltausgänge im Fehlerfall (dFo) . . . . .	34
13.12	Ausgangstreiber PnP oder nPn . . . . .	35
13.13	Auslieferungszustand wiederherstellen (System Kommando 0x82) . .	36
14	Status-LED . . . . .	36
15	Wartung, Instandsetzung und Entsorgung . . . . .	36
16	Zulassungen/Normen . . . . .	36
17	Auslieferungszustand . . . . .	37

# 1 Vorbemerkung



Dieses Dokument gilt für das Gerät des Typs "Neigungssensor" (Art.-Nr.: AW002). Es ist Bestandteil des Geräts.

Das Dokument richtet sich an Fachkräfte. Dabei handelt es sich um Personen, die aufgrund ihrer einschlägigen Ausbildung und ihrer Erfahrung befähigt sind, Risiken zu erkennen und mögliche Gefährdungen zu vermeiden, die der Betrieb oder die Instandhaltung des Gerätes verursachen kann. Das Dokument enthält Angaben zum korrekten Umgang mit dem Gerät.

Lesen Sie dieses Dokument vor dem Einsatz, damit Sie mit Einsatzbedingungen, Installation und Betrieb vertraut werden. Bewahren Sie das Dokument während der gesamten Einsatzdauer des Gerätes auf.

Sicherheitshinweise befolgen.

## 1.1 Verwendete Symbole

- ▶ Handlungsanweisung
- > Reaktion, Ergebnis
- [...] Bezeichnung von Tasten, Schaltflächen oder Anzeigen
- Querverweis
-  Wichtiger Hinweis  
Fehlfunktionen oder Störungen sind bei Nichtbeachtung möglich.
-  Information  
Ergänzender Hinweis

# 2 Sicherheitshinweise

## 2.1 Allgemein

Diese Beschreibung ist Bestandteil des Gerätes. Sie enthält Texte und Abbildungen zum korrekten Umgang mit dem Gerät und muss vor einer Installation oder dem Einsatz gelesen werden.

Befolgen Sie die Angaben dieser Anleitung. Nichtbeachten der Hinweise, Betrieb außerhalb der nachstehend bestimmungsgemäßen Verwendung, falsche Installation oder fehlerhafte Handhabung können schwerwiegende Beeinträchtigungen der Sicherheit von Menschen und Anlagen zur Folge haben.

## 2.2 Zielgruppe

Die Anleitung richtet sich an Personen, die im Sinne der EMV- und der Niederspannungsrichtlinie als fachkundig angesehen werden können. Das Gerät darf nur von einer Elektrofachkraft eingebaut, angeschlossen und in Betrieb gesetzt werden.

## 2.3 Elektrischer Anschluss

Schalten Sie das Gerät extern spannungsfrei bevor Sie irgendwelche Arbeiten an ihm vornehmen.

An den Anschlussklemmen dürfen nur die in den technischen Daten bzw. auf dem Geräteaufdruck angegebenen Signale eingespeist werden.

## 2.4 Eingriffe in das Gerät

Bei Fehlfunktionen des Gerätes oder Unklarheiten setzen Sie sich mit dem Hersteller in Verbindung. Eingriffe in das Gerät können schwerwiegende Beeinträchtigungen der Sicherheit von Menschen und Anlagen zur Folge haben. Bei Eingriffen und/oder Veränderungen am Gerät ist jede Haftung und Gewährleistung ausgeschlossen.

DE

## 3 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der 2-achsige Neigungssensor mit IO-Link Schnittstelle ermöglicht die Winkelnivellierung und Lageerfassung von Maschinen und Anlagen.

Typische Applikationen sind z.B. die Mobilkrannivellierung, Einrichtung von mobilen Arbeitsmaschinen oder die Überwachung von Windkraftanlagen.

Eigenschaften

- IO-Link V1.1 Schnittstelle und IO Device Description V1.1 gemäß IEC 61131-9
- 2-achsiger Neigungssensor mit einem Messbereich von  $\pm 45^\circ$
- verschiedene Messoptionen
- hohe Genauigkeit und Auflösung
- hohe Abtastrate und Bandbreite
- parametrierbare Grenzfrequenz (Digitalfilter)
- robustes Metallgehäuse
- geeignet für industriellen Einsatz

## 4 Montage

### 4.1 Befestigung

- Das Gerät mit 4 Stück M5-Schrauben auf einer ebenen Fläche befestigen.  
Schraubenmaterial: Stahl oder Edelstahl.

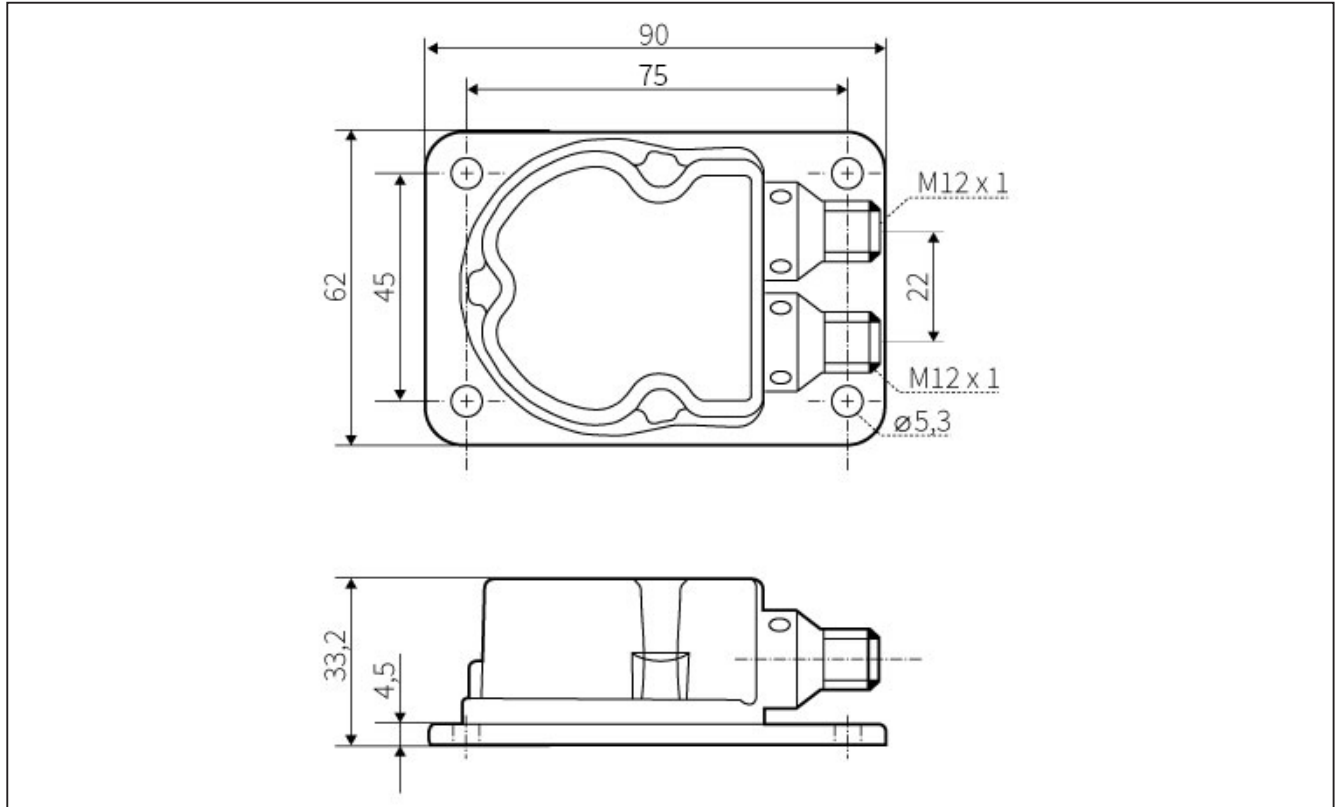
### 4.2 Montagefläche



Auf das Gehäuse dürfen keine Verwindungskräfte oder mechanische Belastungen wirken.



- Steht keine ebene Montagefläche zur Verfügung, Ausgleichselemente verwenden.

## 5 Maßzeichnung



## 6 Elektrischer Anschluss

Die Neigungssensoren sind mit zwei 4-poligen Rundsteckern M12 (Klasse A) gemäß IEC 60947-5-2 ausgestattet. Die M12 Stecker sind mechanisch A-kodiert gemäß IEC 61076-2-101.

	1: L+      24 V DC (+Ub-D) 2: OUT2    Schaltausgang 2 3: L-      Masse (GND) 4: OUT1    Schaltausgang 1 oder IO-Link
M12-Stecker (links)	
	1: L+      24 V DC (+Ub-A) 2: A2      Analogausgang 2 3: L-      Masse (GND) 4: A1      Analogausgang 1
M12-Stecker (rechts)	



Die Masseanschlüsse der beiden M12-Rundstecker sind intern jeweils direkt miteinander verbunden, die Versorgungsspannungsanschlüsse sind voneinander entkoppelt.

## 7 IO-Link–Schnittstelle

DE

Die Neigungssensoren besitzen eine standardisierte IO-Link-Schnittstelle V1.1 und eine IO-Device-Description V1.1 gemäß IEC 61131-9. Sämtliche Messwerte und Parameter sind über „Indexed Service Data Unit“ (ISDU) zugänglich.

Die individuelle Konfiguration kann im internen Permanentspeicher (EEPROM) gesichert werden.

Die Funktionsweise von IO-Link wird im Rahmen dieses Gerätehandbuches als bekannt vorausgesetzt. Hierzu sei auf die vom IO-Link Konsortium (<http://www.io-link.com>) veröffentlichten Dokumente „IO-Link Systembeschreibung“, „IO-Link Interface and System Specification V1.1.2“ und „IO Device Description V1.1 Specification“ verwiesen.

Folgende Eigenschaften kennzeichnen die IO-Link-Schnittstelle:

### Kommunikation

- IO-Link Revision V1.1
- Bitrate 38400 bit/s (COM2)
- Minimale Cycle Time 5 ms
- Parameter werden auf gültige Werte geprüft (Range-Check)

### Unterstützt werden

- SIO Mode
- Block-Parametrierung
- Datenhaltung
- Device Access Locks
- Device Status und Detailed Device Status

### Hersteller- und Geräteidentifikation

Vendor ID	837 / 0x0345
Vendor Name	autosen gmbh
Vendor Text	<a href="http://www.autosen.com">www.autosen.com</a>
Device ID	117 / 0x000075
Product Name	AW002
Product ID	AW002
Product Text	2-axis inclination Sensor

Die von der IO-Link Spezifikation im Indexbereich 0...63 zwingend vorgeschriebenen Parameter sind in folgender Tabelle zusammengefasst

Index	Sub-Index	Typ	Wert	Inhalt	Lesen / Schreiben	Länge Byte
0	1...16	UINT8	Direct Parameter Page 1	Siehe IO-Link Spezifikation	R	je 1
1	1...16	UINT8	Direct Parameter Page 2	Siehe IO-Link Spezifikation	R	je 1
2	0	UINT8	System Kommando	0x82 → Werkseinstellung  0xB2 → Start Selbsttest  0xE0 → Set Teach XYZ 0xE1 → Reset Teach XYZ 0xE2 → Set Zero XYZ 0xE3 → Reset Zero XYZ  0xC3 → Teach SP1 0xC5 → Teach rP1 0xC4 → Teach SP2 0xC6 → Teach rP2  0xCB → Teach ASP1 0xCC → Teach AEP1 0xCD → Teach ASP2 0xCE → Teach AEP2	W	1
3	0	UINT8	Data Storage	Siehe IO-Link Spezifikation	R/W	Var
12	0	UINT16	Device Access Locks	Siehe IO-Link Spezifikation	R/W	2
13	0		Profile Characteristic	0x0001 8000 8002 8003 0001 → Smart Sensor Profile (DeviceProfileID) 8000 → Device Identification Objects (FunctionClassID) 8002 → ProcessDataVariable (Function-ClassID) 8003 → Diagnosis (FunctionClassID)	R	8



Index	Sub-Index	Typ	Wert	Inhalt	Lesen / Schreiben	Länge Byte
14	0		PD Input Descriptor	0x010600 020808 031010 031020 010600→Type=SetOfBool, Len=6, Offset=0 020808→Type=UInteger, Len=8, Offset=8 031010→Type=Integer, Len=16, Offset=16 031020→Type=Integer, Len=16, Offset=32	R	12
16	0	ASCII	Vendor Name	autosen gmbh	R	19
17	0	ASCII	Vendor Text	www.autosen.com	R	11
18	0	ASCII	Product Name	AW002	R	6
19	0	ASCII	Product ID	AW002	R	6
20	0	ASCII	Product Text	2-axis inclination sensor	R	25
21	0	ASCII	Serial Number		R	12
22	0	ASCII	Hardware Revision	XX	R	2
23	0	ASCII	Firmware Revision	Vx.xx	R	5
24	0	ASCII	Application Specific Tag	***	R/W	Max. 16
36	0	UINT8	Device Status	00 → Device operating properly 01 → Maintenance required 02 → Out-of-Specification 03 → Functional-Check 04 → Failure	R	1
37	0	UINT8	Detailed Device Status	Array [13] of Events (je 1 Byte EventQualifier + 2 Byte EventCode)	R	39

Index	Sub-Index	Typ	Wert	Inhalt	Lesen / Schreiben	Länge Byte
40	0	---	Process Data Input	0x cccc bbbb aaaa cccc → PDVal2 (INT16) bbbb → PDVal1 (INT16) aaaa → Bool/DevStatus (UINT16) Bit 0 → --SW 1 Bit 1 → --SW 2 Bit 2 → -- Bit 3 → -- Bit 4 → Messmethode Bit 5 → SelbstTestAktiv Bit 6 → -- Bit 7 → -- Bit 8 → DeviceStatus LSB Bit 9 → DeviceStatus Bit 10 → DeviceStatus MSB Bit 11 → -- Bit 12 → -- Bit 13 → -- Bit 14 → -- Bit 15 → --	R	6

## 8 Grundlegende Systemeinstellungen und Diagnose

Der Neigungssensor AW002 wird zur Neigungsmessung verwendet. Alle Parameterwerte, die für die ausgewählte Messmethode keine Bedeutung haben, sind trotzdem stets zugänglich und werden im internen Speicher gesichert. Sie sind damit Teil der IO-Link Datenhaltung.

Kennwerte der Sensoren wie Messzellentemperatur und aktuelle Heizleistung sowie Ergebnisse des letzten Selbsttests können über eigene ISDU-Indexe ausgelesen werden.

DE

Index	Sub-Index	Typ	Wert	Inhalt	Lesen / Schreiben	Länge Byte
4102	0	UINT8	Heizung	0 → Heizung aus 1 → Heizung an	R/W	
4106	0	UINT8	Messmethode	0 → Winkel [0,01°]	R/W	
4110	0	INT16	MEMS Temperatur	[1/10 °C]	R	2
4111	0	UINT16	Heizleistung	[mW]	R	2
4112	0	INT16	Umgebungs-temperatur	[1/10 °C]	R	2
4113	0	UINT8	Selbsttest Status	0 → kein Selbsttest aktiv 1 → Selbsttest aktiv	R	1
4114	0	UINT8	Selbsttest Ergebnis	Bit2 = 1 → X-Achse OK Bit2 = 0 → X-Achse Fehler Bit1 = 1 → Y-Achse OK Bit1 = 0 → Y-Achse Fehler Bit0 = 1 → Z-Achse OK Bit0 = 0 → Z-Achse Fehler	R	1

### 8.1 Heizung (ISDU-Index 4102)

Um eine gute Temperaturstabilität über den gesamten Temperaturbereich zu gewährleisten, wird die Messzelle auf eine konstante Temperatur geregelt. Die Heizungsregelung ist werksseitig aktiviert und kann durch Schreiben des Werts 0 auf den Parameter der Heizung (ISDU-Index 4102) deaktiviert werden.

Dies hat folgende Auswirkungen

- Verringerung der Temperaturstabilität
- Stromaufnahme sinkt im Betriebszustand
- Genauigkeiten weichen von den Datenblattangaben ab

### 8.2 Messzellen- und Umgebungstemperatur, Heizleistung (ISDU-Index 4110...4112)

Messzellen- und Umgebungstemperatur im Gehäuseinneren werden alle 200 ms neu ermittelt. Sie kann per ISDU-Zugriff (in jedem Gerätezustand) gelesen werden. Die vorzeichenbehaftete 16-Bit-Werte (Zweierkomplement) geben die Temperaturen in 1/10 °C an.

### 8.3 MEMS Selbsttest (System-Kommando 0xB2 und ISDU-Index 4114)

Um die Funktionsfähigkeit der Messachsen zu überprüfen, kann ein Selbsttest der Messzelle durchgeführt werden.

- Den MEMS Selbsttest per IO-Link System-Kommando 0xB2 (ISDU-Index 2 = 0xB2) aktivieren.

Der Selbsttest benötigt etwa 2 s. Während der Selbsttest durchgeführt wird, ist sowohl im ISDU-Index 4113 als auch in den Prozessdaten (ISDU-Index 40) das Status-Flag auf „1“ gesetzt.

Nach Beendigung des Selbsttests werden diese Flags wieder auf den Wert „0“ gesetzt. Während des Selbsttests können keine Prozessdaten gemessen werden.

Das Testergebnis für die einzelnen Achsen ist in einem Byte kodiert und kann aus dem Selbsttest-Register (ISDU-Index 4114) ausgelesen werden:

00000xxxb

Die niederwertigsten 3 Bits kodieren die internen x, y, z-Messachsen

Bit 0: Achse defekt

Bit 1: Achse funktionsfähig

## 9 Parametrierung der Neigungsmessung (ISDU-Index 4106)

Über die nachfolgenden Parameter kann die Neigungsmessung optimal an jede Applikation angepasst werden.

Index	Sub-Index	Typ	Wert	Inhalt	Lesen / Schreiben	Länge Byte
4100	0	UINT8	Winkelberechnung	0 → Lot 1 → Euler 2 → Kardan 1X 3 → Kardan 1Y	R/W	
4101	0	UINT8	FIR Filterstufe Winkel	0 → FIR deaktiviert 1 → FIR 10 Hz 2 → FIR 5 Hz 3 → FIR 1 Hz 4 → FIR 0.5 Hz	R/W	
4103	0	UINT8	Quadranten-korrektur	0 → aus 1 → ein ( $\pm 180^\circ$ )	R/W	1
4104	0	UINT8	Teach X / Y / Z Achse Status	1 → Teach aktiv (relative Messung) 2 → Teach inaktiv (absolute Messung)	R	1
4105	0	UINT8	Zero X / Y / Z Achse Status	1 → Null aktiv (relative Messung) 2 → Null inaktiv (absolute Messung)	R	1

DE

## 10 Winkelberechnung (ISDU-Index 4100)

Um die Anwendung des Neigungssensors für die verschiedenen Einsatzfälle möglichst einfach anpassen zu können, wird die gemessene Neigungsinformation in verschiedene Winkelangaben umgerechnet. Durch Auswahl der entsprechenden Option wird die gewünschte Winkelangabe eingestellt.

Bei dieser Winkeldefinition kommt ein Sensorkoordinatensystem zum Einsatz, das wie folgt definiert ist:

- die Montageebene entspricht der xy- Ebene
- die z-Achse steht senkrecht auf der Montageebene (gemäß Rechte-Hand-Regel)
- die x-Achse wird durch eine Kante der Montageplatte verkörpert, die in Richtung des aufgedruckten x-Pfeils weist.

- die y-Achse steht dann senkrecht auf der durch z-und x-Achse aufgespannten Ebene

### 10.1 Lotwinkel (ISDU-Index 4100 = 0)

Mit Hilfe der Angabe der beiden Lotwinkel wird die Neigung des Sensorkoordinatensystems gegenüber der Gravitationsrichtung beschrieben.

Der erste ausgegebene Wert entspricht einer Rotation um die y-Achse des Sensors und wird als „Neigungswert longitudinal“ bezeichnet (Index 40, Prozessdaten PDVal1).

Der Wert entspricht dem Winkel [°], den der Gravitationsvektor mit der yz-Ebene des Sensors einschließt.

Der zweite ausgegebene Wert entspricht einer Rotation um die x-Achse des Sensors und wird als „Neigungswert lateral“ bezeichnet (Index 40, Prozessdaten PDVal2). Der Betrag des Wertes entspricht dem Winkel [°], den der Gravitationsvektor mit der xz-Ebene des Sensors einschließt.



Bei Auslenkung in einer Ebene (Drehung einer Achse, wobei die zweite Achse im Lot bleibt) ist der Lotwinkel und Kardanwinkel stets gleich.

### 10.2 Eulerwinkel (ISDU-Index 4100 = 1)

In dieser Einstellung sind die beiden ausgegebenen Winkelwerte als Eulerwinkel zu interpretieren.

Dabei geht die aktuelle Lage des Sensors durch zwei nacheinander ausgeführte Rotationen aus dem horizontal ausgerichteten Zustand hervor. Der „Neigungswert longitudinal“ gibt den Winkel X [°] an, um welchen die z-Achse des Sensor ausgelenkt ist. Der „Neigungswert lateral“ entspricht dann dem Winkel Y [°], um den der Sensor danach um die (ausgelenkte) z-Achse gedreht wurde.

#### Interpretation

Der erste Winkelwert X entspricht dem Winkel zwischen Gravitationsvektor und Sensor-z-Achse (Hangneigung, Steigungswinkel), während der zweite Winkelwert Y die Richtung angibt, in der die Hangneigung gegenüber dem Koordinatensystem zu verzeichnen ist.

Der Wertebereich für diese Option liegt bei

- Neigungswert longitudinal (Steigungswinkel): -45°...+45°
- Neigungswert lateral (Richtungswinkel): -180°...+180°

#### Kritischer Punkt

Bei einem Steigungswinkel von 0° liegt der Sensor horizontal. In diesem Zustand macht der zweite Winkel (Richtungswinkel) keinen Sinn. In der Praxis ist zu erwarten, dass der Wert des zweiten Winkels sehr stark schwankt, auch wenn der Sensor nahezu bewegungslos ist.

### 10.3 Kardanwinkel X (ISDU-Index 4100 = 2)

Wie beim Eulerwinkel wird hier die aktuelle Sensorlage durch zwei aufeinanderfolgende Drehungen aus dem horizontalen Zustand beschrieben.

Nun entsteht aber die aktuelle Lage erst aus einer Drehung um die y-Achse mit dem Winkelwert X [°], den der „Neigungswert longitudinal“ angibt sowie einer daran anschließenden Drehung um die (nun gedrehte) x-Achse mit dem Winkel Y [°] „Neigungswert lateral“.

#### Interpretation

Stellt man sich den Sensor als Flugzeug vor, dessen Rumpf in x-Richtung und dessen Flügel in y-Richtung weisen, so entspricht der „Neigungswert longitudinal“ der Flugzeug – Längsneigung („Nickwinkel“) und der „Neigungswert lateral“ dem Hängewinkel („Rollwinkel“) des Flugzeugs.

#### Wertebereich

- Neigungswert longitudinal:  $-45^{\circ} \dots 45^{\circ}$
- Neigungswert lateral:  $-45^{\circ} \dots 45^{\circ}$

#### Kritischer Punkt

Bei einer Längsneigung von  $\pm 90^{\circ}$  („Flugzeug“ fliegt senkrecht nach unten oder oben) beschreibt der Rollwinkel eine Drehung um die Gravitationsachse, die vom Neigungssensor nicht erfasst werden kann. In diesem Zustand ist der „Neigungswert lateral“ ohne Bedeutung. In der Praxis wird in der Nähe dieses Zustands der „Neigungswert lateral“ auch bei nur geringer Bewegung sehr stark schwanken.

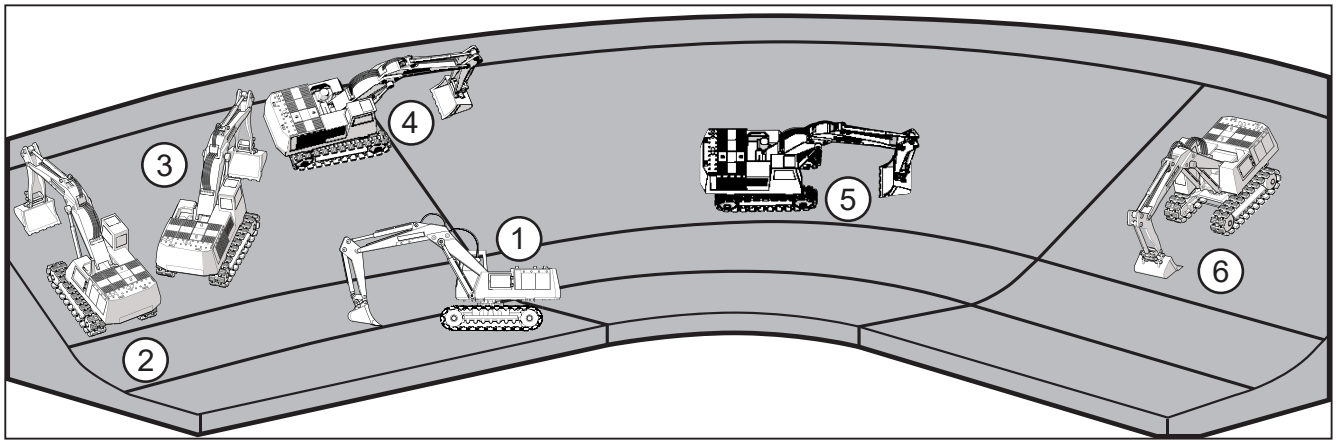
### 10.4 Kardanwinkel Y (ISDU-Index 4100 = 3)

Diese Einstellung entspricht der in 10.3 beschriebenen Einstellung, mit dem Unterschied, dass nun die Reihenfolge der beiden Drehungen vertauscht ist. In dieser Option wird das Messobjekt zunächst um dessen x-Achse mit dem Winkel Y [°] „Neigungswert lateral“ gedreht. Danach wird das Messobjekt um die (sich nun in einer ausgelenkten Lage befindlichen) y-Achse mit dem Winkelwert X [°], den der „Neigungswert longitudinal“ des Sensors angibt, gedreht.

Daraus ergibt sich, dass die Messwerte von Kardanwinkel X und Kardanwinkel Y identisch sind, solange das Messobjekt lediglich um eine der Sensorachsen gedreht wird. Erst bei einer allgemeinen Drehung um beide Sensitivitätsachsen unterscheiden sich die Messwerte der beiden Optionen.

### 10.5 Erläuterndes Beispiel

Die unterschiedlichen Winkeldefinitionen seien an einem einfachen Beispiel verdeutlicht. Dabei fährt ein Bagger auf eine gekrümmte Böschung und wieder herunter (Abbildung). Der Böschungswinkel sei dabei durchgehend  $30^{\circ}$ . Der Neigungssensor sei so montiert, dass die positive Sensor-y-Achse in Fahrtrichtung des Baggers zeigt.



Bagger- stellung	Lotwinkel		Euler		Kardan X		Kardan Y	
	longitudinal	lateral	longitudinal	lateral	longitudinal	lateral	longitudinal	lateral
1	0°	0°	0°	undefiniert	0°	0°	0°	0°
2	0°	-30°	30°	0°	0°	-30°	0°	-30°
3	20°	-20°	30°	45°	20°	-22°	22°	-20°
4	30°	0°	30°	90°	30°	0°	30°	0°
5	30°	0°	30°	90°	30°	0°	30°	0°
6	0°	30°	30°	180°	0°	30°	0°	30°

## 10.6 Grenzfrequenz Digitalfilter (ISDU-Index 4101)

Der Sensor bietet die Möglichkeit, kontinuierlich entstehende Winkelwerte gegenüber externen, störenden Schwingungen unempfindlicher zu machen.

Die parasitären Schwingungen/Vibrationen können mit einem parametrierbaren Filter (digitaler FIR-Filter) unterdrückt werden. Die Grenzfrequenz des Filters wird über die FIR Filterstufe (ISDU-Index 4101) eingestellt.

## 10.7 Quadrantenkorrektur (ISDU-Index 4103)

Diese Funktion bedeutet beim AW002 nur eine Erweiterung des lateralen Eulerwinkels auf die Messbereich  $\pm 180^\circ$ .

## 10.8 Nullpunkt setzen (System-Kommando 0xE2 und 0xE3 und ISDU-Index 4105)

Zum Setzen des Nullpunktes wird der Sensor in die gewünschte Position gedreht und die aktuelle Position als „0“ gesetzt. Dazu muss das System-Kommando 0xE2 über die IO-Link-Schnittstelle geschickt werden (ISDU-Index 2 = 0xE2).

Der Sensor berechnet daraufhin den Offset zur Nullpunktverschiebung und legt diesen im Permanent Speicher ab. Ab diesem Zeitpunkt wird der Offset vom Winkel subtrahiert.



Zum Löschen des Nullpunktes muss das System-Kommando 0xE3 über die IO-Link-Schnittstelle geschickt werden (ISDU-Index 2 = 0xE3). Der Status des Nullpunktes (gesetzt oder gelöscht) kann über den ISDU-Index 4105 jederzeit ausgelesen werden.

## 10.9 Teach setzen (System-Kommando 0xE0 und 0xE1 und ISDU-Index 4104)

Für den Fall, dass es einmal nicht möglich sein sollte, den Neigesensor so in das Messobjekt einzubauen, dass Sensor- und Objektkoordinatensystem übereinstimmen, erlaubt die Teachfunktion die Erstellung eines neuen Bezugssystems.

Das neue Bezugssystem  $x_b, y_b, z_b$  ist dabei so definiert, dass dessen  $z_b$ -Richtung zum Teachzeitpunkt der Gravitationsrichtung entspricht. Die  $x_b$ -Richtung des Bezugssystems ergibt sich durch die Projektion der Sensor- $x_s$ -Achse in die  $x_b y_b$ -Ebene des Bezugssystems. Die  $y_b$ -Achse entspricht dann der Richtung, die sowohl zur  $z_b$ - als auch zur  $x_b$ -Achse senkrecht liegt.

Zum Setzen des Teachpunktes muss über die IO-Link-Schnittstelle das System-Kommando 0xE0 geschickt werden (ISDU-Index 2 = 0xE0). Zum Löschen des Teachpunktes muss über die IO-Link-Schnittstelle das System-Kommando 0xE1 geschickt werden (ISDU-Index 2 = 0xE1).

Der Status des Teachpunktes (gesetzt oder gelöscht) kann über den ISDU-Index 4104 jederzeit ausgelesen werden.



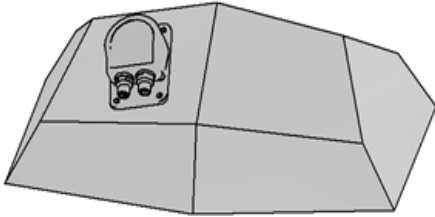
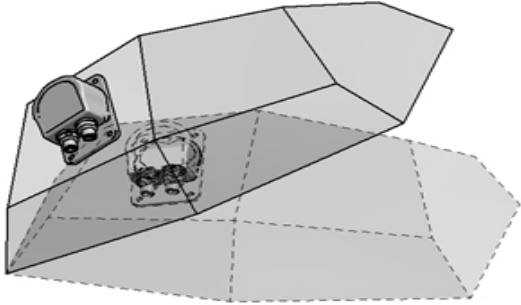
Aus dieser Vorgehensweise ergibt es sich, dass zum Teachzeitpunkt die  $x_s$ -Achse nicht parallel zur Gravitationsrichtung liegen darf. Solange der Wert für den ISDU-Index 4104 auf „1“ steht, werden alle Winkelausgaben in das neue Bezugssystem umgerechnet

Der Teachvorgang kann zum Beispiel wie folgt ablaufen:

Das Messobjekt mit dem nicht ausgerichtet eingebauten Neigesensor wird in eine bekannte horizontale Stellung gebracht. In dieser Position wird die Teachfunktion ausgeführt und dabei das neue Bezugssystem definiert. Danach beziehen sich alle ausgegebenen Winkelwerte auf dieses neue Bezugssystem.



Auch beim schräg eingebauten Neigungssensor ist darauf zu achten, dass die Sensor- $x$ -Achse ( $x_s$ -Achse) parallel zur  $x_b z_b$ -Ebene des gewünschten Bezugssystems liegt.

Erklärendes Beispiel	
	
Schräg im Werkstückkoordinatensystem eingebauter Neigesensor. Durch „teachen“ des Neigesensors bei horizontal ausgerichtetem Werkstück wird das Sensorkoordinatensystem in das Werkstückkoordinatensystem überführt.	Die Rohdaten des Sensors werden im Sensorkoordinatensystem ausgegeben. Im Teachmodus werden sie ins Werkstückkoordinatensystem umgerechnet.

Am Beispiel wird eine Drehung von 30° um die y-Achse des Werkstückkoordinatensystems dargestellt.

Lotwinkel ungeteacht		Teachmodus		Lotwinkel ungeteacht		Teachmodus	
longitudinaler Winkelwert	lateraler Winkelwert	longitudinaler Winkelwert	lateraler Winkelwert	longitudinaler Winkelwert	lateraler Winkelwert	longitudinaler Winkelwert	lateraler Winkelwert
-13,2°	-29,3°	0°	0°	-45,5°	-29,5°	-30°	0°

## 11 Prozessdaten-Übertragung per IO-Link

Die Sensoren übertragen die zyklischen Prozessdaten (Process Data Exchange) ohne gegenseitige Beeinträchtigung durch gleichzeitige Übertragung von Parametern, Kommandos oder Events (On-request Data).

Ein Status-Bit zeigt an, ob die Prozesswerte aufgrund eines gerade laufenden Selbsttests nicht aussagekräftig sind (zusätzlich zu ISDU-Index 4113).


Über ein Bit-Feld wird jederzeit der Gerätestatus angezeigt (zusätzlich zu ISDU-Index 36).

Name	Datentyp	Bitoffset	Bitlänge	Wertebereich	Einheit
Schaltausgang 1	Boolean	0	1	0 = inaktiv 1 = aktiv	
Schaltausgang 2	Boolean	1	1	0 = inaktiv 1 = aktiv	
Messmethode	Boolean	4	1	0 = Neigung	
Selbsttest Aktiv	Boolean	5	1	0 = Selbsttest inaktiv 1 = Selbsttest läuft	

Name	Datentyp	Bitoffset	Bitlänge	Wertebereich	Einheit
Device Status	UInt	8	3	000 = Gerät arbeitet fehlerfrei 001 = Wartung erforderlich 010 = Gerät außerhalb Spezifikation 011 = Funktion prüfen 100 = Fehler	
Prozesswert 1	Int	16	16	Winkel X	1/100 °
Prozesswert 2	Int	32	16	Winkel Y	1/100 °

## 12 Parametrierung der analogen Ausgänge

Am Sensor sind zur Weitergabe der gemessenen Prozesswerte (Neigungswinkel) an eine Maschinensteuerung (SPS) zwei analoge Ausgänge vorhanden (rechter M12 Stecker).

	1: L+      24 V DC (+Ub-A) 2: A2      Analogausgang 2 3: L-      Masse (GND) 4: A1      Analogausgang 1
M12-Stecker (rechts)	

Die Eigenschaften der analogen Ausgänge können über die nachfolgenden Parameter an den jeweiligen Einsatzzweck angepasst werden.

Index	Sub-Index	Typ	Wert	Inhalt	Lesen / Schreiben	Länge
620		INT16	ASP1 Neigungsmessung (X-Achse)	[1/100 °]	R/W	
621		INT16	AEP1 Neigungsmessung (X-Achse)	[1/100 °]	R/W	
630		INT16	ASP2 Neigungsmessung (Y-Achse)	[1/100 °]	R/W	
631		INT16	AEP2 Neigungsmessung (Y-Achse)	[1/100 °]	R/W	
660		UINT8	Analog Output Mode	0 → Voltage Output 1 → Current Output	R/W	1

Die beiden analogen Ausgänge können vom Anwender über den ISDU-Index 660 gemeinsam als Stromquelle mit 4...20 mA Schleifenstrom (ISDU-Index 660 = 1) oder als Spannungsquelle mit 2...10 V Ausgangsspannung (ISDU-Index 660 = 0) eingestellt werden

Die Zuordnung der Messgrößen zu Ausgang 1 oder Ausgang 2 ergibt sich nach folgender Tabelle in Abhängigkeit der gewählten Messmethode (ISDU-Index 4106) und Winkelberechnungsmethode (ISDU-Index 4100):

Messmethode	Ausgang 1	Ausgang 2
Neigungsmessung Lot Index 4106: 0      Index 4100: 0	Lotwinkel longitudinal	Lotwinkel lateral
Neigungsmessung Euler Index 4106: 0      Index 4100: 1	Eulerwinkel longitudinal	Eulerwinkel lateral
Neigungsmessung Kardan 1X Index 4106: 0      Index 4100: 2	Kardanwinkel X longitudinal	Kardanwinkel X lateral
Neigungsmessung Kardan 1Y Index 4106: 0      Index 4100: 3	Kardanwinkel Y longitudinal	Kardanwinkel Y lateral

Die Prozesswerte können auf den Ausgangssignalbereich von 4...20 mA oder 2...10 V abgebildet werden. Hierzu dienen die jeweiligen Parameter ASP („Analoger Startpunkt“) und AEP („Analoger Endpunkt“) ab ISDU-Index 620.

Die Angabe der Start-/Endpunkte erfolgt als vorzeichenbehafteter 16bit Integer-Wert je nach Messmethode, z.B. -4500 für -45,00 °.



Der analoge Startpunkt ASP muss immer kleiner als der analoge Endpunkt AEP sein, andernfalls wird das Setzen des Parameters vom Sensor verweigert.

Der minimale Abstand bei Neigungsmessung zwischen ASP und AEP von 1 ° muss immer eingehalten werden, andernfalls wird das Setzen des Parameters vom Sensor verweigert.

Soll ein ASP auf einen neuen Wert eingestellt werden, der über dem entsprechenden AEP liegt, so muss vorher der AEP auf einen neuen Wert deutlich darüber eingestellt werden. Andernfalls wird das Setzen des Parameters vom Sensor verweigert.

Analog dazu muss beim Verstellen des AEP zuvor der ASP angepasst werden.

Die parametrisierten Werte für die analogen Start- und Endpunkte bleiben auch bei Änderung anderer Parameter (z.B. Quadrantenkorrektur ISDU-Index 4103 und Winkelberechnungsmethode ISDU-Index 4100 im Falle von Neigungsmessung) unverändert erhalten.

Der Anwender muss bei Parameteränderungen am Sensor selbst dafür sorgen, dass die Werte für die Start- und Endpunkte in einem sinnvollen Bereich liegen, um den gesamten Ausgangswertebereich für Strom (4...20 mA) bzw. Spannung (2...10 V) nutzen zu können.

### Beispiel (ursprüngliche Einstellung)

Winkelberechnung      Lot (ISDU-Index 4100: 0)  
 Quadrantenkorrektur      aus (ISDU-Index 4103: 0)  
 Analog Output Mode      Strom (ISDU-Index 660: 1)  
 Analog Startpunkt 2      - 90,00 ° (ISDU-Index 630: -9000)  
 Analog Endpunkt 2      + 90,00 ° (ISDU-Index 631: 9000)

Die gemessenen Winkelwerte für die zweite Achse variieren aufgrund der gewählten Winkelberechnung und der ausgeschalteten Quadrantenkorrektur im Bereich -90° bis +90°. Damit ergibt sich für den zweiten Stromausgang ein linearer Wertebereich von 4...20 mA (grün dargestellt).

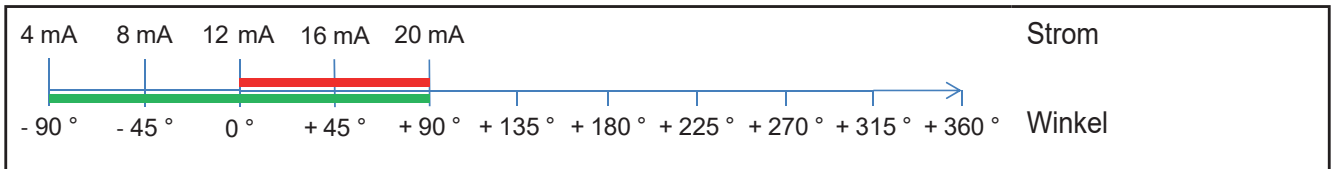
## Neue Einstellung: Winkelberechnung Euler (ISDU-Index 4100: 1)

Die gemessenen Winkelwerte für die zweite Achse variieren nun aufgrund der geänderten Winkelberechnung im Bereich  $0^\circ$  bis  $+180^\circ$ .

Da der analoge Start- und Endpunkt für diese Achse weiterhin auf  $-90^\circ$  bzw.  $+90^\circ$  eingestellt bleibt, kann nur noch der Winkelbereich zwischen  $0^\circ$  und  $+90^\circ$  am Stromausgang im Wertebereich zwischen 12 mA und 20 mA abgebildet werden (rot dargestellt).

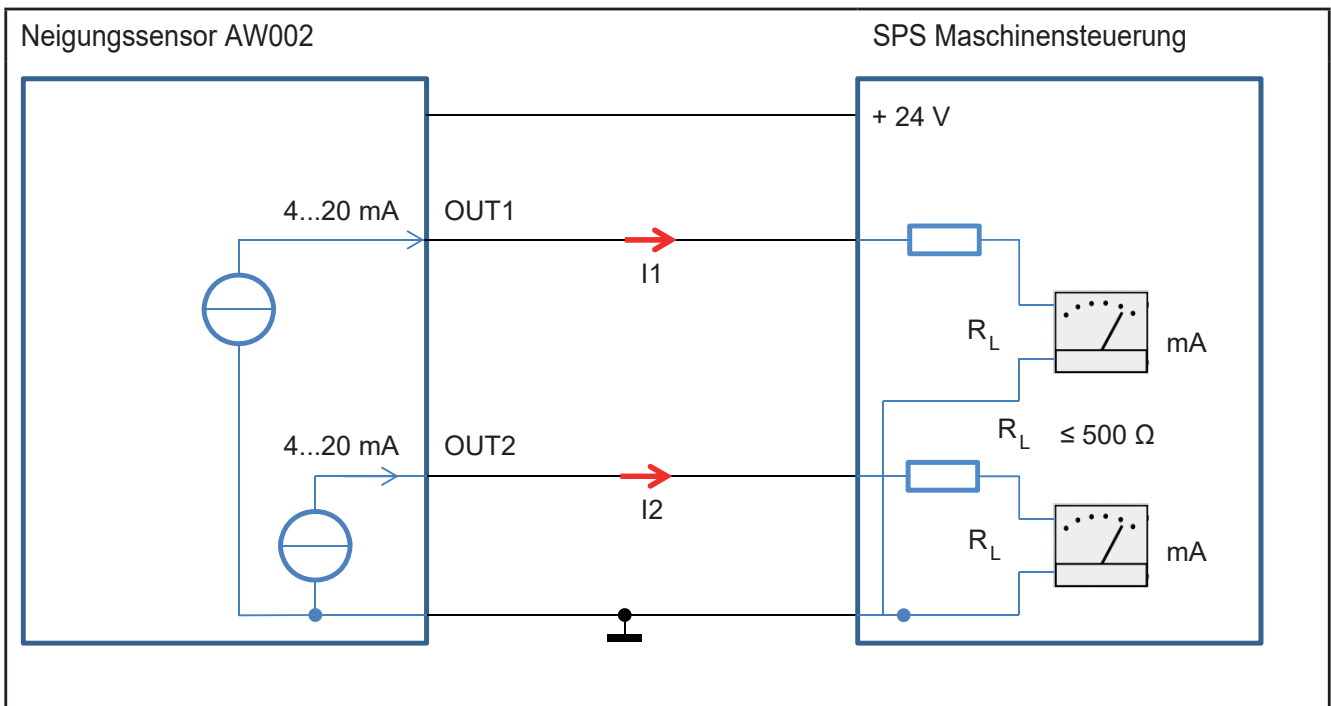
Da Winkelwerte zwischen  $-90^\circ$  und  $0^\circ$  nie „erreicht“ werden, bleibt der Stromausgang am unteren Ende ( $0^\circ$ ) auf 12 mA und nicht 4 mA.

DE

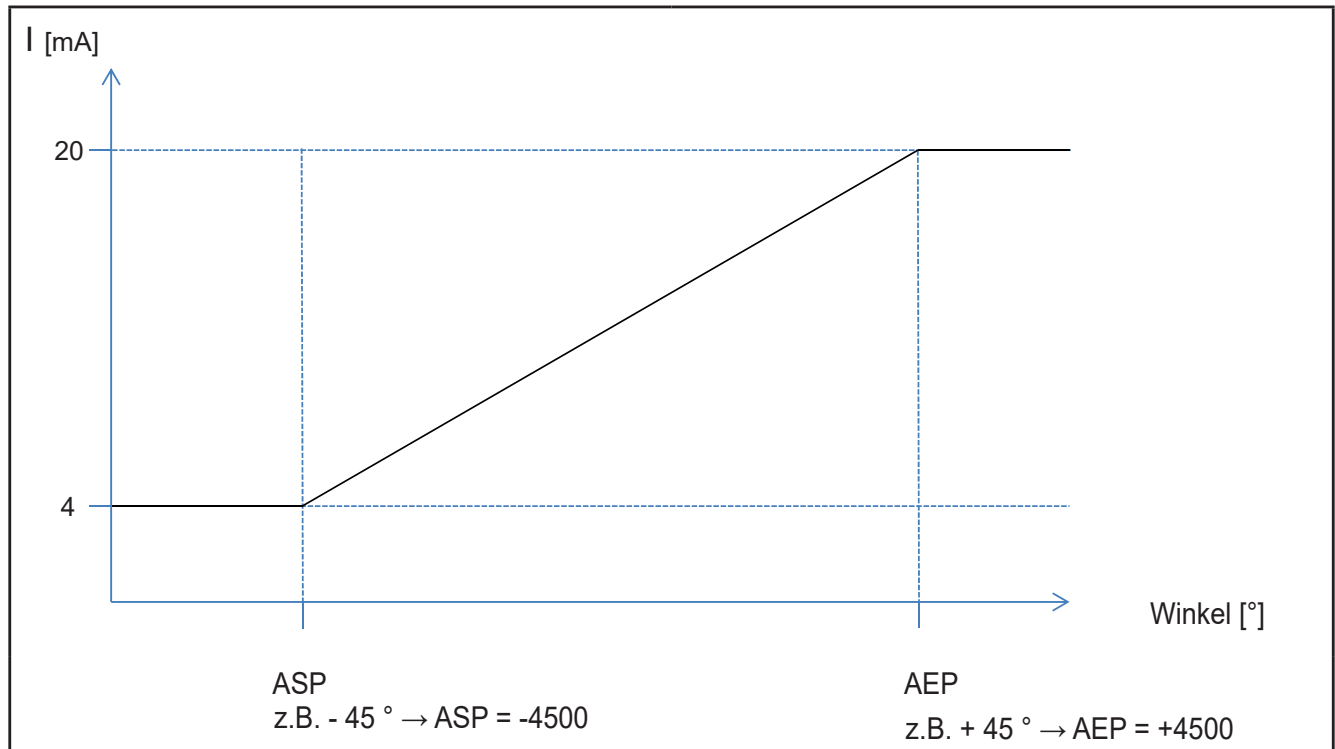


## 12.1 Analoger Ausgang als Stromquelle 4...20 mA

Wurden beide analogen Ausgänge als Stromquelle eingestellt, so werden die gemessenen Winkel (entsprechend der gewählten Messmethode als Lot-, Euler- oder Kardan-Winkel) gemäß Industrie-Standard als Schleifenstrom im Wertebereich 4...20 mA ausgegeben.



Die Umsetzung der Messwerte auf die eingeprägte Stromstärke in der Stromschleife erfolgt wie nachfolgend dargestellt. Winkelwerte kleiner als der eingestellte Startpunkt werden konstant auf den niedrigsten Wert von 4 mA abgebildet. Winkelwerte größer als der eingestellte Endpunkt werden konstant auf den höchsten Wert von 20 mA abgebildet.

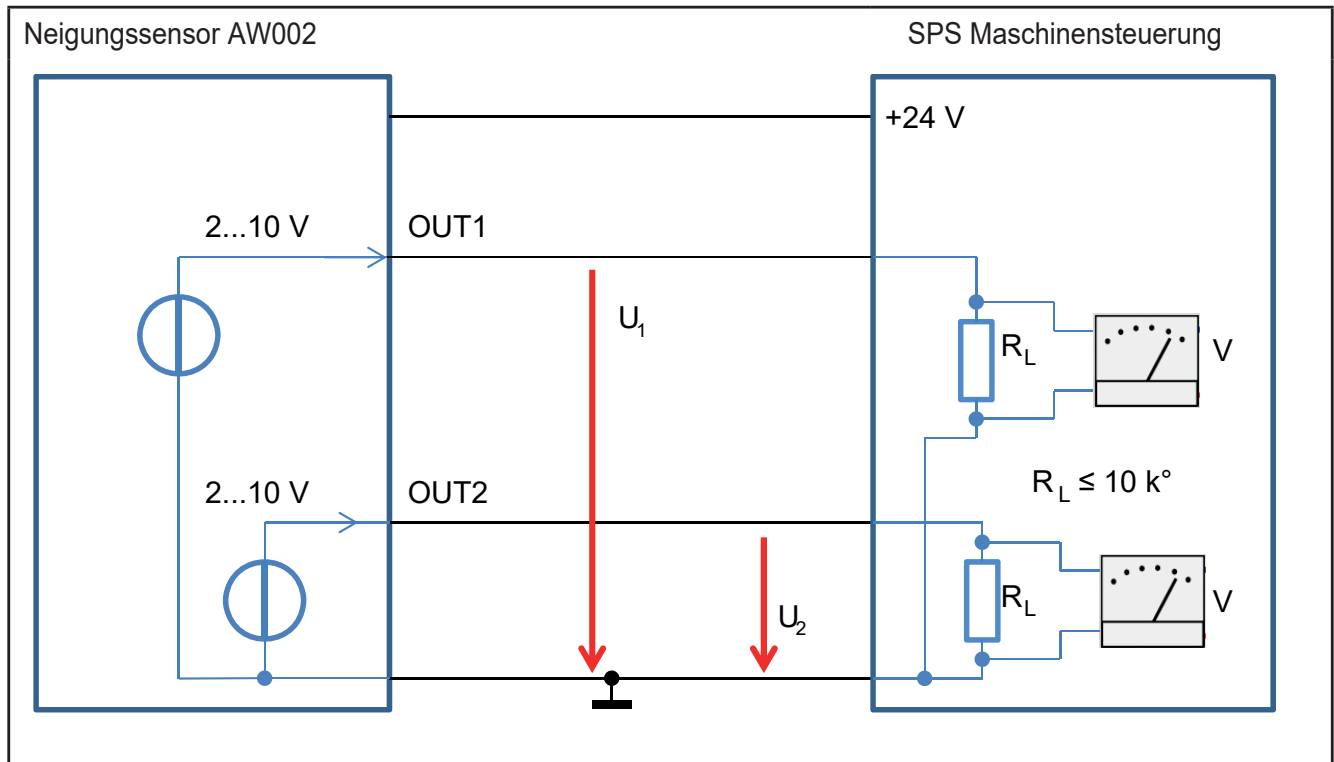


## 12.2 Analoger Ausgang als Spannungsquelle 2...10 V

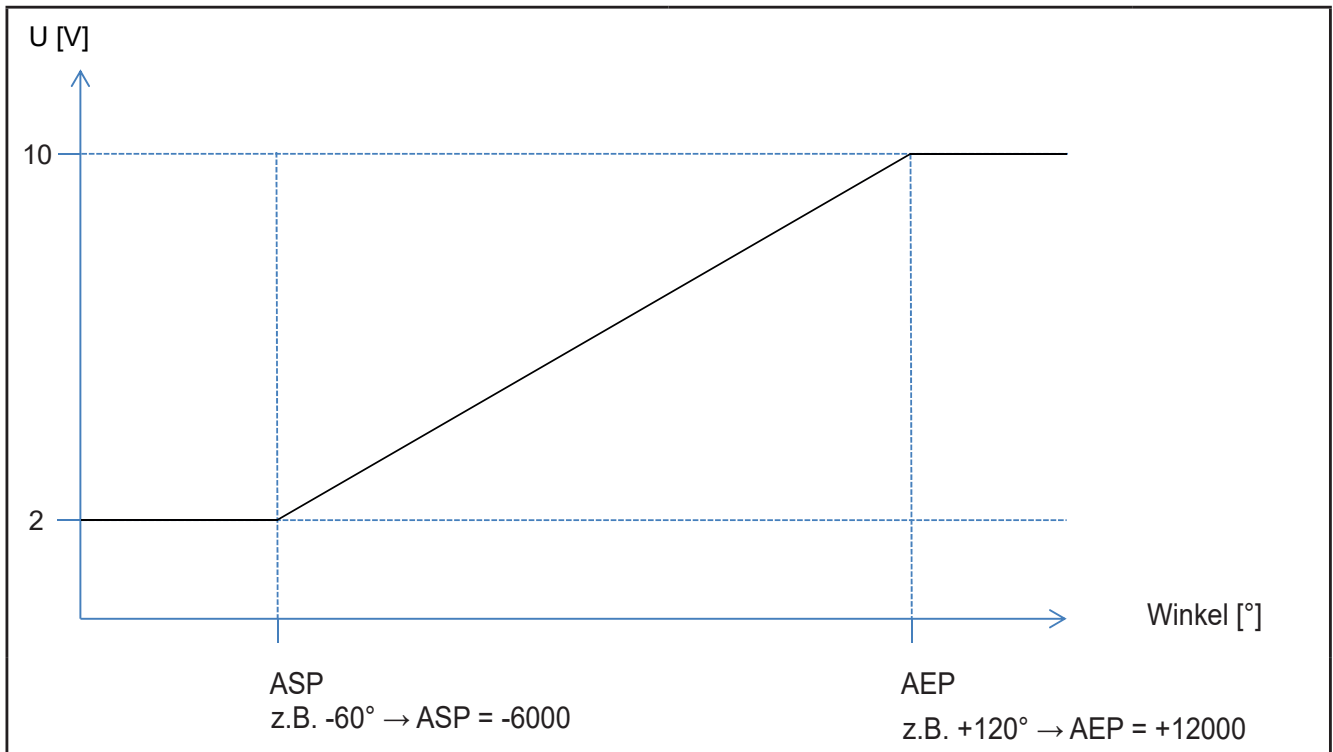
Die beiden analogen Ausgänge können alternativ als Spannungsquelle eingestellt werden. Damit werden die gemessenen Winkel (entsprechend der gewählten Messmethode als Lot-, Euler- oder Kardan-Winkel) als Ausgangsspannung im Wertebereich 2...10 V ausgegeben.

Aufgrund interner Schaltungsdetails kann der Ausgang nicht bis 0 V herabgesteuert werden. Daher ist im Gegensatz zum weit verbreiteten Standard mit 0...10 V der Ausgangsspannungshub auf 2...10 V eingegrenzt.

DE



Die Umsetzung der Messwerte auf die eingepreßte Spannung an den Ausgängen erfolgt wie in nachfolgendem Diagramm dargestellt. Winkelwerte kleiner als der eingestellte Startpunkt werden konstant auf den niedrigsten Wert von 2 V abgebildet. Winkelwerte größer als der eingestellte Endpunkt werden konstant auf den höchsten Wert von 10 V abgebildet.



### 12.3 Anlernen von ASP und AEP durch System-Kommandos

Die analogen Startpunkte ASP1 und ASP2 sowie die analogen Endpunkte AEP1 und AEP2 können über IO-Link System-Kommandos (ISDU-Index 2) angelernet („geteached“) werden.

Beim Versenden des entsprechenden System-Kommandos werden die Start- bzw. Endpunkte entsprechend dem momentanen Prozesswert übernommen.

System-Kommando (ISDU-Index 2)	Aktion
0xCB	Teach ASP1
0xCC	Teach AEP1
0xCD	Teach ASP2
0xCE	Teach AEP2



Nachdem ein analoger Start- oder Endpunkt durch Senden eines System-Kommandos angelernet wurde, sollten die neuen Werte für die Start- oder Endpunkte durch Auslesen des entsprechenden ISDU-Index kontrolliert werden.

Nur so kann erkannt werden, ob das Anlernen erfolgreich war oder wegen Nichteinhaltung der Regeln „ $\text{ASP} < \text{AEP}$ “ und „ $\text{AEP} - \text{ASP} \geq \text{Mindestabstand}$ “ vom Sensor verweigert wurde.



## 12.4 Störungsmeldung auf analogen Ausgängen


Im Falle eines Sensorfehlers (MEMS-Zelle defekt) werden je nach eingestellter Ausgangsfunktion (ISDU-Index 660) eine konstante Spannung von 1,0 V bzw. ein konstanter Strom von 2 mA ausgegeben.

Diese Werte können von üblichen Eingängen einer Anlagensteuerung (SPS) vom Zustand „Drahtbruch (0 V bzw. 0 mA)“ unterschieden werden und liegen gleichzeitig deutlich außerhalb des normalen Wertebereiches von 2...10 V bzw. 4...20 mA.

DE

## 13 Parametrierung der digitalen Schaltausgänge

Der Sensor verfügt über zwei digitale Schaltausgänge (linker M12-Stecker). Diese geben die gemessenen Prozesswerte (vom Anwender eingestellte Schaltschwellen) z. B. an eine Maschinensteuerung (SPS) weiter.

	<table> <tr> <td>1: L+</td><td>24 V DC (+Ub-D)</td></tr> <tr> <td>2: OUT2</td><td>Schaltausgang 2</td></tr> <tr> <td>3: L-</td><td>Masse (GND)</td></tr> <tr> <td>4: OUT1</td><td>Schaltausgang 1 oder IO-Link</td></tr> </table>	1: L+	24 V DC (+Ub-D)	2: OUT2	Schaltausgang 2	3: L-	Masse (GND)	4: OUT1	Schaltausgang 1 oder IO-Link
1: L+	24 V DC (+Ub-D)								
2: OUT2	Schaltausgang 2								
3: L-	Masse (GND)								
4: OUT1	Schaltausgang 1 oder IO-Link								
M12-Stecker (links)									

Dabei stellt der Schaltausgang 1 gleichzeitig die Kommunikationsleitung für IO-Link dar und wird in der IO-Link Spezifikation als „C/Q“ bezeichnet (Port Class A). Der Schaltausgang 2 benutzt den in der IO-Link Spezifikation als „DI/DQ“ bezeichneten Pin.

Die Nutzung als Schaltausgang ist nur möglich, solange kein IO-Link-Master mit dem Sensor zu kommunizieren versucht und sich der Sensor im SIO-Modus befindet.

Die Zuordnung der Schaltausgänge ergibt sich aus nachfolgender Tabelle in Abhängigkeit der gewählten Messmethode (ISDU-Index 4106) und Winkelberechnungsmethode (ISDU-Index 4100)

Messmethode	Ausgang 1	Ausgang 2
Neigungsmessung Lot Index 4106: 0      Index 4100: 0	Lotwinkel longitudinal	Lotwinkel lateral
Neigungsmessung Euler Index 4106: 0      Index 4100: 1	Eulerwinkel longitudinal	Eulerwinkel lateral
Neigungsmessung Kardan 1X Index 4106: 0      Index 4100: 2	Kardanwinkel X longitudinal	Kardanwinkel X lateral
Neigungsmessung Kardan 1Y Index 4106: 0      Index 4100: 3	Kardanwinkel Y longitudinal	Kardanwinkel Y lateral

Für Schaltausgang 1 sind die folgenden Parameter via IO-Link einstellbar

Index	Sub-Index	Typ	Wert	Inhalt	Lesen / Schreiben	Länge
531	0	UINT8	FOU1 Ausgang 1 im Fehlerfall	1 → OU (keine Fehleranzeige) 2 → ON (closed) 4 → OFF (open) 8 → TOGGLE (2 Hz)	R/W	1
580	0	UINT8	ou1 Ausgang 1 Funktion	3 → Hysteresis normally open [Hno] 4 → Hysteresis normally closed [Hnc] 5 → Window normally open [Fno] 6 → Window normally closed [Fnc]	R/W	1
581	0	UINT16	dS1 Schaltverzögerung	[ms], Step/Round 10 $0 \leq DFO \leq 10000$ 8 ms	R/W	2
582	0	UINT16	dr1 Rückschaltverzögerung	[ms], Step/Round 10 $0 \leq DFO \leq 10000$ 8 ms	R/W	2
583	0	INT16	SP1 bei Neigungsmessung	Winkel [1/100 °]	R/W	2
584	0	INT16	rP1 bei Neigungsmessung	Winkel [1/100 °]	R/W	2
4115	0	UINT8	LOGIC_OUT1 Logische Verknüpfung für Schaltausgang 1	0 → keine Verknüpfung 1 → log. ODER mit Ausgang 2 2 → log. UND mit Ausgang 2	R/W	1

Für Schaltausgang 2 sind die folgenden Parameter via IO-Link einstellbar

Index	Sub-Index	Typ	Wert	Inhalt	Lesen / Schreiben	Länge
532	0	UINT8	FOU2 Ausgang 2 im Fehlerfall	1 → OU (keine Fehleranzeige) 2 → ON (closed) 4 → OFF (open) 8 → TOGGLE (2 Hz)	R/W	1

Index	Sub-Index	Typ	Wert	Inhalt	Lesen / Schreiben	Länge
590	0	UINT8	ou2 Ausgang 2 Funktion	3 → Hysteresis normally open [Hno] 4 → Hysteresis normally closed [Hnc] 5 → Window normally open [Fno] 6 → Window normally closed [Fnc]	R/W	1
591	0	UINT16	dS2 Schaltverzögerung	[ms], Step/Round 10 $0 \leq \text{DFO} \leq 10000 \text{ 8 ms}$	R/W	2
592	0	UINT16	dr2 Rückschaltverzögerung	[ms], Step/Round 10 $0 \leq \text{DFO} \leq 10000 \text{ 8ms}$	R/W	2
593	0	INT16	SP1 bei Neigungsmessung	Winkel [1/100 °]	R/W	2
594	0	INT16	rP1 bei Neigungsmessung	Winkel [1/100 °]	R/W	2
4116	0	UINT8	LOGIC_OUT2 Logische Verknüpfung für Schaltausgang 2	0 → keine Verknüpfung 1 → log. ODER mit Ausgang 1 2 → log. UND mit Ausgang 1	R/W	1

Darüber hinaus können für beide Schaltausgänge gemeinsam die folgenden Parameter (via IO-Link) eingestellt werden

Index	Sub-Index	Typ	Wert	Inhalt	Lesen / Schreiben	Länge
500	0	UINT8	P-n Schaltmodus	0 → PnP (Ausgang auf +Ub) 1 → nPn (Ausgang auf GND)	R/W	1
530	0	UINT16	dFo Verzögerung im Fehlerfall	[ms], Step/Round 10 $0 \leq \text{DFO} \leq 10000 \text{ 8 ms}$	R/W	2

### 13.1 Ausgangsfunktion ou1 und ou2

Über den ISDU-Index 580 und 590 kann die Ausgangsfunktion OU für die beiden Schaltausgänge jeweils auf einen der folgenden Werte eingestellt werden:

- 3 = Hysterese (normal AUS; Schließer) [Hno]
- 4 = Hysterese (normal EIN; Öffner) [Hnc]
- 5 = Fenster (normal AUS; Schließer) [Fno]
- 6 = Fenster (normal EIN; Öffner) [Fnc]

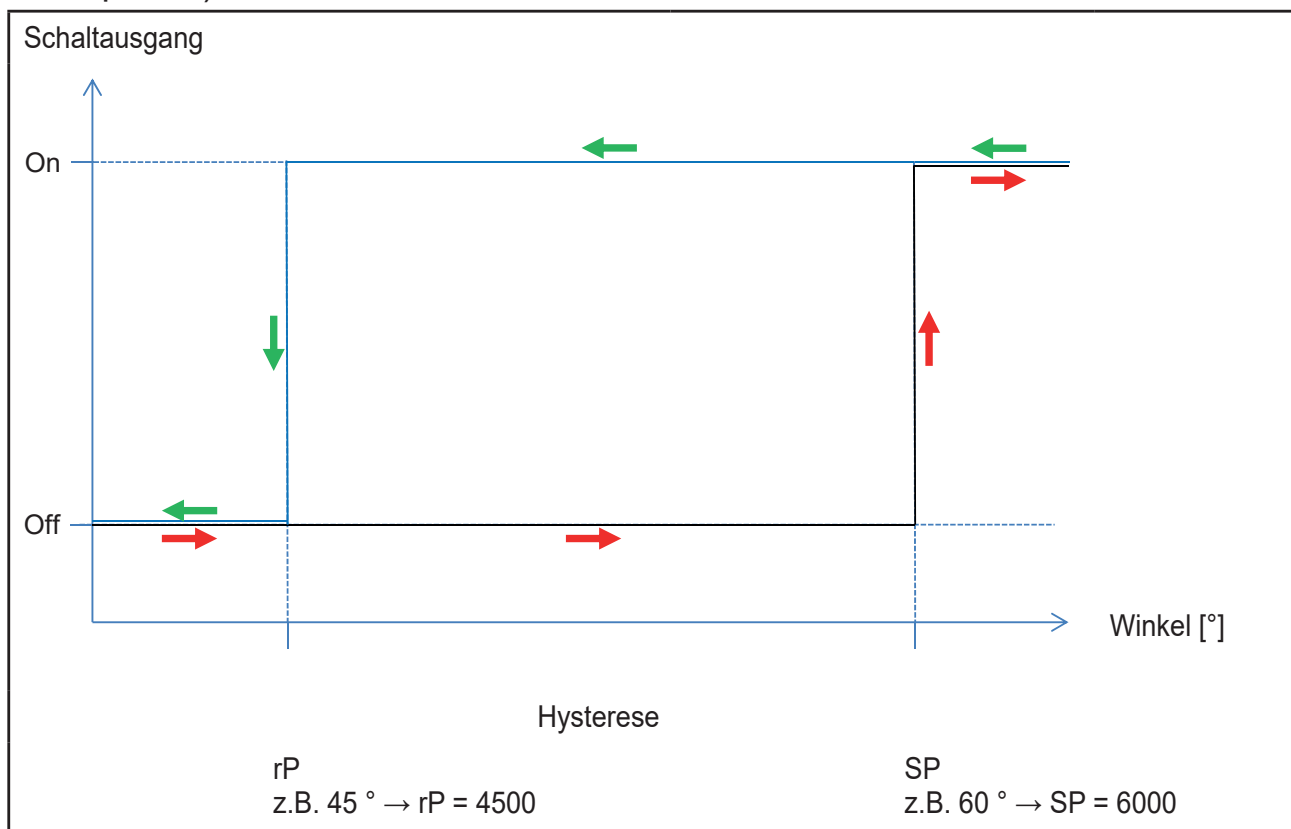
### 13.2 Ausgangsfunktion „Hysterese (normal AUS; Schließer)“ [Hno]

Für die gemessenen Prozesswerte kann der Schalterpunkt SP vorgegeben werden, ab dem bei steigendem Prozesswert der entsprechende Schaltausgang eingeschaltet wird (roter Pfad).

Unterhalb dieser Schwelle bleibt der Ausgang ausgeschaltet. Sobald die Schaltschwelle SP einmal erreicht wurde, müssen die gemessenen Prozesswerte erst wieder unter den eingestellten Rückschalterpunkt rP sinken, damit der Schaltausgang wieder ausgeschaltet wird (grüner Pfad).

Die damit erreichte Hysterese kann dafür benutzt werden, um ein ständiges Ein- und wieder Ausschalten bei kleinsten Prozesswertschwankungen zu vermeiden.

Zur Einstellung dienen die jeweiligen Parameter SP („Schalterpunkt“) und rP („Rückschalterpunkt“).



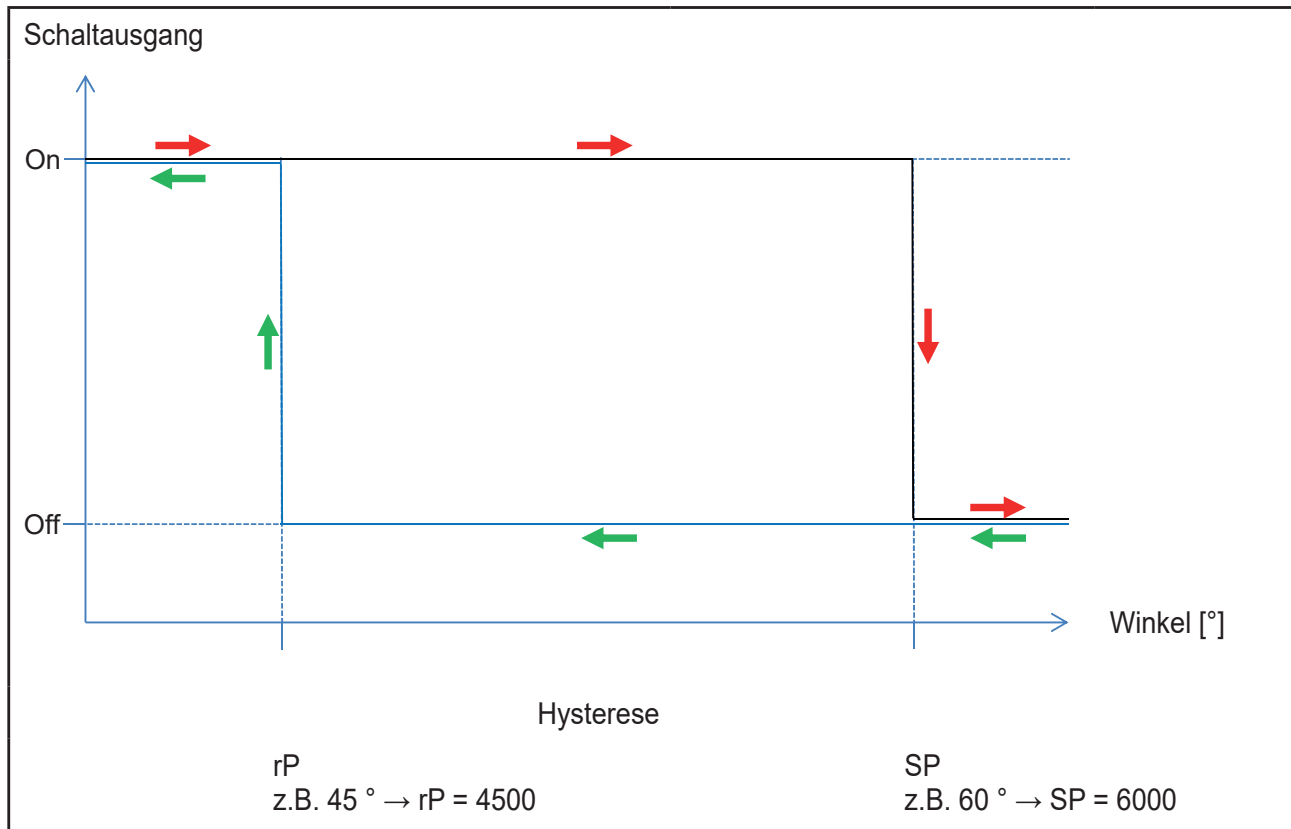
### 13.3 Ausgangsfunktion „Hysterese (normal EIN; Öffner)“ [Hnc]

Die Ausgangsfunktion „Hysterese (normal EIN)“ arbeitet gegenüber der vorangegangenen Ausgangsfunktion mit invertierter Logik, so dass der Ausgang für kleine Prozesswerte zunächst eingeschaltet ist.

Wird der eingestellte Schaltpunkt SP überschritten, wird der entsprechende Ausgang ausgeschaltet (roter Pfad).

Sobald die Schaltschwelle SP einmal erreicht wurde, müssen die gemessenen Prozesswerte erst wieder unter den eingestellten Rückschaltpunkt rP sinken, damit der Schaltausgang wieder eingeschaltet wird (grüner Pfad).

DE

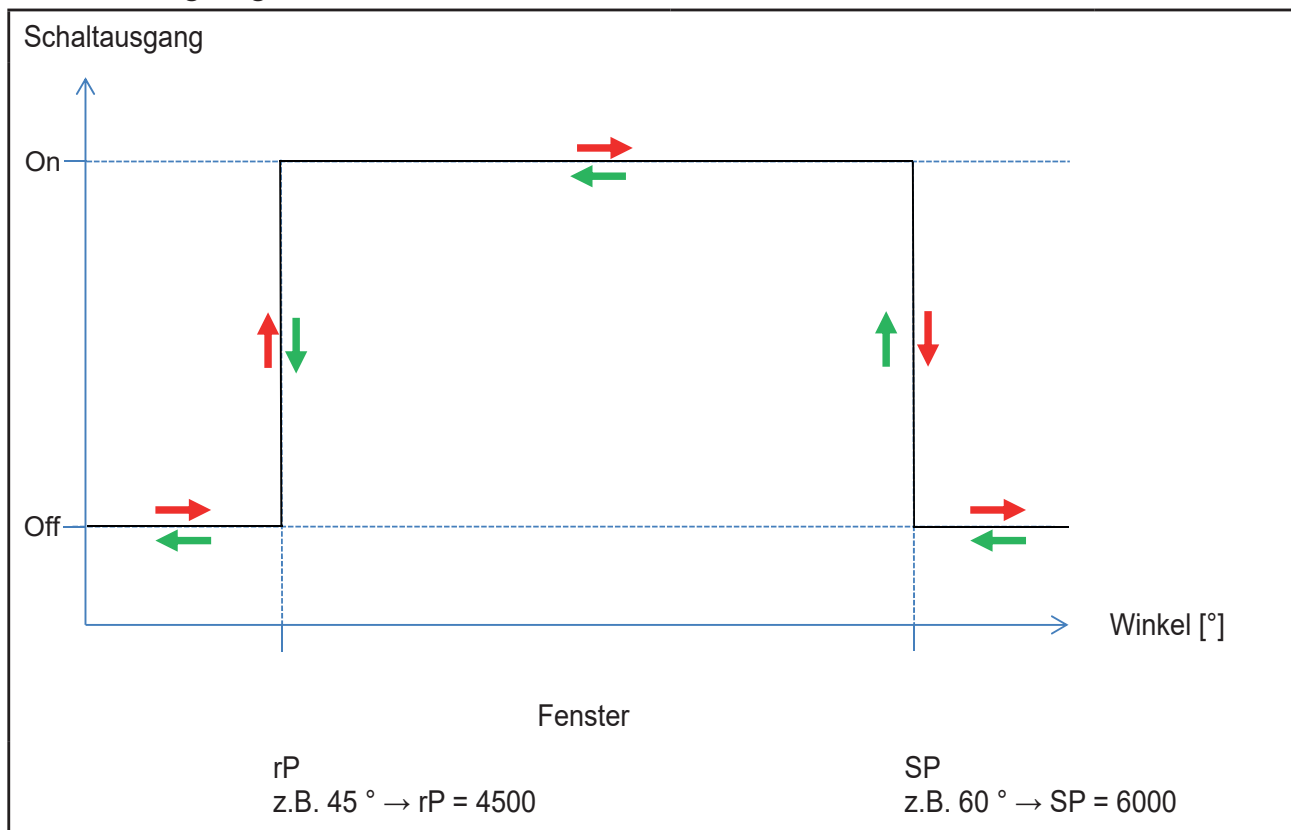


### 13.4 Schaltausgang „Fenster (normal AUS; Schließer)“ [Fno]

Mit der Ausgangsfunktion „Fenster (normal AUS)“ können die Schaltausgänge aktiviert werden, solange die gemessenen Prozesswerte innerhalb eines eingestellten Wertebereiches liegen.

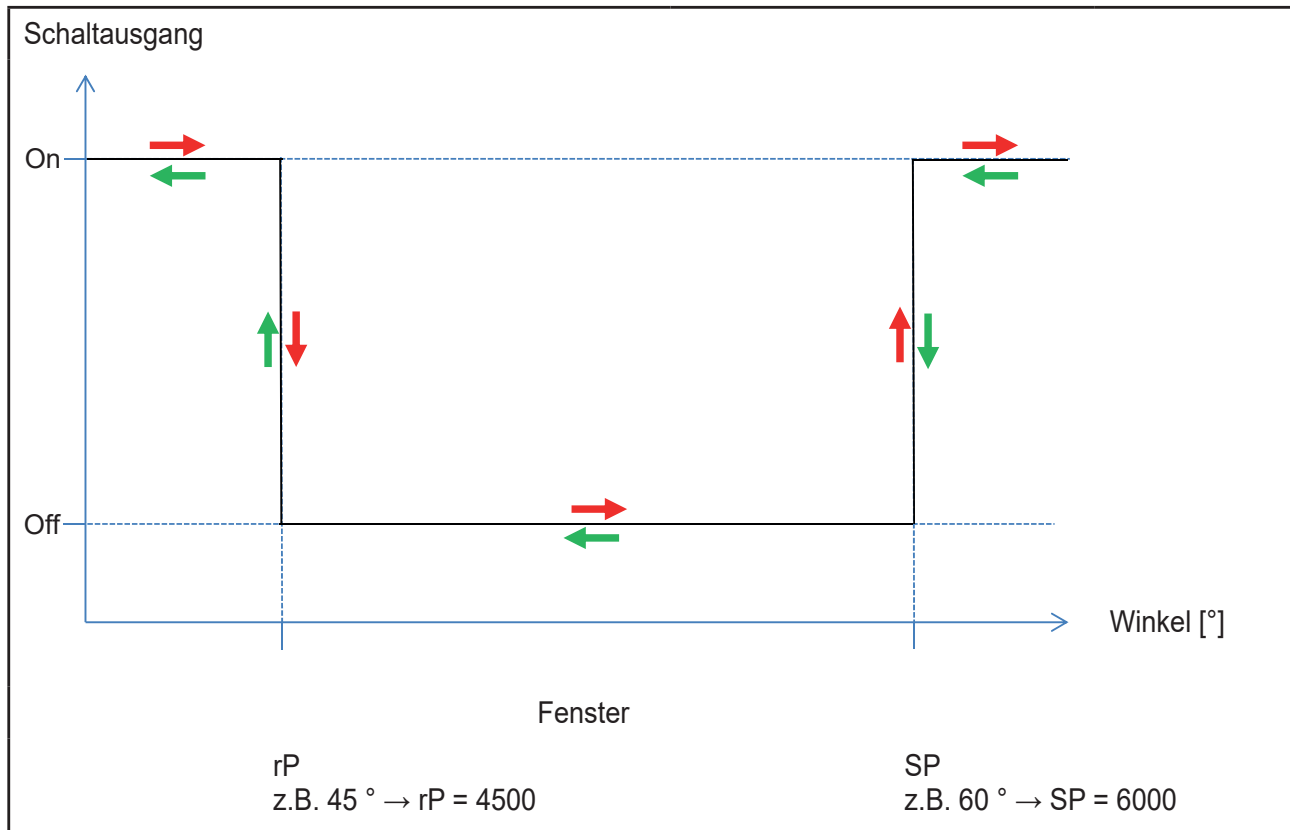
Sobald die untere Schwelle rP überschritten wird, schaltet der entsprechende Ausgang auf den logischen Zustand „EIN“. Steigen die Messwerte weiter über die Schwelle SP hinaus, so wird der Ausgang wieder ausgeschaltet. (roter Pfad). Für sinkende Winkelwerte gilt analog der grüne Pfad.

Das damit erreichte Schaltverhalten entspricht einer Bewertung „Wert liegt innerhalb eines gültigen Fensters“.



### 13.5 Schaltausgang „Fenster (normal EIN; Öffner)“ [Fnc]

Die Ausgangsfunktion „Fenster (normal EIN)“ arbeitet gegenüber der vorangegangenen Ausgangsfunktion lediglich mit invertierter Logik. Ansonsten ist das Verhalten vollkommen analog.



DE

### 13.6 Schaltpunkte SP und Rückschaltpunkte rP

Die Schaltpunkte SP und Rückschaltpunkte rP, die das Verhalten der Ausgangsfunktion „ou“ steuern, können innerhalb der zulässigen Wertebereiche frei eingestellt werden.

Schaltpunkt	Messmethode	Minimum	Maximum	Einheit
SP1	Neigungsmessung	-8900	+9000	1/100 °
rP1	Neigungsmessung	-9000	+8900	1/100 °
SP2	Neigungsmessung	-8900	+9000	1/100 °
rP2	Neigungsmessung	-9000	+8900	1/100 °



Der Schaltpunkt SP muss stets kleiner als der zugehörige Rückschaltpunkt rP sein. Anderenfalls wird das Setzen des Parameters vom Sensor verweigert.

Der minimale Abstand zwischen SP und RP von 1° muss stets eingehalten werden. Anderenfalls wird das Setzen des Parameters vom Sensor verweigert.

Soll ein rP auf einen neuen Wert eingestellt werden, der über dem entsprechenden SP liegt, so muss zuvor der SP auf einen neuen Wert deutlich darüber eingestellt werden. Anderenfalls wird das Setzen des Parameters vom Sensor verweigert.

Analog muss beim Verstellen des SP gegebenenfalls zuerst der rP angepasst werden.

### 13.6.1 Einstellung über ISDU-Indexe

Die Schaltpunkte SP1 und SP2 sowie die Rückschaltpunkte rP1 und rP2 können über ISDU-Indexe eingestellt werden.

Index	Sub-Index	Typ	Wert	Inhalt	Lesen Schreiben	Länge
583	0	INT16	SP1 bei Neigungsmessung	Winkel X [1/100 °]	R/W	2
584	0	INT16	rP1 bei Neigungsmessung	Winkel X [1/100 °]	R/W	2
593	0	INT16	SP2 bei Neigungsmessung	Winkel Y [1/100 °]	R/W	2
594	0	INT16	rP2 bei Neigungsmessung	Winkel Y [1/100 °]	R/W	2

### 13.7 Anlernen von SP und rP durch System-Kommandos

Die Schaltpunkte SP1 und SP2 sowie die Rückschaltpunkte rP1 und rP2 können über IO-Link System-Kommandos (ISDU-Index 2) angelernt („geteached“) werden.

Dabei werden beim Versenden des entsprechenden System-Kommandos die Schalt- bzw. Rückschaltpunkte entsprechend dem momentanen Prozesswert übernommen.

System-Kommando (ISDU-Index 2)	Aktion
0xC3	Teach SP1
0xC5	Teach rP1
0xC4	Teach SP2
0xC6	Teach rP2

### 13.8 Schaltverzögerung dS1/ dS2 und Rückschaltverzögerung dr1 / dr2

Über den ISDU-Index 581 und 582 oder 591 und 592 kann für beide digitalen Schaltausgänge jeweils eine Schalt- und Rückschaltverzögerung nach erfolgter Bewertung durch die Ausgangsfunktion ou eingestellt werden.

Wird keine Verzögerung (0 ms) angegeben, erfolgt das Schalten und Rückschalten der digitalen Ausgänge gemäß der eingestellten Schaltfunktion ou1 bzw. ou2, unmittelbar in Abhängigkeit von den zugeordneten Prozesswerten.

Schaltverzögerungszeit bis max. 10.000 ms

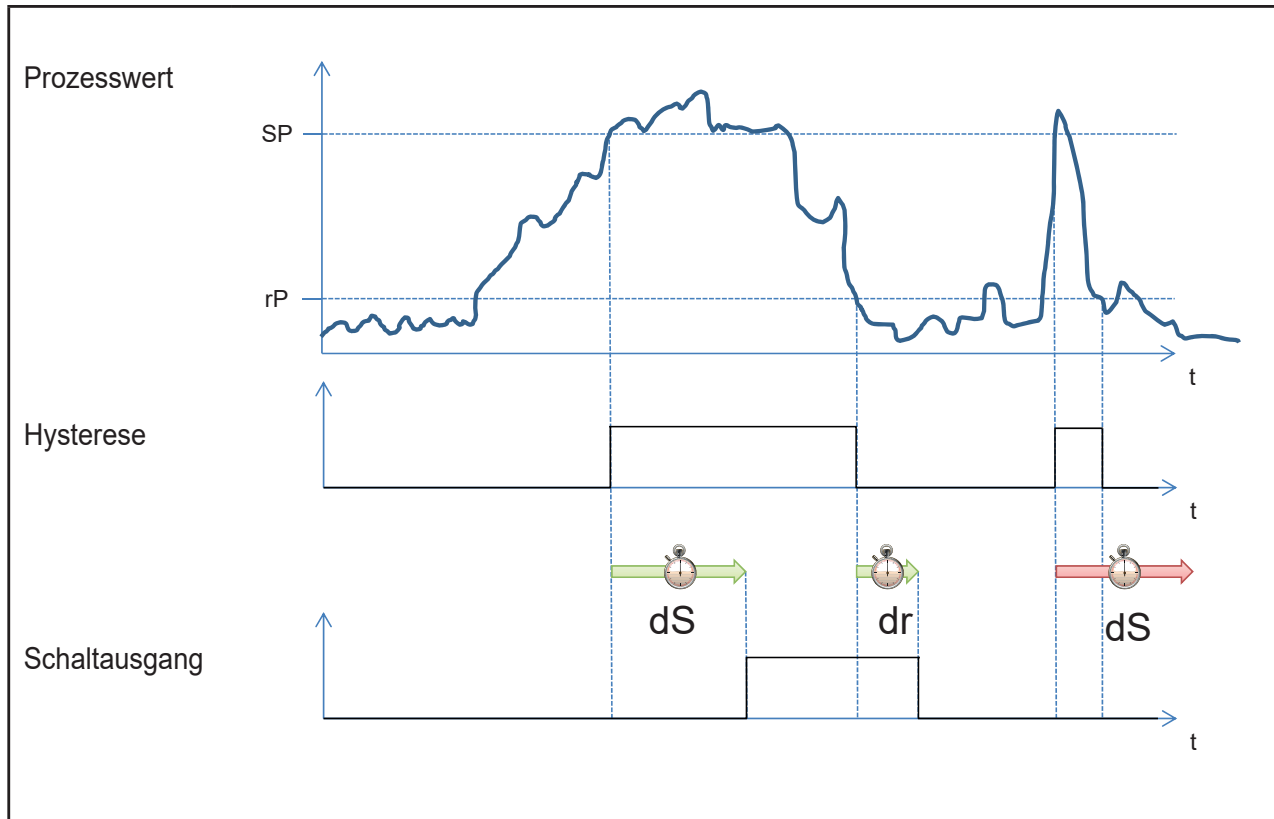
Die physische Aktivierung des Schaltausganges erfolgt erst, wenn der zugeordnete Prozesswert dauerhaft nach mindestens der eingestellten Zeit gemäß der eingestellten Schaltfunktion ou1 bzw. ou2 ein Einschalten des Ausgangs bewirkt.



Entsprechend muss ein Prozesswert dauerhaft nach mindestens der eingestellten Rückschaltzeit gemäß der eingestellten Schaltfunktion ou1 bzw. ou2 ein Ausschalten des Ausganges bewirken, bevor der Ausgang physisch ausgeschaltet wird.

Die tatsächlich wirksamen Verzögerungen werden intern auf 10 ms gerundet.

### Funktion von Schalt- und Rückschaltverzögerung



DE

### 13.9 Logische Operation der Schaltausgänge

Über die ISDU-Indizes 580 und 590 können die beiden Schaltausgänge (nach erfolgter Bewertung der Prozesswerte) durch die Ausgangsfunktion „ou“ und anschließender Berücksichtigung der Schalt- und Rückschaltverzögerungen logisch miteinander verknüpft werden.

Das Ergebnis dieser logischen Verknüpfung wird schließlich physisch (sofern kein Sensorfehler vorliegt (siehe folgendes Kapitel) als High-Side- oder Low-Side-Switch (je nach Einstellung von ISDU-Index 500) ausgegeben.

Folgende Optionen für die logische Verknüpfung stehen zur Auswahl

- 0 = Keine logische Verknüpfung  
Der Schaltausgang wird nur in Abhängigkeit des zugeordneten Prozesswertes geschaltet (entsprechend nach Pegelbewertung durch die gewählte Ausgangsfunktion und nach zeitlicher Bewertung durch die Schalt- und Rückschaltverzögerungen dS und dr).  
Der Schaltausgang wird nur in Abhängigkeit von Prozesswert 1 (Winkel X) geschaltet, Schaltausgang 2 nur in Abhängigkeit von Prozesswert 2 (Winkel Y).

- 1 = Logische ODER Verknüpfung  
Das Ergebnis der Pegelbewertung durch die gewählte Ausgangsfunktion und der zeitlichen Bewertung durch die Schalt- und Rückschaltverzögerungen eines Prozesswertes wird mit dem jeweils anderen bewerteten Prozesswert logisch ODER verknüpft.
- 2 = Logische UND Verknüpfung  
Das Ergebnis der Pegelbewertung durch die gewählte Ausgangsfunktion und der zeitlichen Bewertung durch die Schalt- und Rückschaltverzögerungen eines Prozesswertes wird mit dem jeweils anderen bewerteten Prozesswert logisch UND verknüpft.
- 3 = konstant AUS (open)  
Der Schaltausgang ist konstant ausgeschaltet (unabhängig vom Prozesswert)
- 4 = konstant EIN (closed)  
Der Schaltausgang ist konstant eingeschaltet (unabhängig vom Prozesswert)

### **13.10 Funktion der Schaltausgänge im Fehlerfall FOU1 bzw. FOU2**

Über den ISDU-Index 531 oder 532 kann das Verhalten der Schaltausgänge im Fehler-bzw. Störfall unter Berücksichtigung der eingestellten Verzögerung (siehe folgendes Kapitel) bestimmt werden

- 1 = Ausgangsfunktion (keine Fehlersignalisierung)  
In dieser Grundeinstellung reagieren die Schaltausgänge nur auf die gemessenen Prozesswerte. Ein vorliegender Sensorfehler (MEMS-Zelle defekt) hat keinen Einfluss auf die Zustände der Schaltausgänge.
- 2 = Ausgang ON (closed)  
Liegt ein Sensorfehler vor, wird der Schaltausgang für die Dauer der Störung konstant eingeschaltet. Nach Wegfall der Störung nimmt der Ausgang wieder den Zustand entsprechend der Schaltfunktion und -schwelle in Abhängigkeit von den gemessenen Prozesswerten ein.
- 4 = Ausgang OFF (open)  
Liegt ein Sensorfehler vor, wird der Schaltausgang für die Dauer der Störung konstant ausgeschaltet. Nach Wegfall der Störung nimmt der Ausgang wieder den Zustand entsprechend der Schaltfunktion und -schwelle in Abhängigkeit von den gemessenen Prozesswerten ein.
- 8 = Ausgang TOGGLE (2 Hz)  
Liegt ein Sensorfehler vor, dann wird der Schaltausgang für die Dauer der Störung im 2 Hz-Takt abwechselnd ein- und ausgeschaltet. Nach Wegfall der Störung nimmt der Ausgang wieder den Zustand entsprechend der Schaltfunktion und -schwelle in Abhängigkeit von den Prozesswerten ein.

### **13.11 Verzögerung der Schaltausgänge im Fehlerfall (dFo)**

Über den ISDU-Index 530 kann für beide Schaltausgänge gemeinsam eine Verzögerung im Fehlerfall eingestellt werden.

Keine Verzögerung (0 ms)

Die Fehler-Signalisierung erfolgt gemäß der eingestellten Fehlerfunktion FOU1 oder FOU2 (sofern für diese ON, OFF oder TOGGLE gewählt ist) sofort beim Eintreten eines Sensorfehlers (MEMS-Zelle defekt). Diese wird beim Wegfall des Sensorfehlers sofort beendet.

Verzögerungszeit bis max. 10.000 ms

Die Fehler-Signalisierung erfolgt gemäß der eingestellten Fehlerfunktion FOU1 oder FOU2 (sofern für diese ON, OFF oder TOGGLE gewählt ist) erst dann, wenn ein Sensorfehler (Fehler der MEMS Zelle) dauerhaft nach mindestens der eingestellten Zeit vorliegt.

Entsprechend muss ein Sensorfehler auch dauerhaft nach mindestens der eingestellten Zeit wieder behoben sein, bevor die Fehler-Signalisierung wieder aufgehoben wird und die Schaltausgänge wieder Zustände entsprechend der Prozesswerte einnehmen.

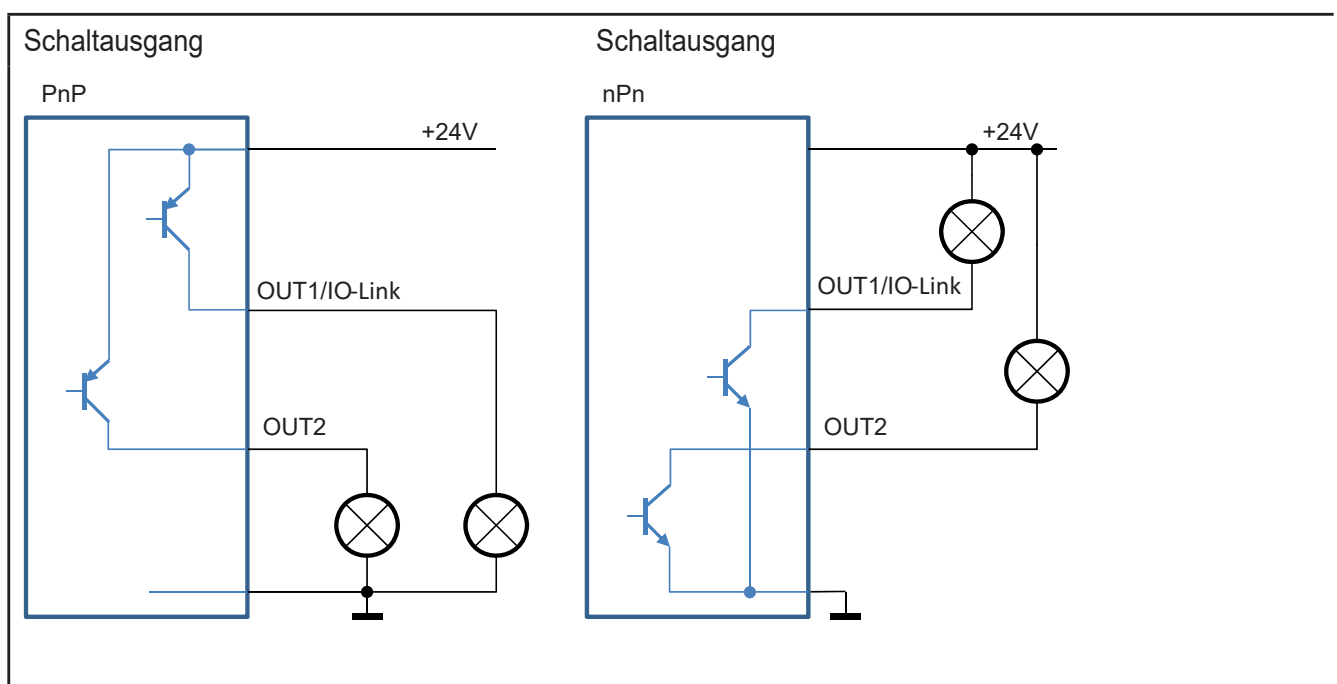
Die tatsächlich wirksame Verzögerung wird intern auf 10 ms gerundet.

DE

### 13.12 Ausgangstreiber PnP oder nPn

Über den ISDU Index 500 kann das physische Schaltverhalten für beide Digitalausgänge festgelegt werden:

- 0 = High-Side-Switch (PnP): der Ausgang wird bei Aktivierung auf  $+U_b$  geschaltet
- 1 = Low-Side-Switch (nPn): der Ausgang wird bei Aktivierung auf Masse geschaltet



### 13.13 Auslieferungszustand wiederherstellen (System Kommando 0x82)

Um die anwenderspezifischen Parameter des Neigungssensors auf die Werkseinstellungen zurückzusetzen, muss das IO-Link-System-Kommando 0x82 „Factory Reset“ (ISDU-Index 2 = 0x82) zum Sensor geschickt werden.



Durch das System-Kommando „Factory-Reset“ werden alle Parameter auf die Werkseinstellung zurückgesetzt. Dieser Vorgang kann nicht rückgängig gemacht werden.

## 14 Status-LED

Die in den beiden Steckern integrierten LEDs zeigen den jeweiligen Zustand des Geräts an.

LED Farbe	Blinkfrequenz	Beschreibung
Grün (linker Stecker)	konstant ein	Das Gerät ist im Zustand „Run“
	blinkt	IO-Link - Kommunikation
Gelb (rechter Stecker)	konstant ein	Schaltzustand OUT1 / OUT2

## 15 Wartung, Instandsetzung und Entsorgung

Das Gerät ist wartungsfrei.

► Das Gerät gemäß den nationalen Umweltvorschriften entsorgen.

## 16 Zulassungen/Normen

Die CE-Konformitätserklärung und Zulassungen sind abrufbar unter:  
[www.autosen.com](http://www.autosen.com) → Datenblattsuche → AW002

## 17 Auslieferungszustand

Index	Sub-Index	Typ	Wert	Inhalt	Lesen/ Schreiben
500	0	UINT8	Schaltverhalten der digitalen Ausgänge	0 → PnP (high side switch; +U <sub>b</sub> )	R / W
580	0	UINT8	ou1 Ausgangskonfiguration	6 → FNC	R/W
583	0	INT16	SP1 Winkel X	+ 2250 → + 22,5°	R/W
584	0	INT16	rP1 Winkel X	- 2250 → - 22,5°	R/W
590	0	UINT8	ou2 Ausgangskonfiguration	6 → FNC	R/W
593	0	INT16	SP2 Winkel Y	+ 2250 → + 22,5°	R/W
594	0	INT16	rP2 Winkel Y	- 2250 → - 22,5°	R/W
620	0	INT16	ASP1 Winkel X	-4500 → - 45°	R/W
621	0	INT16	AEP1 Winkel X	+4500 → + 45°	R/W
630	0	INT16	ASP2 Winkel Y	-4500 → - 45°	R/W
631	0	INT16	AEP2 Winkel Y	+4500 → + 45°	R/W
660	0	UINT8	Art des analogen Ausgangs	1 → Stromausgang 4...20mA	R/W
4100	0	UINT8	Winkelberechnung	0 → Lot	R/W
4101	0	UINT8	FIR Filterstufe Winkel	2 → Lowpass 5Hz	R/W
4102	0	UINT8	Heizung	1 → Heizung ein	R/W
4103	0	UINT8	Quadrantenkorrektur	1 → ± 180°	R/W
4104	0	UINT8	Teach X/Y/Z Achse	2 → absolute Messung	R
4105	0	UINT8	Zero X/Y/Z Achse	2 → absolute Messung	R

DE

### Neigungsmessung

SP1/rP1 und SP2/rP2 = 50% des jeweiligen MEW;  
 ASP1/AEP2 und ASP2/AEP2 = 100% des jeweiligen MEW

\*MEW = Messbereichsendwert