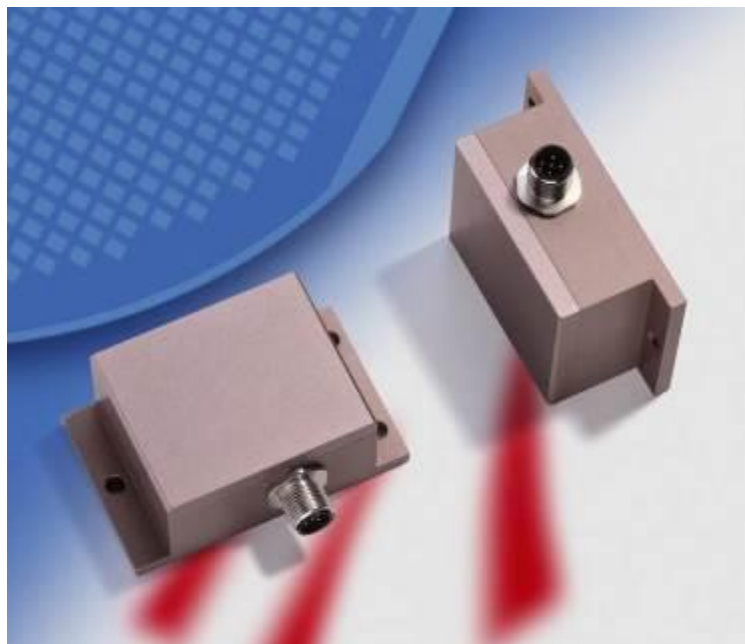


## Handbuch mit Anwendungs-Grundlagen

### Beschleunigungs-, Neigungs-, und Vibrationssensoren der SCA114 / SCA124-Serie



### Inhalt

1. Anwendung .....	2
1.1 Tilt-Anwendungen .....	2
1.2 Neigungs- und Winkelmessung .....	2
1.3 Beschleunigungsmessung .....	2
1.4 Vibrationsmessung .....	2
2 Eigenschaften / Technologie .....	3
2.1 Schock-Beständigkeit des Sensorelementes .....	3
2.2 Reproduzierbarkeit und Langzeitstabilität .....	3
2.3 Auflösung .....	3
2.4 Reduzierte Vibrationsempfindlichkeit durch Gasdämpfung .....	3
2.5 Aufbau des Sensor-Elements .....	3
2.6 Funktionsprinzip .....	4
3 Einbau mechanisch .....	4
3.1 Massbild .....	4
3.2 Einbau bei Neigungsmessungen .....	5
3.3 Ausgangssignal in Abhängigkeit von der Neigung .....	6
3.4 Einbau bei Beschleunigungen und Vibrationen .....	7
3.5 0-Punkt-Abgleich .....	8
3.6 Temperatur-Kompensationen .....	8
4. Einbau Elektrisch .....	8
4.1 Schema .....	8
4.2 Stecker .....	9
4.3 Kabel .....	10

## 1. Anwendung

Die typischen Anwendungen für SCA-Sensoren sind:

- Neigungsgrenzwertgeber (Tilt-Sensor)
- Nivellierung
- Neigungsmessung
- Beschleunigungs- und Vibrationsmessung

Je nach Anwendung ist der dafür am besten geeignete Sensor zu verwenden. Bitte kontaktieren Sie dazu unsere Produktberater unter Tel: +41 44 806 22 00.

### 1.1 Tilt-Anwendungen

Typische Anwendungen sind zum Beispiel Neigungsgrenzwertgeber, Nivellierung von Maschinen, Apparaturen und Messgeräten, Schienen und Gebäudeüberwachung, automatische Nivellierung von Auslegern, Baggerschaufeln, Plattformen etc.

Beispiel Produkte:

SCA114T-D02FA/SCA124T-D02FA: Messbereich (horizontal)  $\pm 0.5G$ ,  $-30^\circ \dots +30^\circ \Rightarrow 4 \dots 20mA$  ( $-30^\circ \Leftrightarrow 4mA$ ,  $0^\circ \Leftrightarrow 12mA$ ,  $+30^\circ \Leftrightarrow 20mA$ )

SCA114T-D04FA/SCA124T-D04FA: Messbereich (horizontal)  $\pm 1.0G$ ,  $-90^\circ \dots ca. +90^\circ \Rightarrow 4 \dots 20mA$  ( $-90^\circ \Leftrightarrow 4mA$ ,  $0^\circ \Leftrightarrow 12mA$ ,  $+90^\circ \Leftrightarrow 20mA$ )

### 1.2 Neigungs- und Winkelmessung

Typische Anwendungen: Neigungsmesswertgeber für Messgeräte (Triangulations-Messung), Fahrzeuge, Eisenbahnwaggons, Roboter, Operationstische, Bau- und Produktionsmaschinen.  
(Beispiel Produkte wie unter 1.1 beschrieben)

### 1.3 Beschleunigungsmessung

Beispiele: Eisenbahnwaggons (Aufprallüberwachung), Schock- und Crash-Monitoring, Bewegungs-erfassung für Fitnessanalyse, Bewegungserfassung für Senioren-Alarmsysteme, Freifall-Erkennung, Optimierung von Linear-Motoren, Automobile-Anwendungen (ESP Stabilisationssystemen, ABS Anti-Blockiersystemen) etc.

Beispiele Produkte:

SCA114T-D10FA: Messbereich (vertikal)  $\pm 12G$ ,  $-12 \dots +12G \Rightarrow 4 \dots 20mA$  oder auch wie unter 1.1

Beschrieben. Bitte beachten Sie, dass auch Sensoren mit Messbereichen von z.B. 1,7 oder 3g Messbereiche auf Anfrage erhältlich sind

### 1.4 Vibrationsmessung

Typische Anwendungen sind beispielsweise Lagerschaden-Früherkennung, Diebstahlsicherung, Erdbeben-Sicherheitsabschaltung etc.

(Beispiel Produkte wie unter 1.3 beschrieben)

## 2 Eigenschaften / Technologie

### 2.1 Schock-Beständigkeit des Sensorelementes

Die auf kapazitivem Messprinzip basierenden Messelemente zeichnen sich durch hohe Genauigkeit und Schlagfestigkeit aus. Dies wird unter anderem durch die spezielle 3D-Mikroelektromechaniksystem (MEMS) - Technologie mit hochreinem Silizium erreicht. Durch den speziellen Aufbau ist selbst nach harten Schlägen (20'000g) keine Drift wegen Deformation der Prüfmasse zu erwarten.

### 2.2 Reproduzierbarkeit und Langzeitstabilität

Es können Reproduzierbarkeiten bis  $0,03^\circ$  und Langzeitstabilitäten in derselben Grössenordnung erreicht werden. Die bei schnellen Temperaturänderungen (z.B. von  $+80^\circ$  auf  $-20^\circ\text{C}$  in 2 Sekunden) entstehende Hysterese (z.B.  $0,02^\circ$ ) bildet sich in kurzer Zeit wieder auf 0 zurück.

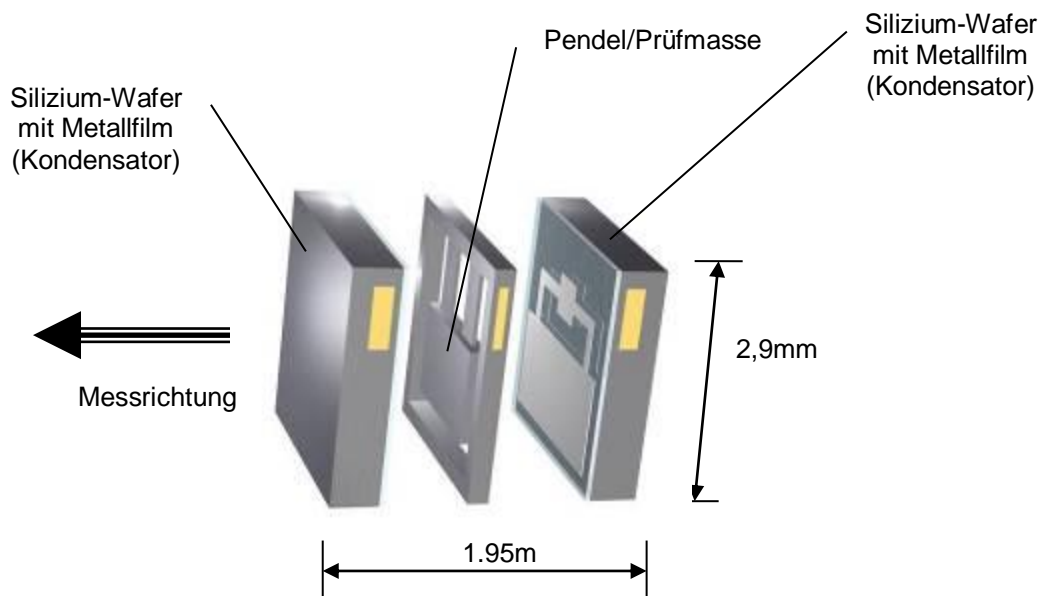
### 2.3 Auflösung

Die als Doppelkondensator ausgebildeten Messelemente sind extrem rauscharm und geben ein grosses Nutzsignal ab. Der grösste Teil des Rauschens wird durch die Auswerte-Elektronik verursacht. Es sind Auflösungen bis  $0,001^\circ$  bei entsprechender Mittelwertbildung möglich.

### 2.4 Reduzierte Vibrationsempfindlichkeit durch Gasdämpfung

Die Einflüsse von Vibrationen wirken bei Neigungsmessungen oft störend. Die Gasdämpfung des Messelementes filtert einen Grossteil dieser Störungen aus und verhindert überdies ein Über- schwingen der Prüfmasse. Bei Neigungssensoren werden Vibrationen gedämpft, bei Vibrationssensoren die Eigenresonanz. Deshalb muss für jede Anwendung der geeignete Sensor gewählt werden.

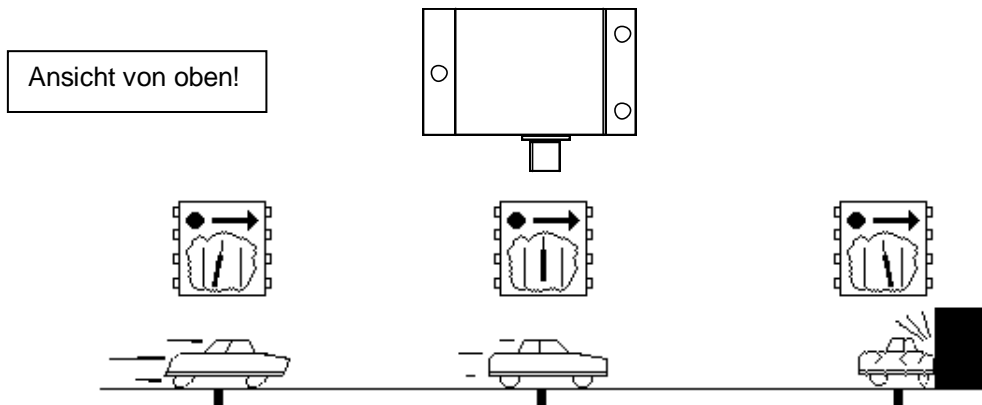
### 2.5 Aufbau des Sensor-Elements



## 2.6 Funktionsprinzip

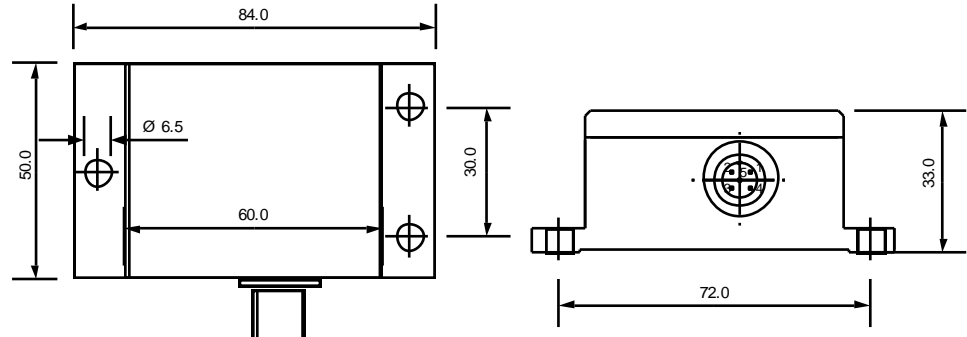
Durch eine Beschleunigung, Neigung oder Vibration in Messrichtung (Kraft in dieser Richtung wirkend) bewegt sich das Pendel mit der Prüfmass. Die Bewegung der Prüfmass wird als Kapazitätsänderung wahrgenommen und gemessen. Das Ausgangssignal (4...20mA) ist proportional zur Auslenkung, also zur Beschleunigung. Bei Neigungsmessung ist die Umrechnung von  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  in Winkelgrad eine Sinusfunktion. Eine Sensor mit kleinem Messbereich ( $\pm 0,5g = \pm 30^\circ$ ) hat eine grössere Auflösung als ein  $\pm 12g$ -Sensor.

Messprinzip und Anordnung (z.B. bei Beschleunigungen/Schocks)



## 3 Einbau mechanisch

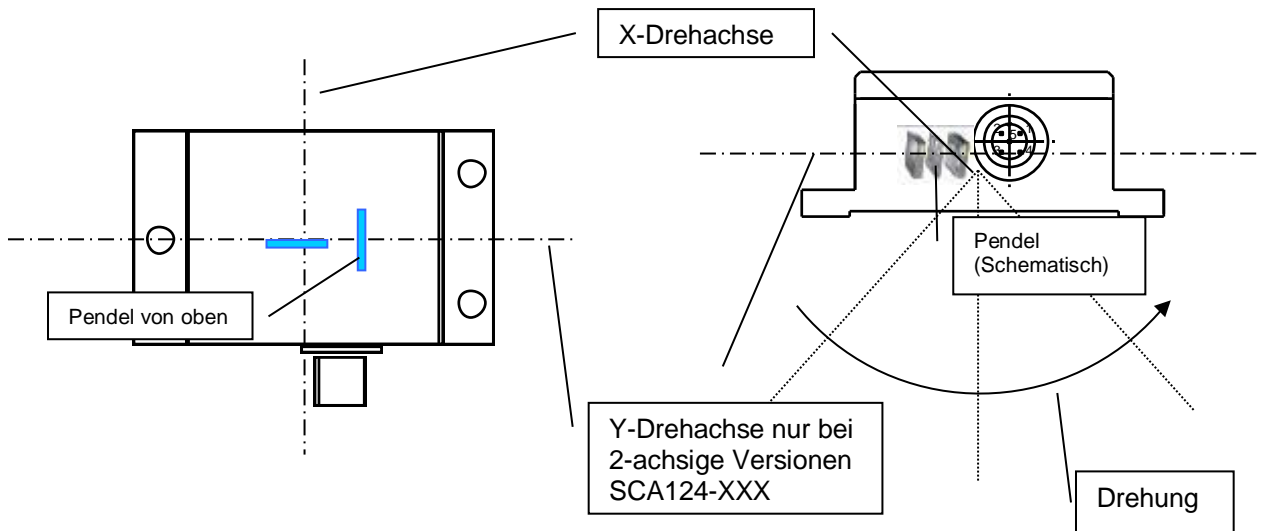
### 3.1 Massbild



Die Gehäuse sind mit der Messrichtung gekennzeichnet, die identisch ist mit der Beschleunigungs- bzw. Neigungsrichtung.

## 3.2 Einbau bei Neigungsmessungen

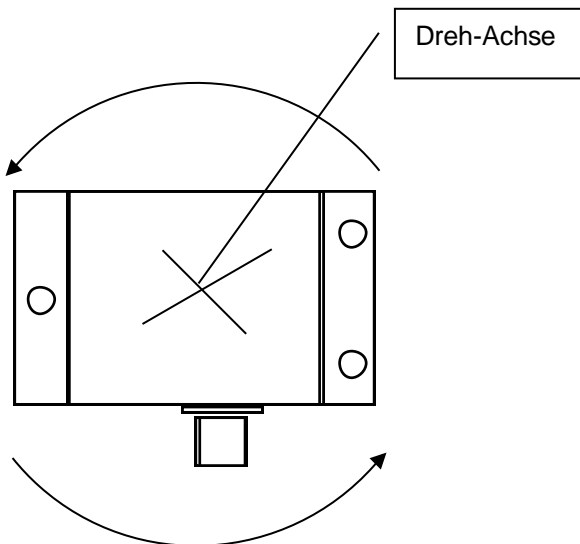
### 3.2.1 Typische Anwendung



Die Lage der Drehachse ist nur als Beispiel zu verstehen, die genaue Lage hängt vom Sensortyp ab

**Einbau z.B bei Neigungsmessung (0g = 0° Position = 12mA)**

### 3.2.2 Variante (Mit leicht reduzierter Genauigkeit)

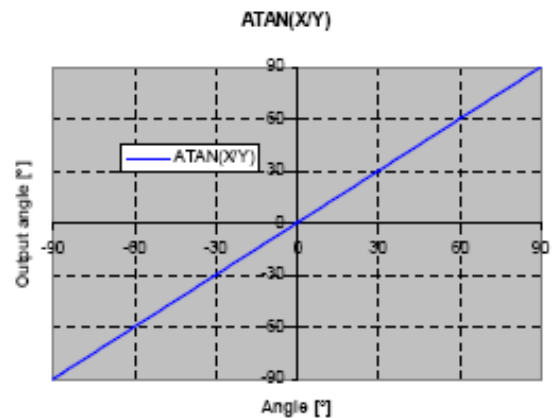


#### 360° Messung

Für eine genaue 360° Messung ist der 2-achsige Neigesensor (SCA124-D04FA) empfohlen, bei dem X und Y-Achse miteinander verrechnet werden:

Dabei ist folgende Berechnung durchzuführen:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{x}{y}\right)$$



### 3.3 Ausgangssignal in Abhängigkeit von der Neigung

Folgende Neigung ergibt folgenden Ausgang: (Gilt für verschiedene Messbereiche)



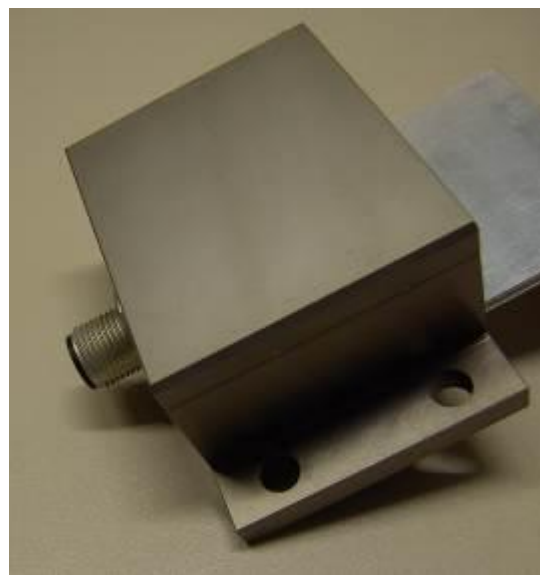
Obiges Bild für X-Achse:  
Neigung nach Rechts: Signal verändert sich von 12mA (0°-Stellung) in Richtung 4mA



Obiges Bild für X-Achse:  
Neigung nach Links: Signal verändert sich von 12mA (0°-Stellung) in Richtung 20mA

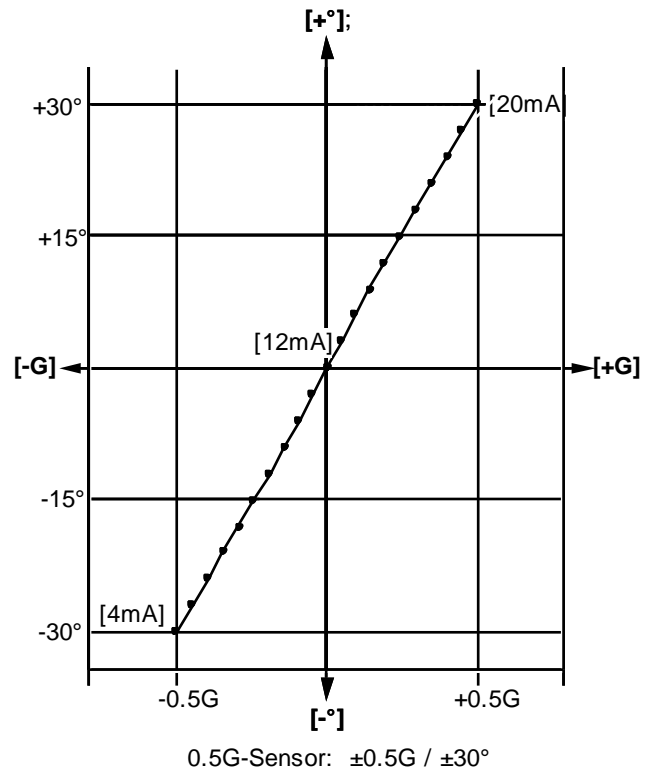
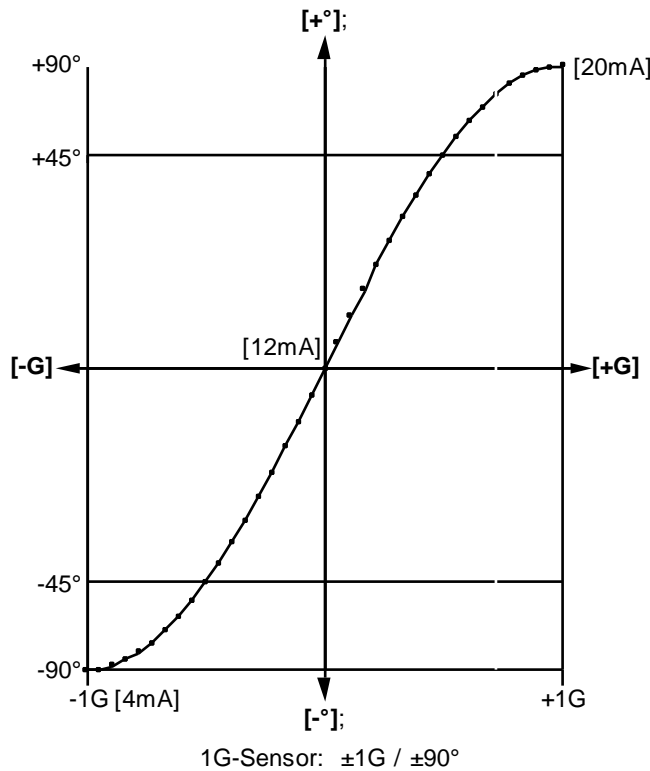


Obiges Bild für Y-Achse:  
Neigung nach Links mit Stecker nach rechts:  
Signal verändert sich von 12mA (0°-Stellung)  
in Richtung 20mA



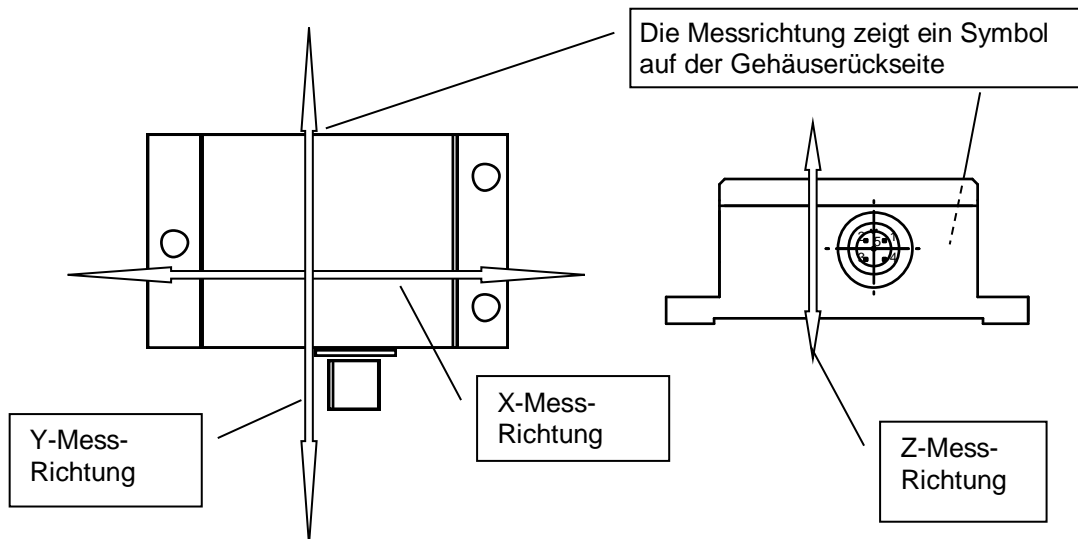
Obiges Bild für Y-Achse:  
Neigung nach Links mit Stecker nach Links  
Signal verändert sich von 12mA (0°-Stellung)  
in Richtung 4mA

Da sich der Winkel zwischen Schwerkraft (immer vertikal) und der Messzunge im Mess-Element mit dessen Neigung ändert, ist die Beziehung zwischen Neigungswinkel und Ausgangssignal eine Sinusfunktion



Für horizontale Beschleunigung ist der Ausgang linear proportional zur Beschleunigung. (Vertikale Beschleunigung ergibt ein Offset von 1G, weshalb ein Messbereich grösser als 1G gewählt werden muss).

### 3.4 Einbau bei Beschleunigungen und Vibrationen



### 3.5 0-Punkt-Abgleich

Grundsätzlich sind die Sensoren der SCA1X4-Serie auf 0° justiert/abgeglichen. Doch durch den Einbau in die Applikation entsteht ein mechanischer Versatz zwischen dem Sensor und dem Applikationsgegenstand. Für genaue Neigungsmessungen empfehlen wir, die Sensoren auf 0° respektiv den 12mA-Punkt = 0g abzugleichen. Der Abgleich wird in der Auswertung (kundenseitig) mittels anpassen der Offset-Spannung gemacht. Damit erhöht sich die Absolutgenauigkeit erheblich. (siehe auch Kap. 3.4 Temperaturkompensation)

### 3.6 Temperatur-Kompensationen

Durch die physikalische Ausdehnung/Schrumpfung des Messelementes bei Temperatur Änderungen ändert sich der geometrische Aufbau des Messelementes geringfügig. Dies wirkt sich auf das Messresultat aus. Durch die symmetrische Form des Sensorelementes wird diese Wirkung grösstenteils automatisch kompensiert. Die verbleibende Temperaturdrift ist gering, muss jedoch bei sehr genauen Anwendungen zusätzlich kompensiert werden.

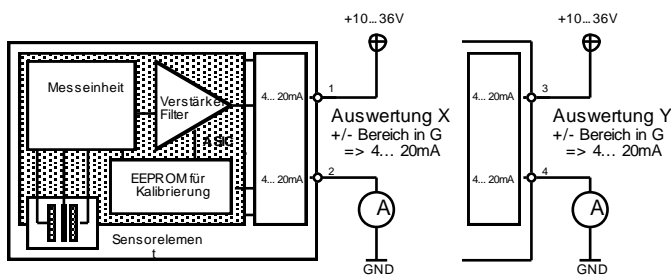
Methoden:

- Verwenden von temperaturkompensierten Sensoren (z.B SCA1X4-D02FA oder -D04FA).
- In Präzisions-Anwendungen, in denen Genauigkeiten über Temperatur im Bereich von 0,01..0.05° wichtig sind, kann der Anwender in Ruhelage bei 2 oder 3 verschiedenen Temperaturen der 0-Punkt aufnehmen und in seiner Steuerung eine entsprechende Korrektur hinterlegen. Damit kann eine massive Genauigkeitsverbesserung erzielt werden.
- Bitte kontaktieren Sie dazu unsere Berater unter Tel: +41 44 806 22 00.

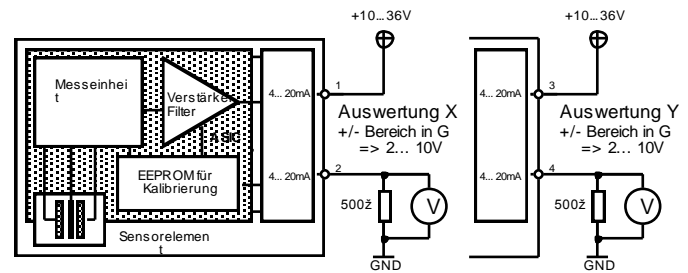
## 4. Einbau Elektrisch

### 4.1 Schema

Auswertung mit direkter Strommessung



Auswertung mit Spannungsmessung

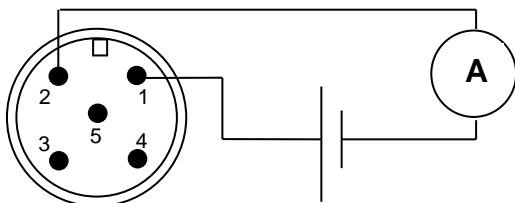


Für 2...10 V Ausgang sind 500Ω  
 und für 1...5 V sind 250 Ω zu verwenden

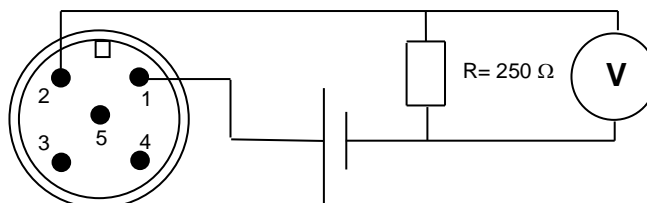


## 4.2 Stecker

Auswertung mit direkter Strommessung



Auswertung mit Spannungsmessung



Pin 1: X-Achse  
Pin 2: X-Achse  
Pin 3: Y-Achse (falls SCA124)  
Pin 4: Y-Achse (falls SCA124)

(Ansicht von Vorderseite des Einbausteckers am Sensor =  
Rückseite/Anschlussseite der weiblichen Kabelbuchse)

Dabei gilt bei direkter Strommessung:

SCA 114T/124T – D04FA: Winkel (°) =  $\arcsin((\text{Ausgabe in mA} - 12)/8)$   
Ausgabe in mA =  $12 + (\sin(\text{Winkel } (^\circ)) * 8)$

SCA 114T/124T – D02FA: Winkel (°) =  $\arcsin((\text{Ausgabe in mA} - 12)/16)$   
Ausgabe in mA =  $12 + (\sin(\text{Winkel } (^\circ)) * 16)$

Dabei gilt bei Spannungsmessung:

SCA 114T/124T – D04FA: Winkel (°) =  $\arcsin(((\text{Ausgabe in V}/250 * 1000) - 12)/8)$   
Ausgabe in V =  $(12 + (\sin(\text{Winkel } (^\circ)) * 8)) * 250 / 1000$

SCA 114T/124T – D02FA: Winkel (°) =  $\arcsin(((\text{Ausgabe in V}/250 * 1000) - 12)/16)$   
Ausgabe in V =  $(12 + (\sin(\text{Winkel } (^\circ)) * 16)) * 250 / 1000$

**Für die direkte Berechnung vom Messsignal in Winkel (z.B. bei Messaufgaben) ist der Bereich 4...12mA zu bevorzugen, da dieser justiert ist. (Justierung bei 4 und 12m auf dem Referenznormal)**

Die Wiederholbarkeit und Auflösung ist im ganzen Bereich von 4...20mA unter Berücksichtigung der Sinus-Funktion gleich.

## 4.3 Kabel

### 4.3.1: Anschlussbelegung

Bei Anwendung eines genormten Kabel (z.B. 40PKabelM12 mit M12 Stecker für Sensor, bei uns erhältlich) gelten folgende Kabel-Farben: (Nummern siehe oben Kapitel „4.2 Stecker“)

**1 = braun, 2 = weiss, 3 = blau, 4 = schwarz, 5 = grau**

**Wird die Ader 3 und 4 nicht verwendet (1-achsige Neigesensoren), sollten diese auf „Ground“ gelegt werden. Damit werden Störungen von außen vermieden.**

### 4.3.2: Wasserdichtigkeit

Bei der Verwendung von Kabel-Stecker und Kabel ist unbedingt darauf zu achten, daß diese der geforderten IP-Klasse entsprechen. Die Erfahrung zeigt, daß verschraubte Kabel-Stecker **oft nur IP65...67** erreichen.

**Sollte IP68 erreicht werden**, verweisen wir auf unsere IP68 Sensoren, in denen das Kabel durch eine IP68 Kabelverschraubung direkt in den Sensor eingefügt wird. Wir haben diese Version in einem Alpsee während 5 Wochen auf 10m Tiefe erfolgreich getestet. Bitte kontaktieren Sie dazu unsere Berater unter Tel: +41 44 806 22 00