

# Bedienungsanleitung

## 4-20 mA Schwingungs- sensor

# KSI84xx

v1.32.034



Manfred Weber

Metra Mess- und Frequenztechnik in Radebeul e.K.

Meissner Str. 58 - D-01445 Radebeul

Tel. +49-351 836 2191 Fax +49-351 836 2940

Email: [info@MMF.de](mailto:info@MMF.de) Internet: [www.MMF.de](http://www.MMF.de)

## Überarbeitung:

Ausgabe	Firmware	Änderung
15.11.2021	v1.32.030	neues Kapitel: <a href="#">4.8 Gesamtgenauigkeit</a>
20.01.2022		Änderung: <a href="#">4.2.2 Sensorkabel</a> ; <a href="#">4.2.3 Erdungskonzept</a>
20.01.2022	v1.32.031	neue Typen mit 5 m/s <sup>2</sup> Range
		Vergrößerung der <a href="#">Aussteuerreserve</a> für KSI84Ax Typen mit TP ≤ 1 kHz: siehe Kapitel <a href="#">4.5.5</a>
13.05.2022	v1.32.033	Bestelloption: <a href="#">Stromausgang auf 20 mA begrenzt</a>
		Änderung der <a href="#">Aktualisierungsrate</a> PEAK-Messung: 0,5 s
		Neue Sensortypen <a href="#">KSI84D-3-300-xx</a> für Wegmessung
13.06.2022	v1.32.034	<a href="#">Aktualisierungsrate</a> bei KSI84AR-1k-10k-xxx: 62,5 ms
11.04.2023		<a href="#">Mechanische Eigenschaften</a> : Anzugsmoment Sensor
20.06.2023		<a href="#">Aussteuerreserve</a> : Anpassung für KSI84D

## Herausgeber:

Manfred Weber  
Metra Mess- und Frequenztechnik in Radebeul e.K.  
Meißner Str. 58  
D-01445 Radebeul

Tel. 0351-836 2191  
Fax 0351-836 2940  
Email [Info@MMF.de](mailto:Info@MMF.de)  
Internet [www.MMF.de](http://www.MMF.de)

Hinweis: Die jeweils aktuellste Fassung dieser Anleitung finden Sie als PDF unter <http://www.mmf.de/produktliteratur.htm>

Alle Rechte, auch die der Übersetzung vorbehalten.  
Änderungen vorbehalten.

© 2021 Manfred Weber Metra Mess- und Frequenztechnik in Radebeul e.K.

Ausgabe: 20.06.2023

# Inhalt

<b>1 Verwendungszweck</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Funktionsweise</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Sensorauswahl</b> .....	<b>5</b>
3.1 Frequenzbereich (HP, LP) .....	5
3.2 Messbereich (Range).....	6
3.3 Typencode .....	7
<b>4 Sensorbetrieb</b> .....	<b>7</b>
4.1 Sensormontage.....	7
4.2 Sensoranschluss.....	8
4.2.1 Anschluss der Schleifenversorgung.....	8
4.2.2 Sensorkabel.....	8
4.2.3 Erdungskonzept.....	8
4.3 Messung des Sensorstromes.....	9
4.3.1 Maximaler Lastwiderstand $R_L$ .....	10
4.4 Sensor-Selbsttest.....	10
4.5 Messbetrieb .....	10
4.5.1 Übertragungsfaktor $B_i$ .....	10
4.5.2 Berechnung der Messgröße .....	11
4.5.3 Offsetstrom und <i>Rauschen</i> .....	11
4.5.4 Linearer Messbereich $x_{min}...x_{max}$ .....	12
4.5.5 Aussteuerungsreserve .....	12
4.6 Übersteuerungsanzeige .....	13
4.7 Messwerterfassung.....	13
4.7.1 Mittelwertfilter - Einschwingzeit.....	13
4.8 Gesamtgenauigkeit .....	14
4.9 Fehlermeldungen .....	15
4.9.1 Schritte zur Behebung des LOOP-Errors.....	15
<b>5 Technische Daten</b> .....	<b>16</b>
5.1 Technische Eigenschaften des 4-20mA Wandlers.....	16
5.2 Elektrische Eigenschaften.....	16
5.3 Mechanische Eigenschaften .....	16
5.4 Umgebungsbedingungen .....	17
5.5 Typenliste.....	17
5.5.1 Beschleunigung, RMS .....	17
5.5.2 Beschleunigung, PEAK.....	18
5.5.3 Geschwindigkeit, RMS.....	18
5.5.4 Geschwindigkeit, PEAK.....	19
5.5.5 Schwingweg.....	19
5.6 Abmessungen .....	20
<b>Garantie</b> .....	<b>21</b>
<b>Konformitätserklärung</b> .....	<b>21</b>

# 1 Verwendungszweck

Die Schwingungssensoren der Familie KSI84xx dienen zur Messung der Schwingbeschleunigung, Geschwindigkeit oder des Wegs an Maschinen und Objekten.

Gemessen wird die Amplitude der Schwingung in Achsrichtung des Sensors in einem definierten Frequenzband. Das Messergebnis wird als 4-20-mA-Signal ausgegeben. Die Stromversorgung des Sensors erfolgt über dieselbe Signalleitung.

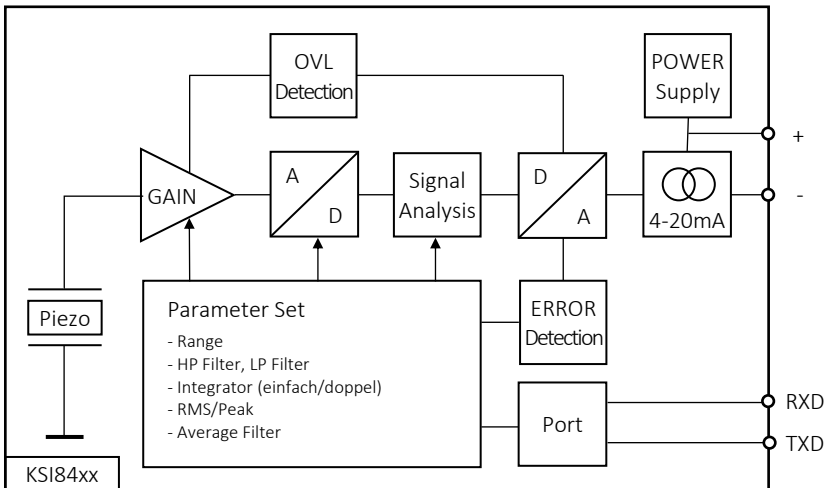
Die Sensoren der Familie KSI84xx sind parametrierbar. Es gibt unterschiedliche Typen für verschiedene Anwendungen in mehreren Messbereichen. So entsprechen die Sensoren u.a. den Festlegungen für Schwingstärkemessgeräte nach [ISO 2954](#).

Mögliche Anwendungsfelder sind:

- Messung der Laufruhe an rotierenden Maschinen und Hubkolbenmaschinen nach [ISO 10816](#) / [ISO 20816](#)
- Messung von Lagerschwingungen nach [VDI 3832](#) etc.
- Messung von Schwingungen in definierten Frequenzbändern

Die Sensoren sind geeignet für den Einsatz unter rauen Umgebungsbedingungen. Das Gehäuse ist elektrisch isoliert, doppelt geschirmt und hat den Schutzgrad IP68.

# 2 Funktionsweise



Die Sensoren der Familie KSI84xx sind piezoelektrische Schwingungssensoren.

Als Sensorelement wird ein piezoelektrischer Beschleunigungssensor verwendet, dessen elektrisches Ausgangssignal zunächst verstärkt und digitalisiert wird.

Die Signalverarbeitung erfolgt digital. Das Signal wird mit parametrierbaren Filtern (HP, LP) bandbegrenzt, wahlweise integriert und die Amplitudengröße Effektivwert (RMS) oder Spitzenwert (Peak) ermittelt. Abschließend wird die Amplitudengröße mit einem 16-Bit-DAC in ein 4-20 mA Analogsignal gewandelt.

Es kann entweder die Beschleunigung (ohne Integrator), die Geschwindigkeit (Integrator) oder der Weg (Doppelintegrator) der Schwingung gemessen werden.

Darüber hinaus wird die fehlerfreie Funktion des Sensors überwacht. Defekte und Übersteuerungen werden durch Ausgabe eines [Fehlerstroms](#) gemeldet.

Die Sensoren werden vor Auslieferung entsprechend des [Typencodes](#) des Sensors parametrisiert.

### 3 Sensorauswahl

Es gibt fünf verschiedene Grundtypen, die sich in der Messgröße (Q) und der Amplitudengröße (M) unterscheiden.

Sensortypen	KS184AR	KS184AP	KS184VR	KS184VP	KS184D
Messgröße <b>Q</b>	Beschleunigung		Geschwindigkeit		Weg
Amplitudengröße <b>M</b>	RMS	PEAK	RMS	PEAK	PEAK-PEAK

Des Weiteren unterscheiden sich die Typen in dem zu verarbeitenden Frequenzbereich (HP, LP) und in ihrem Messbereich (Range).

#### 3.1 Frequenzbereich (HP, LP)

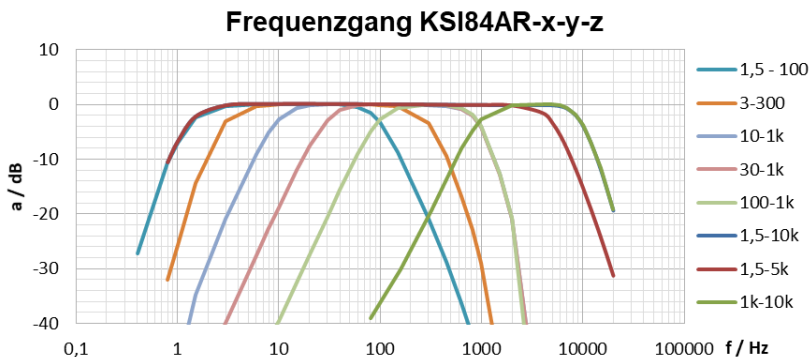
Der zu verarbeitende Frequenzbereich des Sensors wird in der [Typenliste](#) durch die Kennwerte HP und LP beschrieben.

**HP** ist die -3 dB Grenzfrequenz des Hochpass-Filters, die untere Grenzfrequenz des Sensors.

**LP** ist die -3 dB Grenzfrequenz des Tiefpass-Filters, die obere Grenzfrequenz des Sensors.

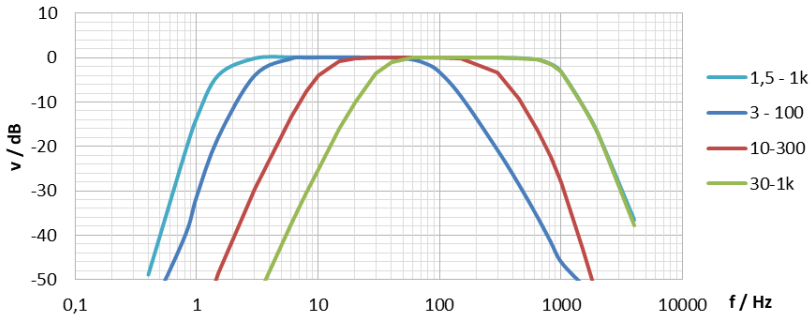
Alle Frequenzen zwischen unterer und oberer Grenzfrequenz liefern einen Beitrag zum Messergebnis.

Die HP- und LP-Filter der Sensortypen für die Messgröße **Beschleunigung** sind IIR-Filter 2. Ordnung mit einer Dämpfung von -40 dB/Dekade im Sperrbereich.



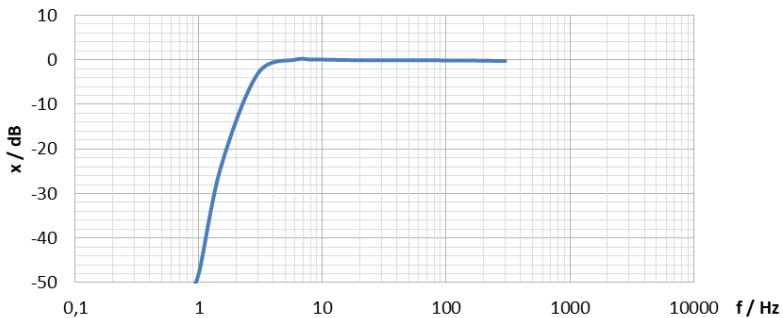
Das HP-Filter der Sensortypen für die Messgröße **Geschwindigkeit** besitzt eine Dämpfung von -50 dB/Dekade im Sperrbereich, das LP-Filter eine Dämpfung von -40 dB/Dekade.

### Frequenzgang KSI84VR-x-y-z



Das HP-Filter der Sensortypen für die Messgröße **Weg** besitzt eine Dämpfung von -60 dB/Dekade im Sperrbereich. Die obere Grenzfrequenz beträgt 300 Hz. Sie ergibt sich, durch die starke Abnahme der [Aussteuerreserve](#) mit zunehmender Frequenz. Bei 300 Hz beträgt die maximale Aussteuerung nur noch 1 % des [Messbereiches](#) (Range).

### Frequenzgang KSI84D-3-300-x



## 3.2 Messbereich (Range)

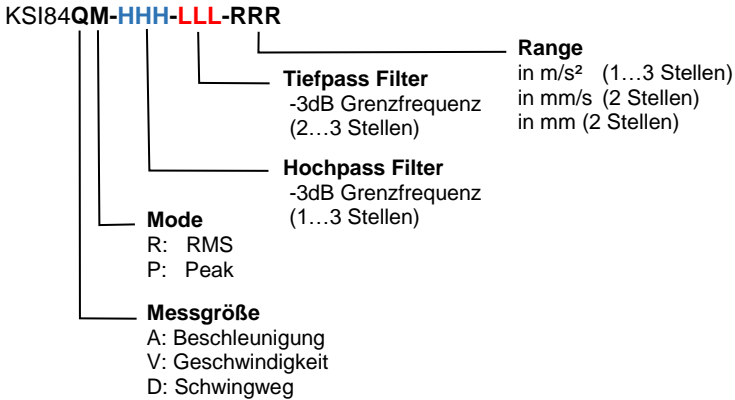
Der in der [Typenliste](#) angegebene Messbereich (Range) entspricht dem Wert der Messgröße, bei dem der Sensorstrom 20 mA beträgt. Bei diesem Wert ist der Sensor zu 100 % angesteuert.

Das Messergebnis sollte immer im [linearen Messbereich](#) des Sensors liegen. Er reicht von 4,16 mA (1 %) bis 22 mA (112,5 %).

Falls 22 mA von der verwendeten Messtechnik nicht verarbeitet werden können, kann optional der **Ausgangsstrom auf 20 mA begrenzt** werden (ggf. bei Bestellung angeben).

### 3.3 Typencode

Der Typencode wird auf dem Sensor angegeben. Er entspricht dem dargestellten Schlüssel. Innerhalb des Typencodes werden nur ganzzahlige Werte dargestellt, Nachkommastellen entfallen



## 4 Sensorbetrieb

### 4.1 Sensormontage

Das Messergebnis hängt erheblich von der Auswahl eines geeigneten Messpunktes ab. Wir empfehlen, hierbei Fachpersonal mit Erfahrungen in der Maschinenüberwachung einzubeziehen.

Generell ist es ratsam, Maschinenschwingungen möglichst nah an ihrer Quelle zu erfassen, um Verfälschungen des Messsignals gering zu halten. Geeignete Messpunkte sind starre Bauteile, z.B. Lager- oder Getriebegehäuse. Ungeeignet sind Messpunkte an leichten oder mechanisch nachgiebigen Maschinenteilen, wie Bleche und Verkleidungen. Der Standard DIN/ISO 10816 gibt weitere Empfehlungen für die Messstellenwahl.

Die Montage des KSI84xx erfolgt über die M8-Gewindebohrung im Boden des Sensors. Man kann den Sensor entweder direkt mit einem M8-Gewindestift [Type 043](#) montieren oder den [Klebeflansch Typ 229](#) mit M8-Gewindebolzen verwenden, welcher mit Epoxidharz aufgeklebt wird.

Alternativ ist auch eine Befestigung mit den Haftmagneten [Typ 208](#) oder [Typ 008 mit Adapter 044](#) möglich.

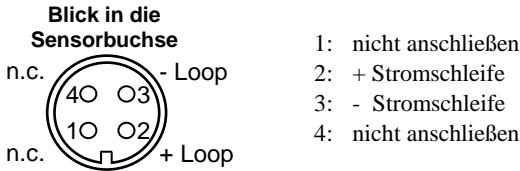
Der Sensor ist mit seiner gesamten Montagefläche an das Messobjekt zu montieren. Die Koppelfläche soll eben sein und eine geringe Rauigkeit aufweisen. Ungeeignet sind raue Gussflächen oder Lackierungen.

Eine dünne Schicht Silikonfett auf der Koppelfläche verbessert die Schwingungsübertragung.

## 4.2 Sensoranschluss

### 4.2.1 Anschluss der Schleifenversorgung

Der Sensor wird über den Steckverbinder mit PIN 2 (+) und PIN 3 (-) an die Spannungsversorgung angeschlossen. PIN 1 und PIN 4 sind nicht anzuschließen.



Die Versorgungsspannung  $U_s$  soll störungsfrei sein und 10 bis 30 V betragen.

Bei Umgebungstemperaturen über 80 °C sind niedrige Spannungen zu bevorzugen, um die Eigenerwärmung infolge der umgesetzten Verlustleistung zu reduzieren.

### 4.2.2 Sensorkabel

Für einen optimalen EMV-Schutz empfehlen wir, ein zweiadriges, geschirmtes Kabel zu verwenden.

Alternativ kann der Sensor auch mit einem vieradrigen, geschirmten Kabel mit angespritztem Stecker angeschlossen werden. Die ungenutzten Adern müssen offen bleiben.

Folgendes Anschlusszubehör wird von Metra angeboten:

- [Typ 080G/W](#): Kabelbuchse Binder 713 gerade (G) oder abgewinkelt (W) mit Schraubklemmen zum Anschluss an vorhandene Kabel; Schutzgrad IP67
- [Typ 082-B713G-PIG-x](#) bzw. [Typ 082-B713W-PIG-x](#): x m-Kabel, geschirmt, mit Kabelbuchse Binder 713 gerade (G) oder abgewinkelt (W) und offenen Kabelenden; Schutzgrad IP67

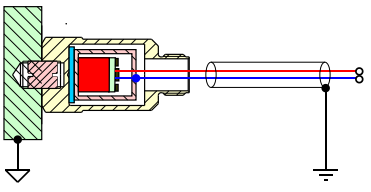
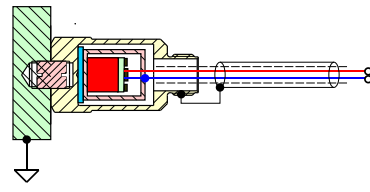
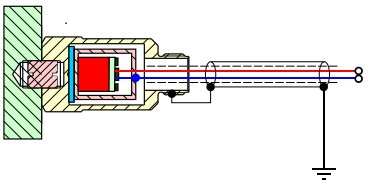
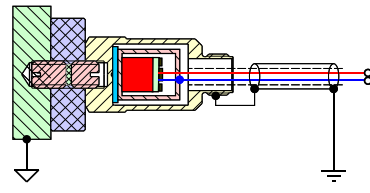
Das Kabel soll so verlegt werden, dass es nicht parallel zu Starkstromleitungen verläuft und ausreichend Abstand zu potenziellen Störquellen hat.

### 4.2.3 Erdungskonzept

Zum Schutz gegen elektromagnetische Störungen besitzt der Sensor ein äußeres und ein inneres Gehäuse zur Schirmung. Beide Gehäuse sind voneinander elektrisch isoliert.

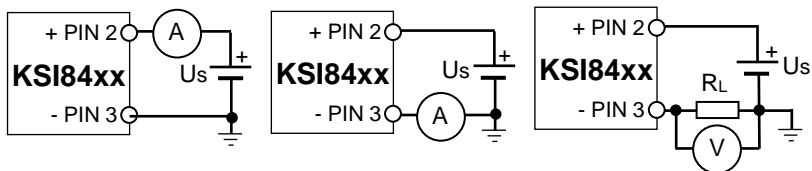
Das innere Gehäuse ist mit dem Potential der negativen Schleifenleitung über PIN3 verbunden. Das äußere Sensorgehäuse wird entweder direkt über das M8-Gewinde mit dem Maschinenpotential am Montageort verbunden (Fall 1) oder bezieht sein Bezugspotential über den Kabelschirm (Fall 2).



Fall 1: Sensormontage auf Maschinenpotential	
 <p>Sensoranschluss mit <a href="#">Typ 080G/W</a>, <a href="#">Typ 082-B713G-PIG-x</a> oder <a href="#">Typ 082-B713W-PIG-x</a>: Sensorstecker elektrisch isoliert → <b>Schirm am Gerät mit Erde verbinden</b></p>	 <p>Sensoranschluss mit <a href="#">Metallstecker</a> oder <a href="#">Kabel mit angespritztem Stecker</a> Schirm am Gewinding angeschlossen → <b>Schirm auf Geräteseite <u>offen</u> lassen</b></p>
Fall 2: potentialfreie Montage	Fall 2: Isolierte Montage
 <p>Sensoranschluss mit <a href="#">Metallstecker</a> oder <a href="#">Kabel mit angespritztem Stecker</a> → <b>Schirm am Gerät mit Erde verbinden</b></p>	 <p>Sensoranschluss mit <a href="#">Metallstecker</a> oder <a href="#">Kabel mit angespritztem Stecker</a> → <b>Schirm am Gerät mit Erde verbinden</b></p>

### 4.3 Messung des Sensorstromes

Die nachfolgende Abbildung zeigt verschiedene Möglichkeiten, den Sensorstrom zu messen.



Der Sensorstrom kann entweder direkt mit einem in Reihe geschalteten Strommessgerät gemessen werden oder indirekt durch Messung der Spannungsabfalls über den Lastwiderstand  $R_L$  an PIN 3.

Wählen Sie den in der ersten Abbildung gezeigten Anschluss für einen optimalen **EMV**-Schutz.

Der Spannungsabfall  $u_L$  über  $R_L$  ergibt sich aus dem Sensorstrom wie folgt:

$$u_L = R_L \cdot i_{sensor}$$

Nachfolgende Tabelle zeigt den sich ergebenden Spannungsabfall in Volt in Abhängigkeit vom Sensorstrom bei Verwendung verschiedener Lastwiderstände  $R_L$ .

Aussteuerung	$i_{\text{Sensor}}$	Spannungsabfall über $R_L$		
		125 $\Omega$	250 $\Omega$	500 $\Omega$
0 %	4 mA	0,5 V	1 V	2 V
10 %	5,6 mA	0,7 V	1,4 V	2,8 V
20 %	7,2 mA	0,9 V	1,8 V	3,6 V
50 %	12,0 mA	1,5 V	3 V	6 V
100 %	20,0 mA	2,5 V	5 V	10 V
112,5 %	22,0 mA	2,75 V	5,5 V	11 V

### 4.3.1 Maximaler Lastwiderstand $R_L$

Der maximale Lastwiderstand der Stromschleife  $R_L$  ist von der Versorgungsspannung  $U_S$  abhängig. Er ergibt sich aus der Bedingung, dass bei einem Sensorstrom von 24 mA noch 7 V über Sensor anliegen müssen.

Der Lastwiderstand berechnet sich somit aus:

$$R_L \leq \frac{U_S - 7 \text{ V}}{24 \text{ mA}} \approx 40 \cdot (U_S - 7) * \text{ohm}$$

$R_L$  : Lastwiderstand der Stromschleife  
 $U_S$ : Versorgungsspannung in V

Bei einer Versorgungsspannung  $U_S = 24 \text{ V}$  darf der Lastwiderstand  $R_L$  somit maximal 680  $\Omega$  groß sein.

## 4.4 Sensor-Selbsttest

Nach dem Anschluss an eine Spannungsversorgung startet der Sensor einen Selbsttest.

Während des Selbsttests gibt der Sensor den max. Sensorstrom (22 mA<sup>1)</sup>) und den [Offsetstrom](#) von 4 mA für eine Dauer von 2 Sekunden aus. Diese Ströme können mit einem Messgerät kontrolliert werden, um die ordnungsgemäße Funktion sicherzustellen

Liegt kein Fehler vor, so beginnt danach der normale Messbetrieb, in dem der Sensorstrom dem aktuellen Messwert entspricht.

Ist der Sensor nicht in der Lage 22 mA<sup>1)</sup> auszugeben, so liegt ein [LOOP-Error](#) vor. In diesem Fall wiederholt der Sensor den Selbsttest bis der Fehler behoben wurde.

## 4.5 Messbetrieb

### 4.5.1 Übertragungsfaktor $B_i$

Im Messbetrieb ist der ausgegebene Sensorstrom  $i_{\text{Sensor}}$  proportional zur Amplitude der Messgröße  $x$ . Diesem Strom ist ein konstanter [Offsetstrom](#) von 4 mA überlagert, aus dem die Sensorelektronik versorgt wird.

$$i_{\text{Sensor}} = B_i \cdot x + 4 \text{ mA}$$

Der Proportionalitätsfaktor ist der Übertragungsfaktor  $B_i$ . Der Übertragungsfaktor ist abhängig vom Messbereich des Sensors. Er ergibt sich aus dem Quotienten der Stromänderung bei 100 % Aussteuerung und dem Messbereich.

<sup>1)</sup> 20 mA für Bestelloption mit [begrenztem Ausgangsstrom](#)

$$B_i = \frac{(20 \text{ mA} - 4 \text{ mA})}{\text{Range}} = \frac{16 \text{ mA}}{\text{Range}}$$

Nachfolgende Tabelle enthält die Übertragungsfaktoren für die unterschiedlichen Messbereiche (Range).

	Messbereich in m/s <sup>2</sup>						
<b>KSI84Ax</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>500</b>
$B_{ia} / \text{mA/m/s}^2$	3,2	1,6	0,8	0,32	0,16	0,08	0,032

	Messbereich in mm/s					
<b>KSI84Vx</b>	<b>10</b>	<b>12,7</b>	<b>20</b>	<b>25,4</b>	<b>40</b>	<b>50,8</b>
$B_{iv} / \text{mA/mm/s}$	1,6	1,26	0,8	0,63	0,4	0,315

	Messbereich in mm					
<b>KSI84D</b>	<b>10</b>	<b>12,7</b>	<b>20</b>	<b>25,4</b>	<b>40</b>	<b>50,8</b>
$B_{id} / \text{mA/mm}$	1,6	1,26	0,8	0,63	0,4	0,315

Die Temperaturabhängigkeit des Übertragungsfaktor  $B_{ix}$  wird elektronisch korrigiert. Der verbleibende TK( $B_i$ ) ist in den [Technischen Daten](#) zu entnehmen.

#### 4.5.2 Berechnung der Messgröße

Die Amplitude der Messgröße (a, v oder d) ergibt sich aus dem Sensorstrom wie folgt:

$$a, v, d = \frac{1}{B_{ix}} \cdot (i_{\text{Sensor}} - 4 \text{ mA}) = \frac{\text{Range}}{16 \text{ mA}} \cdot (i_{\text{Sensor}} - 4 \text{ mA})$$

#### 4.5.3 Offsetstrom und Rauschen

Der Offsetstrom  $i_{\text{off}}$  des Sensors beträgt **4 mA**. Dies ist der **Nullpunkt** der Messwertausgabe. Der Wert ist kalibriert und wird während des [Selbsttests](#) zur Kontrolle ausgegeben.

Befindet sich der Sensor in Ruhe, so misst man einen etwas größeren Stromwert, den Ruhestrom. Der Ruhestrom ist der kleinste Wert der Messwertausgabe. Er setzt sich aus dem Offsetstrom und dem Strom des Sensorrauschens zusammen.

$$i(0) = i_{\text{off}} + i_{\text{Rausch}}$$

Das **Rauschen** ist typenabhängig und wird in der [Typenliste](#) in m/s<sup>2</sup> bzw. mm/s angegeben. Durch Multiplikation mit dem [Übertragungsfaktor](#)  $B_i$  erhält man:

$$i_{\text{Rausch}} = \text{Rauschen} \cdot \frac{16 \text{ mA}}{\text{Range}}$$

Der Offsetstrom  $i_{\text{off}}$  ändert sich nur geringfügig über Temperatur und Zeit. Angaben hierzu sind in den [Technischen Daten](#) enthalten.

#### 4.5.4 Linearer Messbereich $x_{min} \dots x_{max}$

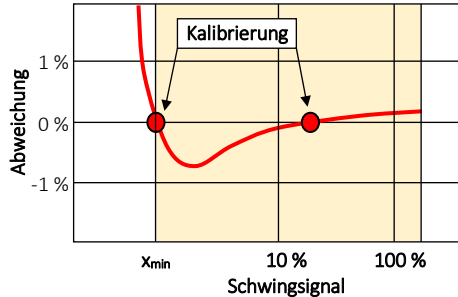
Der Stromschleifensensor wird bei zwei Anregungsamplituden kalibriert, um eine optimale Linearität des Sensorstromes im gesamten Messbereich zu erzielen.

Der nutzbare Messbereich des Sensors reicht von ...

	$x_{min}$	$x_{max}$	Sensortypen
(1)	1 % des Messbereichs (4,16 mA)	112,5 % des Messbereichs (22 mA) <sup>1)</sup>	alle Typen außer (2)
(2)	2 % des Messbereichs (4,32 mA)		KSI84AP-xx-10k-xxx KSI84AR-xx-xx-5

Innerhalb dieses Messbereichs wird die in den [Technischen Daten](#) angegebene Linearität des Übertragungsfaktors (Verstärkungsfehler) eingehalten.

Ist das Schwingensignal **kleiner** als die minimale Aussteuerung  $x_{min}$ , erhöht sich der Messfehler aufgrund des Sensorrauschens und der begrenzten Auflösung des AD-Wandlers.



Bei Schwingungsamplituden, die **größer** als die maximale Aussteuerung  $x_{max}$  sind, steigt der Sensorstrom nicht mehr an. Er bleibt konstant auf **22 mA**<sup>1)</sup>. Es muss ein Sensor mit einem größeren Messbereich (Range) verwendet werden.

#### 4.5.5 Aussteuerungsreserve

Die Aussteuerungsreserve ist der maximal zulässige Spitzenwert der Amplitude, der verarbeitet werden kann, ohne dass die Signalverarbeitung übersteuert. Sie wird in nachfolgender Tabelle für die entsprechende Schwinggröße und die unterschiedlichen Messbereiche dargestellt.

		Messbereich in m/s <sup>2</sup>						
KSI84Ax		5	10	20	50	100	200	500
a_pk / m/s <sup>2</sup>	LP ≤ 1 kHz	47	47	95	195	390	780	780
a_pk / m/s <sup>2</sup>	LP ≥ 5 kHz	-	47	47	95	195	390	780

		Messbereich in mm/s						
KSI84Vx		10	12,7	20	25,4	40	50,8	
v_pk / mm/s	@160 Hz	95	95	190	190	380	380	
v_pk / mm/s	@640 Hz	24	24	48	48	95	95	

		Messbereich in mm						
KSI84D		10	12,7	20	25,4	40	50,8	
x_pk-pk / mm	@16 Hz	40	40	80	80	160	160	
x_pk-pk / mm	@32 Hz	10	10	20	20	40	40	
x_pk-pk / mm	@160 Hz	0,4	0,4	0,8	0,8	1,6	1,6	

<sup>1)</sup> optional 20 mA (100%) erhältlich

Für die Messgröße **Beschleunigung** ist die Aussteuerungsreserve im gesamten Frequenzbereich konstant. Die Sensoreinstellung TP des Tiefpassfilters definiert hierbei den jeweiligen Wertebereich.

Die Aussteuerungsreserve der Messgröße **Geschwindigkeit** ist frequenzabhängig. Bei Verdopplung der Frequenz halbiert sich ihr Wert.

Die Aussteuerungsreserve der Messgröße **Weg** ist stark frequenzabhängig. 100 % des Messbereichs steht nur bei Frequenzen  $f \leq 32$  Hz zur Verfügung. Bei höheren Frequenzen ist der Messbereich eingeschränkt. Er reduziert sich um den Faktor  $\frac{1}{4}$  mit jeder Frequenzverdopplung.

## 4.6 Übersteuerungsanzeige

Zu Signalisierung einer vorhandenen Übersteuerung gibt der Sensor den **maximalen Ausgangsstrom** von 22 mA<sup>1)</sup> aus. Dabei muss die Übersteuerung nicht zwingend im linearen Frequenzbereich des Sensors liegen. Sie kann auch im Sperrbereich des Sensors auftreten.

Liegt eine Übersteuerung vor, so ist das Messergebnis fehlerhaft und es muss ein Sensor mit einem größeren Messbereich (Range) verwendet werden.

## 4.7 Messwerterfassung

Der Stromausgang des Sensors wird alle 0,5 Sekunden aktualisiert. Ausgenommen hiervon sind nur die Typen KSI84AR-1k-10k-xx, bei denen die Aktualisierungsrate 62,5 ms beträgt.

Die RMS-Messung basiert auf allen Abtastwerten innerhalb dieses Zeitfensters.

Die PEAK-Messung nutzt die Abtastwerte von zwei aufeinanderfolgenden Zeitfenstern. Dadurch ergibt sich ein PEAK-Hold von 1s.

### 4.7.1 Mittelwertfilter - Einschwingzeit

Um die Signalwelligkeit bei niedrigen Frequenzen zu reduzieren und den Störabstand zu verbessern, ist zusätzlich ein gleitendes Mittelwertfilter aktiv. Die Anzahl der Mittelungen  $N$  ist einstellbar.

**Standardmäßig** wird der Sensor in der Einstellung  $N = \text{auto}$  ausgeliefert. In diesem Modus hängt die Anzahl der Mittelungen  $N$  vom der Amplitudengröße (RMS, PEAK) und von der Einstellung des Hochpassfilters ab.

	Mittelwert-Filter = auto	
HP-Filter	RMS	PEAK
1.5 Hz / 3 Hz / 10 Hz	N = 8	N = 8
30 Hz / 100 Hz	N = 4	
1 kHz	N = 1	

**Optional** kann das Mittelwert-Filter auch mit den Einstellungen  $N = 1, 2, 4, 8$  bezogen werden. Die Einstellung kann auch im Nachhinein angepasst werden.

<sup>1)</sup> 20 mA für Bestelloption mit [begrenztem Ausgangsstrom](#)

Das Mittelwert-Filter bewirkt eine Signalverzögerung. Ändert sich das Schwingensignal sprunghaft, so ändert sich das Sensorsignal nur gleitend. Die Änderung ist erst nach der Einschwingzeit  $T$  abgeschlossen.

Nachfolgend ist der Zusammenhang zwischen der Anzahl der Mittlungen  $N$  und der sich ergebenden minimalen Einschwingzeit  $T$  dargestellt.

N	PEAK	RMS, HP < 1 kHz	RMS, HP = 1 kHz
1		$T = 0,5 \text{ s}$	$T = 62,5 \text{ ms}$
2		$T = 1 \text{ s}$	$T = 125 \text{ ms}$
4		$T = 2 \text{ s}$	$T = 250 \text{ ms}$
8		$T = 4 \text{ s}$	$T = 0,5 \text{ s}$

Für den Einsatz des Sensors in einer geschlossenen Regelschleife empfehlen wir, eine kurze Einschwingzeit zu verwenden. Bitte bei der Bestellung mit angeben:  $N=1$  oder  $N=2$ .

## 4.8 Gesamtgenauigkeit

Alle Schwingungssensoren der Familie KSI84xx werden vor Auslieferung individuell vermessen und kalibriert. Die Kalibrierung erfolgt sowohl elektrisch, als auch mechanisch in unserem [zertifizierten Schwingungsmesslabor](#).

Systematische Fehlereinflüsse der Temperatur werden durch die Signalverarbeitung weitestgehend korrigiert.

Nachfolgende Übersicht enthält die wichtigsten Fehlergrößen zur Abschätzung der Gesamtgenauigkeit des Sensors.

Fehlergrößen	Max	Bedeutung
Grundgenauigkeit des Nennmessbereiches	2 %	Genauigkeit der Sinuskalibrierung des Sensors auf dem Schwingtisch (bei einer bestimmten Amplitude und Frequenz, bei $T = 23 \text{ }^\circ\text{C}$ )
Linearität	2 %	Zusätzlicher Fehler bei einer beliebigen Amplitude. Der typische Verlauf ist in Kapitel 4.5.4 dargestellt. Der Fehler ist am größten am unteren Ende des <a href="#">linearen Messbereichs</a> .
Temperatur	$E_T$ %	Zusätzlicher Fehler bei einer beliebigen Temperatur innerhalb des Arbeitstemperaturbereichs. $E_T(T) = TK(B_i) \cdot (T - 23 \text{ }^\circ\text{C})$
<a href="#">Frequenzgang</a>	1 %	Zusätzlicher Fehler infolge der Abweichung des Sensorfrequenzgangs vom idealen Frequenzgang.
Grundgenauigkeit des <a href="#">Offsetstromes</a>	1 $\mu\text{A}$	Diese Fehler beeinflussen den Nullpunkt des Sensors. Ihr Beitrag zum Gesamtfehler ist nur bei sehr geringer Aussteuerung relevant.
Drift des Offsetstroms	<a href="#">siehe 5.1</a>	
<a href="#">Rauschen</a>	<a href="#">siehe 5.5</a>	

## 4.9 Fehlermeldungen

Liegt der Sensorstrom zwischen 4 mA und 22 mA<sup>1)</sup> so befindet sich der Sensor im Messbetrieb. Ist dies der Fall, arbeitet der Sensor fehlerfrei.

Stromwerte außerhalb dieses Bereiches werden zur Signalisierung von Fehlern verwendet. Folgende Tabelle gibt einen Überblick:

Strom	Fehler	Ursache	Abhilfe
3,75 mA	LOOP Error	Der Sensorstrom kann nicht ausgegeben werden, da die Stromschleife falsch dimensioniert ist.	Neustart des Sensors. Es liegt ein LOOP-Fehler vor, wenn der Sensor nach dem Neustart im <a href="#">Selbsttest</a> bleibt. → <b>Schritte 4.9.1</b>
	SENSOR Error	Die Signalverarbeitung des Sensors arbeitet nicht normal.	Neustart des Sensors. Wenn weiterhin 3,75 mA ausgegeben werden, ist der Sensor defekt → <b>Sensor austauschen</b>
22 mA <sup>1)</sup>	<a href="#">Übersteuerung</a> (OVL)	Schwingsignal zu groß	Messbereich (Range) des Sensors vergrößern → <b>Sensor austauschen</b>

### 4.9.1 Schritte zur Behebung des LOOP-Errors

1. [Lastwiderstand R<sub>L</sub>](#) überprüfen, Lastwiderstand verringern
2. Spannungsversorgung überprüfen, [Versorgungsspannung U<sub>s</sub>](#) erhöhen

<sup>1)</sup> 20 mA für Bestelloption mit [begrenztem Ausgangsstrom](#)

# 5 Technische Daten

5.1 Technische Eigenschaften des 4-20mA Wandlers			
Sensorsystem		piezoelekt. Beschleunigung	
Messgröße	Q KSI84A-x-x-x KSI84V-x-x-x KSI84D-x-x-x	entspr. <a href="#">Typencode</a> Beschleunigung Geschwindigkeit Schwingweg	m/s <sup>2</sup> mm/s mm <sub>pk-pk</sub>
Mode	M KSI84xR-x-x-x KSI84xP-x-x-x	entspr. <a href="#">Typencode</a> RMS PEAK	... pk
Linearer Frequenzgang HP-Filter <sup>1)</sup> -3dB LP-Filter <sup>2)</sup> -3dB	f <sub>HP</sub> KSI84xx-HP-x-x f <sub>LP</sub> KSI84xx-LP-x	entspr. <a href="#">Typencode</a> 1,5 / 3 / 10 / 30 / 100 / 1k 100 / 300 / 1 k / 5k / 10k	Hz Hz
Nennmessbereich <sup>1)</sup> ± Genauigkeit	X <sub>N</sub> @20 mA, @23°C KSI84A-x-x-x-R KSI84V-x-x-x-R KSI84D-x-x-x-R	entspr. <a href="#">Typencode</a> 5/10/20/50/100/200/500 ± 2 % 10/12,7/20/25,4/40/50,8 ± 2 % 10/12,7/20/25,4/40/50,8 ± 5 %	m/s <sup>2</sup> mm/s mm <sub>pk-pk</sub>
linearer Messbereich	X <sub>min</sub> ... X <sub>max</sub>	1...112,5 <sup>3)</sup> ; (2...112,5) <sup>4)</sup>	% von X <sub>N</sub>
Linearitätsfehler des Übertragungsfaktors	δB <sub>ix</sub> @X <sub>min</sub> ...X <sub>max</sub> @23°C	± 2	%
Temperaturkoeffizient des Übertragungsfaktors	TK(B)	+ 0,015	%/K
max. Offsetdrift vs. Temperatur	Δ <sub>loff</sub> @T <sub>min</sub> ...T <sub>max</sub>	± 4	μA
max. Offsetdrift vs. Zeit	Δ <sub>loff</sub> @5.000 h	+ 1	μA
Auflösung (Rauschen)		siehe <a href="#">Typenliste</a>	
Querrichtungsfaktor	G <sub>90max</sub>	< 5	%
5.2 Elektrische Eigenschaften			
Stromausgang		4...22 <sup>3)</sup>	mA
Versorgungsspannung	U <sub>s</sub>	10...30	V
Einschwingzeit <sup>5)</sup>	T @f <sub>HP</sub> =1kHz; RMS @alle Typen	< 0,125 < 5	s s
Lastwiderstand	R <sub>L</sub>	< 40 · (U <sub>s</sub> - 7)	Ω
Isolationswiderstand	R <sub>ISO</sub> @250 VDC	> 4000	MΩ
Durchschlagsfestigkeit	U <sub>ISO</sub>	350	VDC
5.3 Mechanische Eigenschaften			
Abmessungen	Ø / h	SW22 / 43,1	mm
Masse	m	60 / 2,1	g / oz
Gehäusematerial		Edelstahl	
Befestigung		Gewindebohrung M8 x 5,5	
Anzugsmoment Sensor		8	Nm
Kontaktbuchse		Binder 713, 4 pol, male	

<sup>1)</sup> Typencode enthält nur ganzzahlige Werte, keine Nachkommastellen

<sup>2)</sup> Die Bedingung LP ≥ 10 · HP muss erfüllt sein

<sup>3)</sup> 20 mA (100 %) für Bestelloption mit [begrenztem Ausgangsstrom](#)

<sup>4)</sup> Eingeschränkter Linearer Messbereich für [Typencode KSI84AP-x-10k-x](#) und [KSI84AR-x-x-5](#)

<sup>5)</sup> [Einschwingzeit](#) für Mittelwert-Filter = auto, optional auch 1..5 (0,125...0,6) s erhältlich



5.4 Umgebungsbedingungen			
Arbeitstemperaturbereich	T <sub>min</sub> / T <sub>max</sub>	-40 / 100	°C
Schutzgrad		IP68	
Bruchbeschleunigung	a <sub>max</sub>	5000	g
EMV		EN 61326-2-3:2013	

## 5.5 Typenliste

### 5.5.1 Beschleunigung, RMS

Q	M	HP Hz	LP Hz	Range m/s <sup>2</sup>	Typencode	Rauschen m/s <sup>2</sup>	
a	RMS	1,5	100 300 1k	5	KS184AR-1-LP-5	0,005	
				10	KS184AR-1-LP-10	0,005	
				20	KS184AR-1-LP-20	0,005	
				50	KS184AR-1-LP-50	0,007	
				100	KS184AR-1-LP-100	0,007	
				200	KS184AR-1-LP-200	0,008	
				500	KS184AR-1-LP-500	0,016	
			5k	10	KS184AR-1-5k-10	0,020	
				20	KS184AR-1-5k-20	0,020	
				50	KS184AR-1-5k-50	0,030	
				100	KS184AR-1-5k-100	0,060	
				200	KS184AR-1-5k-200	0,080	
			10k	500	KS184AR-1-5k-500	0,160	
				20	KS184AR-1-10k-20	0,050	
		50		KS184AR-1-10k-50	0,090		
		100		KS184AR-1-10k-100	0,180		
		200		KS184AR-1-10k-200	0,200		
		3 10 30 100	100 <sup>1)</sup> 300 <sup>1)</sup> 1k	1k	500	KS184AR-1-10k-500	0,250
					5	KS184AR-HP-LP-5	0,005
					10	KS184AR-HP-LP-10	0,005
					20	KS184AR-HP-LP-20	0,005
					50	KS184AR-HP-LP-50	0,007
					100	KS184AR-HP-LP-100	0,007
					200	KS184AR-HP-LP-200	0,008
					500	KS184AR-HP-LP-500	0,016
		1k	10k	10k	20	KS184AR-1k-10k-20	0,050
					50	KS184AR-1k-10k-50	0,090
					100	KS184AR-1k-10k-100	0,180
					200	KS184AR-1k-10k-200	0,200
					500	KS184AR-1k-10k-500	0,250

<sup>1)</sup> die Bedingung  $LP \geq 10 \cdot HP$  muss erfüllt sein

### 5.5.2 Beschleunigung, PEAK

Q	M	HP Hz	LP Hz	Range m/s <sup>2</sup> pk	Typencode	Rauschen m/s <sup>2</sup> pk
a	Peak	1.5	100 300 1k	10	KSI84AP-1-LP-10	0.005
				20	KSI84AP-1-LP-20	0.005
				50	KSI84AP-1-LP-50	0.007
				100	KSI84AP-1-LP-100	0.007
				200	KSI84AP-1-LP-200	0.008
				500	KSI84AP-1-LP-500	0.016
			5k	10	KSI84AP-1-5k-10	0.020
				20	KSI84AP-1-5k-20	0.020
				50	KSI84AP-1-5k-50	0.030
				100	KSI84AP-1-5k-100	0.060
				200	KSI84AP-1-5k-200	0.080
			10k	50	KSI84AP-1-10k-50	0.090
				100	KSI84AP-1-10k-100	0.180
				200	KSI84AP-1-10k-200	0.200
				500	KSI84AP-1-10k-500	0.250
		3 10 30 100	100 <sup>1)</sup> 300 <sup>1)</sup> 1k	10	KSI84AP-HP-LP-10	0.005
				20	KSI84AP-HP-LP-20	0.005
				50	KSI84AP-HP-LP-50	0.007
				100	KSI84AP-HP-LP-100	0.007
				200	KSI84AP-HP-LP-200	0.008
				500	KSI84AP-HP-LP-500	0.016
		1k	10k	50	KSI84AP-1k-10k-50	0.090
				100	KSI84AP-1k-10k-100	0.180
				200	KSI84AP-1k-10k-200	0.200
				500	KSI84AP-1k-10k-500	0.250

<sup>1)</sup> die Bedingung  $LP \geq 10 \cdot HP$  muss erfüllt sein

### 5.5.3 Geschwindigkeit, RMS

Q	M	HP Hz	LP Hz	Range mm/s	Typencode	Rauschen mm/s
v	RMS	1,5	100 300, 1k	40	KSI84VR-1-LP-40	0,100
				50,8	KSI84VR-1-LP-50	
		3	100 300 1k	20	KSI84VR-3-LP-20	0,035
				25,4	KSI84VR-3-LP-25	
				40	KSI84VR-3-LP-40	
				50,8	KSI84VR-3-LP-50	

**(Fortsetzung) Geschwindigkeit, RMS**

Q	M	HP Hz	LP Hz	Range mm/s	Typencode	Rauschen mm/s
		10 <sup>1)</sup>	100 300 1k <sup>1)</sup>	10	KS184VR-10-LP-10	0,010
				12,7	KS184VR-10-LP-12	
				20	KS184VR-10-LP-20	
				25,4	KS184VR-10-LP-25	
				40	KS184VR-10-LP-40	
				50,8	KS184VR-10-LP-50	
		30	300 1k	10	KS184VR-30-LP-10	0,005
				12,7	KS184VR-30-LP-12	
				20	KS184VR-30-LP-20	
				25,4	KS184VR-30-LP-25	
				40	KS184VR-30-LP-40	
				50,8	KS184VR-30-LP-50	

<sup>1)</sup> entspricht den Festlegungen für Schwingstärkemessgeräte nach [ISO 2954](#)

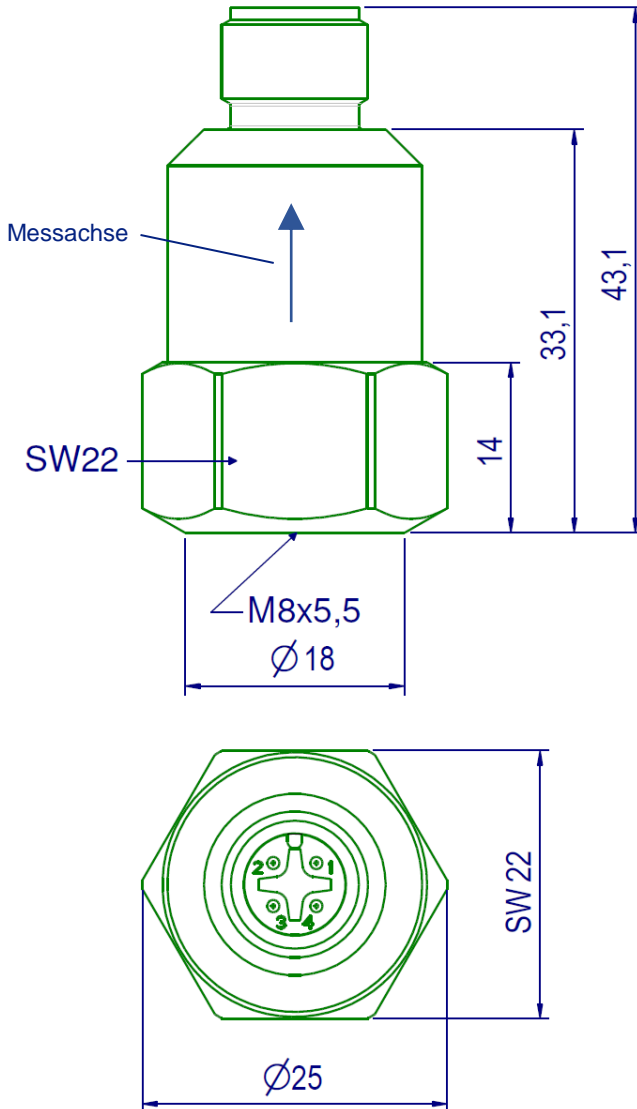
**5.5.4 Geschwindigkeit, PEAK**

Q	M	HP Hz	LP Hz	Range mm/s <sub>pk</sub>	Typencode	Rauschen mm/s <sub>pk</sub>
v	Peak	10	100 300 1k	20	KS184VP-10-LP-20	0,010
				25,4	KS184VP-10-LP-25	
				40	KS184VP-10-LP-40	
				50,8	KS184VP-10-LP-50	
		30	300 1k	10	KS184VP-30-LP-10	0,005
				12,7	KS184VP-30-LP-12	
				20	KS184VP-30-LP-20	
				25,4	KS184VP-30-LP-25	
				40	KS184VP-30-LP-40	
				50,8	KS184VP-30-LP-50	

**5.5.5 Schwingweg**

Q	M	HP Hz	LP Hz	Range mm <sub>pk-pk</sub>	Typencode	Rauschen mm <sub>pk-pk</sub>
d	Peak- Peak	3	300	10	KS184D-3-300-10	0,016
				12,7	KS184D-3-300-12	0,020
				20	KS184D-3-300-20	0,032
				25,4	KS184D-3-300-25	0,040
				40	KS184D-3-300-40	0,064
				50,8	KS184D-3-300-50	0,080

## 5.6 Abmessungen



## Garantie

Metra gewährt auf dieses Produkt eine Herstellergarantie von  
**24 Monaten.**

Die Garantiezeit beginnt mit dem Rechnungsdatum.

Die Rechnung ist aufzubewahren und im Garantiefall vorzulegen.  
Die Garantiezeit endet nach Ablauf von 24 Monaten nach dem Kauf,  
unabhängig davon, ob bereits Garantieleistungen erbracht wurden.

Durch die Garantie wird gewährleistet, dass das Gerät frei von  
Fabrikations- und Materialfehlern ist, die die Funktion entsprechend  
der Bedienungsanleitung beeinträchtigen.

Garantieansprüche entfallen bei unsachgemäßer Behandlung,  
insbesondere Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung, Betrieb außerhalb  
der Spezifikation und Eingriffen durch nicht autorisierte Personen.

Die Garantie wird geleistet, indem nach Entscheidung durch Metra  
einzelne Teile oder das Gerät ausgetauscht werden.

Die Kosten für die Versendung des Gerätes an Metra trägt der Erwerber.  
Die Kosten für die Rücksendung trägt Metra.

## Konformitätserklärung

nach EU-Richtlinie 2014/30/EU

Produkt: Schwingungssensor  
Typ: KSI84xx

Hiermit wird bestätigt, dass das oben beschriebene Produkt den  
folgenden Anforderungen entspricht:

EN 61326-2-3:2013  
EN61000-6-4:2006 + A1:2011  
EN61000-6-2:2005

Diese Erklärung wird verantwortlich für den Hersteller

Manfred Weber Metra Mess- und Frequenztechnik in Radebeul e.K.  
Meißner Str. 58, D-01445 Radebeul

abgegeben durch:



Michael Weber, Radebeul, den 28. Juli 2020