

Diese Broschüre wurde Ihnen überreicht von:

SCHAEFFLER

Lamb

Max Lamb GmbH & Co. KG

Am Bauhof 2 | 97076 Würzburg

Tel. +49 931 2794-0 | Fax +49 931 2794-211

E-Mail: info@lamb.de | www.lamb.de



Schaeffler SpindleSense

Spindelüberwachung durch Verlagerungsmessung

Vorwort

Der Maschinen- und Anlagenbau ist vom Trend zu intelligenten und vernetzten Maschinen geprägt. Dabei wird die Gewinnung von Informationen zum Betriebszustand der Maschinen immer wichtiger. Überall, wo sich Maschinenkomponenten bewegen, besteht Bedarf an Daten zu Messgrößen wie Geschwindigkeit, Drehzahl, Kraft oder Temperatur. Der ideale Ort für die Erfassung dieser Daten ist oftmals die Lagerstelle. Die hohe Präzision der Wälzlager und die Genauigkeit der Umgebungskonstruktion ermöglichen dort eine hohe Qualität der Messung.

Insbesondere bei Werkzeugmaschinen ist es von großer Bedeutung, kritische Maschinenzustände rechtzeitig zu erkennen. Zudem können die gemessenen Prozessdaten helfen, den Produktionsprozess weiter zu optimieren.

Schaeffler bietet mit Schaeffler SpindleSense eine sehr kompakte Lösung für Hauptspindeln an und ermöglicht damit eine Verlagerungsmessung, die von der Prozessüberwachung bis hin zur Realisierung einer Closed-Loop-Prozessregelung eingesetzt werden kann. Zusätzlich enthält Schaeffler SpindleSense eine integrierte Auswerteeinheit. Diese ermöglicht es, in Verbindung mit FAG-Spindellagern und nach Anpassung des Bewertungsalgorithmus an Spindel und Maschine eine Überlast an der Spindellagerung zu melden.

**Aktuelle
Produktinformationen
immer online**

Die vorliegende Ausgabe dieser Publikation beschreibt den Stand der Produktinformationen zum Zeitpunkt der Veröffentlichung.

Die aktuelle Ausgabe der TPI 258 steht zum Download bereit unter:
■ www.schaeffler.de/std/1F32.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Merkmale	
Aufbau	4
Messprinzip.....	5
Funktionsumfang.....	5
Schnittstellen	6
Gebrauchsdauer	7
Bestellbezeichnung	8
Konstruktions- und Sicherheitshinweise	
Gestaltung der Lagerstelle	9
Toleranzen	9
Stehender Außenring	9
Anordnung.....	10
Demontagegerechte Konstruktion.....	10
Anschluss.....	11
Spannungsversorgung	12
Elektromagnetische Verträglichkeit	12
Zulässige Hilfs- und Betriebsstoffe	12
Einsatzgrenzen	13
Ausschlusskriterien.....	13
Umgebungsbedingungen	13
Maßtabelle	
Schaeffler SpindleSense	14
Anhang	
Anfrageformular	

Schaeffler SpindleSense

Merkmale

Schaeffler SpindleSense ist ein kompaktes Messsystem für den Einsatz in Werkzeugmaschinen. Es ermöglicht die berührungslose und hochgenaue Messung der Verlagerung zwischen Welle und Gehäuse mit hoher Messfrequenz.

In Verbindung mit FAG-Spindellagern besteht zusätzlich die Möglichkeit einer Überlasterkennung. So können Schäden und dadurch hervorgerufene Maschinenstillstände vermieden werden.

Aufbau

Die Sensoreinheit setzt sich aus einem Sensoring, jeweils einem axialen und einem radialen Messring zusammen.

① Sensoreinheit

Komponenten der Sensoreinheit:

- ② Sensoring
- ③ Radialer Messring
- ④ Axialer Messring



Bild 1
Sensoreinheit

Im Sensoring sind integriert:

- Jeweils 3 axial und 3 radial ausgerichtete Wirbelstrom-Abstandssensoren
- Auswerteeinheit (Hard- und Software)
- Anschlusskabel für Datenaustausch und Spannungsversorgung.

- ① Wirbelstrom-Abstandssensoren
- ② Auswerteeinheit
- ③ Anschlusskabel



Bild 2
Sensoring
(Abbildung ohne Modulträger
und ohne Vergussmasse)

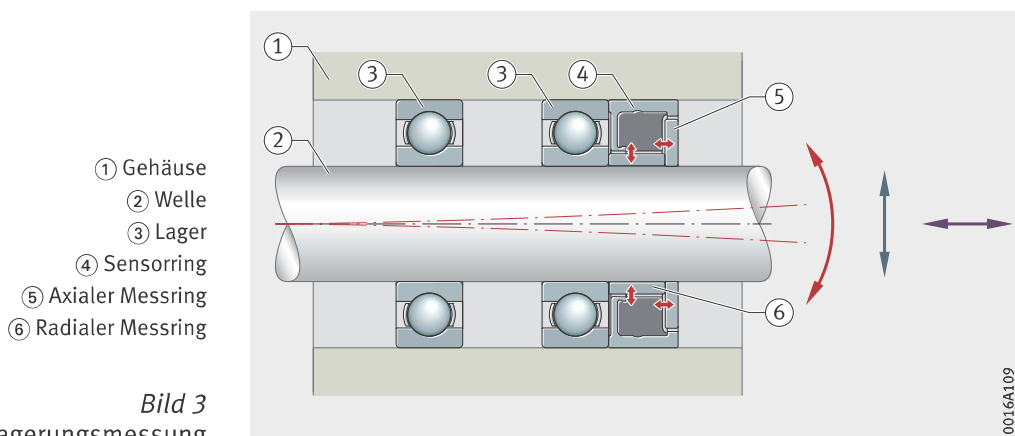
Werkstoffe

Komponente	Werkstoff
Sensoring, Messringe	100Cr6
Vergussmasse	Epoxidharz
Kabelmantel des Anschlusskabels	Polyurethan

Messprinzip

Die Abstandssensoren messen mit einer Auflösung von ca. 1 µm die axiale und radiale Verlagerung zwischen dem fest im Gehäuse sitzenden Sensorring und den auf der Welle sitzenden Messringen. Die so ermittelten Verlagerungen und Verkippungen werden mit einer Frequenz von 1 kHz über CAN-Bus ausgegeben.

Bei entsprechender Parametrierung berechnet die im Sensorring integrierte Auswerteeinheit außerdem die Belastung des Lagers. Dafür muss dem Sensorring zusätzlich das Drehzahlsignal der Spindel zugeführt werden. Die Auswerteeinheit erkennt dann kritische Zustände innerhalb von 2 ms und meldet diese über den CAN-Bus und über den digitalen Signalausgang an die Maschinensteuerung.



Die Verlagerung entsteht durch Axialbelastung, Radialbelastung, Verkippung und Temperatur. Bei der Interpretation der Messergebnisse müssen diese Einflüsse berücksichtigt werden.



Zur Sicherstellung einer korrekten Interpretation der Verlagerungsmessung ist eine umfassende Analyse des Anwendungsfalls durch Schaeffler erforderlich!

Funktionsumfang

Schaeffler SpindleSense wird standardmäßig in einer Basisversion mit Verlagerungsmessung geliefert (Funktionsumfang: C-A1).

Bei Verwendung in Kombination mit FAG-Spindellagern kann die Funktion auf die Erkennung einer Überlastung der Spindellager erweitert werden. Dazu ist eine anwendungsspezifische Konfiguration des Sensorrings durch Schaeffler erforderlich.

Funktionsumfang

Bezeichnung	Beschreibung
C-A1	Ausgabe der gemessenen Verlagerungen (axial und radial) und Verkippungen über CAN-Bus
Upgrade	Ausgabe von Alarmmeldungen, wenn Grenzwerte für Belastung oder Kinematik überschritten werden

Der Funktionsumfang ist Bestandteil der Bestellbezeichnung, siehe Seite 8.

Schaeffler SpindleSense

Schnittstellen

Schaeffler SpindleSense beinhaltet folgende Schnittstellen, *Bild 4, Bild 5* und Tabelle:

- CAN-Bus als Kommunikationsschnittstelle zwischen Sensoring und Windows-PC und zur Ausgabe von Messdaten für die Weiterverarbeitung. Eine Konfigurationssoftware bietet umfangreiche Einstellmöglichkeiten und ermöglicht Software-Updates
- Spannungsversorgung
- Alarm- und Fehlerausgang
- Drehzahl-Signal-Eingang (HTL-kompatibel).

Bild 4
Schnittstellen
(Funktionsumfang: C-A1)

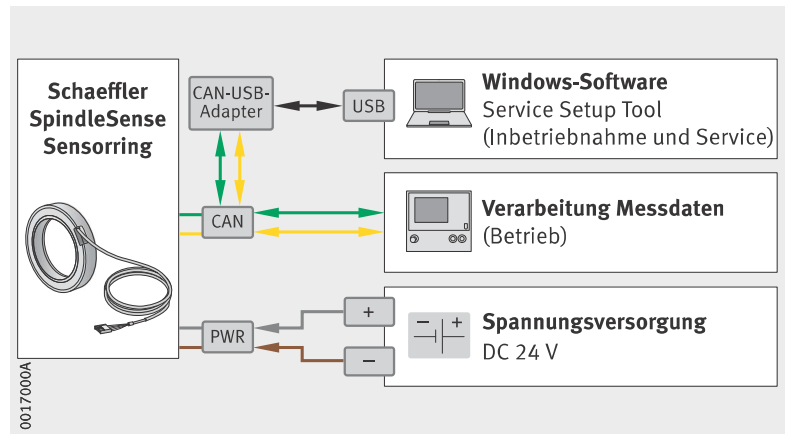
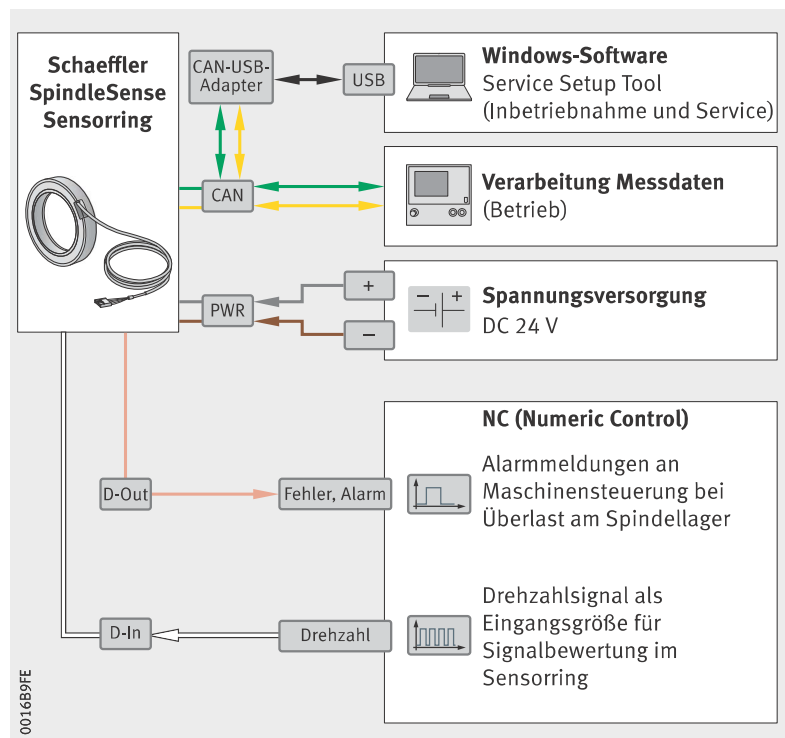


Bild 5
Schnittstellen
(Funktionsumfang: C-A1 + Upgrade)



Eigenschaften der Schnittstellen

Name	Eigenschaft		
CAN	CAN-Bus		
	Symbolrate	1 MBd (High-Speed-CAN)	
	Protokoll	proprietär	
PWR	Spannungsversorgung DC 24 V, siehe Tabelle, Seite 12		
D-Out	Digitalausgang		
	Ausgabespannung (Signalart)	Normalbetrieb	24 V (konstant)
		Alarm (Überlast)	0 V (konstant)
		Fehler	0 V bis 24 V (Rechtecksignal, 1 Hz)
	Ausgabespannung (Dauer)	Normalbetrieb	kontinuierlich
		Alarm (Überlast)	konfigurierbar
		Fehler	solange der Fehler besteht ¹⁾
Ausgabestrom	dauerhaft	50 mA	
	maximal	100 mA	
D-In	Digitaleingang		
	Signaltyp	Drehzahl (HTL-kompatibel)	
	Signalspannung	0 V bis 24 V (Rechtecksignal)	

¹⁾ Mindestdauer = 50 ms.

Während dieser Zeit erfolgt keine Signalausgabe über den CAN-Bus.

Gebrauchsdauer

Für Schaeffler SpindleSense wurde eine Gebrauchsdauer von 18 000 Stunden nachgewiesen.

Der Ermittlung der Gebrauchsdauer basiert auf einem spezifischen Temperaturkollektiv, siehe Tabelle.

Temperaturkollektiv

Temperatur °C	Zeitanteil bei Gebrauchsdauertest %
0	1
+23	20
+40	69
+75	9
+80	1

Schaeffler SpindleSense

Bestellbezeichnung Den Aufbau der Bestellbezeichnung zeigt *Bild 6*.

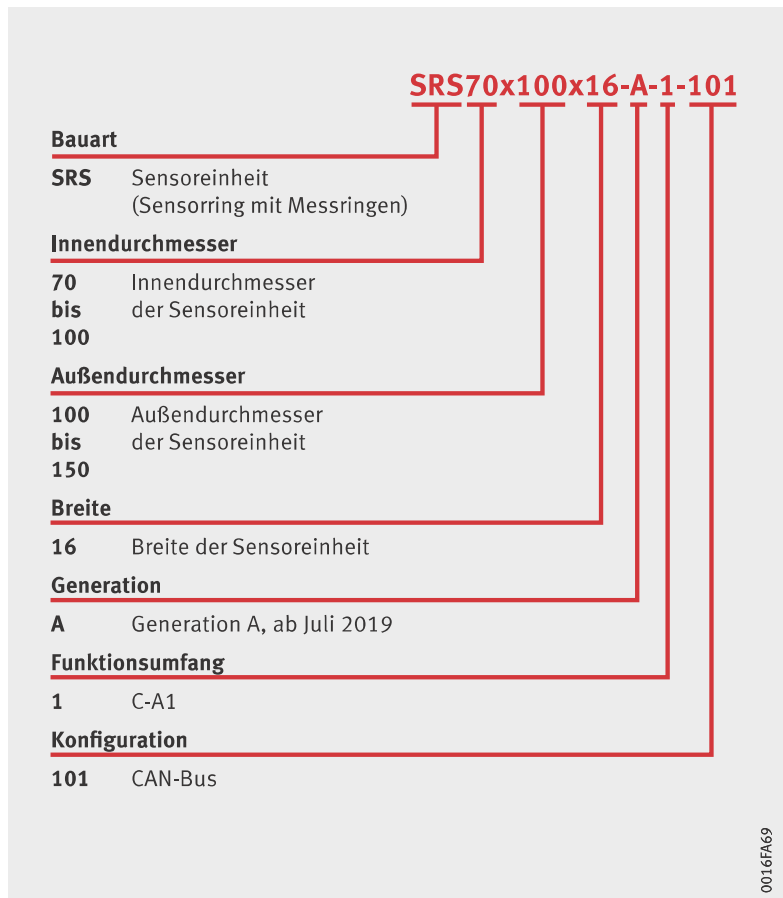


Bild 6
Bestellbezeichnung

Konstruktions- und Sicherheitshinweise Gestaltung der Lagerstelle

Schaeffler SpindleSense wird in direkter Umgebung von Schaeffler-Spindellagern eingebaut. Die Anforderungen an die Einbaustelle ergeben sich aus den Anforderungen der Spindellager.

Toleranzen

Die erforderlichen Bearbeitungstoleranzen von Welle und Gehäuse beim Einbau von Schaeffler SpindleSense sind identisch mit denen, die für die Spindellager erforderlich sind.

Hinweis zu den Toleranzen von Schaeffler SpindleSense:

- Die Toleranzen der Sensorringe, der axialen Messringe und der radialen Messringe sind, mit Ausnahme der Bohrungstoleranzen der radialen Messringe, an die Toleranzen von Schaeffler-Zwischenringen angelehnt.
- Die Bohrungstoleranzen der radialen Messringe sind an die Bohrungstoleranzen von Schaeffler-Spindellagern angelehnt.

Angaben zu den Toleranzen von Schaeffler SpindleSense, siehe Maßtabelle.

Weitere Informationen

Tabellen mit Bearbeitungstoleranzen für Welle und Gehäuse sowie Tabellen mit Toleranzen von Schaeffler-Spindellagern und Schaeffler-Zwischenringen:

- Katalog SP 1, Hochgenauigkeitslager.

Stehender Außenring

Schaeffler SpindleSense ist aufgrund der Kabelanbindung auf Anwendungen mit stehendem Außenring beschränkt.

Eine Verdrehsicherung ist nicht erforderlich. Der Sensorring wird durch axiale Verspannung gegen Verdrehen gesichert.

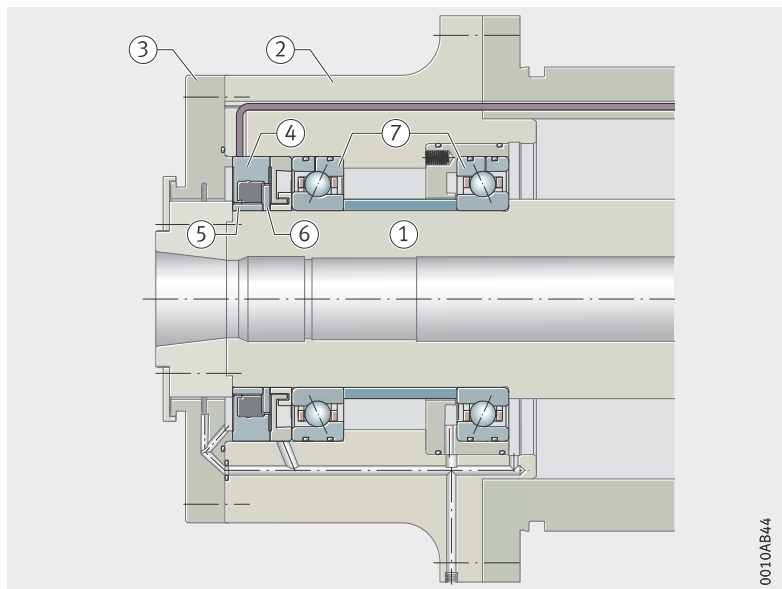
Schaeffler SpindleSense

Anordnung Die bevorzugte Einbauposition für Schaeffler SpindleSense befindet sich direkt vor dem ersten Lager an der Arbeitsseite der Spindel, zwischen dem Lager und der Werkzeugschnittstelle, *Bild 7*.

Diese Anordnung führt aufgrund des kleinstmöglichen Abstands zwischen Sensorring und Lager zur größtmöglichen Genauigkeit der Verlagerungsmessung und der daraus berechneten Belastung des Lagers.

- ① Welle
- ② Gehäuse
- ③ Gehäusedeckel
- ④ Sensorring
- ⑤ Radialer Messring
- ⑥ Axialer Messring
- ⑦ Lager

Bild 7
Anordnung



Bei Lagern mit Öl-Luft-Schmierung empfehlen wir einen Zwischenring, durch den das Öl abgeführt werden kann.



Schmier- und Kühlmedien sollen nicht durch den Spalt zwischen dem Sensorring und den Messringen von Schaeffler SpindleSense geleitet werden!

Wir empfehlen, das Kabel im Spalt zwischen Gehäuse und Deckel nach außen zu führen, *Bild 7*.

Demontagerechte Konstruktion

Die Konstruktion sollte so gestaltet werden, dass eine Demontage des Sensorrings und der Messringe möglich ist, ohne Kräfte über den Verguss der Elektronik des Sensorrings zu leiten.

Die Demontagekräfte können über den Stahlring des Sensorrings geleitet werden.



Werden Demontagekräfte über den Verguss der Elektronik des Sensorrings geleitet, kann die Elektronik beschädigt werden!

Anschluss

Schaeffler SpindleSense wird mit einem 6-poligen, 2 m langen, nicht schleppkettentauglichen Anschlusskabel geliefert, *Bild 8*. Das Kabel kann nach dem Einbau in die Spindel auf die erforderliche Länge gekürzt werden.

Am Kabel befindet sich ein provisorischer Stecker, der zur einfachen Erstkonfiguration sowie dem Schutz der Litzen während des Transports dient. Dieser Stecker ist abzutrennen und durch einen geeigneten Stecker zu ersetzen.

Der Kabelausschlass ist so gestaltet, dass das Kabel sowohl in axialer als auch in radialer Richtung vom Sensorring weggeführt werden kann.

- ① Sensorring
- ② Kabelausschlass, axial und radial
- ③ Anschlusskabel
- ④ Provisorischer Stecker und Transportschutz (zu entfernen)

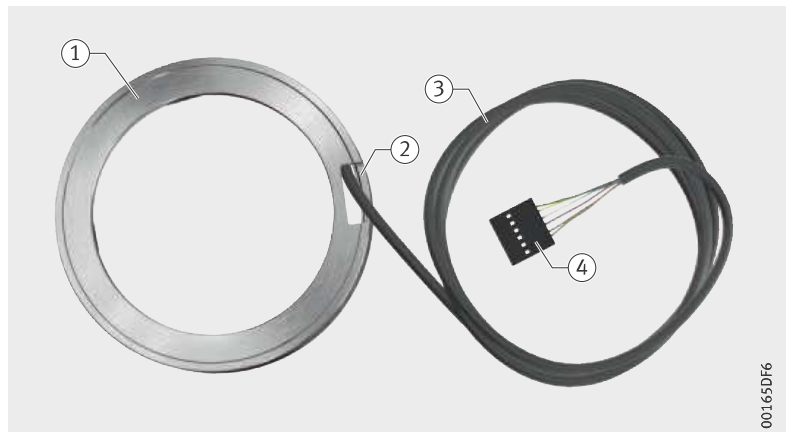


Bild 8
Sensorring mit Anschlusskabel

Das Anschlusskabel, siehe Tabellen, Seite 11 und Seite 12, ist mit einem möglichst kleinen Querschnitt ausgeführt, um eine platzsparende Verlegung zu ermöglichen.

Anschlusskabel Technische Daten

Bezeichnung	Wert	
Typ	geschirmtes Sensorkabel	
Länge	2 m	
Leiterquerschnitt	6×0,093 mm ²	
Außendurchmesser	3,8 mm ±0,15 mm	
Minimaler Biegeradius	statisch	7,4 mm (2-facher Außendurchmesser)
	dynamisch	19 mm (5-facher Außendurchmesser)
Empfohlener Biegeradius	dynamisch	38 mm (10-facher Außendurchmesser)
Temperaturbereich	statisch	-40 °C bis +80 °C
	dynamisch	0 °C bis +80 °C
Masse	23 g/m	
Werkstoff (Kabelmantel)	Polyurethan	

Schaeffler SpindleSense

Anschlusskabel Signalbelegung der Leitungen

Signal	Leitung	
	Farbe	Nummer
Spannungsversorgung	Grau	1
Masse	Braun	2
Digitalausgang Überlast	Rosa	3
Digitaleingang Drehzahl	Weiß	4
CAN-Low	Gelb	5
CAN-High	Grün	6
Schirmung	–	–

Spannungsversorgung

Bei der Spannungsversorgung der Sensoreinheit, siehe Tabelle, ist zusätzlich zur internen Absicherung eine kundenseitige externe Absicherung erforderlich.

Spannungsversorgung und Absicherung

Bezeichnung	Wert	
Versorgungsspannung	nominal	DC 24 V
	Toleranz	±4%
Leistungsaufnahme	typisch	60 mA bei 24 V
	maximal	100 mA bei 24 V
Einschaltstrom	1,2 A	
Interne Absicherung	selbstzurücksetzend	
	typischer Betrieb	200 mA
	Auslösung	500 mA bis 600 mA
Externe Absicherung	erforderlich, kundenseitig anzubringen	

Elektromagnetische Verträglichkeit

Zur Sicherstellung der elektromagnetischen Verträglichkeit ist das Anschlusskabel geschirmt.

Weitere Informationen

Weitere Informationen zur elektromagnetischen Verträglichkeit und zur Schirmung:

- BA 61, Schaeffler SpindleSense – Betriebsanleitung.

Zulässige Hilfs- und Betriebsstoffe

Die Beständigkeit des im Sensorrings verwendeten Vergussmaterials wurde für eine Auswahl von Hilfs- und Betriebsstoffen geprüft und bestätigt.

Hilfs- und Betriebsstoffe, gegenüber denen die Sensoreinheit beständig ist

Art	Bezeichnung
Montagepaste	FAG ARCANOL-MOUNTINGPASTE
Öl für Getriebe und Wälzlager	Mobil SHC 626
Öl für Getriebe	OEST SYNTH SAE 75W-90
ASTM-Referenzöl	IRM 902
Kühlschmierstoff	Emulcut 4020 (5%)
	Castrol Syntilo 81BF (5%)

Einsatzgrenzen

Schaeffler SpindleSense ist für Werkzeugmaschinen spindeln vorgesehen, für die keine besonderen Schutzanforderungen gelten.



Die nachfolgend genannten Ausschlusskriterien und Umgebungsbedingungen müssen beachtet werden!

Ausschlusskriterien

Ausgeschlossene Anwendungsgebiete:

- Explosive Umgebungen (ATEX)
- Kernkraft
- Luftfahrt
- Bahn
- Militär
- Medizintechnik.

Neben den explizit ausgeschlossenen Anwendungsgebieten ist Schaeffler SpindleSense auch von allen weiteren Anwendungen ausgeschlossen, bei denen die Nutzung der Messgrößen einen Einfluss auf die Sicherheit der Maschine selbst, von umgebenden Systemen oder von Personen hat.

Umgebungsbedingungen

Luftdruck:

- Der zulässige Umgebungsdruck liegt im Bereich von 700 hPa bis 1 050 hPa.

Temperatur:

- Die zulässige Umgebungstemperatur liegt im Bereich von 0 °C bis 80 °C.

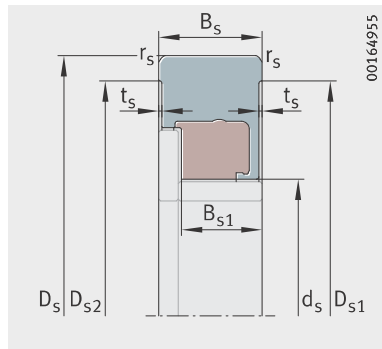
Schutzart nach ISO 20653:

- Sensor- und Interface-Einheit sind entsprechend Schutzart IP65 ausgeführt.

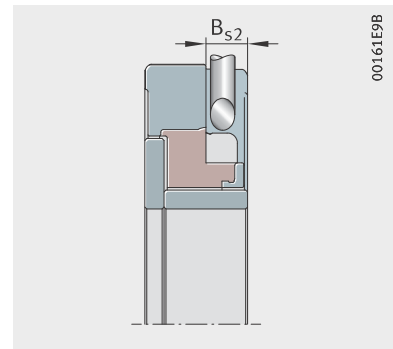
Ausgeschlossene Umgebungsbedingungen:

- Magnetisch oder elektrisch leitende Stäube oder Partikel.

Schaeffler SpindleSense



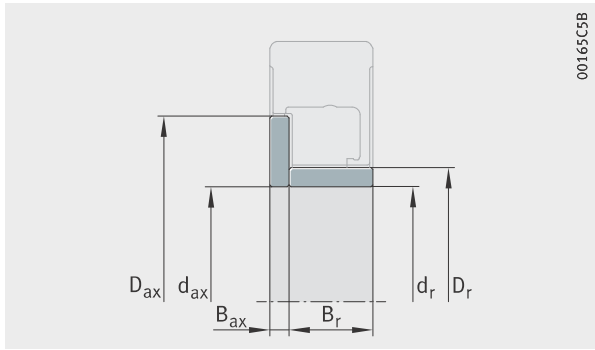
Sensorring



Kabelausgang

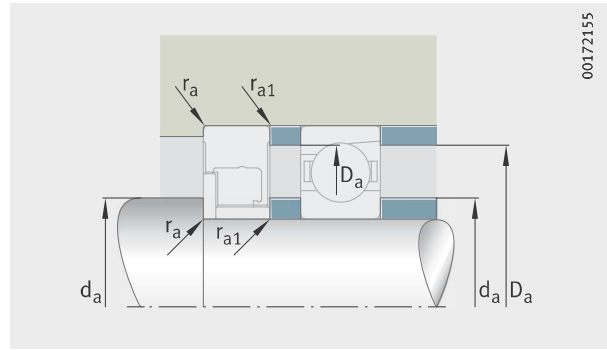
Maßtabelle · Abmessungen in mm

Kurzzeichen für Spindellager		Masse m ≈ kg	Abmessungen							
			Sensorring							
Reihe 719	Reihe 70		d _s	D _s	B _s	B _{s1}	r _s min.	D _{s1}	D _{s2}	
SRS70X100X16-A	–	0,45	76,4	100 ^{-0,012} _{-0,034}	16 ⁰ _{-0,1}	12,5 ^{+0,1} _{-0,4}	1	94,65	92,4	
–	SRS70X110X16-A	0,65	76,4	110 ^{-0,012} _{-0,034}	16 ⁰ _{-0,1}	12,5 ^{+0,1} _{-0,4}	1,1	102,15	102,15	
SRS80X110X16-A	–	0,55	86,7	110 ^{-0,012} _{-0,034}	16 ⁰ _{-0,1}	12,5 ^{+0,1} _{-0,4}	1	104,15	102,7	
–	SRS80X125X16-A	0,87	86,7	125 ^{-0,014} _{-0,039}	16 ⁰ _{-0,1}	12,5 ^{+0,1} _{-0,4}	1,1	117,15	117,15	
SRS100X140X16-A	–	0,89	110,8	140 ^{-0,014} _{-0,039}	16 ⁰ _{-0,1}	12,5 ^{+0,1} _{-0,4}	1,1	133,2	133,2	
–	SRS100X150X16-A	0,9	110,8	150 ^{-0,014} _{-0,039}	16 ⁰ _{-0,1}	12,5 ^{+0,1} _{-0,4}	1,5	141,2	141,2	



00165C5B

Messringe



00172155

Anschlussmaße

		Axialer Messring			Radialer Messring			Anschlussmaße			
t_s	B_{s2}	d_{ax}	D_{ax}	B_{ax}	d_r	D_r	B_r	d_a h12	D_a H12	r_a max.	r_{a1} max.
0,5	6,5	70 ^{+0,04} / _{+0,03}	91,6	3 ⁰ / _{-0,05}	70 ⁰ / _{-0,007}	75,6	13 ⁰ / _{-0,05}	76	94,5	0,3	1,9
0,5	6,5	70 ^{+0,04} / _{+0,03}	91,6	3 ⁰ / _{-0,05}	70 ⁰ / _{-0,007}	75,6	13 ⁰ / _{-0,05}	77	102	0,3	2
0,5	6,5	80 ^{+0,04} / _{+0,03}	101,9	3 ⁰ / _{-0,05}	80 ⁰ / _{-0,007}	85,9	13 ⁰ / _{-0,05}	86	104	0,3	1,9
0,5	6,5	80 ^{+0,04} / _{+0,03}	101,9	3 ⁰ / _{-0,05}	80 ⁰ / _{-0,007}	85,9	13 ⁰ / _{-0,05}	88	117	0,3	2
0,5	6,5	100 ^{+0,04} / _{+0,03}	128	3 ⁰ / _{-0,05}	100 ⁰ / _{-0,008}	110	13 ⁰ / _{-0,05}	107	133	0,3	2
0,5	6,5	100 ^{+0,04} / _{+0,03}	128	3 ⁰ / _{-0,05}	100 ⁰ / _{-0,008}	110	13 ⁰ / _{-0,05}	110	141	0,3	2,3

Anfrage zur Parametrierung von Schaeffler SpindleSense

Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Georg-Schäfer-Straße 30 · 97421 Schweinfurt · Deutschland ·
www.schaeffler.de · spindlesense@schaeffler.com

Kunde: _____

Kontakt: _____

Art der Masschine:

- Automobilproduktion
- Werkzeug- und Formenbau
- Universalmaschine
- Hochleistungsfräsen,
-drehen, -schleifen
- Hochgeschwindigkeitsbearbeitung

Antrieb:

- Motorspindel, Direktantrieb
- Riemenantrieb
- Gewindespindel
- Inline-Spindel

Anwendungsziel:

- Überlasterkennung
- Verlagerungsmessung
- Verlagerungskompensation
- Überwachung
der Lagerbelastung

Zeichnung beigelegt: ja
 nein

Lageranordnung (Skizze, zum Beispiel << >>):

Wellenlage:

- vertikal
- horizontal
- schwenkend

starr

federangestellt

Federkraft _____

Federsteifigkeit _____

Lagertype(n) Arbeitsseite (vorne): _____

Antriebsseite (hinten): _____

Lagerdurchmesser Arbeitsseite

innen: _____ mm

außen: _____ mm

Maximale Drehzahl: _____ min⁻¹

Schmierung: _____

Nennviskosität: _____ mm² · s⁻¹

Lastzyklen							
Kräfte			Drehzahl	Zeitanteil	Werkzeug- durchmesser	Kragarm	Riemenzug, Antrieb
F _r	F _a	F _t					
kN	kN	kN	min ⁻¹	%	mm	a mm	F _R kN

Besondere Umgebungseinflüsse,
Betriebsbedingungen:

Annahmen:

Lagerbetriebstemperatur vorne, hinten: T = _____, _____ °C

ΔT (Innenring/Außenring) vorne, hinten: _____, _____ K

Übermaß (Welle/Innenring) vorne, hinten: _____, _____ μm

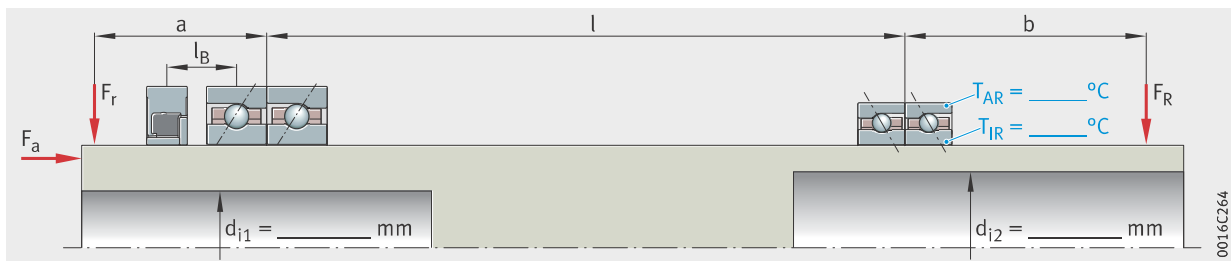
Spielpassung (Außenring/Gehäuse) vorne, hinten: _____, _____ μm

Lagerabstand l: _____ mm

l_B : _____ mm

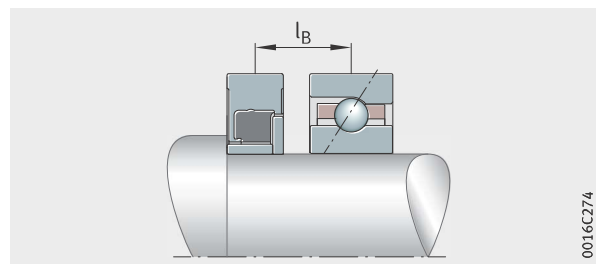
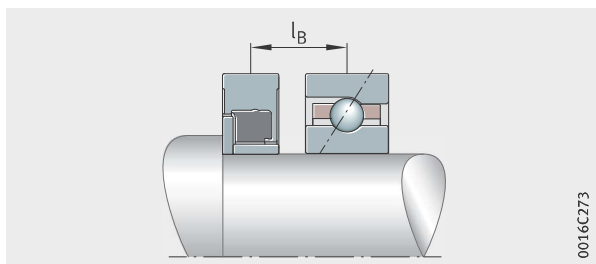
Antriebsabstand b: _____ mm

Kragarm a: _____ mm, siehe Tabelle



Einbaurichtung: Variante 1

Variante 2



Erwartete Stückzahl pro Jahr: _____

Fragen

(bitte möglichst Zeichnungen beifügen): _____

Sachbearbeiter: _____

Datum: _____

Das ausgefüllte Formular bitte an spindlesense@schaeffler.com senden.

**Schaeffler Technologies
AG & Co. KG**

Georg-Schäfer-Straße 30
97421 Schweinfurt
Deutschland
Internet www.schaeffler.de
E-Mail spindlesense@schaeffler.com

In Deutschland:

Telefon 0180 5003872
Telefax 0180 5003873

Aus anderen Ländern:

Telefon +49 9721 91-0
Telefax +49 9721 91-3435

Alle Angaben wurden sorgfältig erstellt und überprüft. Für eventuelle Fehler oder Unvollständigkeiten können wir jedoch keine Haftung übernehmen.

Technische Änderungen behalten wir uns vor.

© Schaeffler Technologies AG & Co. KG
Ausgabe: 2020, August

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.

TPI 258 D-D