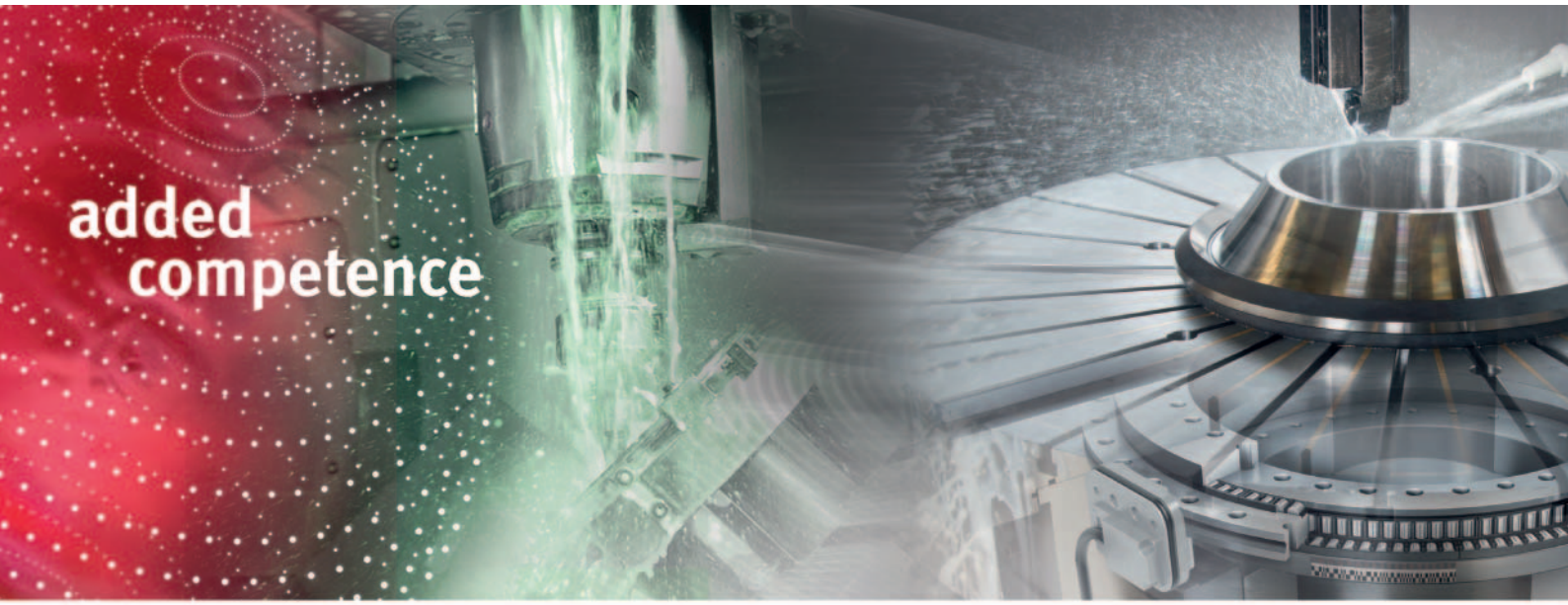


Absolutwert-Winkelmesssystem für die Werkzeugmaschine

Direkt integriert ins Präzisions-Rundachslager

SCHAEFFLER

Absolutwert-Winkelmesssystem für die Werkzeugmaschine

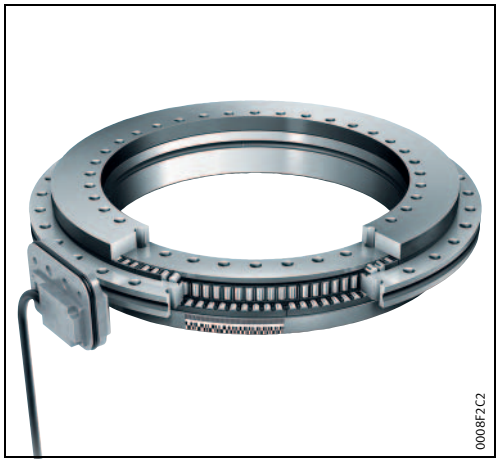


Bild 1: Absolutwert-Winkelmesssystem bestehend aus: Axial-Radiallager YRTMA oder YRTSMA und Messkopf MHA

Der ideale Einbauort eines Messsystems liegt unmittelbar in der Lagerung, so dass mit lagerintegrierten Messsystemen höhere Systemgenauigkeiten erzielt werden können als mit Messsystemen, die weitab von der betreffenden Lagerung an die Achse angebaut werden. Genutzt wird der höchst genaue Rundlauf des Präzisions-Rundachslagers YRT(S)MA.

Das absolute, direkt ins Lager integrierte Winkelmesssystem, *Bild 1*, bietet enorme Vorteile:

- Absolute Schnittstelle, wodurch die Referenzfahrt entfällt
- Hohlwellenausführung, wodurch die Maschinenmitte für andere Komponenten zur Verfügung steht
- Ermöglichung von hoch dynamischen und präzisen Regelkreisen
- Einsparung von Bauraum
- Vereinfachungen in Konstruktion und Montage
- Resistenz gegen Umgebungseinflüsse, Schmierstoffe und Kühlschmierstoffe.

Das induktive Messverfahren ABSYS (AMO) basiert auf der berührungslosen Abtastung einer strukturierten Maßverkörperung, die direkt als Messring auf dem Lagerinnenring aufgebracht ist. Die absolut codierte, unregelmäßige Struktur wird durch eine Spulenanordnung, die in den Messkopf integriert ist, bitweise induktiv erfasst, *Bild 2*.

Das gewonnene Binärwort, das je Winkelposition innerhalb des gesamten Messbereichs nur ein einziges Mal vorkommt, wird mittels einer Umsetzungstabelle durch einen Mikrocontroller in einen absoluten Winkelwert umgerechnet.

Die Auswerteelektronik ist in den Messkopf integriert, so dass das System direkt an die Steuerung angeschlossen werden kann. Technische Daten, siehe *Tabelle 1* (andere Ausführungen auf Anfrage erhältlich).

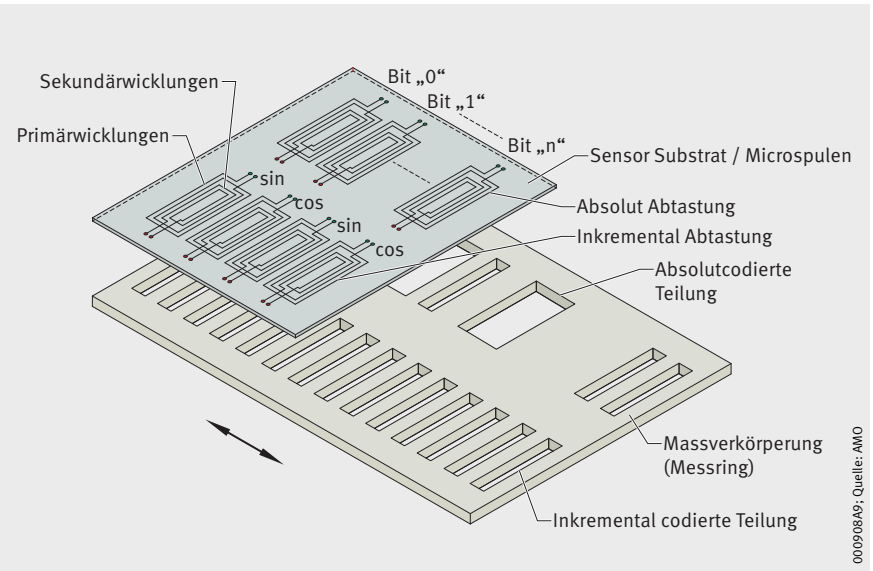


Bild 2: Funktionsprinzip der induktiven Abtastung

Der Messkopf, mit dem die Maßverkörperung abgetastet wird, ist konstruktiv so gestaltet, dass dieser am feststehenden Lageraußenring direkt angeschraubt werden kann und ohne Justierung den korrekten Luftspalt zum Messring aufweist. Der Messkopf ist leicht von außen zugänglich, *Bild 3*, und kann ohne zusätzlichen Einstellaufwand montiert oder ausgetauscht werden.

Diese Konstruktionslösung ermöglicht zudem den Einbau von Messkopf und Kabel nach der Lagermontage. Damit wird das Risiko von Beschädigungen durch Montagevorgänge weitgehend ausgeschlossen. Mittels einer umlaufenden Dichtung am Messkopf wird der Laufbahnbereich des Lagers gegen die Umgebung abgedichtet.

Abmessungen und Eigenschaften

Das Absolutwert-Winkelmesssystem ist aktuell im Lagergrößenbereich YRT(S)MA200 bis YRT(S)MA460 verfügbar, siehe *Maßtabellen*. Weitere Größen auf Anfrage.

Tabelle 1: Integrierte Messelektronik

Daten	Spezifikation	Bemerkung
Teilungsperiode	1000 µm	–
Absolute Auflösung	10 bit/Teilungsperiode	SSI +1V_{ss}
	12 bit/Teilungsperiode	DRIVE-CLiQ und FANUC
Elektrische Schnittstelle	SSI +1 V_{SS} DRIVE-CLiQ FANUC alpha	EnDat 2.2 und FANUC alpha i in Vorbereitung
Versorgungsspannung	DC 5 V ±5%	SSI +1 V_{SS} FANUC
	DC 24 V ±5%	DRIVE-CLiQ
Stromaufnahme	max. 250 mA	bei DC 5 V
Betriebstemperatur	von –10 °C bis +85 °C	–
Temperatur bei Lagerung	von –20 °C bis +85 °C	–
Schutzart nach DIN EN 60529	IP68	radialer Messkopf
Elektrischer Anschluss Messkopf	M23-Steckverbinder, 17-polig, Stift	SSI +1V_{ss}
	M12-Steckverbinder, 8-polig, Stift	FANUC
	M12-Steckverbinder, 8-polig, Stift	DRIVE-CLiQ
Kabellänge und -durchmesser	1 m	SSI +1 V_{SS} FANUC
	0,5 m	DRIVE-CLiQ

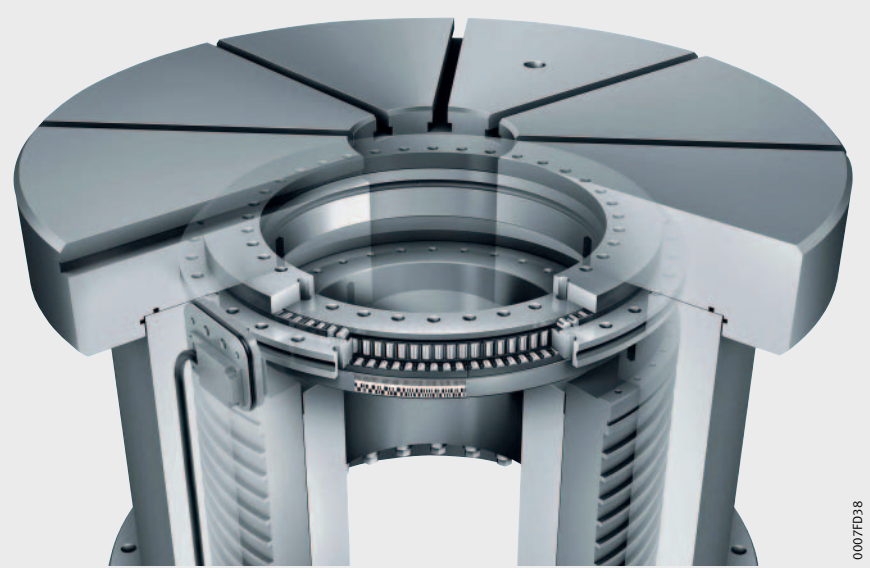


Bild 3: Montagefreundliche Rundtischbaugruppe mit Axial-Radiallager YRT(S)MA, der Messkopf ist gut zugänglich, die Messspalteinstellung bei Einbau oder Austausch entfällt

Erreichbare Genauigkeiten

Die Plan- und Rundlauftoleranzen werden am eingebauten Lager, bei idealer Anschlusskonstruktion, gemessen, siehe *Tabelle 2*.

Teilungsgenauigkeit

Die Teilungsgenauigkeit gibt Aufschluss über die Genauigkeit der codierten Struktur auf dem Messring. In dem Lagergrößenbereich von YRTMA200 bis YRTMA460 werden extrem hohe Teilungsgenauigkeiten erreicht, siehe *Tabelle 3*.

Tabelle 2: Plan- und Rundlauf für Axial-Radiallager YRTMA und YRTSMA

Bohrung d	Plan- und Rundlauf[1] t_1			
	YRTMA		YRTSMA	
	normal[2]	eingeengt[2]	normal[2]	eingeengt[3]
mm	µm	µm	µm	µm
200	4	2	4	2
260	6	3	6	3
325	6	3	6	3
395	6	3	6	3
460	6	3	6	3

[1] Gemessen am eingebauten Lager, bei idealer Anschlusskonstruktion.

[2] Für drehenden Innen- und Außenring.

[3] Nur für drehenden Innenring.

Tabelle 3: Winkelauflösung und Teilungsgenauigkeit

Kurzzeichen	Winkelauflösung inkremental Teilungsperioden/360°	Teilungsgenauigkeit ″[1]
YRTMA200, YRTSMA200	860	±4,5
YRTMA260, YRTSMA260	1088	±3,6
YRTMA325, YRTSMA325	1302	±3
YRTMA395, YRTSMA395	1530	±2,5
YRTMA460, YRTSMA460	1760	±2,2

[1] Winkelsekunden.

Positioniergenauigkeit

Die Positioniergenauigkeit gemäß VDI DGQ Richtlinie 3441 besagt, wie präzise die komplette, angetriebene Achse, bestehend aus dem Messsystem, der Rundtischlagerung, dem Antriebsmotor, der Steuerung und der Positionsregelung positioniert werden kann.
Die Ist-Position der geregelten Achse wird bei der Messung der Positioniergenauigkeit mittels eines Laserautokollimators erfasst, mit der Soll-Position verrechnet und daraus die Positionsabweichung ermittelt.

In Praxistests wurde ein konventionell angeflanschtes Messsystem dem lagerintegrierten Messsystem YRTMA gegenübergestellt, wobei beide Messsysteme laut Hersteller-Prüfzeugnis die gleiche Teilungsgenauigkeit aufweisen.
Bild 4 zeigt die Positioniergenauigkeit eines angeflanschten Messringes, der bei der Montage mechanisch zentriert werden muss. Man erkennt den Einfluss der Rundlaufabweichung auf den Messfehler. Die dabei erzielte Genauigkeit ist für viele Anwendungen zufriedenstellend.

Dagegen konnte in den Vergleichsmessungen mit dem lagerintegrierten Absolutwert-Winkelmesssystem eine höhere Positioniergenauigkeit als mit dem vorstehend beschriebenen Messsystemeinbau erzielt werden.
Der Vergleich beweist, dass mittels direkter Lagerintegration die Positioniergenauigkeit infolge höchster Bearbeitungsgüten der Rundtischlager-Komponenten noch deutlich verbessert wird, *Bild 5*.

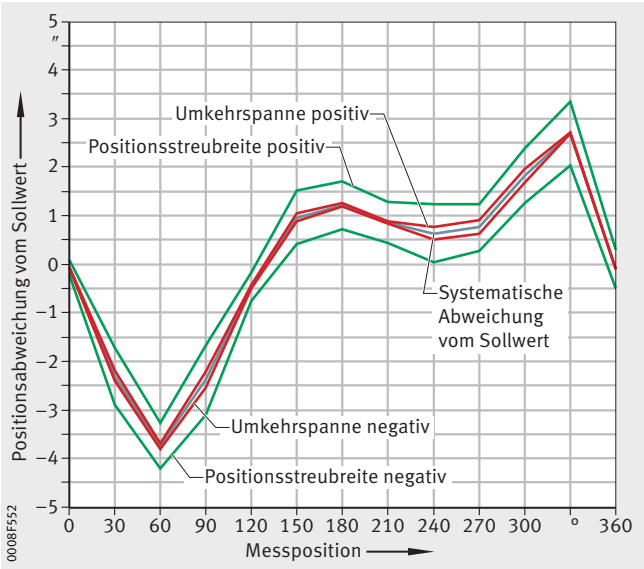


Bild 4: Typische Positioniergenauigkeit eines Rundtisches mit einem angeflanschten Messsystem und mechanisch zentriertem Messring, gemessen an der Werkstückaufspannplatte

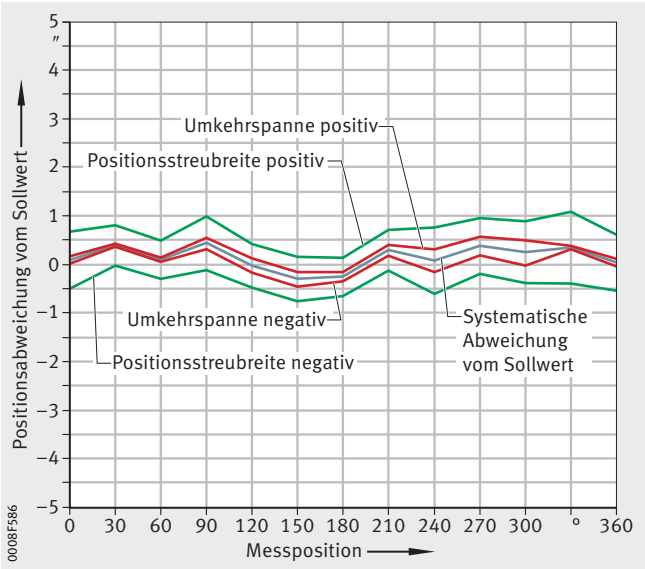
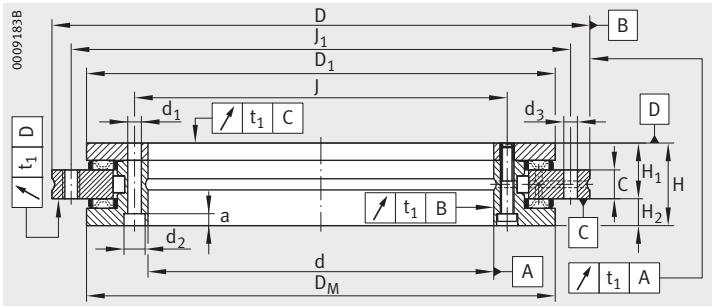


Bild 5: Typische Positioniergenauigkeit eines Rundtisches mit einem lagerintegrierten Messsystem YRTMA325, gemessen an der Werkstückaufspannplatte

Axial-Radiallager

zweireihig wirkend
mit Messsystem



YRTMA

Maßtabelle · Abmessungen in mm

Kurzzeichen	Masse	Abmessungen										Befestigungsbohrungen					
												Innenring				Außenring	
	m	d	D	H	H_1	H_2	C	D_1	D_M[6]	J	J_1	d_1	d_2	a	An-zahl[7]	d_3	An-zahl[7]
	≈ kg																
YRTMA200	10,7	**200**	300	51[6]	30	21[6]	15	274	274,4	215	285	7	11	6,2	46	7	45
YRTMA260	18,7	**260**	385	57,5[6]	36,5	21[6]	18	345	346,9	280	365	9,3	15	8,2	34	9,3	33
YRTMA325[8]	25	**325**	450	61[6]	40	21[6]	20	415	415,1	342	430	9,3	15	8,2[8]	34	9,3	33
YRTMA395	33	**395**	525	65	42,5	22,5	20	486	487,7	415	505	9,3	15	8,2	46	9,3	45
YRTMA460	45	**460**	600	70	46	24	22	560	560,9	482	580	9,3	15	8,2	46	9,3	45

Weitere Informationen zu Axial-Radiallagern, siehe TPI 120, Genauigkeitslager für kombinierte Lasten.

1) Einschließlich Halteschrauben beziehungsweise Abdrückgewinde.

2) Anziehdrehmoment für Schrauben nach DIN EN ISO 4762, Festigkeitsklasse 10.9.

3) Bei hoher Einschaltdauer oder Dauerbetrieb bitte rückfragen.

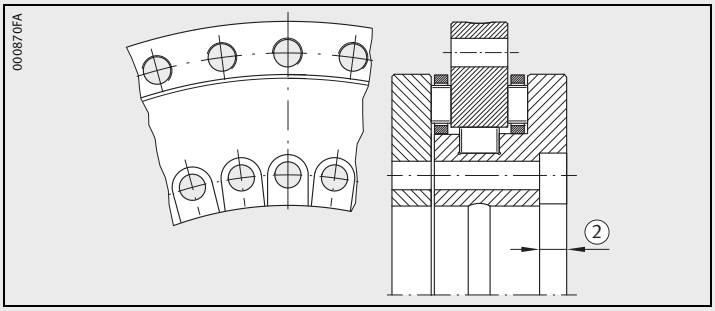
4) Messdrehzahl $n_{const} = 5\ min^{-1}$.

5) Steifigkeitswerte unter Berücksichtigung des Wälzkörpersatzes, Verformung der Lagerringe und der Schraubenverbindung.

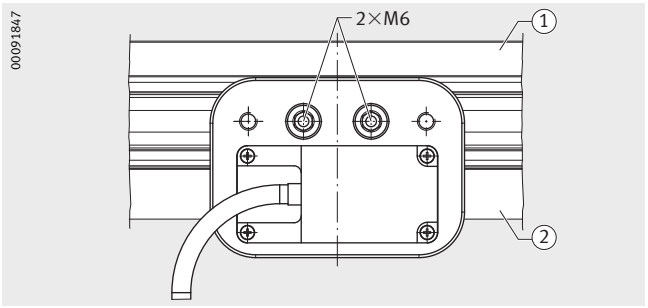
6) Vom Axial-Radiallager YRT abweichende Abmessung.

7) Achtung!
Für Befestigungsbohrungen in der Anschlusskonstruktion!
Teilung der Lagerbohrungen beachten!

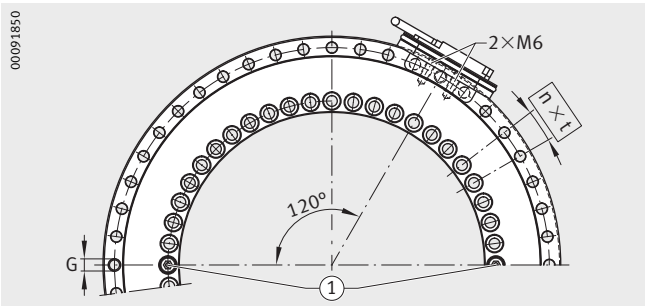
8) Schraubensenkungen zur Lagerbohrung offen.
Lagerinnendurchmesser ist im Bereich ② freigestellt.



Schraubensenkung bei YRTMA325 offen,
Lagerinnendurchmesser im Bereich ② freigestellt



Radial anschraubbarer Messkopf
① Wellenscheibe; ② Innenring

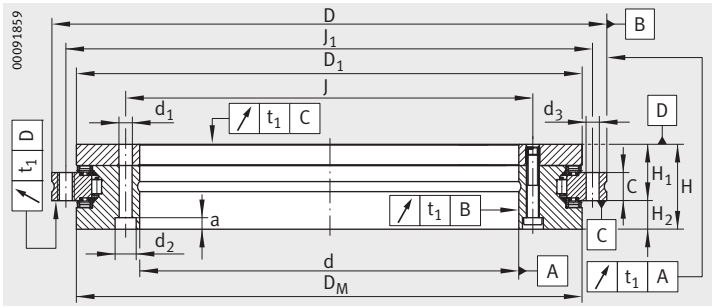


Bohrungsbild, radial anschraubbarer Messkopf
① Zwei Halteschrauben

Teilung[1]	Abdrück-gewinde		Anzieh-dreh-moment[2]	Tragzahlen				Grenz-drehzahl[3]	Lager-reib-moment[4]	Senksteifigkeit[5]		Kipp-steifigkeit
				axial		radial				axial	radial	
n×t	G	Anzahl	M_A	dyn. C	stat. C_0	dyn. C	stat. C_0	n_G	M_R	c_{aL}	c_{rL}	c_{kL}
			Nm	N	N	N	N	min^{-1}	Nm	kN/µm	kN/µm	kNm/mrad
48×7,5°	M8	3	14	98 000	650 000	89 000	236 000	170	15	3	3,5	23
36×10°	M12	3	34	109 000	810 000	102 000	310 000	130	25	3,5	4,5	45
36×10°	M12	3	34	186 000	1 710 000	134 000	415 000	110	48	4,3	5	80
48×7,5°	M12	3	34	202 000	2 010 000	133 000	435 000	90	55	4,9	6	130
48×7,5°	M12	3	34	217 000	2 300 000	187 000	650 000	80	70	5,7	7	200

Axial-Radiallager

zweireihig wirkend
mit Messsystem



YRTSMA

Maßtabelle · Abmessungen in mm

Kurzzeichen	Masse	Abmessungen										Befestigungsbohrungen					
												Innenring				Außenring	
	m	d	D	H	H_1	H_2	C	D_1	D_M [5]	J	J_1	d_1	d_2	a	An-zahl [6]	d_3	An-zahl [6]
	≈ kg																
YRTSMA200	10,7	**200**	300	51 [5]	30	21 [5]	15	274	274,4	215	285	7	11	6,2	46	7	45
YRTSMA260	18,7	**260**	385	57,5 [5]	36,5	21 [5]	18	345	346,9	280	365	9,3	15	8,2	34	9,3	33
YRTSMA325 [7]	25	**325**	450	61 [5]	40	21 [5]	20	415	415,1	342	430	9,3	15	8,2 [7]	34	9,3	33
YRTSMA395	33	**395**	525	65	42,5	22,5	20	486	487,7	415	505	9,3	15	8,2	46	9,3	45
YRTSMA460	45	**460**	600	70	46	24	22	560	560,9	482	580	9,3	15	8,2	46	9,3	45

Weitere Informationen zu Axial-Radiallagern, siehe TPI 120, Genauigkeitslager für kombinierte Lasten.

1) Einschließlich Halteschrauben beziehungsweise Abdrückgewinde.

2) Anziehdrehmoment für Schrauben nach DIN EN ISO 4762, Festigkeitsklasse 10.9.

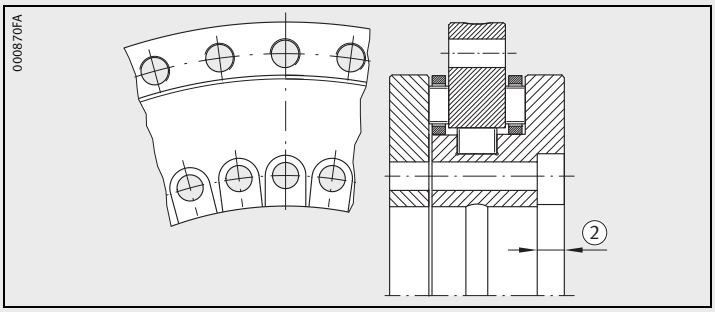
3) Bei hoher Einschaltdauer oder Dauerbetrieb bitte rückfragen.

4) Steifigkeitswerte unter Berücksichtigung des Wälzkörpersatzes, Verformung der Lagerringe und der Schraubenverbindung.

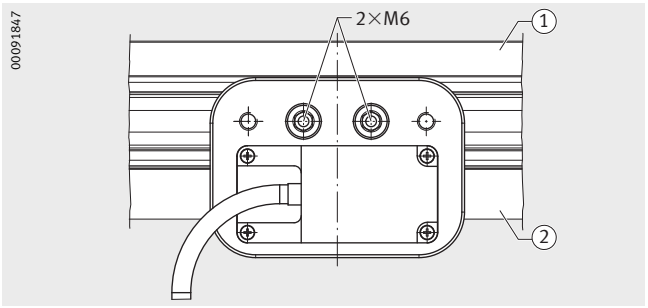
5) Vom Axial-Radiallager YRT abweichende Abmessung.

6) Achtung!
Für Befestigungsbohrungen in der Anschlusskonstruktion!
Teilung der Lagerbohrungen beachten!

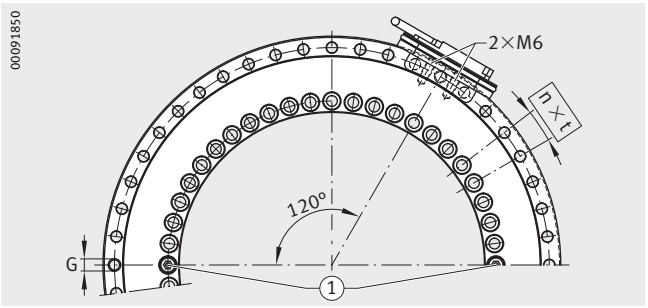
7) Schraubensenkungen zur Lagerbohrung offen.
Lagerinnendurchmesser ist im Bereich ② freigestellt.



Schraubensenkung bei YRTSMA325 offen,
Lagerinnendurchmesser im Bereich ② freigestellt



Radial anschraubbarer Messkopf
① Wellenscheibe; ② Innenring

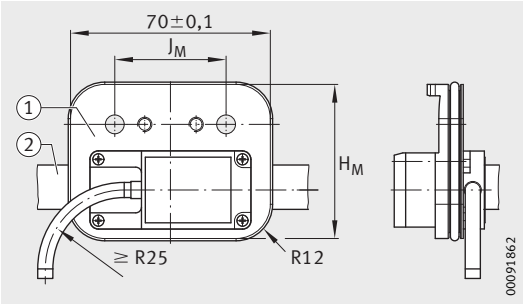


Bohrungsbild, radial anschraubbarer Messkopf
① Zwei Halteschrauben

Teilung[1]	Abdrück-gewinde		Anzieh-drehmoment[2]	Tragzahlen				Grenz-drehzahl[3]	Senksteifigkeit[4]		Kipp-steifigkeit[4]
				axial		radial			axial	radial	
n×t	G	Anzahl	M_A	dyn. C	stat. C_0	dyn. C	stat. C_0	n_G	c_{aL}	c_{rL}	c_{kL}
			Nm	N	N	N	N	min^{-1}	kN/µm	kN/µm	kNm/mrad
48×7,5°	M8	3	14	155 000	840 000	94 000	226 000	1 160	4	1,2	29
36×10°	M12	3	34	173 000	1 050 000	110 000	305 000	910	5,4	1,6	67
36×10°	M12	3	34	191 000	1 260 000	109 000	320 000	760	6,6	1,8	115
48×7,5°	M12	3	34	214 000	1 540 000	121 000	390 000	650	7,8	2	195
48×7,5°	M12	3	34	221 000	1 690 000	168 000	570 000	560	8,9	1,8	280

Messkopf

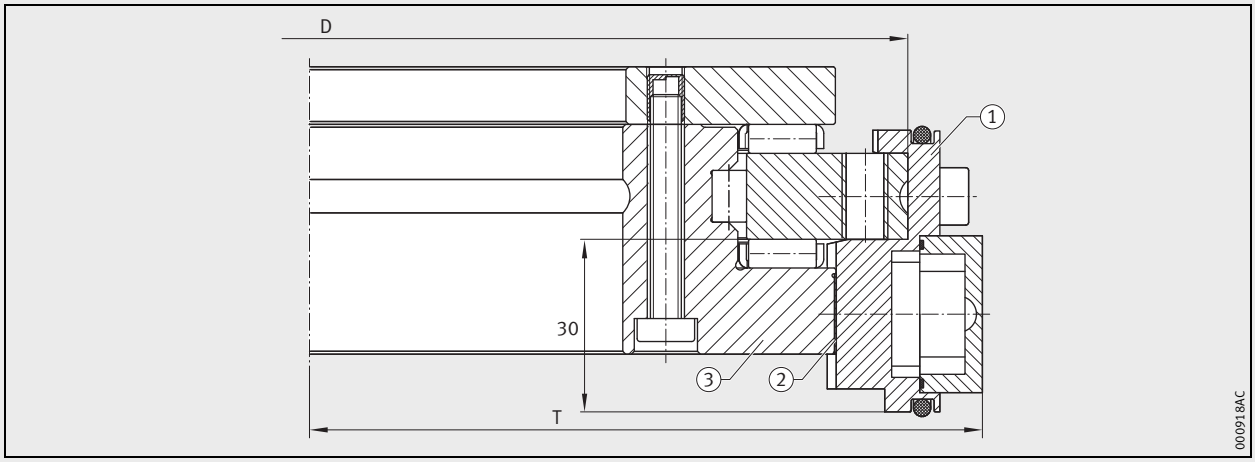
radial anschraubbar



MHA
① Messkopf; ② Messring

Maßtabelle · Abmessungen in mm

Kurzzeichen	Elektronische Schnittstelle	Steckverbinder		Kabellänge	Masse	Abmessungen			
		Gewinde	Stifte	m	m ≈ kg	D	J_M	H_M ±0,1	T
MHA200-0-0	SSI +1V_{ss}	M23	17-polig	1	0,228	**300**	19	49	163,2
MHA200-0-2	DRIVE-CLiQ	M12	8-polig	0,5	0,129				
MHA200-0-3	FANUC	M12	8-polig	1	0,144				
MHA200-0-5	EnDat 2.2	M12	8-polig	1	0,144				
MHA260-0-0	SSI +1V_{ss}	M23	17-polig	1	0,252	**385**	33	52	205,7
MHA260-0-2	DRIVE-CLiQ	M12	8-polig	0,5	0,153				
MHA260-0-3	FANUC	M12	8-polig	1	0,168				
MHA260-0-5	EnDat 2.2	M12	8-polig	1	0,168				
MHA325-0-0	SSI +1V_{ss}	M23	17-polig	1	0,248	**450**	39	54	238,2
MHA325-0-2	DRIVE-CLiQ	M12	8-polig	0,5	0,149				
MHA325-0-3	FANUC	M12	8-polig	1	0,164				
MHA325-0-5	EnDat 2.2	M12	8-polig	1	0,164				
MHA395-0-0	SSI +1V_{ss}	M23	17-polig	1	0,246	**525**	34	54	275,7
MHA395-0-2	DRIVE-CLiQ	M12	8-polig	0,5	0,147				
MHA395-0-3	FANUC	M12	8-polig	1	0,162				
MHA395-0-5	EnDat 2.2	M12	8-polig	1	0,162				
MHA460-0-0	SSI +1V_{ss}	M23	17-polig	1	0,257	**600**	39	56	313,2
MHA460-0-2	DRIVE-CLiQ	M12	8-polig	0,5	0,158				
MHA460-0-3	FANUC	M12	8-polig	1	0,173				
MHA460-0-5	EnDat 2.2	M12	8-polig	1	0,173				



① Messkopf; ② Messring; ③ Innenring des Axial-Radiallagers

Ihr Ansprechpartner
Dipl.-Ing. (FH) Günter Schmid
Telefon +49 9132 82-2392
guenter.schmid@schaeffler.com

Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Industriestraße 1–3
91074 Herzogenaurach
www.schaeffler.com

vCard erfassen:
Scannen Sie den QR-Code und laden die Kontaktdaten in Ihr Smartphone.

MATNR 081834390-0000 / SSD 30 / 03 / D-D / 201509.5 / Printed in Germany by wünsch