



# HEIDENHAIN



**Modulare  
Winkelmessgeräte**  
mit optischer  
Abtastung



Informationen über

- Gekapselte Winkelmeßgeräte
  - Drehgeber
  - Meßgeräte für elektrische Antriebe
  - Offene Längenmeßgeräte
  - Längenmeßgeräte für gesteuerte Werkzeugmaschinen
  - HEIDENHAIN-Interface-Elektroniken
  - HEIDENHAIN-Steuerungen
- erhalten Sie auf Anfrage oder finden Sie im Internet unter [www.heidenhain.de](http://www.heidenhain.de).

Mit Erscheinen dieses Prospekts verlieren alle vorherigen Ausgaben ihre Gültigkeit. Für die Bestellung bei HEIDENHAIN maßgebend ist immer die zum Vertragsabschluss aktuelle Fassung des Prospekts.

Normen (EN, ISO, etc.) gelten nur, wenn sie ausdrücklich im Prospekt aufgeführt sind.



#### **Weitere Informationen:**

Ausführliche Beschreibungen zu allen verfügbaren Schnittstellen sowie allgemeine elektrische Hinweise finden Sie im Prospekt *Schnittstellen von HEIDENHAIN-Meßgeräten*.

# Inhalt

Übersicht			
<b>Winkelmessgeräte von HEIDENHAIN</b>			<b>4</b>
<b>Auswahlhilfe</b>	Modulare Winkelmessgeräte mit optischer Abtastung		<b>6</b>
	Modulare Winkelmessgeräte mit magnetischer Abtastung		<b>10</b>
	Absolute gekapselte Winkelmessgeräte		<b>12</b>
	Inkrementale gekapselte Winkelmessgeräte		<b>14</b>
Technische Eigenschaften und Anbauhinweise			
<b>Messprinzipien</b>	Maßverkörperung		<b>16</b>
	Absolutes Messverfahren		<b>16</b>
	Inkrementales Messverfahren		<b>17</b>
	Fotoelektrische Abtastung		<b>18</b>
<b>Messgenauigkeit</b>			<b>20</b>
<b>Zuverlässigkeit</b>			<b>24</b>
<b>Mechanische Geräteausführungen und Anbau</b>			<b>26</b>
<b>Allgemeine Hinweise</b>			<b>34</b>
<b>Funktionale Sicherheit</b>			<b>36</b>
Technische Kennwerte			
Modulare Winkelmessgeräte mit optischer Abtastung	<b>Baureihe oder Typ</b>	<b>Teilungsgenauigkeit</b>	
	<b>ERP 880</b>	±0,9"	<b>38</b>
	<b>ERP 4080/ERP 8080</b>	bis ±1,0"	<b>40</b>
	<b>Baureihe ERO 6000</b>	bis ±2,0"	<b>42</b>
	<b>ERO 6180</b>	±10"	<b>44</b>
	<b>Baureihe ECA 4000</b>	bis ±1,5"	<b>46</b>
	<b>Baureihe ERA 4000</b>	bis ±1,7"	<b>54</b>
	<b>Baureihe ERA 7000</b>	bis ±1,6"	<b>60</b>
<b>Baureihe ERA 8000</b>	bis ±1,9"	<b>64</b>	
Elektrischer Anschluss			
	Inkrementalsignale	 1 V <sub>SS</sub>	<b>68</b>
			<b>69</b>
	Positionswerte	EnDat	<b>70</b>
		Fanuc, Mitsubishi, Panasonic	<b>71</b>
<b>Steckverbinder und Kabel</b>			<b>73</b>
<b>Diagnose und Prüfmittel</b>			<b>79</b>
<b>Interface-Elektroniken</b>			<b>82</b>
<b>Auswerte-Elektroniken</b>			<b>84</b>

# Winkelmessgeräte von HEIDENHAIN

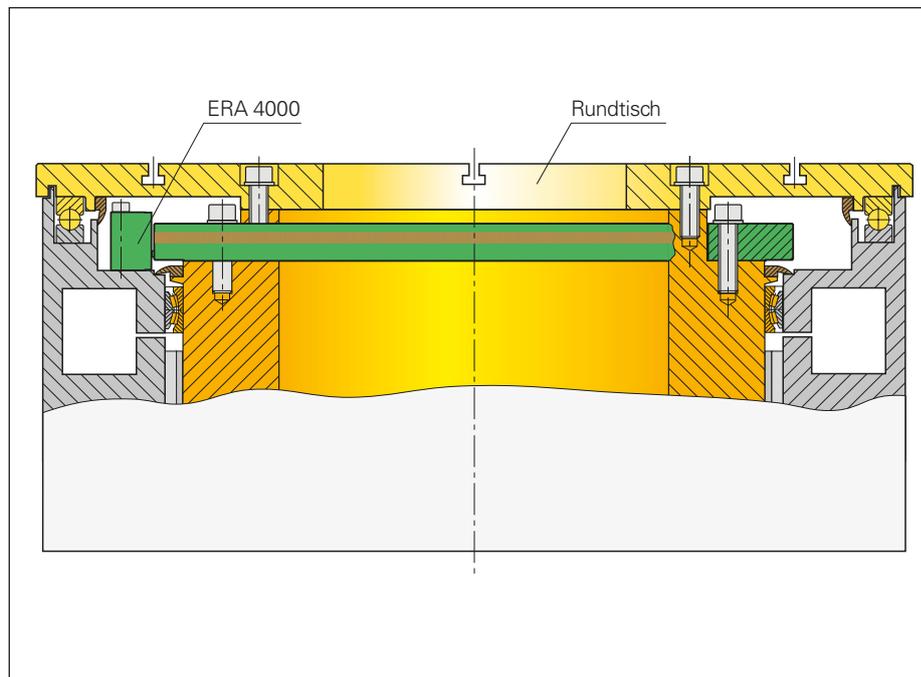
Als Winkelmessgeräte werden typischerweise Messgeräte mit einer Genauigkeit besser  $\pm 5''$  und mehr als 10000 Strichen bezeichnet.

Winkelmessgeräte werden in Anwendungen eingesetzt, die eine hochgenaue Erfassung von Winkeln im Bereich von wenigen Winkelsekunden benötigen.

Beispiele:

- Rundtische von Werkzeugmaschinen
  - Schwenkköpfe von Werkzeugmaschinen
  - C-Achsen bei Drehmaschinen
  - Zahnradmessmaschinen
  - Druckwerke bei Druckmaschinen
  - Spektrometer
  - Teleskope
- usw.

Im Gegensatz dazu finden Drehgeber Verwendung in weniger genauigkeitsrelevanten Anwendungen, z. B. in der Automatisierungstechnik, elektrischen Antrieben u.v.m.



Anbau des Winkelmessgeräts **ERA 4000** am Rundtisch einer Werkzeugmaschine

Man unterscheidet bei Winkelmessgeräten folgende mechanische Konstruktionsprinzipien:

## Gekapselte Winkelmessgeräte mit Hohlwelle und Statorkupplung

Die konstruktive Anordnung der Statorkupplung bewirkt, dass die Kupplung besonders bei einer Winkelbeschleunigung der Welle nur das aus der Lagerreibung resultierende Drehmoment aufnehmen muss. Diese Winkelmessgeräte weisen daher ein gutes dynamisches Verhalten auf. Durch die Statorkupplung sind Abweichungen der Wellenankopplung in der angegebenen Systemgenauigkeit enthalten.

Die Winkelmessgeräte **RCN**, **RON** und **RPN** verfügen über eine integrierte Statorkupplung, während sie bei den **ECN** außen angebaut ist.

Weitere Vorteile:

- kurze Bauform und geringer Einbauraum
- Hohlwellen bis 100 mm
- einfache Montage
- auch mit **Functional Safety** verfügbar

Auswahlhilfe

- für absolute Winkelmessgeräte  
siehe Seite 12/13
- für inkrementale Winkelmessgeräte  
siehe Seite 14/15



Absolutes Winkelmessgerät **RCN 8580**



Inkrementales Winkelmessgerät  
**ROD 880** mit Flachkupplung **K 16**



Inkrementales Winkelmessgerät  
**ERA 4000**



Inkrementales Winkelmessgerät  
**ERM 2000**



#### Weitere Informationen:

Detaillierte Informationen über gekapselte Winkelmessgeräte finden Sie im Internet unter [www.heidenhain.de](http://www.heidenhain.de) oder in den Katalogen *Gekapselte Winkelmessgeräte* bzw. *Modulare Winkelmessgeräte mit magnetischer Abtastung*.

#### Gekapselte Winkelmessgeräte, für separate Wellenkupplung

Winkelmessgeräte mit Vollwelle **ROD** und **ROC** eignen sich besonders für Anwendungen mit höheren Drehzahlen oder bei denen größere Anbautoleranzen gefordert sind. Über die Kupplungen lassen sich zur wellenseitigen Kopplung Axialtoleranzen bis zu  $\pm 1$  mm realisieren.

Auswahlhilfe siehe Seite 14/15

#### Modulare Winkelmessgeräte mit optischer Abtastung

Die Winkelmessgeräte ohne Eigenlagerung **ERP**, **ERO** und **ERA** sind besonders für hochgenaue Anwendungen mit geringem Einbauraum geeignet. Besondere Vorteile:

- große Hohlwellendurchmesser (bis zu 10 m mit einer Bandlösung)
- hohe Drehzahlen bis zu  $20000 \text{ min}^{-1}$
- kein zusätzliches Anlaufdrehmoment durch Wellendichtringe
- Segmentlösungen
- auch mit **Functional Safety** verfügbar

Die modularen Winkelmessgeräte mit optischer Abtastung gibt es mit unterschiedlichen Teilungsträgern:

- **ERP/ERO**: Glas-Teilkreis auf Nabe
- **ERA/ECA 4000**: Stahltrommel
- **ERA 7000/8000**: Stahlband

Da die Winkelmessgeräte ungekapselt geliefert werden, muss die benötigte Schutzart prinzipiell durch den Einbau sichergestellt werden.

Auswahlhilfe siehe Seite 6 bis 9

#### Modulare Winkelmessgeräte mit magnetischer Abtastung

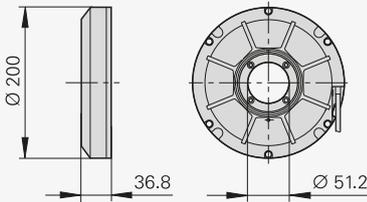
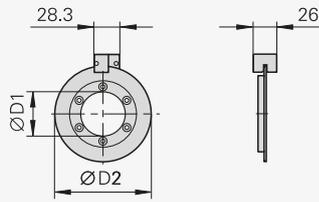
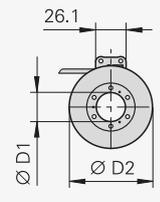
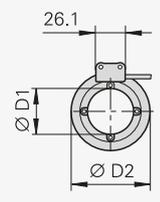
Die **ERM** sind in ihrer robusten Art speziell für den Einsatz in Produktionsmaschinen geeignet. Aufgrund des großen möglichen Innendurchmessers, der geringen Abmessungen und des kompakten Designs sind sie prädestiniert:

- für die C-Achse an Drehmaschinen
- für einfache Rund- und Schwenkachsen (z. B. zur Drehzahlregelung an Direktantrieben oder zum Einbau in Getriebestufen)
- zur Spindelorientierung an Fräsmaschinen oder für Hilfsachsen

Auswahlhilfe siehe Seite 10/11

# Auswahlhilfe

## Modulare Winkelmessgeräte mit optischer Abtastung

Baureihe	Ausführung und Montage	Hauptabmessungen in mm	Durchmesser D1/D2	Genauigkeit der Teilung	Mechanisch zul. Drehzahl <sup>1)</sup>
<b>Winkelmessgeräte mit Teilung auf Glas-Teilkreis</b>					
<b>ERP 880</b>	Phasengitter-Teilung auf Glas-Teilkreis mit Nabe; stirnseitig an Welle geschraubt		–	±0,9"	≤ 1000 min <sup>-1</sup>
<b>ERP 4000</b>	Phasengitter-Teilung auf Glas-Teilkreis mit Nabe; stirnseitig an Welle geschraubt		D1: 8 mm D2: 44 mm	±2"	≤ 300 min <sup>-1</sup>
<b>ERP 8000</b>			D1: 50 mm D2: 108 mm	±1"	≤ 100 min <sup>-1</sup>
<b>ERO 6000</b>	METALLUR-Teilung auf Glas-Teilkreis mit Nabe; stirnseitig an Welle geschraubt		D1: 25/95 mm D2: 71/150 mm	±5"/ ±3,5"	≤ 1600 min <sup>-1</sup> / ≤ 800 min <sup>-1</sup>
<b>ERO 6100</b>	Chromteilung auf Glas; stirnseitig an Welle geschraubt		D1: 41 mm D2: 70 mm	±10"	≤ 3500 min <sup>-1</sup>

<sup>1)</sup> eventuell im Betrieb eingeschränkt durch elektrisch zulässige Drehzahl

<sup>2)</sup> durch integrierte Interpolation

Schnittstelle	Signal- perioden/U	Referenz- marken	Typ	Seite
~ 1 V <sub>SS</sub>	180000	eine	<b>ERP 880</b>	<b>38</b>
~ 1 V <sub>SS</sub>	131072	keine	<b>ERP 4080</b>	<b>40</b>
~ 1 V <sub>SS</sub>	360000	keine	<b>ERP 8080</b>	
~ 1 V <sub>SS</sub>	9000/ 18000	eine	<b>ERO 6080</b>	<b>42</b>
□ TTL	45000 bis 900000 <sup>2)</sup>	eine	<b>ERO 6070</b>	
~ 1 V <sub>SS</sub>	4096	eine	<b>ERO 6180</b>	<b>44</b>



ERP 880



ERP 4080



ERO 6080

Baureihe	Ausführung und Montage	Hauptabmessungen in mm	Durchmesser D1/D2	Genauigkeit der Teilung	Mechanisch zul. Drehzahl <sup>1)</sup>
<b>Winkelmessgeräte mit Teilung auf Stahl-Teilungstrommel</b>					
<b>ECA 4000</b> <sup>2)3)</sup>	Teilungstrommel aus Stahl mit Dreipunktzentrierung		D1: 70 mm bis 512 mm D2: 104,63 mm bis 560,46 mm	±3" bis ±1,5"	≤ 15000 min <sup>-1</sup> bis ≤ 8500 min <sup>-1</sup>
	Teilungstrommel aus Stahl mit Zentrierbund			±3,7" bis ±2"	
<b>ERA 4x80</b>	Teilungstrommel aus Stahl mit Dreipunktzentrierung		D1: 40 mm bis 512 mm D2: 76,5 mm bis 560,46 mm	±5" bis ±2"	≤ 10000 min <sup>-1</sup> bis ≤ 1500 min <sup>-1</sup>
	Teilungstrommel aus Stahl mit Zentrierbund			D1: 40 mm bis 270 mm D2: 76,5 mm bis 331,31 mm	±4" bis ±1,7"
<b>Winkelmessgeräte mit Teilung auf Stahlband</b>					
<b>ERA 7000</b>	Stahlmaßband für Innenmontage, Vollkreisausführung <sup>4)</sup> ; Maßband wird am Umfang gespannt		458,62 mm bis 1146,10 mm	±3,9" bis ±1,6"	≤ 250 min <sup>-1</sup> bis ≤ 220 min <sup>-1</sup>
<b>ERA 8000</b>	Stahlmaßband für Außenmontage, Vollkreisausführung <sup>4)</sup> ; Maßband wird am Umfang gespannt		458,11 mm bis 1145,73 mm	±4,7" bis ±1,9"	ca. ≤ 45 min <sup>-1</sup>

1) eventuell im Betrieb eingeschränkt durch elektrisch zulässige Drehzahl

2) auch mit **Functional Safety** verfügbar

3) auch für Vakuum-Anwendungen verfügbar

4) Segmentlösungen auf Anfrage

Schnittstelle	Signal- perioden/U	Referenz- marken	Typ	Seite
EnDat 2.2	–	–	<b>ECA 4412</b>	<b>46</b>
Fanuc $\alpha$ i			<b>ECA 4492F</b>	
Mitsubishi			<b>ECA 4492M</b>	
Panasonic			<b>ECA 4492P</b>	
EnDat 2.2			<b>ECA 4410</b>	
Fanuc $\alpha$ i			<b>ECA 4490F</b>	
Mitsubishi			<b>ECA 4490M</b>	
Panasonic			<b>ECA 4490P</b>	
$\sim 1 V_{SS}$	12 000 bis 52 000	abstands- codiert oder eine	<b>ERA 4280C</b>	<b>54</b>
	6 000 bis 44 000		<b>ERA 4480C</b>	
	3 000 bis 13 000		<b>ERA 4880C</b>	
$\sim 1 V_{SS}$	12 000 bis 52 000	abstands- codiert oder eine	<b>ERA 4282C</b>	<b>58</b>
$\sim 1 V_{SS}$	36 000 bis 90 000	abstands- codiert	<b>ERA 7480C</b>	<b>60</b>
$\sim 1 V_{SS}$	36 000 bis 90 000	abstands- codiert	<b>ERA 8480C</b>	<b>64</b>



**ECA 4000**



**ERA 4000**



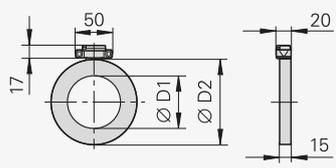
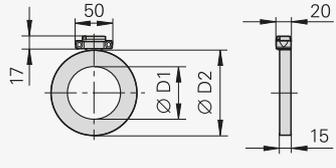
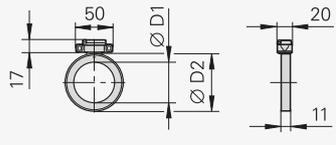
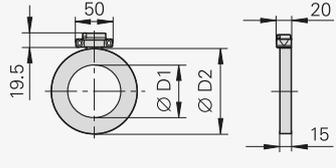
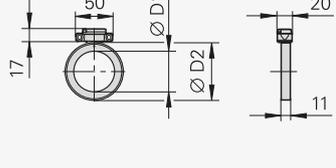
**ERA 7480**



**ERA 8480**

# Auswahlhilfe

## Modulare Winkelmessgeräte mit magnetischer Abtastung

	Hauptabmessungen in mm	Durchmesser	Strichzahl	Signalperiode
<b>Baureihe ERM 2200</b>		D1: 70 mm bis 380 mm D2: 113,16 mm bis 452,64 mm	1800 bis 7200	ca. 200 µm
<b>Baureihe ERM 2400</b>		D1: 40 mm bis 410 mm D2: 75,44 mm bis 452,64 mm	600 bis 3600	ca. 400 µm
		D1: 40 mm bis 100 mm D2: 64,37 mm bis 128,75 mm	512 bis 1024	ca. 400 µm
		D1: 40 mm; 55 mm D2: 64,37 mm; 75,44 mm	512; 600	
<b>Baureihe ERM 2410</b>		D1: 40 mm bis 410 mm D2: 75,44 mm bis 452,64 mm	600 bis 3600	ca. 400 µm
<b>Baureihe ERM 2900</b>		D1: 40 mm bis 100 mm D2: 58,06 mm bis 120,96 mm	192 bis 400	ca. 1000 µm

<sup>1)</sup> Der Positionswert wird geräteintern nach Überfahren zweier Referenzmarken aus den Inkrementalsignalen gebildet.  
<sup>2)</sup> eventuell im Betrieb eingeschränkt durch elektrisch zulässige Drehzahl

Mechanisch zulässige Drehzahl <sup>2)</sup>	Schnittstelle	Typ	Weitere Informationen
14500 min <sup>-1</sup> bis 3000 min <sup>-1</sup>	~ 1 V <sub>SS</sub>	<b>AK ERM 2280</b> <b>TTR ERM 2200C</b>	Prospekt <i>Modulare Winkelmessgeräte mit magnetischer Abtastung</i>
19000 min <sup>-1</sup> bis 3000 min <sup>-1</sup>	□ TTL	<b>AK ERM 2420</b> <b>TTR ERM 2400</b>	
	~ 1 V <sub>SS</sub>	<b>AK ERM 2480</b> <b>TTR ERM 2400</b>	
42000 min <sup>-1</sup> bis 20000 min <sup>-1</sup>	~ 1 V <sub>SS</sub>	<b>AK ERM 2480</b> <b>TTR ERM 2404</b>	
33000 min <sup>-1</sup> ; 27000 min <sup>-1</sup>	~ 1 V <sub>SS</sub>	<b>AK ERM 2480</b> <b>TTR ERM 2405</b>	
19000 min <sup>-1</sup> bis 3000 min <sup>-1</sup>	EnDat 2.2 <sup>1)</sup>	<b>AK ERM 2410</b> <b>TTR ERM 2400C</b>	
47000 min <sup>-1</sup> bis 16000 min <sup>-1</sup>	~ 1 V <sub>SS</sub>	<b>AK ERM 2980</b> <b>TTR ERM 2904</b>	



ERM 2280



ERM 2480



ERM 2484



ERM 2485

# Auswahlhilfe

## Absolute gekapselte Winkelmessgeräte

Baureihe	Hauptabmessungen in mm	System- genauigkeit	Mechanisch zul. Drehzahl	Positionswerte/ Umdrehung	Schnittstelle	
<b>Mit integrierter Statorkupplung</b>						
<b>RCN 2000</b>		± 5"	≤ 1500 min <sup>-1</sup>	67 108 864 ± 26 Bit	EnDat 2.2	
		± 2,5"			268 435 456 ± 28 Bit	EnDat 2.2
						Fanuc αi
		Mitsubishi				
		EnDat 2.2				
		Fanuc αi				
Mitsubishi						
<b>RCN 5000</b>		± 5"	≤ 1500 min <sup>-1</sup>	67 108 864 ± 26 Bit	EnDat 2.2	
		± 2,5"			268 435 456 ± 28 Bit	EnDat 2.2
						Fanuc αi
		Mitsubishi				
		EnDat 2.2				
		Fanuc αi				
Mitsubishi						
<b>RCN 8000</b>		± 2"	≤ 500 min <sup>-1</sup>	536 870 912 ± 29 Bit	EnDat 2.2	
		± 1"				EnDat 2.2
						Fanuc αi
		Mitsubishi				
		EnDat 2.2				
		Fanuc αi				
Mitsubishi						
<b>Mit angebauter Statorkupplung</b>						
<b>ECN 200</b>		± 10"	≤ 3000 min <sup>-1</sup>	33 554 432 ± 25 Bit	EnDat 2.2	
					EnDat 2.2	
				83 886 08 ± 23 Bit	Fanuc α	
					Mitsubishi	

Inkremental- signale	Signal- perioden/U	Typ	Weitere Informationen
~ 1 V <sub>SS</sub>	16384	<b>RCN 2380</b>	Prospekt <i>Gekapselte Winkelmess- geräte</i>
-	-	<b>RCN 2310</b>	
-	-	<b>RCN 2390 F</b>	
-	-	<b>RCN 2390 M</b>	
~ 1 V <sub>SS</sub>	16384	<b>RCN 2580</b>	
-	-	<b>RCN 2510</b>	
-	-	<b>RCN 2590 F</b>	
-	-	<b>RCN 2590 M</b>	
~ 1 V <sub>SS</sub>	16384	<b>RCN 5380</b>	
-	-	<b>RCN 5310</b>	
-	-	<b>RCN 5390 F</b>	
-	-	<b>RCN 5390 M</b>	
~ 1 V <sub>SS</sub>	16384	<b>RCN 5580</b>	
-	-	<b>RCN 5510</b>	
-	-	<b>RCN 5590 F</b>	
-	-	<b>RCN 5590 M</b>	
~ 1 V <sub>SS</sub>	32768	<b>RCN 8380</b>	
-	-	<b>RCN 8310</b>	
-	-	<b>RCN 8390 F</b>	
-	-	<b>RCN 8390 M</b>	
~ 1 V <sub>SS</sub>	32768	<b>RCN 8580</b>	
-	-	<b>RCN 8510</b>	
-	-	<b>RCN 8590 F</b>	
-	-	<b>RCN 8590 M</b>	
~ 1 V <sub>SS</sub>	2048	<b>ECN 225</b>	Prospekt <i>Gekapselte Winkelmess- geräte</i>
-	-	<b>ECN 225</b>	
-	-	<b>ECN 223 F</b>	
-	-	<b>ECN 223 M</b>	



RCN 2000



RCN 5000



RCN 8000  
Ø 60 mm



RCN 8000  
Ø 100 mm



ECN 200  
Ø 50 mm

# Auswahlhilfe

## Inkrementale gekapselte Winkelmessgeräte

Baureihe	Hauptabmessungen in mm	Systemgenauigkeit	Mechanisch zul. Drehzahl <sup>1)</sup>	Schnittstelle
<b>Mit integrierter Statorkupplung</b>				
<b>RON 200</b>		± 5"	≤ 3000 min <sup>-1</sup>	□ TTL
		± 2,5"		□ TTL
<b>RON 700</b>		± 2"	≤ 1000 min <sup>-1</sup>	~ 1 V <sub>SS</sub>
				~ 1 V <sub>SS</sub>
<b>RON 800 RPN 800</b>		± 1"	≤ 1000 min <sup>-1</sup>	~ 1 V <sub>SS</sub>
				~ 1 V <sub>SS</sub>
<b>RON 900</b>		± 0,4"	≤ 100 min <sup>-1</sup>	~ 11 μAss
<b>Für separate Wellenkupplung</b>				
<b>ROD 200</b>		± 5"	≤ 10000 min <sup>-1</sup>	□ TTL
				□ TTL
				~ 1 V <sub>SS</sub>
<b>ROD 700</b>		± 2"	≤ 1000 min <sup>-1</sup>	~ 1 V <sub>SS</sub>
<b>ROD 800</b>		± 1"	≤ 1000 min <sup>-1</sup>	~ 1 V <sub>SS</sub>

<sup>1)</sup> eventuell im Betrieb eingeschränkt durch elektrisch zulässige Drehzahl

<sup>2)</sup> mit integrierter Interpolation

	Signalperioden/U	Typ	Weitere Informationen
	18000 <sup>2)</sup>	<b>RON 225</b>	Prospekt <i>Gekapselte Winkelmessgeräte</i>
	180000/90000 <sup>2)</sup>	<b>RON 275</b>	
	18000	<b>RON 285</b>	
	18000	<b>RON 287</b>	
	18000	<b>RON 785</b>	
	18000/36000	<b>RON 786</b>	
	36000	<b>RON 886</b>	
	180000	<b>RPN 886</b>	
	36000	<b>RON 905</b>	

	18000 <sup>2)</sup>	<b>ROD 220</b>	Prospekt <i>Gekapselte Winkelmessgeräte</i>
	180000 <sup>2)</sup>	<b>ROD 270</b>	
	18000	<b>ROD 280</b>	
	18000/36000	<b>ROD 780</b>	
	36000	<b>ROD 880</b>	



**RON 285**



**RON 786**



**RON 905**



**ROD 280**



**ROD 780**

# Messprinzipien

## Maßverkörperung

HEIDENHAIN-Messgeräte mit optischer Abtastung benutzen Maßverkörperungen aus regelmäßigen Strukturen – sogenannte Teilungen.

Als Trägermaterial für diese Teilungen dienen Glas- oder Stahlsubstrate. Bei Messgeräten für große Messlängen dient ein Stahlband als Teilungsträger.

Die feinen Teilungen stellt HEIDENHAIN durch speziell entwickelte, photolithografische Verfahren her.

- AURODUR: mattgeätzte Striche auf einem vergoldeten Stahlband; typische Teilungsperiode 40 µm
- METALLUR: verschmutzungsunempfindliche Teilung aus metallischen Strichen auf Gold; typische Teilungsperiode 20 µm
- DIADUR: äußerst widerstandsfähige Chromstriche (typische Teilungsperiode 20 µm) oder dreidimensionale Chromstrukturen (typische Teilungsperiode 8 µm) auf Glas
- SUPRADUR-Phasengitter: optisch dreidimensional wirkende, planare Struktur; besonders verschmutzungsunempfindlich; typische Teilungsperiode 8 µm und kleiner
- OPTODUR-Phasengitter: optisch dreidimensional wirkende, planare Struktur mit besonders hoher Reflexion; typische Teilungsperiode 2 µm und kleiner

Neben den feinen Teilungsperioden ermöglichen diese Verfahren eine hohe Kantschärfe und eine gute Homogenität der Teilung. Zusammen mit dem photoelektrischen Abtastverfahren ist dies maßgebend für die hohe Güte der Ausgangssignale.

Die Originalteilungen fertigt HEIDENHAIN auf eigens dafür hergestellten hochpräzisen Teilmaschinen.

DIADUR, AURODUR und METALLUR sind eingetragene Warenzeichen der DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH, Traunreut.

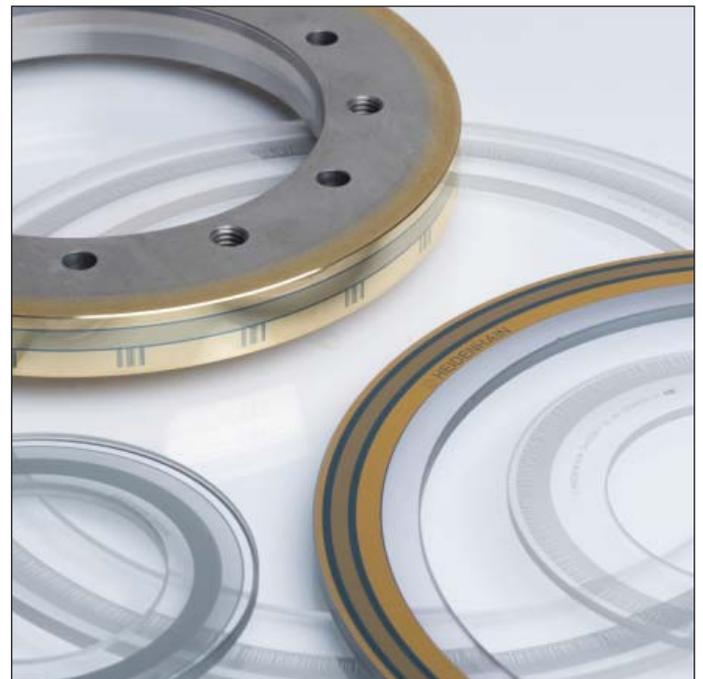
## Absolutes Messverfahren

Beim absoluten Messverfahren steht der Positionswert unmittelbar nach dem Einschalten des Messgeräts zur Verfügung und kann jederzeit von der Folge-Elektronik abgerufen werden. Ein Verfahren der Achsen zum Ermitteln der Bezugsposition ist nicht notwendig.

Diese absolute Positionsinformation wird aus der **Teilung der Teilscheibe** ermittelt, die als serielle Codestruktur aufgebaut ist. Die Codestruktur ist über eine Umdrehung eindeutig. Eine separate Inkrementalspur wird nach dem Prinzip der Einfeldabtastung abgetastet und für den Positionswert interpoliert.



Teilkreis mit serieller Code-Spur und Inkrementalspur



Absolute und inkrementale Teilkreise bzw. Teilungstrommel

# Inkrementales Messverfahren

Beim **inkrementalen Messverfahren** besteht die Teilung aus einer regelmäßigen Gitterstruktur. Die Positionsinformation wird **durch Zählen** der einzelnen Inkremente (Messschritte) von einem beliebig gesetzten Nullpunkt aus gewonnen. Da zum Bestimmen von Positionen ein absoluter Bezug erforderlich ist, verfügt die Maßverkörperung über eine weitere Spur, die eine **Referenzmarke** trägt. Die mit der Referenzmarke festgelegte absolute Position des Maßstabs ist genau einem Messschritt zugeordnet.

Bevor also ein absoluter Bezug hergestellt oder der zuletzt gewählte Bezugspunkt wiedergefunden wird, muss die Referenzmarke überfahren werden.

Im ungünstigen Fall erfordert dies eine Drehung bis zu 360°. Um dieses „Referenzpunkt-Fahren“ zu erleichtern, verfügen viele HEIDENHAIN-Messgeräte über **abstandscodierte Referenzmarken**: die Referenzmarkenspur enthält mehrere Referenzmarken mit definiert unterschiedlichen Abständen. Die Folge-Elektronik ermittelt bereits beim Überfahren von zwei benachbarten Referenzmarken – also nach wenigen Grad Drehbewegung (siehe Grundabstand G in Tabelle) – den absoluten Bezug. Messgeräte mit abstandscodierten Referenzmarken sind mit dem Buchstaben „C“ hinter der Typenbezeichnung gekennzeichnet (z. B. ERA 4200C).

Der **absolute Bezug** wird bei abstandscodierten Referenzmarken durch Zählen der Inkremente zwischen zwei Referenzmarken ermittelt und nach folgender Formel berechnet:

$$\alpha_1 = (\text{abs } A - \text{sgn } A - 1) \times \frac{G}{2} + (\text{sgn } A - \text{sgn } D) \times \frac{\text{abs } M_{RR}}{2}$$

wobei:

$$A = \frac{2 \times \text{abs } M_{RR} - G}{TP}$$

Es bedeuten:

$\alpha_1$  = absolute Winkelposition der zuerst überfahrenen Referenzmarke zur Null-Position in Grad

abs = Absolutbetrag

sgn = Signum-Funktion (Vorzeichenfunktion = „+1“ oder „-1“)

$M_{RR}$  = Messwert zwischen den überfahrenen Referenzmarken in Grad

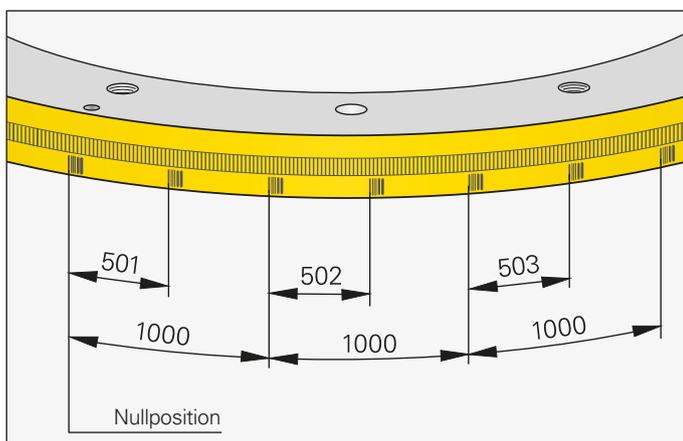
G = Grundabstand zwischen zwei festen Referenzmarken (siehe Tabellen)

TP = Teilungsperiode ( $\frac{360^\circ}{\text{Signalperiode}}$ )

D = Drehrichtung (+1 oder -1)  
Die Drehung gemäß Anschlussmaße ergibt „+1“

## ERA 7480C, ERA 8480C

Signalperiode z	Anzahl der Referenzmarken	Grundabstand G
36000	72	10°
45000	90	8°
90000	180	4°



Schematische Darstellung einer Kreisteilung mit abstandscodierten Referenzmarken (Beispiel für ERA 4480 mit 20000 Strichen)

## ERA 4000C

Signalperiode bei Teilungsperiode			Anzahl der Referenzmarken	Grundabstand G
20 µm	40 µm	80 µm		
–	–	3000	6	120°
8192	4096	4096	8	90°
–	–	5000	10	72°
12000	6000	–	12	60°
–	–	7000	14	51,429°
16384	8192	8192	16	45°
20000	10000	10000	20	36°
24000	12000	12000	24	30°
–	–	13000	26	27,692°
28000	14000	–	28	25,714°
32768	16384	–	32	22,5°
40000	20000	–	40	18°
48000	24000	–	48	15°
52000	26000	–	52	13,846°
–	38000	–	76	9,474°
–	44000	–	88	8,182°

# Fotoelektrische Abtastung

Die meisten HEIDENHAIN-Messgeräte arbeiten nach dem Prinzip der fotoelektrischen Abtastung. Die fotoelektrische Abtastung erfolgt berührungslos und damit verschleißfrei. Sie detektiert selbst feinste Teilungsstriche von wenigen Mikrometern Breite und erzeugt Ausgangssignale mit sehr kleinen Signalperioden.

Je feiner die Teilungsperiode einer Maßverkörperung, umso mehr beeinflussen Beugungserscheinungen die fotoelektrische Abtastung. HEIDENHAIN verwendet bei Winkelmessgeräten zwei Abtastprinzipien:

- das **abbildende Messprinzip** bei Teilungsperioden von 20  $\mu\text{m}$  und 40  $\mu\text{m}$
- das **interferentielle Messprinzip** bei sehr kleinen Teilungsperioden von z. B. 8  $\mu\text{m}$

## Abbildendes Messprinzip

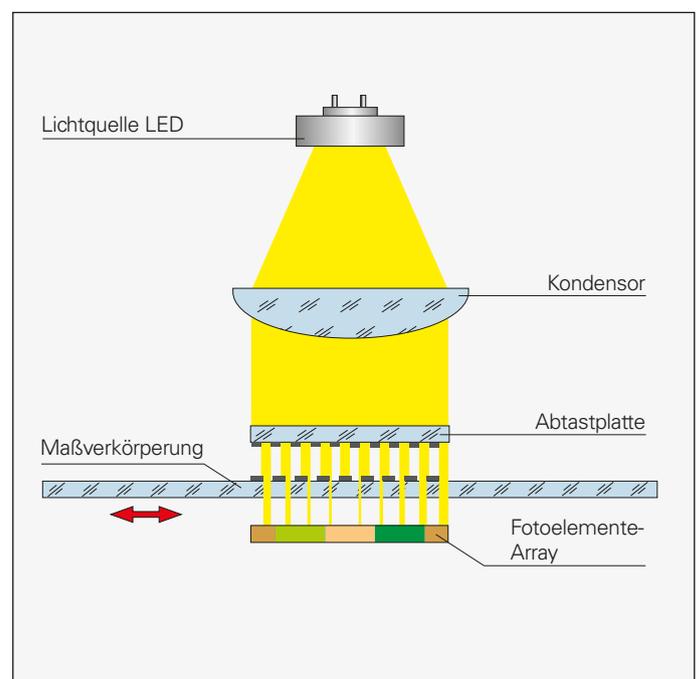
Das abbildende Messprinzip arbeitet – vereinfacht beschrieben – mit schattenoptischer Signalerzeugung: Zwei Strichgitter mit gleicher oder ähnlicher Teilungsperiode – Maßverkörperung und Abtastplatte – werden zueinander bewegt. Das Trägermaterial der Abtastplatte ist lichtdurchlässig, die Teilung der Maßverkörperung kann ebenfalls auf lichtdurchlässigem oder auf reflektierendem Material aufgebracht sein.

Fällt paralleles Licht durch eine Gitterstruktur, werden in einem bestimmten Abstand Hell/Dunkel-Felder abgebildet. Hier befindet sich ein Gegengitter. Bei einer Relativbewegung der beiden Gitter zueinander wird das durchfallende Licht moduliert: Stehen die Lücken übereinander, fällt Licht durch, befinden sich die Striche über den Lücken, herrscht Schatten. Ein Fotoelemente-Array wandelt diese Lichtänderungen in elektrische Signale um. Die speziell strukturierte Teilung der Abtastplatte filtert dabei den Lichtstrom so, dass annähernd sinusförmige Ausgangssignale entstehen.

Je kleiner die Teilungsperiode der Gitterstruktur, umso geringer und enger toleriert ist der Abstand zwischen Abtastplatte und Maßstab. Praktikable Anbautoleranzen eines Messgeräts mit abbildendem Messprinzip werden bei Teilungsperioden von 10  $\mu\text{m}$  und größer erzielt.

Nach dem abbildenden Messprinzip arbeiten z. B. die Winkelmessgeräte ERA.

Abbildendes Messprinzip



### Interferentielles Messprinzip

Das interferentielle Messprinzip nutzt die Beugung und die Interferenz des Lichts an fein geteilten Gittern, um Signale zu erzeugen, aus denen sich die Bewegung ermitteln lässt.

Als Maßverkörperung dient ein Stufengitter; auf einer ebenen, reflektierenden Oberfläche sind reflektierende Striche mit 0,2 µm Höhe aufgebracht. Davor befindet sich als Abtastplatte ein lichtdurchlässiges Phasengitter mit der gleichen Teilungsperiode wie beim Maßstab.

Fällt eine ebene Lichtwelle auf die Abtastplatte, wird sie durch Beugung in drei Teilwellen der 1., 0. und -1. Ordnung mit annähernd gleicher Lichtintensität aufgespalten. Sie werden auf dem Phasengitter-Maßstab so gebeugt, dass der Großteil der Lichtintensität in der reflektierten 1. und -1. Beugungsordnung steckt. Diese Teilwellen treffen am Phasengitter der Abtastplatte wieder aufeinander, werden erneut gebeugt und interferieren. Dabei entstehen im wesentlichen drei Wellenzüge, welche die Abtastplatte unter verschiedenen Winkeln verlassen. Fotoelemente wandeln diese Lichtintensitäten in elektrische Signale um.

Bei einer Relativbewegung zwischen Maßstab und Abtastplatte erfahren die gebeugten Wellenfronten eine Phasenverschiebung: Die Bewegung um eine Teilungsperiode verschiebt die Wellenfront der 1. Beugungsordnung um eine Wellenlänge nach Plus, die Wellenfront der -1. Beugungsordnung um eine Wellenlänge nach Minus. Da diese beiden Wellen am Austritt aus dem Phasengitter miteinander interferieren, verschieben sich diese Wellen zueinander um zwei Wellenlängen. Man erhält also zwei Signalperioden bei einer Relativbewegung um eine Teilungsperiode.

Interferentielle Messgeräte arbeiten mit Teilungsperioden von z. B. 8 µm, 4 µm oder feiner. Ihre Abtastsignale sind weitgehend frei von Oberwellen und können hoch interpoliert werden. Sie eignen sich daher besonders für kleine Messschritte und hohe Genauigkeit.

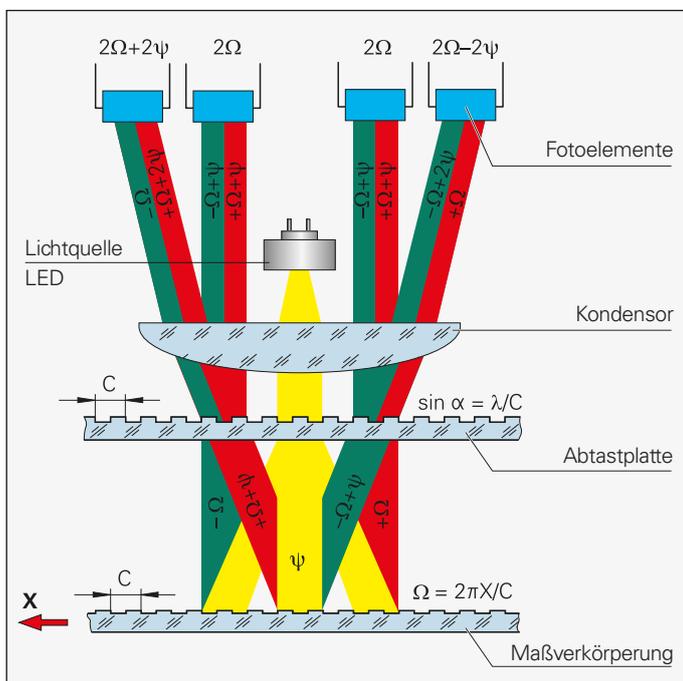
Nach dem interferentiellen Messprinzip arbeiten z. B. die Winkelmessgeräte ERP.

### Interferentielles Messprinzip (Optikschema)

C Teilungsperiode

$\psi$  Phasenänderung der Lichtwelle beim Durchgang durch die Abtastplatte

$\Omega$  Phasenänderung der Lichtwelle durch die Bewegung x des Maßstabs



# Messgenauigkeit

Die Genauigkeit der Winkelmessung wird im Wesentlichen beeinflusst durch:

- die Güte der Teilung
- die Stabilität des Teilungsträgers
- die Güte der Abtastung
- die Güte der Signalverarbeitungs-Elektronik
- die Exzentrizität der Teilung zur Lagerung
- die Abweichungen der Lagerung
- die Ankopplung an die zu messende Welle

Diese Einflussgrößen teilen sich auf in messgerätspezifische Abweichungen und anwendungsabhängige Faktoren. Zur Beurteilung der erzielbaren Gesamtgenauigkeit müssen alle einzelnen Einflussgrößen berücksichtigt werden.

## Messgerätspezifische Abweichungen

Die messgerätspezifischen Abweichungen sind in den Technischen Kennwerten angegeben:

- Genauigkeit der Teilung
- Interpolationsabweichungen innerhalb einer Signalperiode

## Genauigkeit der Teilung

Die Genauigkeit der Teilung  $\pm a$  resultiert aus der Güte der Teilung. Sie beinhaltet:

- die Homogenität und Periodenschärfe der Teilung,
- die Ausrichtung der Teilung auf dem Teilungsträger,
- *bei Messgeräten mit massiven Teilungsträgern:* die Stabilität des Teilungsträgers, um die Genauigkeit auch im angebauten Zustand zu gewährleisten,
- *bei Messgeräten mit Stahlmaßband:* die Abweichungen durch ungleichmäßige Banddehnung bei der Montage, sowie die Abweichungen an der Stoßstelle des Maßbandes bei Vollkreis-Lösungen.

*Die Genauigkeit der Teilung  $\pm a$  wird unter idealen Bedingungen ermittelt, indem mit einem Serien-Abtastkopf die Interpolationsabweichungen an Positionen gemessen werden, die ganzzahligen Vielfachen der Signalperiode entsprechen.*

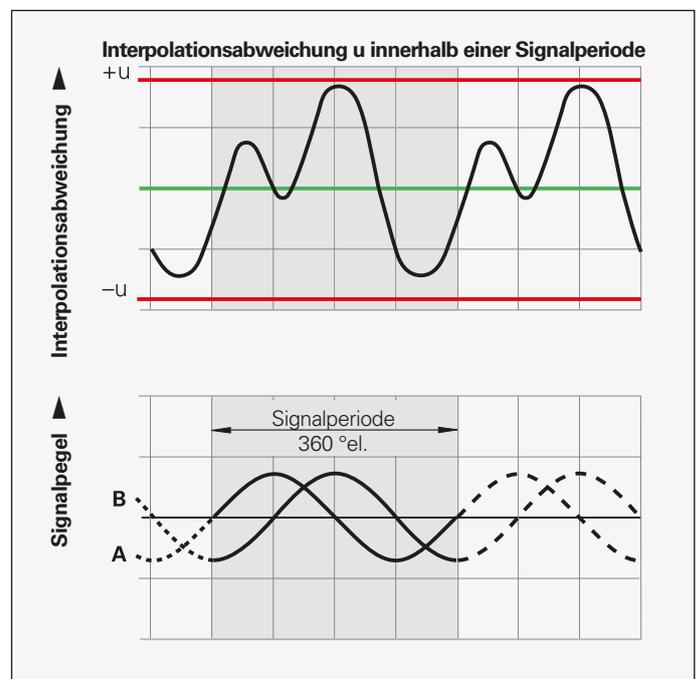
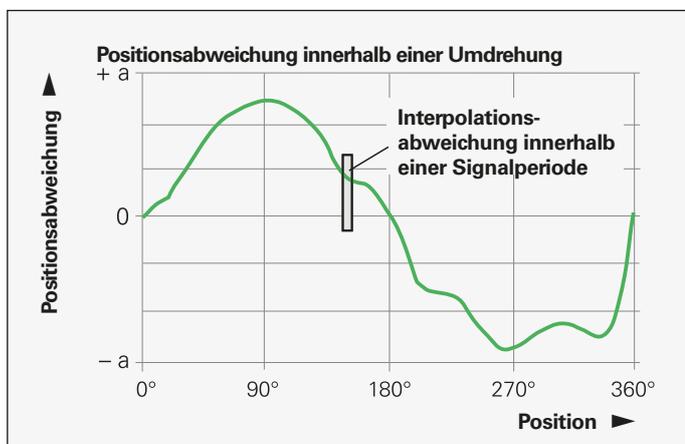
## Interpolationsabweichungen innerhalb einer Signalperiode

Die Interpolationsabweichungen innerhalb einer Signalperiode  $\pm u$  resultieren aus der Güte der Abtastung und – bei Messgeräten mit integrierter Impulsformer- bzw. Zähler-Elektronik – der Güte der Signalverarbeitungs-Elektronik. Bei Messgeräten mit sinusförmigen Ausgangssignalen sind dagegen die Abweichungen durch die Signalverarbeitungs-Elektronik der Folge-Elektronik bestimmt.

Im Einzelnen beeinflussen folgende Faktoren das Ergebnis:

- die Feinheit der Signalperiode,
- die Homogenität und Periodenschärfe der Teilung,
- die Güte der Filterstrukturen der Abtastung,
- die Charakteristik der Sensoren,
- die Stabilität und Dynamik der Weiterverarbeitung der analogen Signale.

In der Angabe der Interpolationsabweichungen innerhalb einer Signalperiode sind diese Einflussfaktoren berücksichtigt.



Die Interpolationsabweichungen innerhalb einer Signalperiode  $\pm u$  werden in Prozent der Signalperiode angegeben. Für die Einbau-Winkelmessgeräte ohne Eigenlagerung ist ihr Wert typischerweise besser  $\pm 1\%$  der Signalperiode (ERP 880:  $\pm 1,5\%$ ). Die spezifischen Werte finden Sie in den Technischen Kennwerten.

Die Interpolationsabweichungen innerhalb einer Signalperiode wirken sich schon bei sehr kleinen Drehbewegungen und bei Wiederholmessungen aus. Insbesondere im Geschwindigkeits-Regelkreis führen sie zu Drehzahlschwankungen.

## Anwendungsabhängige Abweichungen

Bei **Messgeräten ohne Eigenlagerung** haben der Anbau sowie die Justage des Abtastkopfes zusätzlich zu den angegebenen messgerätspezifischen Abweichungen maßgeblichen Einfluss auf die erzielbare Gesamtgenauigkeit. Insbesondere wirken sich ein exzentrischer Anbau der Teilung und Rundlaufabweichungen der zu messenden Welle aus. Zur Beurteilung der Gesamtgenauigkeit müssen die anwendungsabhängigen Abweichungen einzeln ermittelt und berücksichtigt werden.

Im Gegensatz hierzu beinhaltet die bei den Messgeräten mit Eigenlagerung angegebene Systemgenauigkeit bereits die Abweichungen der Lagerung und der Wellen-Ankopplung (siehe Prospekt *Winkelmessgeräte mit Eigenlagerung*).

## Abweichungen durch die Exzentrizität der Teilung zur Lagerung

Bei der Montage des Teilkreises mit Nabe, der Teilungstrommel bzw. des Stahlmaßbandes ist damit zu rechnen, dass die Teilung zur Lagerung eine montageabhängige Exzentrizität aufweist. Darüber hinaus können Maß- und Formabweichungen der Kundenwelle zu zusätzlichen Exzentrizitäten führen. Zwischen der Exzentrizität  $e$ , dem Teilungsdurchmesser  $D$  und der Messabweichung  $\Delta\varphi$  besteht folgende Beziehung (siehe Bild unten):

$$\Delta\varphi = \pm 412 \cdot \frac{e}{D}$$

$\Delta\varphi$  = Messabweichung in " (Winkelsekunden)

$e$  = Exzentrizität der Teilungstrommel zur Lagerung in  $\mu\text{m}$  (1/2 Rundlauf)

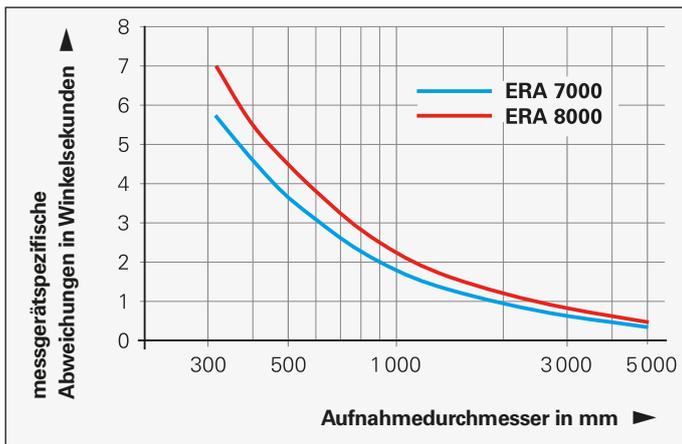
$D$  = mittlerer Teilungsdurchmesser in mm

$M$  = Teilungsmittelpunkt

$\varphi$  = „wahrer“ Winkel

$\varphi'$  = abgelesener Winkel

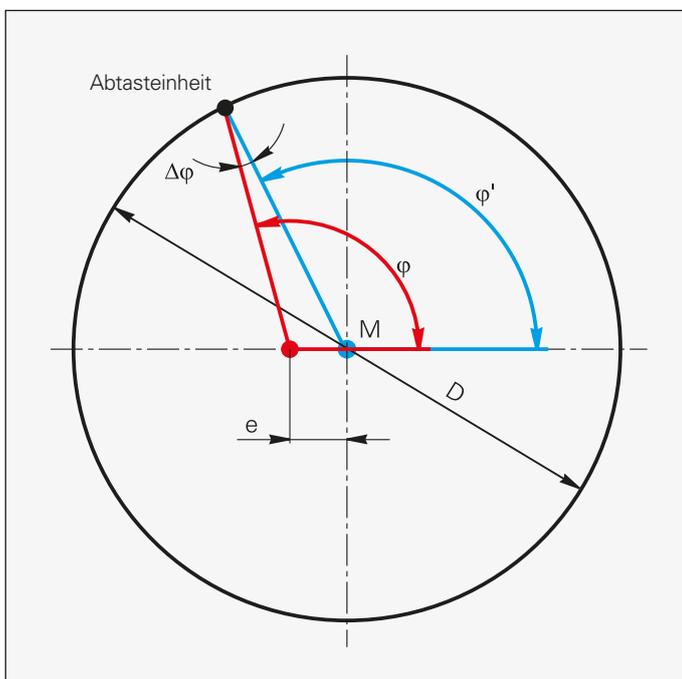
Messgerätespezifische Abweichungen bei ERA 7000 und ERA 8000



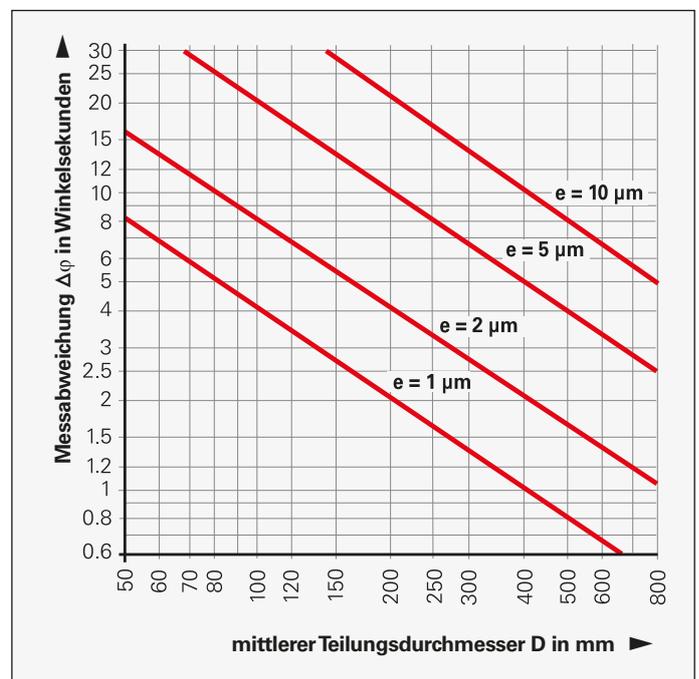
### Mittlerer Teilungsdurchmesser D bei:

<b>ERP 880</b>	D = 126 mm
<b>ERP 4000</b>	D = 40 mm
<b>ERP 8000</b>	D = 104 mm
<b>ERO 6000</b>	D = 64 bzw. 142 mm
<b>ERO 6100</b>	D = 64 mm
<b>ERA 4000</b>	D $\hat{=}$ Trommel-Außendurchmesser
<b>ECA 4000</b>	
<b>ERA 7000</b>	D $\hat{=}$ Maßband-Aufnahmedurchmesser
<b>ERA 8000</b>	

Exzentrizität der Teilung zur Lagerung



Resultierende Messabweichungen  $\Delta\varphi$  bei unterschiedlichen Exzentrizitäten  $e$  in Abhängigkeit vom mittleren Teilungs-Durchmesser  $D$



### Rundlauf-Abweichung der Lagerung

Die angegebene Beziehung für die Messabweichung  $\Delta\varphi$  gilt auch für die Rundlauf-Abweichung der Lagerung, wenn man für  $e$  die Exzentrizität, also den halben Rundlauf-Fehler (halber Anzeigewert) einsetzt. Die Nachgiebigkeit der Lagerung unter Einwirkung von Radialbelastung der Welle bewirkt gleichartige Abweichungen.

### Verformung der Teilung durch den Anbau

Die Trommeln und Teilkreise mit Naben sind hinsichtlich der Querschnitte, Referenzflächen, Lage der Teilung zur Montagefläche, Anschraubbohrungen usw. so gestaltet, dass die Genauigkeit der Geräte durch Anbau und Betrieb nur marginal beeinflusst wird.

### Form- und Durchmesserabweichungen der Auflagefläche (bei ERA 7000 und ERA 8000)

Formabweichungen der Auflagefläche können die erzielbare Gesamtgenauigkeit beeinflussen.

Bei den Segmentlösungen entstehen zusätzliche Winkelfehler  $\Delta\varphi$ , wenn der Soll-Bandauflege-Durchmesser nicht exakt eingehalten wird:

$$\Delta\varphi = (1 - D'/D) \cdot \varphi \cdot 3600$$

mit

$\Delta\varphi$  = Abweichung für Segment in Winkelsekunden

$\varphi$  = Segmentwinkel in Grad

$D$  = Soll-Bandauflegedurchmesser

$D'$  = tatsächlicher Bandauflegedurchmesser

Dieser Fehler lässt sich eliminieren, wenn die für den tatsächlichen Bandauflegedurchmesser  $D'$  gültige Signalperiode pro  $360^\circ$   $z'$  in die Steuerung eingegeben werden kann. Es gilt folgender Zusammenhang:

$$z' = z \cdot D'/D$$

mit  $z$  = Soll-Signalperiode pro  $360^\circ$

$z'$  = tatsächliche Signalperiode pro  $360^\circ$

Bei Segmentlösungen sollte prinzipiell der tatsächlich verfahren Winkel mit Hilfe eines Vergleichsmessgeräts z. B. einem eingeklagerten Winkelmessgerät überprüft werden.

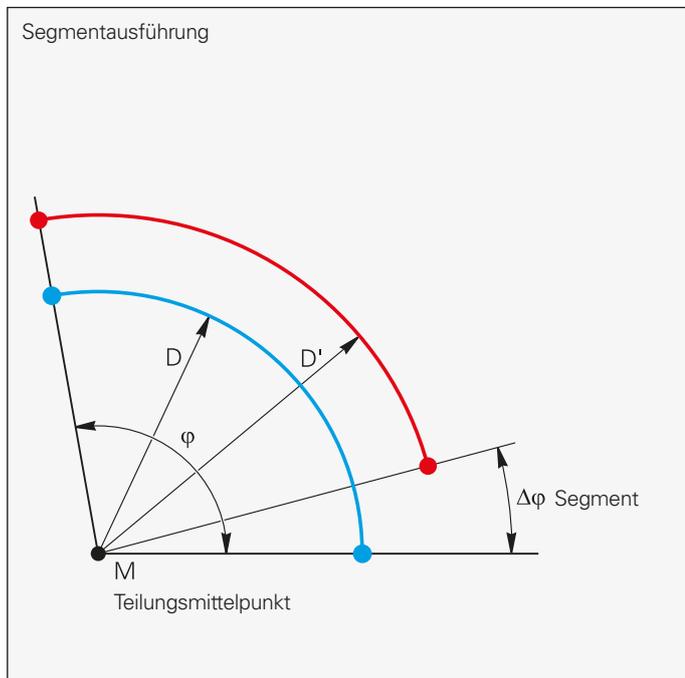
### Kompensationsmöglichkeiten

Der exzentrische Anbau der Teilung sowie Rundlaufabweichungen der zu messenden Welle verursachen einen Großteil der anwendungsabhängigen Abweichungen. Eine gängige und effektive Methode diese Fehlereinflüsse zu eliminieren ist, zwei oder sogar mehrere Abtastköpfe in gleichmäßigem Abstand um den Teilungsträger verteilt zu montieren. In der Folge-Elektronik werden die einzelnen Positionswerte entsprechend miteinander verrechnet.

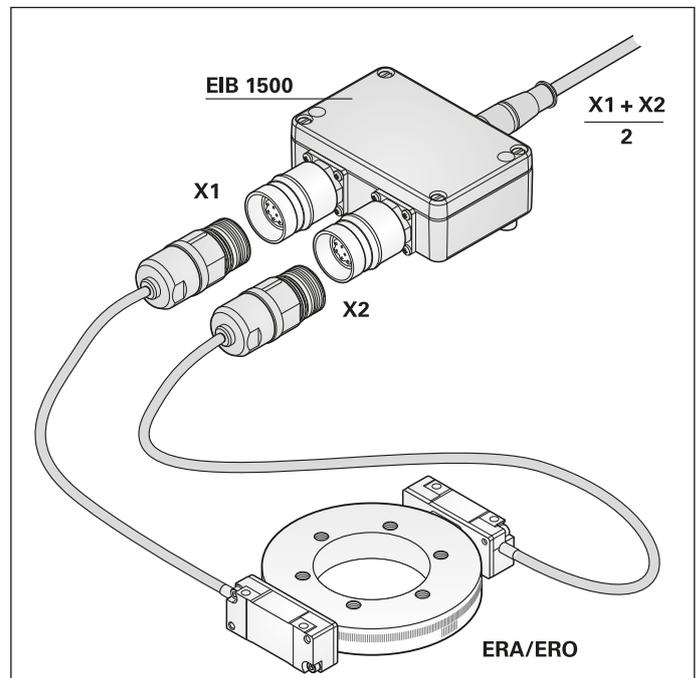
Mit der EIB 1500 stellt HEIDENHAIN eine geeignete Elektronik zur Verfügung, die die Positionsverrechnung zweier Abtastköpfe in Echtzeit und ohne negative Einflüsse auf den Regelkreis vornimmt (siehe *Auswerte- und Anzeige-Elektroniken*).

Welche Genauigkeitsverbesserung dadurch in der Praxis tatsächlich erzielt werden kann, hängt stark von der jeweiligen Einbausituation und Applikation ab. Prinzipiell werden alle Exzentrizitätsfehler (reproduzierbare Fehler durch Anbaufehler, nicht reproduzierbare Fehler durch Rundlaufabweichungen der Lagerung) und zusätzlich alle ungeradzahigen Harmonischen des Teilungsfehlers eliminiert.

Winkelfehler durch abweichenden Bandauflegedurchmesser



Positionsverrechnung zweier Abtastköpfe zur Kompensation von Exzentrizität- und Rundlauf Fehlern



# Messprotokoll

Bei allen Winkelmessgeräten von HEIDENHAIN wird vor der Auslieferung die Funktion geprüft und die Genauigkeit vermessen. Die Genauigkeit der Winkelmessgeräte wird beim Verfahren über eine Umdrehung ermittelt. Die Anzahl der Messpositionen ist dabei so gewählt, dass nicht nur die langwelligen Abweichungen, sondern auch die Interpolationsabweichungen innerhalb einer Signalperiode sehr genau erfasst werden. Anbauspezifische Abweichungen sind dabei nicht erfasst.

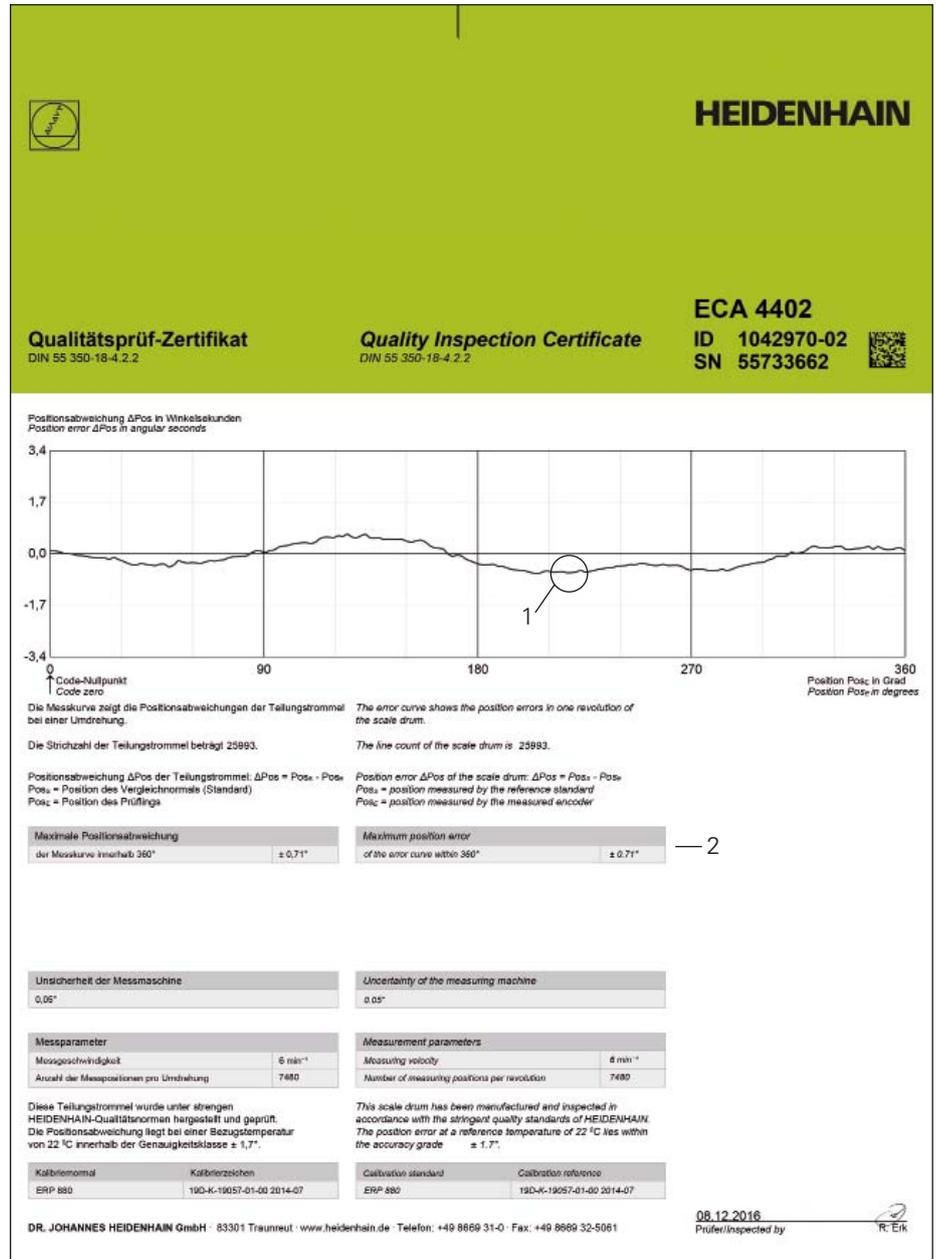
Das **Qualitätsprüf-Zertifikat** bestätigt die angegebene **Teilungsgenauigkeit** jedes Messgeräts. Die ebenfalls aufgelisteten **Kalibriernormale** gewährleisten – wie in EN ISO 9001 gefordert – den Anschluss an anerkannte nationale oder internationale Normale.

Für die Baureihen ERP, ERO 6000, ERA 4000, ECA 4000 dokumentiert zusätzlich ein Messprotokoll die ermittelten **Positionsabweichungen**. Ebenso angegeben sind die Messparameter und die Unsicherheit der Messung.

## Temperaturbereich

Die Prüfung der Winkelmessgeräte wird bei einer **Bezugstemperatur** von 22 °C durchgeführt. Bei dieser Temperatur gilt die im Messprotokoll dokumentierte Positionsabweichung.

Die modularen Winkelmessgeräte mit optischer Abtastung und massivem Teilungsträger werden für die Vermessung bei HEIDENHAIN genau so angebaut, wie später in der Applikation. Dadurch wird sichergestellt, dass sich die bei HEIDENHAIN ermittelte Genauigkeit auch tatsächlich auf die Maschine übertragen lässt.



## Messprotokoll am Beispiel Teilungstrommel ECA 4402

- 1 Grafische Darstellung der Teilungsgenauigkeit
- 2 Ergebnis der Vermessung

# Zuverlässigkeit

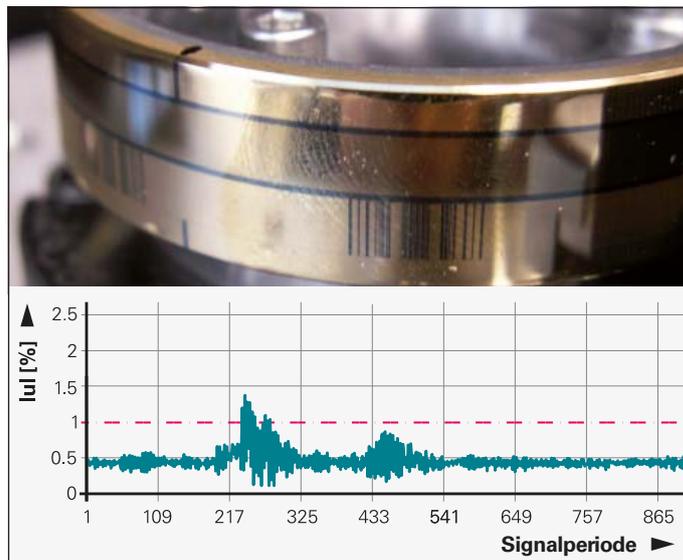
Die modularen Winkelmessgeräte mit optischer Abtastung von HEIDENHAIN sind optimiert für den Einsatz an präzisen und schnellen Maschinen. Trotz der offenen Bauform weisen sie eine geringe Verschmutzungsempfindlichkeit auf, gewährleisten hohe Langzeitstabilität und sind schnell und einfach zu montieren.

## Geringe Verschmutzungsempfindlichkeit

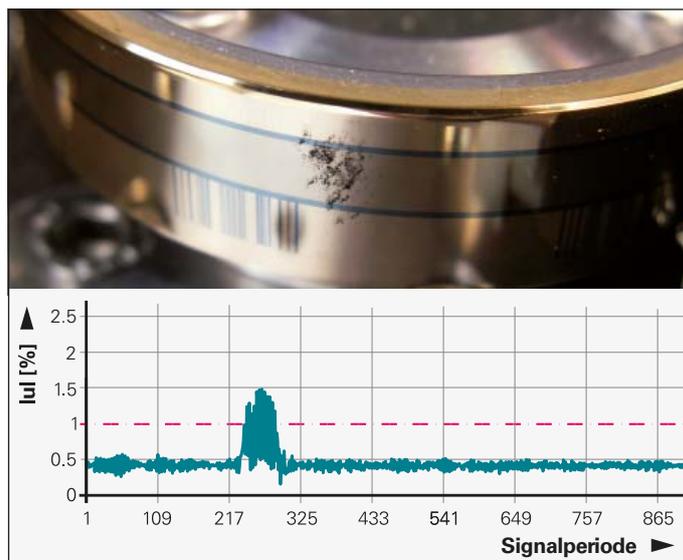
Neben der hohen Qualität der Gitterteilung ist das Abtastverfahren mit verantwortlich für Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Messgeräte. Die Messgeräte von HEIDENHAIN arbeiten mit einer **Einfeld-Abtastung**. Dabei wird nur ein Abtastfeld zur Erzeugung der Abtastsignale verwendet. Lokale Verschmutzungen auf der Maßverkörperung (z. B. Fingerabdrücke, Ölablagerungen u. a.) beeinflussen die Lichtintensität der Signalkomponenten und somit die Abtastsignale gleichermaßen. Die Ausgangssignale ändern sich dadurch zwar in ihrer Amplitude, jedoch nicht in Offset und Phasenlage. Sie sind nach wie vor hoch interpolierbar, die Interpolationsabweichungen innerhalb einer Signalperiode bleiben gering.

Das **große Abtastfeld** reduziert die Verschmutzungsempfindlichkeit zusätzlich. Je nach Verunreinigung kann auch ein Ausfall des Messgeräts vermieden werden. Selbst bei Verunreinigungen durch Drucker-schwärze, Platinenstaub, Wasser oder Öl mit 3 mm Durchmesser liefern die Geräte hochwertige Messsignale. Die Interpolationsabweichungen innerhalb einer Umdrehung bleiben weit unter der spezifizierten Genauigkeit.

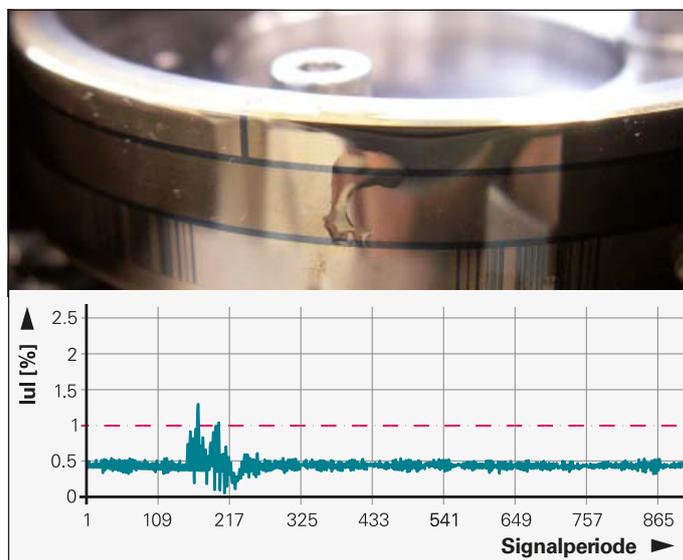
Die nebenstehenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse von Verschmutzungstests mit ERA 4000. Dargestellt sind die Maximalwerte der Interpolationsabweichung innerhalb einer Signalperiode  $|\Delta|$ . Trotz erheblicher Verschmutzung wird der spezifizierte Wert von  $\pm 1\%$  nur geringfügig überschritten.



Verschmutzung durch Fingerabdruck



Verschmutzung durch Tonerstaub



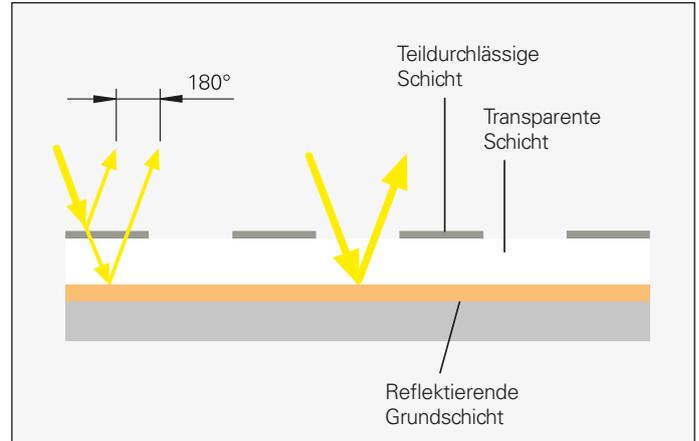
Verschmutzung durch Wassertropfen

### Widerstandsfähige Maßverkörperungen

Bei den modularen Winkelmessgeräten mit optischer Abtastung ist auf Grund der offenen Bauweise die Maßverkörperung naturgemäß einer erhöhten Belastung ausgesetzt. Deshalb verwendet HEIDENHAIN generell robuste Teilungen, die in speziellen Verfahren hergestellt werden.

Beim DIADUR-Verfahren werden Strukturen aus Hartchrom auf einen Glas- oder Stahlträger aufgebracht.

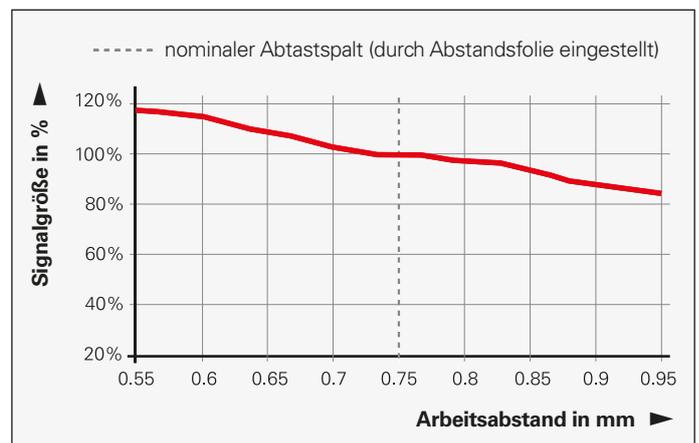
Beim METALLUR-Verfahren ist eine reflektierende Goldschicht mit einer dünnen Abstandsschicht aus Glas versehen. Darauf befinden sich die als Absorber wirkenden, nur wenige Nanometer dicken und daher teildurchlässigen Chromstriche. Maßverkörperungen mit METALLUR-Teilung erweisen sich als besonders robust und unempfindlich gegen Verschmutzungen, da die geringen Strukturhöhen praktisch keine Angriffsflächen für Staub-, Schmutz- oder Feuchtigkeitspartikel bieten.



Aufbau der METALLUR-Teilung

### Praxisgerechte Anbautoleranzen

Die Anbautoleranzen der modularen Winkelmessgeräte von HEIDENHAIN beeinflussen die Ausgangssignale nur in geringem Maß. Insbesondere die Schwankung des Abtastspaltes zwischen Teilungsträger und Abtastkopf verändert die Signalamplitude nur unwesentlich. Die Interpolationsabweichungen innerhalb einer Signalperiode werden dadurch kaum merklich beeinflusst. Dieses Verhalten ist für die hohe Zuverlässigkeit der Winkelmessgeräte von HEIDENHAIN maßgeblich verantwortlich.



Einfluss des Arbeitsabstandes auf die Signalgröße bei ERA 4000

# Mechanische Geräteausführungen und Anbau

## Allgemeine Informationen

Die modularen Winkelmessgeräte mit optischer Abtastung bestehen aus den Komponenten Abtastkopf und Teilungsträger. Der Teilungsträger kann massiv (Teilungstrommel, Teilkreis mit Nabe) oder als Maßband ausgeführt sein. Die Komponenten werden ausschließlich über die Maschinenführung zueinander geführt. Dadurch sind bereits bei der Konstruktion der Maschine gewisse konstruktive Voraussetzungen zu berücksichtigen:

- Die **Lagerung** ist so auszulegen, dass sie den erwarteten Genauigkeitsanforderungen der Achse und den Abstandstoleranzen der Messgeräte (siehe *Technische Kennwerte*) auch im Betrieb genügt.
- Die **Montagefläche** für den Teilungsträger muss den Ebenheits-, Rundheits-, Rundlauf- und Durchmesseranforderungen des jeweiligen Messgeräts entsprechen.
- Um die **Justage** des Abtastkopfs zur Teilung zu erleichtern, sollte er über einen Montagewinkel bzw. entsprechende Anschläge befestigt werden.

Alle modularen Winkelmessgeräte mit optischer Abtastung und **massiven Teilungsträgern** sind so konstruiert, dass die spezialisierte Genauigkeit auch tatsächlich in der Applikation erreicht werden kann. Anbauarten und Montagekonzepte gewährleisten eine höchstmögliche Reproduzierbarkeit.

### Zentrieren der Teilung

Da HEIDENHAIN-Teilungen eine sehr hohe Genauigkeit aufweisen, wird die erzielbare Gesamtgenauigkeit von den Anbaufehlern (hauptsächlich durch den Exzentrizitätsfehler) dominiert. Um den in der Praxis auftretenden Exzentrizitätsfehler zu minimieren, gibt es je nach Gerät und Anbaumethode verschiedene Zentriermöglichkeiten.

#### 1. Zentrierbund

Der Teilungsträger wird auf eine Welle aufgeschoben oder aufgeschraubt. Diese sehr einfache Methode erfordert jedoch eine sehr exakte Wellengeometrie.

#### 2. Dreipunktzentrierung

Der Teilungsträger wird über drei um 120° versetzte Positionen, welche am Teilungsträger markiert sind, zentriert. Mögliche Rundheitsfehler der Fläche an der zentriert wird, beeinflussen so das exakte Ausrichten des Achsmittelpunktes nicht.

#### 3. Optisches Zentrieren

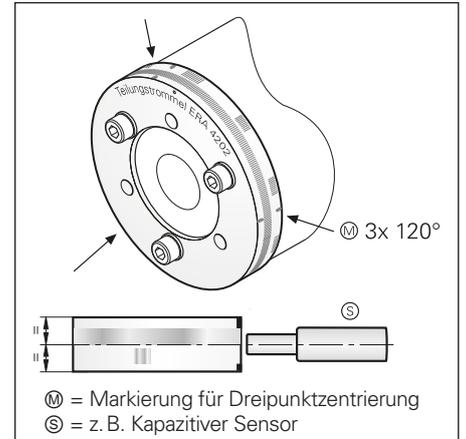
Teilungsträger aus Glas werden häufig optisch mit Hilfe eines Mikroskops zentriert. Dazu sind eindeutige Referenzkanten oder Zentrierringe auf den Teilungsträgern aufgebracht.

#### 4. Zentrieren mit zwei Abtastköpfen

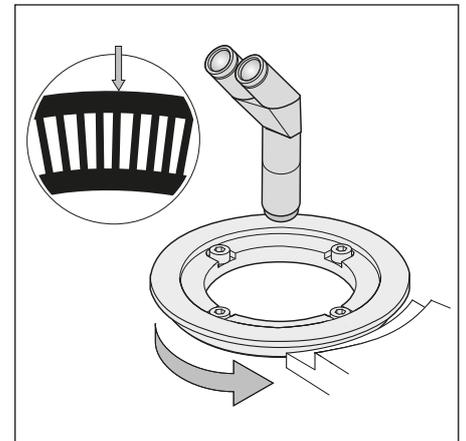
Diese Methode eignet sich für alle modularen Winkelmessgeräte mit optischer Abtastung und massiven Teilungsträgern. Da HEIDENHAIN-Teilungen im Wesentlichen eine langwellige Fehlercharakteristik aufweisen und hier die Teilung bzw. der Positionswert selbst als Referenz dient, stellt dies die genaueste aller Zentriermethoden dar.

### Abtastköpfe

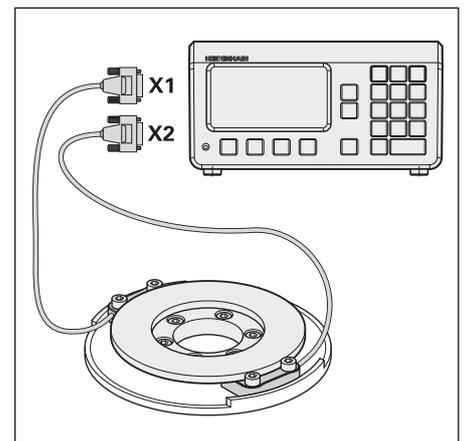
Da die modularen Winkelmessgeräte mit optischer Abtastung an der Maschine aufgebaut werden, ist nach der Montage des Teilungsträgers ein exakter Anbau des Abtastkopfs notwendig. Für eine exakte Ausrichtung des Abtastkopfs muss er prinzipiell in fünf Achsen ausgerichtet werden und verstellbar sein (siehe Bild). Die Gestaltung der Abtastköpfe mit dem entsprechenden Anbaukonzept und die großen Anbautoleranzen erleichtern diese Justierung erheblich. Bei den ERA-Geräten reduziert sich die Montage beispielsweise auf die Einstellung des Abtastspaltes mit Hilfe einer beigelegten Justierfolie.



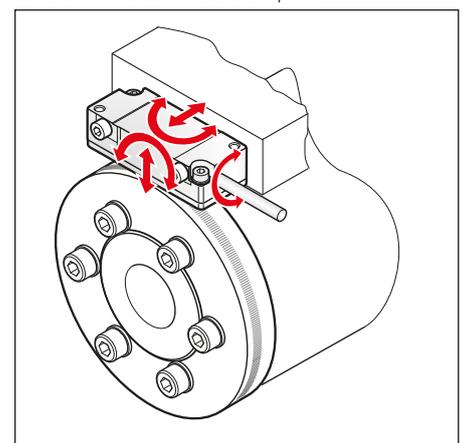
Dreipunktzentrierung



Optisches Zentrieren



Zentrieren mit zwei Abtastköpfen



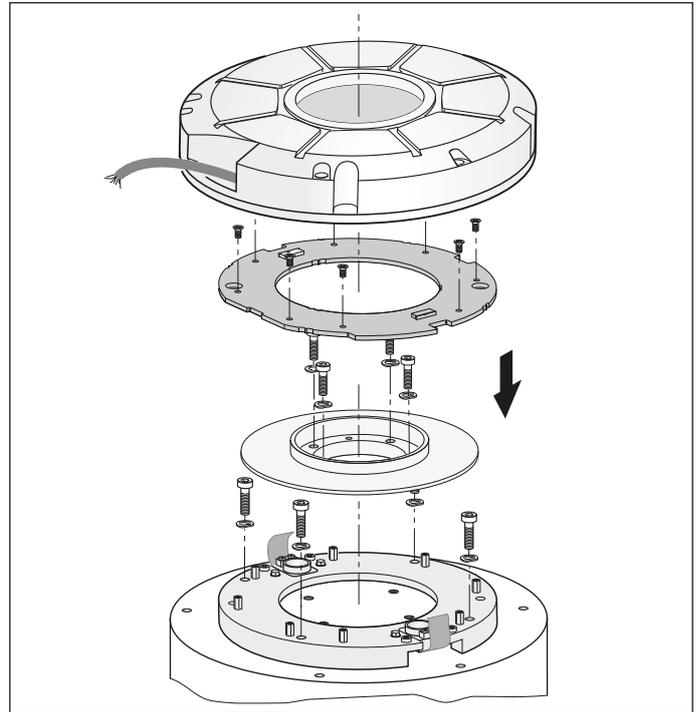
# ERP 880

Das modulare Winkelmessgerät ERP 880 besteht aus den Komponenten Abtasteinheit, Teilkreis mit Nabe und Platine. Zum Schutz vor Berührung oder Verschmutzung sind als Zubehör Abdeckkappen lieferbar.

## Anbau ERP 880

Zuerst wird die Abtasteinheit am stationären Maschinenelement montiert und zur Welle auf  $\pm 1,5 \mu\text{m}$  ausgerichtet. Dann wird der Teilkreis mit Nabe stirnseitig an die Welle angeschraubt und ebenfalls auf eine maximale Exzentrizität von  $\pm 1,5 \mu\text{m}$  zur Abtasteinheit justiert. Anschließend wird die Platine aufgesetzt und an die Abtasteinheit angeschlossen. Die Feinjustage erfolgt durch „elektrisches Zentrieren“ mit Hilfe des PWM 9 (siehe *HEIDENHAIN-Messmitte!*) und eines Oszilloskops. Um das Messgerät ERP 880 vor Verschmutzung zu schützen, kann es mit einer Kappe abgedeckt werden.

Anbau des  
ERP 880  
(Prinzip)



## Kappe IP40

mit Deckring für Schutzart IP40  
Kabel 1 m mit Kupplung Stift, 12-polig  
ID 369774-01

## Kappe IP64

mit Wellendichtring für Schutzart IP64  
Kabel 1 m mit Kupplung Stift, 12-polig  
ID 369774-02



# ERP 4080/ERP 8080

Die modularen Winkelmessgeräte ERP 4080 und ERP 8080 sind für Messaufgaben vorgesehen, die höchste Präzision und Auflösung erfordern. Sie arbeiten nach dem Prinzip der interferentiellen Abtastung eines Phasengitters. Sie bestehen aus den Komponenten Abtastkopf und Teilkreis mit Nabe.

## Ermittlung des axialen Montagemaßes

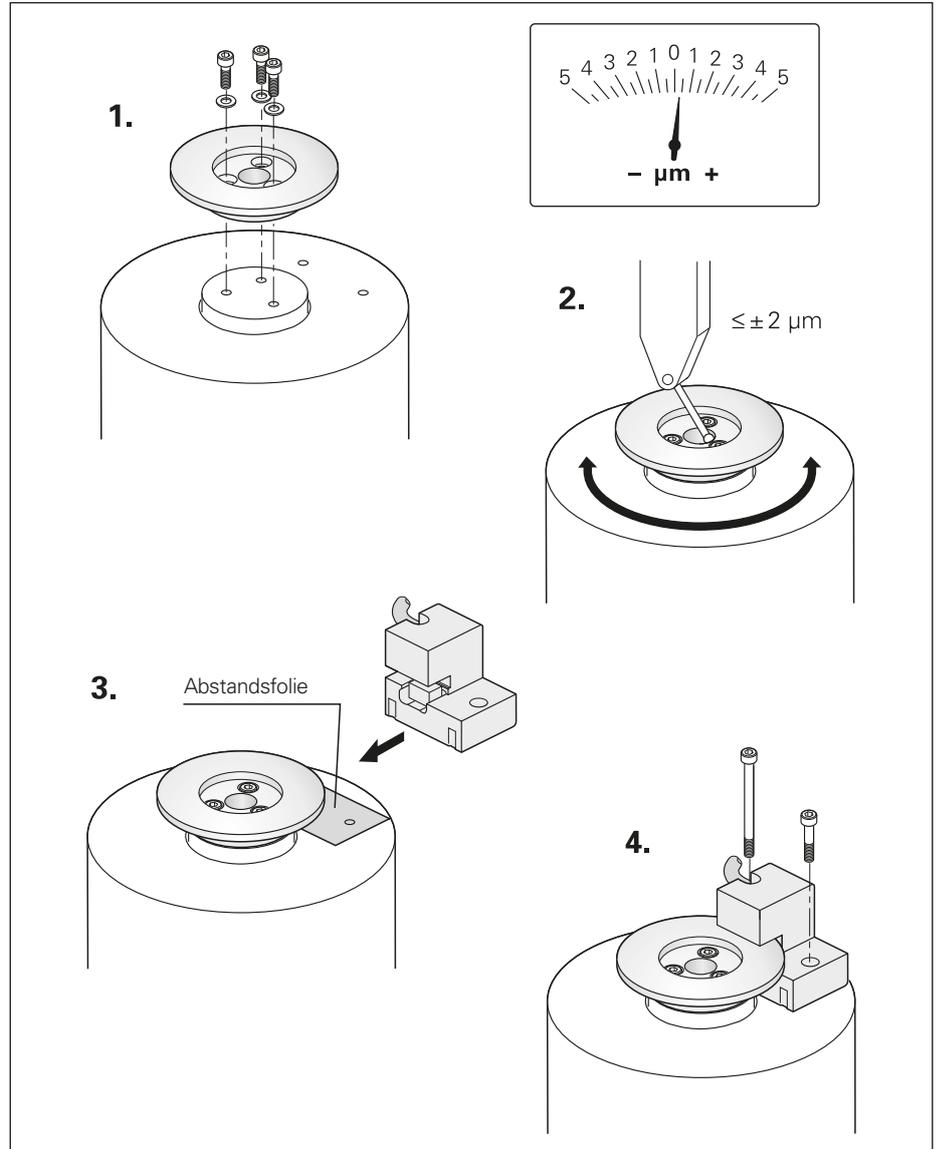
Um eine größtmögliche Genauigkeit zu erzielen, ist darauf zu achten, dass sich die Taumelfehler der Welle und des Teilkreises mit Nabe nicht addieren. Die Positionen des maximalen und minimalen Taumelfehlers der Nabe sind markiert. Der Taumelfehler der Welle ist zu messen und die maximale und minimale Position zu bestimmen. Anschließend wird der Teilkreis mit Nabe so montiert, dass sich der verbleibende Taumelfehler minimiert.

## Anbau des Teilkreises mit Nabe

Der Teilkreis mit Nabe wird auf die Antriebswelle geschoben, über den Innendurchmesser der Nabe zentriert und mit Schrauben befestigt. Das Zentrieren des Teilkreises kann entweder mit einer Messuhr über den Innendurchmesser der Nabe, optisch über den im Teilkreis integrierten Zentrierkreis oder elektrisch mit Hilfe eines zweiten diametral angebrachten Abtastkopfs erfolgen.

## Anbau des Abtastkopfs

Der Abtastkopf wird mit zwei Schrauben (bzw. mit der Montagehilfe) und den entsprechenden Abstandsfolien auf der Montagefläche verschiebbar befestigt. Die Justage des Abtastkopfs erfolgt durch „elektronisches Justieren“ mit Hilfe des PWM 9 oder PWT 18 (siehe *HEIDENHAIN-Messmittel*). Dabei wird der Abtastkopf innerhalb der Befestigungsbohrungen soweit verschoben, bis die Ausgangssignale eine Amplitude  $\geq 0,9 V_{SS}$  aufweisen.



## Zubehör

### Montagehilfe

zur Justierung des Abtastkopfs  
ID 622976-02

### Adapter für Messtaster

Zur Vermessung der Anbautoleranzen  
ID 627142-01

### Abstandsfolien

zur axialen Positionseinstellung

10 $\mu\text{m}$	ID 619943-01
20 $\mu\text{m}$	ID 619943-02
30 $\mu\text{m}$	ID 619943-03
40 $\mu\text{m}$	ID 619943-04
50 $\mu\text{m}$	ID 619943-05
60 $\mu\text{m}$	ID 619943-06
70 $\mu\text{m}$	ID 619943-07
80 $\mu\text{m}$	ID 619943-08
90 $\mu\text{m}$	ID 619943-09
100 $\mu\text{m}$	ID 619943-10

Satz (je eine Folie von  
10  $\mu\text{m}$  bis 100  $\mu\text{m}$ ): ID 619943-11

# ERO 6000, ERO 6100

Die modularen Winkelmessgeräte ERO 6000 und ERO 6100 bestehen aus den Komponenten Abtastkopf und Teilkreis mit Nabe. Sie werden an der Maschine zueinander positioniert und justiert.

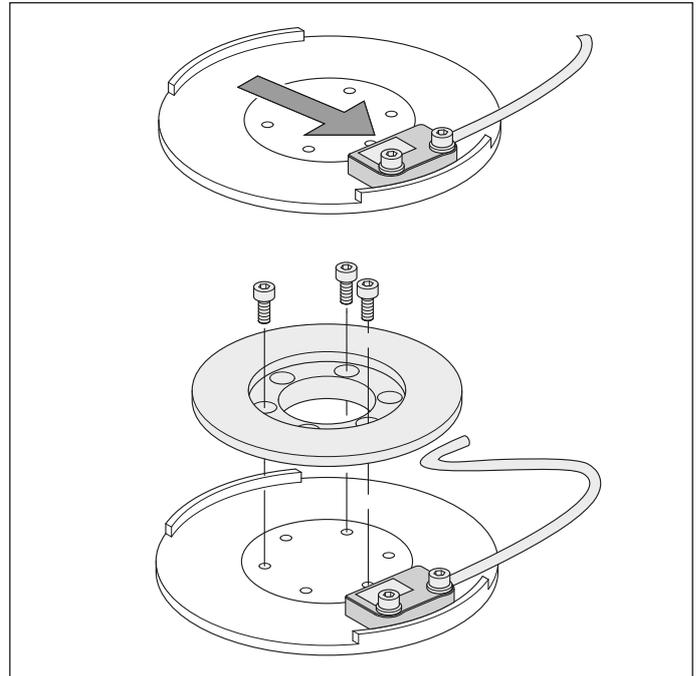
## Anbau ERO 6000

Für eine einfache Montage des Abtastkopfs ist eine kundenseitige Anschlagfläche mit definiertem Innendurchmesser vorteilhaft. Der Abtastkopf wird gegen diese Montagefläche gedrückt und mit zwei Schrauben befestigt. Weiteres Ausrichten ist somit unnötig. Anschließend wird der Teilkreis mit Nabe stirnseitig auf der Welle mit Schrauben befestigt und wahlweise mechanisch über eine Dreipunktzentrierung oder elektrisch zentriert. Der Abtastspalt zwischen Abtastkopf und Teilkreis ist durch die Montagefläche bereits definiert – auch hier ist kein weiteres Justieren nötig.

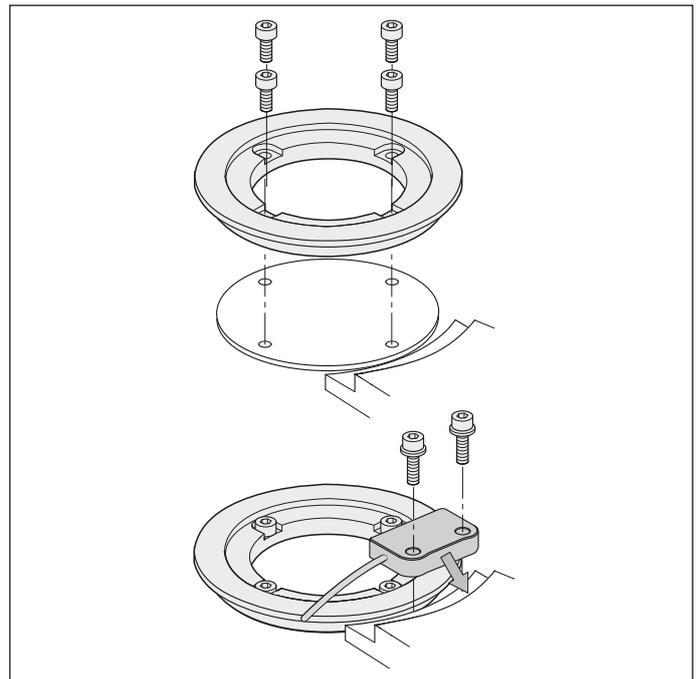
## Anbau ERO 6100

Der Teilkreis mit Nabe wird axial auf die Welle montiert und optisch zentriert. Für eine einfache Montage des Abtastkopfs ist ein Montagewinkel vorteilhaft, der axial verstellbar ist und eine Anschlagkante mit definiertem Innendurchmesser aufweist. Der Abtastkopf wird gegen die Anschlagflächen des Montagewinkels gedrückt und mit zwei Schrauben befestigt. Mit Hilfe der beigelegten Abstandsfolie wird der Abtastspalt zwischen Abtastkopf und Teilkreis eingestellt und anschließend der Montagewinkel befestigt.

Die Ausgangssignale werden mit Hilfe des PWT überprüft. Für den ERO 6x80 ist die Anpass-Elektronik APE 381 notwendig (siehe *HEIDENHAIN-Messmittel*).



Anbau ERO 6000



Anbau ERO 6100

# Baureihe ERA 4000/ECA 4000

Die modularen Winkelmessgeräte ERA 4000 und ECA 4000 bestehen aus den Baugruppen Teilungstrommel und Abtastkopf.

Die Teilungstrommeln sind jeweils in den Ausführungen mit Zentrierbund und mit Dreipunktzentrierung lieferbar. Die Version ERA 4x80 gibt es für unterschiedliche Genauigkeits- und Drehzahlenanforderungen in verschiedenen Teilungsperioden. Die Zuordnung der Abtastköpfe zu den Teilungstrommeln ist aus der nebenstehenden Tabelle ersichtlich. Weiterhin ist auf die Übereinstimmung der Durchmesser bzw. Anzahl der Signalperioden von Teilungstrommel und Abtastkopf zu achten. Die Geräte der Baureihen ERA und ECA müssen durch konstruktive Maßnahmen vor Verschmutzung geschützt werden. Die ERA 4480 sind für verschiedene Trommeldurchmesser zusätzlich mit einer Sperrluftabdeckung lieferbar. Hierzu ist ein spezieller Abtastkopf (mit Druckluft-Anschluss) notwendig. Die Sperrluftabdeckung ist passend zum Trommeldurchmesser separat zu bestellen.

Die konstruktive Ausführung der Einbau-Winkelmessgeräte ERA und ECA ermöglicht eine vergleichsweise schnelle Montage ohne großen Justieraufwand.

## Montage der Teilungstrommeln ERA 4x00/ECA 4400

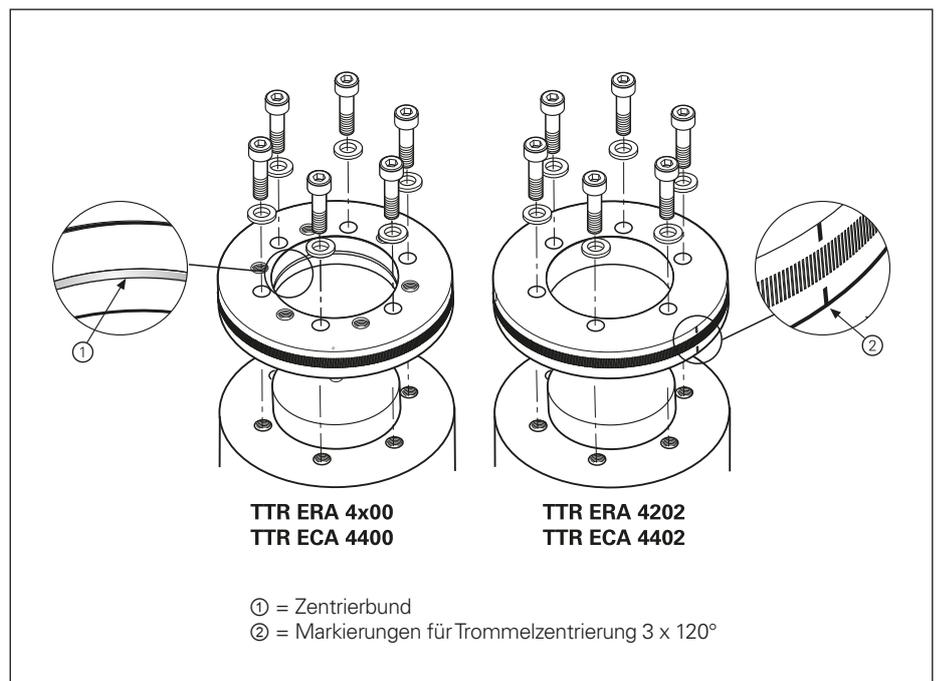
Die Zentrierung erfolgt über den Zentrierbund am Innendurchmesser der Trommel. Zwei Zentriermethoden sind hierbei möglich:

- Die Teilungstrommel wird auf die Aufnahme- welle geschoben bzw. thermisch auf- geschwumpft (siehe auch Kapitel Funktionale Sicherheit) und mit Schrauben befestigt. Ein Justieren der Trommel ist somit nicht notwendig bzw. möglich. Die Teilungstrommeln können bzw. sollen zur Montage erwärmt werden.
- Die Teilungstrommeln werden über den Zentrierbund am Innendurchmesser aus- zentriert.

## Montage der Teilungstrommeln ERA 4202/ECA 4402

Die Teilungstrommeln werden über drei um 120° versetzte Positionen am Außendurchmesser zentriert und mit Schrauben befestigt. Durch die Vorteile der Dreipunkt-Zentrierung und der massiven Trommelausführung sind sehr hohe Genauigkeiten im angebauten Zustand mit vergleichsweise geringem Justieraufwand erreichbar. Die Positionen zur Zentrierung sind auf der Teilungstrommel markiert. Eine Zentrierung über den Innendurchmesser ist nicht möglich.

Ausführung der Teilungstrommel	Zentriermethoden	Teilungstrommel Typ	Passender Abtastkopf
mit Zentrierbund	<ul style="list-style-type: none"> <li>auf Welle auf- schieben bzw. auf- schrumpfen</li> <li>am Innendurch- messer auszen- trieren</li> </ul>	TTR ERA 4200	AK ERA 4280
		TTR ERA 4400	AK ERA 4480
		TTR ERA 4800	AK ERA 4880
		TTR ECA 4400	AK ECA 4410 AK ECA 4490
mit Dreipunkt- zentrierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>am Außendurch- messer auszen- trieren</li> </ul>	TTR ERA 4202	AK ERA 4280
		TTR ERA 4402	AK ECA 4410 AK ECA 4490

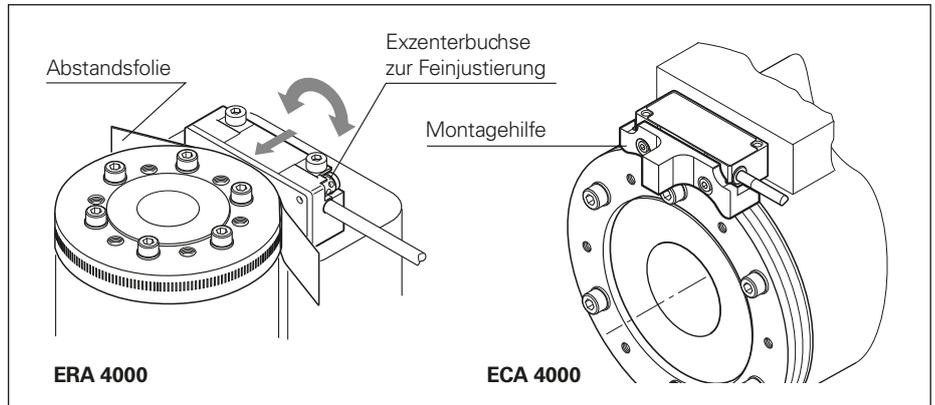


Montage der Teilungstrommeln

Neben den Gerätespezifischen Zentrier- methoden ist das Zentrieren mit zwei Ab- tastköpfen möglich.

### Montage des Abtastkopfs

Zur Montage des Abtastkopfs wird eine Abstandsfolie bzw. eine Montagehilfe zwischen der Mantelfläche der Teilungstrommel und dem Abtastkopf gelegt. Der Abtastkopf wird dagegen geschoben, festgeschraubt und die Folie bzw. die Montagehilfe anschließend entfernt. Bei den Messgeräten ERA 4000 mit einer Teilungsperiode von 20 µm kann zusätzlich das Abtastfeld über eine Exzenterbuchse feinjustiert werden.

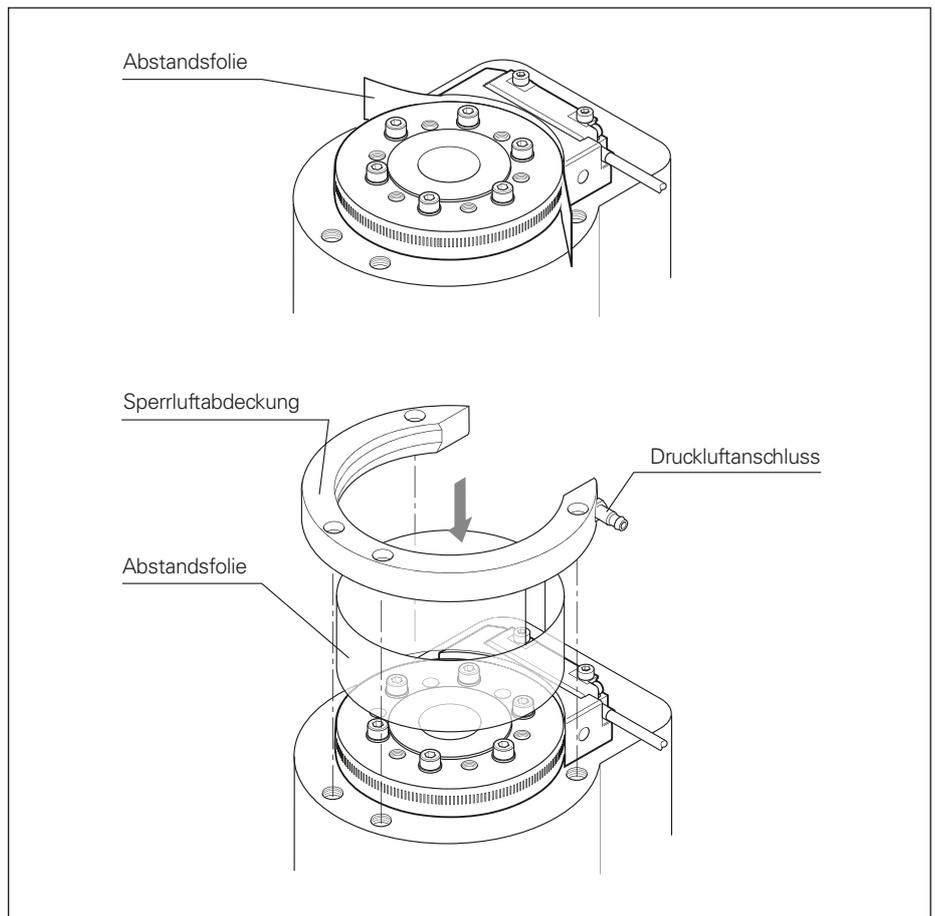


Montage des Abtastkopfs

### Montage der Sperrluftabdeckung

Einige Varianten der Winkelmessgeräte ERA 4000 sind optional mit Sperrluftabdeckungen verfügbar. Dadurch wird bei angelegter Druckluft ein zusätzlicher Schutz vor Verschmutzung erreicht.

Teilungstrommel und Abtasteinheit werden wie oben beschrieben montiert. Die speziell mit der Sperrluftabdeckung gelieferte Abstandsfolie wird um die Trommel gelegt. Sie schützt die Teilungstrommel bei der Montage der Sperrluftabdeckung und stellt einen gleichmäßigen Abstand sicher. Anschließend wird die Sperrluftabdeckung über die Trommel geschoben und befestigt sowie die Abstandsfolie entfernt. Hinweise zum Druckluftanschluss siehe *Allgemeine mechanische Hinweise*.



Anbau eines ERA 4480 mit Sperrluftabdeckung

# Baureihen ERA 7000, ERA 8000

Die Winkelmessgeräte der Baureihen ERA 7000 und ERA 8000 bestehen aus der Abtasteinheit und einem einteiligen Stahlmaßband als Teilungsträger. Das Stahlmaßband ist bis zu 30 m Länge lieferbar. Die Befestigung erfolgt

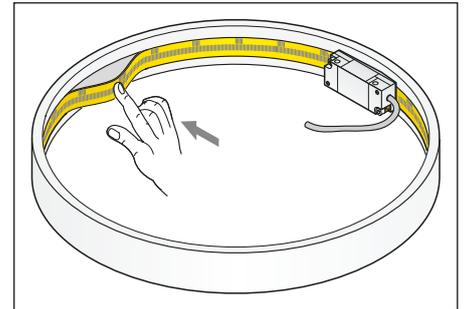
- bei der Baureihe ERA 7000 am **Innen-durchmesser**
  - bei der Baureihe ERA 8000 am **Außen-durchmesser**
- eines Maschinenelements.

Die Winkelmessgeräte ERA 74x0C und ERA 84x0C sind für **Vollkreisanwendungen** ausgelegt. Dadurch eignen sie sich besonders für Hohlwellen mit großen Innendurchmessern (ab ca. 400 mm) und Anwendungen, die eine genaue Messung an einem großen Umfang erfordern, z. B. große Rundtische, Teleskope u.a.

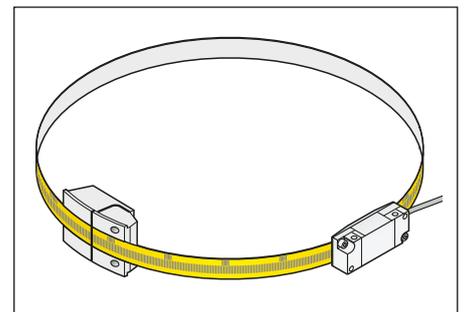
Für Anwendungsfälle, bei denen kein Vollkreis zur Verfügung steht oder nur Teilwinkel zu erfassen sind, stehen **Segmentlösungen** zur Verfügung.

## Montage des Maßbandes bei Vollkreis-Anwendungen

**ERA 74x0C:** Zur Aufnahme des Maßbandes ist eine **innenliegende Nut** mit bestimmtem Durchmesser erforderlich. Das Maßband wird an der Stoßstelle beginnend eingelegt und eingedrückt. Es ist so auf Länge gefertigt, dass es sich selbst in der Maßbandnut hält.



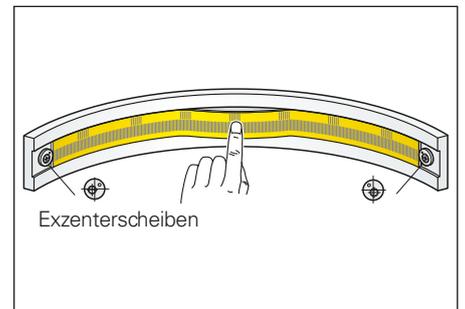
**ERA 84x0C:** Das Maßband wird mit an den Enden vormontierten Spannschlosshälften geliefert. Zur Montage ist eine **außenliegende Nut** sowie die Aussparung für das Spannschloss notwendig. Nach dem Einlegen wird das Maßband an der Nutkante angeschlagen und mit dem Spannschloss auf Anschlag gespannt.



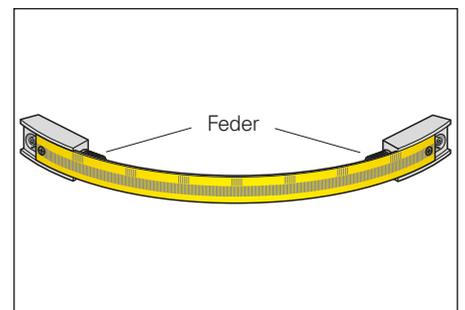
Durch die exakte Bearbeitung der beiden Bandenden treten am Stoß nur geringe zusätzliche Winkel- und Signalformabweichungen auf. Um ein Verrutschen des Bandes in der Nut zu vermeiden, wird es in der Nähe des Stoßes punktuell mit Klebstoff fixiert.

## Montage des Maßbandes bei Segmentlösungen

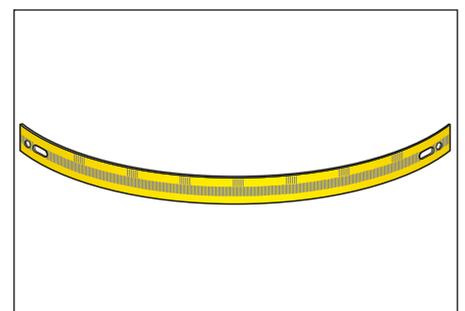
**ERA 74x1C:** Zur Aufnahme ist eine innenliegende Nut mit einem bestimmten Durchmesser erforderlich. Die in dieser Nut montierten zwei Exzenterscheiben werden so eingestellt, dass sich das Maßband unter Spannung in die Nut drücken lässt.



**ERA 84x1C:** Das Maßband wird mit vormontierten Endstücken geliefert. Zur Aufnahme ist eine außenliegende Nut mit Aussparungen für die Endstücke notwendig. Die Endstücke sind mit Spannfedern versehen, die zur Erhöhung der Genauigkeit für eine optimale Vorspannung des Maßbandes sorgen und die Dehnung über die Bandlänge gleichmäßig verteilen.



**ERA 84x2C:** Für die Aufnahme des Maßbandes wird eine außenliegende Nut oder ein einseitiger axialer Anschlag empfohlen. Das Band wird ohne Spannelemente geliefert. Zum Anbau ist es über eine Federwaage vorzuspannen und an den beiden Langlöchern zu verschrauben.



### Bestimmung des Aufnahmedurchmessers

Um die Funktion der abstandscodierten Referenzmarken zu gewährleisten, muss der Umfang einem Vielfachen von 1000 Teilungsperioden entsprechen. Der Zusammenhang zwischen Aufnahmedurchmesser und Signalperiode ist aus der Tabelle ersichtlich.

	Aufnahmedurchmesser in mm	Messbereich bei Segmentlösungen in Grad
<b>ERA 7000C</b>	$n \cdot 0,01273112 + 0,3$	$n_1 \cdot 4,583204 : (D-0,3)$
<b>ERA 8000C</b>	$n \cdot 0,0127337 - 0,3$	$n_1 \cdot 4,584121 : (D+0,3)$

$n$  = Signalperiode auf Vollkreis;  $n_1$  = Signalperiode auf Messbereich  
 $D$  = Aufnahmedurchmesser [mm]

### Bestimmung des Segmentwinkels

Bei Segmentlösungen muss der als Messbereich zur Verfügung stehende Segmentwinkel als ein Vielfaches von 1000 Teilungsperioden gewählt werden. Ebenso sollte der Umfang des theoretischen Vollkreises einem Vielfachen von 1000 Teilungsperioden entsprechen, da dies die Anpassung an die NC-Steuerung oft vereinfacht.

### Montage des Abtastkopfs

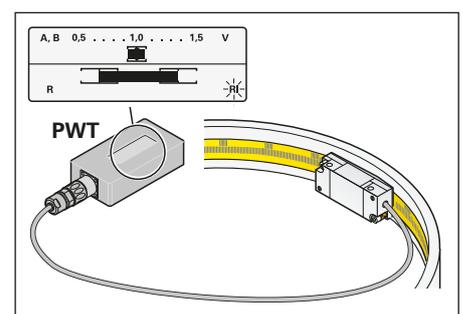
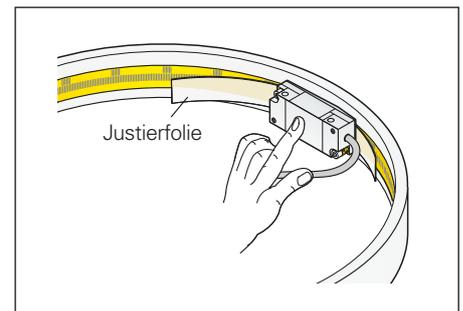
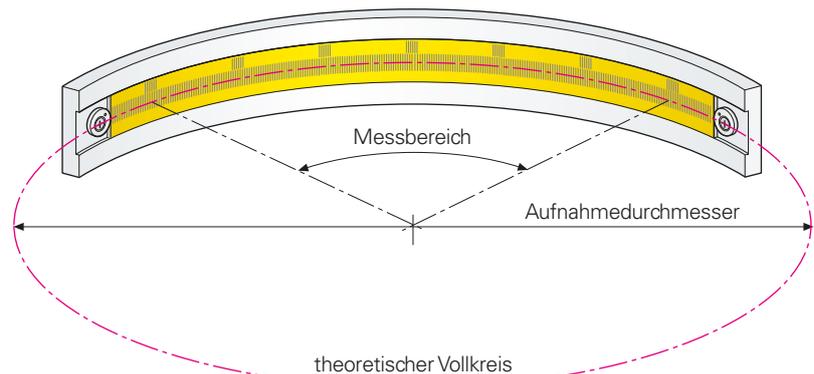
Zur Montage des Abtastkopfs wird die Abstandsfolie an die Mantelfläche der Teilungstrommel gelegt. Der Abtastkopf wird dagegen geschoben, festgeschraubt und die Folie anschließend entfernt. Zusätzlich kann das Abtastfeld über eine Exzenterbuchse feinjustiert werden.

### Kontrolle der Ausgangssignale am Maßbandstoß

Um die einwandfreie Montage der Maßbänder von ERA 74x0C und ERA 84x0C zu überprüfen, sollten – noch vor der Aushärtung des Klebers – die Ausgangssignale am Maßbandstoß überprüft werden.

Zur Überprüfung der Ausgangssignale dient das Phasenwinkel-Testgerät PWT von HEIDENHAIN. Bei einer Bewegung des Abtastkopfs entlang des Maßbands zeigt das PWT grafisch den qualitativen Zustand der Signale sowie die Lage der Referenzmarken an.

Das Phasenwinkel-Messgerät PWM 9 zeigt die Abweichungen der Ausgangssignale vom idealen Signal quantitativ an (siehe HEIDENHAIN-Messmittel).



# Allgemeine Hinweise

## Schutzart

Modulare Winkelmessgeräte mit optischer Abtastung müssen in der Anwendung gegen Verschmutzung durch Festkörper oder Flüssigkeiten geschützt sein. Bei Bedarf ist eine geeignete Kapselung durch Dichtungen und Sperrluft vorzusehen.

Die Abtastköpfe selbst erfüllen zum Teil die Schutzart IP40 (ERA) und IP67 (ECA) nach EN 60529 bzw IEC 60529.

Für einige Varianten der Winkelmessgeräte ERA 4000 sind optional Sperrluftabdeckungen verfügbar. Die Schutzart kann damit auf IP40 erhöht werden. Durch Anlegen von Druckluft mit geringem Überdruck können diese Geräte zusätzlich vor Betauung geschützt werden. Die Sperrluftabdeckung ist konstruktionsbedingt nicht als Schutz vor Verschmutzung durch Feuchtigkeit oder Staub konzipiert. In vielen Applikationen funktioniert die Sperrluftabdeckung jedoch als verlässlicher Schutz. Konstruktive Rand- und Betriebsbedingungen haben einen entscheidenden Einfluss.

Bei einem Druck von ca.  $1 \cdot 10^5$  Pa (1 bar) stellt sich, mit dem HEIDENHAIN-Anschlussstücke mit integrierter Drossel, eine Durchflussmenge von ca. 33 Liter/min ein. Diese Konfiguration bietet in den meisten Fällen einen guten Schutz vor Staub.

Eine probate Methode Verschmutzungen unter schwierigen Umgebungsbedingungen sowohl im Betrieb als auch im Stillstand zu vermeiden ist, zusätzlich zur Sperrluftabdeckung den Bereich in dem das Messgerät verbaut ist hinreichend gut einzuhausen und mit sauberer Druckluft zu spülen bzw. einen geringen Überdruck zu erzeugen.

Die direkt an die Messgeräte zugeführte Druckluft muss durch einen Mikrofilter gereinigt sein und folgenden Qualitätsklassen nach **ISO 8573-1** (Ausgabe 2010) entsprechen:

- feste Verunreinigungen: **Klasse 1**  
Teilchengröße Anzahl Teilchen pro  $m^3$   
0,1  $\mu m$  bis 0,5  $\mu m$   $\leq 20000$   
0,5  $\mu m$  bis 1,0  $\mu m$   $\leq 400$   
1,0  $\mu m$  bis 5,0  $\mu m$   $\leq 10$
- max. Drucktaupunkt: **Klasse 4**  
(Drucktaupunkt bei 3 °C)
- Gesamt-Ölgehalt: **Klasse 1**  
(max. Ölkonzentration 0,01  $mg/m^3$ )

## Zubehör:

**Druckluftanlage DA 400**  
ID 894602-01

## DA 400

Zur Reinigung der Druckluft bietet HEIDENHAIN die Filteranlage DA 400 an. Sie ist speziell für den Anschluss von Druckluft an Messgeräte konzipiert.

Die DA 400 besteht aus drei Filterstufen (Vorfilter, Feinfilter und Aktivkohlefilter) und einem Druckregler mit Manometer. Durch Manometer und Druckschalter (als Zubehör lieferbar) lässt sich die Sperrluft-Funktion effektiv überwachen.

Die in die DA 400 einzuleitende Druckluft muss bezüglich der Verunreinigungen folgenden Qualitätsklassen nach **ISO 8573-1** (Ausgabe 2010) entsprechen:

- feste Verunreinigungen: **Klasse 5**  
Teilchengröße Anzahl Teilchen pro  $m^3$   
0,1  $\mu m$  bis 0,5  $\mu m$  nicht spezifiziert  
0,5  $\mu m$  bis 1,0  $\mu m$  nicht spezifiziert  
1,0  $\mu m$  bis 5,0  $\mu m$   $\leq 100000$
- max. Drucktaupunkt: **Klasse 6**  
(Drucktaupunkt bei 10 °C)
- Gesamt-Ölgehalt: **Klasse 4**  
(max. Ölkonzentration 5  $mg/m^3$ )



## Weitere Informationen:

Für weitere Informationen fordern Sie bitte die *Produktinformation DA 400* an.



### Temperaturbereich

Der **Arbeitstemperatur-Bereich** gibt an, zwischen welchen Temperaturgrenzen der Umgebung die Winkelmessgeräte funktionieren.

Der **Lagertemperatur-Bereich** von  $-20\text{ °C}$  bis  $70\text{ °C}$  gilt für das Gerät in der Verpackung (ERP 4080/ERP 8080:  $0\text{ °C}$  bis  $60\text{ °C}$ ).

### Berührungsschutz

Drehende Teile sind nach erfolgtem Anbau gegen unbeabsichtigtes Berühren im Betrieb ausreichend zu schützen.

### Beschleunigungen

Im Betrieb und während der Montage sind Winkelmessgeräte verschiedenen Arten von Beschleunigungen ausgesetzt.

- Die genannten Höchstwerte für die **Vibrationsfestigkeit** gelten gemäß EN 60068-2-6.
- Die Höchstwerte der zulässigen Beschleunigung (halbsinusförmiger Stoß) zur **Schock- bzw. Stoßbelastung** gelten bei 6 ms (EN 60068-2-27).  
Schläge bzw. Stöße mit einem Hammer o. ä., beispielsweise zum Ausrichten des Geräts, sind auf alle Fälle zu vermeiden.

### Drehzahlangaben

Die maximal zulässigen Drehzahlen der Winkelmessgeräte Baureihe ERA 4000/ ECA 4000 wurden entsprechend der FKM-Richtlinie ermittelt. Diese Richtlinie dient dem rechnerischen Festigkeitsnachweis von Bauteilen unter Beachtung aller relevanten Einflüsse und spiegelt den derzeitigen Stand der Technik wieder. Bei der Berechnung der zulässigen Drehzahlen wurden die Anforderungen für eine Dauerfestigkeit ( $10^7$  Lastwechsel) berücksichtigt. Da der Anbau wesentlichen Einfluss hat, müssen für die Gültigkeit der Drehzahlangaben alle Vorgaben und Hinweise in Technischen Kennwerten und Montageanleitungen eingehalten werden.

### RoHS

HEIDENHAIN hat die Produkte auf unbedenkliche Materialien entsprechend den Richtlinien 2002/95/EG („RoHS“) und 2002/96/EG („WEEE“) geprüft. Für eine Herstellererklärung zu RoHS wenden Sie sich bitte an Ihre Vertriebsniederlassung.

### Verschleißteile

Messgeräte von HEIDENHAIN sind für eine lange Lebensdauer konzipiert. Eine vorbeugende Wartung ist nicht erforderlich. Sie enthalten jedoch Komponenten, die einem von Anwendung und Handhabung abhängenden Verschleiß unterliegen. Dabei handelt es sich insbesondere um Kabel in Wechselbiegung.  
Bei Messgeräten mit Eigenlagerung kommen Lager, Wellendichtringe bei Drehgebern und Winkelmessgeräten sowie Dichtlippen bei gekapselten Längenmessgeräten hinzu.

### Systemtests

Messgeräte von HEIDENHAIN werden in aller Regel als Komponenten in Gesamtsysteme integriert. In diesen Fällen sind unabhängig von den Spezifikationen des Messgeräts **ausführliche Tests des kompletten Systems** erforderlich. Die im Prospekt angegebenen technischen Daten gelten insbesondere für das Messgerät, nicht für das Komplettsystem. Ein Einsatz des Messgeräts außerhalb des spezifizierten Bereichs oder der bestimmungsgemäßen Verwendung geschieht auf eigene Verantwortung.

### Montage

Für die bei der Montage zu beachtenden Arbeitsschritte und Maße gilt alleine die mit dem Gerät ausgelieferte Montageanleitung. Alle montagebezogenen Angaben in diesem Prospekt sind entsprechend nur vorläufig und unverbindlich; sie werden nicht Vertragsinhalt.

# Funktionale Sicherheit

Mit dem absoluten Winkelmessgerät der Baureihe ECA 4410 bietet HEIDENHAIN eine ideale Lösung zur Positionsermittlung an rotatorischen Achsen in sicherheitsgerichteten Applikationen. In Verbindung mit einer sicheren Steuerung können die Messgeräte als Ein-Geber-Systeme in Anwendungen mit Steuerungskategorie SIL 2 (nach EN 61 508) bzw. Performance Level „d“ (nach EN ISO 13849) eingesetzt werden.

Basis für die sichere Übertragung der Position sind zwei voneinander unabhängig gebildete, absolute Positionswerte sowie Fehlerbits, die der sicheren Steuerung bereitgestellt werden. Dabei können die Funktionen des Messgeräts für zahlreiche Sicherheitsfunktionen des Gesamtsystems nach EN 61 800-5-2 genutzt werden.

## Fehlerausschluss für das Lösen der mechanischen Verbindung

Die Dimensionierung von mechanischen Verbindungen in einem Antriebssystem obliegt dem Maschinenhersteller. Idealerweise orientiert sich der OEM bei der Auslegung der Mechanik an den Bedingungen der Applikation. Der Nachweis einer sicheren Verbindung ist jedoch aufwendig. Aus diesem Grund hat HEIDENHAIN für die Baureihe ECA 4410 einen mechanischen Fehlerausschluss entwickelt und über eine Baumusterprüfung bestätigt.

Das Winkelmessgerät ECA 4410 stellt zu jeder Zeit – z. B. auch unmittelbar nach dem Einschalten – einen sicheren absoluten Positionswert bereit. Die rein serielle Datenübertragung erfolgt über die bidirektionale EnDat- 2.2-Schnittstelle.

Neben der Datenschnittstelle ist auch die mechanische Anbindung des Messgeräts

an den Antrieb sicherheitsrelevant. In der Norm für elektrische Antriebe EN 61 800-5-2, Tabelle D16, ist das Lösen der mechanischen Verbindung zwischen Messgerät und Antrieb als zu betrachtender Fehlerfall aufgeführt. Da die Steuerung derartige Fehler nicht zwingend aufdecken kann, wird in vielen Fällen ein Fehlerausschluss für das Lösen der mechanischen Verbindung benötigt.

Die Qualifizierung des mechanischen Fehlerausschlusses erfolgte für einen breiten Einsatzbereich der Messgeräte. Das heißt, dass der Fehlerausschluss unter den nachfolgend aufgelisteten Betriebsbedingungen sichergestellt ist. Der große Temperatureinsatzbereich in Verbindung mit der Vielzahl an Werkstoffeigenschaften, aber auch die maximal zulässigen Drehzahlen und Beschleunigungen erfordern einen Presssitz der Trommel. Die Dimensionierung des Presssitzes unter Berücksichtigung aller Sicherheitsfaktoren macht das Warmfügen der Teilungstrommel notwendig und beeinflusst direkt die erforderlichen Füge Temperaturen.

Die Montage mit mechanischem Fehlerausschluss ist als Option zu sehen. Wenn für das Sicherheitskonzept kein mechanischer Fehlerausschluss benötigt wird, kann die Trommel auch ohne Presssitz befestigt werden (siehe **W1** unter *Abmessungen*).

In der Dokumentation sind beide Montagemöglichkeiten und die zugrunde liegenden Voraussetzungen beschrieben.

Mechanische Ankopplung	Befestigung	Sichere Position für mechanische Ankopplung <sup>3)</sup>	Eingeschränkte Kennwerte <sup>4)</sup>
Teilungstrommel	Presssitz nach Anschlussmaßzeichnung: Schraubenverbindung: <sup>1) 2)</sup> Schrauben M5x20 ISO 4762 8.8 Schrauben M6x25 ISO 4762 8.8	Trommel-Außendurchmesser 104,63 mm bis 127,64 mm: ±0,015°	Siehe <i>Technische Kennwerte</i> : • Vibration • Schock • maximale Winkelbeschleunigung • Arbeitstemperatur  Siehe <i>Abmessungen</i> : • Anbautoleranzen  Siehe <i>Montage</i> : • verwendbare Materialien • Montagebedingungen
	Montageart I: Schraubenverbindung: <sup>2)</sup> Schrauben M3x25 ISO 4762 8.8	Trommel-Außendurchmesser ab 148,2 mm: ±0,0°	
Abtastkopf	Montageart II: Schraubenverbindung: <sup>2)</sup> Schrauben M3x20 ISO 4762 8.8		

<sup>1)</sup> für die Schraubverbindungen der Teilungstrommeln ist eine stoffschlüssige Losdrehicherung zu verwenden (Montage/Service)

<sup>2)</sup> Reibungsklasse B nach VDI 2230

<sup>3)</sup> Fehlerausschlüsse werden nur für die explizit genannten Anbaubedingungen gegeben

<sup>4)</sup> gegenüber ECA 44x2

### Material

Für Kundenwelle und Kundenstator ist der Werkstoff entsprechend den Angaben in der Tabelle zu verwenden.

### Montagetemperatur

Alle Angaben zu Schraubverbindungen beziehen sich auf eine Montagetemperatur von 15 °C bis 35 °C.

### Fügen der Teilungstrommel

Für einen Fehlerausschluss ist ein Übermaß der Welle notwendig. Die Teilungstrommel ECA 4400 wird bevorzugt thermisch auf die Aufnahmewelle aufgeschumpft und zusätzlich mit Schrauben befestigt. Dazu muss die Teilungstrommel vor der Montage langsam erwärmt werden. Vorteilhaft ist hierzu ein Ofen bzw. eine Heizplatte zu verwenden. Das Diagramm zeigt die empfohlenen Mindesttemperaturen entsprechend der jeweiligen Trommeldurchmesser. Die Maximaltemperatur darf 140 °C nicht überschreiten.

Beim Aufschumpfen ist auf eine entsprechende Übereinstimmung der Bohrbilder von Teilungstrommel und Aufnahmewelle zu achten. Geeignete Zentrierhilfen (Gewindestifte) können hierbei hilfreich sein. Alle Befestigungsschrauben der Teilungstrommel müssen im abgekühlten Zustand nochmals mit entsprechendem Drehmoment angezogen werden. Die für die Montage von Abtastkopf und Teilungstrommel verwendeten Befestigungsschrauben dürfen nur für die Befestigung von Abtastkopf und Teilungstrommel verwendet werden. Andere Bauteile dürfen nicht zusätzlich mit diesen Schrauben befestigt werden.

### Demontage der Teilungstrommel

Zur Demontage sind die entsprechenden Abdrückgewinde in der Teilungstrommel zu verwenden. Dazu sind gefettete Schrauben einzuschrauben und reihum einzudrehen, bis sich die Teilungstrommel von der Welle löst.

### Montage des Abtastkopfes

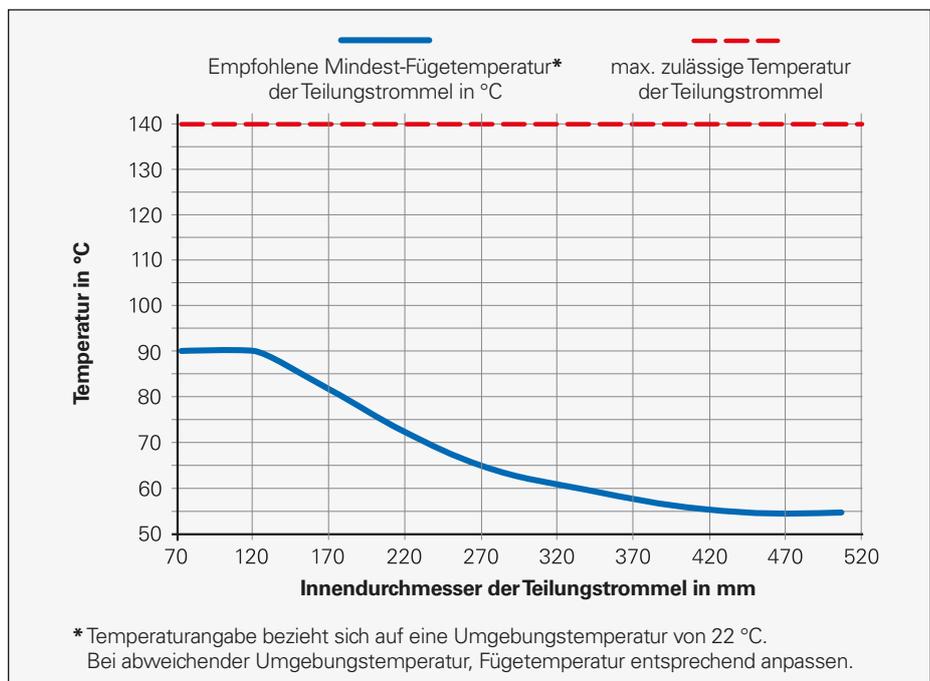
Es ist darauf zu achten, dass die Durchmesserangaben für alle Komponenten des Messgeräts (Teilungstrommel, Abtastkopf, Montagehilfe) übereinstimmen. Entsprechende Angaben sind auf den jeweiligen Typenschildern zu finden. Ein Anbauassistent in der ATS-Software hilft die Übereinstimmung von Abtastkopf und Teilungstrommel sicherzustellen.

### Zubehör:

- Montagehilfe (Trommeldurchmesser entsprechend)
- Anbauassistent in ATS-Software

Kundenwelle/Kundenstator	
Material	Stahl
Zugfestigkeit $R_m$	$\geq 600 \text{ N/mm}^2$
Scherfestigkeit $\tau_m$	$\geq 390 \text{ N/mm}^2$
Elastizitätsmodul E	$\geq 200\,000 \text{ N/mm}^2$ bis $215\,000 \text{ N/mm}^2$
Wärmeausdehnungskoeffizient $\alpha_{\text{therm}}$	$(10 \text{ bis } 13) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ <sup>1)</sup>

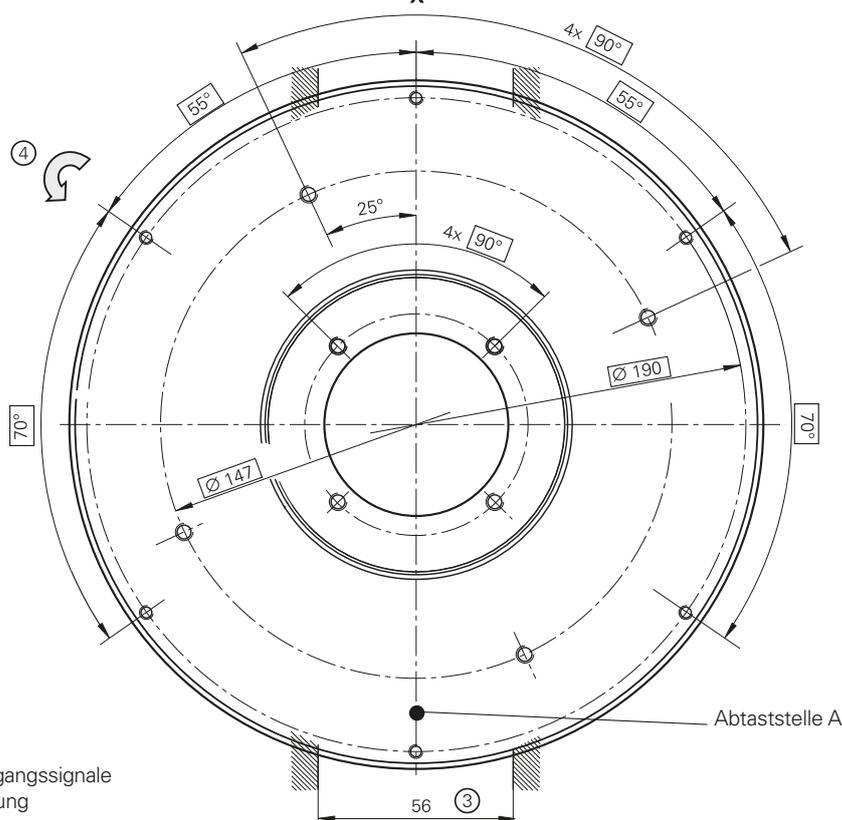
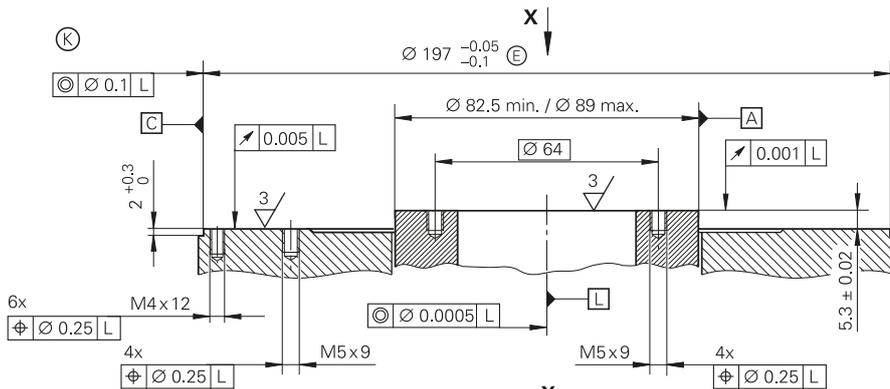
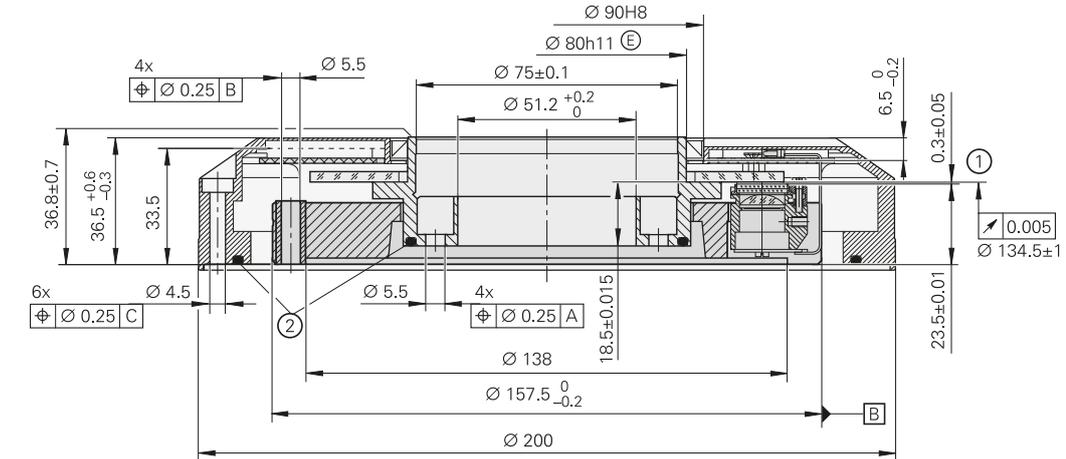
<sup>1)</sup> weitere auf Anfrage



# ERP 880

Inkrementales Winkelmessgerät sehr hoher Genauigkeit

- hohe Auflösung
- Abdeckkappe als Zubehör



mm  
  
 Tolerancing ISO 8015  
 ISO 2768 - m H  
 $\leq 6 \text{ mm: } \pm 0.2 \text{ mm}$

- Kabel radial, auch axial verwendbar  
 = Lagerdrehachse  
 = Kundenseitige Anschlussmaße  
 1 = Abstand Teilkreis-Abtastplatte  
 2 = Dichtung  
 3 = Freiraum für Servicefall  
 4 = Drehrichtung der Welle für Ausgangssignale gemäß Schnittstellenbeschreibung

ERP 880	
<b>Maßverkörperung</b>	DIADUR-Phasengitter auf Glas
Signalperioden	180000
<b>Genauigkeit der Teilung</b>	±0,9"
<b>Interpolationsabweichungen pro Signalperiode<sup>1)</sup></b>	±0,1"
<b>Referenzmarken</b>	eine
<b>Naben-Innendurchmesser</b>	51,2 mm
Mech. zul. Drehzahl	≤ 1000 min <sup>-1</sup>
Trägheitsmoment	1,2 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>
Zulässige Axialbewegung der Antriebswelle	≤ ±0,05 mm
<b>Schnittstelle</b>	~ 1 V <sub>SS</sub>
Grenzfrequenz -3 dB -6 dB	≥ 800 kHz ≥ 1,3 MHz
<b>Elektrischer Anschluss</b>	<i>mit Kappe:</i> Kabel 1 m, mit Kupplung M23 <i>ohne Kappe:</i> über Platinenstecker 12-polig (Adapterkabel ID 372164-xx)
Kabellänge	≤ 150 m (mit HEIDENHAIN-Kabel)
Spannungsversorgung	DC 5 V ±0,5 V
Stromaufnahme	≤ 250 mA (ohne Last)
<b>Vibration</b> 55 bis 2000 Hz <b>Schock</b> 6 ms	≤ 50 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-6) ≤ 1000 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-27)
<b>Arbeitstemperatur</b>	0 °C bis 50 °C
<b>Schutzart*</b> EN 60529	<i>ohne Kappe:</i> IP00 <i>mit Kappe:</i> IP40 <i>mit Kappe und Wellendichtung:</i> IP64
<b>Anlaufdrehmoment</b>	- 0,25 Nm
<b>Masse</b>	3,0 kg 3,1 kg inkl. Kappe

\* bei Bestellung bitte auswählen

<sup>1)</sup> Interpolationsabweichung innerhalb einer Signalperiode und Genauigkeit der Teilung ergeben zusammen die messgerätspezifischen Abweichungen; zusätzliche Abweichungen durch Anbau und Lagerung der zu messenden Welle siehe *Messgenauigkeit*

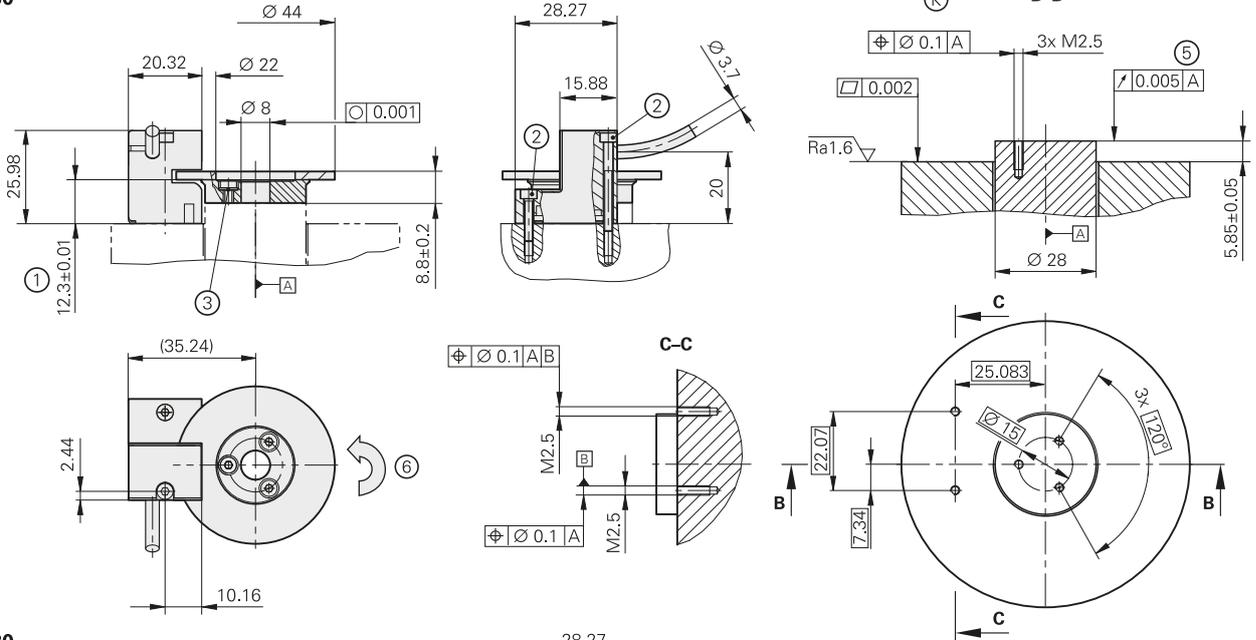
# ERP 4080/ERP 8080

Inkrementales Winkelmessgerät hoher Genauigkeit

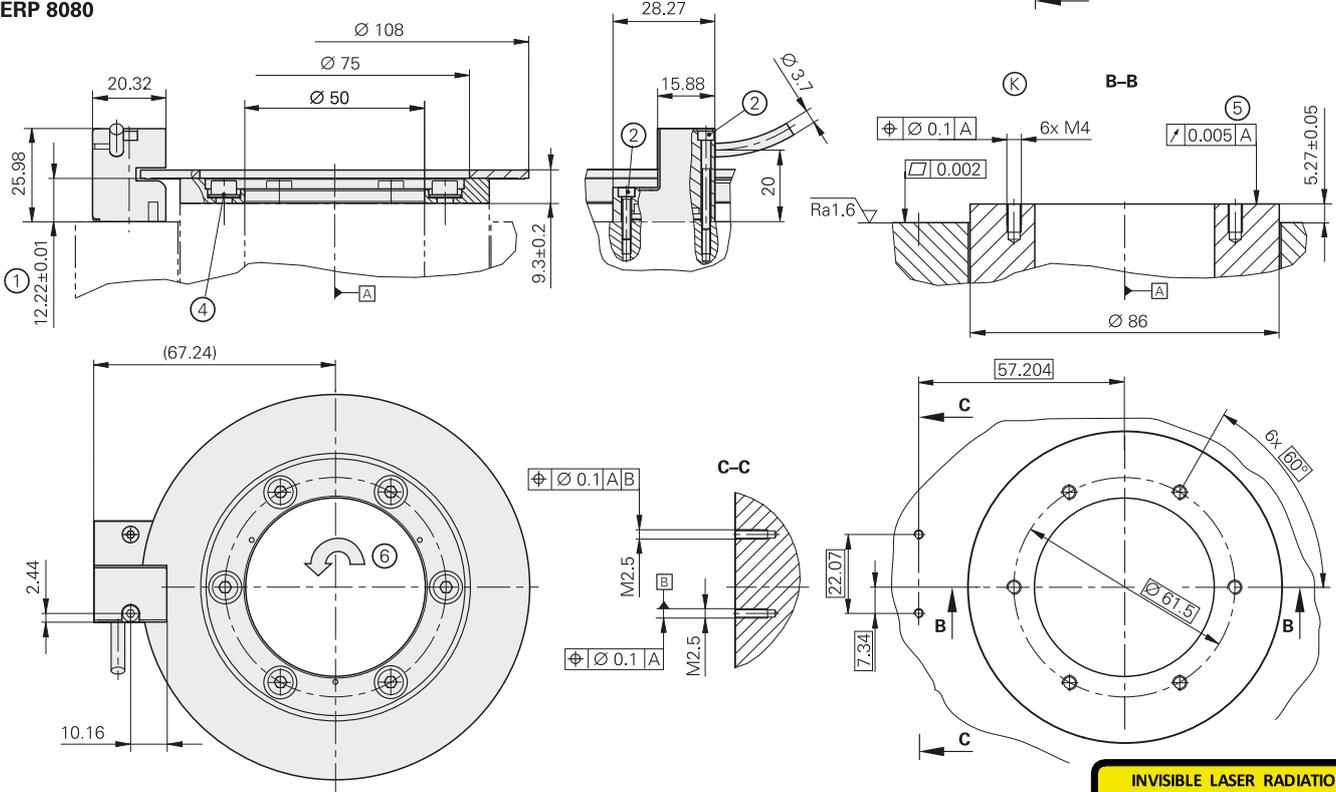
- höchste Auflösung
- bestehend aus Abtastkopf und Teilkreis auf Nabe



## ERP 4080

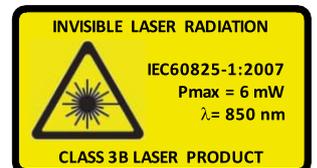


## ERP 8080



mm  
 Tolerancing ISO 8015  
 ISO 2768 - m H  
 ≤ 6 mm: ±0.2 mm

- ▭ = Lagerung
- ⊗ = Kundenseitige Anschlussmaße
- 1 = Montageabstand mit Folie eingestellt
- 2 = Zylinderschraube ISO 4762-A2-M2.5
- 3 = Zylinderschraube ISO 4762-A2-M2.5 und Scheibe ISO 7089-2.5-140HV-A2
- 4 = Zylinderschraube ISO 4762-A2-M4 und Scheibe ISO 7089-4-140HV-A2
- 5 = Auflagefläche nicht konvex
- 6 = Drehrichtung der Welle für Ausgangssignale gemäß Schnittstellenbeschreibung



Abtastkopf	AK ERP 4080	AK ERP 8080
<b>Schnittstelle</b>	~ 1 V <sub>SS</sub>	
Grenzfrequenz -3 dB	≥ 250 kHz	
<b>Elektrischer Anschluss</b>	Kabel 1 m, mit Sub-D-Stecker, 15-polig	
Kabellänge	≤ 30 m (mit HEIDENHAIN-Kabel)	
Spannungsversorgung	DC 5 V ±0,25 V	
Stromaufnahme	≤ 150 mA (ohne Last)	
<b>Laser</b>	<i>Abtastkopf und Teilkreis angebaut: Klasse 1</i> <i>Abtastkopf nicht angebaut: Klasse 3B</i> <i>Verwendete Laser-Diode: Klasse 3B</i>	
<b>Vibration</b> 55 bis 2000 Hz <b>Schock</b> 6 ms	≤ 50 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-6) ≤ 500 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-27)	
<b>Arbeitstemperatur</b>	15 °C bis 40 °C	
<b>Masse</b>	ca. 33 g (ohne Kabel)	

Teilkreis	TKN ERP 4000	TKN ERP 8000
<b>Maßverkörperung</b>	Phasengitter-Teilung auf Glas	
<b>Signalperioden</b>	131 072	360 000
<b>Genauigkeit der Teilung</b>	±2''	±1''
<b>Interpolationsabweichungen pro Signalperiode<sup>1)</sup></b>	±0,1''	±0,05''
<b>Referenzmarken</b>	keine	
<b>Naben-Innendurchmesser</b>	8 mm	50 mm
Mech. zul. Drehzahl	≤ 300 min <sup>-1</sup>	≤ 100 min <sup>-1</sup>
Trägheitsmoment	5 · 10 <sup>-6</sup> kgm <sup>2</sup>	250 · 10 <sup>-6</sup> kgm <sup>2</sup>
Zulässige Axialbewegung der Antriebswelle	≤ ±0,01 mm (inkl. Taumel)	
<b>Schutzart</b> EN 60529	<i>Komplettgerät im angebauten Zustand: IP00 (für Reinraum-Anwendung)</i>	
<b>Masse</b>	ca. 36 g	ca. 180 g

<sup>1)</sup> Interpolationsabweichung innerhalb einer Signalperiode und Genauigkeit der Teilung ergeben zusammen die messgerätspezifischen Abweichungen; zusätzliche Abweichungen durch Anbau und Lagerung der zu messenden Welle siehe *Messgenauigkeit*



Abtastkopf	AK ERO 6080		AK ERO 6070	
<b>Schnittstelle</b>	$\sim 1 V_{SS}$	$\square \square \square \square \square$ TTL x 5	$\square \square \square \square \square$ TTL x 10	$\square \square \square \square \square$ TTL x 50
Referenzmarkensignal	Rechteckimpuls			
Integrierte Interpolation*	–	5fach	10fach	50fach
Grenzfrequenz –3 dB	$\geq 200$ kHz	–	–	–
Abtastfrequenz	–	$\leq 200$ kHz	$\leq 100$ kHz	$\leq 25$ kHz
Flankenabstand a	–	$\geq 0,220$ $\mu$ s	$\geq 0,220$ $\mu$ s	$\geq 0,175$ $\mu$ s
<b>Elektrischer Anschluss</b>	Kabel 3 m mit Sub-D-Stecker (Stift), 15-polig; bei ERO 6070 Schnittstellen-Elektronik im Stecker			
Kabellänge	$\leq 30$ m			
Spannungsversorgung	DC 5 V $\pm 0,25$ V			
Stromaufnahme	$< 100$ mA (ohne Last)	$< 200$ mA (ohne Last)		
<b>Vibration</b> 55 bis 2000 Hz <b>Schock</b> 6 ms	$\leq 200$ m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-6) $\leq 500$ m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-27)			
<b>Arbeitstemperatur</b>	0 °C bis 50 °C			
<b>Masse</b> Abtastkopf Stecker Kabel	ca. 6 g (ohne Kabel) ca. 32 g ca. 22 g/m	ca. 6 g (ohne Kabel) ca. 140 g ca. 22 g/m		

Teilkreis	TKN ERO 6000	
<b>Maßverkörperung</b>	METALLUR-Teilung auf Glas	
<b>Signalperioden*</b>	9000	18000
<b>Genauigkeit der Teilung</b>	$\pm 5''$	$\pm 3,5''$
<b>Interpolationsabweichungen pro Signalperiode<sup>1)</sup></b>	$\pm 2''$	$\pm 1''$
<b>Referenzmarken</b>	eine	
<b>Naben-Innendurchmesser</b>	25 mm	95 mm
<b>Teilkreis-Außendurchmesser</b>	71 mm	150 mm
Mech. zul. Drehzahl	$\leq 1600$ min <sup>-1</sup>	$\leq 800$ min <sup>-1</sup>
Trägheitsmoment	$44 \times 10^{-6}$ kgm <sup>2</sup>	$1,1 \times 10^{-3}$ kgm <sup>2</sup>
Zul. Axialbewegung	$\leq 0,1$ mm	
<b>Schutzart</b> EN 60529	Komplettgerät im angebauten Zustand: IP00	
<b>Masse</b>	ca. 84 g	ca. 323 g

\* bei Bestellung bitte auswählen

<sup>1)</sup> Interpolationsabweichung innerhalb einer Signalperiode und Genauigkeit der Teilung ergeben zusammen die messgerätspezifischen Abweichungen; zusätzliche Abweichungen durch Anbau und Lagerung der zu messenden Welle siehe *Messgenauigkeit*



<b>Abtastkopf</b>	<b>AK ERO 6180</b>	
<b>Schnittstelle</b>	~ 1 V <sub>SS</sub>	
Referenzmarkensignal	Rechteckimpuls	
Grenzfrequenz -3 dB	≥ 200 kHz	
<b>Elektrischer Anschluss</b>	Kabel 3 m mit Sub-D-Stecker (Stift), 15-polig	
Kabellänge	≤ 30 m	
Spannungsversorgung	DC 5 V ±0,25 V	
Stromaufnahme	< 100 mA (ohne Last)	
<b>Vibration</b> 55 bis 2000 Hz <b>Schock</b> 6 ms	≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-6) ≤ 500 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-27)	
<b>Arbeitstemperatur</b>	0 °C bis 50 °C	
<b>Masse</b>	Abtastkopf Stecker Kabel	ca. 6 g (ohne Kabel) ca. 32 g ca. 22 g/m

<b>Teilkreis</b>	<b>TKN ERO 6100</b>	
<b>Maßverkörperung</b>	Chrom-Teilung auf Glas	
<b>Signalperioden</b>	4096	
<b>Genauigkeit der Teilung</b>	±10"	
<b>Interpolationsabweichungen pro Signalperiode</b> <sup>1)</sup>	±5"	
<b>Referenzmarken</b>	eine	
<b>Naben-Innendurchmesser</b>	41 mm	
<b>Teilkreis-Außendurchmesser</b>	70 mm	
Mech. zul. Drehzahl	≤ 3500 min <sup>-1</sup>	
Trägheitsmoment	50 x 10 <sup>-6</sup> kgm <sup>2</sup>	
Zul. Axialbewegung	≤ 0,1 mm	
<b>Schutzart</b> EN 60529	<i>Komplettgerät im angebauten Zustand: IP00</i>	
<b>Masse</b>	ca. 71 g	

<sup>1)</sup> Interpolationsabweichung innerhalb einer Signalperiode und Genauigkeit der Teilung ergeben zusammen die messgerätspezifischen Abweichungen; zusätzliche Abweichungen durch Anbau und Lagerung der zu messenden Welle siehe *Messgenauigkeit*

# Baureihe ECA 4400

Absolutes Winkelmessgerät hoher Genauigkeit

- Stahlteilungstrommeln mit Dreipunkt-Zentrierung oder Zentrierbund
- bestehend aus Abtastkopf und Teilungstrommel
- auch für sicherheitsgerichtete Anwendungen



ECA 4000

## Abtastkopf

### Schnittstelle

Bestellbezeichnung

Taktfrequenz

Rechenzeit  $t_{cal}$

**Funktionale Sicherheit**  
für Anwendungen bis

PFH

### Elektrischer Anschluss

Kabellänge<sup>1)</sup>

Spannungsversorgung

Leistungsaufnahme (max.)

Stromaufnahme (typisch)

**Vibration** 55 bis 2000 Hz  
**Schock** 6 ms

**Arbeitstemperatur**

**Schutzart** EN 60529<sup>3)</sup>

**Masse** Abtastkopf  
Anschlusskabel  
Kupplung (M12)

	AK ECA 4410 	AK ECA 4410	AK ECA 4490F	AK ECA 4490M	AK ECA 4490P
EnDat 2.2			Fanuc Serial Interface; xi Interface	Mitsubishi high speed Interface	Panasonic Serial Interface
EnDat22			Fanuc05	Mit03-4	Pana01
≤ 16 MHz			–		
≤ 5 μs			–		
<ul style="list-style-type: none"> <li>SIL 2 nach EN 61 508 (weitere Prüfgrundlage: EN 61 800-5-2)</li> <li>Kategorie 3, PL „d“ nach EN ISO 13849-1:2015</li> </ul>		–			
≤ 20 · 10 <sup>-9</sup> (bis 6000 m über NN)		–			
Kabel 1 m oder 3 m mit M12-Kupplung (Stift) 8-polig oder Sub-D-Stecker 15-polig					
≤ 100 m			≤ 50 m	≤ 30 m	≤ 50 m
DC 3,6 V bis 14 V					
<i>bei 3,6 V: 700 mW</i> <i>bei 14 V: 800 mW</i>		<i>bei 3,6 V: 850 mW</i> <i>bei 14 V: 950 mW</i>			
<i>bei 5 V: 90 mA</i> (ohne Last)		<i>bei 5 V: 100 mA</i> (ohne Last)			
≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60 068-2-6) ≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60 068-2-27)		≤ 500 m/s <sup>2</sup> (EN 60 068-2-6) ≤ 1000 m/s <sup>2</sup> (EN 60 068-2-27)			
-10 °C bis 70 °C <sup>2)</sup>		-10 °C bis 70 °C			
IP67					
18 g (ohne Anschlusskabel) 20 g/m 15 g					

<sup>1)</sup> mit HEIDENHAIN-Kabel; Taktfrequenz ≤ 8 MHz

<sup>2)</sup> bei Trommel-Außendurchmesser 104,63 mm: 10 °C bis 70 °C

<sup>3)</sup> in der Anwendung muss das Gerät gegen Verschmutzung durch Festkörper und Flüssigkeiten geschützt sein. Bei Bedarf geeignete Kapselung mit Dichtung und Sperrluft verwenden

<b>Teilungstrommel</b>		<b>TTR ECA 4400</b>							
<b>Maßverkörperung</b> Ausdehnungskoeffizient	Stahltrommel $\alpha_{\text{therm}} \approx 10,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$								
<b>Trommel-Innendurchmesser*</b>	70 mm	80 mm	120 mm	120 mm	150 mm	180 mm	270 mm	425 mm	512 mm
<b>Trommel-Außendurchmesser*</b>	104,63 mm	127,64 mm	148,2 mm	178,55 mm	208,89 mm	254,93 mm	331,31 mm	484,07 mm	560,46 mm
<b>Sichere Position</b> <sup>1) 2)</sup>	±0,88°		±0,44°			±0,22°		±0,11°	
Sicherheitsrelevanter Messschritt SM	0,352° (10 Bit)		0,176° (11 Bit)			0,088° (12 Bit)		0,044° (13 Bit)	
Mech. zul. Drehzahl	≤ 8500 min <sup>-1</sup>	≤ 6250 min <sup>-1</sup>	≤ 5250 min <sup>-1</sup>	≤ 4500 min <sup>-1</sup>	≤ 4250 min <sup>-1</sup>	≤ 3250 min <sup>-1</sup>	≤ 2500 min <sup>-1</sup>	≤ 1800 min <sup>-1</sup>	≤ 1500 min <sup>-1</sup>
Max. Winkelbeschleunigung	14 000 rad/s <sup>2</sup>	6600 rad/s <sup>2</sup>	7900 rad/s <sup>2</sup>	2700 rad/s <sup>2</sup>	1800 rad/s <sup>2</sup>	1000 rad/s <sup>2</sup>	1300 rad/s <sup>2</sup>	900 rad/s <sup>2</sup>	1200 rad/s <sup>2</sup>
Elektr. zul. Drehzahl	≤ 7000 min <sup>-1</sup>	≤ 5750 min <sup>-1</sup>	≤ 4400 min <sup>-1</sup>	≤ 3000 min <sup>-1</sup>	≤ 2550 min <sup>-1</sup>	≤ 2100 min <sup>-1</sup>	≤ 900 min <sup>-1</sup>	≤ 600 min <sup>-1</sup>	≤ 550 min <sup>-1</sup>
Trägheitsmoment	0,81 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	1,9 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	2,3 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	7,1 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	12 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	28 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	59 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	195 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	258 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>
Zulässige Axialbewegung	≤ ±0,4 mm (Teilungstrommel relativ zum Abtastkopf)								
<b>Positionen/U</b>	134 217 728 (27 Bit)					268 435 456 (28 Bit)		536 870 912 (29 Bit)	
Messschritt	0,0097"					0,0048"		0,0024"	
Signalperioden	8195	10 010	11 616	14 003	16 379	19 998	25 993	37 994	44 000
<b>Genauigkeit der Teilung</b>	±3,7"	±3,0"	±2,8"	±2,5"	±2,5"	±2,5"	±2,5"	±2,0"	±2,0"
<b>Interpolationsabweichungen pro Signalperiode</b> RMS(1δ)	±0,20" 0,040"	±0,16" 0,032"	±0,14" 0,028"	±0,12" 0,023"	±0,10" 0,020"	±0,08" 0,016"	±0,06" 0,012"	±0,04" 0,009"	±0,04" 0,007"
<b>Schutzart</b> EN 60529 <sup>3)</sup>	Komplettgerät im angebauten Zustand: IP00								
<b>Masse</b>	ca. 0,40 kg	ca. 0,68 kg	ca. 0,51 kg	ca. 1,2 kg	ca. 1,5 kg	ca. 2,3 kg	ca. 2,6 kg	ca. 3,8 kg	ca. 3,6 kg

\* bei Bestellung bitte auswählen

<sup>1)</sup> nach Positionswertvergleich können in der Folge-Elektronik weitere Toleranzen auftreten (Hersteller der Folge-Elektronik kontaktieren)

<sup>2)</sup> *Mechanische Ankopplung*: Fehlerausschlüsse für das Lösen von Abtastkopf und Teilungstrommel (Seite 36)

<sup>3)</sup> in der Anwendung muss das Gerät gegen Verschmutzung durch Festkörper und Flüssigkeiten geschützt sein. Bei Bedarf geeignete Kapselung mit Dichtung und Sperrluft verwenden

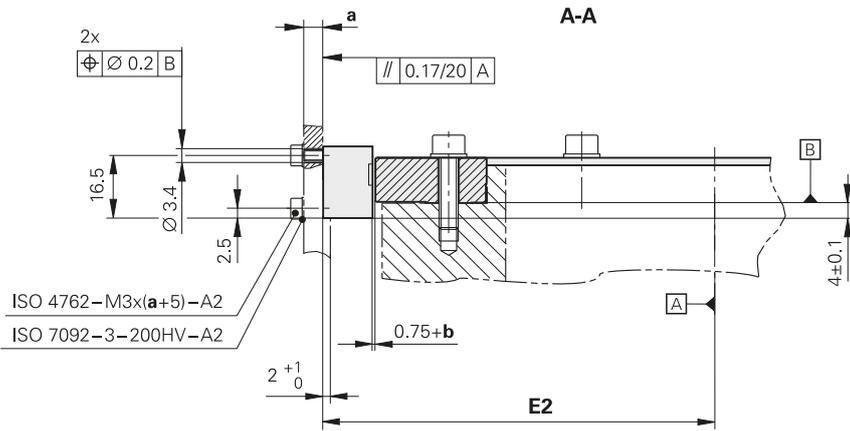
Teilungstrommel	TTR ECA 4402								
<b>Maßverkörperung</b> Ausdehnungskoeffizient	Stahltrommel $\alpha_{\text{therm}} \approx 10,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$								
<b>Trommel-Innendurchmesser*</b>	70 mm	80 mm	120 mm/ 150 mm	130 mm	150 mm/ 185 mm	180 mm/ 210 mm	270 mm	425 mm	512 mm
<b>Trommel-Außendurchmesser*</b>	104,63 mm	127,64 mm	178,55 mm	148,20 mm	208,89 mm	254,93 mm	331,31 mm	484,07 mm	560,46 mm
Mech. zul. Drehzahl	$\leq 8500 \text{ min}^{-1}$	$\leq 6250 \text{ min}^{-1}$	$\leq 4500 \text{ min}^{-1}$	$\leq 5250 \text{ min}^{-1}$	$\leq 4250 \text{ min}^{-1}$	$\leq 3250 \text{ min}^{-1}$	$\leq 2500 \text{ min}^{-1}$	$\leq 1800 \text{ min}^{-1}$	$\leq 1500 \text{ min}^{-1}$
Elektr. zul. Drehzahl	$\leq 7000 \text{ min}^{-1}$	$\leq 5750 \text{ min}^{-1}$	$\leq 3000 \text{ min}^{-1}$	$\leq 4400 \text{ min}^{-1}$	$\leq 2550 \text{ min}^{-1}$	$\leq 2100 \text{ min}^{-1}$	$\leq 900 \text{ min}^{-1}$	$\leq 600 \text{ min}^{-1}$	$\leq 550 \text{ min}^{-1}$
Trägheitsmoment	$0,83 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$2,0 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	7,1/ $4,5 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$1,7 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	12/ $6,5 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	28/ $20 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$59 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$199 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$263 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$
Zulässige Axialbewegung	$\leq \pm 0,4 \text{ mm}$ (Teilungstrommel relativ zum Abtastkopf)								
<b>Positionen/U</b>	134217728 (27 Bit)					268435456 (28 Bit)		536870912 (29 Bit)	
Messschritt	0,0097"					0,0048"		0,0024"	
Signalperioden	8195	10010	14003	11616	16379	19998	25993	37994	44000
<b>Genauigkeit der Teilung</b>	$\pm 3''$	$\pm 2,5''$	$\pm 2''$	$\pm 2,3''$	$\pm 1,9''$	$\pm 1,8''$	$\pm 1,7''$	$\pm 1,5''$	$\pm 1,5''$
<b>Interpolationsabweichungen pro Signalperiode</b> RMS ( $1\sigma$ )	$\pm 0,20''$ $0,040''$	$\pm 0,16''$ $0,032''$	$\pm 0,12''$ $0,023''$	$\pm 0,14''$ $0,028''$	$\pm 0,10''$ $0,020''$	$\pm 0,08''$ $0,016''$	$\pm 0,06''$ $0,012''$	$\pm 0,04''$ $0,009''$	$\pm 0,04''$ $0,007''$
<b>Schutzart</b> EN 60529 <sup>1)</sup>	Komplettgerät im angebauten Zustand: IP00								
<b>Masse</b> Teilungstrommel	ca. 0,42 kg	ca. 0,69 kg	ca. 1,2 kg/ 0,66 kg	ca. 0,35 kg	ca. 1,5 kg/ 0,66 kg	ca. 2,3 kg/ 1,5 kg	ca. 2,6 kg	ca. 3,8 kg	ca. 3,7 kg

\* bei Bestellung bitte auswählen

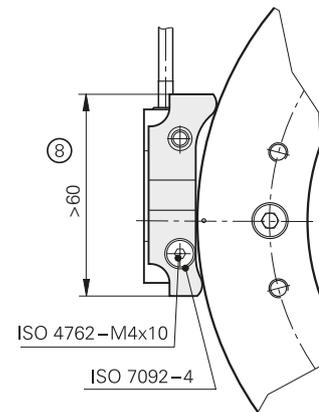
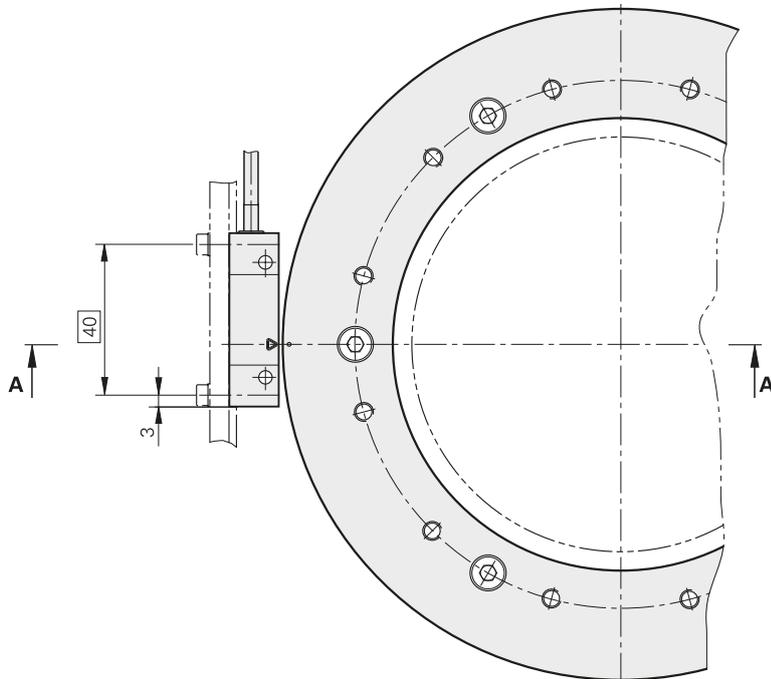
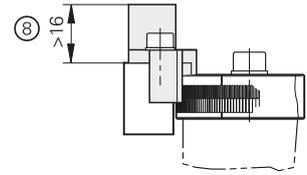
<sup>1)</sup> in der Anwendung muss das Gerät gegen Verschmutzung durch Festkörper und Flüssigkeiten geschützt sein. Bei Bedarf geeignete Kapselung mit Dichtung und Sperrluft verwenden



II



Zubehör: Montagehilfe



D1	⊙	D2	D3	E1	E2	$\alpha$	M	G	b [mm]	c [mm]
$\varnothing 70 +0.05/+0.07$	$\varnothing \leq 70$	$\varnothing 85$	$\varnothing 104.63$	56.57	66.07	$6 \times 60^\circ = 360^\circ$	6x M5	/	$\pm 0.07$	0.3
$\varnothing 80 +0.05/+0.07$	$\varnothing \leq 80$	$\varnothing 95$	$\varnothing 127.64$	68.07	77.57	$6 \times 60^\circ = 360^\circ$	6x M5	/	$\pm 0.07$	0.3
$\varnothing 120 +0.05/+0.07$	$\varnothing \leq 120$	$\varnothing 140$	$\varnothing 178.55$	93.52	103.02	$6 \times 60^\circ = 360^\circ$	6x M5	/	$\pm 0.10$	0.3
$\varnothing 130 +0.05/+0.07$	$\varnothing \leq 130$	$\varnothing 139$	$\varnothing 148.20$	78.35	87.85	$12 \times 30^\circ = 360^\circ$	12x M3	/	$\pm 0.07$	0.3
$\varnothing 150 +0.05/+0.07$	$\varnothing \leq 150$	$\varnothing 163$	$\varnothing 178.55$	93.52	103.02	$12 \times 30^\circ = 360^\circ$	12x M3	/	$\pm 0.10$	0.3
$\varnothing 150 +0.05/+0.07$	$\varnothing \leq 150$	$\varnothing 165$	$\varnothing 208.89$	108.69	118.19	$6 \times 60^\circ = 360^\circ$	6x M5	/	$\pm 0.12$	0.5
$\varnothing 180 +0.05/+0.07$	$\varnothing \leq 180$	$\varnothing 200$	$\varnothing 254.93$	131.71	141.21	$6 \times 60^\circ = 360^\circ$	6x M5	/	$\pm 0.12$	0.5
$\varnothing 185 +0.05/+0.07$	$\varnothing \leq 185$	$\varnothing 197$	$\varnothing 208.89$	108.69	118.19	$12 \times 30^\circ = 360^\circ$	12x M3	/	$\pm 0.12$	0.5
$\varnothing 210 +0.05/+0.07$	$\varnothing \leq 210$	$\varnothing 230$	$\varnothing 254.93$	131.71	141.21	$12 \times 30^\circ = 360^\circ$	12x M3	/	$\pm 0.12$	0.5
$\varnothing 270 +0.05/+0.07$	$\varnothing \leq 270$	$\varnothing 290$	$\varnothing 331.31$	169.90	179.40	$12 \times 30^\circ = 360^\circ$	12x M5	/	$\pm 0.15$	1.0
$\varnothing 425 +0.05/+0.07$	$\varnothing \leq 425$	$\varnothing 445$	$\varnothing 484.07$	246.29	255.79	$12 \times 30^\circ = 360^\circ$	12x M6	12x M6	$\pm 0.15$	1.0
$\varnothing 512 +0.05/+0.07$	$\varnothing \leq 512$	$\varnothing 528$	$\varnothing 560.46$	284.48	293.98	$18 \times 20^\circ = 360^\circ$	18x M6	12x M8	$\pm 0.15$	1.0

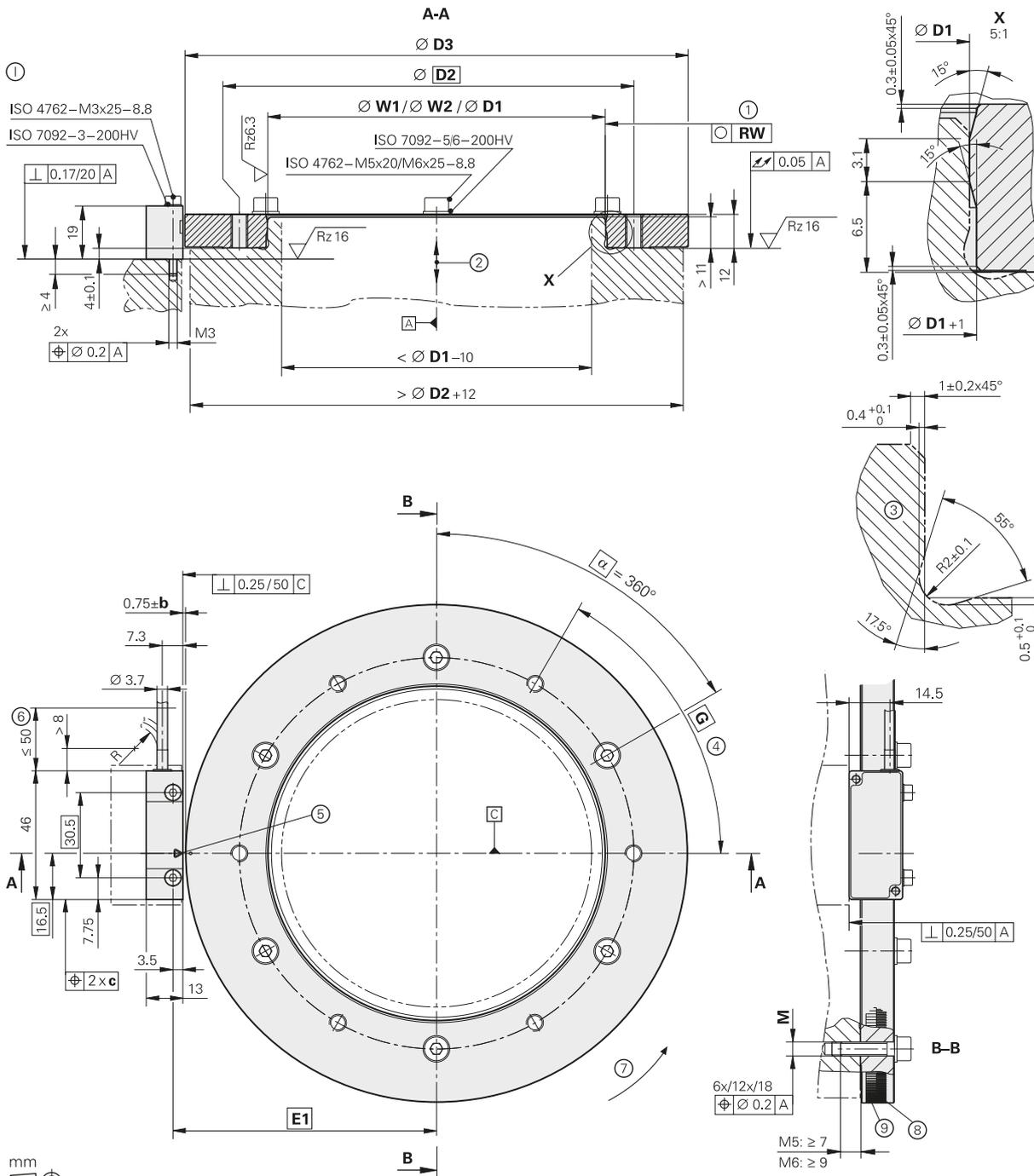


Weitere Informationen:

CAD-Daten siehe auch [cad.heidenhain.de](http://cad.heidenhain.de)

# ECA 4410

## Abmessungen



mm  
  
 Tolerancing ISO 8015  
 ISO 2768 - m H  
 $\leq 6$  mm:  $\pm 0.2$  mm

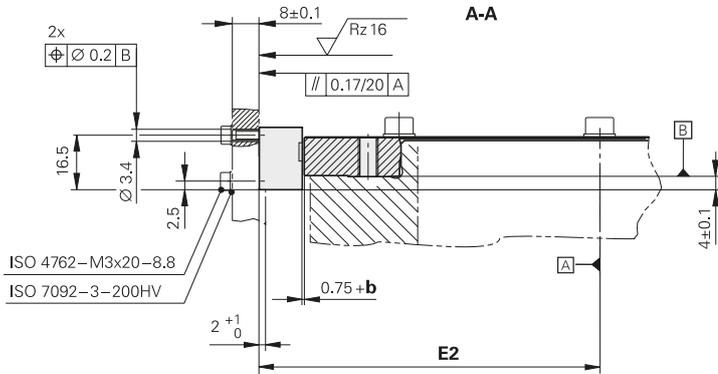
**W1** = ohne mechanischen Fehlerausschluss  
**W2** = mit mechanischem Fehlerausschluss

⊙, ⊕ = Montage-Möglichkeiten  
 ▢ = Lagerung Kundenwelle  
 W = Aufnahmedurchmesser (Welle)  
 1 = Rundheit Aufnahmedurchmesser (Welle)  
 2 = Zul. Axialbewegung der Antriebswelle:  
 $\leq \pm 0.4$  mm

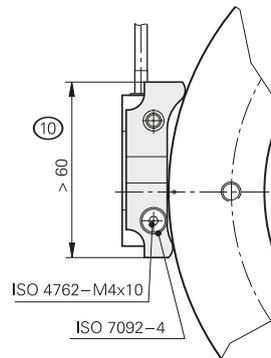
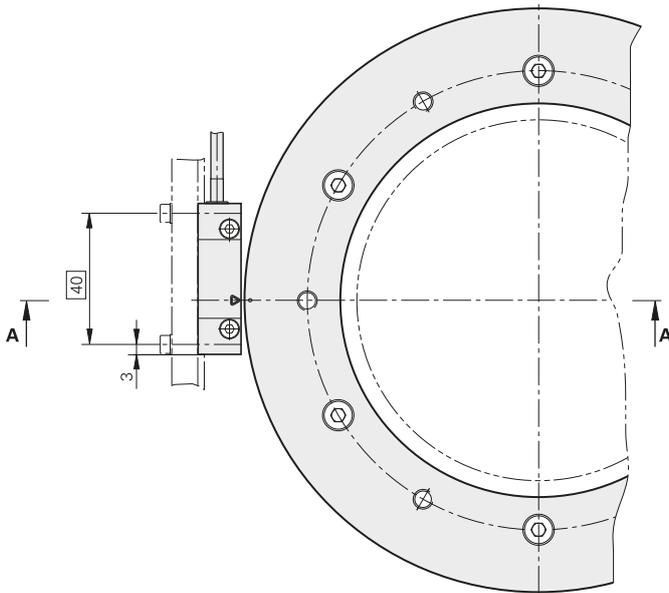
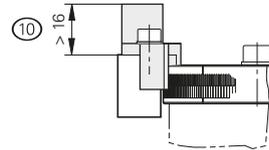
3 = Konstruktionsvorschlag für Freistich  
 4 = Abdrückgewinde, nicht für Trommel-  
 befestigung zulässig  
 5 = Optische Mittellinie  
 6 = Kabelabstützung  
 7 = Positive Drehrichtung  
 8 = Inkrementale Spur  
 9 = Code Spur  
 10 = Freiraum für Montagehilfe

	b [mm]	c [mm]
$\varnothing 70$	$\pm 0.05$	0.3
$\varnothing 80$	$\pm 0.07$	0.3
$\varnothing 120$	$\pm 0.07$	0.3
$\varnothing 120$	$\pm 0.10$	0.3
$\varnothing 150$	$\pm 0.12$	0.5
$\varnothing 180$	$\pm 0.12$	0.5
$\varnothing 270$	$\pm 0.15$	1.0
$\varnothing 425$	$\pm 0.15$	1.0
$\varnothing 512$	$\pm 0.15$	1.0

II



Zubehör: Montagehilfe



D1	W1	W2	RW	D2	D3	E1	E2	$\alpha$	M	G
∅ 70 -0.001/-0.005	∅ 70 +0.005	∅ 70 +0.007/+0.002	0.001	∅ 85	∅ 104.63	56.57	66.07	6x60°	6x M5	6x M6
∅ 80 -0.001/-0.005	∅ 80 +0.006	∅ 80 +0.009/+0.003	0.0015	∅ 95	∅ 127.64	68.07	77.57	6x60°	6x M5	6x M6
∅ 120 -0.001/-0.008	∅ 120 +0.008	∅ 120 +0.040/+0.022	0.002	∅ 134	∅ 148.20	78.35	87.85	6x60°	6x M5	6x M6
∅ 120 -0.001/-0.008	∅ 120 +0.008	∅ 120 +0.040/+0.022	0.002	∅ 140	∅ 178.55	93.52	103.02	6x60°	6x M5	6x M6
∅ 150 -0.001/-0.008	∅ 150 +0.008	∅ 150 +0.046/+0.028	0.002	∅ 165	∅ 208.89	108.69	118.19	6x60°	6x M5	6x M6
∅ 180 -0.001/-0.008	∅ 180 +0.010	∅ 180 +0.050/+0.030	0.003	∅ 200	∅ 254.93	131.71	141.21	6x60°	6x M5	6x M6
∅ 270 0/-0.01	∅ 270 +0.012	∅ 270 +0.067/+0.044	0.003	∅ 290	∅ 331.31	169.90	179.40	12x30°	12x M5	12x M6
∅ 425 0/-0.01	∅ 425 +0.015	∅ 425 +0.094/+0.067	0.006	∅ 445	∅ 484.07	246.29	255.79	12x30°	12x M6	12x M6
∅ 512 0/-0.015	∅ 512 +0.016	∅ 512 +0.109/+0.076	0.007	∅ 528	∅ 560.46	284.48	293.98	18x20°	18x M6	12x M8



Weitere Informationen:

CAD-Daten siehe auch [cad.heidenhain.de](http://cad.heidenhain.de)

# ERA 4280C, ERA 4480C, ERA 4880C

Inkrementales Winkelmessgerät hoher Genauigkeit

- Stahlteilungstrommel mit Zentrierbund
- Sperrluftabdeckung bei ERA 4480C optional
- bestehend aus Abtastkopf und Teilungstrommel



ERA 4000



ERA 4000 mit Sperrluftabdeckung

<b>Abtastkopf</b>	
<b>Schnittstelle</b>	
Grenzfrequenz -3 dB	
<b>Elektrischer Anschluss</b>	
Kabellänge	
Spannungsversorgung	
Stromaufnahme	
<b>Vibration</b> 55 bis 2000 Hz	
<b>Schock</b> 6 ms	
<b>Arbeitstemperatur</b>	
<b>Masse</b>	Abtastkopf
<b>Teilungstrommel</b>	
<b>Maßverkörperung</b>	
Ausdehnungskoeffizient	
<b>Signalperioden/ Interpolations- abweichungen pro Signalperiode<sup>1)</sup></b>	ERA 4200 ERA 4400 ERA 4800
<b>Genauigkeit der Teilung</b>	
<b>Referenzmarken</b>	
<b>Trommel-Innendurchmesser*</b>	
<b>Trommel-Außendurchmesser*</b>	
Mech. zul. Drehzahl	
Trägheitsmoment	
Zulässige Axialbewegung	
<b>Schutzart*</b> EN 60529	
ohne Sperrluftabdeckung	
mit Sperrluftabdeckung <sup>2)</sup> und Druckluft	
<b>Masse</b>	Teilungstrommel Sperrluftabdeckung

<b>AK ERA 4280</b> Teilungsperiode 20 µm <b>AK ERA 4480</b> Teilungsperiode 40 µm <b>AK ERA 4880</b> Teilungsperiode 80 µm								
~ 1 V <sub>SS</sub>								
≥ 350 kHz								
Kabel 1 m mit Kupplung M23 (12-polig)								
≤ 150 m (mit HEIDENHAIN-Kabel)								
DC 5 V ±0,5 V								
< 100 mA (ohne Last)								
≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-6) ≤ 1000 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-27)								
-10 °C bis 80 °C								
ca. 20 g; <i>Abtastkopf für Sperrluftabdeckung</i> : ca. 35 g (jeweils ohne Kabel)								

<b>TTR ERA 4200C</b> Teilungsperiode 20 µm <b>TTR ERA 4400C</b> Teilungsperiode 40 µm <b>TTR ERA 4800C</b> Teilungsperiode 80 µm									
Stahltrommel $\alpha_{\text{therm}} \approx 10,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$									
12000/±1,1"	16384/±0,8"	20000/±0,7"	28000/±0,5"	32768/±0,4"	40000/±0,4"	52000/±0,3"	–	–	
6000/±2,2"	8192/±1,6"	10000/±1,3"	14000/±1,0"	16384/±0,8"	20000/±0,7"	26000/±0,5"	38000/±0,4"	44000/±0,3"	
3000/±4,4"	4096/±3,2"	5000/±2,6"	7000/±1,9"	8192/±1,6"	10000/±1,3"	13000/±1,0"	–	–	
±5"	±3,7"	±3"	±2,5"				±2"		
abstandscodiert oder eine									
40 mm	70 mm	80 mm	120 mm	150 mm	180 mm	270 mm	425 mm	512 mm	
76,75 mm	104,63 mm	127,64 mm	178,55 mm	208,89 mm	254,93 mm	331,31 mm	484,07 mm	560,46 mm	
10000 min <sup>-1</sup>	8500 min <sup>-1</sup>	6250 min <sup>-1</sup>	4500 min <sup>-1</sup>	4250 min <sup>-1</sup>	3250 min <sup>-1</sup>	2500 min <sup>-1</sup>	1800 min <sup>-1</sup>	1500 min <sup>-1</sup>	
0,27 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	0,81 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	1,9 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	7,1 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	12 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	28 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	59 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	195 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	258 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	
≤ ±0,5 mm (Teilungstrommel relativ zum Abtastkopf)									
<i>Komplettgerät im angebauten Zustand:</i>									
IP00									
IP40	IP40	IP40	IP40	IP40	IP40	IP40	–		
ca. 0,28 kg	ca. 0,41 kg	ca. 0,68 kg	ca. 1,2 kg	ca. 1,5 kg	ca. 2,3 kg	ca. 2,6 kg	ca. 3,8 kg	ca. 3,6 kg	
ca. 0,07 kg	ca. 0,1 kg	ca. 0,12 kg	ca. 0,17 kg	ca. 0,22 kg	ca. 0,26 kg	ca. 0,35 kg	–		

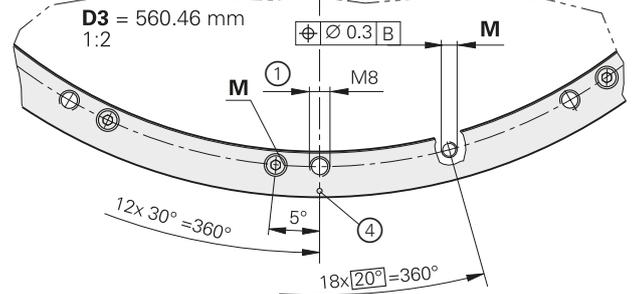
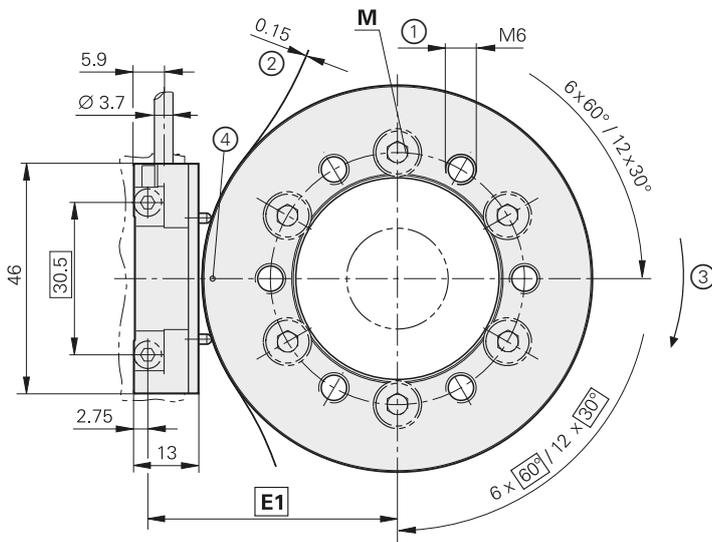
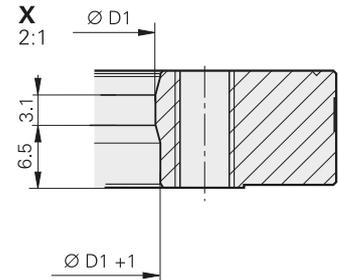
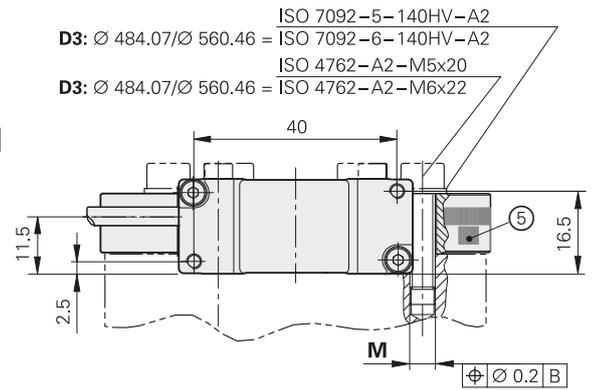
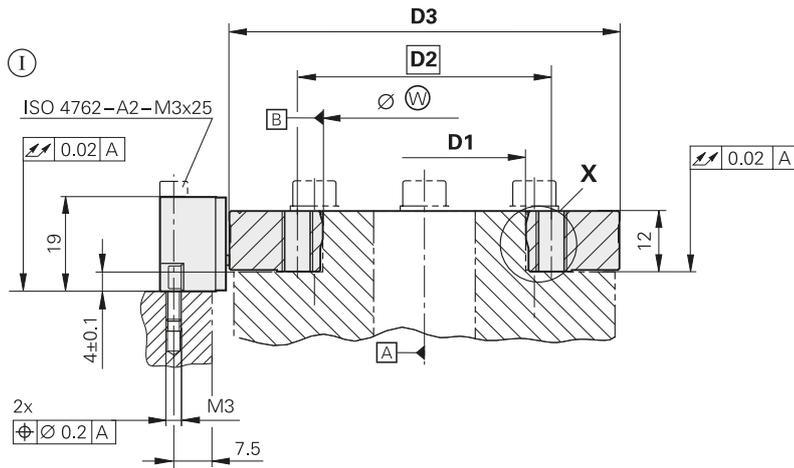
\* bei Bestellung bitte auswählen

<sup>1)</sup> Interpolationsabweichung innerhalb einer Signalperiode und Genauigkeit der Teilung ergeben zusammen die messgerätspezifischen Abweichungen; zusätzliche Abweichungen durch Anbau und Lagerung der zu messenden Welle siehe *Messgenauigkeit*

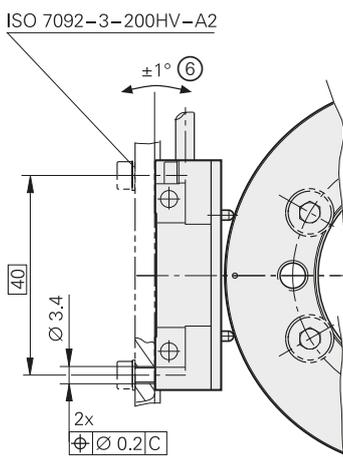
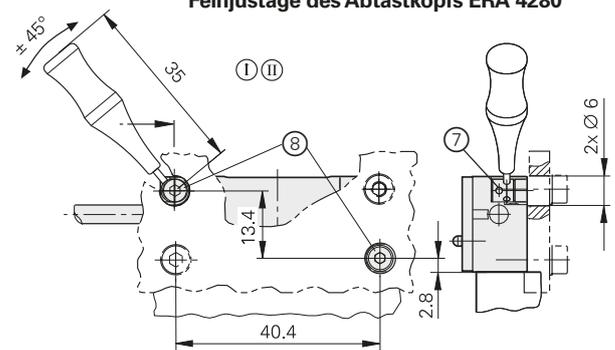
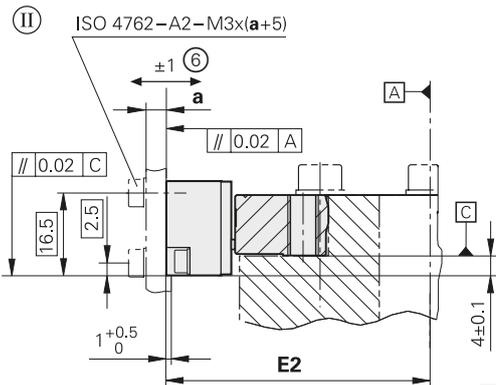
<sup>2)</sup> nur bei ERA 4480 möglich; Sperrluftabdeckung bitte separat bestellen

# ERA 4280C, ERA 4480C, ERA 4880C

## ohne Sperrluftabdeckung



Feinjustage des Abtastkopfs ERA 4280



Weitere Informationen:

CAD-Daten siehe auch [cad.heidenhain.de](http://cad.heidenhain.de)

mm



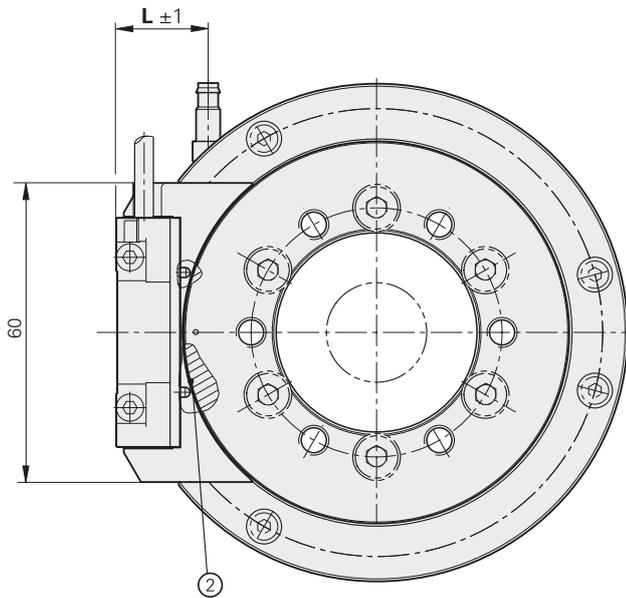
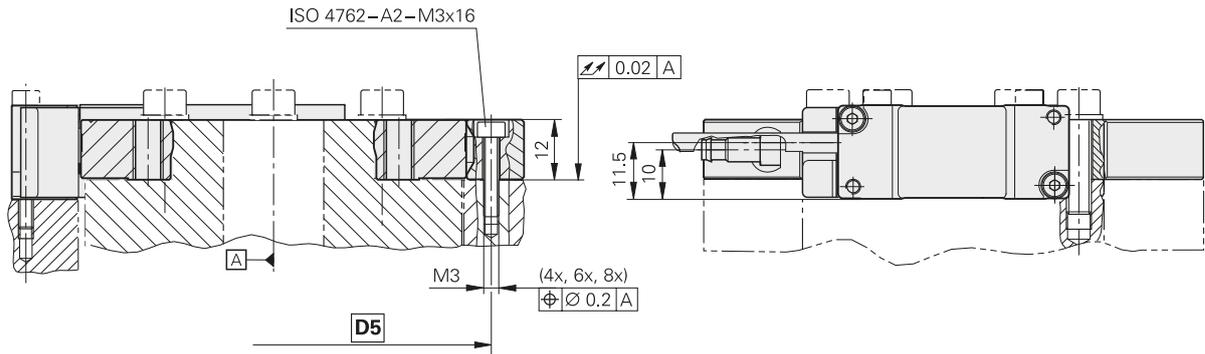
Tolerancing ISO 8015  
ISO 2768 - m H  
≤ 6 mm: ±0.2 mm

D1	W	*)	D2	D3	E1	E2	M
Ø 40 -0.001/-0.005	Ø 40 +0.004	0.001	Ø 50	Ø 76.75	49.34	52.08	6x M5
Ø 70 -0.001/-0.005	Ø 70 +0.005	0.001	Ø 85	Ø 104.63	63.28	66.02	6x M5
Ø 80 -0.001/-0.005	Ø 80 +0.006	0.0015	Ø 95	Ø 127.64	74.78	77.52	6x M5
Ø 120 -0.001/-0.008	Ø 120 +0.008	0.002	Ø 140	Ø 178.55	100.24	102.98	6x M5
Ø 150 -0.001/-0.008	Ø 150 +0.008	0.002	Ø 165	Ø 208.89	115.41	118.15	6x M5
Ø 180 -0.001/-0.008	Ø 180 +0.010	0.003	Ø 200	Ø 254.93	138.43	141.17	6x M5
Ø 270 0/-0.01	Ø 270 +0.012	0.003	Ø 290	Ø 331.31	176.62	179.36	12x M5
Ø 425 0/-0.01	Ø 425 +0.015	0.006	Ø 445	Ø 484.07	253.00	255.74	12x M6
Ø 512 0/-0.015	Ø 512 +0.016	0.007	Ø 528	Ø 560.46	291.19	293.93	18x M6

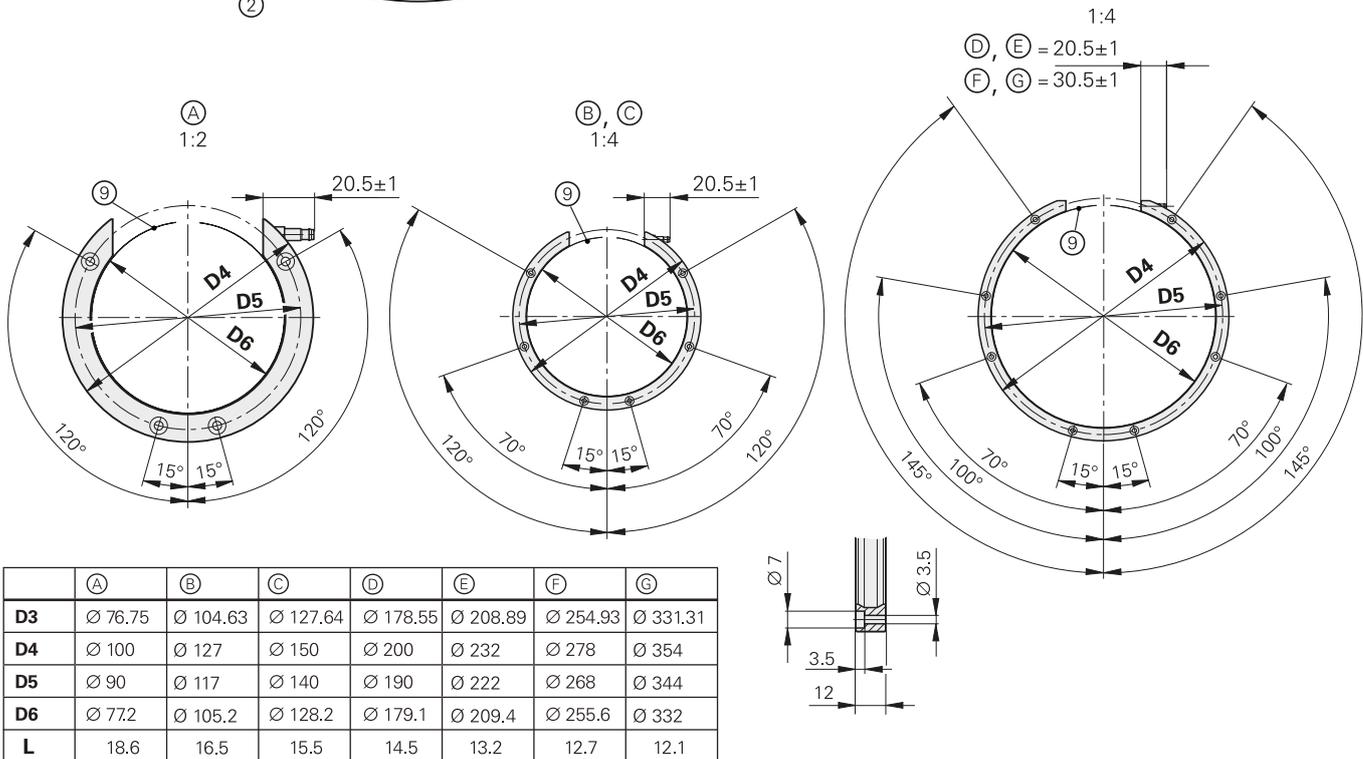
\*) Rundheit Aufnahmedurchmesser (Welle)

# ERA 4480C

## mit Sperrluftabdeckung



- ⊙, ⊗ = Montagemöglichkeiten
- M = Befestigungsschrauben
- ▣ = Lagerung
- ⊗ = Kundenwelle
- 1 = Abdrückgewinde
- 2 = Montageabstand (Abstandsfolie)
- 3 = Positive Drehrichtung der Welle für Ausgangssignale gemäß Schnittstellenbeschreibung
- 4 = Markierung für Referenzmarke, Positionstoleranz zu Referenzmarke  $\pm 1.0$  mm
- 5 = Referenzmarke
- 6 = Anschraublfläche Abtastkopf justierbar auslegen
- 7 = Exzenterbuchse
- 8 = Erforderliche Bohrungen zur Feinjustierung
- 9 = Montageabstand 0.15 mm (Sperrluftabdeckung)



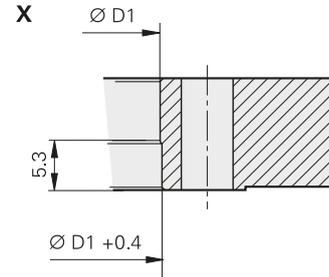
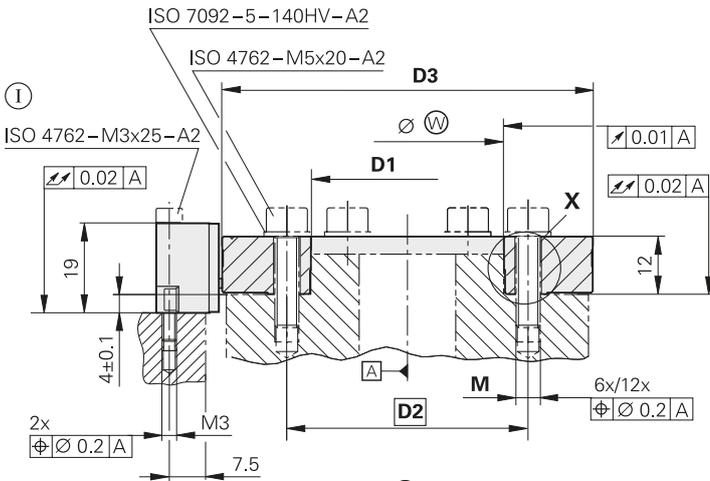
Weitere Informationen:

CAD-Daten siehe auch [cad.heidenhain.de](http://cad.heidenhain.de)

# ERA 4282 C

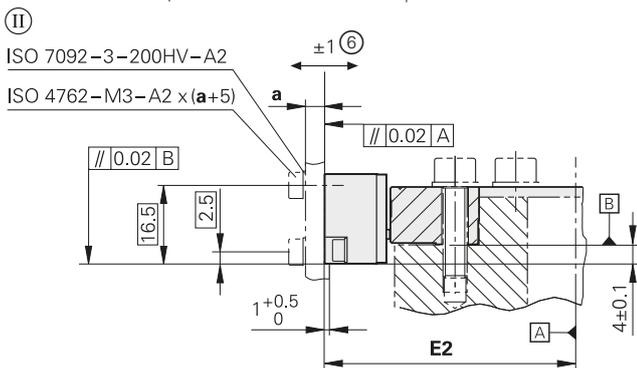
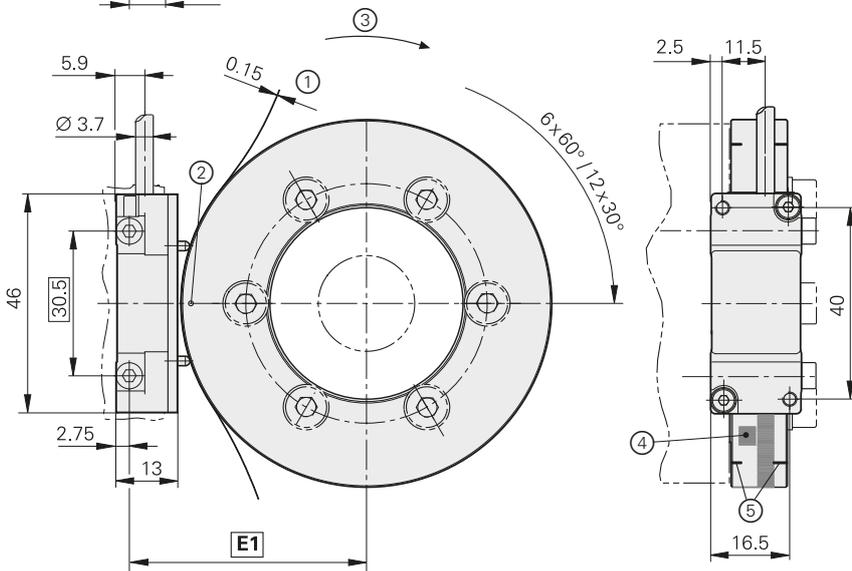
**Inkrementales Winkelmessgerät hoher Genauigkeit**

- **Stahlteilungstrommel mit Dreipunkt-Zentrierung**
- **bestehend aus Abtastkopf und Teilungstrommel**

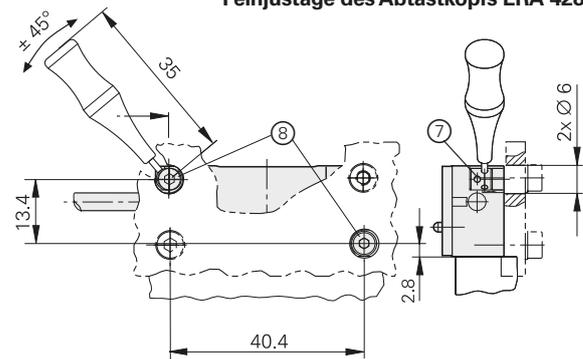


mm  
  
 Tolerancing ISO 8015  
 ISO 2768 - m H  
 ≤ 6 mm: ±0.2 mm

- ⊙, ⊕ = Montagemöglichkeiten
- ⊠ = Lagerung
- ⊗ = Kundenwelle
- 1 = Montageabstand (Abstandsfolie)
- 2 = Markierung für Referenzmarke
- 3 = Positive Drehrichtung für Ausgangssignale gemäß Schnittstellenbeschreibung
- 4 = Referenzmarke
- 5 = Markierungen für Trommelzentrierung (3 x 120°)
- 6 = Anschraubfläche Abtastkopf justierbar auslegen
- 7 = Exzenterbuchse
- 8 = Erforderliche Bohrungen zur Feinjustierung (nur bei Abtastkopf ERA 4280)



## Feinjustage des Abtastkopfs ERA 4280



**Weitere Informationen:**

CAD-Daten siehe auch [cad.heidenhain.de](http://cad.heidenhain.de)

D1	⊗	D2	D3	E1	E2	M
∅ 40 +0.07/+0.05	∅ ≤ 40	∅ 50	∅ 76.75	49.34	52.08	M5 6x
∅ 70 +0.07/+0.05	∅ ≤ 70	∅ 85	∅ 104.63	63.28	66.02	M5 6x
∅ 80 +0.07/+0.05	∅ ≤ 80	∅ 95	∅ 127.64	74.78	77.52	M5 6x
∅ 120 +0.07/+0.05	∅ ≤ 120	∅ 140	∅ 178.55	100.24	102.98	M5 6x
∅ 150 +0.07/+0.05	∅ ≤ 150	∅ 163	∅ 178.55	100.24	102.98	M3 12x
∅ 150 +0.07/+0.05	∅ ≤ 150	∅ 165	∅ 208.89	115.41	118.15	M5 6x
∅ 180 +0.07/+0.05	∅ ≤ 180	∅ 200	∅ 254.93	138.43	141.17	M5 6x
∅ 185 +0.07/+0.05	∅ ≤ 185	∅ 197	∅ 208.89	115.41	118.15	M3 12x
∅ 210 +0.07/+0.05	∅ ≤ 210	∅ 230	∅ 254.93	138.43	141.17	M3 12x
∅ 270 +0.07/+0.05	∅ ≤ 270	∅ 290	∅ 331.31	176.62	179.36	M5 12x

<b>Abtastkopf</b>	<b>AK ERA 4280</b>
<b>Schnittstelle</b>	$\sim 1 V_{SS}$
Grenzfrequenz -3 dB	$\geq 350$ kHz
<b>Elektrischer Anschluss</b>	Kabel 1 m mit Kupplung M23 (12-polig)
Kabellänge	$\leq 150$ m (mit HEIDENHAIN-Kabel)
Spannungsversorgung	DC 5 V $\pm 0,5$ V
Stromaufnahme	$< 100$ mA (ohne Last)
<b>Vibration</b> 55 bis 2000 Hz <b>Schock</b> 6 ms	$\leq 100$ m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-6) $\leq 500$ m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-27)
<b>Arbeitstemperatur</b>	-10 °C bis 80 °C
<b>Masse</b>	ca. 20 g (ohne Kabel)

<b>Teilungstrommel</b>	<b>TTR ERA 4202 C</b>						
<b>Maßverkörperung</b> Teilungsperiode Ausdehnungskoeffizient	Stahltrommel 20 $\mu$ m $\alpha_{\text{therm}} \approx 10,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$						
<b>Signalperioden</b>	12000	16384	20000	28000	32768	40000	52000
<b>Genauigkeit der Teilung</b>	$\pm 4''$	$\pm 3''$	$\pm 2,5''$	$\pm 2''$	$\pm 1,9''$	$\pm 1,8''$	$\pm 1,7''$
<b>Interpolationsabweichungen pro Signalperiode<sup>1)</sup></b>	$\pm 1,1''$	$\pm 0,8''$	$\pm 0,7''$	$\pm 0,5''$	$\pm 0,4''$	$\pm 0,4''$	$\pm 0,3''$
<b>Referenzmarken</b>	abstandscodiert						
<b>Trommel-Innendurchmesser*</b>	40 mm	70 mm	80 mm	120 mm/ 150 mm	150 mm/ 185 mm	180 mm/ 210 mm	270 mm
<b>Trommel-Außendurchmesser*</b>	76,75 mm	104,63 mm	127,64 mm	178,55 mm	208,89 mm	254,93 mm	331,31 mm
Mech. zul. Drehzahl	10000 min <sup>-1</sup>	8500 min <sup>-1</sup>	6250 min <sup>-1</sup>	4500 min <sup>-1</sup>	4250 min <sup>-1</sup>	3250 min <sup>-1</sup>	2500 min <sup>-1</sup>
Trägheitsmoment	$0,28 \cdot 10^{-3}$ kgm <sup>2</sup>	$0,83 \cdot 10^{-3}$ kgm <sup>2</sup>	$2,0 \cdot 10^{-3}$ kgm <sup>2</sup>	$7,1/4,5 \cdot 10^{-3}$ kgm <sup>2</sup>	$12/6,5 \cdot 10^{-3}$ kgm <sup>2</sup>	$28/20 \cdot 10^{-3}$ kgm <sup>2</sup>	$59 \cdot 10^{-3}$ kgm <sup>2</sup>
Zulässige Axialbewegung	$\leq \pm 0,5$ mm (Teilungstrommel relativ zum Abtastkopf)						
<b>Schutzart</b> EN 60529	Komplettgerät im angebauten Zustand: IP00						
<b>Masse</b>	ca. 0,30 kg	ca. 0,42 kg	ca. 0,69 kg	ca. 1,2 kg/ 0,66 kg	ca. 1,5 kg/ 0,66 kg	ca. 2,3 kg/ 1,5 kg	ca. 2,6 kg

\* bei Bestellung bitte auswählen

<sup>1)</sup> Interpolationsabweichung innerhalb einer Signalperiode und Genauigkeit der Teilung ergeben zusammen die messgerätspezifischen Abweichungen; zusätzliche Abweichungen durch Anbau und Lagerung der zu messenden Welle siehe *Messgenauigkeit*

# Baureihe ERA 7000

Inkrementales Winkelmessgerät hoher Genauigkeit

- Stahlmaßband für Innenmontage
- Vollkreis- und Segmentausführung, auch für sehr große Durchmesser
- bestehend aus Abtastkopf und Maßband



ERA 7480



ERA 7481

<b>Abtastkopf</b>	<b>AK ERA 7480</b>
<b>Schnittstelle</b>	$\sim 1 V_{SS}$
Grenzfrequenz -3 dB	$\geq 350$ kHz
<b>Elektrischer Anschluss</b>	Kabel 1 m mit Kupplung M23 (12-polig)
Kabellänge	$\leq 150$ m (mit HEIDENHAIN-Kabel)
Spannungsversorgung	DC 5 V $\pm 0,5$ V
Stromaufnahme	$< 100$ mA (ohne Last)
<b>Vibration</b> 55 bis 2000 Hz <b>Schock</b> 6 ms	$\leq 200$ m/s <sup>2</sup> (EN 60 068-2-6) $\leq 1000$ m/s <sup>2</sup> (EN 60 068-2-27)
<b>Arbeitstemperatur</b>	-10 °C bis 80 °C
<b>Masse</b>	ca. 20 g (ohne Kabel)

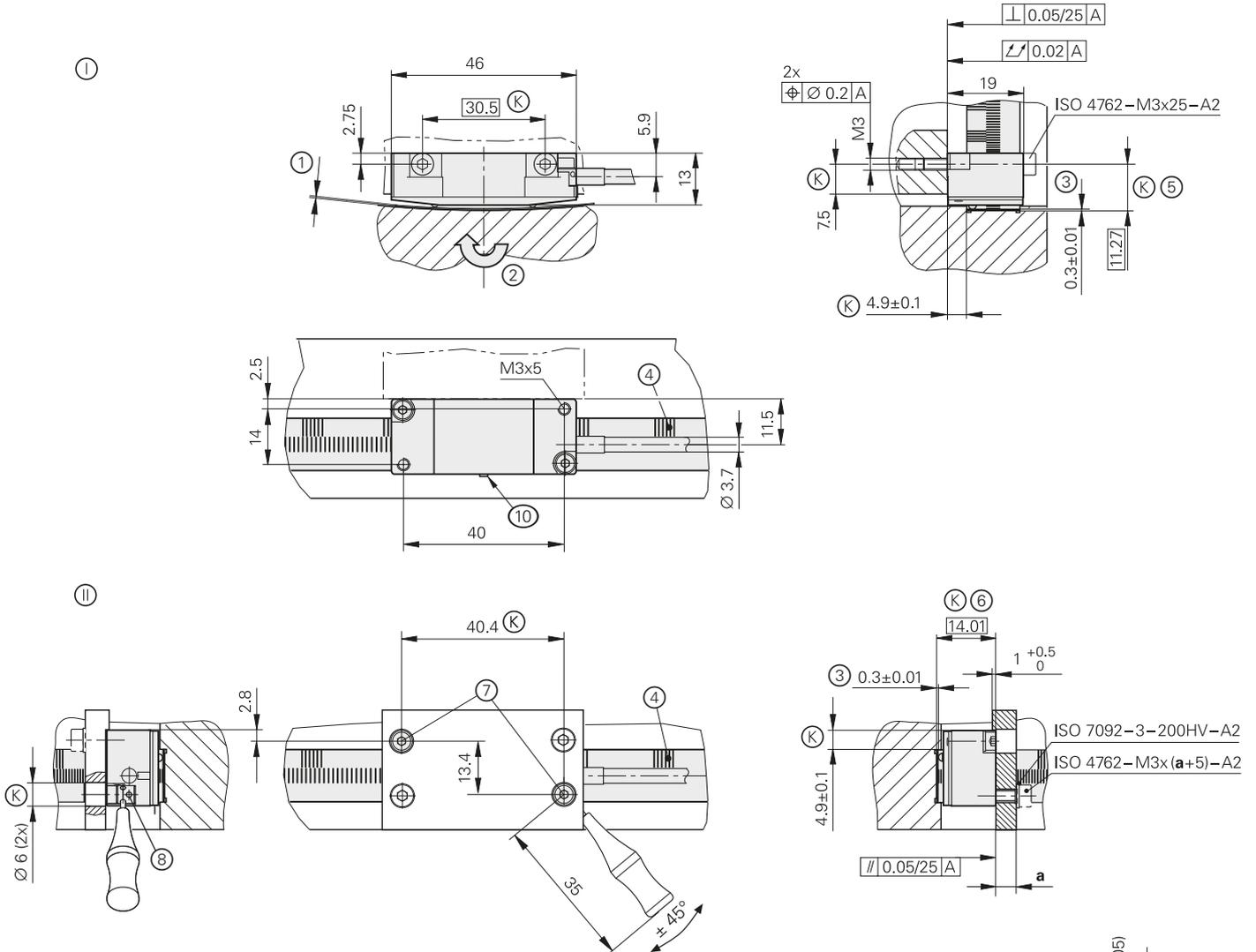
<b>Maßband</b>	<b>MSB ERA 7400C</b> Vollkreis-Version <b>MSB ERA 7401C</b> Segmentausführung		
<b>Maßverkörperung</b> Teilungsperiode Ausdehnungskoeffizient	Stahlmaßband mit METALLUR-Teilung 40 $\mu$ m $\alpha_{therm} \approx 10,5 \cdot 10^{-6} K^{-1}$		
<b>Signalperioden</b> <sup>1)</sup>	36000	45000	90000
<b>Genauigkeit der Teilung</b> <sup>2)</sup>	$\pm 3,9''$	$\pm 3,2''$	$\pm 1,6''$
<b>Interpolationsabweichungen pro Signalperiode</b> <sup>2)</sup>	$\pm 0,4''$	$\pm 0,3''$	$\pm 0,1''$
<b>Genauigkeit des Maßbandes</b>	$\pm 3$ $\mu$ m/m Bandlänge		
<b>Referenzmarken</b>	abstandscodiert		
<b>Aufnahmedurchmesser*</b>	Vollkreis 458,62 mm	573,20 mm	1146,10 mm
	Segment $\geq 400$ mm		
Mech. zul. Drehzahl	$\leq 250$ min <sup>-1</sup>	$\leq 250$ min <sup>-1</sup>	$\leq 220$ min <sup>-1</sup>
Zulässige Axialbewegung	$\leq 0,5$ mm (Maßband relativ zum Abtastkopf)		
Zul. Ausdehnungskoeffizient der Welle	$\alpha_{therm} \approx 9 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ bis $12 \cdot 10^{-6} K^{-1}$		
<b>Schutzart</b> EN 60529	Komplettgerät im angebauten Zustand: IP00		
<b>Masse</b>	ca. 30 g/m		

\* bei Bestellung bitte auswählen, weitere Durchmesser bis max. 3 m auf Anfrage

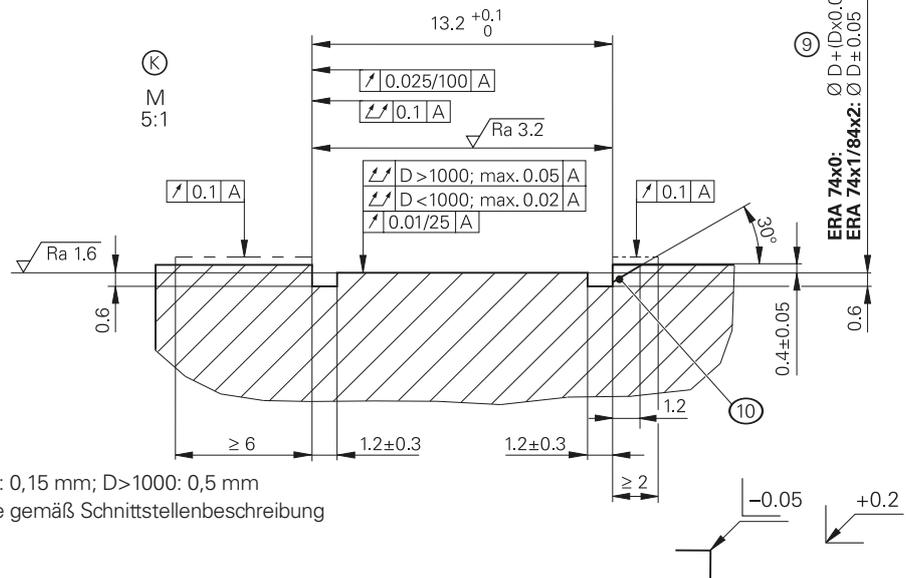
<sup>1)</sup> Gültigkeit für Vollkreis-Version; bei Segmentlösung abhängig von Aufnahmedurchmesser und Bandlänge

<sup>2)</sup> Genauigkeit der Teilung und Interpolationsabweichung innerhalb einer Signalperiode ergeben zusammen die messgerätspezifischen Abweichungen; zusätzliche Abweichungen durch Anbau und Lagerung der zu messenden Welle siehe *Messgenauigkeit*

# Baureihe ERA 7000

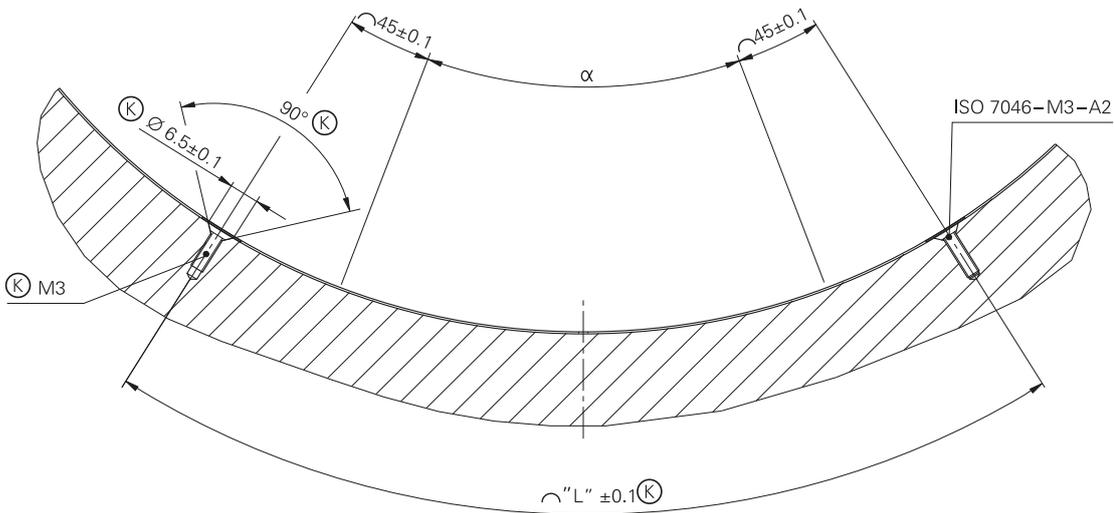
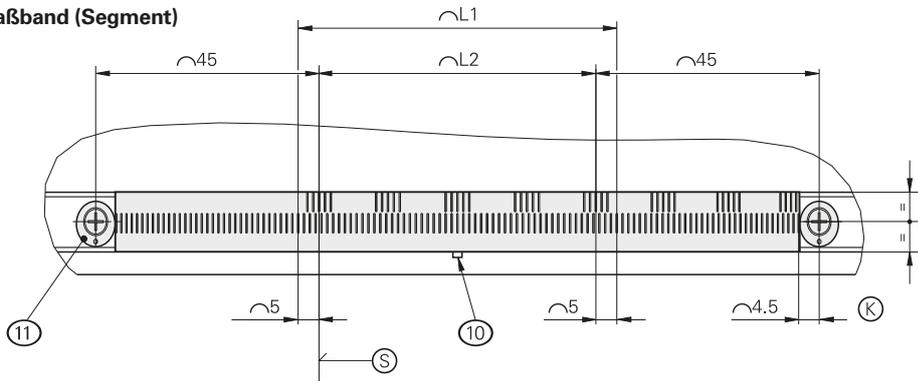


mm  
  
 Tolerancing ISO 8015  
 ISO 2768 - m H  
 ≤ 6 mm: ±0.2 mm



- ⊙, ⊕ = Montagemöglichkeiten
- ⊠ = Lagerung
- ⊗ = Kundenseitige Anschlussmaße
- 1 = Montageabstand (Abstandsfolie) D < 1000: 0,15 mm; D > 1000: 0,5 mm
- 2 = Positive Drehrichtung für Ausgangssignale gemäß Schnittstellenbeschreibung
- 3 = Maßbanddicke
- 4 = Referenzmarke
- 5 = Abstand von Maßband-Nutgrund bis Befestigungsgewinde
- 6 = Abstand von Maßband-Nutgrund bis rückseitige Montagefläche Abtastkopf
- 7 = Erforderliche Bohrungen zur Feinjustierung
- 8 = Exzenterbuchse (Moiré Einstellung)
- 9 = Maßband Nutgrund Ø D
- 10 = Kerbe für Maßband-Demontage (b = 2 mm)

**ERA 74x1 Maßband (Segment)**



$$D = \frac{n \times 0.04 \times 0.9999}{\pi} + 0.3$$

$$\alpha = \frac{n \times 0.04 \times 0.9999}{(D - 0.3) \times \pi} \times 360^\circ$$

$$L2 = n \times 0.04 \times 0.9999$$

- ⊗ = Kundenseitige Anschlussmaße
- Ⓢ = Messbeginn
- 10 = Kerbe für Maßband-Demontage (b = 2 mm)
- 11 = Exzentrerscheibe zum Spannen des Maßbandes
- ∩ = Länge des Kreisbogens in der Neutralen Faser, Maßbanddicke beachten
- ∩L = Position der Befestigungsgewinde
- ∩L1 = Verfahrensweg
- ∩L2 = Messbereich im Kreisbogen

- n = Signalperiode
- D = Nutgrunddurchmesser
- α = Messbereich in Grad (Segmentwinkel)
- π = 3.14159...

# Baureihe ERA 8000

Inkrementales Winkelmessgerät hoher Genauigkeit

- Stahlmaßband für Außenmontage
- Vollkreis- und Segmentausführung, auch für sehr große Durchmesser
- bestehend aus Abtastkopf und Maßband



ERA 8480 Vollkreis-Version



ERA 8481 Segmentausführung,  
Maßbandbefestigung über Spannelemente



ERA 8482 Segmentausführung,  
Maßband ohne Spannelemente

<b>Abtastkopf</b>	<b>AK ERA 8480</b>
<b>Schnittstelle</b>	~ 1 V <sub>SS</sub>
Grenzfrequenz -3 dB	≥ 350 kHz
<b>Elektrischer Anschluss</b>	Kabel 1 m mit Kupplung M23 (12-polig)
Kabellänge	≤ 150 m (mit HEIDENHAIN-Kabel)
Spannungsversorgung	DC 5 V ±0,5 V
Stromaufnahme	< 100 mA (ohne Last)
<b>Vibration</b> 55 bis 2000 Hz <b>Schock</b> 6 ms	≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60 068-2-6) ≤ 1000 m/s <sup>2</sup> (EN 60 068-2-27)
<b>Arbeitstemperatur</b>	-10 °C bis 80 °C
<b>Masse</b>	ca. 20 g (ohne Kabel)

<b>Maßband</b>	<b>MSB ERA 8400C</b> Vollkreis-Version <b>MSB ERA 8401C</b> Segmentausführung mit Spannelementen <b>MSB ERA 8402C</b> Segmentausführung ohne Spannelemente		
<b>Maßverkörperung</b> Teilungsperiode Ausdehnungskoeffizient	Stahlmaßband mit METALLUR-Teilung 40 µm $\alpha_{\text{therm}} \approx 10,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$		
<b>Signalperioden</b> <sup>1)</sup>	36000	45000	90000
<b>Genauigkeit der Teilung</b> <sup>2)</sup>	±4,7''	±3,9''	±1,9''
<b>Interpolationsabweichungen pro Signalperiode</b> <sup>2)</sup>	±0,4''	±0,3''	±0,1''
<b>Genauigkeit des Maßbandes</b>	±3 µm/m Bandlänge		
<b>Referenzmarken</b>	abstandscodiert		
<b>Aufnahme-durchmesser*</b>	Vollkreis 458,11 mm	572,72 mm	1145,73 mm
	Segment ≥ 400 mm		
Mech. zul. Drehzahl	≤ 50 min <sup>-1</sup>	≤ 50 min <sup>-1</sup>	≤ 45 min <sup>-1</sup>
Zulässige Axialbewegung	≤ 0,5 mm (Maßband relativ zum Abtastkopf)		
Zul. Ausdehnungskoeffizient der Welle	$\alpha_{\text{therm}} \approx 9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bis $12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$		
<b>Schutzart</b> EN 60529	Komplettgerät im angebauten Zustand: IP00		
<b>Masse</b>	ca. 30 g/m		

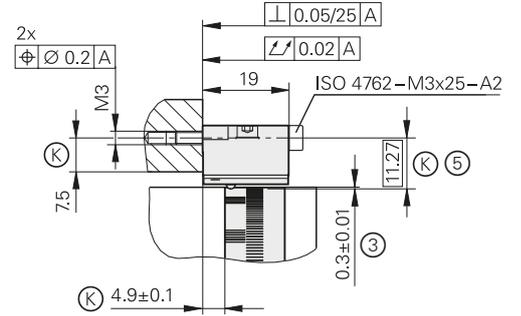
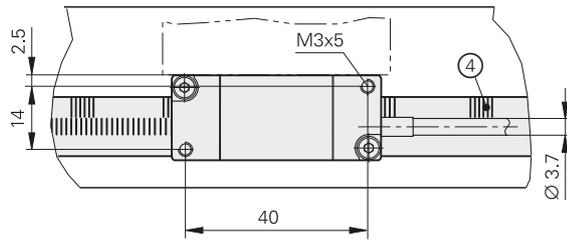
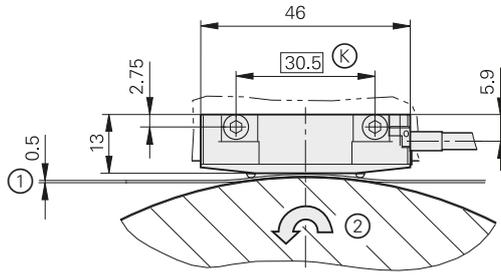
\* bei Bestellung bitte auswählen, weitere Durchmesser bis max. 3 m auf Anfrage

<sup>1)</sup> Gültigkeit für Vollkreis-Version; bei Segmentlösung abhängig von Aufnahmedurchmesser und Bandlänge

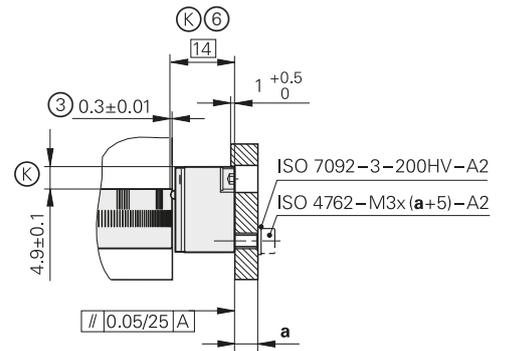
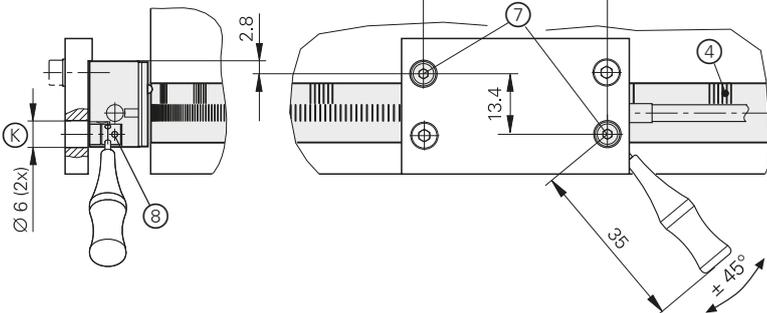
<sup>2)</sup> Genauigkeit der Teilung und Interpolationsabweichung innerhalb einer Signalperiode ergeben zusammen die messgerätspezifischen Abweichungen; zusätzliche Abweichungen durch Anbau und Lagerung der zu messenden Welle siehe *Messgenauigkeit*

# Baureihe ERA 8000

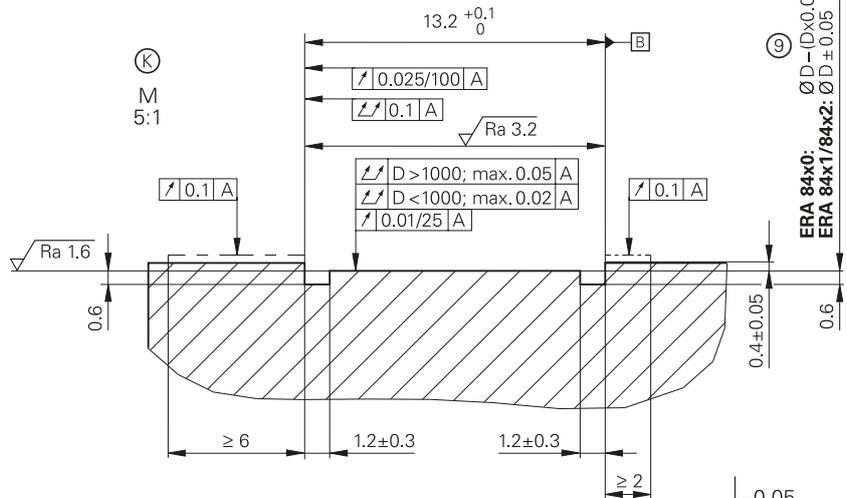
①



②



mm  
  
 Tolerancing ISO 8015  
 ISO 2768 - m H  
 ≤ 6 mm: ±0.2 mm



ERA 84x0: Ø D - (D×0.00005)  
 ERA 84x1/84x2: Ø D ± 0.05

- ①, ② = Montagemöglichkeiten
- ⊠ = Lagerung
- ⊗ = Kundenseitige Anschlussmaße
- ⊙ = Messbeginn
- 1 = Montageabstand (Abstandsfolie)
- 2 = Positive Drehrichtung für Ausgangssignale gemäß Schnittstellenbeschreibung
- 3 = Maßbanddicke
- 4 = Referenzmarke
- 5 = Abstand von Maßband-Nutgrund bis Befestigungsgewinde
- 6 = Abstand von Maßband-Nutgrund bis rückseitige Montagefläche Abtastkopf
- 7 = Erforderliche Bohrungen zur Feinjustierung
- 8 = Exzenterbuchse (Moiré Einstellung)
- 9 = Maßband Nutgrund Ø D
- 10 = Grundfläche der Tasche ferromagnetisch, zur Fixierung des Spannschlusses
- 11 = Länge der Fase >60 mm



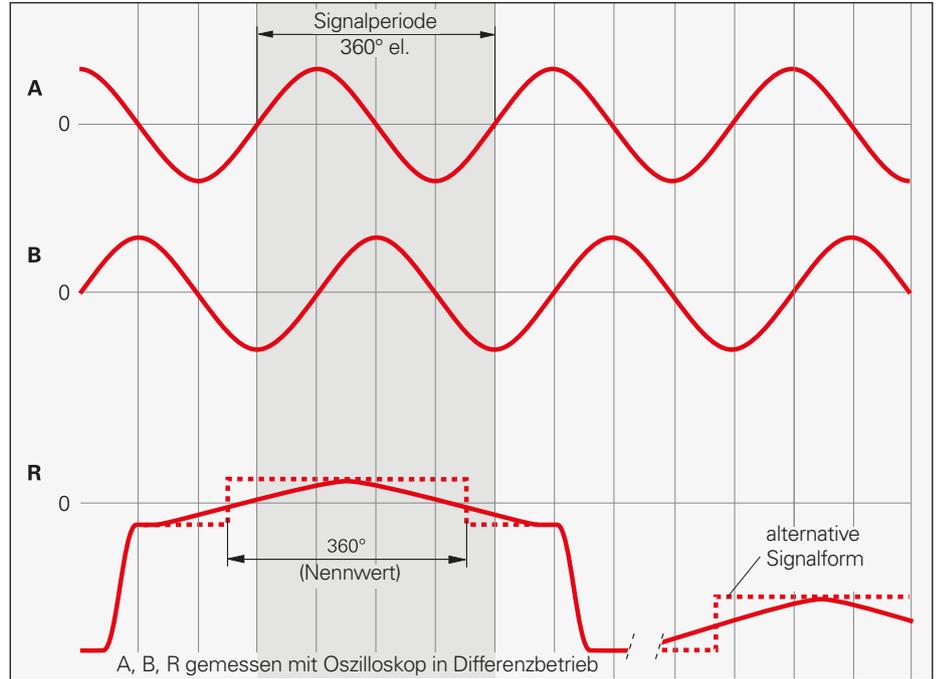
# Schnittstellen

## Inkrementalsignale $\sim 1 V_{SS}$

HEIDENHAIN-Messgeräte mit  $\sim 1 V_{SS}$ -Schnittstelle geben Spannungssignale aus, die hoch interpolierbar sind.

Die sinusförmigen **Inkrementalsignale** A und B sind um  $90^\circ$  el. phasenverschoben und haben eine Signalgröße von typisch  $1 V_{SS}$ . Die dargestellte Folge der Ausgangssignale – B nacheilend zu A – gilt für die in der Anschlussmaßzeichnung angegebene Bewegungsrichtung.

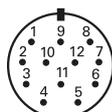
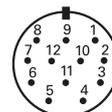
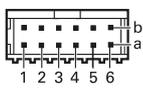
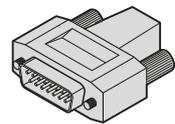
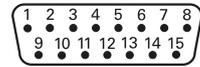
Das **Referenzmarkensignal** R besitzt eine eindeutige Zuordnung zu den Inkrementalsignalen. Neben der Referenzmarke kann das Ausgangssignal abgesenkt sein.



### Weitere Informationen:

Ausführliche Beschreibungen zu allen verfügbaren Schnittstellen sowie allgemeine elektrische Hinweise finden Sie im Prospekt *Schnittstellen von HEIDENHAIN-Messgeräten*.

## Anschlussbelegung

<b>12-polige Kupplung M23</b>   					<b>12-poliger Stecker M23</b>   								
<b>12-poliger Platinenstecker</b> am ERP 880  					<b>15-poliger Sub-D-Stecker</b>   								
	Spannungsversorgung				Inkrementalsignale						sonstige Signale		
	12	2	10	11	5	6	8	1	3	4	9	7	/
	2a	2b	1a	1b	6b	6a	5b	5a	4b	4a	3b	3a	/
	4	12	2	10	1	9	3	11	14	7	5/6/8	13	15
	$U_P$	Sensor $U_P$	0V	Sensor 0V	A+	A-	B+	B-	R+ <sup>1)</sup>	R- <sup>1)</sup>	frei	frei	frei
	braun/ grün	blau	weiß/ grün	weiß	braun	grün	grau	rosa	rot	schwarz	/	violett	gelb

**Kabelschirm** mit Gehäuse verbunden;  $U_P$  = Spannungsversorgung  
**Sensor:** Die Sensorleitung ist im Messgerät (bei ERO 6xxx und ERA im Messgerätestecker) mit der jeweiligen Spannungsversorgung verbunden  
 Nicht verwendete Pins oder Litzen dürfen nicht belegt werden!

<sup>1)</sup> ERP 4080/ERP 8080: frei

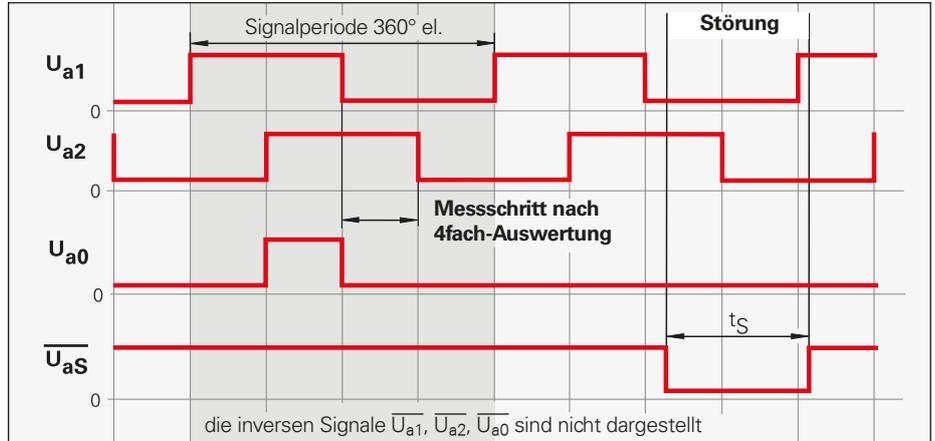
# Inkrementalsignale $\square$ TTL

HEIDENHAIN-Messgeräte mit  $\square$ TTL-Schnittstelle enthalten Elektronik, welche die sinusförmigen Abtastsignale ohne oder mit Interpolation digitalisieren.

Die **Inkrementalsignale** werden als Rechteckimpulsfolgen  $U_{a1}$  und  $U_{a2}$  mit  $90^\circ$  el. Phasenversatz ausgegeben. Das **Referenzmarkensignal** besteht aus einem oder mehreren Referenzimpulsen  $U_{a0}$ , die mit den Inkrementalsignalen verknüpft sind. Die integrierte Elektronik erzeugt zusätzlich deren **inverse Signale**  $\overline{U_{a1}}$ ,  $\overline{U_{a2}}$  und  $\overline{U_{a0}}$  für eine störichere Übertragung. Die dargestellte Folge der Ausgangssignale –  $U_{a2}$  nacheilend zu  $U_{a1}$  – gilt für die in der Anschlussmaßzeichnung angegebene Bewegungsrichtung.

Das **Störungssignal**  $\overline{U_{aS}}$  zeigt Fehlfunktionen an, wie z. B. Bruch der Versorgungsleitungen, Ausfall der Lichtquelle etc.

Der **Messschritt** ergibt sich aus dem Abstand zwischen zwei Flanken der Inkrementalsignale  $U_{a1}$  und  $U_{a2}$  durch 1fach-, 2fach- oder 4fach-Auswertung.



## Weitere Informationen:

Ausführliche Beschreibungen zu allen verfügbaren Schnittstellen sowie allgemeine elektrische Hinweise finden Sie im Prospekt *Schnittstellen von HEIDENHAIN-Messgeräten*.

## Anschlussbelegung

15-poliger Sub-D-Stecker					15-poliger Sub-D-Stecker mit integrierter Anpass- und Schnittstellen-Elektronik														
	Spannungsversorgung				Inkrementalsignale						sonstige Signale								
	4	12	2	10	1	9	3	11	14	7	13	5/6/8	15						
	$U_P$	Sensor $U_P$	0V	Sensor 0V	$U_{a1}$	$\overline{U_{a1}}$	$U_{a2}$	$\overline{U_{a2}}$	$U_{a0}$	$\overline{U_{a0}}$	$\overline{U_{aS}}$	frei	frei <sup>1)</sup>						
	braun/grün	blau	weiß/grün	weiß	braun	grün	grau	rosa	rot	schwarz	violett	/	gelb						

**Kabelschirm** mit Gehäuse verbunden;  $U_P$  = Spannungsversorgung  
**Sensor:** Die Sensorleitung ist im Messgerät (bei ERO 6xxx und ERA im Messgerätestecker) mit der jeweiligen Spannungsversorgung verbunden. Nicht verwendete Pins oder Litzen dürfen nicht belegt werden!

<sup>1)</sup> ERO 6x70: Umschaltung TTL/11  $\mu A_{SS}$  für PWT, sonst nicht belegt

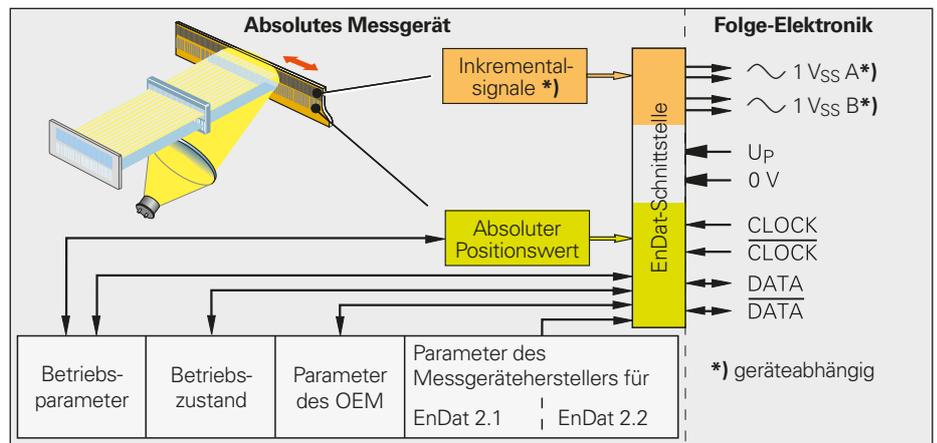
# Schnittstellen

## Positionswerte EnDat

Das EnDat-Interface ist eine digitale, **bi-direktionale** Schnittstelle für Messgeräte. Sie ist in der Lage, sowohl **Positionswerte** auszugeben, als auch im Messgerät gespeicherte Informationen auszulesen, zu aktualisieren oder neue Informationen abzulegen. Aufgrund der **seriellen Datenübertragung** sind **4 Signalleitungen** ausreichend. Die Daten DATA werden **synchron** zu dem von der Folge-Elektronik vorgegebenen Taktsignal CLOCK übertragen. Die Auswahl der Übertragungsart (Positionswerte, Parameter, Diagnose ...) erfolgt mit Mode-Befehlen, welche die Folge-Elektronik an das Messgerät sendet. Bestimmte Funktionen sind nur mit EnDat 2.2-Mode-Befehlen verfügbar.

Bestellbezeichnung	Befehlssatz	Inkrementalsignale
<b>EnDat01</b>	EnDat 2.1 oder EnDat 2.2	mit
EnDat21		ohne
EnDat02	EnDat 2.2	mit
<b>EnDat22</b>	EnDat 2.2	ohne

Versionen der EnDat-Schnittstelle



### Weitere Informationen:

Ausführliche Beschreibungen zu allen verfügbaren Schnittstellen sowie allgemeine elektrische Hinweise finden Sie im Prospekt *Schnittstellen von HEIDENHAIN-Messgeräten*.

## Anschlussbelegung EnDat

8-polige Kupplung M12					15-poliger Sub-D-Stecker			
	Spannungsversorgung				absolute Positionswerte			
	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>15</b>
	<b>Up</b>	<b>Sensor</b> Up	<b>0V</b>	<b>Sensor</b> 0V	<b>DATA</b>	<b>DATA</b>	<b>CLOCK</b>	<b>CLOCK</b>
	braun/grün	blau	weiß/grün	weiß	grau	rosa	violett	gelb

**Kabelschirm** mit Gehäuse verbunden; **Up** = Spannungsversorgung

**Sensor:** Die Sensorleitung ist im Messgerät mit der jeweiligen Spannungsversorgung verbunden. Nicht verwendete Pins oder Adern dürfen nicht belegt werden!

# Anschlussbelegung Fanuc, Mitsubishi und Panasonic

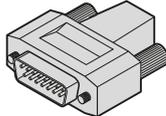
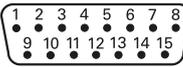
## Anschlussbelegung Fanuc

HEIDENHAIN-Messgeräte mit dem Kennbuchstaben F hinter der Typenbezeichnung sind geeignet zum Anschluss an Steuerungs- und Antriebssysteme von Fanuc.

- **Fanuc Serial Interface – α Interface**  
Bestellbezeichnung Fanuc02 normal and high speed, two-pair transmission

- **Fanuc Serial Interface – αi Interface**  
Bestellbezeichnung Fanuc05 high speed, one-pair transmission beinhaltet α Interface (normal and high speed, two-pair transmission)

## Anschlussbelegung Fanuc

8-polige Kupplung M12					15-poliger Sub-D-Stecker				
									
	Spannungsversorgung				Absolute Positionswerte				
	8	2	5	1	3	4	7	6	
	4	12	2	10	5	13	8	15	
	Up	Sensor Up	0V	Sensor 0V	Serial Data	Serial Data	Request	Request	
	braun/grün	blau	weiß/grün	weiß	grau	rosa	violett	gelb	

**Kabelschirm** mit Gehäuse verbunden; **Up** = Spannungsversorgung

**Sensor:** Die Sensorleitung ist im Messgerät mit der jeweiligen Spannungsversorgung verbunden.

Nicht verwendete Pins oder Adern dürfen nicht belegt werden!

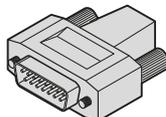
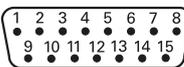
## Anschlussbelegung Mitsubishi

HEIDENHAIN-Messgeräte mit dem Kennbuchstaben M hinter der Typenbezeichnung sind geeignet zum Anschluss an Steuerungs- und Antriebssysteme von Mitsubishi.

- **Mitsubishi high speed interface**  
• Bestellbezeichnung Mitsu01 two-pair transmission  
• Bestellbezeichnung Mit02-4 Generation 1, two-pair transmission

- Bestellbezeichnung Mit02-2 Generation 1, one-pair transmission
- Bestellbezeichnung Mit03-4 Generation 2, two-pair transmission

## Anschlussbelegung Mitsubishi

8-polige Kupplung M12					15-poliger Sub-D-Stecker				
									
	Spannungsversorgung				Absolute Positionswerte				
	8	2	5	1	3	4	7	6	
	4	12	2	10	5	13	8	15	
<b>Mit03-4</b>	Up	Sensor Up	0V	Sensor 0V	Serial Data	Serial Data	Request Frame	Request Frame	
<b>Mit02-2</b>					frei	frei	Request/ Data	Request/ Data	
	braun/grün	blau	weiß/grün	weiß	grau	rosa	violett	gelb	

**Kabelschirm** mit Gehäuse verbunden; **Up** = Spannungsversorgung

**Sensor:** Die Sensorleitung ist im Messgerät mit der jeweiligen Spannungsversorgung verbunden.

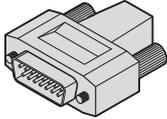
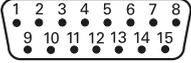
Nicht verwendete Pins oder Adern dürfen nicht belegt werden!

### Anschlussbelegung Panasonic

HEIDENHAIN-Messgeräte mit dem Kennbuchstaben P hinter der Typenbezeichnung sind geeignet zum Anschluss an Steuerungs- und Antriebssysteme von Panasonic.

- Bestellbezeichnung Pana01

### Anschlussbelegung Panasonic

8-polige Kupplung M12					15-poliger Sub-D-Stecker			
								
	Spannungsversorgung				Absolute Positionswerte			
	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>15</b>
	<b>U<sub>P</sub></b>	<b>Sensor</b> U <sub>P</sub>	<b>0V</b>	<b>Sensor</b> 0V	<b>frei<sup>1)</sup></b>	<b>frei<sup>1)</sup></b>	<b>Request Data</b>	<b>Request Data</b>
	braun/grün	blau	weiß/grün	weiß	grau	rosa	violett	gelb

**Kabelschirm** mit Gehäuse verbunden; **U<sub>P</sub>** = Spannungsversorgung

**Sensor:** Die Sensorleitung ist im Messgerät mit der jeweiligen Spannungsversorgung verbunden.

Nicht verwendete Pins oder Adern dürfen nicht belegt werden!

<sup>1)</sup> notwendig für Justage/Überprüfung mit PWM 20

# Steckverbinder und Kabel

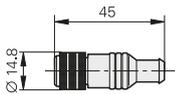
## Allgemeine Hinweise

**Stecker** kunststoffummantelt: Steckverbinder mit Überwurfmutter; lieferbar mit Stift- oder Buchsenkontakten.

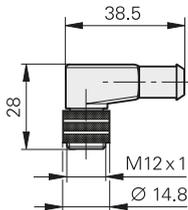
Symbole



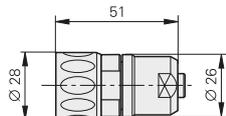
**M12**



**Winkelstecker M12**

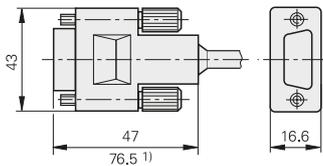


**M23**



**Sub-D-Stecker:** für HEIDENHAIN-Steuerungen, Zähler- und Absolutwertkarten IK.

Symbole



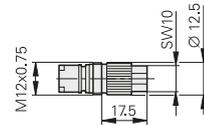
<sup>1)</sup> mit integrierter Schnittstellen-Elektronik

**Kupplung** kunststoffummantelt: Steckverbinder mit Außengewinde; lieferbar mit Stift- oder Buchsenkontakten.

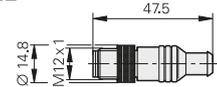
Symbole



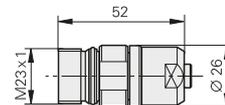
**am Adapterkabel**



**M12**



**M23**



Die Richtung der **Pin-Nummerierung** ist bei Steckern und Kupplungen bzw. Flanschdosen unterschiedlich, aber unabhängig davon, ob der Steckverbinder

Stiftkontakte oder



Buchsenkontakte aufweist.



Die **Schutzart** der Steckverbindungen entspricht im gesteckten Zustand IP67 (Sub-D-Stecker: IP50; RJ-45: IP20; EN 60529). Im nicht gesteckten Zustand besteht kein Schutz.

### Maximale Kabellängen

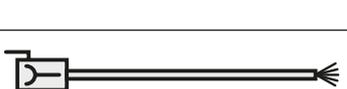
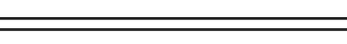
Die maximal erreichbare Kabellänge wird durch die Versorgungsspannung der Folge-Elektronik, durch die eingesetzten Kabel und die Schnittstelle beeinflusst. Praxisübliche Gesamtlängen von 30 m sind aber in der Regel ohne Einschränkungen möglich.



**Weitere Informationen:**

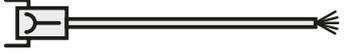
Prospekt *Kabel- und Steckverbinder für HEIDENHAIN-Messgeräte*

# Verbindungskabel 1 V<sub>SS</sub>

		<b>M23 12-polig</b>	
<b>Verbindungskabel PUR</b>		[6(2 × 0,19 mm <sup>2</sup> ); A <sub>V</sub> = 0,19 mm <sup>2</sup>	
<b>Verbindungskabel PUR</b>		[4(2 × 0,14 mm <sup>2</sup> ) + (4 × 0,5 mm <sup>2</sup> ); A <sub>V</sub> = 0,5 mm <sup>2</sup>	Ø 8 mm
			Ø 6 mm <sup>1)</sup>
<b>komplett verdrahtet</b> mit Stecker (Buchse) und Kupplung (Stift)		298401-xx	–
<b>komplett verdrahtet</b> mit Stecker (Buchse) und Stecker (Stift)		298399-xx	–
<b>komplett verdrahtet</b> mit Stecker (Buchse) und Sub-D-Stecker (Buchse) für IK 220/ND 780		310199-xx	–
<b>komplett verdrahtet</b> mit Stecker (Buchse) und Sub-D-Stecker (Stift) für IK 115/IK 215/ND 280/ND 287/EIB 741		310196-xx	–
<b>einseitig verdrahtet</b> mit Stecker (Buchse)		309777-xx	–
<b>komplett verdrahtet</b> mit Sub-D-Stecker (Buchse) und M23-Stecker (Stift)		331693-xx	355215-xx
<b>einseitig verdrahtet</b> mit Sub-D-Stecker (Buchse)		332433-xx	355209-xx
<b>komplett verdrahtet</b> mit Sub-D-Stecker (Buchse) und Sub-D-Stecker (Stift)		335074-xx	355186-xx
<b>komplett verdrahtet</b> mit Sub-D-Stecker (Buchse) und Sub-D-Stecker (Buchse) Belegung für IK 220/ND 780		335077-xx	349687-xx
<b>Kabel unverdrahtet</b>		816317-xx	816323-xx
<b>Ausgangskabel</b> für ERP 880	PUR [4(2 × 0,05) + (4 × 0,14)] mm <sup>2</sup> ; A <sub>V</sub> = 0,14 mm <sup>2</sup>	Ø 4,5 mm	
<b>einseitig verdrahtet</b> mit Platinenstecker 12-polig	 Länge 1 m	372164-01	

<sup>1)</sup> Kabellänge für Ø 6 mm max. 9 m  
A<sub>V</sub>: Querschnitt der Versorgungsadern

# Verbindungskabel EnDat

<b>Verbindungskabel PUR</b> [(4 (2 x 0,09 mm <sup>2</sup> )); A <sub>V</sub> = 0,09 mm <sup>2</sup> ]			
<b>Verbindungskabel PUR</b> [(4 x 0,14 mm <sup>2</sup> ) + (4 x 0,34 mm <sup>2</sup> ); A <sub>V</sub> = 0,34 mm <sup>2</sup> ]		Ø 6 mm	Ø 3,7 mm <sup>1)</sup>
<b>komplett verdrahtet</b> mit M12-Stecker (Buchse) und M12-Kupplung (Stift), 8-polig		1036372-xx	1118858-xx
<b>komplett verdrahtet</b> mit M12-Winkelstecker (Buchse) und M12-Kupplung (Stift), 8-polig		1036386-xx	1118863-xx
<b>komplett verdrahtet</b> mit M12-Stecker (Buchse), 8-polig und Sub-D-Stecker (Stift), 15-polig, für PWM 20, EIB 74x usw.		1036526-xx	1118865-xx
<b>komplett verdrahtet</b> mit M12-Winkelstecker (Buchse), 8-polig und Sub-D-Stecker (Stift), 15-polig, für PWM 20, EIB 74x usw.		1133855-xx	1118867-xx
<b>einseitig verdrahtet</b> mit M12-Stecker (Buchse), 8-polig		1129581-xx	-
<b>einseitig verdrahtet</b> mit M12-Winkel-Stecker (Buchse), 8-polig		1133799-xx	-

<sup>1)</sup> maximale Gesamtkabellänge 6 m  
A<sub>V</sub>: Querschnitt der Versorgungsadern

# Verbindungskabel Fanuc Mitsubishi

## Fanuc

<b>Verbindungskabel PUR</b> [4 × (2 × 0,09 mm <sup>2</sup> )]; A <sub>V</sub> = 0,09 mm <sup>2</sup>			
<b>Verbindungskabel PUR</b> [(4 × 0,14 mm <sup>2</sup> ) + (4 × 0,34 mm <sup>2</sup> )]; A <sub>V</sub> = 0,34 mm <sup>2</sup>		Ø 6 mm	Ø 3,7 mm <sup>1)</sup>
<b>komplett verdrahtet</b> mit M12-Stecker (Buchse) und M12-Kupplung (Stift), 8-polig		1036372-xx	1118858-xx
<b>komplett verdrahtet</b> mit M12-Winkelstecker (Buchse) und M12-Kupplung (Stift), 8-polig		1036386-xx	1118863-xx
<b>komplett verdrahtet</b> mit M12-Stecker (Buchse), 8-polig und Fanuc-Stecker (Buchse)		1130952-xx	–
<b>einseitig verdrahtet</b> mit M12-Stecker (Buchse), 8-polig		1129581-xx	–
<b>einseitig verdrahtet</b> mit M12-Winkelstecker (Buchse), 8-polig		1133799-xx	–

<sup>1)</sup> maximale Gesamtkabellänge 6 m  
A<sub>V</sub>: Querschnitt der Versorgungsadern

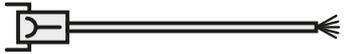
## Mitsubishi

<b>Verbindungskabel PUR</b> [(4 × 0,14 mm <sup>2</sup> ) + (4 × 0,34 mm <sup>2</sup> )]; A <sub>V</sub> = 0,34 mm <sup>2</sup>			
<b>Verbindungskabel PUR</b> [(4 × 0,14 mm <sup>2</sup> ) + (4 × 0,34 mm <sup>2</sup> )]; A <sub>V</sub> = 0,34 mm <sup>2</sup>		Ø 6 mm	Ø 3,7 mm <sup>1)</sup>
<b>komplett verdrahtet</b> mit M12-Stecker (Buchse) und M12-Kupplung (Stift), 8-polig		1036372-xx	1118858-xx
<b>komplett verdrahtet</b> mit M12-Winkelstecker (Buchse) und M12-Kupplung (Stift), 8-polig		1036386-xx	1118863-xx
<b>komplett verdrahtet</b> mit M12-Stecker (Buchse), 8-polig und Mitsubishi-Stecker, 20-polig	 Mitsubishi 20-polig	1132594-xx	–
<b>komplett verdrahtet</b> mit M12-Stecker (Buchse), 8-polig und Mitsubishi-Stecker, 10-polig	 Mitsubishi 10-polig	1132621-xx	–
<b>einseitig verdrahtet</b> mit M12-Stecker (Buchse), 8-polig		1129581-xx	–
<b>einseitig verdrahtet</b> mit M12-Winkelstecker (Buchse), 8-polig		1133799-xx	–

<sup>1)</sup> maximale Gesamtkabellänge 6 m  
A<sub>V</sub>: Querschnitt der Versorgungsadern

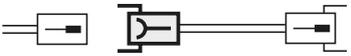
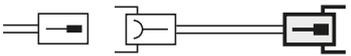
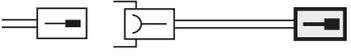
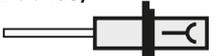
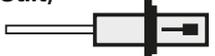
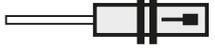
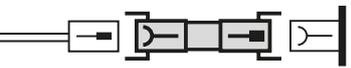
# Verbindungskabel Panasonic

## Panasonic

<b>Verbindungskabel PUR</b> [4 × (2 × 0,09 mm <sup>2</sup> ); A <sub>V</sub> = 0,09 mm <sup>2</sup>			
<b>Verbindungskabel PUR</b> [(4 × 0,14 mm <sup>2</sup> ) + (4 × 0,34 mm <sup>2</sup> ); A <sub>V</sub> = 0,34 mm <sup>2</sup>		Ø 6 mm	Ø 3,7 mm <sup>1)</sup>
<b>komplett verdrahtet</b> mit M12-Stecker (Buchse) und M12-Kupplung (Stift), 8-polig		1036372-xx	1118858-xx
<b>komplett verdrahtet</b> mit M12-Winkelstecker (Buchse) und M12-Kupplung (Stift), 8-polig		1036386-xx	1118863-xx
<b>komplett verdrahtet</b> mit M12-Stecker (Buchse), 8-polig und Fanuc-Stecker (Buchse)		1160268-xx	–
<b>einseitig verdrahtet</b> mit M12-Stecker (Buchse), 8-polig		1129581-xx	–
<b>einseitig verdrahtet</b> mit M12-Winkelstecker (Buchse), 8-polig		1133799-xx	–

<sup>1)</sup> maximale Gesamtkabellänge 6 m  
A<sub>V</sub>: Querschnitt der Versorgungsadern

# Steckverbinder

			M23 12-polig
<b>Zum Gerätesteckverbinder passendes Gegenstück am Verbindungskabel</b>	<b>Stecker (Buchse)</b>	für Kabel Ø 8 mm	291697-05
			
<b>Stecker</b> zum Anschluss an die Folge-Elektronik	<b>Stecker (Stift)</b>	für Kabel Ø 8 mm Ø 6 mm	291697-08 291697-07
			
<b>Kupplung an Gerätekabel oder Verbindungskabel</b>	<b>Kupplung (Stift)</b>	für Kabel Ø 3,7 mm Ø 4,5 mm Ø 6 mm Ø 8 mm	291698-14 291698-14 291698-03 291698-04
			
<b>Flanschdose</b> zum Einbau in die Folge-Elektronik	<b>Flanschdose (Buchse)</b>		315892-08
			
<b>Einbaukupplungen</b>	<b>mit Flansch (Buchse)</b>	Ø 6 mm Ø 8 mm	291698-17 291698-07
			
	<b>mit Flansch (Stift)</b>	Ø 6 mm Ø 8 mm	291698-08 291698-31
			
	<b>mit Zentralbefestigung (Stift)</b>	Ø 6 mm bis 10 mm	741045-01
			
<b>Adapterstecker</b> $\sim 1V_{SS}/11\mu A_{SS}$ zum Umsetzen von 1-V <sub>SS</sub> - auf 11- $\mu A_{SS}$ - Signale; M23-Stecker (Buchse) 12-polig und M23-Stecker (Stift) 9-polig			364914-01

# Diagnose und Prüfmittel

HEIDENHAIN-Messgeräte liefern alle zur Inbetriebnahme, Überwachung und Diagnose notwendigen Informationen. Die Art der verfügbaren Informationen hängt davon ab, ob es sich um ein inkrementales oder absolutes Messgerät handelt und welche Schnittstelle verwendet wird.

Inkrementale Messgeräte besitzen vorzugsweise 1 V<sub>SS</sub>-TTL- oder HTL-Schnittstellen. TTL- und HTL-Messgeräte überwachen geräteintern die Signalamplituden und generieren daraus ein einfaches Störungssignal. Bei 1 V<sub>SS</sub>-Signalen ist eine Analyse der Ausgangssignale nur mit externen Prüfgeräten bzw. mit Rechenaufwand in der Folge-Elektronik möglich (analoge Diagnoseschnittstelle).

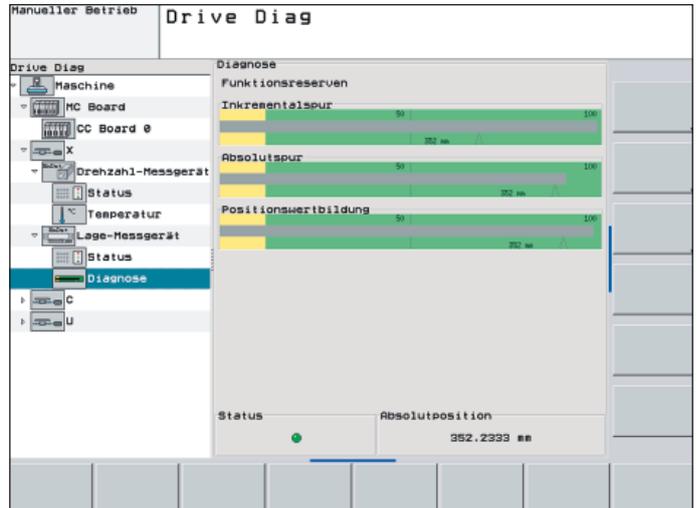
Absolute Messgeräte arbeiten mit serieller Datenübertragung. Abhängig von der Schnittstelle werden zusätzlich 1 V<sub>SS</sub>-Inkrementalsignale ausgegeben. Die Signale werden geräteintern umfangreich überwacht. Das Überwachungsergebnis (speziell bei Bewertungszahlen) kann neben den Positionswerten über die serielle Schnittstelle zur Folge-Elektronik übertragen werden (digitale Diagnoseschnittstelle). Es gibt folgende Informationen:

- Fehlermeldung: Positionswert ist nicht zuverlässig
- Warnmeldung: eine interne Funktionsgrenze des Messgerätes ist erreicht
- Bewertungszahlen:
  - detaillierte Informationen zur Funktionsreserve des Messgerätes
  - identische Skalierung für alle HEIDENHAIN-Messgeräte
  - zyklisches Auslesen möglich

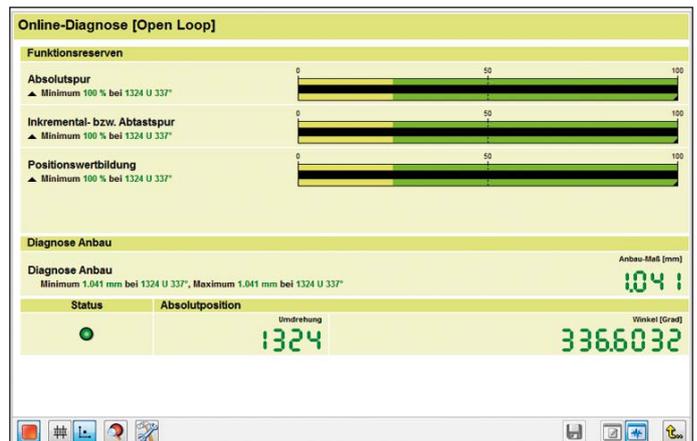
Die Folge-Elektronik kann damit ohne großen Aufwand den aktuellen Zustand des Messgerätes auch im geschlossenen Regelbetrieb bewerten.

Zur Analyse der Messgeräte bietet HEIDENHAIN die passenden Prüfgeräte PWM und Testgeräte PWT an. Abhängig davon, wie sie eingebunden werden, unterscheidet man:

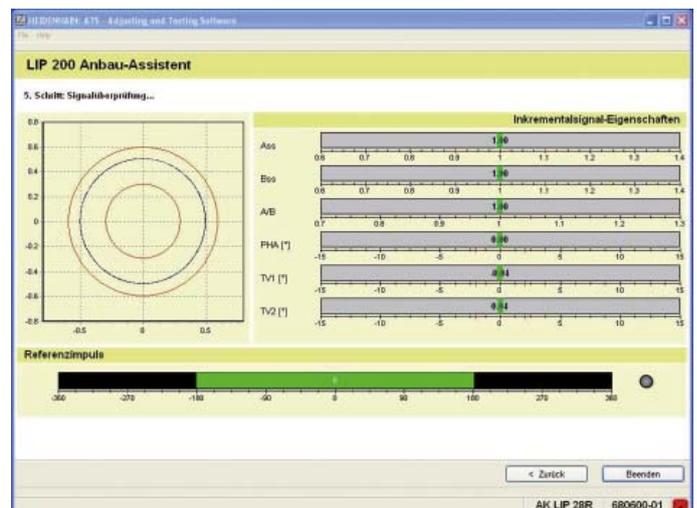
- Messgeräte-Diagnose: Das Messgerät ist direkt an das Prüf- bzw. Testgerät angeschlossen. Damit ist eine ausführliche Analyse der Messgerätfunktionen möglich.
- Diagnose im Regelkreis: Das Prüfgerät PWM wird in den geschlossenen Regelkreis eingeschleift (ggf. über geeignete Prüfadapter). Damit ist eine Echtzeit-Diagnose der Maschine bzw. Anlage während des Betriebs möglich. Die Funktionen sind abhängig von der Schnittstelle.



Diagnose im Regelkreis an HEIDENHAIN-Steuerungen mit Anzeige der Bewertungszahl bzw. der analogen Messgerätesignale



Diagnose über PWM 20 und ATS-Software



Inbetriebnahme über PWM 20 und ATS-Software

### PWM 20

Das Phasenwinkel-Messgerät PWM 20 dient zusammen mit der im Lieferumfang enthaltenen Justage- und Prüf-Software ATS als Justage- und Prüfpaket zur Diagnose und Justage von HEIDENHAIN-Messgeräten.



PWM 20	
<b>Messgeräte-Eingang</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EnDat 2.1 oder EnDat 2.2 (Absolutwert mit bzw. ohne Inkrementalsignale)</li> <li>• DRIVE-CLiQ</li> <li>• Fanuc Serial Interface</li> <li>• Mitsubishi high speed interface</li> <li>• Yaskawa Serial Interface</li> <li>• SSI</li> <li>• 1 V<sub>SS</sub>/TTL/11 μA<sub>SS</sub></li> </ul>
<b>Schnittstelle</b>	USB 2.0
<b>Spannungsversorgung</b>	AC 100 V bis 240 V oder DC 24 V
<b>Abmessungen</b>	258 mm x 154 mm x 55 mm

ATS	
<b>Sprachen</b>	Deutsch und Englisch wählbar
<b>Funktionen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positionsanzeige</li> <li>• Verbindungsdialog</li> <li>• Diagnose</li> <li>• Anbauassistent für EBI/ECI/EQI, LIP 200, LIC 4000 und weitere</li> <li>• Zusatzfunktionen (sofern vom Messgerät unterstützt)</li> <li>• Speicherinhalte</li> </ul>
<b>Systemvoraussetzungen bzw. -empfehlungen</b>	PC (Dual-Core-Prozessor; > 2 GHz) Arbeitsspeicher > 2 GByte Betriebssystem Windows XP, Vista, 7, 8 und 10 (32 Bit/64 Bit) 500 MByte frei auf Festplatte

DRIVE-CLiQ ist eine geschützte Marke der Siemens AG.

### PWT 100

Das PWT 100 ist ein Testgerät zur Funktionskontrolle sowie Justage von inkrementalen und absoluten HEIDENHAIN-Messgeräten. Dank der kompakten Abmessungen und des robusten Designs ist das PWT 100 besonders für den mobilen Einsatz geeignet.



PWT 100	
<b>Messgerät-Eingang</b> nur für HEIDENHAIN-Messgeräte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EnDat</li> <li>• Fanuc Serial Interface</li> <li>• Mitsubishi high speed interface</li> <li>• Panasonic Serial Interface</li> <li>• Yaskawa Serial Interface</li> <li>• 1 V<sub>SS</sub></li> <li>• 11 μA<sub>SS</sub></li> <li>• TTL</li> </ul>
<b>Anzeige</b>	4,3" Farb-Flachbildschirm (Touchscreen)
<b>Spannungsversorgung</b>	DC 24 V Leistungsaufnahme max. 15 W
<b>Arbeitstemperatur</b>	0 °C bis 40 °C
<b>Schutzart EN 60529</b>	IP20
<b>Abmessungen</b>	ca. 145 mm x 85 mm x 35 mm

Die Anpass-Elektronik **APE 381** ist notwendig für den Anschluss von PWM/PWT an Messgeräte mit Signalfehlerkompensation. Die APE 381 deaktiviert die im Abtastkopf integrierte Signalfehlerkompensation und ermöglicht so die Beurteilung der unkompenzierten  $1-V_{SS}$ -Ausgangssignale des Messgeräts.



	<b>APE 381</b>
<b>Messgeräte-Eingang</b>	~ $1 V_{SS}$ (Signale werden durchgeschleift)
<b>Bauform</b>	Kabelauführung mit Sub-D-Stecker
<b>Funktion</b>	Abschalten der im Abtastkopf integrierten Signalfehlerkompensation
<b>Spannungsversorgung</b>	durch Folge-Elektronik

# Interface-Elektroniken

Die Interface-Elektroniken von HEIDENHAIN passen die Messgerätesignale an die Schnittstelle der Folge-Elektronik an. Sie werden dann eingesetzt, wenn die Folge-Elektronik die Ausgangssignale der HEIDENHAIN-Messgeräte nicht direkt verarbeiten kann oder wenn eine zusätzliche Interpolation der Signale notwendig ist.

## Eingangssignale der Interface-Elektronik

HEIDENHAIN-Interface-Elektroniken können an Messgeräte mit sinusförmigen Signalen  $1 V_{SS}$  (Spannungssignale) oder  $11 \mu A_{SS}$  (Stromsignale) angeschlossen werden. An verschiedenen Interface-Elektroniken sind auch Messgeräte mit den seriellen Schnittstellen EnDat oder SSI anschließbar.

## Ausgangssignale der Interface-Elektronik

Die Interface-Elektroniken gibt es mit folgenden Schnittstellen zur Folge-Elektronik:

- TTL – Rechteckimpulsfolgen
- EnDat 2.2
- DRIVE-CLiQ
- Fanuc Serial Interface
- Mitsubishi high speed interface
- Yaskawa Serial Interface
- Profibus

## Interpolation der sinusförmigen Eingangssignale

Zusätzlich zur Signalwandlung werden die sinusförmigen Messgerätesignale in der Interface-Elektronik interpoliert. Dadurch werden feinere Messschritte und damit eine höhere Regelgüte und ein besseres Positionierverhalten erreicht.

## Bildung eines Positionswerts

Verschiedene Interface-Elektroniken verfügen über eine integrierte Zählerfunktion. Ausgehend vom zuletzt gesetzten Bezugspunkt wird mit Überfahren der Referenzmarke ein absoluter Positionswert gebildet und an die Folge-Elektronik ausgegeben.

## Gehäuse-Bauform



## Stecker-Bauform



## Einbauversion



## Hutschienen-Bauform



Ausgänge		Eingänge		Bauform – Schutzart	Interpolation <sup>1)</sup> bzw. Unterteilung	Typ
Schnittstelle	Anzahl	Schnittstelle	Anzahl			
□ TTL	1	~ 1 V <sub>SS</sub>	1	Gehäuse-Bauform – IP65	5/10fach	<b>IBV 101</b>
					20/25/50/100fach	<b>IBV 102</b>
					ohne Interpolation	<b>IBV 600</b>
					25/50/100/200/400fach	<b>IBV 660B</b>
				Stecker-Bauform – IP40	5/10/20/25/50/100fach	<b>APE 371</b>
				Einbauversion – IP00	5/10fach	<b>IDP 181</b>
	20/25/50/100fach	<b>IDP 182</b>				
	~ 11 μA <sub>SS</sub>	1	~ 11 μA <sub>SS</sub>	Gehäuse-Bauform – IP65	5/10fach	<b>EXE 101</b>
					20/25/50/100fach	<b>EXE 102</b>
					ohne/5fach	<b>EXE 602E</b>
					25/50/100/200/400fach	<b>EXE 660B</b>
				Einbauversion – IP00	5fach	<b>IDP 101</b>
□ TTL/ ~ 1 V <sub>SS</sub> einstellbar	2	~ 1 V <sub>SS</sub>	1	Gehäuse-Bauform – IP65	2fach	<b>IBV 6072</b>
					5/10fach	<b>IBV 6172</b>
					5/10fach und 20/25/50/100fach	<b>IBV 6272</b>
EnDat 2.2	1	~ 1 V <sub>SS</sub>	1	Gehäuse-Bauform – IP65	≤ 16384fach Unterteilung	<b>EIB 192</b>
				Stecker-Bauform – IP40	≤ 16384fach Unterteilung	<b>EIB 392</b>
	2		Gehäuse-Bauform – IP65	≤ 16384fach Unterteilung	<b>EIB 1512</b>	
DRIVE-CLiQ	1	EnDat 2.2	1	Gehäuse-Bauform – IP65	–	<b>EIB 2391S</b>
Fanuc Serial Interface	1	~ 1 V <sub>SS</sub>	1	Gehäuse-Bauform – IP65	≤ 16384fach Unterteilung	<b>EIB 192F</b>
				Stecker-Bauform – IP40	≤ 16384fach Unterteilung	<b>EIB 392F</b>
			2	Gehäuse-Bauform – IP65	≤ 16384fach Unterteilung	<b>EIB 1592F</b>
Mitsubishi high speed interface	1	~ 1 V <sub>SS</sub>	1	Gehäuse-Bauform – IP65	≤ 16384fach Unterteilung	<b>EIB 192M</b>
				Stecker-Bauform – IP40	≤ 16384fach Unterteilung	<b>EIB 392M</b>
			2	Gehäuse-Bauform – IP65	≤ 16384fach Unterteilung	<b>EIB 1592M</b>
Yaskawa Serial Interface	1	EnDat 2.2 <sup>2)</sup>	1	Stecker-Bauform – IP40	–	<b>EIB 3391Y</b>
PROFIBUS-DP	1	EnDat 2.1; EnDat 2.2	1	Hutschienen-Bauform	–	<b>PROFIBUS-Gateway</b>

<sup>1)</sup> umschaltbar

<sup>2)</sup> nur LIC 4100 Messschritt 5 nm, LIC 2100 Messschritt 50 nm und 100 nm

# Auswerte-Elektroniken für Mess- und Prüfaufgaben

**Auswerte-Elektroniken für messtechnische Anwendungen** von HEIDENHAIN kombinieren die Messwerterfassung mit intelligenter, anwendungsspezifischer Weiterverarbeitung. Ihre Einsatzgebiete finden sich in vielen messtechnischen Anwendungen und reichen vom einfachen Messplatz bis hin zu aufwendigen Prüfsystemen mit mehreren Messstellen.

Die Auswerte-Elektroniken verfügen über Schnittstellen für verschiedene Messgeräte-Signale. Sie unterscheiden sich in Geräte mit integrierter Anzeige – sie sind eigenständig einsetzbar – und Elektroniken, zu deren Betrieb ein PC notwendig ist.

In der Übersichtstabelle sind Auswerte-Elektroniken für Mess- und Prüfaufgaben aufgelistet. Ausführliche Informationen dazu, sowie über weitere Auswerte-Elektroniken für 2D- und 3D-Messaufgaben finden Sie im Internet unter [www.heidenhain.de](http://www.heidenhain.de) oder im Prospekt *Auswerte-Elektroniken für messtechnische Anwendungen*.

**Positionsanzeigen für handbediente Werkzeugmaschinen** unterstützen den Bediener beim Fräsen, Bohren und Drehen optimal durch praxisgerechte Zyklen. Sie finden diese Positionsanzeigen im Internet unter [www.heidenhain.de](http://www.heidenhain.de) oder im Prospekt *Positionsanzeigen/Längenmessgeräte für handbediente Werkzeugmaschinen*.



**Gerät mit integrierter Anzeige –**  
z. B. ND 2100G GAGE-CHEK



**Modulare Bauform – MSE 1000**



**Tischgehäuse-Bauform – EIB 700**



**Einbauversion – IK 220**

---

## ND 200

Auswerte-Elektronik für

- Messeinrichtungen
- Justier- und Prüfvorrichtungen
- SPC-Prüfplätze

---

## ND 1100 QUADRA-CHEK

Auswerte-Elektronik für

- Positioniereinrichtungen
- Messvorrichtungen

---

## ND 2100G GAGE-CHEK

Auswerte-Elektronik für

- Mehrstellen-Messplätze
- SPC-Prüfplätze

---

## MSE 1000

Modulare Auswerte-Elektronik für

- Mehrstellen-Messplätze
- SPC-Prüfplätze

---

## EIB 700

Auswerte-Elektronik für

- Prüfplätze
- Mehrstellen-Messplätze
- mobile Datenerfassung

---

## IK 220

Auswerte-Elektronik zum Einbau in  
Rechnersysteme mit PCI-Schnittstelle für

- Mess- und Prüfplätze

<sup>1)</sup> optional bei ND 287

Funktionen	Eingang		Interpolation bzw. Unterteilung	Ausgang Schnittstelle	Typ
	Schnittstelle	Anzahl			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messtechnische und statistische Funktionen (Klassieren, Messreihen, SPC)</li> <li>• zweites Messgerät<sup>1)</sup> für Summen-/Differenz-Anzeige, Temperaturkompensation</li> </ul>	 1 V <sub>SS</sub>  11 μA <sub>SS</sub> EnDat	1	4096fach	V-24/RS-232-C USB Ethernet <sup>1)</sup>	<b>ND 280</b>
		bis 2			<b>ND 287</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messreihen mit Minimum-/Maximum-Erfassung</li> <li>• Anschluss für Tastsystem</li> </ul>	 1 V <sub>SS</sub>  TTL	2	10fach (bei 1 V <sub>SS</sub> )	V-24/RS-232-C USB	<b>ND 1102</b>
		3			<b>ND 1103</b>
		4			<b>ND 1104</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmierung für max. 100 Teile</li> <li>• Grafische Darstellung der Messergebnisse</li> <li>• Klassieren über Toleranz- und Warngrenzen</li> <li>• Messreihen mit Minimum-/Maximum-Erfassung</li> <li>• Eingabe von Formeln und Verknüpfungen</li> <li>• Funktionen zur statistischen Prozesskontrolle SPC</li> </ul>	 1 V <sub>SS</sub>  TTL EnDat	4	10fach (bei 1 V <sub>SS</sub> )	V-24/RS-232-C USB	<b>ND 2104 G</b>
		8			<b>ND 2108 G</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modularer Aufbau</li> <li>• Beliebig konfigurierbar</li> <li>• Unterschiedliche Schnittstellen</li> <li>• Schnelle Kommunikation mit übergeordnetem Rechnersystem</li> <li>• Universelle Ausgänge</li> </ul>	 1 V <sub>SS</sub>  TTL EnDat Analog	bis 250	4096fach	Ethernet	<b>MSE 1000</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präzise Positionsmessung bis 50 kHz Aktualisierungsrate</li> <li>• Messwert-Eingänge programmierbar</li> <li>• interne und externe Messwert-Trigger</li> <li>• Messwertspeicher für typ. 250000 Messwerte je Kanal</li> <li>• Anschluss über Standard-Ethernet an übergeordnete Rechnersysteme</li> </ul>	 1 V <sub>SS</sub>	4	4096fach	Ethernet	<b>EIB 741</b> <b>EIB 742</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messwert-Eingänge programmierbar</li> <li>• interne und externe Messwert-Trigger</li> <li>• Messwertspeicher für 8192 Messwerte je Kanal</li> <li>• optional Baugruppen für Messgeräte-Ausgänge und externe Ein-/Ausgänge</li> </ul>	 1 V <sub>SS</sub>  11 μA <sub>SS</sub> EnDat SSI	2	4096fach	PCI-Bus	<b>IK 220</b>

# Weitere Informationen

Die DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH entwickelt und produziert Längen- und Winkelmessgeräte, Drehgeber, Positionsanzeigen, Tastsysteme und Numerische Steuerungen. HEIDENHAIN liefert seine Produkte an Hersteller von Werkzeugmaschinen und an Hersteller von automatisierten Anlagen und Maschinen, insbesondere für die Halbleiter- und Elektronik-Fertigung.

## HEIDENHAIN weltweit

HEIDENHAIN ist in allen industrialisierten Ländern – meist durch eigene Tochtergesellschaften – vertreten. Vertriebsingenieure und Servicetechniker unterstützen den Anwender vor Ort durch Beratung und Kundendienst.

## HEIDENHAIN im Internet

Auf unserer Homepage im Internet unter [www.heidenhain.de](http://www.heidenhain.de) finden Sie neben unseren Prospekten in verschiedenen Sprachen auch viele weitere aktuelle Informationen über das Unternehmen und die Produkte. Außerdem stehen hier:

- Fachartikel
- Presse-Infos
- Adressen
- TNC-Schulungsprogramme

## Längen messen



Prospekt  
**Längenmessgeräte**  
*für gesteuerte Werkzeugmaschinen*

Inhalt:  
Absolute Längenmessgeräte  
**LC**  
Inkrementale Längenmessgeräte  
**LB, LF, LS**



Prospekt  
**Messtaster**

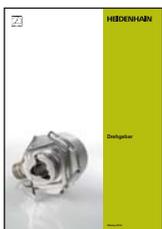
Inhalt:  
HEIDENHAIN-ACANTO  
HEIDENHAIN-SPECTO  
HEIDENHAIN-METRO  
HEIDENHAIN-CERTO



Prospekt  
**Offene Längenmessgeräte**

Inhalt:  
Absolute Längenmessgeräte  
**LIC**  
Inkrementale Längenmessgeräte  
**LIP, PP, LIF, LIDA**

## Winkel messen



Prospekt  
**Drehgeber**

Inhalt:  
Absolute Drehgeber  
**ECN, EQN, ROC, ROQ**  
Inkrementale Drehgeber  
**ERN, ROD**



Prospekt  
**Winkelmessgeräte mit Eigenlagerung**

Inhalt:  
Absolute Winkelmessgeräte  
**RCN, ECN**  
Inkrementale Winkelmessgeräte  
**RON, RPN, ROD**



Prospekt  
**Messgeräte für elektrische Antriebe**

Inhalt:  
Drehgeber  
Winkelmessgeräte  
Längenmessgeräte



Prospekt  
**Modulare Winkelmessgeräte mit magnetischer Abtastung**

Inhalt:  
Inkrementale Messgeräte  
**ERM**

## Werkzeugmaschinen steuern



Prospekte  
**Streckensteuerung TNC 128**  
**Bahnsteuerung TNC 320**  
**Bahnsteuerung iTNC 530**  
**Bahnsteuerung TNC 620**  
**Bahnsteuerung TNC 640**

Inhalt:  
Informationen für den Anwender



OEM-Prospekte  
**Streckensteuerung TNC 128**  
**Bahnsteuerung TNC 320**  
**Bahnsteuerung iTNC 530**  
**Bahnsteuerung TNC 620**  
**Bahnsteuerung TNC 640**

Inhalt:  
Informationen für den Maschinenhersteller



Prospekte  
**Bahnsteuerung MANUALplus 620**  
**Bahnsteuerung CNC PILOT 640**

Inhalt:  
Informationen für den Anwender



OEM-Prospekte  
**Bahnsteuerung MANUALplus 620**  
**Bahnsteuerung CNC PILOT 640**

Inhalt:  
Informationen für den Maschinenhersteller

## Einrichten und vermessen



Prospekt  
**Tastsysteme**

Inhalt:  
Werkzeug-Tastsysteme  
**TT, TL**  
Werkstück-Tastsysteme  
**TS**



Prospekt  
**Auswerte-Elektroniken**  
für messtechnische Anwendungen

Inhalt:  
**ND 100, ND 287, ND 1100, ND 1200, ND 1300,**  
**ND 1400, QUADRA-CHEK 3000, ND 2100 G,**  
**MSE 1000, EIB 700, IK 220, IK 5000**



Prospekt  
**Messgeräte zur Abnahme und Kontrolle**  
**von Werkzeugmaschinen**

Inhalt:  
Inkrementale Längenmessgeräte  
**KGM, VM**



Prospekt  
**Positionsanzeigen/Längenmessgeräte**  
für handbediente Werkzeugmaschinen

Inhalt:  
Positionsanzeigen  
**ND 280, ND 500, ND 700, POSITIP, ND 1200R**  
Längenmessgeräte  
**LS 300, LS 600**



Produktübersicht  
**Interface-Elektroniken**



Produktinformation  
**QUADRA-CHEK 3000**

# HEIDENHAIN

## DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

83301 Traunreut, Germany

☎ +49 8669 31-0

FAX +49 8669 32-5061

E-mail: info@heidenhain.de

www.heidenhain.de

Vollständige und weitere Adressen siehe [www.heidenhain.de](http://www.heidenhain.de)  
For complete and further addresses see [www.heidenhain.de](http://www.heidenhain.de)

<b>DE</b>	<b>HEIDENHAIN Vertrieb Deutschland</b> 83301 Traunreut, Deutschland ☎ 08669 31-3132 FAX 08669 32-3132 E-Mail: hd@heidenhain.de	<b>ES</b>	<b>FARRESA ELECTRONICA S.A.</b> 08028 Barcelona, Spain www.farresa.es	<b>PL</b>	<b>APS</b> 02-384 Warszawa, Poland www.heidenhain.pl
	<b>HEIDENHAIN Technisches Büro Nord</b> 12681 Berlin, Deutschland ☎ 030 54705-240	<b>FI</b>	<b>HEIDENHAIN Scandinavia AB</b> 01740 Vantaa, Finland www.heidenhain.fi	<b>PT</b>	<b>FARRESA ELECTRÓNICA, LDA.</b> 4470 - 177 Maia, Portugal www.farresa.pt
	<b>HEIDENHAIN Technisches Büro Mitte</b> 07751 Jena, Deutschland ☎ 03641 4728-250	<b>FR</b>	<b>HEIDENHAIN FRANCE sarl</b> 92310 Sèvres, France www.heidenhain.fr	<b>RO</b>	<b>HEIDENHAIN Reprezentantă Romania</b> Braşov, 500407, Romania www.heidenhain.ro
	<b>HEIDENHAIN Technisches Büro West</b> 44379 Dortmund, Deutschland ☎ 0231 618083-0	<b>GB</b>	<b>HEIDENHAIN (G.B.) Limited</b> Burgess Hill RH15 9RD, United Kingdom www.heidenhain.co.uk	<b>RS</b>	Serbia → <b>BG</b>
	<b>HEIDENHAIN Technisches Büro Südwest</b> 70771 Leinfelden-Echterdingen, Deutschland ☎ 0711 993395-0	<b>GR</b>	<b>MB Milionis Vassilis</b> 17341 Athens, Greece www.heidenhain.gr	<b>RU</b>	<b>OOO HEIDENHAIN</b> 115172 Moscow, Russia www.heidenhain.ru
	<b>HEIDENHAIN Technisches Büro Südost</b> 83301 Traunreut, Deutschland ☎ 08669 31-1345	<b>HK</b>	<b>HEIDENHAIN LTD</b> Kowloon, Hong Kong E-mail: sales@heidenhain.com.hk	<b>SE</b>	<b>HEIDENHAIN Scandinavia AB</b> 12739 Skärholmen, Sweden www.heidenhain.se
		<b>HR</b>	Croatia → <b>SL</b>	<b>SG</b>	<b>HEIDENHAIN PACIFIC PTE LTD</b> Singapore 408593 www.heidenhain.com.sg
<b>AR</b>	<b>NAKASE SRL.</b> B1653AOX Villa Ballester, Argentina www.heidenhain.com.ar	<b>HU</b>	<b>HEIDENHAIN Kereskedelmi Képviselet</b> 1239 Budapest, Hungary www.heidenhain.hu	<b>SK</b>	<b>KOPRETINA TN s.r.o.</b> 91101 Trenčín, Slovakia www.kopretina.sk
<b>AT</b>	<b>HEIDENHAIN Techn. Büro Österreich</b> 83301 Traunreut, Germany www.heidenhain.de	<b>ID</b>	<b>PT Servitama Era Toolsindo</b> Jakarta 13930, Indonesia E-mail: ptset@group.gts.co.id	<b>SL</b>	<b>NAVO d.o.o.</b> 2000 Maribor, Slovenia www.heidenhain.si
<b>AU</b>	<b>FCR MOTION TECHNOLOGY PTY LTD</b> 3026 Victoria, Australia E-mail: sales@fcrmotion.com	<b>IL</b>	<b>NEUMO VARGUS MARKETING LTD.</b> Tel Aviv 61570, Israel E-mail: neumo@neumo-vargus.co.il	<b>TH</b>	<b>HEIDENHAIN (THAILAND) LTD</b> Bangkok 10250, Thailand www.heidenhain.co.th
<b>BE</b>	<b>HEIDENHAIN NV/SA</b> 1760 Roosdaal, Belgium www.heidenhain.be	<b>IN</b>	<b>HEIDENHAIN Optics &amp; Electronics India Private Limited</b> Chetpet, Chennai 600 031, India www.heidenhain.in	<b>TR</b>	<b>T&amp;M Mühendislik San. ve Tic. LTD. ŞTİ.</b> 34775 Y. Dudullu – Ümraniye-Istanbul, Turkey www.heidenhain.com.tr
<b>BG</b>	<b>ESD Bulgaria Ltd.</b> Sofia 1172, Bulgaria www.esd.bg	<b>IT</b>	<b>HEIDENHAIN ITALIANA S.r.l.</b> 20128 Milano, Italy www.heidenhain.it	<b>TW</b>	<b>HEIDENHAIN Co., Ltd.</b> Taichung 40768, Taiwan R.O.C. www.heidenhain.com.tw
<b>BR</b>	<b>DIADUR Indústria e Comércio Ltda.</b> 04763-070 – São Paulo – SP, Brazil www.heidenhain.com.br	<b>JP</b>	<b>HEIDENHAIN K.K.</b> Tokyo 102-0083, Japan www.heidenhain.co.jp	<b>UA</b>	<b>Gertner Service GmbH Büro Kiev</b> 01133 Kiev, Ukraine www.heidenhain.ua
<b>BY</b>	<b>GERTNER Service GmbH</b> 220026 Minsk, Belarus www.heidenhain.by	<b>KR</b>	<b>HEIDENHAIN Korea LTD.</b> Gasan-Dong, Seoul, Korea 153-782 www.heidenhain.co.kr	<b>US</b>	<b>HEIDENHAIN CORPORATION</b> Schaumburg, IL 60173-5337, USA www.heidenhain.com
<b>CA</b>	<b>HEIDENHAIN CORPORATION</b> Mississauga, Ontario L5T2N2, Canada www.heidenhain.com	<b>MX</b>	<b>HEIDENHAIN CORPORATION MEXICO</b> 20290 Aguascalientes, AGS., Mexico E-mail: info@heidenhain.com	<b>VE</b>	<b>Maquinaria Diekmann S.A.</b> Caracas, 1040-A, Venezuela E-mail: purchase@diekmann.com.ve
<b>CH</b>	<b>HEIDENHAIN (SCHWEIZ) AG</b> 8603 Schwerzenbach, Switzerland www.heidenhain.ch	<b>MY</b>	<b>ISOSERVE SDN. BHD.</b> 43200 Balakong, Selangor E-mail: sales@isoserve.com.my	<b>VN</b>	<b>AMS Co. Ltd</b> HCM City, Vietnam E-mail: davidgoh@amsvn.com
<b>CN</b>	<b>DR. JOHANNES HEIDENHAIN (CHINA) Co., Ltd.</b> Beijing 101312, China www.heidenhain.com.cn	<b>NL</b>	<b>HEIDENHAIN NEDERLAND B.V.</b> 6716 BM Ede, Netherlands www.heidenhain.nl	<b>ZA</b>	<b>MAFEMA SALES SERVICES C.C.</b> Midrand 1685, South Africa www.heidenhain.co.za
<b>CZ</b>	<b>HEIDENHAIN s.r.o.</b> 102 00 Praha 10, Czech Republic www.heidenhain.cz	<b>NO</b>	<b>HEIDENHAIN Scandinavia AB</b> 7300 Orkanger, Norway www.heidenhain.no		
<b>DK</b>	<b>TPTEKNIK A/S</b> 2670 Greve, Denmark www.tp-gruppen.dk	<b>PH</b>	<b>MACHINEBANKS' CORPORATION</b> Quezon City, Philippines 1113 E-mail: info@machinebanks.com		

